

2025年度
生 物

2025年3月8日実施
獣医学部 獣医学科, 動物資源科学科, グリーン環境創成科学科
海洋生命科学部 海洋生命科学科

受験番号		氏名	
------	--	----	--

【注 意 事 項】

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから14ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し、さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により、問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 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等気づいた場合は、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

(余 白)

【注意】 1つの設問に対して複数解答する場合には、その設問に該当するマークシートの解答番号欄にすべての解答をマークしなさい。

I 免疫に関する以下の問いに答えなさい。

問1 病原体に対してヒトでみられる初期の生体防御機構についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

a 皮膚や粘膜は、病原体の侵入を物理的・化学的に防御している。この防御をすり抜けて病原体が体内に侵入したときには、b 病原体の侵入部位が局所的に赤く腫れて熱をもつことがある。この部位では、c 自然免疫による病原体の排除が起こっている。

1. ヒトに対する病原体となるものとして適切なものを3つ答えなさい。 1

- ① がん細胞 ② 結核菌 ③ 新型コロナウイルス ④ スギ花粉
⑤ ハチ毒 ⑥ ヘビ毒 ⑦ マラリア原虫

2. 文中の下線部 a について、物理的防御や化学的防御を担うものはどれか。適切なものをそれぞれすべて答えなさい。

(1) 物理的防御 2 (2) 化学的防御 3

- ① 肝臓のカタラーゼ ② 気管支の繊毛 ③ 気管支のべん毛
④ 血中のアルブミン ⑤ だ液のアミラーゼ ⑥ だ液のリゾチーム
⑦ 皮膚の角質層 ⑧ 皮膚のクチクラ層 ⑨ 皮膚の表面を弱酸性に保つ分泌物

3. 文中の下線部 b について、以下の問いに答えなさい。

(1) この現象は何と呼ばれるか。最も適切なものを1つ答えなさい。 4

- ① アナフィラキシー ② アレルギー ③ 炎症 ④ 拒絶反応 ⑤ 自己免疫疾患
⑥ じんましん ⑦ 免疫寛容 ⑧ 免疫記憶 ⑨ 免疫不全 ⑩ 陽性反応

(2) この部位でよくみられることとして、適切なものを2つ答えなさい。 5

- ① 組織に血液がもれ出る。
② 組織に血しょうがしみ出る。
③ 血液凝固が起こる。
④ 血管から組織へ好中球が移動する。
⑤ 好中球による抗原提示が起こる。

4. 文中の下線部 c についての記述として、適切なものを2つ答えなさい。 6

- ① キラー T 細胞が病原体を食作用により排除する。
② 好中球が病原体に感染した細胞を直接攻撃して破壊する。
③ 樹状細胞が病原体に感染した細胞を直接攻撃して破壊する。
④ NK 細胞(ナチュラルキラー細胞)が病原体に感染した細胞を直接攻撃して破壊する。
⑤ NK 細胞が病原体を食作用により排除する。
⑥ マクロファージが病原体を食作用により排除する。

問2 免疫応答の実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

【実験】病原体Aに感染したことがないイヌに、病原体Aに由来する抗原Aを注射した。さらに、抗原Aを注射して40日が経過した後、もう一度抗原Aを同じイヌに注射した。この間、このイヌから経時的に血液を採取して、血液中の抗原Aに対する抗体(抗A抗体)の量を測定したところ、その推移は図のようになった。

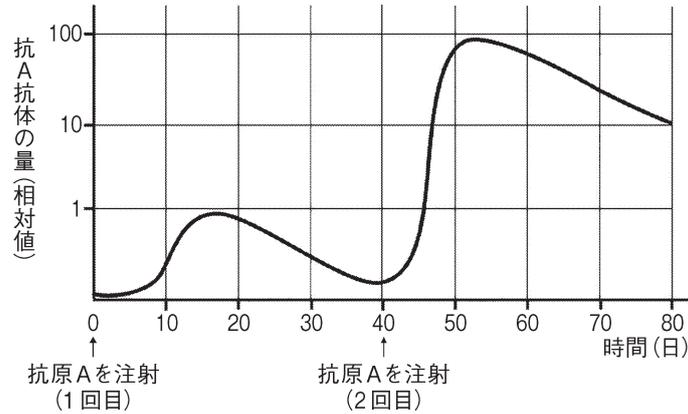


図 抗A抗体の量の推移

1. 抗体についての記述として、適切なものを3つ答えなさい。 7

- ① 抗体は免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質である。
- ② 抗体を産生する細胞はT細胞に由来する。
- ③ 抗体が抗原と結合する部位を定常部という。
- ④ 抗原を認識する部位の形状は、接触した抗原に合わせて形成される。
- ⑤ 1種類の抗体は2種類の抗原を特異的に認識することができる。
- ⑥ 1個の形質細胞(抗体産生細胞)は1種類の抗体を産生する。
- ⑦ マスト細胞はIgEと呼ばれる抗体を産生する。
- ⑧ 血液中の抗体は血管以外の部位にも運ばれる。

