線形および環状 DNA の交流電場応答の直接観測

Dynamics of circular and linear DNA under AC fields

青学大理工,○(B)藤 悠之介, (M1)高野 辰, (B)山岸 聖和,守山 裕大,三井 敏之

Aogaku Univ., °Yunosuke Fuji, Shin Takano, Yamagishi Seiwa, Yuuta Moriyama,

Toshiyuki Mitsui

E-mail: mitsui@phys.aoyama.ac.jp

1. 背景

近年、DNA は knot、nick、イオンに集まるグロビュール状態のものだけでなく、高電場下 では、今まで予想をしていなかった特別な凝縮状態とその緩和が観測され、改めて DNA の 物理的な振る舞いに注目が集まっている [1]。この一分子 DNA の凝縮状態の具体的な構造 は未解明であるが、DNA は AC 電場の大きさ、周波数、粘性、イオン強度、また混在する 他の高分子の長さ、といったパラメータに応じて状態が変化する。そこで、我々はまずは先 行研究と同等に超巨大な環状 (163 kbp)と線形 (166 kbp)の DNA を、平均分子量 1000 から 40,000,000 までの peg(ポリエチレングリコール)の溶液に混ぜ、溶液の粘性を変化させて DNA の運動を観測した。そして、高電場下における、凝縮、緩和などの状態変化の詳細を 調べた。

2. 実験方法

163 kbp の環状 DNA は自ら生成した。プラスミド導入後の大腸菌から、HACHEREY-NAGEL社製 NucleoBond®Xtra Midiを用いて環状 DNA を抽出した。 その後、蛍光色素である YOYO-1を DNA に染色し倒 立型蛍光顕微鏡から Hamamatsu 社製 ImagEM X2 EM-CCD を介して観察した。DNA の泳動範囲を制御するた めに表面をプラズマ処理した PDMS の型を使用した。 AC 電場は 2 本の Pt rod 間の矩形波を印加して溶液内の 電場の強さを 90 V/mm にした。周波数は 1~1000 Hz の 範囲で観測した。



Fig. 1. Experimental set up

3. 実験結果

交流電場をかける前の平衡状態にある環 状 DNA と線形 DNA を右に示す (Fig. 2,3)。 また交流電場をかけた直後は凝縮した環状 DNA と線形 DNA を観測した(Fig. 4,5)。 [1] B. W. Soh, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **123**, 048002 (2019).

-<u>- 5µm</u>

Fig. 2,3: Circular DNA and liner DNA in equilibrium



Fig.4,5: Circular DNA and liner DNA with AC field applied