

※選抜は物理・化学・生物から2科目選択  
学士は化学・生物必須

試験時間 100分

- 注意事項**
- この科目の問題用紙は10ページ、解答用紙はマークカード1枚である。
  - 解答は必ず**解答用紙(マークカード)**記入上の注意をよく読んで、指定された箇所に解答をマークすること。
  - 解答用紙に氏名・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
  - 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
  - 問題用紙は解答用紙とともに机上において退出すること。持ち帰ってはいけない。

【1】動物の細胞と組織に関する以下の問に答えなさい。

問1 以下の細胞をもつ動物の名称、その動物が属する分類群、およびその動物の胚における中胚葉の有無について、最も適切なものを下のそれぞれの選択肢から答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- |          |     |                                |     |                                |        |                                |
|----------|-----|--------------------------------|-----|--------------------------------|--------|--------------------------------|
| 1. えり細胞: | 動物名 | <input type="text" value="1"/> | 分類群 | <input type="text" value="2"/> | 中胚葉の有無 | <input type="text" value="3"/> |
| 2. 塩類細胞: | 動物名 | <input type="text" value="4"/> | 分類群 | <input type="text" value="5"/> | 中胚葉の有無 | <input type="text" value="6"/> |
| 3. 刺細胞:  | 動物名 | <input type="text" value="7"/> | 分類群 | <input type="text" value="8"/> | 中胚葉の有無 | <input type="text" value="9"/> |

【動物名】

- ① ウニ      ② カイメン      ③ ヒドラ      ④ サンマ  
⑤ ダンゴムシ      ⑥ ナメクジウオ      ⑦ プラナリア      ⑧ ミミズ

【分類群】

- ① 海綿動物      ② 環形動物      ③ 棘皮動物      ④ 原索動物  
⑤ 刺胞動物      ⑥ 脊椎動物      ⑦ 節足動物      ⑧ 扁形動物

【中胚葉の有無】

- ① ある      ② ない

問2 ヒトにおいて、以下の細胞が属する組織として最も適切なものを答えなさい。

- 骨細胞
  - シュワン細胞
  - 腎臓の細尿管の細胞
  - すい臓のランゲルハンス島のB(β)細胞
  - 繊維芽細胞
- ① 筋組織      ② 結合組織      ③ 上皮組織      ④ 神経組織

問3 ヒトにおいて、以下の上皮が由来する胚葉として最も適切なものを答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- 気管内壁の上皮
  - 血管内壁の上皮
  - 小腸内壁の上皮
- ① 外胚葉      ② 中胚葉      ③ 内胚葉  
④ 外胚葉と中胚葉      ⑤ 外胚葉と内胚葉      ⑥ 中胚葉と内胚葉

問4 上皮細胞は隣接する細胞同士が接着する性質をもつ。この性質についての以下の問に答えなさい。

- アフリカツメガエルの初期神経胚から表皮と神経板を別々に切り出し、それぞれを1個1個の細胞にまでばらばらにした。これら2種類の細胞を一つのシャーレに混合して培養した。Ca<sup>2+</sup>を含まない培養液中では、細胞塊は形成されなかったが、この培養液にCa<sup>2+</sup>を加えたところ、表皮の細胞は表皮の細胞とのみ、神経板の細胞は神経板の細胞とのみ細胞塊を形成した。一方、細胞同士の接着に関わる分子として、この時期の胚の表皮の細胞にはタンパク質Xが、神経板の細胞にはタンパク質Yが存在していた。これら二つのタンパク質のはたらきについて、上記の結果の説明として最も適切なものを答えなさい。

- A. 細胞外にCa<sup>2+</sup>が存在しないとき、タンパク質Xはタンパク質Xと結合する。  
B. 細胞外にCa<sup>2+</sup>が存在しないとき、タンパク質Xはタンパク質Yと結合する。  
C. 細胞外にCa<sup>2+</sup>が存在しないとき、タンパク質Yはタンパク質Yと結合する。  
D. 細胞外にCa<sup>2+</sup>が存在するとき、タンパク質Xはタンパク質Xと結合する。  
E. 細胞外にCa<sup>2+</sup>が存在するとき、タンパク質Xはタンパク質Yと結合する。  
F. 細胞外にCa<sup>2+</sup>が存在するとき、タンパク質Yはタンパク質Yと結合する。
- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ      ⑤ Eのみ  
⑥ Fのみ      ⑦ A, C      ⑧ A, F      ⑨ B, D      ⑩ B, F  
⑪ C, D      ⑫ C, E      ⑬ D, E      ⑭ D, F

