

ナノポアを用いた溶液中ナノ材料立体構造解析

A Structural Characterization for Nanomaterials in Solution using a Nanopore

阪大産研 ○龍崎奏, 筒井真楠, He Yuhui, 横田一道, 大城敬人, 古橋匡幸,
谷口正輝, 川合知二

ISIR Osaka Univ., °Sou Ryuzaki, Makusu Tsutsui, He Yuhui, Kazumichi Yokota, Takahito Ohshiro,
Masayuki Furuhashi, Masateru Taniguchi, and Tomoji Kawai

E-mail: ryuzaki@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】ナノポアを用いた 1 分子・1 細胞解析技術は、超微量・超高速な分析を行う革新技術として注目を集めており、世界中で厳しい研究開発競争が展開されている。ナノポアデバイスは、電解質溶液中で満たされたナノポアの上下に、「イオン電流計測」兼「電気泳動用」の電極対が設けられている。ナノポア内に検出物質が無ければ、ナノポアを介して電極間にイオン電流が流れる。一方、検出物質がナノポア内に入ると、イオン電流の一部が検出物質によって遮断されるため、電極間のイオン電流が減少する。この減少量が、ナノポア内の検出物質の体積を反映しているため、検出物質に対して十分に薄い低アスペクト（ポア厚さ/ポア直径）ナノポアを用いることで、ナノポアを通過した物質の連続的な断面積をイオン電流変化から求めることができ、通過物質の 3 次元構造解析が可能であると予想される。水溶液中での立体構造解析法は、生体物質や生体分子の機能（働き）を明らかにする観点から極めて重要な解析法である。本研究では、TE バッファー溶液に分散させた直径 780–900 nm の 1 量体及び 2 量体ポリスチレン（Pst）粒子と、200 × 1000 nm の金ナノロッドの構造を本解析法により評価した。

【実験方法】電子線描画法により、厚さ 30 nm の Si_3Ni_4 メンブレンに直径 320–1000 nm のナノポアを作製し、流路がパターンニングされた PDMS でメンブレンを封止した。ナノポアの上下間には、100–500 mV の電気泳動電圧を加え、Pst 粒子や金ナノロッドがナノポアを通過した際に生じるイオン電流変化を計測した。

【結果】Pst 粒子のナノポア通過に伴うイオン電流変化は、ピーク状のイオン電流変化を示し、ロッドの場合は台形状の変化を示した。また、流体力学と電磁気学を組み合わせたマルチフィジックスシミュレーションによって各構造を定量的に評価した結果、いずれも SEM 像とよい一致を示した。特に、2 量体 Pst 粒子の場合は、粒子同士の接合部の複雑な構造をナノスケールで評価することができ（図 1）、本実験により、イオン電流変化からナノポア通過物質の立体構造を定量的に評価できることが明らかになった。

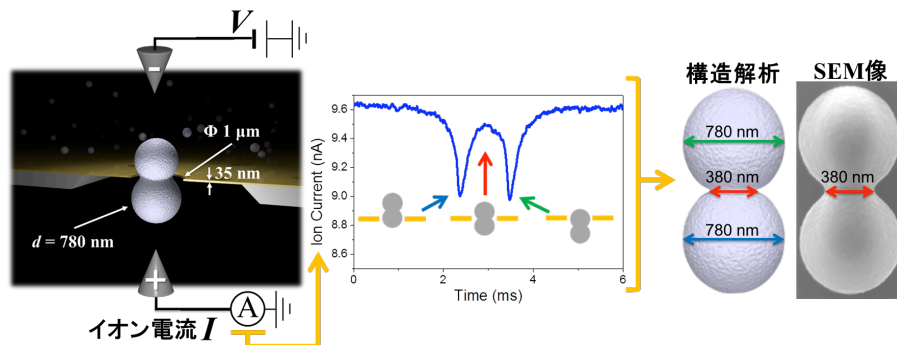


図 1. 直径 780 nm の 2 量体 Pst 粒子の構造解析