

電気浸透流が引き起こす DNA の挙動の直接観測

Direct observation of DNA's motions effected by electroosmosis.

青学大院理工 [○](M1)久保田 智也, (M2)港 聖也, (M1)ロイド 賢人, 三井 敏之

Aogaku Univ., [○]Tomoya Kubota, Seiya Minato, Kento Lloyd, Toshiyuki Mitsui

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

1. はじめに

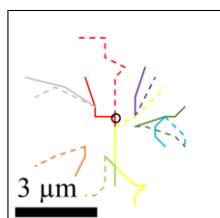
ナノスケールのポアを用いたシークエンサーの開発が行われている。DNA がナノポアを通過する際にイオン電流やトンネル電流を計測することでシークエンスが期待される。しかし、問題点として DNA のナノポアへの詰まりがある。この原因の一つとして電気浸透流がある。我々はこの電気浸透流が DNA に及ぼす影響の直接観測を行ってきた[1, 2]。本研究では有限要素法による数値計算にてポア付近における DNA 由来の電気浸透流の速度場が電場による速度場を上回る結果が得られた。実験的検証を行ったところ、長い DNA や環状 DNA では、ポアに一度近づいてから turn して戻るといふ、この結果を受けたと考えられる特異的な動きを観測した[3]。

2. 実験方法

Si_3N_4 の薄膜(200 nm)上に直径 100、200 nm のポアを作成した。また DNA は線状の λ (長さ 16.5 μm)、T4(長さ 56.3 μm)と環状の phi X174(直径 0.573 μm)、10 kbp(直径 1.15 μm)を使用した。これらの DNA に YOYO-1 をインターカレートし蛍光観察による DNA の直接観測を行った。

3. 実験結果

本研究で用いた最長 DNA、T4 では一度ポアに 1 秒程度詰まった後、進入側に戻る動きを観測した。また環状 DNA では、ナノポア近く ($r < 5\mu\text{m}$) にてポアから逆向きに離れる”U turn”の動きを観測した(Fig. 1)。またこの U turn 現象の角度分布を Fig. 2 に示す。本発表では DNA の電荷による電気浸透流の影響の実験結果に有限要素法による 3D でのシミュレーションを用いて物理的に議論する。



— Toward pore
 - - - - Away from pore

Fig. 1. Representative trajectories of U turn DNA of 10 kbp.

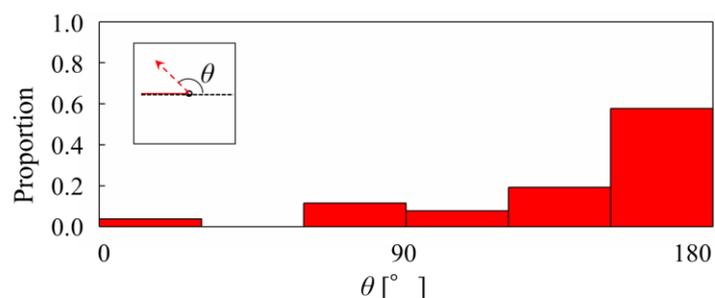


Fig. 2. The distribution of U turn angle of 10 kbp circular DNA.

[1] Sugimoto M., Kato Y., Ishida K., Hyun C., Li J., Mitsui T. Nanotechnology 26, 65502-65512 (2015).

[2] Kato Y., Sakashita N., Ishida K., Mitsui T. J. Phys. Chem. B 122, 827-833 (2018).

[3] Kubota T., Lloyd K., Sakashita N., Minato S., Ishida K., Mitsui T. Polymers, 2019 in press.