19p-E17-5

電気浸透流の影響下におけるナノポア付近の DNA ダイナミクス

DNA dynamics near electro-gated nanopore under the influence of electroosomotic flow

青学大理工，○加藤佑太，杉本学，石田研太郎，三井敏之

Aoyama Gakuin Univ., ○Yuta Kato, Manabu, Sugimoto, Kentaro Ishida, Toshiyuki Mitsui

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

１．はじめに

ナノポア（直径＜100nm のポア（穴））を用いた一分子解析は DNA シークエンスへの応用が期待されている。当初は DNA を一本鎖にして、DNA がポアを通過する際のイオン電流の変化から塩基配列を読み取る計画が先行したが、intrinsic なイオン電流のノイズと典型的な DNA の通過の速さから、その計画は難航している。そこで現在では、次世代のナノポアとしてポア電位制御（電極付加による FET ナノポア）の開発が進んでいる。しかしながら、ポア電位を制御しながらの DNA 解析は、イオン電流自体の変化もあり、更に理論的に予測されている電気浸透流によるイオン溶液自体の流れの影響も懸念される。そこで、我々はポアの膜表面を金でコートしたナノポアを用い、その電位の制御による DNA の直接観測を行い、電気浸透流影響かの DNA の振る舞いを調べた。 そして、更に有限要素法シミュレーションにより電気浸透流の定量的解析を行った。

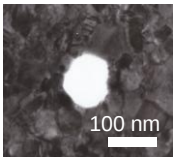

Figure 1. a TEM image of Au coated SiN nanopore.

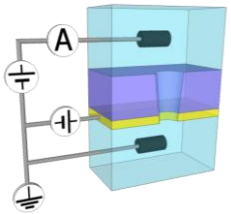

Figure 2. Schematic illustration of the experimental setup

２．実験方法

SiN (200 nm) + Au (50 nm)の膜にポアをあけ、その径は流れの影響を増強させるために 100 nm～150 nm と大きくした（図 1）。溶液は 0.02 M KCl を用い AgCl 電極により溶液の電位を固定した。そして Au の電位の外部制御（V_{gate}）を行った（図 2.）。電気浸透流は nanofluidics における研究より V_{gate} と溶液の電位 V_{sol} とで、①V_{sol} = V_{gate} 流れ無し，②V_{sol} ＞ V_{gate} 流れ有，③V_{sol}＜ V_{gate}，②と逆の流れ有，となり、これらの条件で DNA の泳動観測を行った。①，②，③と同様の条件にて電気浸透流による流れのシミュレーションを行った。

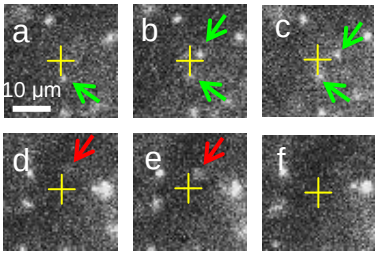

Figure 3. (a)-(c) Green arrows reveal DNA molecules moving away from a nanopore which is depicted as a yellow cross. (d)-(f) One red arrow shows a DNA molecule moving toward a nanopore.

３．結果

①では予想通り電気浸透流の影響はなく、DNA の泳動は流れなしの電場による移動[1]だけであった。②ではポアに進入する DNA（図 3abc）とポアから遠ざかる DNA（図 3def）が観測された。この結果はシミュレーションにより定性的に示された（図 4）。そして③では、非定常流が観測され、これは定常流を仮定するシミュレーションでは説明できない複雑な結果であった。シミュレーションの結果と共に観測された DNA の泳動について説明する。

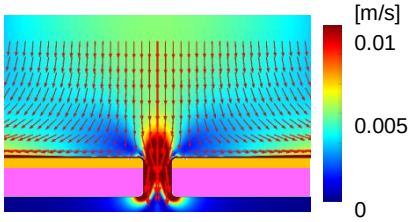

Figure 4. A simulation result of DNA motions. Red arrows indicate the direction of the motions. Color scale shows the magnitude of the DNA velocities.

1. G. Ando *et al.*, ACS Nano. 2012;6:10090.

© 2014 年　応用物理学会