

2022（令和4）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10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。**

【I】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

親から子へと伝えられる遺伝情報を担うのは DNA である。DNA の情報により個体は形づくられ、生命活動を営んでいる。このため、遺伝情報に関する研究は重要であるが、詳細な研究を行うためには、大量の DNA が必要となる場合がある。

ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 法は、微量な DNA をもとに、特定の DNA 領域を多量に複製 (増幅) させる方法である。PCR 法では、鋳型となる 2 本鎖 DNA、プライマー、耐熱性 DNA ポリメラーゼ、4 種類の a) ヌクレオチド (デオキシリボヌクレオシド三リン酸: 図 1 a) を用いて、95℃、50 ~ 60℃、72℃ の温度変化を 1 サイクルとし、これを繰り返すことで試験管内で DNA を増幅することができる。

PCR 法で用いられる DNA ポリメラーゼなどを利用して DNA 鎖の塩基配列を決定することができる。b) 塩基配列決定の方法の一つに、2 本鎖 DNA の一方の鎖を鋳型として、もう一方の相補的なヌクレオチド鎖が合成されることを利用する方法がある。この方法では、PCR 法と同じ 4 種類のヌクレオチドに加えて、糖としてジデオキシリボースをもつ 4 種類の c) 特殊なヌクレオチド (ジデオキシリボヌクレオシド三リン酸: 図 1 b) を混ぜておく。すると、特殊なヌクレオチドが結合したところでヌクレオチド鎖の合成が止まる。そのため、合成が止まった場所によってさまざまな長さの DNA 断片が生じる。これらの DNA 断片は、電気泳動法によって長さにしたがって分けることができる。

ある鋳型 DNA について、**実験 1** および **実験 2** を行なった。

実験 1 PCR 法により、**図 2** で示す 150 塩基の DNA 領域を増幅させた。

実験 2 以下に示す i) ~ iii) の手順にしたがって、**図 2** に示されている 7 塩基からなる「配列 X」の塩基配列を決定した。

- i) 塩基配列決定のためのプライマーは、**図 2** の下線部で示す 10 塩基からなるヌクレオチド鎖を用いた。
- ii) 4 本の試験管を用意し、それぞれに、加熱処理した**実験 1** の PCR 産物、プライマー、耐熱性 DNA ポリメラーゼ、4 種類のヌクレオチドを入れた。さらに、4 種類の特殊なヌクレオチドのうち、1 種類だけを各試験管に別々に少量ずつ加え、鋳型 DNA に相補的なヌクレオチド鎖を合成した。
- iii) それぞれの試験管の中で合成された、さまざまな長さの DNA 断片を電気泳動法により分離することで、未知の配列 X の塩基配列を決定した (**図 3**)。

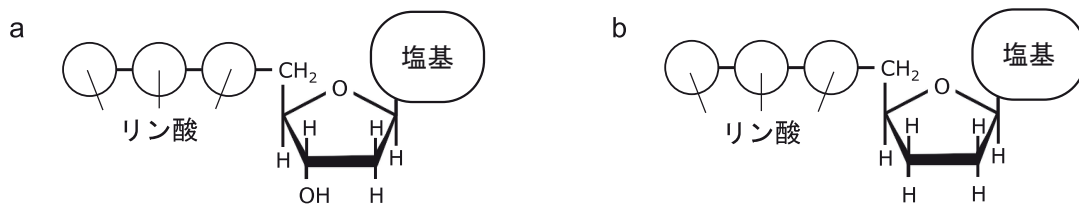


図1 ヌクレオチドの構造

a: デオキシリボヌクレオシド三リン酸 b: ジデオキシリボヌクレオシド三リン酸

5'-AATACACGCA ACTTACACTT CTAGTTGCAC
 AAATAATGG AATTTTACGC TCTATTTTCG
 GCTAGTTCTG AT 配列 X G CTAAGGCGTA
 TGCTTATACT AAGGCAAATC ATCCGGTACG
 ATGGGCTGCT TTCCAATCGC ATCGGCATCG-3'

図2 DNAの塩基配列

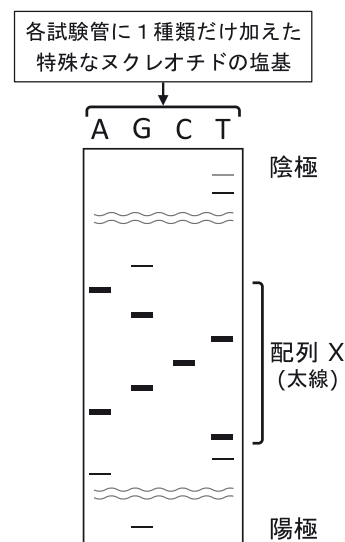


図3 電気泳動によるDNA断片の分離

問1 下線部 a) と下線部 b) に関連して、以下の問いに答えよ。

- 4種類のヌクレオチドはそれぞれ別々の塩基をもっていて、水素結合により2組の塩基対を形成する。2組の塩基対では水素結合の数が異なる。水素結合の数の多い塩基対の2つの塩基の名称を答えよ。
- 下線部 b) の方法の名称を答えよ。

