

2023（令和5）年度 福岡女子大学 一般選抜個別学力検査

〔 前期日程試験問題 〕

生 物

【 90 分 】

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 問題は4ページから11ページにあります。問題は全部で**3題**です。
- 3 解答用紙には裏面にも解答欄があります。
- 4 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に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始と同時に解答用紙の**受験番号欄に受験番号**を記入してください。
- 6 試験終了後、**問題冊子は持ち帰ってください**。

問題訂正

| | |
|------|---|
| 訂正箇所 | 8 ページ 【Ⅱ】 問題文 上から 8 行目 |
| 誤 | …。例えば、胃や小腸は消化（ウ）として、それぞれ、食物を消化して吸収するというはたらきを担っている。 |
| 正 | …。例えば、 <u>ヒトでは</u> 胃や小腸は消化（ウ）として、それぞれ、食物を消化して吸収するというはたらきを担っている。 |

【I】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

育種学や医学の分野においては、個体間の遺伝的な関連性を示す尺度のひとつとして血縁度が用いられる。血縁度とは、二個体が共通祖先に由来する特定の対立遺伝子をともにもつ確率、言い換えれば二個体間での対立遺伝子の共有度である。例として、**図1**にあるような娘と息子の間の血縁度を考える。娘が持つ常染色体上のある遺伝子座における対立遺伝子（例えば**図1**で黒で塗られた部分）が母由来である確率は $1/2$ であり、その対立遺伝子を息子が受け継ぐ確率も $1/2$ である。したがって、母由来のある対立遺伝子を娘と息子の両方がもつ確率は、 $1/2 \times 1/2 = 1/4$ である (**図1A**)。同様に、父由来のある対立遺伝子を娘と息子の両方がもつ確率も、 $1/4$ である (**図1B**)。以上から、娘と息子が共通の対立遺伝子をいずれかの親からともに受け継ぐ確率は $1/4 + 1/4 = 1/2$ となる。つまり、娘と息子との間の血縁度は $1/2$ であり、二人の間では常染色体上の全ての遺伝子座において $1/2$ の確率で同じ対立遺伝子を共有していることが期待される。

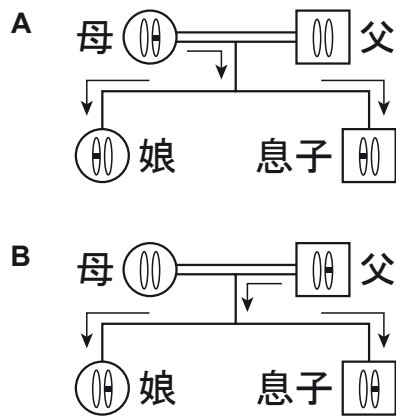


図1 親子2世代の家系図

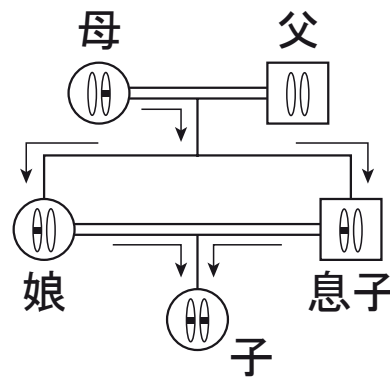


図2 親子3世代の家系図

次に、**図2**のように、さらに娘と息子の間に生まれた子があると仮定する。この子が持つ常染色体上に存在するある特定の対立遺伝子がホモ接合である確率を考える。この場合、その対立遺伝子が母由来のひとつの対立遺伝子（例えば**図2**で黒で塗られた部分）であり、娘を経由して伝えられたものと息子を経由して伝えられたものが子において一緒になる確率は $(1/2)^2 \times (1/2)^2 = 1/16$ となる。母と父はこういった対立遺伝子をそれぞれ1組ずつ保有しているため、4つの対立遺伝子について同様の計算を行うことができる。したがって、求める確率は $(1/16) \times 4 = 1/4$ となる。つまり、子の常染色体では、**25%**の遺伝子座でホモ接合となっていることが期待される。

さて、ここで図3のような4世代にわたる仮想的な家系図について考えることにする。眼の網膜には a)色覚を担う視細胞と b)色覚に関わらない視細胞が存在するが、この家系図において人物“K”にのみ、色覚に異常を持つ遺伝病が認められた。この遺伝病では、色覚を担う視細胞ではたらく c)視物質を構成するタンパク質を作り出す単一の遺伝子に異常があった。通常この遺伝病は、ほとんどの場合で男性に認められることが知られており、図3の家系図では、第1世代の4名の人物(A～D)のうちの1名が持つ当該遺伝子の異常に由来するものであることが分かっている。この家系図に関し、以下の問いに答えよ。ただし、○は女性、□は男性を表し、二重線は婚姻関係を示す。なお、第1世代に当たる人物“A”、“B”、“C”、“D”は互いに血縁関係はない(血縁度は0である)ものとする。