2. 抗原Aを2回目に注射した後の免疫応答について、以下の問いに答えなさい。

(1) このときの免疫応答が起こるしくみとして、最も適切な語を1つ答えなさい。 8

- ① アナフィラキシー ② アレルギー ③ 炎症 ④ 拒絶反応
- ⑤ 自己免疫疾患 ⑥ じんましん ⑦ 免疫寛容 ⑧ 免疫記憶
- ⑨ 免疫不全 ⑩ 陽性反応

(2) 上記 8 を担う細胞として適切なものをすべて答えなさい。 9

- ① 好中球 ② 神経細胞 ③ 赤血球 ④ マクロファージ
- ⑤ マスト細胞 ⑥ B細胞 ⑦ T細胞

(3) 上記 **8** のしくみにより生じる免疫応答に当てはまる記述として、最も適切なものを1つ答えなさい。なお、文中の系統Pのマウス、系統Qのマウス、系統Rのマウスは互いに遺伝的に異なるものとする。 **10**

- ① AIDSの患者は、日和見感染症に罹患しやすい。
- ② AIDSの患者は、同じ感染症に繰り返し罹患しやすい。
- ③ 系統Pのマウス由来のiPS細胞から分化させた皮膚を系統Pのマウスに移植すると、何回移植しても生着する。
- ④ 系統Pのマウス由来のiPS細胞から分化させた皮膚を系統Qのマウスに移植すると、やがて拒絶される。
- ⑤ 系統Pのマウス由来のiPS細胞から分化させた皮膚を系統Qのマウスに移植した後、さらにこのマウスに系統Pのマウス由来のiPS細胞から分化させた皮膚を移植すると、1回目の移植よりも早く拒絶される。
- ⑥ 系統Pのマウス由来のiPS細胞から分化させた皮膚を系統Qのマウスに移植した後、さらにこのマウスに系統Rのマウス由来のiPS細胞から分化させた皮膚を移植すると、拒絶される。

3. 図を参照して、1回目の抗原Aの注射時から10週間後までの2週間ごとにこのイヌから採取した血液のうち、抗A抗体の量が1番多い血液および3番目に多い血液として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