問2 PCR法で図2で示されたDNA領域の増幅を行う場合、理論上10サイクル目では鋳型DNAの何倍になるか答えよ。

問3 実験1において、図2で示されたDNA領域に対してPCR法による増幅を行なった場合、2本鎖とも150塩基の長さにそろったDNA断片が出現するのは何サイクル目か答えよ。

問4 下線部 c) について、ヌクレオチド鎖の合成が止まる理由を、図1に示されているヌクレオチドの構造の違いから説明せよ。

問5 図3において、陽極側と陰極側ではどちらのDNA断片の鎖長の方が長いか、理由とともに答えよ。

問6 図3の電気泳動結果をもとに、配列Xの塩基配列を5'末端側から記せ。

【Ⅱ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

真核生物の細胞はさまざまな構造体・微細構造からつくられている。構造体の多くは a) 生体膜を含んでいる。細胞の全体をつつむ (ア) は生体膜でできている。内部に染色体がある (イ) も (ウ) という二重の生体膜に包まれている。タンパク質合成の場所である (エ) を付着させて合成されたタンパク質を内部に取り込む (オ)、(オ) から運ばれたタンパク質を受け取って、細胞内に輸送するか細胞外に分泌するかを選別する (カ)、細胞内の不要物や細胞外から取り込んだ物質を分解する (キ) などの細胞小器官も生体膜で構成されている。細胞小器官のうち、二重の生体膜から形成されるものには、(イ) のほかに、真核生物にみられる粒状もしくは糸状の (ク) と、植物だけにみられる (ケ) がある。

細胞内で特定の働きをする構造体には、生体膜をもたないものもある。タンパク質と RNA でできた (エ) には、(オ) の表面に付着した状態以外に、細胞質基質に漂った状態のものも存在する。細胞分裂の時に、2 つに分かれて細胞の両極に移動し、b) 微小管を伸ばして紡錘体形成に重要な役割をはたす (コ) も生体膜の構造をもたない。

真核生物のこれらの構造体のうち、c) 原核生物の細胞にも存在するものは限られている。

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) について、生体膜の基本構造は、ステロール (動物の場合、一般的にコレステロール) とともに主成分となる物質 A によってつくられる二重層と、その中や表面に配置されていて生体膜のさまざまな機能を担うタンパク質で構成されている。物質 A の名称を答えよ。また、生体膜のはたらきを 3 つ挙げよ。

問3 (オ) から (カ)、(カ) から (ア) や他の細胞小器官へのタンパク質の輸送はどのように行われるのか答えよ。

問4 下線部 b) について、微小管はアクチンフィラメントや中間径フィラメントと同じく細胞骨格と呼ばれるが、細胞骨格は細胞分裂以外に何に関与しているか、例を 2 つ挙げよ。

問5 下線部 c) について、原核生物の細胞にも存在するものを (ア)～(コ) から 2 つ選び、記号で答えよ。

問6 以下の中から、原核生物をすべて選べ。

大腸菌	ミドリムシ	ヒト免疫不全ウイルス (HIV)
ネンジュモ	タマホコリカビ	出芽酵母

問7 (ク) と (ケ) について以下の問いに答えよ。

1. (ク) と (ケ) の主要なはたらきをそれぞれ答えよ。
2. (ク) と (ケ) は、(イ) と共通の特徴として DNA を含んでいる。DNA を含んでいる理由を進化的観点から説明せよ。

【Ⅲ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生物多様性は、遺伝的多様性、(ア) の多様性、(イ) の多様性の 3 つの階層からなる概念である。現代の生物多様性減少の主たる要因は人間活動である。絶滅種や絶滅の恐れのある種は、危険度に応じてカテゴリー分けされている。例えば、環境省が作成したレッドリストでは、(A)、は絶滅種で、(B)、(C)、(D)、(E) などは(ウ) に指定されている。これらの従来から生息していた在来生物は、人間活動によって持ち込まれた(エ) の影響などにより、絶滅の危険にさらされていると考えられている。また、在来生物と(エ) が交配して雑種が生じ、在来生物の遺伝的多様性に影響を与えることがある。

人間活動によって、表現型の頻度変化が生じることがある。イギリスでは、19 世紀中頃から工業化が進むにつれて、a) 工業地帯で、明色型体色のオオシモフリエダシヤクの個体の頻度が減少し、暗色型体色の個体の頻度が増加していった。この現象は、(オ) と呼ばれている。工場から排出されるばい煙でオオシモフリエダシヤクが生息する樹皮などが黒くなり、b) 明色型体色の個体が鳥に捕食されやすくなったためと考えられている。このような表現型の頻度変化は、自然選択によって生じた一例である。

生物多様性は、人間活動による生息地の分断化によって、急速に失われる。分断化された個体群内では、近親交配が生じやすくなり、結果として c) 繁殖率や生存率の低下などが生じ、遺伝的多様性が失われていく。一度小さくなった個体群ではこのようなサイクルが生じやすい。このような現象を(カ) といい、d) 絶滅リスクが高くなる。

