



## 問題28. 核酸

遺伝情報は糖-リン酸骨格に結合した核酸塩基の配列に書き込まれている。デオキシリボ核酸(DNA) はアデニン(A)、シトシン(C)、グアニン(G)、チミン(T) を含み、一方リボ核酸(RNA)はチミンの代わりにウラシル(U)を含む。

最も一般的な核酸塩基の構造式を図1. に示した。ただしこれらが唯一の構造式という訳ではなく、核酸塩基はいくつかの二重結合を含むため、いくつかの異なる互変異性体を取る可能性がある。双性イオン型の互変異性体も原理的には可能であるが、ここからの問題では電荷を帯びていない分子構造のみを扱うことに注意せよ。

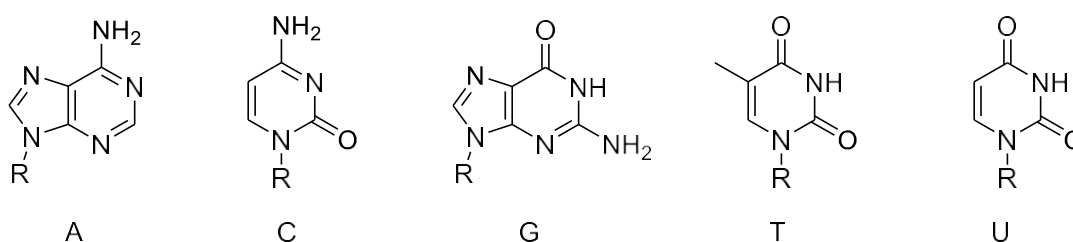


図 1. 糖-リン酸骨格(R) に結合した核酸塩基A, C, G, T, Uの構造式

28.1 シトシンの電荷を帯びていない互変異性体の全ての構造式を描け。核酸塩基は糖-リン酸骨格に結合しているとする。あらゆるイミノ基のE/Z異性体は異なる互変異性体とみなす。

DNAは、2本のDNA鎖がらせん型の複合体を形成する現象を起こす。この現象はハイブリダイゼーションと呼ばれる。核酸塩基間の水素結合が、二本鎖DNA(dsDNA: double-stranded DNA)中の相補的な2本のDNA鎖間で、核酸塩基が正しくペアを作るために役立っている。シトシンはグアニンとペアを作り、アデニンはチミンとペアを作る(図 2.)。しかし、一方のDNA鎖中の核酸塩基に出現頻度の低い互変異性体が現れることによって、標準的でない塩基対合が可能になる。