- タンパク質Xの遺伝子(遺伝子X)、タンパク質Yの遺伝子(遺伝子Y)をアフリカツメガエルの初期神経胚からクローニングした。細胞同士を接着させるようなタンパク質も発現していないマウス由来の培養細胞にこれらの遺伝子をベクターを利用してそれぞれ導入し、遺伝子Xを発現する細胞(細胞1)、遺伝子Yを発現する細胞(細胞2)、およびベクターのみを導入した細胞(細胞3)の3種類を作成した。これらの細胞をあらかじめそれぞれ異なる色の色素で染色した後、同じ数混合してCa<sup>2+</sup>を含む培養液で培養したところ  を裏付ける結果が得られた。  を最も強く裏付ける結果の組合せを答えなさい。ただし、細胞1と細胞2では、タンパク質Xとタンパク質Yはアフリカツメガエルの初期神経胚におけるはたらきと同じはたらきをしていたものとする。

- A. 細胞1だけからなる塊が形成された。  
B. 細胞2だけからなる塊が形成された。  
C. 細胞3だけからなる塊が形成された。  
D. 細胞1だけからなる塊は形成されなかった。  
E. 細胞2だけからなる塊は形成されなかった。  
F. 細胞3だけからなる塊は形成されなかった。  
G. 細胞1と細胞2が混じった塊が形成された。  
H. 細胞1と細胞3が混じった塊が形成された。  
I. 細胞2と細胞3が混じった塊が形成された。
- ① A, I      ② B, H      ③ C, G      ④ D, I  
⑤ E, H      ⑥ F, G      ⑦ A, B, C      ⑧ A, B, F  
⑨ B, C, D      ⑩ C, D, E      ⑪ D, E, F      ⑫ G, H, I

- アフリカツメガエルの神経胚の形態形成において、タンパク質Xとタンパク質Yが働いた結果起こる現象として最も適切なものを答えなさい。
- ① 神経管と表皮との融合  
② 神経管と脊索との融合  
③ 神経管と消化管との融合  
④ 脊索からの神経管の分離  
⑤ 表皮からの神経管の分離

4. タンパク質 X のアミノ酸配列を調べたところ、その特徴から図 1 に示すように三つの領域に分けることができた。図 1 を参考にして、以下の間に答えなさい。

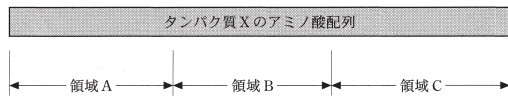


図 1 タンパク質 X のアミノ酸配列における三つの領域

- (1) アミノ酸は親水性アミノ酸と疎水性アミノ酸に大別できる。領域 B は全体にわたり疎水性アミノ酸が連続して配列しており、この特徴は他の領域にはみられなかった。領域 B についての記述として最も適切なものを答えなさい。 [21]
- ① 細胞外に突き出ている部分である。
  - ② 細胞質基質に突き出ている部分である。
  - ③ 細胞膜に埋まっている部分である。
  - ④ ミトコンドリアの外膜に埋まっている部分である。
  - ⑤ ミトコンドリアの内膜に埋まっている部分である。
- (2) 領域 C には、別のタンパク質を介してアクチンフィラメントと結合する性質があり、この特徴は他の領域にはみられなかった。領域 C についての記述として最も適切なものを答えなさい。 [22]
- ① 細胞外に突き出ている部分である。
  - ② 細胞質基質に突き出ている部分である。
  - ③ 細胞膜に埋まっている部分である。
  - ④ ミトコンドリアの外膜に埋まっている部分である。
  - ⑤ ミトコンドリアの内膜に埋まっている部分である。

【II】免疫についての次の文を読み、以下の間に答えなさい。

ヒトのからだには、異物の侵入を妨げたり、侵入した異物を排除するさまざまな生体防御の仕組みが備わっている。この仕組みには、侵入した異物に対して特異性のない [23] と極めて特異性の高い [24] の二つがある。後者はさらにその仕組みの違いによって、[25] と [26] とに分けられる。[26] において中心的な役割を果たすのは抗体である。[27] が異物を取り込んで分解し、その断片を細胞表面に提示する。異物断片に特異的に反応する [28] は活性化され、その異物断片に対応した受容体をもつ [29] を刺激する。刺激された [29] は増殖しながら [30] へと分化し、異物に対応する抗体を産生する。また、[29] の一部は [31] として長く体内に留まる。