生物多様性は、長い進化の歴史の産物である。したがって、失われた e) 多様性を回復することは容易ではない。私たちは、(イ) から食料や木材の提供、洪水や土壌流出の緩和、レクリエーションの場の提供など、直接的・間接的にさまざまな恩恵を受けている。これらの恩恵のことを(キ) という。そのため生物多様性を保全することの重要性が高まっている。

問1 本文中の(ア)～(キ) に最も適切な語句を入れよ。また、(A)～(E) に当てはまる動物名を下記から選び、番号で答えよ。なお、(B)～(E) は、番号が小さいものから順に答えること。

- ①ヒグマ ②ウミネコ ③ツシマヤマネコ ④ニホンザル ⑤トキ
⑥キタキツネ ⑦ヤンバルクイナ ⑧アマミノクロウサギ ⑨ニホンオオカミ

問2 下線部 a) に関連した以下の問いに答えよ。

オオシモフリエダシヤクの体色は、1 つの遺伝子座の 2 つの対立遺伝子で決まり、暗色型が優性(顕性)である。自由交配しているオオシモフリエダシヤクの集団から 121 個体を採集した。このうち、16 個体が明色型体色であった。採集時点では、ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つと仮定して、明色型の対立遺伝子頻度を求めよ。計算式も示すこと。なお、小数点以下第 3 位を四捨五入すること。

問3 下線部 b)に関連した以下の問いに答えよ。

図1内の曲線 α と β は、地域1または地域2における世代の経過にともなったオオシモリエダシヤクの明色型の対立遺伝子頻度の変化を示している。縦軸は明色型の対立遺伝子頻度、横軸は世代数を表す。明色型個体は、地域1より地域2の方が捕食されやすかった。地域1は図1の曲線 α 、 β のどちらか。その理由とともに答えよ。

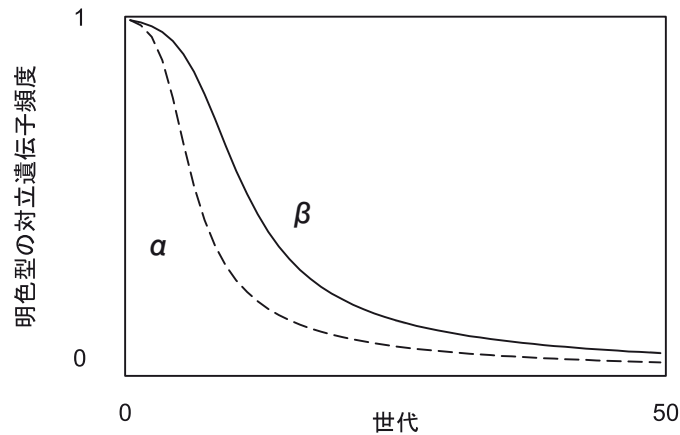


図1 明色型対立遺伝子の頻度変化

問4 下線部 c)に関連した以下の問いに答えよ。

近親交配による繁殖率や生存率の低下のことを何というか答えよ。また、繁殖率や生存率の低下が生じる理由を75字以内で述べよ。

問5 下線部 d)に関連した以下の問いに答えよ。

遺伝子座Xに2つの対立遺伝子X1とX2があるとき、個体数が異なる2つの集団において、対立遺伝子X1の遺伝子頻度（縦軸）が世代（横軸）とともに、どのように変化していくかをコンピュータ・シミュレーションによって15回ずつ行った結果が図2のaとbである。なお、世代0での対立遺伝子X1の遺伝子頻度は0.5である。また、X1の遺伝子頻度の変化に自然選択は関与していない。

1. 対立遺伝子X1の頻度変化は偶然によって生じている。偶然による遺伝子頻度の変化をなんというか、答えよ。
2. 絶滅リスクが高いのは図2のaとbのどちらか。理由とともに100字以内で述べよ。なお、理由には「個体数」の語句を含めること。

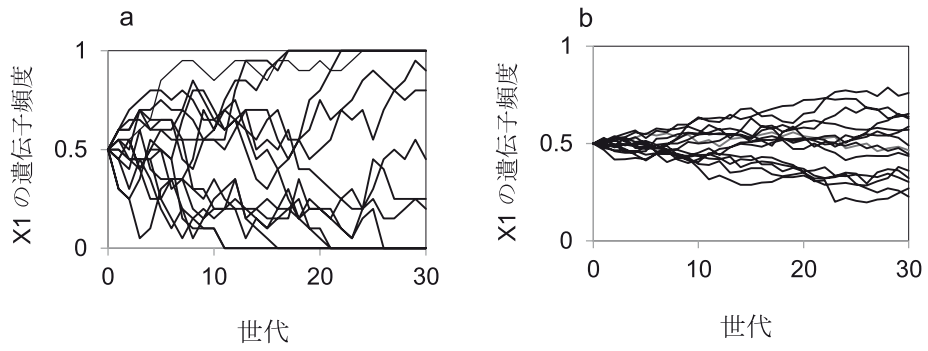


図2 対立遺伝子 X1 の頻度変化

問6 下線部 e)に関連した以下の問いに答えよ。

個体数の回復より遺伝的多様性の回復の方が容易ではない。その理由を 75 字以内で述べよ。