

ブラックシリコン光ピンセットによる鎖状高分子の光捕捉と蛍光色変調

Tunable Fluorescence Color from Chains Polymer Trapped

by Optical Tweezers Using Black Silicon

阪公大院理¹, 神奈川大理² ○(M2)草野 葉月¹, 高尾 亮太¹, 柚山 健一¹,

東海林 竜也², 坪井 泰之¹

Osaka Metropolitan Univ.¹, Kanagawa Univ.², ○Hazuki Kusano¹, Ryota Takao¹,

Ken-ichi Yuyama¹, Tatsuya Shoji², Yasuyuki Tsuboi¹

E-mail: twoboys@omu.ac.jp

光ピンセットの捕捉力（光圧）は、捕捉対象物の分極率に大きく依存するため、小さなナノ粒子の捕捉は容易ではない。我々はナノ粒子の効率的な光捕捉を目指し、ナノスパイク構造を有するブラックシリコン(Black-Si)を利用した NASSCA(Nano-Structured Semi-Conductor Assisted)光ピンセットを開発した[1]。Black-Si 表面に形成されたナノスパイクは、入射レーザー光に対してミー共鳴や多重光散乱を引き起こし、ナノ構造近傍に強い光圧が発生する。この光圧により、ナノ物体を効率的に捕捉することができる。本研究では、NASSCA 光ピンセットを用いて鎖状高分子の光捕捉を実現した。捕捉試料として、ペリレン修飾した poly(N, N-dimethylacrylamide)(Pe-PDMA)とアントラセン修飾した poly(N-isopropylacrylamide)(A-PNIPAM)を合成した。近赤外線(NIR)レーザー光 ($\lambda=1064$ nm) を black-Si に照射し光捕捉を行った。ペリレンとアントラセンの蛍光励起光源として紫外レーザーを用いた。そして高分子の捕捉挙動を蛍光顕微分光法により追跡した。Fig.1 に NASSCA 光捕捉の蛍光顕微鏡像を示す。Pe-PDMA に光強度 300 mW のレーザー光を照射するとまず青色の凝集体が観察された。さらに照射を続けると凝集体の蛍光が緑色、そして黄色に変化した(Fig.1(a))[2]。A-PNIPAM においても、pe-PDMA の場合と同様に、初期段階では青色の蛍光が観察された。さらにレーザーを照射すると、光捕捉された A-PNIPAM からの蛍光は時間とともに緑色に変化した(Fig.1(b))。これらの蛍光色変化は、捕捉ポテンシャル内の蛍光分子の濃度変化で説明できる。すなわち、時間と共に濃度が上昇し、モノマー蛍光に加えてエキシマー形成の寄与が大きくなり、蛍光色が変化する。

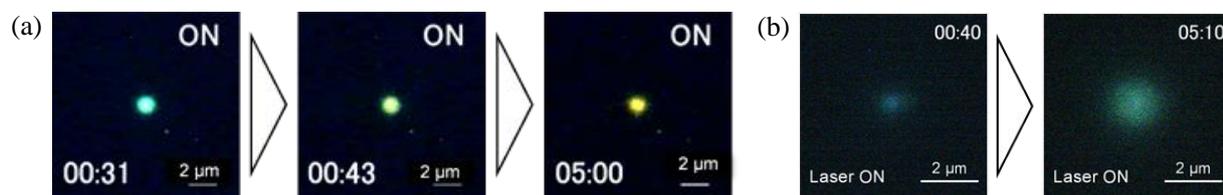


Figure 1. Fluorescence images during optical trapping for (a) pe-PDMA and (b) a-PNIPAM

[1] Shoji, T. et al. and Y. Tsuboi, Optical tweezing and binding at high irradiation powers on black-Si. Sci. Rep. 2017, 7, 12298

[2] Takao, R. et al. and Tsuboi, Y. Fluorescence colour control in Perylene-Labeled Polymer Chains Trapped by Nanotextured Silicon, Angew, chem. Int. Ed. . 2022, 61, e202117227