

2025（令和7）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。

細胞の中で DNA の情報をもとにしてタンパク質が合成される過程は、(ア) と (イ) の 2 つに大別される。以下は真核生物における (ア) と (イ) について記述している。

(ア) では、DNA の塩基配列が RNA に写し取られる。この時、a) DNA 上の特定の塩基配列に、基本 (ア) 因子と呼ばれる複数のタンパク質と (ウ) が結合する。(ウ) は、2 本鎖 DNA のうちの b) どちらかの DNA 鎖を鋳型として、相補的なリボヌクレオチドを連結して mRNA 前駆体を合成する。タンパク質の情報を持つ mRNA 前駆体は、(エ) 内で合成された後、多くの場合 c) スプライシング を受ける。スプライシングでは、mRNA 前駆体からリボヌクレオチド鎖の一部が取り除かれる。取り除かれる部分に対応する塩基配列を (オ)、それ以外の部分を (カ) という。(カ) に対応する RNA がつなぎ合わされて成熟した mRNA になる。

(イ) は、タンパク質合成の場である (キ) で行われる。mRNA は、(エ) 膜孔を通して細胞質にある (キ) と結合する。mRNA の (ク) と呼ばれる連続した塩基 3 つの配列が 1 つのアミノ酸を指定する。(ク) に対応するアミノ酸が (ケ) によって運ばれ、(キ) でアミノ酸どうしは (コ) 結合によってつながれていき、mRNA の塩基配列情報に対応した特定のアミノ酸配列をもつタンパク質が合成される。

問 1 (ア)～(コ) に最も適切な語句を入れよ。

問 2 DNA と RNA とでは構成するヌクレオチドが異なる。DNA と RNA のヌクレオチドの違いを 2 点説明せよ。

問 3 下線部 a) に示される特定の塩基配列の名称を答えよ。

問 4 下線部 b) に関連して、RNA を鋳型として DNA が合成されることを逆 (ア) という。人工的に大腸菌内で真核生物のタンパク質を産生させるときには、真核生物の成熟した mRNA から逆 (ア) で生成した DNA がしばしば用いられる。その理由を説明せよ。

問 5 原核生物と真核生物では (ア) 調節のしくみが異なる。原核生物である大腸菌において、(ア) 調節のしくみがよく調べられている例にトリプトファンオペロンがある。

トリプトファンオペロンでは、細胞内のトリプトファン濃度が低いときにはトリプトファン合成に必要な酵素の遺伝子群が発現している。一方、細胞内のトリプトファン濃度が高くなるとトリプトファン合成に必要な酵素の遺伝子群の発現は抑制される。トリプトファンオペロンにおける (ア) 調節のしくみについて、「オペレーター」、「リプレッサー」、「立体構造」という語句をすべて用いて説明せよ。その際、これら 3 つの語句に下線を引くこと。

問 6 下線部 **c)** について、取り除かれる部位が変化することによって、真核生物では 1 つの遺伝子から 2 種類以上の成熟した mRNA が合成されることがある。このような現象は何と呼ばれるか答えよ。また、この現象にはどのような利点があると考えられるか。50 字以内で説明せよ。

【Ⅱ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ある生物から特定の遺伝子を含む DNA 断片を取り出し、別の生物の DNA に人工的に繋いで導入する技術（ア）技術という。（ア）技術では、特定の塩基配列を認識して DNA を切断する a)制限酵素と、DNA の末端どうしを連結させる（イ）が用いられる。また、（ウ）という、目的の遺伝子を特定の細胞内に運び込むための DNA などが用いられる。大腸菌のような細菌ではしばしば（エ）が（ウ）として利用される。制限酵素と（イ）を利用し、目的の遺伝子の DNA 断片を組み込んだ（エ）を大腸菌に取り込ませると、大腸菌の増殖に伴い（エ）も増え、目的の遺伝子の DNA 断片も増えていく。その結果、大量に増えた目的の遺伝子の DNA 断片は（エ）に挿入された DNA として大量に回収することができる。