(1) 1番多い血液 **11**

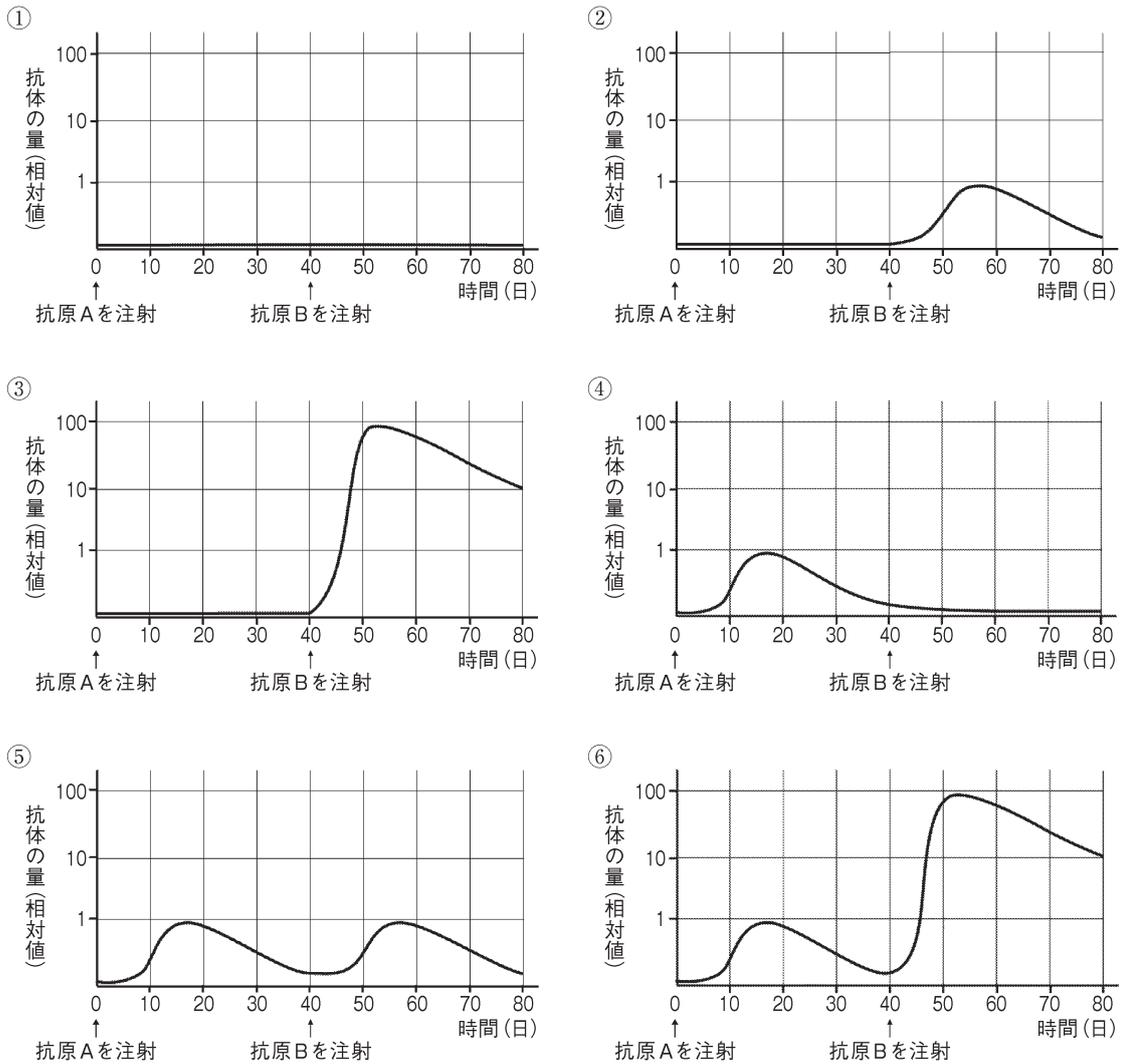
(2) 3番目に多い血液 **12**

- ① 1回目の注射時に得た血液
- ② 1回目の注射の2週間後に得た血液
- ③ 1回目の注射の4週間後に得た血液
- ④ 1回目の注射の6週間後に得た血液
- ⑤ 1回目の注射の8週間後に得た血液
- ⑥ 1回目の注射の10週間後に得た血液

4. 病原体Aは抗原Bをもたない。一方、病原体Bは抗原Bをもっているが抗原Aはもたない。病原体Aおよび病原体Bに感染したことがないイヌに、抗原Aを注射して40日が経過した後、抗原Bを注射した。このときの抗A抗体の量の推移、および抗原Bに対する抗体(抗B抗体)の量の推移として、最も適切なグラフをそれぞれ1つずつ答えなさい。ただし、抗A抗体の量と抗B抗体の量の推移として、①～⑥のグラフのうちの1つがそれぞれ当てはまるものとする。なお、①～⑥のグラフの縦軸は、それぞれ「抗A抗体の量」あるいは「抗B抗体の量」のどちらか1つである。また、抗原Aの代わりに抗原Bを上記の【実験】の通りイヌに注射したときにも、図と同じグラフが得られたものとする。

(1) 抗A抗体の量の推移 **13**

(2) 抗B抗体の量の推移 **14**



5. 1回目の抗原Aの注射後、抗A抗体を産生する細胞がつくられる際に必要なこととして、適切なものを4つ答えなさい。 15

- ① 抗原Aを取り込んだ樹状細胞がリンパ節に移動する。
- ② 抗原Aを取り込んだ好中球がリンパ節に移動する。
- ③ 抗原Aを取り込んだNK細胞がリンパ節に移動する。
- ④ 樹状細胞が提示する抗原Aの断片をキラーT細胞が認識する。
- ⑤ 樹状細胞が提示する抗原Aの断片をヘルパーT細胞が認識する。
- ⑥ 樹状細胞が提示する抗原Aの断片をB細胞が認識する。
- ⑦ 樹状細胞が提示する抗原Aの断片をNK細胞が認識する。
- ⑧ キラーT細胞がヘルパーT細胞を活性化する。
- ⑨ キラーT細胞がB細胞を活性化する。
- ⑩ ヘルパーT細胞がキラーT細胞を活性化する。
- ⑪ ヘルパーT細胞がB細胞を活性化する。
- ⑫ B細胞が提示する抗原Aの断片をキラーT細胞が認識する。
- ⑬ B細胞が提示する抗原Aの断片をヘルパーT細胞が認識する。

