16p-C6-6

ナノポアトラップ法による単一粒子の識別

Identifying analytes using a nanopore trapping method

阪大　°前田陽一，筒井真楠，土井謙太郎，川野聡恭，川合知二，谷口正輝

Osaka Univ.,　°Y. Maeda, M. Tsutsui, K. Doi, S. Kawano, T. Kawai, and M. Taniguchi

E-mail: maeda@bnf.me.es.osaka-u.ac.jp

1. 緒言

ナノポアセンサーはナノサイズの細孔（ナノポア）を通過する個々の分子，粒子の検出および動力学の解析に幅広く利用可能なツールである[(1)]．その計測メカニズムは，電解質溶液中に分散させた粒子がナノポアを通過する際に，粒子が占めるポア内部の体積分だけ電解質が排除される結果生じるイオン電流の変化を検出するというものである[(2)]．一方，ポアの直径が検出対象分子より小さい場合，電気泳動する分子はポアを通過することができず，ポアの開口部に捕捉されることになる．このときに得られる特徴的なイオン電流信号が検体の検出において有用な情報を保有している可能性が示唆されている[(3)]．そこで本研究では，ナノポアにおける単一ナノ粒子の捕捉と，粒子を捕捉した状態でのイオン電流を計測することで，ナノ粒子の識別が可能かどうかを実験的に検証した．

2. 結果と考察

窒化シリコンの基板上にナノポア（直径 d_{pore}=600 nm，深さ t=50 nm）を形成し，その上下にリザーバー構造を有する PDMS ブロックを接着することでデバイスを作製した．ポアの上側のリザーバーに TE バッファーと COOH で修飾されたポリスチレン粒子（直径 d_{pst}=780 nm）の分散溶液，下側のリザーバーに TE バッファーを導入し，上下のリザーバーに電流計測用の電極を挿入した(図 1)．下側の電極に正の電圧を印加するとイオン電流 I_{ion} が急激にドロップする現象を確認した(図 2)．これは負に帯電したポリスチレン粒子がポアにトラップされたことを示している．粒子トラップ時に遮断されるイオン電流 I_{block} は粒子とポアの間のギャップスペースの大きさ，すなわち粒子の位置に依存する．粒子には電気泳動力と，ナノポア壁面および粒子表面の電気浸透流による力が働き，この二つの力が釣り合う位置が粒子の位置になる．この原理を利用して，異なる表面電荷密度を持つ粒子の識別を試みた．同じ粒子径(d_{pst}=500 nm)で異なる官能基(COOH と NH_2)で修飾した粒子をナノポア(d_{pore}=400 nm，t=50 nm)にトラップし電流計測を行った．イオン電流の計測結果より，粒子トラップ時に遮断されるイオン電流 I_{block} は Pst-COOH に比べて Pst-NH_2 では小さく，粒子トラップ時に遮断されるイオン電流 I_{block} の値の違いから，粒子の識別が可能であることが示唆された．

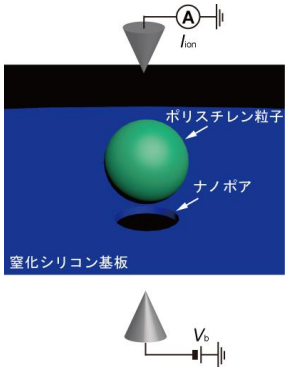

図 1. ナノポアセンサーの模式図.

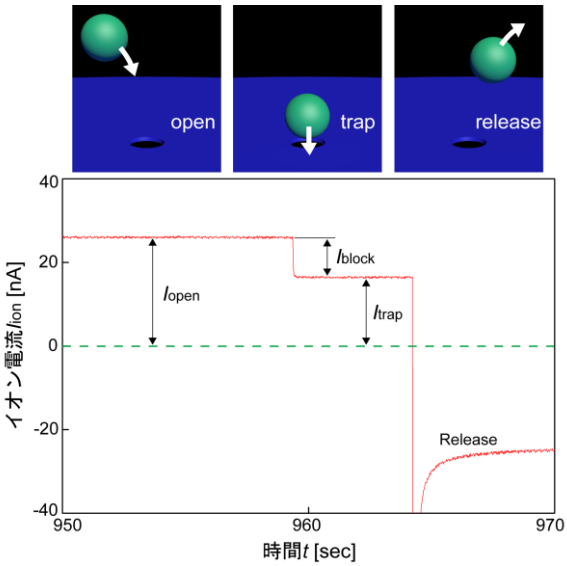

図 2. ナノポアを用いた単一ポリスチレンナノ粒子の捕捉.

3. 結言

電気的に単一ナノ粒子をトラップ制御する手法を開発した．粒子の位置は電気泳動力と電気浸透流による力の釣り合いにより決まり，粒子トラップ時に粒子とポアの間を通るイオン電流を計測することで粒子の表面電荷密度などの情報が得られる可能性が示唆された．

参考文献

(1)Dekker, C. Nat. Nanotechnol. 2007, 2, 209.

(2)Wanunu, M. Phys. Life Rev. 2012, 9, 125-158.

(3)Tsutsui, M. et al. ACS Nano 2012, 6, 3499-3505.

© 2013 年　応用物理学会