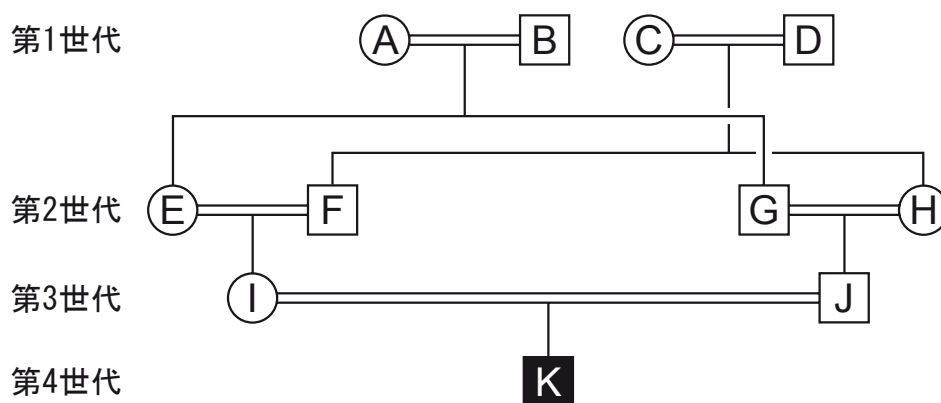


図3 4世代にわたる仮想的な家系図

問1 第3世代の人物“I”と“J”の間の血縁度を約分した分数で答えよ。

問2 第4世代の人物“K”が持つ常染色体上の遺伝子のうち、第1世代に由来する同じ対立遺伝子がホモ接合となっている割合は、どのくらいであると見積もられるか。約分した分数で答えよ。

問3 以下のア～キそれぞれの推定について、誤っているもの、または断定できないものを3つ選び、記号で答えよ。

- ア. この遺伝病は常染色体上の遺伝子の異常によるもので、劣性（潜性）遺伝する。
- イ. この遺伝病はX染色体上の遺伝子の異常によるものであると考えられる。
- ウ. この遺伝病はY染色体上の遺伝子の異常によるものであると考えられる。
- エ. 人物“E”はこの色覚異常の遺伝子をヘテロ接合の形で保有している。
- オ. 人物“C”はこの色覚異常の遺伝子をヘテロ接合の形で保有している。
- カ. 人物“F”はこの色覚異常の遺伝子を持っていない。
- キ. 第1世代の人物のうち、色覚異常の遺伝子を保有しているのは人物“A”である。

問4 下線部 a) の色覚を担う視細胞、下線部 b) の色覚に関わらない視細胞の名称をそれぞれ答えよ。

問5 下線部 c) の視物質は視細胞の膜において光を吸収する能力があり、オプシンとよばれるタンパク質と、光を受けて構造変化（異性化）を起こす発色団から成る。発色団はレチナールとも呼ばれ、ヒトでは食物から得られるあるビタミンに由来する物質である。このビタミンは何と呼ばれるか。“ビタミン〇”と答えよ。