抗体は Y 字型をしたタンパク質で、H 鎖と L 鎖がそれぞれ 2 本ずつの合計 4 本の鎖から構成されている。タンパク質は [32] が [33] 結合によって多数結合したものである。抗体分子のように複数の鎖がまとまって特定の立体構造をとることができるのは、さまざまな [32] の間で形成される [34] 結合や [32] の一つである [35] 同士の間で形成される [36] 結合によって互いに結びつけられているからである。

- 問 1 文中の [23] ~ [26] に最も適切な語を答えなさい。
- ① 獲得免疫(後天性免疫)    ② 細胞性免疫    ③ 自然免疫(先天性免疫)
  - ④ 受動免疫    ⑤ 体液性免疫    ⑥ 能動免疫
- 問 2 文中の [27] ~ [31] に最も適切な語を答えなさい。
- ① ES 細胞    ② 記憶細胞    ③ キラー T 細胞
  - ④ 抗体産生細胞    ⑤ 好中球    ⑥ B 細胞
  - ⑦ ヘルパー T 細胞    ⑧ マクロファージ    ⑨ マスト細胞(肥満細胞)
- 問 3 文中の [32] ~ [36] に最も適切な語を答えなさい。
- ① アミノ酸    ② アルギニン    ③ S-S
  - ④ グリセリン    ⑤ 高エネルギーリン酸    ⑥ システイン
  - ⑦ 脂肪酸    ⑧ 水素    ⑨ スクレオチド
  - ⑩ ヒステジン    ⑪ ペプチド

問 4 文中の [25] が主に関わる現象の組み合わせとして最も適切なものを答えなさい。 [37]

- A. Rh 式血液型による不適合反応
  - B. 移植臓器の生着を妨げる拒絶反応
  - C. ウイルスに感染した細胞の破壊
  - D. 花粉アレルギー
  - E. 血小板の凝集による止血
  - F. ツベルクリン反応
- ① A, B, C    ② A, B, E    ③ A, C, F    ④ A, D, E  
 ⑤ A, E, F    ⑥ B, C, D    ⑦ B, C, F    ⑧ B, D, E  
 ⑨ C, D, E    ⑩ C, D, F    ⑪ D, E, F

問 5 抗体分子の構造と各部分のはたらきを調べるために、抗体をタンパク質分解酵素によって分解したところ、以下のような結果が得られた。この結果について以下の間に答えなさい。なお、図 2 の各鎖を結ぶ太線は、[36] 結合を示し、実験操作によって [36] 結合は切れないものとする。

【実験 I】消化酵素であるペプシンで処理すると、異物を凝集させるはたらきは変わらなかったが、細胞に異物を取り込ませるはたらきは失われた。

【実験 II】タンパク質分解酵素の一つであるパバインで処理すると、抗体分子はほぼ同じ大きさの三つの断片に分かれた。また [34] 結合を切る操作を行っても結果は変わらなかった。

図 2 抗体分子の構造の模式図

1. ペプシンが作用して切断する部位として最も適切なものを答えなさい。 [38]
  - ① A    ② B    ③ C
  2. パバインが作用して切断する部位として最も適切なものを答えなさい。 [39]
  - ① A    ② B    ③ C
  3. 抗体をパバインで処理すると、異物と結合するはたらきと、異物を凝集させるはたらきはそれぞれ処理前と比較してどのようになると推測されるか、最も適切なものを答えなさい。 [40]
  - ① どちらも変わらない。
  - ② 異物を凝集させるはたらきは失われるが、異物と結合するはたらきは変わらない。
  - ③ 異物と結合するはたらきは失われるが、異物を凝集させるはたらきは変わらない。
  - ④ 異物と結合するはたらきは強められるが、異物を凝集させるはたらきは変わらない。
  - ⑤ どちらも失われる。
  - ⑥ どちらも強められる。
  4. 抗体の異物と結合するはたらきと異物を凝集させるはたらきについて、最も適切な組み合わせを答えなさい。 [41]
  - A. 異物と結合するはたらきは、H 鎖が対になった部分のカルボキシル基末端側にある。
  - B. 異物と結合するはたらきは、H 鎖と L 鎖が対になった部分のアミノ基末端側にある。
  - C. 異物と結合するはたらきは、H 鎖と L 鎖が対になった部分のカルボキシル基末端側にある。
  - D. 抗体が異物を凝集させるのは、抗体分子の 2ヶ所に異物と結合する部位が存在するからである。
  - E. 抗体が異物を凝集させるのは、異物と結合した抗体分子のカルボキシル基末端側に変化が起こり、他の抗体分子と互いに結合するからである。
- ① A, D    ② A, E    ③ B, D    ④ B, E    ⑤ C, D    ⑥ C, E

