

ナノポアおよび電場を利用した水溶液中のナノ粒子操作

Manipulation of Nanoparticles in Water Using Nanopore and Electric Field

○星野 隆行, 満渕 邦彦(東大 院情理)

○Takayuki Hoshino, Kunihiro Mabuchi (UTokyo)

E-mail: takayuki_hoshino@ipc.i.u-tokyo.ac.jp

溶液中の分子間には静電ポテンシャル（斥力）が働くが周囲イオンに中和されるので、ファン・デル・ワールス力（引力）が支配的な距離まで接近し分子同士の凝集が生じる。このとき、SiN 膜（誘電体）に電子線を照射し集中電荷をもつバーチャル電極を形成し、溶質に生じているクーロンポテンシャルを時空間的に操作し、分子固有の分子間相互作用に新たな呈示ポテンシャルを生成させる。このような分子凝集を操作する原理をもとに、分子間や SiN との固液界面近傍（数 nm〜数 μm ）に電気浸透流やクーロン力を生じさせ、その時々刻々のナノ粒子の運動を蛍光標識によるイメージングから計測することを研究の目的としている。そこで本研究では、倒立型電子線描画装置（I-EBL, Inverted-electron Beam Lithography）[1] を用いて厚さ 100nm の SiN 膜越しに水溶液中のナノ粒子（直径 240nm 蛍光ビーズ）の操作を行い上記仮説の可能性を検討した。実験装置には、フィールド・エミッション型の電子光学系が倒立に設置された装置とこれに対向した蛍光顕微鏡が設置されており、真空側と大気圧側を厚さ 100nm の SiN 膜がシールドしている構造となっている。このため加速電圧が 2.5keV 以下の入射電子は SiN 膜中に停止・帯電することになる。SiN 膜上にはナノ粒子を懸濁した純水を入れ下方から電子線を照射し、上方よりその運動を観察した。

先に電子線のアブレーション効果を用いて SiN 膜にナノポアを形成し、極微小流量の水溶液を真空側にリークさせることによりナノポア近傍のナノ粒子を集合・凝集させることを可能にした。[2] このナノポアへ向かうナノ粒子の向心運動と、入射電子によるバーチャル電極から受けるクーロン力によって生じるナノ粒子の反発運動のバランスを適切に操作することで、ナノ粒子の側方移動を操作することに成功した。講演ではナノポアを 1 次元などのアレイ状に配置し、順次電場を形成させたときのナノ粒子の側方搬送などの現象を紹介する。

[1] T. Hoshino and K. Mabuchi, “Closed-looped in situ nano processing on a culturing cell using an inverted electron beam lithography system,” Bio-chemical and Biophysical Research Communications, vol. 432, no. 2, pp. 345–349, 2013.

[2] Takayuki Hoshino¹ and Kunihiro Mabuchi, “ELECTRON BEAM SWITCHED TRAPPING AND RELEASE OF NANOPARTICLES ON NANOPORE ARRAY,” the 28th IEEE International conference on Micro Electrical Mechanical systems (MEMS2015), 18-22 January 2015.