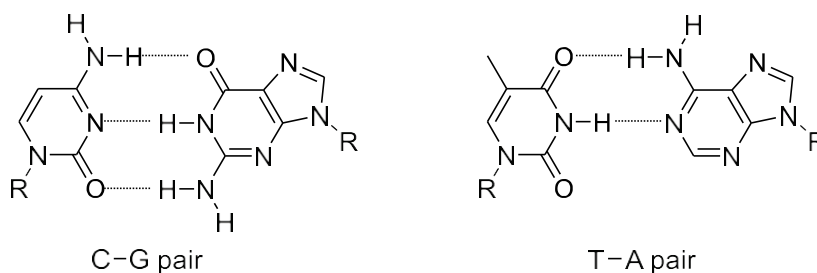


図 2. 標準的なDNA塩基対

28.2 標準的でない塩基対 T-G\*, T\*-G, A-C\* と A\*-Cの構造式を描け。ここで、一般的でない



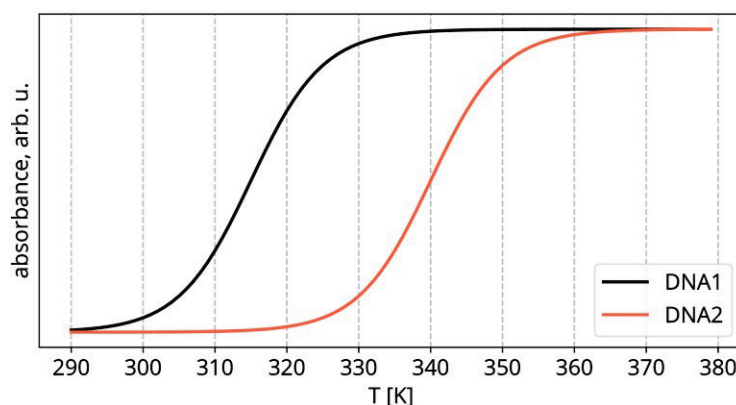
互変異性体(電荷は帯びていない)にアスタリスクで印をつけた。塩基対に対する糖-リン酸骨格の方向が標準的な塩基対と同じになるようにし、核酸塩基間の水素結合の本数が最も多くなるようにせよ。

分光分析は核酸を分析する上で特に有用な実験的手法の1つである。核酸塩基は芳香族化合物であるため、紫外領域の電磁波を吸収する。260 nmにおいて、未知濃度のアデニンを含む核酸サンプル1は11%の紫外光を透過させた。27  $\mu\text{mol L}^{-1}$ のアデニンを含む標準溶液は同じ波長で57%の紫外光を吸収する。

**28.3** サンプル1中のアデニンの濃度を計算せよ。260 nmにおける他の核酸塩基による吸収は無視し、標準サンプルとサンプル1の測定は全く同じ測定条件において行われたと考えてよい(セル長、緩衝液の組成、温度など)。

近紫外領域での分光分析は、DNA鎖のハイブリダイゼーション状態が温度依存的に変化する様子を検出するのに有用な手法である。融解温度  $T_m$  は、最初のdsDNAのうち50%が2本のssDNAに解離する温度として定義される。dsDNA中の核酸塩基はssDNA中の核酸塩基より吸収が弱いため、吸光度の増大によってdsDNAの解離を検出できる。下図のプロットは2つの異なるDNAサンプル(DNA1, DNA2)について260 nmでの吸光度を温度の関数として示したものである。2種類のDNAは等しいモル吸収係数を持ち、サンプル以外の測定条件(初期濃度、セル長、緩衝液の組成など)は全く同じだとみなしてよい。

訳注: ssDNAはsingle-stranded DNAの略で、一本鎖DNAのこと。



absorbance: 吸光度  
arb. u.: 任意単位

**28.4** 上のプロットを見て、次の文章が正しいか誤りか、もしくはこのプロットだけでは判断できないか、答えよ。

a) 320 KではdsDNA1の濃度はdsDNA2より低い。



正しい      正しくない      判断できない

b) DNA1の融解温度 $T_m$ はDNA2の $T_m$ より高い。

正しい      正しくない      判断できない

c) ssDNAと比べたときのdsDNAの熱力学的安定性は、DNA1の方がDNA2より高い(より安定である)。

正しい      正しくない      判断できない

d) dsDNA1はdsDNA2よりも多くの塩基対によって構成されている。

正しい      正しくない      判断できない

ラウス肉腫ウイルスはレトロウイルスであり、その遺伝情報はdsDNAではなく一本鎖RNAに保存されている。ここでRNAはチミンの代わりにウラシルを含むことを思い出しておこう(図1)。このウイルスは逆転写酵素を用いて相補鎖DNA(cDNA)を合成する。次にこのcDNAはメッセンジャーRNA(mRNA)に転写される。最後にこのmRNAは感染した細胞のリボソームによりポリペプチド鎖へと翻訳される。

このウイルスRNAより次の8塩基断片の配列が決定された。5'-CCCCAGGU-3'

28.5 この8塩基のRNAに対するcDNAとmRNAの塩基配列を書け。核酸分子の向きに注意し、5'末端と3'末端を明示せよ。

28.6 8塩基の一本鎖RNAとして存在しうる配列は全部で何種類か？