

半導体ナノ構造に基づく高性能光ピンセット ーレーザーナノプロセスに期待することー

Novel Optical Tweezers using Optical Forces Enhanced by Nanostructures of Solids

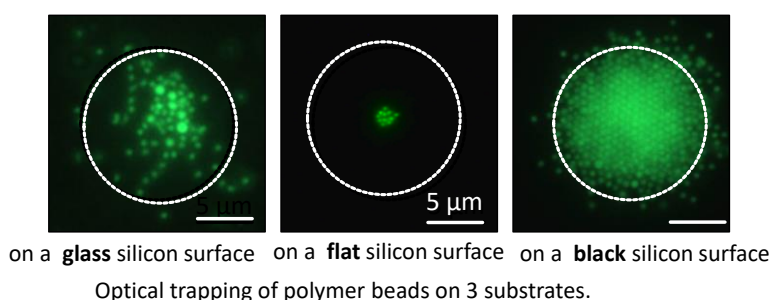
大阪市大院理 坪井 泰之

Osaka City Univ., Yasuyuki Tsuboi

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

固体ナノ結晶、量子ドット、巨大分子、DNA、分子集合体といったナノ物質を自在に空間操作できる光マニピュレーション法の開発を目的に、私たちは研究を展開している。一連の研究において、ノンプラズモニックな固体ナノ構造を利用した新型光ピンセットを開発したので紹介する。そして、レーザープロセスに切に期待することも述べる。私たちは、貴金属のような著しいプラズモン増強効果が期待できないシリコン結晶でも、その表面にナノ構造を付与すれば、光圧を増強し、光ピンセットの捕捉力をアシストすることを明らかにしてきた。また、このようなナノ構造は、捕捉挙動を劇的に変革できることも明らかにした[1]。

そのような例を以下に示す。試料は水に分散した蛍光性ポリスチレンビーズ（直径 500 nm）であり、捕捉用光源には波長 808 nm の cw レーザーを用いた。この波長なら、熱攪乱の影響を極力抑えこめる。バルク水中では捕捉出来ないような光強度で、カバーガラス上、平滑シリコン結晶上、ナノ構造シリコン結晶上での捕捉挙動を比較した。その結果を以下に示す。図中の点線白丸が照射領域を示している。カバーガラス上では、照射領域全体に渡って数 10 ヶの多数のビーズのランダムな捕捉挙動が観測された（左パネル）。ところが平滑シリコン上では、照射領域の中心付近でのみ、少数のビーズが捕捉されたのみであった（中パネル）。これに対し、ナノ構造ブラックシリコン上では数百ヶ以上のおびただしい数の粒子が規則正しく二次元にパッキングされて捕捉され、フォトニッククリスタルが形成されているのがわかる。



ブラックシリコンはランダムナノ構造なので、捕捉の制御にはどのようなナノ構造が良いか、まだよくわかっていない。ここで期待するのがレーザーナノプロセスなのだ。このようなノンプラズモニックな固体ナノ構造光ピンセットの性能、特徴、駆動機構を解説する。

- [1] S. Komoto et al., and Y. Tsuboi, *ACS Applied Nano Materials* 2020, 3 (10), 9831-9841.