6. 病原体Aに感染したときには、細胞性免疫も働く。細胞性免疫が生じる際に必要なこととして適切なものを4つ答えなさい。なお、細胞性免疫において、病原体Aを排除する細胞の活性化には、ある種類のリンパ球の働きかけが必要であるものとする。 **16**

- ① 病原体Aを取り込んだ樹状細胞がリンパ節に移動する。
- ② 病原体Aを取り込んだ好中球がリンパ節に移動する。
- ③ 病原体Aを取り込んだNK細胞がリンパ節に移動する。
- ④ 樹状細胞が提示する抗原の断片をキラーT細胞が認識する。
- ⑤ 樹状細胞が提示する抗原の断片をヘルパーT細胞が認識する。
- ⑥ 樹状細胞が提示する抗原の断片をB細胞が認識する。
- ⑦ 樹状細胞が提示する抗原の断片をNK細胞が認識する。
- ⑧ キラーT細胞がヘルパーT細胞を活性化する。
- ⑨ キラーT細胞がB細胞を活性化する。
- ⑩ ヘルパーT細胞がキラーT細胞を活性化する。
- ⑪ ヘルパーT細胞がB細胞を活性化する。
- ⑫ B細胞が提示する抗原の断片をキラーT細胞が認識する。
- ⑬ B細胞が提示する抗原の断片をヘルパーT細胞が認識する。

問3 免疫とその応用についての次の文を読み、文中の **17** ～ **21** に最も適切な語あるいは人名をそれぞれ1つずつ答えなさい。

病原体Cに感染したことのない人に弱毒化または無毒化した病原体Cを接種すると、病原体Cに対する **17** を人為的に引き起こすことができる。その後、病原体Cに感染した場合には、速やかに **18** が起きるため、結果として病原体Cによる発病が抑制される。このとき接種する弱毒化または無毒化した病原体Cを **19** という。また、**19** を接種することで感染症を予防する方法を **20** という。**20** は、**21** が開発したヒトの天然痘の予防法に由来する。

- ① アレルゲン ② 一次応答 ③ 拒絶反応 ④ 血清療法
- ⑤ 自己免疫疾患 ⑥ 二次応答 ⑦ 免疫寛容 ⑧ 予防接種
- ⑨ ワクチン ⑩ 北里柴三郎 ⑪ ジェンナー ⑫ パスツール

II 動物における刺激の受容と反応に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

生物は、刺激に対してさまざまな反応を起こす。例えばヒトでは、食物により消化管が伸展すると、a 消化管のぜん動が起こる。暗所に入ると b 瞳孔の拡大が起こる。体内で生成された尿がぼうこうに蓄積して、ぼうこうが一定以上伸展すると尿意が起こり、c 排尿へと至る。また、細胞に張力がかかると d 細胞分裂が促進される。

このような反応が起こるのは、動物の体にさまざまな刺激を受容する多種多様な細胞が存在するからである。これらの細胞には、刺激によって構造や機能が変化する分子が存在している。例えば哺乳類には、e 接触などの機械的刺激によって開くイオンチャネルが存在する。このうち、f 皮膚に存在するイオンチャネルは、接触刺激によって開く。そして感覚ニューロンが興奮し、その興奮が脳へ伝えられ、効果器が情報を受けると反応が起こる。マウスの背中にテープを貼ると、その刺激によってこのイオンチャネルが開くことが引き金となり、g テープを噛んだりひっかいたりしてはがそうとする反応が引き起こされる。

問1 刺激の受容と反応について、以下の問いに答えなさい。

1. 文中の下線部 a, b, c を促進する神経の組合せとして最も適切なものを1つ答えなさい。 1

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| ① a 交感神経 | b 交感神経 | c 交感神経 |
| ② a 交感神経 | b 交感神経 | c 副交感神経 |
| ③ a 交感神経 | b 副交感神経 | c 交感神経 |
| ④ a 交感神経 | b 副交感神経 | c 副交感神経 |
| ⑤ a 副交感神経 | b 交感神経 | c 交感神経 |
| ⑥ a 副交感神経 | b 交感神経 | c 副交感神経 |
| ⑦ a 副交感神経 | b 副交感神経 | c 交感神経 |
| ⑧ a 副交感神経 | b 副交感神経 | c 副交感神経 |