【Ⅲ】 遺伝に関する以下の問に答えなさい。

問 1 ニワトリのトサカの形は2対の対立遺伝子  $P$  と  $p$ 、および  $R$  と  $r$  によって決まる。 $P$  をもち  $R$  を欠くと〔マメ冠〕、 $R$  をもち  $P$  を欠くと〔バラ冠〕、 $P$  と  $R$  を両方もつと〔クルミ冠〕、 $p$  と  $r$  がいずれもホモの場合は〔単冠〕となる。 $p$  と  $r$  はそれぞれ  $P$  と  $R$  に対して劣性である。以下の問に答えなさい。

1. 〔クルミ冠〕と〔バラ冠〕を交配したところ、〔クルミ冠〕と〔マメ冠〕のみが生じ、その比は〔クルミ冠〕：〔マメ冠〕= 3 : 1 となった。交配に用いた〔クルミ冠〕 42 と〔バラ冠〕 43 の遺伝子型として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

- ①  $PPRR$       ②  $PPRr$       ③  $PPrr$       ④  $PpRR$   
 ⑤  $PpRr$       ⑥  $Pprr$       ⑦  $ppRR$       ⑧  $ppRr$

2. 〔マメ冠〕と〔バラ冠〕を交配したところ、 $F_1$  はすべて〔クルミ冠〕であった。この  $F_1$  とあるニワトリを交配したところ、〔クルミ冠〕：〔マメ冠〕：〔バラ冠〕：〔単冠〕= 3 : 3 : 1 : 1 となった。 $F_1$  と交配したニワトリの遺伝子型として最も適切なものを答えなさい。

- 44  
 ①  $PPRR$       ②  $PPRr$       ③  $PPrr$       ④  $PpRR$   
 ⑤  $PpRr$       ⑥  $Pprr$       ⑦  $ppRR$       ⑧  $ppRr$

問 2 キイロシヨウジョウバエには眼を白くする〔白眼〕の遺伝子  $w$  と体色を黒くする〔黒体色〕の遺伝子  $b$  をもつものがある。 $w$  の対立遺伝子  $W$  は眼を〔赤眼〕にし、 $b$  の対立遺伝子  $B$  は体色を〔正常体色〕にする。 $W$  と  $B$  はそれぞれ  $w$  と  $b$  に対して優性であり、 $W$  は X 染色体に、 $B$  は常染色体に存在する。形質の違いが交配には影響を及ぼさないものとして以下の問に答えなさい。

1. 純系の〔赤眼・正常体色〕の雌と〔白眼・黒体色〕の雄を交配して  $F_1$  を得た。さらに  $F_1$  同士を交配して  $F_2$  を得た。 $F_2$  の中で、雌の〔赤眼・黒体色〕：雄の〔赤眼・黒体色〕の比として最も適切なものを答えなさい。 45

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

2.  $F_2$  同士を交配して多数の次世代を得た。雄の〔黒体色〕がこの世代全体に占める割合(%)として最も適切なものを答えなさい。 46

- ① 2.5%      ② 3.2%      ③ 5.0%      ④ 6.3%      ⑤ 7.5%  
 ⑥ 9.4%      ⑦ 12.5%      ⑧ 18.8%      ⑨ 25.0%      ⑩ 37.5%

3. 雌の〔赤眼・正常体色〕と雄の〔白眼・正常体色〕を交配したところ、 $a$  生じた次世代は雌雄とも〔赤眼・正常体色〕：〔白眼・正常体色〕：〔赤眼・黒体色〕：〔白眼・黒体色〕= 3 : 3 : 1 : 1 となった。以下の問に答えなさい。

(1) 交配に用いた雌の〔赤眼・正常体色〕と雄の〔白眼・正常体色〕の遺伝子型として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

雌の〔赤眼・正常体色〕の遺伝子型： 47  
 雄の〔白眼・正常体色〕の遺伝子型： 48

- ①  $WWBB$       ②  $WwBB$       ③  $WWBb$       ④  $WwBb$   
 ⑤  $wBb$       ⑥  $wBB$       ⑦  $wwB$

(2) 下線部  $a$  同士を交配して多数の次世代を得た。この最終的に得られた世代全体の中で、雌における〔赤眼〕：〔白眼〕の比 49、および雄における〔赤眼〕：〔白眼〕の比 50 として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

