

[専門科目 (生化学・分子生物学)] (全2題)

[問題 1] 次の文章を読み、以下の問 A～E に答えよ。

真核細胞は、核内に DNA からなるゲノムを持っている。例えば、ヒトのゲノムは約 3.2×10^9 個のヌクレオチドからなり、23 対の染色体に分配されている。それぞれの染色体は、1 本の長い線状の DNA 分子とそれに結合したタンパク質(ヒストンと非ヒストンタンパク質) でできており、このタンパク質が DNA を折りたたんで小さくまとめている。核の DNA とタンパク質の複合体は とよばれ、これはヌクレオソームという基本構成単位で構築される。

ヌクレオソーム・コア粒子を構成する 4 種類のヒストンは、比較的小型のタンパク質であり、①正電荷を持つ 2 種類のアミノ酸を多く含み、この正電荷によって DNA の負電荷を帯びた糖-リン酸主鎖に強く結合する。

②DNA ポリメラーゼは DNA の 鎖の塩基配列を基にして新しい DNA 鎖を合成する酵素であり、DNA 鎖の 3'末端にヌクレオチドの 5'-リン酸基が 結合でつながる重合反応を触媒する。DNA の重合反応ではヌクレオチドの三リン酸のリン酸結合が加水分解され、ヌクレオチド単量体が DNA 鎖の末端につながり が遊離する。 はさらに加水分解されて になる。

問 A ～ に適切な語句を入れよ。

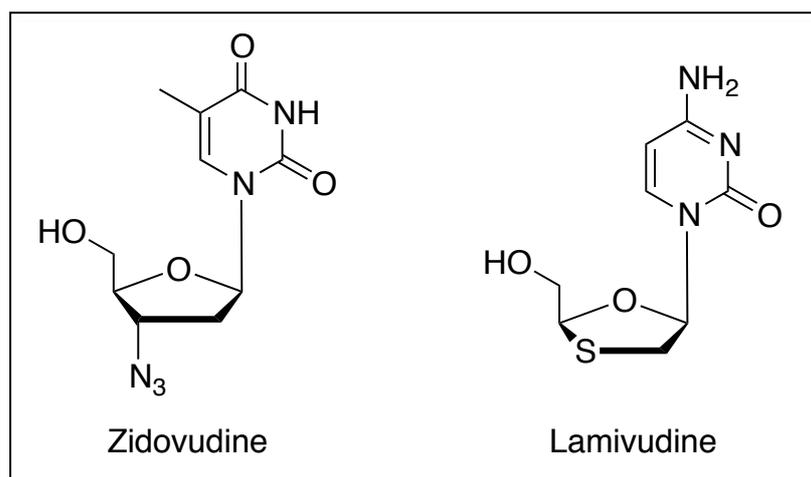
問 B 下線①に関連して、ヒストン-DNA 間の結合に関与する正電荷を持つ 2 種類のアミノ酸の名称と化学構造式を立体化学も含めて答えよ。

問 C 下線②に関連して、DNA ポリメラーゼはデオキシリボ核酸を重合させるのに対し、RNA ポリメラーゼはリボ核酸を重合させる。RNA ポリメラーゼと DNA ポリメラーゼの核酸合成機構について、共通点と相違点を合わせて 100 字程度で説明せよ。

問 D ヒト細胞内の DNA は紫外線や有害な化学物質によって常に様々な損傷が起きている。それらの DNA の損傷を修復する生体内メカニズムについて、下記の用語をすべて用いて 150 字程度 で説明せよ。

「ヌクレアーゼ，修復 DNA ポリメラーゼ，DNA リガーゼ」

問 E 下記の Zidovudine や Lamivudine は、ヒト免疫不全ウイルス (HIV) 感染症と後天性免疫不全症候群 (AIDS) の治療によく用いられている。これらの薬の作用機序を 50 字程度 で説明せよ。



[問題2] 以下の文章を読み、問A～Fに答えよ。

真核細胞の細胞周期は、大きく間期、M期とよばれる2期に分けられる。間期に細胞は連続的に成長し、M期に細胞は2個の娘細胞へと分裂する。M期は、大別して有糸分裂とよばれる核の分裂と、細胞質分裂とよばれる細胞が2個に分かれる時期に分けられる。

