

問 1 ～問 4 の分子機構について、() 内のキーワードをすべて使用し、概説しなさい

問 1 細胞の DNA 複製 (リーディング鎖、岡崎フラグメント、DNA ヘリカーゼ、5'、3')

模範解答: 細胞の DNA 複製は、二本鎖 DNA がほどけ、それぞれを鋳型として新しい鎖が合成される過程である。まず DNA ヘリカーゼ が二本鎖 DNA を解離させ、2 つの鋳型となる一本鎖 DNA を露出させる。DNA ポリメラーゼは新生鎖を 5'から3' 方向にのみ伸長できるという性質をもつ。このため、複製フォークの進行方向と同じ向きに連続的に合成される鎖を リーディング鎖 という。一方、逆向きの鎖では短い DNA 断片である 岡崎フラグメント が 5'→3' 方向に不連続に合成され、後で連結されて一本の DNA 鎖となる。それをラギング鎖と呼ぶ。

問 2 真核細胞の転写とそのプロセッシング (イントロン、エキソン、キャップ、ポリ A、5')

模範解答: 真核細胞では、DNA の情報が転写されて一次転写産物である前駆体 mRNA が合成される。この前駆体 mRNA には、タンパク質をコードしない イントロン と、コード領域である エキソン の両方が含まれている。転写と並行して mRNA の 5'末端 には キャップ 構造が付加され、後の翻訳の際のリボソームの認識に重要な役割を果たす。さらにイントロンが除去されエキソン同士が連結されるスプライシングが行われる。それに加え、3'末端には ポリ A が付加され、核外輸送や翻訳効率の向上を含めた mRNA の成熟が完了する。これら一連の過程をプロセッシングという。

問 3 翻訳 (大サブユニット、rRNA、アミノアシル tRNA、アンチコドン、抗生物質)

模範解答: 翻訳は、mRNA の情報に基づいてタンパク質が合成される過程であり、大サブユニット と小サブユニットからなるリボソームが中心的役割を担う。リボソームの構造と触媒機能の中核は rRNA であり、ペプチジルトランスフェラーゼ活性を担っている。各アミノ酸は対応する アミノアシル tRNA としてリボソームに運ばれ、その tRNA がもつ アンチコドン が mRNA のコドンと相補的に結合する。このコドン-アンチコドン認識により、正確なアミノ酸配列が保証される。一方、抗生物質 の中には細菌のリボソーム rRNA やサブユニットに結合し、翻訳を阻害することでタンパク質合成を選択的に抑制するものが存在する。

問 4 翻訳後のタンパク質を、各細胞小器官、および細胞膜へ送達する仕組み

(核、ミトコンドリア、細胞膜、小胞体、ゴルジ体、シグナル配列、小胞輸送)

模範解答: 翻訳後に合成されたタンパク質は、その行き先に応じて特異的な輸送機構により各細胞小器官へ送達される。多くのタンパク質はアミノ酸配列中に存在する シグナル配列 によって仕分けされ、正しい局在が決定される。核 へ輸送されるタンパク質は核移行シグナルを介して核膜孔複合体を通過する。ミトコンドリア で機能するタンパク質は N 末端のシグナル配列によりミトコンドリア膜のトランスロカーゼを通過して取り込まれる。一方、分泌タンパク質や 細胞膜 タンパク質は 小胞体 で翻訳後に取り込まれ、ゴルジ体 で修飾・選別された後、小胞輸送 によって最終的な細胞膜や分泌先へ運ばれる。