2. 文中の下線部 c について、ヒトにおいて血液が腎臓に達してから、血液中の不要な成分がろ過されてぼうこうへ至るまでに通る部位を、以下の①～⑨から7つ選びなさい。さらに7つの部位をこの成分が通る順に並べたとき、3番目と6番目に当てはまる部位として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。なお、不要な成分は再吸収されないものとする。

(1) 3番目 2

(2) 6番目 3

- | | | | | |
|-------|-------|----------|-------|-------|
| ① 細尿管 | ② 糸球体 | ③ 集合管 | ④ 腎う | ⑤ 腎静脈 |
| ⑥ 腎動脈 | ⑦ 副腎 | ⑧ ボーマンのう | ⑨ 輸尿管 | |

3. 文中の下線部 d について、ヒトの体細胞分裂の終期に起こることの記述として適切なものを3つ答えなさい。 4

- ① DNA が複製される。
- ② アクチンフィラメントの作用により、細胞のくびれこみが起こる。
- ③ アクチンフィラメントの作用により、染色体が両極に向かって移動する。
- ④ 核膜が形成される。

- ⑤ 核膜がみえなくなる。
- ⑥ 染色体が凝縮する。
- ⑦ 染色体が分散する。
- ⑧ 中間径フィラメントの作用により，細胞のくびれこみが起こる。
- ⑨ 中間径フィラメントの作用により，染色体が両極に向かって移動する。
- ⑩ 中心体が複製される。
- ⑪ 微小管の作用により，細胞のくびれこみが起こる。
- ⑫ 微小管の作用により，染色体が両極に向かって移動する。

4. 文中の下線部 e について，このイオンチャネルは皮膚のほか，血管，小腸，赤血球，脳，肺，ぼうこうなどにおいて働いている。以下のうち，マウスにおいて内胚葉に由来するもの，および中胚葉に由来するものとして適切な選択肢をそれぞれすべて答えなさい。

(1) 内胚葉

(2) 中胚葉

- ① 血管
- ② 小腸の上皮
- ③ 赤血球
- ④ 脳
- ⑤ 肺の上皮
- ⑥ ぼうこうの上皮

5. 背中 of 皮膚に接触刺激を与えたとき，文中の下線部 f における情報が伝わる経路として，以下の ～ に最も適切な部位をそれぞれ1つずつ答えなさい。

皮膚の受容器 → 脊髄の → → → 大脳皮質 → 脊髄の → 筋肉

- ① 延髄
- ② 視床
- ③ 視床下部
- ④ 小脳
- ⑤ 脳下垂体
- ⑥ 背根
- ⑦ 腹根

6. ヒトにおける感覚ニューロンについての記述として，適切なものを2つ答えなさい。

- ① 運動ニューロンと直接シナプスを形成するものがある。
- ② 遠心性のニューロンである。
- ③ 刺激の強さは感覚ニューロンの活動電位の発生頻度に変換される。
- ④ 同一の刺激の情報を伝える複数の感覚ニューロンでは，どのニューロンでも閾値が同じである。
- ⑤ 有髄神経においては，オリゴデンドロサイトが髄鞘を形成する。

7. 文中の下線部 g を起こす筋肉について，以下の問いに答えなさい。

(1) この筋肉についての記述として適切なものをすべて答えなさい。

- ① 単核の細胞から構成されている。
- ② 筋繊維にはしま模様が見られる。
- ③ 筋紡錘を介して骨に付着する。
- ④ 小胞体が管状になったT管が存在する。
- ⑤ アセチルコリン受容体が存在する。
- ⑥ グルカゴンを貯蔵している。

(2) 以下に当てはまる適切なものを指定された数だけそれぞれ答えなさい。

1) 筋肉の収縮時に長さが短くなるもの(2つ) 13

- ① アクチンフィラメント ② 暗帯 ③ サルコメア
④ ミオシンフィラメント ⑤ 明帯

2) 筋肉の弛緩時に、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの結合を妨げる物質(1つ) 14

- ① ADP ② Ca^{2+} ③ クレアチンリン酸
④ トロポミオシン ⑤ ミオグロビン

問2 機械的刺激によって開くイオンチャネルについて調べた実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