大腸菌と（ウ）などを用いて特定の遺伝子の DNA 断片を大量に得る方法のほかに、試験管内で目的の DNA 断片を増やすポリメラーゼ連鎖反応（PCR）法も広く使用される。PCR 法では、鋳型となる DNA のほかに、増幅したい DNA 領域の両方の 3' 末端部分それぞれに相補的な一本鎖の DNA である（オ）、耐熱性 DNA ポリメラーゼ、4 種類のヌクレオチド（デオキシリボヌクレオチド三リン酸）を混合し、適切な温度処理（図 1）をくり返すと試験管内で目的の遺伝子の DNA を増幅させることができる。さらに、b)PCR 法と制限酵素を用いることで、特定の遺伝子について、同一種内の遺伝的変異を調べることもできる。そこで、以下の実験を行った。

野外で同一種のネズミを 420 匹捕獲した。各個体の尾から個別に DNA を抽出したのちに、それぞれの DNA を鋳型にして PCR 法によって常染色体上の遺伝子座 X の DNA 領域を増幅した。増幅された DNA 断片は全ての個体で 3000 塩基対であった。各個体から得られた DNA 断片を制限酵素として代表的な *EcoRI* で個別に処理したところ、3 つのタイプに分かれた。*EcoRI* で切断されない 3000 塩基対のみの DNA 断片が確認された A タイプが 241 個体、3000 塩基対、2000 塩基対および 1000 塩基対の 3 つの DNA 断片が確認された B タイプが 106 個体、2000 塩基対と 1000 塩基対の 2 つの DNA 断片が確認された C タイプが 73 個体であった。

問 1 （ア）～（オ）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。

制限酵素の 1 つに *EcoRI* がある。この酵素は、6 塩基対の $\begin{matrix} 5' & \text{G} & \text{AATT} & \text{C} & 3' \\ 3' & \text{CTTAA} & \text{G} & 5' \end{matrix}$ を認識し、その部分で DNA の 2 本鎖を切断する（塩基配列内の線は DNA の切断部位を表す）。各塩基がランダムに配置されている DNA では、*EcoRI* によって切断される頻度は何塩基対に一箇所だと期待されるか答えよ。

問 3 PCR 法の 1 サイクルにおける処理温度の変化を示したものが図 1 である。この条件下では、約 100 秒間に処理温度を図 1 のように 1、2、3 と変化させて反応を進行させ、これを

何度も繰り返す。その結果、目的の **DNA** 領域が大量に増幅される。処理温度 1、2、3 ではどのような反応が進行しているか、それぞれ 40 字以内で述べよ。

