

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 免疫に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

私たちのからだには、病原体などの異物の侵入を防いだり、侵入した異物の体内での増殖を防いだりするしくみがある。このしくみを生体防御と呼び、物理・化学的防御、自然免疫、獲得免疫がある。

表皮の最外層には死んだ表皮の細胞が重なった **ア** があり、物理的に外界の病原体の侵入を防ぐとともに、ウイルスの侵入も防いでいる。また、皮膚表面は **イ** や汗腺からの分泌物により pH が **ウ** に保たれており、皮膚表面での細菌の増殖を防いでいる。涙、だ液、鼻水などには、リゾチームが含まれている。

免疫を担当している細胞には、好中球、単球、マクロファージ、樹状細胞、リンパ球などがある。リンパ球には、NK 細胞、抗体産生細胞に分化する **エ**、**オ** で分化・成熟する T 細胞がある。主な T 細胞には **カ** と **キ** があり、**カ** がウイルスに感染した細胞やがん細胞などを直接攻撃して排除するしくみを **ク** 性免疫と呼ぶ。一方、抗原が体内に侵入すると、多くの細胞が関与して最終的に抗体産生細胞から抗体が放出される。 抗体は抗原と特異的に結合して複合体をつくり、抗体が結合した抗原はマクロファージや好中球により排除される。 このように、抗体が関与して異物を排除するしくみを **ケ** 性免疫と呼ぶ。

免疫が過剰に反応してからだに不都合にはたらき、発疹や目のかゆみなどの症状が現れることがある。このような反応を総称して **コ** という。スギ花粉症では、スギの花粉が **サ** となる。

問1 文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | | |
|-------|-------|----------|--------|--------|
| ① 真皮 | ② 強酸性 | ③ 弱アルカリ性 | ④ 弱酸性 | ⑤ 中性 |
| ⑥ 角質層 | ⑦ 粘膜 | ⑧ 皮脂腺 | ⑨ 内分泌腺 | ⑩ 毛細血管 |

問2 文章中の **エ** ~ **キ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|--------------|-----------|-------|------|
| ① ナチュラルキラー細胞 | ② 顆粒球 | ③ B細胞 | ④ 単球 |
| ⑤ ヘルパー T細胞 | ⑥ キラー T細胞 | ⑦ 胸腺 | ⑧ ひ臓 |
| ⑨ 骨髄 | ⑩ リンパ節 | | |

問3 文章中の ～ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|----------------|---------|------------|---------|
| ① 食作用 | ② 食細胞 | ③ 体液 | ④ 細胞 |
| ⑤ 抗体 | ⑥ 自然 | ⑦ アナフィラキシー | ⑧ アレルギー |
| ⑨ アナフィラキシーショック | ⑩ アレルゲン | | |

問4 文章中の下線部 a に関して、ヒトのリゾチームに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① リゾチームはタンパク質と脂質で形成された複合体である。
- ② リゾチームは細菌の細胞膜を破壊する働きがある。
- ③ リゾチームは細菌のタンパク質合成を阻害する働きがある。
- ④ リゾチームは熱に強く、リゾチーム溶液を煮沸しても活性は消失しない。
- ⑤ リゾチームは細菌の細胞壁を破壊する働きがある。

問5 文章中の下線部 b に関して、抗体産生細胞が形成される過程として、下記のⅠ～Ⅴの事象を正しい順番に並べたものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- Ⅰ 体内に侵入した抗原は樹状細胞に取り込まれる。
- Ⅱ ヘルパー T 細胞が B 細胞の増殖を促す。
- Ⅲ ヘルパー T 細胞が活性化して増殖する。
- Ⅳ 樹状細胞は、分解した抗原の一部を細胞表面に提示する。
- Ⅴ 抗体産生細胞が形成される。

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ① I → II → III → IV → V | ② I → II → IV → III → V |
| ③ I → III → II → IV → V | ④ I → III → IV → II → V |
| ⑤ I → IV → II → III → V | ⑥ I → IV → III → II → V |

問6 文章中の下線部 c に関して、抗原と特異的に結合する抗体の部位として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ① H 鎖の定常部と L 鎖の定常部 | ② H 鎖の可変部と L 鎖の可変部 |
| ③ H 鎖の可変部と L 鎖の定常部 | ④ H 鎖の定常部と L 鎖の可変部 |