赤血球は毛細血管に達すると機械的刺激を受けて変形し、 r 赤血球の直径よりも細い毛細血管を通ることが可能となる。ヒトの赤血球の細胞膜には機械的刺激によって開き、 Ca^{2+} を通すイオンチャネルPが存在する。イオンチャネルPは、 p 遺伝子によってコードされるポリペプチドPからできている。 p 遺伝子の突然変異は赤血球に影響を与えることが知られている。 p 遺伝子の突然変異による赤血球への影響を調べるため、ヒトのポリペプチドPでみられるアミノ酸置換を起こす突然変異と同様の突然変異をマウスの p 遺伝子に導入した。具体的には、マウスの p 遺伝子中に存在する連続した2つの塩基を、それぞれ異なる塩基に置換することによって、ポリペプチドPのアミノ酸のうち、2481番目に当たるアルギニンヒスチジンに置換した。以下、野生型のマウスの p 遺伝子を p [WT]、塩基を置換した変異型の p 遺伝子を p [RH]、さらに、 p [WT]あるいは p [RH]によってコードされるポリペプチドPからなるイオンチャネルPをそれぞれP[WT]、あるいはP[RH]と呼ぶ。イオンチャネルPを発現していない培養細胞に、ほぼ同数のP[WT]またはP[RH]のいずれかを発現させて、細いガラス棒で細胞を軽く押して機械的に刺激したとき、発現している複数のP[WT]またはP[RH]を通して細胞外から細胞内に流れる電流を測定すると、図1のようになった。

次に、赤血球においてP[WT]とP[RH]の両方を発現するマウス(以下、 p [RH]マウスと呼ぶ)を作製した。 p [RH]マウスは、野生型のマウス(以下、 p [WT]マウスと呼ぶ)と、赤血球において変異型のイオンチャネルP[RH]も発現している点だけが異なり、赤血球におけるイオンチャネルPの総発現量には差がなかった。 p [WT]マウスと p [RH]マウスの赤血球を観察したところ、その様子に違いがみられた。また、 p [WT]マウスと p [RH]マウスの静脈にマラリア原虫を注射し、マラリア原虫に感染している赤血球の割合を日数を追って調べたところ、図2のように違いがみられた。

また、赤血球の細胞膜には、細胞内の Ca^{2+} 濃度の上昇により開く Ca^{2+} 依存性カリウムチャネル(KCaチャネル)も発現していることが知られている。そこで、KCaチャネルをコードする遺伝子をノックアウトした p [RH]マウス(以下、 p [RH]、 $\text{KCa}^{-/-}$ マウスと呼ぶ)を作製してその赤血球を観察したところ、 p [WT]マウスの赤血球の様子と違いはみられなかった。また p [RH]、 $\text{KCa}^{-/-}$ マウスにマラリア原虫を注射したところ、感染している赤血球の割合は図2のようになった。

最後に、アフリカ人の集団と、ヨーロッパ人の集団でゲノムを比較し、*p* 遺伝子における 1 塩基の違いや欠失の有無を調べたところ、アフリカ人の集団において *p* 遺伝子の複数の突然変異が見いだされた。これらの突然変異のうち、*p* 遺伝子中に特定の 3 塩基の欠失があった遺伝子を *p* [del] とすると、*p* [del] の遺伝子頻度は、アフリカ人の集団では 0.18 であったのに対し、ヨーロッパ人の集団では 0.03 であった。また、*p* [del] のヘテロ接合のヒトにおける赤血球を観察したところ、*p* [RH] マウスの赤血球の様子と同様であった。

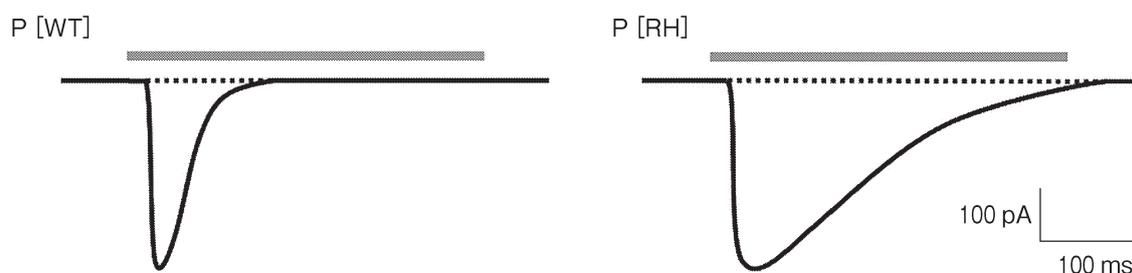


図1 細胞内に流れた電流の大きさの時間変化

P [WT] (左) または P [RH] (右) を発現させた細胞に機械的刺激を与えたときに流れた電流の大きさの時間変化。pA は 10^{-12} アンペア、ms はミリ秒を示す。グラフの下向きの変化は、P [WT] または P [RH] を通って Ca^{2+} が細胞内に流入したことを示す。灰色の線は、刺激を継続的に与えた時間を表し、点線は 0 pA を表す。

