

DNA 液晶中の単一分子鎖直接観察

京都大学 大学院理学研究科 小島 正寛¹

緒言

DNA は細胞核内などでは高密度な状態で存在しており、その物性は生命現象に深く関わっていると考えられる。DNA 水溶液はリオトロピック液晶の一種であり、希薄水溶液では光学的異方性のない等方的な状態を、濃厚水溶液では異方性のある液晶状態 (DNA 液晶) を取ることが知られている [1]。DNA 液晶に限らずこれまでの高分子液晶に対する研究手段は X 線などによる散乱実験や偏光顕微鏡等を用いたものが主流であった。しかしこれらの手法では多数の分子に関する平均化された情報しか得られず、一分子毎の曲げ弾性率などのミクロな量を直接的に求めることができなかった。またそのため、ミクロな構造とマクロな構造の関係を定量的に理解することができなかった。本研究では、蛍光色素で染色された DNA が蛍光顕微鏡を用いて一分子単位で観察できることに着目し、特異的に染色した DNA を DNA 液晶中に混入して一分子の形態とそれに対応する液晶配向の観察を試みた。

実験

DNA 液晶は、希薄で光学異方性のない Calf thymusDNA(多分散) の水溶液を、NaCl-Polyethelene glycol(PEG) 水溶液と混合して作成した [2]。この方法は二つの溶液を混ぜ合わせると DNA リッチな相と PEG リッチな相に相分離をすることを利用して、DNA 液晶を作成する手法である。この Calf thymusDNA 水溶液中には、あらかじめ長さのわかっている T4DNA(全長約 57 μ m) を蛍光色素 YOYO で染色して混入しておいた。次に作成したサンプルをスライドガラスとカバーガラスで挟み、ずりをかけた。この操作はサンプルをより薄くするために行った。観察は、DNA 液晶の配向と混入した T4DNA の形態の双方の観測を行うために、焦点、ステージを固定したまま光学系のみを切り替えて偏光、蛍光顕微鏡を用いて行った。

¹E-mail: kojima@chem.scphys.kyoto-u.ac.jp

結果

結果の一例として図1に偏光顕微鏡像を、図2に蛍光顕微鏡像を挙げた。図1と図2は同じ領域を撮影したものである。

T4DNAは希薄良溶媒中ではランダムコイル状態をとっており、その持続長は約50nmであることが知られている。[1]これに対し、図2中央のT4DNAを画像解析した結果、持続長 l_p がmmのオーダーであり、DNA液晶中でのT4DNAの持続長は希薄良溶媒中のそれと比較して、見かけ上約 10^4 倍になっていることがわかった。T4DNAの長軸が液晶配向と同じ方向であることから、このT4DNAの形態と液晶配向には何らかの関係があることがわかる。また、持続長がT4DNAの全長に比べて十分に長いので、この鎖の曲げ弾性率 κ は近似的に持続長に比例しているとみなせて[3]、約 $10^{-24}[\text{J} \cdot \text{m}]$ と見積もることができた。

参考文献

- [1] F. Livolant and A. Leforesiter, Prog. Polym. Sci. **80** (1996), 1115.
- [2] M. Leonard *et al.*, Polymer **42** (2001), 5823.
- [3] A. Yu. Grosberg and A. R. Khokhlov Statistical Physics of Macromolecules (Aip Series in Polymers and Complex Materials, 1994)

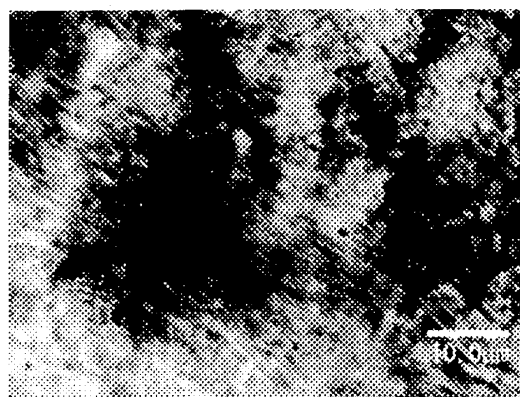


図 1: 偏光顕微鏡像
左上から右下にかけて配向している。

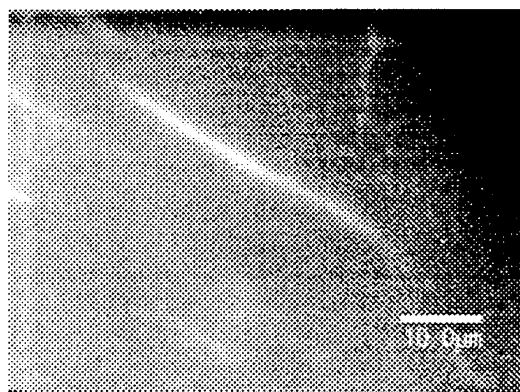


図 2: 蛍光顕微鏡像
図中央のT4DNAは液晶配向に沿っている。