

様々な形状のナノポアやナノスリットと DNA の相互作用

Interaction of DNA with various shapes of nanopores and nanoslits

青学大理工 ○(B)市野 新葉, (M2)ロイド 賢人, (M2)久保田 智也, 守山 裕大, 三井 敏之

Aogaku Univ., °Shimba Ichino, Kento Lloyd, Tomoya Kubota, Yuuta Moriyama, Toshiyuki Mitsui

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

1. 背景

次世代 DNA シークエンシング法とは、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、実現化に向けて DNA がナノポアに詰まる問題を解決しなければならない。詰まる原因の一つとして溶媒イオンによる電気浸透流の影響が挙げられる。DNA は溶液中で負に帯電しているため対イオンが集積する。それらのイオンが電場によって動くことで溶液の流れが発生する。我々は、ポア近傍でこの電気浸透流の影響によって DNA が電気泳動に逆らう動きを観測した[1]。そこで、本研究では孔の形状をスリットなど幾何学的な異方性を持ったものに変え、電気浸透流が引き起こす溶液のダイナミクスに異方性が出ると予測しその影響を DNA の挙動を直接観測することで調べた。

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 を用いてスリットなどを作製した(Fig. 1)。DNA は線形の Lambda DNA(48.5 kbp)と T4 DNA(166 kbp)、環状の 5 kbp と 10 kbp の 4 種類を用いた。また、蛍光分子 YOYO-1 を用いて DNA の直接観測を行った。

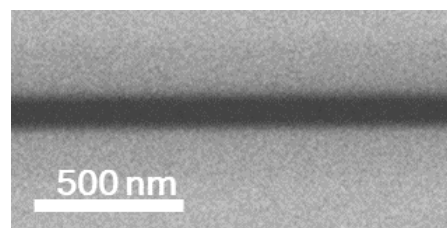


Fig. 1. SEM image of Nanoslit

3. 結果

興味深いことにスリットでは DNA が通過する前にスリットの開口部で 100 ms 程度のスライドする現象を観測した。さらにこの停滞時間はスリットに印加する電圧、DNA の長さや形状が異なると変化し、印加電圧の増加に伴い停滞時間のピークが長くなった(Fig. 2)。本発表ではこのようなスリットなどの形状に異方性を持ったポアと DNA の挙動の関係について議論する。

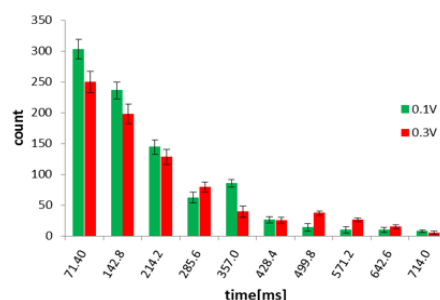


Fig. 2 A time histogram of lambda DNA sticking at slit edge

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