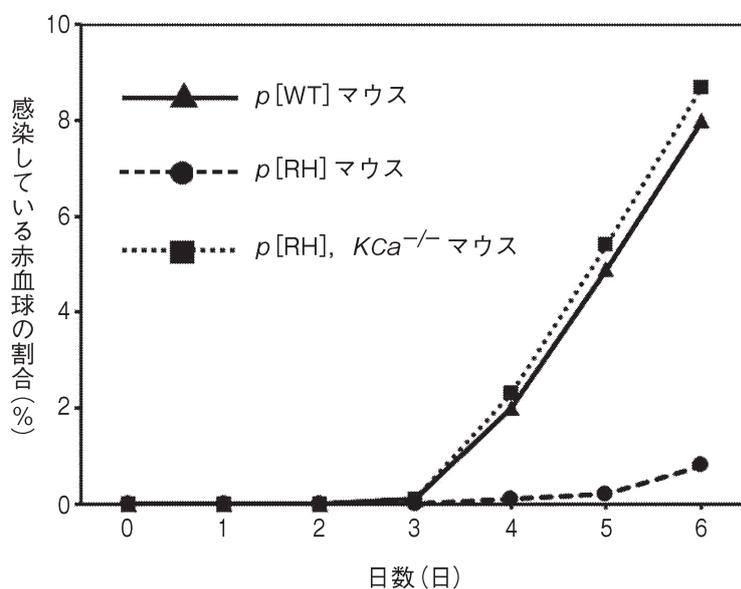


図2 マラリア原虫に感染している赤血球の割合の変化
マウスの静脈にマラリア原虫を注射した日を 0 日とする。

1. ヒトにおいて、文中の下線部hの大きさとして最も適切なものを1つ答えなさい。 **15**

- ① 1～2 μm ② 7～8 μm ③ 14～15 μm ④ 21～22 μm ⑤ 28～29 μm

2. 文中の二重下線部aと二重下線部iの突然変異について、開始コドンの1つ目の塩基を mRNA の1番目の塩基として、以下の問いに答えなさい。なお、マウスとヒトのポリペプチドPにおいてはどちらも、開始コドンによって指定されるメチオニンは翻訳後に除去され、完成したポリペプチドPには存在しないため、このメチオニンはアミノ酸の数として数えない。また、それ以外のアミノ酸は翻訳後に除去されないものとする。必要があれば以下の遺伝暗号表を用いなさい。

遺伝暗号表

コドンの2番目の塩基

		U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン		UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC			UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン		UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
	UUG			UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン		CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC			CCC		CAC	CGC	C		
	CUA			CCA		CAA	CGA	A		
	CUG			CCG		CAG	CGG	G		
A	AUU	イソロイシン		ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC			ACC		AAC	AGC	C		
	AUA			ACA		AAA	AGA	A		
	AUG			ACG		AAG	AGG	G		
G	GUU	バリン		GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC			GCC		GAC	GGC	C		
	GUA			GCA		GAA	GGA	A		
	GUG			GCG		GAG	GGG	G		

(1) 文中の二重下線部aについて、p[RH]のmRNAでは、p[WT]のmRNAの何番目の塩基が何に置換されたか。塩基の位置として、最も適切な値を答えなさい。ただし、**16** は1000の位の数字、**17** は100の位の数字、**18** は10の位の数字、**19** は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合には、「⑩0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。また、置換後の塩基として、**20** と **21** にそれぞれの選択肢から最も適切なものを1つずつ答えなさい。

- 1) **16** **17** **18** **19** 番目の塩基が **20** に置換
 2) **16** **17** **18** **19** 番目の次の塩基が **21** に置換

【 **16** ～ **19** の選択肢】

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

【 **20** の選択肢】

- ① A ② C ③ G ④ T ⑤ U

【 **21** の選択肢】

- ① A または C ② A または G ③ A または T ④ A または U ⑤ C または G
 ⑥ C または T ⑦ C または U ⑧ G または T ⑨ G または U ⑩ T または U

