ナノ光ファイバ近傍のエバネッセント場を用いたサブマイクロ-リポソームの光操作

Optical manipulation of sub-micron Liposomes in the evanescent field of an optical nanofiber.

東北大通研 [1]，東京理科大 [2]，○吉野 峻晶 [1]，山浦大地 [1]，小宮麻希 [1]，菅原大和 [1]，
三森康義 [1]，平野愛弓 [1]，枝松圭一 [1]，Mark Sadgrove[2]
Tohoku Univ., RIEC. [1], Tokyo Univ. of science. [2], ○T. Yoshino[1], D. Yamaura[1],
M. Komiya[1], M. Sugawara[1], Y. Mitsumori[1], A. Hirano-Iwata[1], K. Edamatsu[1], and M. Sadgrove[2]
E-mail: yoshino@quantum.riec.tohoku.ac.jp

近年の生体科学の進歩に伴い、細胞から放出されるナノサイズ(50~1000 nm)の小胞が細胞間の情報伝達や、ガン転移などに関わっていることが明らかになった。そのような小胞の操作技術として光ピンセットがあげられるが、数 W 程度の強い光が必要となり応用上の課題となっていた[1,2]。主な原因は、小胞の大きさに分極率が依存するためナノスケールでは光との相互作用が極めて弱くなり、レンズによってレーザ光を集光する光ピンセットでは十分な光圧を生み出すことが困難なためである。この課題を克服するため、我々はナノ光ファイバ(図 1)を用いた光操作技術を考案した。ナノ光ファイバは、通常の光ファイバの一部を熱して溶融し、その直径が光波長の半分程度(~ 400 nm)になるまで引き延ばしたものである。ナノ光ファイバではコア部から強い漏れ出し光(エバネッセント場)が生じる。この光を用いることでファイバに沿った微小物質の操作が可能になり、更に光ファイバを通じて回折限界程度への光の収束をほぼ損失なく行うことができるために、操作に必要なパワーが格段に小さく済むと期待される。

本実験では、小胞のモデルとして広く用いられるリポソームを粒径 400 nm のフィルターにかけ実験を行った。ナノ光ファイバをリポソーム溶液中に導入し、レーザ光(波長 780 nm)を導波させた(図 2)。その結果、図 3 に示すようにサブマイクロ-リポソームのファイバに沿った操作が実現し、24 mW という従来の報告を大きく下回る光強度での操作に成功した。講演では実際の粒子の移動を動画で紹介しつつ、近年発表された他の操作手段[3-5]との比較検討を行い応用上の課題についても議論を行う。

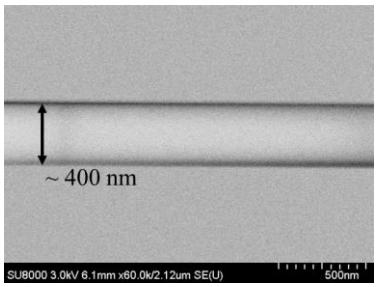

図 1.ナノ光ファイバの SEM 画像

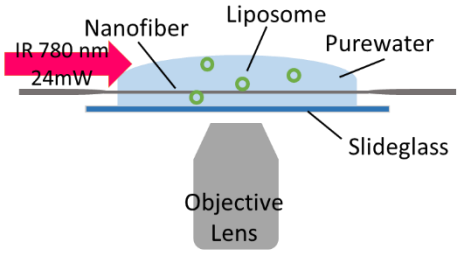

図 2. 実験系の概要

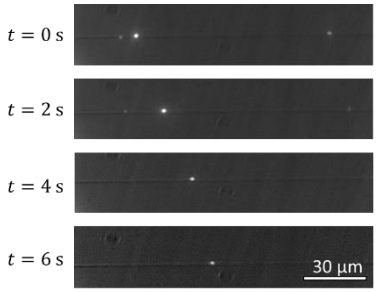

図 3. ファイバ上を移動するリポソーム

[1] Paul M. Bendix and Lene B. Oddershede, Nano Lett. *11*, 5431-5437 (2011)
[2] Simone Kulin *et al.*, Langmuir *19*, 8206-8210 (2003)
[3] Mai Kudou *et al.*, ACS Omega *3*, 2527-2531 (2018)
[4] Eric H. Hill *et al.*, Langmuir *34*, 13252-13262 (2018)
[5] Derek Craig *et al.*, ACS Photonics *2*, 1403-1409 (2015)

© 2019年 応用物理学会