

様々な径のナノポアにおける DNA の挙動と詰まりの直接観測

Direct observation of DNA behavior and clogging at nanopores of various diameters

青学大理工 ○(B) 松本 雄大, (M2) 久保田 智也, 守山 裕大, 三井 敏之

Aogaku Univ., °Yuta Matsumoto, Tomoya Kubota, Yuuta Moriyama, Toshiyuki Mitsui

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

1. 背景

ナノポアを用いた次世代 DNA シーケンシング法とは、電場の力によりナノスケールの孔(ナノポア)に DNA を通過させた際のイオン電流やトンネル電流の変化から DNA の塩基配列を読みとる技術である。しかし、 λ DNA (16.5 μm) のような長い DNA はナノポア通過時に詰まることが報告されている[1]。我々は詰まりの要因の一つとされる DNA 由来の電気浸透流に着目し、ポア付近での DNA の挙動の直接観測を行ってきた[2]。本研究では、DNA が溶液中で $\sim 1 \mu\text{m}$ 以下に凝縮していることからポア径の上限を $1 \mu\text{m}$ としポアのサイズを変化させ DNA の挙動を観測した。

2. 実験方法

ナノポアの作成には Si_3N_4 (200 nm) 薄膜上に Focused Ion Beam を用いて、4 種の異なるポア径を用意した。DNA は λ DNA (48.5 kbp)、T4 DNA (166 kbp) の長さの異なる 2 種類の線型 DNA と 5 kbp、10 kbp の 2 種類の環状 DNA を用いた。また、DNA の挙動を観測するために DNA を蛍光分子 (YOYO-1) によって可視化した。

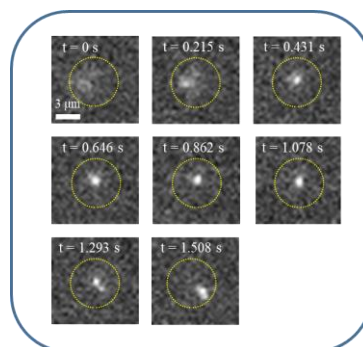


Fig. 1. Clogging and releasing motion of T4 at a nanopore

3. 結果

興味深いことに DNA のポアでの詰まる確率はポア径に依存しなかった。また本実験で用いた最長の T4 ではポアに 1 秒程度詰まった後、電気泳動とは逆向きに動く逆戻りの挙動を観測した(Fig. 1)。また、この逆戻りの確率はポア径と正の相関があった(Fig. 2)。本発表では径の異なるポアでの DNA の詰まる確率やポア付近における DNA の挙動の観測から DNA に及ぼす電気浸透流の影響について議論する。

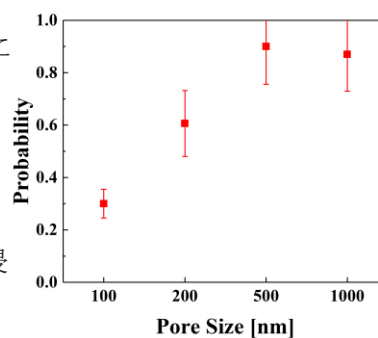


Fig. 2. Releasing probability of

[1] Ando, G., Hyun, C., Li, J., Mitsui, T. ACS Nano **6**, 10090 (2012).

[2] Kubota T., Lloyd K., Sakashita N., Minato S., Ishida K., Mitsui T. Polymers **11**, 84 (2019).