

半導体ナノ構造に立脚したノンプラズモニック光ピンセット：水溶液中の蛍光ラベル化鎖状高分子の捕捉

Optical trapping of thermoresponsive polymers by using non-plasmonic optical tweezers with a nanostructured Semiconductor substrate

阪市大院理¹, スウィンバン工大² ○永井達也¹, 後健太¹, 上ノ坊友紀¹, 東海林竜也¹, Saulius Juodkazis², 坪井泰之¹

Osaka City Univ.¹, Swinburne Univ. Tech.² ○Tatsuya Nagai¹, Kenta Ushiro¹, Yuki Uenobo¹, Tatsuya Shoji¹, Saulius Juodkazis², Yasuyuki Tsuboi¹

E-mail: twoboys@sci.osaka-cu.ac.jp

2017 年に我々が開発したシリコンナノ構造体による増強電場を利用する NASSCA (Nano-Structured Semi-Conductor-Assisted) 光ピンセット¹⁾ は局所加熱による妨害のない新奇な光捕捉法である。我々はこの手法を用いて、生体分子 (DNA やタンパク質)、反応性分子、触媒微粒子、量子ドットなどのナノ物質を自在に操り、新しい物質科学の開拓を目指している。この NASSCA 光ピンセットの概略を Fig. 1 にイラストとした。

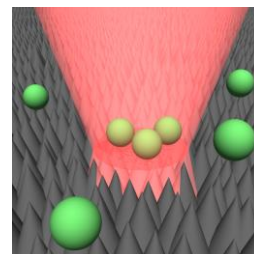


Fig. 1 Illustration of NASSCA Optical Tweezer

現在まで本手法により、水中に分散した球形のポリマー微粒子 (直径 100 nm ~ 1000 nm) の安定な捕捉に成功している。より小さなナノ物質を目指し、本研究では水中に均一に溶解した鎖状高分子の捕捉を試みた。直鎖型アクリルアミド系高分子 (poly(N-isopropylacrylamide), 分子量 30 万) を蛍光性色素で修飾し、近赤外光 ($\lambda=808$ nm) を用いた NASSCA 光ピンセットによる高分子の捕捉挙動を顕微蛍光追跡し、解析した。シリコンウェハをプラズマドライエッチングし、ナノ構造を表面に付与したブラックシリコンを NASSCA 基板とした。

Fig. 2(b) に NASSCA 光捕捉の蛍光顕微鏡像を示す。光強度 200 kW cm^{-2} のレーザー光を照射すると 3 秒以内に高分子に修飾した色素分子固有の蛍光から、リングパターンが形成されていく様子が観察できた。さらに照射を続けるとリング内部に高分子が次々と捕捉され、10 秒後には均一なマイクロディスクが形成された。照射をやめるとマイクロディスクは瞬時に散逸した。一連の捕捉挙動は熱発生を伴わない NASSCA 光ピンセットでは極めて興味深い現象である。今後、捕捉された高分子の構造変化を、顕微蛍光分光法ならびにラマン分光法により明らかにする。

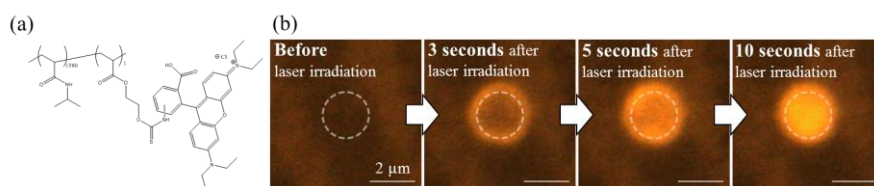


Fig. 2 (a) A chemical structure of trapping target, (b) NASSCA optical trapping of thermoresponsive polymer, showed by

Fluorescence microscope.

1) T. Shoji, Y. Tsuboi, *et al.*, *Sci. Rep.*, 7 (2017), 12298.