(2) 文中の二重下線部について、*p* [del] の mRNA では、ヒトの野生型の *p* 遺伝子の mRNA の 2268～2270 番目の 3 つの塩基が欠失している。ヒトの野生型の *p* 遺伝子と *p* [del] の mRNA の一部の塩基配列は以下のとおりである。

	2265	2270	2275
野生型の <i>p</i> 遺伝子の mRNA			
	A G G A G G A C U C C A		
<i>p</i> [del] の mRNA	A G G A	- - -	C U C C A

p [del] からつくられる完成した P [del] のポリペプチド P について、野生型のポリペプチド P と比較したときの記述として最も適切なものを 1 つ答えなさい。 22

- ① 755 番目のアルギニンが欠失している。
- ② 755 番目のアルギニンがトレオニンに置換している。
- ③ 755 番目のグルタミン酸が欠失している。
- ④ 756 番目のアルギニンが欠失している。
- ⑤ 756 番目のアルギニンがトレオニンに置換している。
- ⑥ 756 番目のグルタミン酸が欠失している。
- ⑦ 757 番目のアルギニンが欠失している。
- ⑧ 757 番目のアルギニンがトレオニンに置換している。
- ⑨ 757 番目のグルタミン酸が欠失している。
- ⑩ 2268 番目のアルギニンが欠失している。
- ⑪ 2268 番目のグリシンが欠失している。
- ⑫ 2269 番目のアルギニンが欠失している。
- ⑬ 2269 番目のグリシンが欠失している。
- ⑭ 2270 番目のアルギニンが欠失している。
- ⑮ 2270 番目のグリシンが欠失している。

3. 図 1 の結果から、P [RH] を発現している細胞の機械的刺激への反応について、P [WT] を発現している細胞と比較したときの記述として最も適切なものを 1 つ答えなさい。なお、P [WT] や P [RH] を発現していない細胞に機械的刺激を加えても電流は流れない。また、実験に用いた培養細胞は、体内と同様のイオン濃度の条件下にあったものとする。 23

- ① 素早く開き始めるイオンチャネル P の数が多い。
- ② ゆっくりと開き始めるイオンチャネル P の数が多い。
- ③ 刺激開始から 200 ms の時点では、開いているイオンチャネル P の数が多い。
- ④ 刺激開始から 200 ms の時点では、開いているイオンチャネル P の数が少ない。

4. 図2の結果から、赤血球に対するマラリア原虫の感染について、 p [RH]マウスの赤血球を p [WT]マウスの赤血球と比較したときの記述として最も適切なものを1つ答えなさい。 **24**

- ① KCa チャネルの働きが促進され、感染しやすくなっている。
- ② KCa チャネルの働きが促進され、感染しにくくなっている。
- ③ KCa チャネルの働きが抑制され、感染しやすくなっている。
- ④ KCa チャネルの働きが抑制され、感染しにくくなっている。

5. 次の文は、文中の下線部 i について考えられることを述べたものである。キ～コに当てはまるものの組合せとして最も適切なものを1つ答えなさい。

p [RH]マウスの赤血球では p [WT]マウスの赤血球と比較して、機械的刺激を受容すると、開く KCa チャネルが(キ)ため、 K^+ の(ク)、その結果、水が(ケ)、赤血球が(コ)する。 **25**

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| ① キ 少ない | ク 細胞膜を介する移動が少なくなり |
| ケ 細胞内から細胞外へ移動し | コ 収縮 |
| ② キ 少ない | ク 細胞膜を介する移動が少なくなり |
| ケ 細胞外から細胞内へ移動し | コ 膨張 |
| ③ キ 少ない | ク 細胞膜を介する移動が少なくなり |
| ケ 細胞膜を介して移動しなくなり | コ 死滅 |
| ④ キ 多い | ク 濃度勾配に従った細胞内から細胞外への移動が多くなり |
| ケ 細胞内から細胞外へ移動し | コ 収縮 |
| ⑤ キ 多い | ク 濃度勾配に従った細胞外から細胞内への移動が多くなり |
| ケ 細胞外から細胞内へ移動し | コ 膨張 |

6. 文中の下線部 j について、調査を行ったのは25人のアフリカ人の集団であった。この25人のうち、何人が p [del]を保有しているか。必要があれば、答えの数値の小数点以下第1位を四捨五入して、最も適切な値を答えなさい。ただし **26** は10の位の数字、**27** は1の位の数字を表す。該当する位がない場合は、「⑩ 0」を答えなさい。なお、調べた集団中には p [del]のホモ接合の人はいないものとする。同じ選択肢を複数回答してもよい。

26 **27** 人

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0