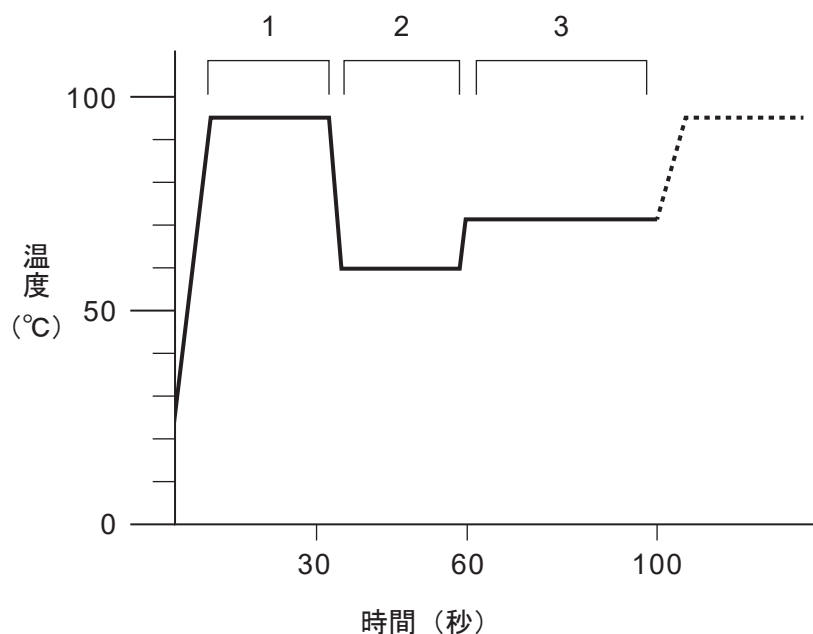


図1 PCR法の1サイクルにおける温度処理

問4 下線部 **b)** に関連した以下の問いに答えよ。

1. このような実験における、ある特定の遺伝子の **DNA** に対する制限酵素処理による切断の有無は、**DNA** の塩基配列における突然変異によって生み出される遺伝的変異に起因すると考えられる。突然変異によって生じる塩基配列の変化にはいくつかの種類がある。そのうちの3つを答えよ。
2. 遺伝子座 **X** の **DNA** 領域について、*EcoRI* によって切断されない **DNA** を対立遺伝子 **X1**、切断される **DNA** を対立遺伝子 **X2** とする。**X1** の遺伝子頻度を p 、**X2** の遺伝子頻度を q としたときの p 、 q それぞれの値を求めよ。ただし、 $p + q = 1$ とする。解答欄には計算過程も示せ。
3. 生物集団においてハーディー・ワインベルグの法則が成り立つには、いくつかの条件が必要である。いくつかの条件のうち、2つを答えよ。
4. 捕獲されたネズミの集団ではハーディー・ワインベルグの法則が成り立っていると仮定した場合、期待される **A** タイプ、**B** タイプ、**C** タイプ、それぞれの頻度を求めよ。解答欄には計算過程も示せ。

【Ⅲ】生態系における生産者と一次消費者の有機物の収支を模式的に示した図1を参考にし、次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

樹木や草などの生産者が、a) 光合成によって無機物から有機物を生産する過程を（ア）生産と呼ぶ。さまざまな生態系における（ア）生産を把握することは、生態系内の物質循環やエネルギーの流れを理解するうえで重要である。生産者によりつくられた有機物は、食物網を通して生態系内の高次の栄養段階の消費者に受け渡される。一方、生産された有機物の一部は、それぞれの栄養段階で（イ）によって消費される。この過程で有機物は大部分が分解されて、尿素・尿酸や（ウ）などの老廃物として、環境中に放出される。

ある特定の時点における一定面積に存在する生物量を現存量という。b) 現存量はバイオマスと呼ばれることもある。また、単位面積内の生産者によって一定期間内につくられた有機物の総量を（エ）量といい、さらに（エ）量から生産者自身の（イ）量を差し引いたものを（オ）量という。生産者である植物のからだの一部は、一次消費者に食べられたり（被食）、落葉・落枝などで失われたり（枯死）する。（オ）量から被食量と枯死量を差し引いた残りが、生産者の（カ）量となる。

一方、消費者は他生物を摂食することで有機物を吸収し、c) 自分のからだを構成する有機物をつくっている。消費者の各栄養段階において、摂食量から消化・吸収されなかった（キ）量を差し引いたものは、（ク）量と呼ばれる。（ク）量から消費者自身の（イ）量を差し引いたものが（ケ）量である。（ケ）量から、より高次の消費者に捕食される被食量や、病気などで死亡することによって失われる死滅量を差し引いたものが、その消費者の（カ）量となる。

生産者が光合成によって合成した有機物には、化学エネルギーが含まれている。d) このエネルギーは、食物網を通じて生態系内を移動し、それぞれの栄養段階の生物の生命活動に伴って生じる熱として生態系外へと失われていく。したがって、エネルギーは生態系内を一方向に流れていき、循環することはない。ある栄養段階の（ク）量は、一段階下位の栄養段階から移動したエネルギー量と考えることができる。消費者において、一段階下位の栄養段階の（エ）量あるいは（ク）量に対する、次の栄養段階の（ク）量の割合のことを（コ）効率という。e) 消費者の（コ）効率は、一般に10－20%程度であると言われている。