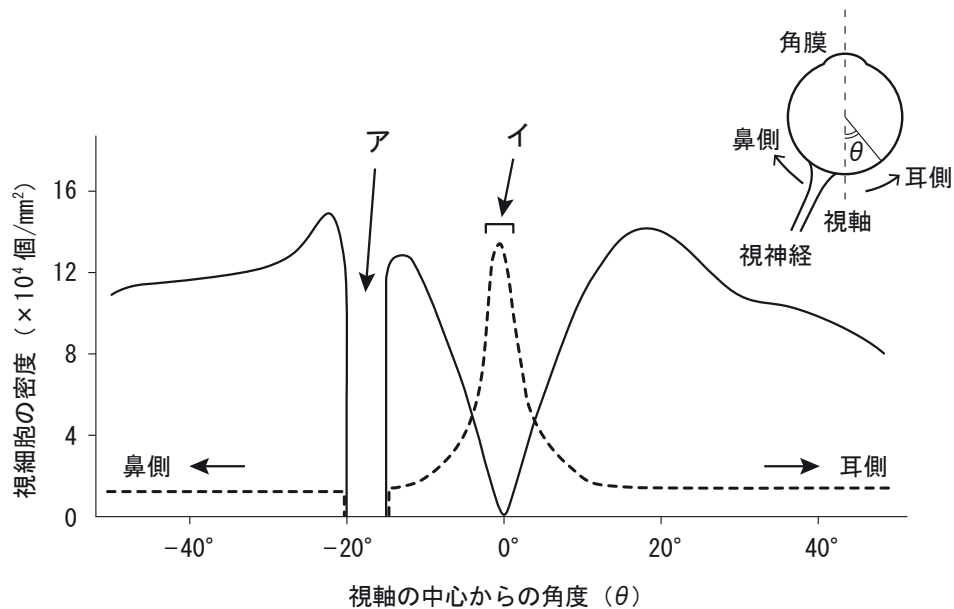


図4 ヒトの右眼における視細胞の密度分布

右上の図は右眼を頭頂から見た様子を表す。

問6 図4は、ヒトの右眼の網膜において、眼球の視軸中心からの角度を横軸とした時の視細胞の密度分布を示している。実線と点線はそれぞれ **a)**色覚を担う視細胞、**b)**色覚に関わらない視細胞のいずれであるか。下線部の記号 (**a, b**) で答えよ。

問7 図4中の矢印で示した**ア**、**イ**は網膜の中で何と呼ばれる部分か。それぞれの名称を答えよ。

問8 網膜上に**ア**のような部分が生じる理由をヒトの網膜構造の観点から80字以内で述べよ。

【Ⅱ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

脊椎動物のからだは多くの細胞からできており、1個の受精卵が細胞分裂を繰り返して細胞数を増やしたものである。そのため、少数の例外を除いて、a)細胞は受精卵から全て同じ遺伝情報を受け継いでいる。しかし、それぞれの細胞は形態と機能が特殊化し、特定の役割をはたしている。細胞がこのような特殊化することを細胞の（ア）と呼ぶ。b)細胞の（ア）には、遺伝子の発現が大きくかかわっている。

同じ、もしくは似たような形態と機能をもつ細胞が集まると（イ）という細胞のグループをつくる。筋（イ）は筋細胞が集まったものであり、上皮（イ）は上皮細胞が集まったものである。異なった（イ）が集まり協力し合うと、より高度なはたらきができる（ウ）を形成する。例えば、胃や小腸は消化（ウ）として、それぞれ、食物を消化して吸収するというはたらきを担っている。また、（エ）では、まず血液の成分の一部はボーマンのうへろ過されて（オ）となる。次に（オ）の中でからだに必要な物質は必要な量だけ再吸収されて、老廃物が濃縮され、残った部分が（カ）として体外へ排出される。c)（ウ）には、複数のはたらきをもつものもある。

これらの（イ）や（ウ）は、発生の過程をへて徐々につくられる。例えば、カエルの受精卵は細胞の数が増えて胞胚となり、原腸胚をへて神経胚になるが、神経胚の初期では、細胞はまず三胚葉と呼ばれる三つのグループに大きく分けられる。そして、心臓や（エ）は主に（キ）胚葉から、脳や脊髄は主に（ク）胚葉から、すい臓や肝臓は主に（ケ）胚葉から形成される。二つの胚葉由来の異なる（イ）から主要な部分が形成される（ウ）もある。例えば、（コ）は（ク）胚葉由来の表皮と、（キ）胚葉由来の真皮からできている。

問1 本文中の（ア）～（コ）に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a) に関連した以下の問いに答えよ。

娘細胞が同じ遺伝情報を正確に受け継ぐために、細胞周期の S 期で起こっていることと M 期で起こっていることをそれぞれ簡潔に答えよ。

問3 下線部 a) の例外のひとつとして、抗体をつくる B 細胞がある。個々の成熟した B 細胞は、H 鎖と L 鎖をつくる 2 種類の抗体遺伝子から 1 種類の抗体をつくる。体内の B 細胞全体として様々な抗原を認識する抗体がつくられるしくみを説明せよ。

問4 下線部 **b)** について、以下の問いに答えよ。

(1) 遺伝子発現では、まず DNA が mRNA に転写される。DNA がヒストンなどのタンパク質とともに形成しているクロマチンには、密に折りたたまれた状態と、ほどけた状態がある。転写が起こりにくいクロマチンの状態はどちらか答えよ。また、その理由を簡潔に答えよ。

(2) 特定の mRNA が転写されるしくみを、以下の語句をすべて使って 120 字以内で説明せよ。

プロモーター 基本転写因子 転写調節領域 調節タンパク質

問5 下線部 **c)** について、すい臓は、すい液を分泌する消化（ウ）としてのはたらきだけではなく、血糖濃度を調節するはたらきも持っている。すい臓から分泌されて血糖濃度を上げるホルモンと下げるホルモンの名称をそれぞれ答えよ。

【Ⅲ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生物多様性は、環境保全を考える上で重要な概念である。生物多様性には、さまざまなレベルのものがあり、例えば、1992年につくられた生物多様性条約では、生態系の多様性・種の多様性・遺伝的多様性という3つのレベルで多様性があるとしている。