- ① 1 : 2      ② 1 : 3      ③ 1 : 4      ④ 2 : 1      ⑤ 2 : 3  
 ⑥ 2 : 5      ⑦ 3 : 1      ⑧ 3 : 2      ⑨ 3 : 4      ⑩ 3 : 5  
 ⑪ 4 : 1      ⑫ 4 : 3      ⑬ 5 : 2      ⑭ 5 : 3

問 3 花色として赤、黄、白の三色をもつ、ある植物の遺伝実験についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

この植物には黄色い色素をつくる酵素の遺伝子  $M$  と、この色素をさらに赤い色素に変える酵素の遺伝子  $N$  がある。 $m$  と  $n$  はそれぞれ  $M$  と  $N$  の対立遺伝子で、つくられる酵素はいずれも機能をもたない。花の色はこれらの遺伝子によって決められ、 $m$  をホモでもつ個体は白花をつける。また、この植物には長花粉をつくるものと丸花粉をつくるものがあり、長花粉は遺伝子  $Q$ 、丸花粉は遺伝子  $q$  のはたらきによってつくられる。この植物を用いて以下の実験を行った。

【実験Ⅰ】 純系の〔黄花・丸花粉〕と純系の〔白花・長花粉〕を交配して得られた  $b_1F_1$  はすべて〔赤花・長花粉〕であった。

【実験Ⅱ】 純系の〔黄花・長花粉〕と純系の〔白花・丸花粉〕を交配して得られた  $c_1F_1$  はすべて〔黄花・長花粉〕であった。

【実験Ⅲ】 純系の〔黄花・長花粉〕と  $d_1$  純系の〔白花・丸花粉〕を交配して得られた  $F_1$  はすべて〔赤花・長花粉〕であった。

【実験Ⅳ】 実験Ⅰで得られた  $F_1$  と実験Ⅱで用いた〔白花・丸花粉〕を交配したところ、得られた個体の表現型と個数は右表のようになった。

表現型	個数
赤花・長花粉	115
赤花・丸花粉	460
黄花・長花粉	115
黄花・丸花粉	460
白花・長花粉	920
白花・丸花粉	230

1. 下線部  $b$  の遺伝子型 51、および実験Ⅳで得られた〔黄花・長花粉〕の遺伝子型 52 として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

- ①  $MMNNQQ$       ②  $MMNNQq$       ③  $MMNnQQ$       ④  $MMNnQq$   
 ⑤  $MMnnQQ$       ⑥  $MMnnQq$       ⑦  $MmNNQQ$       ⑧  $MmNNQq$   
 ⑨  $MmNnQQ$       ⑩  $MmNnQq$       ⑪  $MmnnQQ$       ⑫  $MmnnQq$

2. 下線部  $b$  における遺伝子と染色体の関係を表した文として最も適切なものを答えなさい。 53

- ①  $M$ 、 $N$ 、 $q$  はそれぞれ異なる染色体に存在している。  
 ②  $M$ 、 $N$ 、 $Q$  は同一の染色体に存在している。  
 ③  $M$ 、 $n$ 、 $q$  は同一の染色体に存在している。  
 ④  $m$ 、 $n$ 、 $Q$  は同一の染色体に存在している。  
 ⑤  $m$ 、 $N$ 、 $q$  は同一の染色体に存在している。  
 ⑥  $N$  と  $Q$  は異なる染色体に存在しており、 $m$  と  $q$  は同一の染色体に存在している。  
 ⑦  $m$  と  $N$  は異なる染色体に存在しており、 $M$  と  $q$  は同一の染色体に存在している。  
 ⑧  $m$  と  $q$  は異なる染色体に存在しており、 $M$  と  $N$  は同一の染色体に存在している。  
 ⑨  $m$  と  $q$  は異なる染色体に存在しており、 $M$  と  $n$  は同一の染色体に存在している。

3. 実験Ⅳで得られた〔黄花・長花粉〕と下線部  $d$  を交配して多数の個体を得た。その中で、〔赤花・丸花粉〕：〔白花・丸花粉〕の比として最も適切なものを答えなさい。 54

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

4. 実験Ⅳで得られた〔黄花・長花粉〕と下線部  $c$  を交配して多数の個体を得た。さらにその中の〔白花〕だけをすべて選び、自家受精させた。その結果得られたすべての個体の中で、〔丸花粉〕が占める割合(%)として最も適切なものを答えなさい。ただし、どの株も同数の種子を生じたものとする。 55

- ① 5.2%      ② 16.0%      ③ 17.0%      ④ 23.9%      ⑤ 27.6%  
 ⑥ 33.0%      ⑦ 49.0%      ⑧ 51.0%      ⑨ 72.0%