

ナノポアと DNA の相互作用の観測

Direct observation of interaction between nanopore and DNA

青学大理工, °港聖也、久保田智也、ロイド賢人、三井敏之

Aoyama Gakuin Univ., °Seiya Minato, Tomoya Kubota, Kento Lloyd, Toshiyuki Mitsui

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

1. 背景

ナノポア（ナノスケールの孔）は DNA シークエンシングやウイルスの識別など、低コストかつ高いスループットからセンサーとして重要なツールとなる。しかし、被検出体がナノポアに詰まるという問題がある[1]。そこで我々は様々な種類の DNA を用いて、詰まりの原因が①DNA の persistence length による幾何学的な相互作用なのか、②DNA 自身の電荷によるポア内電気浸透流[2] による影響か、を調べるためポアの直径や DNA の長さ、DNA の形態（線形、環状、nick（切れ目））を変えた。環状 DNA や nick 入り DNA では、ポア内の DNA 密度増加に伴う電気浸透流の影響を期待した。

2. 実験方法

Si₃N₄ の絶縁薄膜上に Focused Ion Beam を用いて直径 100、200、500、1000 nm のポアを加工し、DNA は線形 DNA（3.4、6.8、16.5、56.3 μm）と環状 DNA（1.8、3.4 μm）の計 6 種類を用いた。また、3 種類の制限酵素を用いて線形 DNA に nick の密度を変えて入れた。蛍光分子 YOYO-1 を用いて DNA を可視化した。

3. 結果

詰まる確率(Fig. 1)は、ポアの直径には依存せず、線形 DNA では DNA の長さと正の相関があった。環状 DNA と nick 入り DNA は線形 DNA に比べ詰まる確率が 3 倍ほど高かった。また、DNA がポアに進出した後に、進入側に戻る特異的な挙動を観測した。本発表では、有限要素法によるシミュレーション結果(Fig. 2)と共にこれらの結果や現象について議論する。

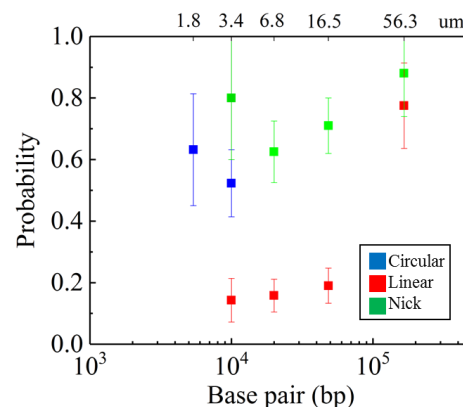


Fig. 1: probability of DNA clogged in nanopores.

Probability of clogging circular DNA, linear DNA and nicked DNA is blue, red and green squares.

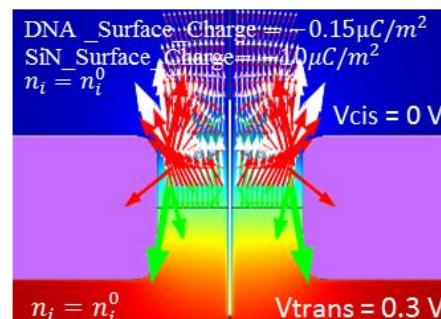


Fig. 2: Numerical calculation by finite element method.

White is velocity of electroosmotic flow. Green is velocity of electrophoresis of DNA. Red is velocity by synthesis of white and green.

[1] G. Ando, C. Hyun, J. Li, T. Mitsui., ACS Nano 6, 10090-10097 (2012).

[2] N. Laohakunakorn, S. Ghosal, O. Otto, K. Misiunas, U.F. Keyser, Nano lett. 13, 2798-2802 (2013).