生態系の多様性とは、森林、草原、海洋、河川等、さまざまなタイプの自然環境があることである。a) それぞれの自然環境は独立に存在しているわけではなく、物質や生物の移動を介して、互いに関わり合いをもっている。

種の多様性とは、さまざまな種類の生物が生息・生育していることであり、複数の生物種から構成される集合体、つまり(ア)の多様性と同義である。(ア)のなかには(イ)とよばれるb) 消滅の危険性が高い生物種が含まれる場合もあるが、これらの生物種の保全は種の多様性を維持するために重要である。種の多様性は、気温や降水量等の環境条件によって大きく変化する。例えば、赤道域に存在する(ウ)林では種数が非常に多く、逆に高緯度の寒帯域に存在する(エ)ではコケ植物やc) 地衣類等の限られた生物のみが生息する。生態系は(オ)、一次(カ)、二次(キ)、さらには高次の(ク)といった(ケ)が異なる生物から構成されている(図1)。そして、一般的に同じ(ケ)のなかには異なる性質をもった生物種が複数存在する。それぞれの(ケ)における種の多様性が高くなれば、急な(ク)が起きた場合、同じ生態学的な機能を担う種が全滅する危険性が低くなる。つまり、種の多様性が高くなることは、生態系の安定化につながる。

遺伝的多様性とは、同じ生物種の中にも遺伝子による違いがあることである。つまり、同一種から構成される(ケ)でみられる個体間の違いとしてとらえることができる。DNAの塩基配列は、(コ)によって少しずつ変化するため、種内の遺伝的多様性は時間の経過とともに高まっていく。その結果、d) 種内における形態や機能の差異が生み出される場合がある。一つの種の中に存在する形態や機能の多様性は、その種が(ク)を乗り越えて存続するうえで役に立ってきたと考えられている。遺伝的多様性が高ければ、(ク)があっても、それに適応できる形質をもった個体が生き延びることができるからである。また、消滅の危険性がある(ケ)の保全を行う場合、環境の異なる地域に分布する(ケ)を人為的に導入すると、e) 遺伝的な違いにより、環境に適合できないことがあるため、注意を必要とする。

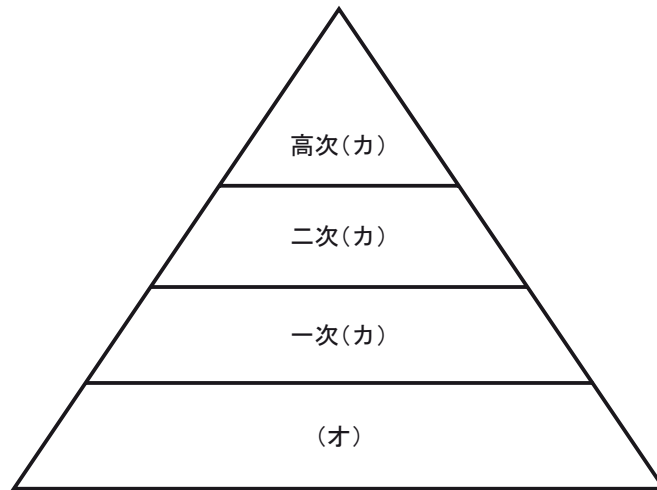


図1 生態ピラミッド

問1 本文中の(ア)～(コ)に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a) に関連した以下の問いに答えよ。

一般的に、陸に近い沿岸域は、陸から離れた外洋域と比較して、総生産量が高い。その理由を 50 字以内で説明せよ。

問3 下線部 b) に関連した以下の問いに答えよ。

生物種が消滅する要因はさまざまであるが、なかでも生物の生息地の減少、それにとともなう個体数の減少が大きな要因とされている。なぜ、個体数の減少が生物種の消滅につながるのか、「遺伝的多様性」という語句を使って 100 字以内で説明せよ。

問4 下線部 c) に関連した以下の問いに答えよ。

地衣類は、菌類と藻類が共生体を形成したものであり、菌類は藻類にすみかを与え、藻類は菌類に光合成産物を供給している。このような互いにメリットのある種間関係を何とか答えよ。

問5 下線部 d) に関連した以下の問いに答えよ。

DNA の塩基配列に変化が起きても、形態や機能に影響が現れない場合がある。その理由を 150 字以内で説明せよ。

問6 下線部 e) に関連した以下の問いに答えよ。

異なる(ケ)の遺伝的な違いは、ゲノムに存在するマイクロサテライトと呼ばれる領域を用いて調べられることがある。マイクロサテライトとはどのような領域で、なぜ遺伝的な違いを調べる際に有効なのか、100 字以内で説明せよ。