

電極埋め込み型ナノポアの AC ゲート電位による DNA の挙動制御

Controlling DNA motions with an AC gate voltage applied gate embedded in Nanopore

青学大理工, [○]坂下直人、加藤佑太、石田研太郎、三井敏之

Aoyama Gakuin Univ., [○]Naoto Sakashita, Yuta Kato, Kentaro Ishida, Toshiyuki Mitsui

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

ナノポア DNA シーケンサーとは、ナノポアを有する薄膜で分割した電解質溶液間に電位差(バイアス)を与えることで DNA をナノポアに通過させ、その際のイオン電流やトンネル電流の変化を検出することで DNA の塩基配列を解読するというものである。しかし、DNA の通過速度が速すぎることから、塩基検出精度が悪く、実用化には至っていない。DNA の通過速度を遅くする方法として、ナノポアに付加したゲート電極による DNA のマニピュレーションが期待されている[3]。そこで、ゲート電極を内部に埋め込んだナノポア(FET)を構築し、そのゲート電位による DNA の挙動制御の可能性を調べた。

今回、Si₃N₄(200 nm)にゲート電極となる Au(50 nm)を蒸着、SiO₂(200 nm)をスパッタリングし、ゲート埋め込み型ナノポアを作成した(Fig.1)。DNA の挙動を直接観測するために蛍光分子をλ-DNA(長さ 16.5 μm)に付加した。更に、ゲート電位 V_{gate}として 0.2~5 Hz の AC の矩形波及びのこぎり波を選択した。DNA をナノポアの内部に進入させ、通過させるためのバイアスが存在すると micro fluidics において理論予想がされている電気浸透流が DNA の挙動に影響を与えると考えられる^[4]。そこでバイアスをなくし、FET ナノポアの AC ゲート電位による電氣的 DNA マニピュレーションを試みた。

結果は、ゲート電極に矩形波電圧を印加すると、バイアスが無いにも関わらず DNA がナノポアの内部へと進入し、矩形波電圧に同期してナノポア内部を往復する現象が観測された(Fig.2)。また、ゲート電極にのこぎり波電圧を印加すると、DNA の 2 ステップでのナノポアへの進入が観測された(Fig.3)。

本発表ではこれらの AC ゲート電位を用いた DNA の挙動制御結果について報告し、ゲート電極に AC 電圧を印加した際の電氣的に非定常な状態における DNA 挙動と、DNA のナノポアへの進入メカニズムについて考察する。

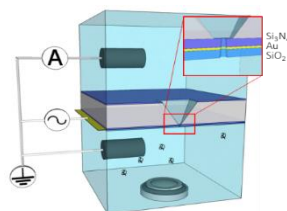


Fig.1. Schematic of experimental setup

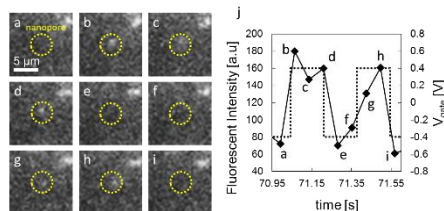


Fig.2. DNA oscillation synchronized gate voltage. (a-i)DNA motion. (j)DNA fluorescent (solid line) and gate voltage (dot line)

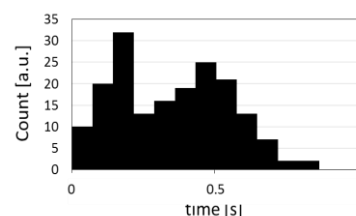


Fig. 3. Slowed translocation of DNA

- [1] Ando G., Hyun C., Li J., Mitsui T. *ACS Nano*. **6**, 10090-10097 (2012)
- [2] Hyun C., Kaur H., Rollings R., Xiao M., Li J. *ACS nano* **7**, 5892-5900 (2013)
- [3] Nam S.-W., Rooks M. J., Kim K.-B., Rossmagel S. M. *Nano Lett.* **9**, 2044-2048 (2009)
- [4] Sugimoto M., Kato Y., Ishida K., Hyun C., Li J., Mitsui T. *Nanotechnology* **26**, 65502-65512 (2015)