

平成26年度入学試験問題(後期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから2科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した2科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 問題冊子は1冊、別紙解答用紙は各科目それぞれ1枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

I 以下の文章を読み、設問に答えよ。

脊椎動物の①血液中の有形成分には赤血球・白血球・血小板がある。赤血球は(1)というタンパク質を介して酸素を運搬し、また、白血球は免疫において、血小板は(2)において、重要な役割を持つ。白血球には、マクロファージやリンパ球が含まれる。②マクロファージは体内の細菌などの侵入場所に遊走して、(3)作用を示す。リンパ球には、③抗体産生の役割を持つものや、④一度体内に侵入した細菌などの抗原を認識して同じ抗原が再び侵入する時に備えるしくみを持つものがある。図は、動物に抗原 A を間隔をおいて 2 回注射したときの、抗原 A に対する抗体 a の血清中の濃度変化を示している。抗原 B を 2 回注射した場合の抗原 B に対する抗体 b の濃度変化も同様であった。抗原 A を 2 回注射したのち、図の*印の時期に採取した血清を血清 A とし、血清 A を用いて試験管内で次のような実験をした。ただし、抗原 A, B は異なる非自己タンパク質で、1 回に注射する抗原量は全て同じとする。

実験 1：抗原を注射していない動物の血清に、抗原 A あるいは抗原 B を加えても沈殿は生じなかった。

実験 2：血清 A に抗原 A を加えると沈殿が生じた。

実験 3：血清 A に抗原 B を加えても沈殿は生じなかった。

問 1 (1)～(3)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部①の 3 種類の有形成分について、健康なヒトの血液 1mm³あたりに含まれる数の多い順に並べよ。

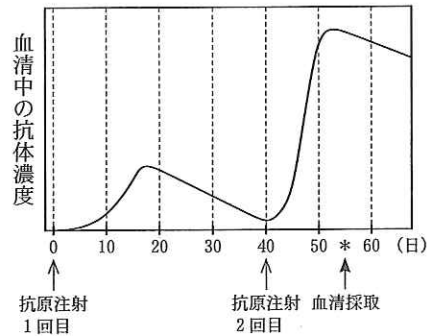
問 3 下線部②のように、刺激のくる方向に移動する性質を一般に何というか。

問 4 下線部③について抗体を介した免疫を何というか。また抗体産生細胞に分化するリンパ球の名称を答えよ。

問 5 下線部④のようなしくみを持つ細胞名を答えよ。また図と下線部④より、抗原注射 2 回目の抗体産生の特徴を述べよ。

問 6 実験 2 では沈殿が生じたのに、実験 3 では沈殿が生じなかった理由をそれぞれの実験について説明せよ。

問 7 抗原 B を 1 回注射後 40 日経過した動物に、抗原 A と B を同時に注射したとき、血清中の予想される抗体 a および抗体 b の濃度変化を示す曲線を、特に日数と抗体濃度に注目し、解答欄に示せ。ただし、抗体 a は実線(—)で、抗体 b は点線(……)で示せ。



II 以下の文章を読み、設問に答えよ。

個体群における各年齢層ごとの個体数の分布を年齢構成といい、総個体数に対する各年齢層の割合を図示したものを(1)という。(1)は(2)型、安定型、(3)型の 3 つの型に分けられる。最近の日本の人口の場合は、(3)型になっている。また、1 つの個体群内で生まれた子が成長するにつれてどれだけ生き残るかを示した表を(4)表といい、これを図示したものを(5)という。図 1 の(5)の縦軸は、出生個体数を 1000 個体に換算した個体数の相対値である。また、横軸は最長の寿命に対する相対年齢である。これによって、出生数及び寿命が大きく異なる種を同じ図で比較することができる。多くの種の(5)は、多様ではあるが、図 1 に示したように大きく 3 つの型 A, B, C に分けられる。

問 1 (1)～(5)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 サンマの場合は、図 1 の A の型に相当する。サンマの生活史の特徴を考察せよ。

