

分子遺伝学 (1 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] DNA の複製に関する以下の問いに答えなさい。(計 40 点)

(1) DNA の複製は、二本鎖 DNA 塩基間の水素結合を切断して、二本鎖を一本鎖に引き離すところから始まる。

(a) 複製が始まる時に、DNA が二本鎖から一本鎖に分離し始める DNA 領域の名称を答えなさい。(3 点)

(b) 真核生物の染色体では (a) の領域が複数存在し、順を追って活性化されるが、その順序はある程度 (a) の領域のクロマチン構造に依存している。クロマチン構造と複製を始める順序との関係について説明しなさい。(5 点)

(2) DNA の複製時に、未複製の二本鎖 DNA が一本鎖に分離して 2 本の娘 DNA 二本鎖が形成される境界部分の構造を複製フォークという。

(a) 複製フォークにおいて未複製の DNA の二本鎖を分離させる酵素の名称を答えなさい。(5 点)

(b) 複製フォークの進行方向と同方向に動く DNA ポリメラーゼにより新たに合成される DNA 鎖の名称を答えなさい。(4 点)

(c) 複製フォークの進行方向と逆方向に動く DNA ポリメラーゼにより新たに合成される DNA 鎖の名称を答えなさい。(4 点)

また、この DNA 鎖を含む娘 DNA 二本鎖は、DNA ポリメラーゼが逆方向に進むのに関わらず、結果的に複製フォークの進行方向と同じ向きに伸長する。この仕組みを 3 行程度で説明しなさい。(8 点)

(3) 線状染色体の DNA 複製では、末端の複製に不都合が生じる末端複製問題がある。

(a) 末端複製問題は、DNA ポリメラーゼが持ち、RNA ポリメラーゼにはないある特徴が原因で生じる。この特徴を 1-2 行で説明しなさい。(6 点)

(b) 真核生物において末端複製問題を解決する染色体末端の反復配列を補充する酵素の名称を答えなさい。(5 点)

分子遺伝学 (2 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[2] 真核生物のタンパク質の翻訳過程について、以下の問いに答えなさい。(計 30 点)

(1) リボソームは 60S, 40S の大、小 2 つのサブユニットで構成される。mRNA の翻訳の開始に必要な mRNA 上の構造にリボソームが結合し、翻訳を開始するまでの過程を、関与する mRNA 上の構造、リボソームの各サブユニットの結合ステップ、関与する因子を挙げて、4 行程度で説明しなさい。(12 点)

(2) 翻訳は、遺伝暗号コドン単位として 20 種類のアミノ酸の配列に置きかえる過程である。コドンのうち 61 個が 20 種類のアミノ酸の翻訳に使われる。これに対して、コドンに対応するアンチコドンをコードする tRNA は、細胞あたり 40~50 種類しか存在しない。この限られた数のアンチコドンが複数のコドンに対応して翻訳が行なわれるしくみを説明しなさい。(8 点)

(3) アミノ酸に対応しない 3 つのコドンは翻訳の終止に使われる。リボソームが mRNA の終止コドンに到達して翻訳が完了する過程を、リボソームの機能部位、関与する因子を挙げて、3 行程度で説明しなさい。(10 点)

分子遺伝学 (3 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[3] 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。(計 30 点)

出芽酵母を使って、細胞増殖に関わる細胞内シグナル経路の分子遺伝学的解析を行っている。出芽酵母は、複相 (2N) と単相 (N) とで増殖することができる。複相の細胞を特定の条件におくと、減数分裂がおきて 4 つの胞子が形成される。この胞子を顕微鏡下で一つずつ取り出して、増殖させることを四分子分析という。また、一定の条件の下で、単相の出芽酵母を掛け合わせると、複相になる。また、出芽酵母では、相同遺伝子組換えを使って、ゲノムの一部を欠損させることや、任意の配列に変化させることなどができる。遺伝子導入も、プラスミドを使って可能である。プラスミドとしては、1 つの細胞内に多数のプラスミドが保持される多コピーのプラスミドと、1 つの細胞内に 1 個のプラスミドのみ保持される 1 コピーのプラスミドとが使用できる。

温度感受性劣性変異 a を持つ単相の出芽酵母 A 株は、30℃では増殖できるが、38℃では増殖できない。この A 株に、出芽酵母の野生型の遺伝子を一つずつ、多コピーのプラスミドを使って遺伝子導入を行った。これらのプラスミドを持つ A 株のほとんどは、元の A 株と同じように 30℃では増殖できるが、38℃では増殖できなかった。ところが、 p 遺伝子、 q 遺伝子のいずれかを含むプラスミドを持つ A 株は、38℃でも増殖できることがわかった。

この p 遺伝子、 q 遺伝子について解析したところ、以下のような実験結果を得た。

① 野生株の p 遺伝子、 q 遺伝子を、細胞内に 1 コピーのプラスミドを用いて、A 株に導入したところ、 p 遺伝子を持っている A 株は 38℃でも増殖できたが、 q 遺伝子を持っていても 38℃では増殖できなかった。

② A 株染色体上の p 遺伝子、 q 遺伝子と遺伝子周辺の塩基配列を決定したところ、 p 遺伝子には、ミスセンス変異があったが、 q 遺伝子には野生型と異なっている点はなかった。

③ 野生型の複相の出芽酵母において、相同組み換えを用いて、片方の染色体のゲノム上の p 遺伝子を欠損させたヘテロ接合体株を作成したところ、野生型と同じように増殖した。そこで、このヘテロ接合体株に胞子を形成させ、四分子分析行って解析したところ、1 個のヘテロ接合体細胞から形成された 4 つの胞子のうち、2 つは増殖し、2 つは増殖しなかった。

(1) ミスセンス変異とは一般にどのような変異か説明しなさい。(4 点)

(2) 実験③から p 遺伝子の欠損変異について、遺伝学的にどのようなことが言えるか、説明しなさい。また、そのことを確認するためにはどのような実験をしたら良いか説明しなさい。(10 点)

(3) 温度感受性変異 a の原因遺伝子は、 p 遺伝子であると予想される。このことを確認するための単相の野生型を用いた実験を考えて、説明しなさい。(8 点)

(4) 野生型 q 遺伝子のコピー数が多い時だけ、A 株は 38℃で増殖できる。これはどのような理由によると考えられるか、説明しなさい。(8 点)