



# DNA と RNA の違い

DNA ウイルスと RNA ウイルス

<https://l-hospitalier.github.io>

2020.4

## 感染対策の基礎知識

#237

【DNA と RNA】はほとんど同じ構造を持ち似た者同士の印象があるが、実は両者は本質的に異なる機能を持つ。核酸 (nucleic acid) は ①塩基、5 炭糖の単糖でフラノース環構造 (#222 参照、炭素 4 と酸素 1 で 5 角形、5 個目の 5'炭素はリン酸と結合: 右図) の ②リボース ( $C_5H_{10}O_5$ :天然には D 型のみ) と ③リン酸の結合物で 5'が上流、3'が下流。時計回りに 1'炭素には A,G,C,T,U の塩基が結合し 5'と 3'は中間にリン酸 ( $PO_4$ ) を介してリン酸エステル結合で長鎖を作る。2'に水酸基を持つのが RNA (リボ核酸) で水素が DNA (デオキシリボ核酸)。この違いで RNA と DNA は糖の立体配座が異なる。DNA はリボースが C2'エンド形構造を取ることが多いが RNA では 2'の OH 基で立体障害が生じリボースが C3'エンド型となる。このため DNA は B 型らせん構造 (右巻き、10 塩基/回転) を取りやすく RNA は A 型らせん構造 (右巻き、11 塩基/回転) を取りやすい。RNA 螺旋は主溝 (幅の広い方の窪み) が深く狭く、副溝が浅く広い。【特徴と機能の違い】DNA は主に核の中で情報の蓄積・保存を担うため 2 本鎖で情報に冗長性があり、破損時の修復酵素も持つ。RNA は 1 本鎖が多く情報の一時的な処理と伝達を担い、DNA よりも合成・分解されやすい。RNA は長期に活性を持続しないように不安定で分解されやすい特性 (自己タイマー性) を持つ。これは主に RNA の 2'位 OH 基が柔軟な構造で反応性もあるため DNA と比べて不安定なことに由来する。OH 基の酸素には孤立電子対が 2 つあるため負に荷電、近接リン酸の P (右図青丸) は周囲を電気陰性度の高い O 原子に囲まれ 2'の OH 基の O 原子から求核攻撃 (結合している原子を追い出して新しい原子に置き換わる反応) を受けやすい。この攻撃でホスホジエステル結合が切れリン酸とリボースの骨格が開裂しやすく DNA と比べて不安定。これらの結果役割を終えた mRNA が直ちに分解されることが可能 (バクテリアでは数分、動物細胞でも数時間後には分解)。安定な RNA では 1 本鎖でありながら水素結合を形成してらせん構造をとるなど多様な 2 次構造、3 次構造を持ち安定性を増している。【塩基の違い】糖に結合する塩基にも差異があり、DNA はプリン (A(アデニン)、G(グアニン)) とピリミジン (C(シトシン)、T(チミン)) だが、RNA は T がピリミジンの U(ウラシル) となる。但し DNA でも稀に塩基に T ではなく U の DNA (U-DNA) を持つ生物も存在する。しかし圧倒的多数の生物で DNA の構成塩基が U ではなく T であるのは、同じピリミジン塩基である C は自然の状態でも脱アミノ化すると U になる。そのため U-DNA は頻繁に塩基配列が変化、それを防ぐために損傷して U に変化した C と元々 U であるものを識別する必要がある。T は U の 2'にメチル基がついた構造 (下図赤丸)。メチル基は水素結合に関係するが他の原子には殆ど反応しない。また T は U と比較して C からは容易に生じず C の損傷によって生じた U を容易に検出できる。これらから DNA は U ではなく T を用いるが、ウラシルはチミンよりエネルギー的に有利なので RNA ではウラシルが使われる。【ウイルス】DNA ウイルスはゲノムとして DNA を持ち宿主の核内で増殖。RNA ウイルスは RNA ゲノムで宿主の細胞質で増殖する。1 本鎖と 2 本鎖があり 1 本鎖には (+)鎖 (センス鎖) のものと (-)鎖 (アンチセンス鎖) のものがある。(-)鎖は遺伝情報を伝達できないので感染性を持たず、通常はウイルス内に自前の RNA 依存性 RNA ポリメラーゼ (レプリカーゼ) を持ち (+)鎖に転写してから増殖。RNA ウイルスによっては mRNA の機能をもつ RNA を作るものがあり、これをサブゲノム RNA と呼ぶ。サブゲノム RNA が多いのは進化の結果。DNA ウイルスは子孫ゲノムの複製に宿主の核内酵素を利用、RNA ウイルスは自前の RNA 依存性 RNA ポリメラーゼ (レプリカーゼ) を使う。

\*1 RNA は変異が速く、急速に分解され長時間機能しない特徴がある。

新型コロナウイルス SARS-CoV-2 は約 2.3 万塩基。2 週間に 1 回程度の変異があるとされる。