問 3 大形哺乳類の場合は、図 1 の A, B, C のどの型に相当するか記号で答え、その生活史の特徴を考察せよ。

問 4 図 2 はカリフォルニア州シエラネバダ山脈テイオガ峠に生息するリスの年齢と個体数の関係を示している。

(a) 雄と雌の死亡率の年齢に伴う変化を、雄と雌を比較しながら説明せよ。

(b) 雄および雌は図 1 の A, B, C のどの型に相当するか、それぞれ記号で答えよ。

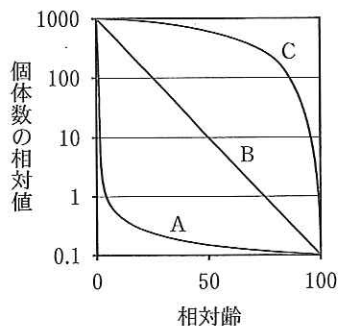


図 1

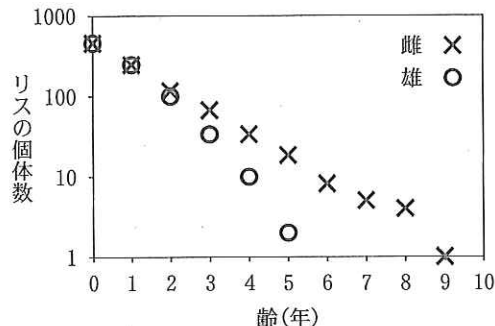


図 2 Sherman and Morton (1984) より

III 以下の文章を読み、設問に答えよ。

細胞膜はおもにリン脂質とタンパク質から構成されている。細胞膜のタンパク質の機能の一つに細胞膜を介した物質の輸送がある。さまざまな物質が細胞膜を貫通するタンパク質を通して輸送される。特に、水分子を輸送するタンパク質は水チャネルといわれている。水チャネルタンパク質の合成に必要な mRNA を含む液をアフリカツメガエルの未受精卵内に注入した(mRNA 注入卵)。別の卵には mRNA を含まない液を注入した(対照卵)。mRNA 注入卵と対照卵をある浸透圧を持つ溶液中で一定温度下で培養したところ、mRNA 注入卵では培養開始 24 時間後には細胞膜中に水チャネルがみられ、以後徐々に増え続けることが確認された。対照卵では水チャネルはみられなかった。培養開始 72 時間後に培養液を水で希釈(低張処理)したのちに、それぞれの卵について細胞体積の時間変化を調べたところ、mRNA 注入卵の細胞体積は急に増加し始め、3 分後には細胞は破裂した。対照卵では細胞体積の変化はみられなかった。

- 問 1 物質を輸送する細胞膜のタンパク質の 1 つにナトリウムポンプがある。ナトリウムポンプのはたらきを、イオンの輸送に着目して説明せよ。
- 問 2 水は通すが多くの溶質を容易に通さない細胞膜の性質を何というか。
- 問 3 水チャネルは複数のポリペプチドからできている。そのような立体構造を一般に何というか(a)。また水チャネルが細胞膜を貫通するには、タンパク質のらせん構造が重要である。このようなタンパク質の部分的な立体構造を一般に何というか(b)。
- 問 4 実験で水チャネルは卵のタンパク質合成装置を利用して mRNA をもとに合成された。その合成装置の名称と、アミノ酸をその合成装置に運ぶ RNA の名称を答えよ。
- 問 5 mRNA 注入卵で、細胞内外の浸透圧差と温度が一定のとき、細胞膜を介した単位時間、単位面積あたりの水の輸送量を変化させる要因は何か。2 つ答えよ。ただし細胞内外の圧力差はないものとする。
- 問 6 mRNA 注入卵と対照卵において、低張処理による細胞体積変化の結果に違いが生じた原因を説明せよ。

IV 以下の文章を読み、設問に答えよ。

配偶子をつくる細胞分裂を(1)という。(1)では2回の分裂が連続する。前半の第一分裂では(2)染色体どうしが(3)して(4)染色体を形成し、細胞の赤道面に並ぶ。(1)が完了した配偶子の核にはそれぞれの(2)染色体の片方のみが1本ずつ含まれることになる。配偶子の核相を(5)という。配偶子の染色体は、(2)染色体のどちらか一方が無作為に選ばれて組み合わせられる。したがって有性生殖では配偶子の受精により生まれてくる子の染色体の構成は多様になる。

- 問 1 (1)~(5)の空欄に適切な語句を入れよ。
- 問 2 ヒトの卵巣と精巣における配偶子につくられ方の違いを説明せよ。
- 問 3 ヒトの性決定様式はXY型である。ヒトの雌性配偶子および雄性配偶子の性染色体の名称を答えよ。
- 問 4 下線部で、ヒトの場合に両親から生まれてくる子どもの染色体の組み合わせは a^n 通りある。 a と n を答えよ。ただし染色体の乗換えは考慮しないものとする。

下図はX染色体上にある遺伝子の変異による遺伝病の家系図を示している。□は男性、○は女性、黒く塗りつぶしてあるヒトは発症したことを表している。

- 問 5 下図のAとBの遺伝子型を答えよ。ただし、優性遺伝子を X^H 、劣性遺伝子を X^h で表せ。
- 問 6 下図の家系図のような遺伝様式を何と言うか。ヒトでこの遺伝様式を示す形質の例を一つあげよ。

