

問題 1. 新型コロナウイルスのワクチンが、核酸由来の分子であることを知った K 君は、核酸の構造およびワクチンの仕組みについて、以下にまとめた。

(1) [ア] ~ [ノ] に入る語句を答えよ。

DNA (デオキシリボ核酸) と [ア]、どちらの核酸も、アデニンなどの [イ]、糖、[ウ] から構成される分子である。そして、DNA で使われている糖は [エ] であり、[ア] で使われている糖は [オ] である。また、DNA の塩基はアデニンのほか、[カ]、[キ]、[ク] の 4 種類で、[ア] では [キ] の代わりに、[ケ] が使われている。[カ] はプリン環の構造を持っており、[ク] は [コ] 環の構造を持っている。

次に DNA 分子を見ると、ポリヌクレオチド鎖同士が対を作り、[サ] 構造を形成している。この構造は、どの生物の DNA を調べても [イ] の組成比に規則性があることを示した [シ] 則と X 線構造解析の結果をもとに提唱された。また、ポリヌクレオチド鎖同士は [ス] 結合で対を形成している。DNA 分子内には、[ウ] が存在しているため、水溶液中では [セ] の電荷を有している。そのため、電圧をかけると、DNA 分子は寒天の繊維の網目の中を [ソ] から [タ] の方向に移動する。その際、DNA 分子のサイズが [チ] ほど、泳動距離が長い。

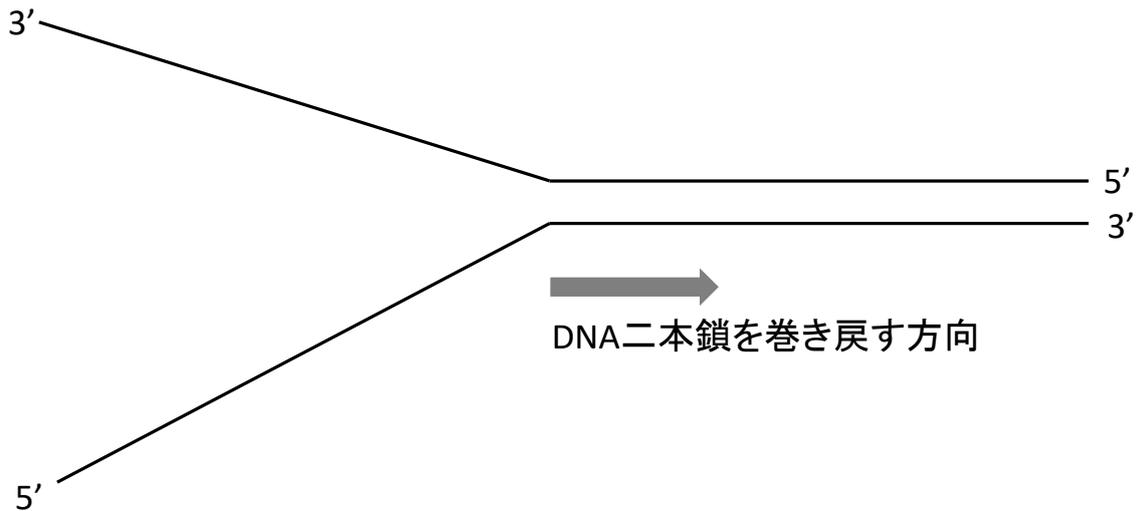
[ア] 分子の中でも、核酸を使ったワクチンとして主に使われるものは、[ツ] である。これは通常、DNA から [テ] されて生成されるものであり、[ツ] はタンパク質生産工場である [ト] に運ばれ、そこで [ナ] という過程からタンパク質が作られる。この [ナ] のプロセスには、[ニ] と [ヌ] という [ア] 分子が関わっており、[ニ] はアミノ酸を運ぶ役割、[ヌ] は [ト] の構成分子の一つとなっている。

核酸を使ったワクチンは、タンパク質の設計図となる [ツ] を人工的に合成してヒトの体に注入し、体内で [ネ] のタンパク質を作らせることで獲得免疫が記憶できるようにするものである。合成する [ツ] の塩基配列を変えるだけでタンパク質の種類を変えられるため、[ノ] にもすぐに対応できる点も大きなメリットとなっている。そのほかにも、[ツ] のワクチンは、a 人体に長期間影響を及ぼさないという安全性も備えている。

(2) 核酸を使ったワクチンが、下線 a の特徴を持つ理由を述べよ。

問題2. 次の設問に答えよ。

- (1) 下図は、DNA鎖が矢印の方向に巻き戻されている複製フォークを示している。この図中で、それぞれの1本鎖から、新しいDNA鎖がどのような方向で複製されるのかを矢印を使い、図示して解説せよ。その場合、「5'」と「3'」も記すこと。



- (2) DNA複製の際に生成される岡崎フラグメントとは何か、説明せよ。
- (3) DNA複製に関わる次の4つの酵素の役割を説明せよ。
①DNAポリメラーゼ、②DNAヘリカーゼ、③DNAトポイソメラーゼ(ジャイレース)、
④DNAリガーゼ
- (4) 実験室において、DNA複製を模倣したポリメラーゼ連鎖反応(PCR)は、一般的に3段階に温度を変化させて行う(例: 95°C、50~60°C、72°C)。それぞれの温度制御の目的を答えよ。
- (5) PCRに使われているDNAポリメラーゼは、温泉などに生育する細菌由来のものがよく使われている。この理由を答えよ。
- (6) PCRにおいて緑色蛍光タンパク質(GFP)をコードする遺伝子の増幅を行った。10回目のサイクルで生成されたGFPをコードしているDNAの総量を調べたところ、4.0 μgであった。最初に存在したGFPの鋳型DNAの量を求めよ。ただし、10サイクルの反応は、理想通りに進んだものとする。