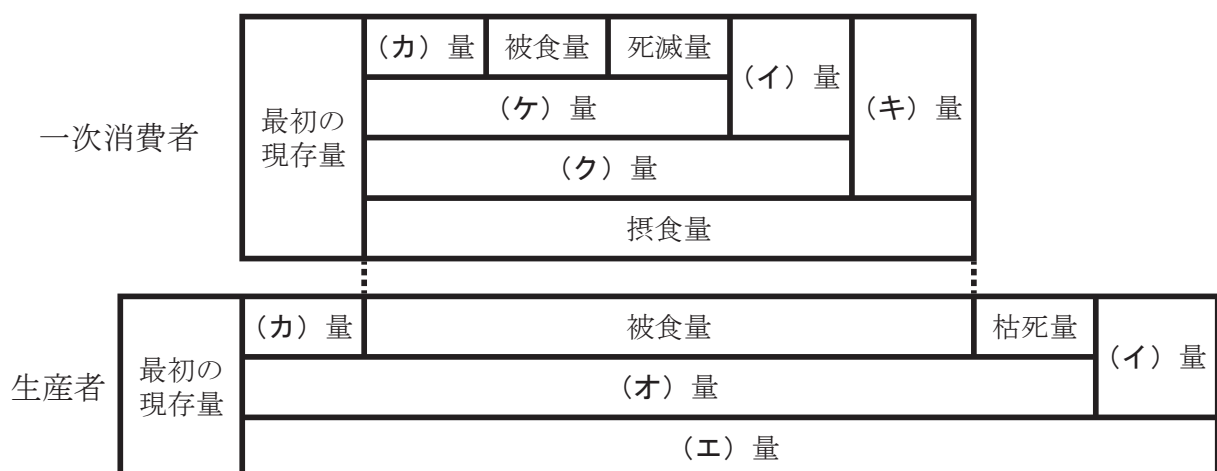


図1 生産者と一次消費者の有機物の収支

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。

光合成は、葉緑体のチラコイドで起こる反応とストロマで起こる反応に分けられる。ストロマでは、どのような反応が起こるか、次の文章から適切なものを1つ選び、番号で答えよ。

- ①クロロフィルなどの光合成色素が光エネルギーを吸収する。
- ② H^+ 濃度勾配を利用して、ATP 合成酵素が ATP を合成する。
- ③水から電子が引き抜かれることによって、酸素を生じる。
- ④二酸化炭素がリブローズビスリン酸（リブローズ二リン酸）と結合して、ホスホグリセリン酸が合成される。
- ⑤ $NADP^+$ が還元されて、NADPH が生成される。

問3 下線部 b) に関連した以下の問いに答えよ。

表1は、世界全体の陸地と海洋での生産者の現存量（バイオマス）と（オ）量の平均値を示したものである。

表1

	現存量の平均値 (kg/m ²)	(オ) 量の平均値 (kg/(m ² ・年))
陸地	12.3	0.77
海洋	0.01	0.15

単位面積あたりの現存量を（オ）量で割った値は、その生態系における生産者の平均寿命を表すと言われる。それに基づき、陸地と海洋の生産者の寿命の違いについて、「植物プランクトン」という語句を使って説明せよ。

問 4 下線部 c) に関連した以下の問いに答えよ。

生物のからだを構成する有機物には、タンパク質、炭水化物、核酸、脂質などがある。このうち脂質には、さまざまな種類があり、代表的なものとして脂肪とリン脂質がある。脂肪とリン脂質の構造とはたらきについて説明せよ。構造について説明する際には、「グリセリン」と「脂肪酸」という語句を用いよ。

問 5 下線部 d) に関連した以下の問いに答えよ。

一定期間内に獲得されたエネルギー量を、栄養段階の下位のものから順に積み上げて、エネルギーの量が変化するようすを表したものを何というか答えよ。

問 6 下線部 e) に関連した以下の問いに答えよ。

表 2 は、ある生態系における一次消費者と二次消費者のエネルギー収支を示したものである。①と②にあてはまる数値を答えよ。

表 2

栄養段階	(ク) 量	(イ) 量	(ケ) 量	被食量	死滅量	(カ) 量	(コ) 効率
一次消費者	65.0	21.3	43.7	13.0	1.3	①	13%
二次消費者	13.0	7.5	5.5	1.0	0.2	4.3	② %

(コ) 効率以外の単位は、ジュール / ($\text{cm}^2 \cdot \text{年}$) である。