2 バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ある生物の特定の遺伝子を取り出し、それを別の生物の DNA に組み込む操作によって遺伝子の新しい組み合わせをつくることを遺伝子組換えという。遺伝子組換えを行うときには、DNA の_a特定の塩基配列を識別して切断する **ア** と、切断された DNA 断片を結合させる **イ** を用いる。

ヒトのタンパク質を大腸菌で生産する場合には、まず_bエキソンのみからなる相補的 DNA (cDNA) を作製する必要がある。そのために、そのタンパク質を合成している細胞から **ウ** を取り出し、それを鋳型にして **エ** によって cDNA を合成する。_c合成された cDNA を _dPCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法によって増幅する。次に、大腸菌の菌体内で染色体 DNA とは別に増殖する **オ** (小さな環状 DNA) を取り出して **ア** で切断する。これと cDNA を結合させることにより、組換え **オ** をつくる。最後に、これを大腸菌内に戻すことによって、ヒトのタンパク質を大腸菌に生産させることができる。

問1 文章中の **ア** ~ **オ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|------------|--------|--------------|
| ① 転写酵素 | ② DNA リガーゼ | ③ 制限酵素 | ④ DNA ポリメラーゼ |
| ⑤ 逆転写酵素 | ⑥ プラスミド | ⑦ mRNA | ⑧ tRNA |
| ⑨ リボソーム | ⑩ プロモーター | | |

問2 下線部 a に関して、**ア** の1つである *Hind*Ⅲ は、次の図1の塩基配列を識別して、破線の位置で DNA を切断する。塩基配列がランダムで 17,000 塩基対からなる DNA に、この *Hind*Ⅲ をはたらかせた。このとき、理論的にはこの DNA は何箇所切断されるか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

カ



図1

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 1箇所 | ② 2箇所 | ③ 3箇所 | ④ 4箇所 | ⑤ 5箇所 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

問3 文章中の下線部 b に関して、cDNA を作製する必要がある理由として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 大腸菌はヒトの DNA をつukれないから。
- ② 大腸菌はヒトの RNA をつukれないから。
- ③ 大腸菌はスプライシングを行わないから。
- ④ 大腸菌は核をもたないから。
- ⑤ 大腸菌の DNA は環状だから。

問4 文章中の下線部 c に関して、合成された2本鎖のcDNAの塩基配列を調べたところ、2本鎖全体のチミンの割合は26%であった。この2本鎖cDNAに関して、次の(i)と(ii)の問いに答えよ。

(i) この2本鎖cDNAの2本鎖全体のグアニンの割合として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ク

- ① 11%
- ② 16%
- ③ 22%
- ④ 24%
- ⑤ 28%

(ii) この2本鎖cDNAの一方の鎖のシトシンの割合が20%のとき、反対側の鎖のシトシンの割合は何%か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ケ

- ① 11%
- ② 16%
- ③ 22%
- ④ 24%
- ⑤ 28%

問5 文章中の下線部 d の PCR 法の手順に関する次の文章を読み、以下の(i)と(ii)の問いに答えよ。

<PCR 法の標準的な手順>

- (1) 鋳型となる 2 本鎖 DNA, 2 種類の 1 本鎖 DNA (プライマー), DNA ポリメラーゼと 4 種の基質ヌクレオチドを 1 つの試験管内に入れ、反応液とする。
- (2) 反応液を、約 95℃で、1 分間保つ。
- (3) 反応液を、約 60℃まで徐々に冷却し、30 秒間保つ。
- (4) 反応液を、約 70℃まで加熱し、1 分間保つ。
- (5) 上記の(2)~(4)の操作を 1 回の反応サイクルとして、25~30 回繰り返す。この繰り返し操作により目的の DNA を増幅することができる。なお、各段階の反応温度と時間、および e サイクルの繰り返し回数は、目的に応じて変える。

(i) 手順(3)で起こっている主な現象として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

コ

- ① 2 本鎖 DNA が 1 本鎖に解離する。 ② DNA が伸長する。 ③ DNA が切断される。
④ プライマーが鋳型鎖に結合する。 ⑤ プライマーが鋳型鎖から解離する。

(ii) 手順(5)の下線部 e に関して、増幅させたい部分のみからなる 2 本鎖 DNA は、何サイクル目以降から得られるか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

