

巨大二重鎖 DNA の水溶液中での高次構造の形成メカニズムを理解することは、細胞中でのゲノム DNA の挙動の物理化学的理解の確立をはじめ、DNA を用いたナノ・メゾスコピック構造体の構築のための方法論を探る上でも重要である。今回我々は、蛍光顕微鏡を用いた DNA 分子の直接観察法により、低分子多価カチオン (4 価、spermine を使用) との相互作用の結果誘起される DNA (166 キロ塩基対、T4 phage's DNA を使用) の単分子凝縮と多分子凝集体の形成について調べた結果、カチオン濃度の増大とともに巨大二重鎖 DNA 水溶液系に次の 4 つのカテゴリーの状態変化が起こることがわかった (Fig.)。

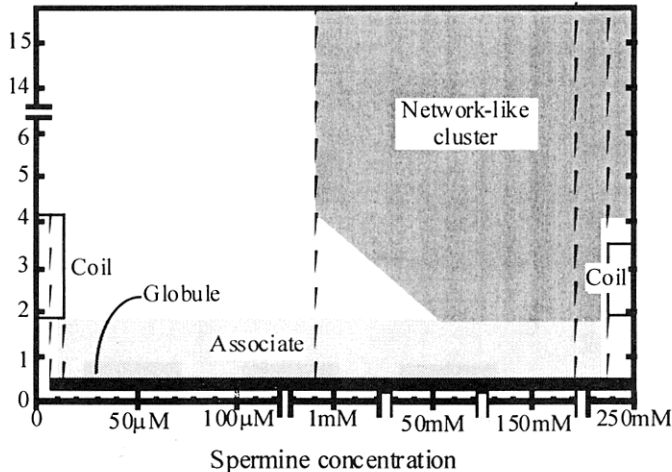


Fig. Phase diagram on long-axis length vs. spermine concentration for aqueous solution of 0.3 μM T4 DNA (phosphate unit).

(i) DNA 単分子の不連続凝縮転移 ($[Sp4+] \sim 10 \mu M$) . (ii) 少数の DNA 分子間の小さな凝集体の形成 ($20 \mu M \sim 150 mM$). (iii) 多数の DNA 鎖から成るネットワーク状の大きな凝集体(NLC)の形成 ($1 mM \sim$). (iv) 単分子凝縮体の不連続脱凝縮転移 ($\sim 250 mM$).

NLC の形成過程を調べるために、サンプルを調整してからの系の状態の経時変化を観測したところ、NLC は個々の単分子凝縮体が形成された後、それらが数時間のオーダーで会合して形成された構造であることが明らかとなった。DNA セグメント集団による単鎖凝縮体形成と、単鎖凝縮体集団による NLC 形成という、階層性の異なる両集合現象は、階層特徴的に異なる諸駆動力によって誘起されるものと考えられる。それらの諸駆動力の寄与について議論する。

B002

単一高分子鎖の自励振動

CREST (JST)^A, 京大院・理^B 眞山 博幸^A、野村 慎一郎^{A,B}、吉川 研一^{A,B}

[目的] 生体中では熱揺らぎの下で生体高分子から様々な機能性や運動が発現している。その動作環境はエンジン (硬い箱からなる熱揺らぎが無視できる系) と対照的であるため、カルノーサイクルとは全く異なる原理 (生体分子の動作原理) が働いているものと考えられる。本研究目的は生体分子の動作原理の解明である。

[実験] 非平衡開放条件下の単一高分子鎖から自励振動を発現させることを試みた: T4DNA (全長 57 μm の高分子鎖) のポリエチレングリコール水溶液を作製し、収束させた CW Nd:YAG レーザー (波長 1064 nm) により、水溶液中の DNA 単分子鎖を捕捉した。

[結果と考察] DNA 単分子鎖の自励振動が観測され (図 1 参照)、次の 3 点が明らかとなった。①振動周波数にレーザー出力依存性がある②レーザー出力に上下の閾値が存在する③レーザーによる局所加熱 (非平衡度) が重要である。

詳細な議論は当日に譲る。

References:

1. H. Mayama, S. M. Nomura, H. Oana, and K. Yoshikawa, *Chem. Phys. Lett.*, **330**, 361-367 (2000).
2. H. Mayama, T. Iwataki, and K. Yoshikawa, *Chem. Phys. Lett.*, **318**, 113-117 (2000).

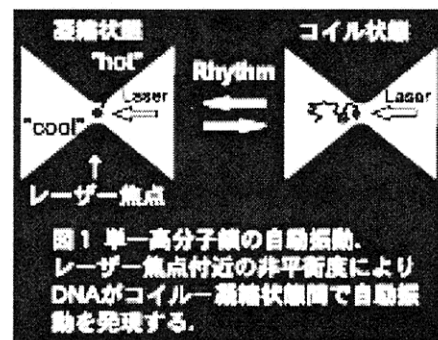


図 1 単一高分子鎖の自励振動。レーザー焦点付近の非平衡度により DNA がコイル-凝縮状態間で自励振動を発現する。