有糸分裂は、下記の5段階で説明される。

前期：各染色体は2個の姉妹染色分体として結合、凝縮している。核の外側では、2個の中心体の間に有糸分裂紡錘体が形成される。

前中期：核膜の分散により、染色体は動原体を介して①紡錘体微小管に付着して移動を開始する。

中期：染色体は、両紡錘体極の間にある紡錘体赤道面に平面状に並ぶ。

後期：両紡錘体極に向かって姉妹染色分体が各々分離する。

終期：紡錘体極に到着した染色体の周囲に新たな核膜が形成される。

②動物細胞の細胞質分裂では、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントから構成される収縮環によって細胞質が二つに分割される。その結果として各々1個の核をもつ2個の娘細胞ができる。

問A 次の文の正誤を答えよ。誤っている場合は、その誤りを説明せよ。

- (1) 真核細胞の細胞周期の長さは、種を問わずほぼ一定である。
- (2) 染色体や中心体の複製は、M期の開始と共に始まる。
- (3) 間期は、G₀期、S期、G₁期の3期に分けられる。
- (4) 姉妹染色分体は、1個の染色体から複製されたものである。
- (5) p53タンパク質は、細胞周期の開始シグナルとして働く。

問B 下線①に関連して、微小管を構成するタンパク質の名称と構造的特徴、それらの細胞内での役割について、70字程度で説明せよ。

問 C 下線部②に関連して、植物細胞の細胞質分裂の過程について 70 字程度で説明せよ。

問 D 一般に細胞が大量の放射線に曝露されると、増殖過程を担う細胞周期は停止する。下記の用語をすべて用いて、その理由を 70 字程度で説明せよ。
「DNA 損傷, チェックポイント機構」

問 E アポトーシスによって死んだ細胞と壊死によって死んだ細胞は、周囲に異なる影響をおよぼす。その影響の違いと原因を 100 字程度で説明せよ。

問 F 培養中のある細胞群に対して、DNA 結合性色素により細胞内の DNA を特異的に染色する。その際、観察される蛍光強度は、各細胞あたりの相対的な DNA 量を反映する。個々の細胞の蛍光強度を測定できる機器で細胞群を測定したところ、図 1 のヒストグラム **a** が得られた。

- (1) 有糸分裂期の細胞は、ヒストグラム **a** 中の I~IV のどの領域に存在するか答えよ。
- (2) (1)で有糸分裂期がその領域に存在すると判断した理由を答えよ。
- (3) 細胞群に薬剤 X を加えて 1 日培養を続けた後、DNA 結合性色素を加え測定すると図 1 のヒストグラム **b** が得られた。どのようなことが起きたと考えられるか、その現象を説明せよ。

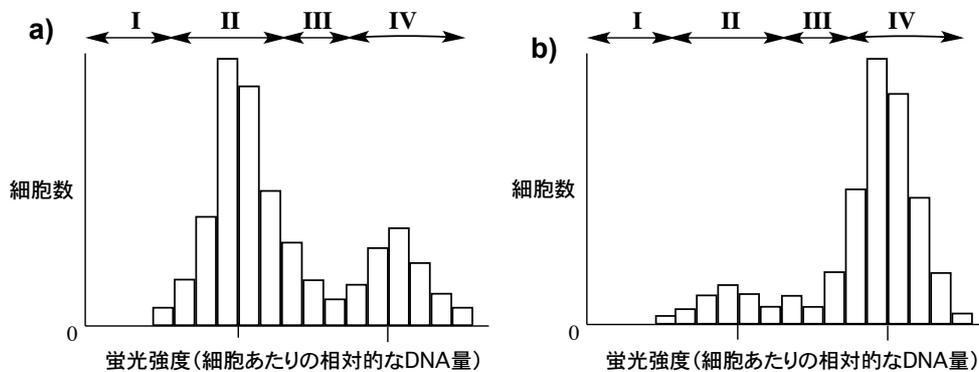


図 1 蛍光強度に対する細胞数のヒストグラム