サ

- ① 1 サイクル目 ② 2 サイクル目 ③ 3 サイクル目
④ 4 サイクル目 ⑤ 5 サイクル目

3 生殖に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 有性生殖では、生殖のための特別な細胞である生殖細胞がつくられる。生殖細胞のうち、卵や精子などのように合体して新しい個体をつくる細胞を_a配偶子という。配偶子の合体を一般に といい、 によってできる細胞を という。 のなかで、卵と精子の合体で生じたものを、 という。

一方、配偶子によらない生殖法を_b無性生殖という。無性生殖では、配偶子をつくらずに親の体から新しい個体ができるので、生じる子の遺伝情報は親と全く同じである。

問1 文章 A 中の ～ に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 接合 ② 受精 ③ 孢子
④ 接合子 ⑤ 受精卵 ⑥ 孢子体

問2 文章 A 中の下線部 a に関して、同じ大きさ・形をした配偶子を同形配偶子という。同型配偶子どうしの合体による生殖を行う生物として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① ウニ ② アオサ ③ ミル（海藻の一種）
④ ヒト ⑤ クラミドモナス ⑥ カワリミズカビ

問3 文章 A 中の下線部 b に関して、無性生殖の種類と、その生殖を行う生物の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

	無性生殖の種類	生物
①	分裂	ヒドラ
②	出芽	ゾウリムシ
③	栄養生殖	酵母
④	分裂	イヌワラビ
⑤	出芽	オランダイチゴ
⑥	栄養生殖	ジャガイモ

B ネコやヒトなどの多くの哺乳類は、雄 XY 型、雌 XX 型の性決定様式をもつ。これらの動物では、性染色体も常染色体と同じように子孫に伝わり、X および Y 染色体の組み合わせによって個体の性が決まる。また、性染色体には、性を決める遺伝子のほかにも、多数の遺伝子が存在する。

三毛ネコは、茶、黒および白の三色のまだらの毛色をもち、ほとんどが雌である。白毛の部分は、常染色体上の優性遺伝子によって決まる。白毛以外の茶または黒の毛色の部分は、X 染色体上の遺伝子 $Z^{\text{茶}}$ と $Z^{\text{黒}}$ の対立遺伝子を両方もつ雌は、茶と黒の毛色をもつ。

茶と黒の毛色は、次の図 2 に示すように制御される。哺乳類の雌の胚では、発生が少し進んだ段階で、個々の細胞内の X 染色体のうち片方の遺伝子の転写がおこらない状態（不活性化）になり、もう片方の染色体上の対立遺伝子だけがはたらく。細胞内の二つの X 染色体のうちどちらが不活性化されるかは、細胞ごとにランダムに決まり、X 染色体の不活性化が一度起こると、細胞分裂を経ても不活性化した状態が分裂後の細胞でも維持される。この結果、 $Z^{\text{茶}}$ と $Z^{\text{黒}}$ を対立遺伝子にもつ雌ネコは、個体ごとに異なった茶と黒のまだらな毛色をもつ。一方、雄は X 染色体を一つだけもち、X 染色体は不活性化されない。

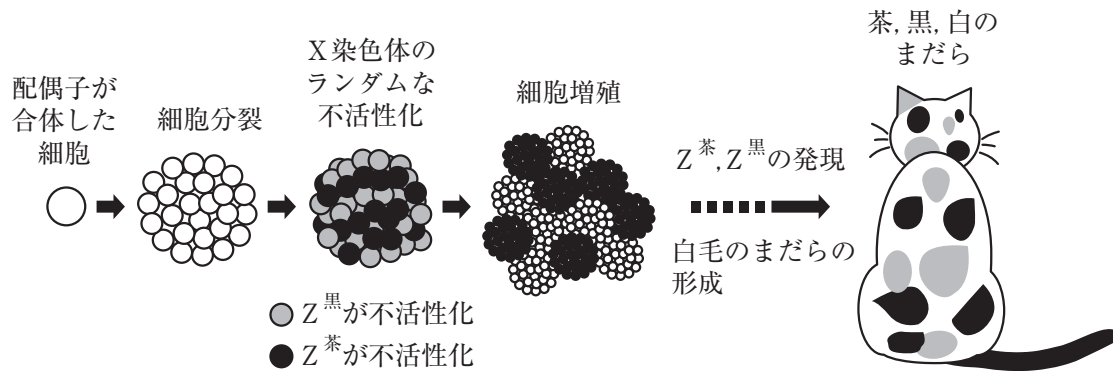


図 2

問 4 文章 B 中の下線部 c に関して、以下の問いに答えよ。

性染色体上の遺伝子も、常染色体上の遺伝子と同じように遺伝する。雌の三毛ネコ ($Z^{\text{茶}}$ と $Z^{\text{黒}}$ をそれぞれ 1 遺伝子もつ) を、黒の雄 ($Z^{\text{黒}}$ を 1 遺伝子だけもつ) と交雑した場合、生まれる子ネコのうち、茶と黒の両方の毛色をもつものの割合として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし、Z 以外の遺伝子は、茶、黒の毛色の出現に影響しないものとする。

カ

- ① 0% ② 12.5% ③ 25% ④ 50% ⑤ 75% ⑥ 100%

問5 文章B中の下線部dに関して、以下の問いに答えよ。

三毛ネコの体細胞から核を採取してクローンネコを作ることができる。このとき、核移植によって体細胞のX染色体不活性化の状態が、完全に初期の状態（どちらのX染色体も不活性化されていない状態）に戻るとすると、クローンネコの予想される毛色と模様として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

キ

- ① 三毛ネコになり、細胞を採取したネコと同一の模様になる。
- ② 三毛ネコになり、細胞を採取したネコとは異なる模様になる。
- ③ 三毛ネコにはならず、茶または黒のみの毛色をもつ。
- ④ 三毛ネコにはならず、茶、黒どちらの毛色ももたない。

4 植物の環境応答に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物によっては、光は発芽を調節する重要な環境要因となっている。発芽が光によって促進される種子を **ア** という。**ア** の発芽を促進する光としては、**イ** 光が有効である。しかし、**イ** 光を照射した直後に **ウ** 光を照射すると、**イ** 光の効果は打ち消されて発芽しなくなる。また、**イ** 光と **ウ** 光を交互に照射すると、最後に照射した光が **イ** 光ならば発芽し、**ウ** 光ならば発芽しない。

ア の発芽には、**エ** という **イ** 光を受容する光受容体が関与している。この **エ** はすべての植物にふくまれており、 P_R 型と P_{FR} 型の2つの型をとる。これらは光の吸収により相互に変換され、**イ** 光を受容すると **エ** は P_{FR} 型に、**ウ** 光を受容すると P_R 型になる。種子の中で P_{FR} 型の **エ** が増えると **I** の合成が誘導されて **ア** の発芽が促進される。

種子が受け取る光の量や種類は、種子が土に埋まっているかどうかだけでなく、周囲の植物にも影響される。緑色植物の葉に含まれる **オ** は **イ** 光をよく吸収するが、**ウ** 光はほとんど吸収しないため、植物が生い茂っている場所では、吸収されなかった **ウ** 光だけが地面に到達する。したがって、**ア** の発芽が **イ** 光で促進され、**ウ** 光で抑制されるということは、ほかの植物に覆われていない日当たりの良い開けた地表で良く発芽すること、つまり光合成に適した条件で発芽することにつながる。

問1 文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 光発芽種子 | ② 光促進種子 | ③ 暗発芽種子 |
| ④ 赤色 | ⑤ 青色 | ⑥ 紫色 |
| ⑦ 遠赤色 | ⑧ 黄色 | ⑨ 紫外 |

問2 文章中の **エ** と **オ** に当てはまる光受容体として最も適当なものを、次の①~⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| ① クロロフィル | ② カロテノイド | ③ シトクロム |
| ④ フィトクロム | ⑤ フォトリポピン | ⑥ クリプトクロム |

問3 文章中の に当てはまる植物ホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① オーキシン ② ジベレリン ③ アブシシン酸
④ サイトカイニン ⑤ エチレン ⑥ ジャスモン酸

問4 文章中の の植物の例として適当なものを、次の①～⑤の中から二つ選べ。
ただし、解答の順序は問わない。

- ① キュウリ ② タバコ ③ ケイトウ
④ シロイヌナズナ ⑤ カボチャ

問5 種子の発芽に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① は非常に小さくてあまり栄養を蓄えていないものが多く、発芽するとすぐに光合成を始める。
② のホルモンは、種無しブドウの生産にも利用される。
③ P_R型の は核内に移動し、発芽に関与する遺伝子の発現を調節する。
④ 種子の発芽は、温度や水分などの環境条件にも影響される。
⑤ 種子の発芽を抑制するホルモンとして、アブシシン酸がある。