

光輻射力で創る化学反応場

Chemical reaction fields produced by using radiation pressure

阪大院基礎工¹, 北大電子研², 阪大工³, 台湾交通大⁴○伊都 将司¹, 山内 宏昭¹, 宮坂 博¹, 田中 嘉人², 吉川 裕之³, 増原 宏⁴Osaka Univ.^{1,3}, Hokkaido Univ.², NCTU⁴°Syoji Ito¹, Hiroaki Yamauchi¹, Hiroshi Miyasaka¹ Yoshito Tanaka²,Hiroyuki Yoshikawa², Hiroshi Masuhara²

E-mail: sito@chem.es.osaka-u.ac.jp

光-物質間の力学的な相互作用、所謂光輻射力により、極低温高真空下では原子系の冷却や輸送等が、また室温溶液中においては、nm~ μm サイズ領域にある種々の物質、例えば分子クラスター、高分子鎖、ゲル、ミセル、ナノ粒子、ナノ結晶、微粒子、液滴、生細胞等のマニピュレーションが可能である。この光マニピュレーション技術は、ナノファブリケーション、単一モーター蛋白の運動解析、単一粒子分光分析、粒子間相互作用解析、微小力学計測などに利用され、物理、化学、生物学、精密工学等の諸分野で広く用いられている。

近年、我々は光輻射力を、化学反応をコントロールするためのミクロな反応場の形成に用いることを提案し、光重合反応や光還元反応に応用しその効果を実証してきた[1,2]。また分子系やナノ粒子系に作用する輻射力を実験的に評価する手法の開発も同時に行っている[3,4]。例えば溶液中の光重合反応を対象とした実験系で、光輻射力の力学ポテンシャル中で UV 光照射により光重合反応を誘起すると、反応に寄与しない低分子量のモノマーにはポテンシャルはほとんど作用せず、重合に伴いある程度分子量 ($\propto$ 分極率) の増加した高分子鎖に輻射力が選択的に作用し、それらの力学ポテンシャルからの散逸が抑制される。分子量の増加した高分子鎖であるほど効率よく捕捉され、高濃度にポテンシャル中に残り連鎖成長が起こるため局所的に重合反応の効率が向上する。その結果の一例を図 1 に示す[1]。また、UV 光による水溶液中の貴金属（銀）イオンの光還元とそれによる銀粒子の析出を対象とした実験系では、図 2 に示すように、UV 光のみで固体表面上に析出させた場合に比べ、より微小な領域に均一な銀細線が高効率に形成されていることが確認されている[2]。

これらの例が示すように、光輻射力を用いた新たな反応場が、特に反応の進行と共に分子量（質量）の増加する光化学反応系の局所的な反応性向上と微小空間への反応の閉じ込めに有効であることが示された。講演では、詳細な実験結果を示すと共に、上記現象のメカニズムも含め議論する。

【参考文献】

- [1] S. Ito, et al., J. Am. Chem. Soc. **133**, 14472 (2011).
- [2] H. Yamauchi et al., submitted.
- [3] S. Ito, et al., J. Phys. Chem. B, **111**, 2365 (2007).
- [4] S. Ito, et al., Phys. Rev. E, **81**, 061402 (2010).

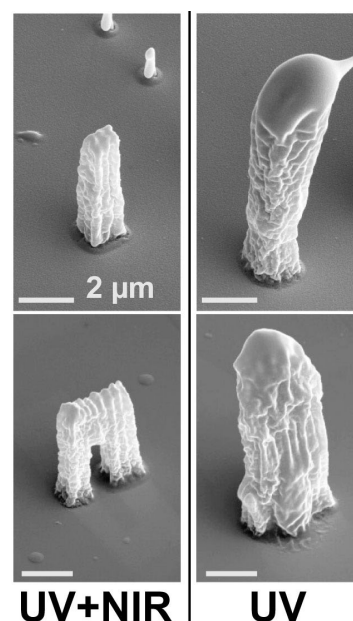


図 1 光輻射力ポテンシャル中で誘起した光重合反応を用いて造形したマイクロ構造（左）と UV 光のみで造形したマイクロ構造（右）。

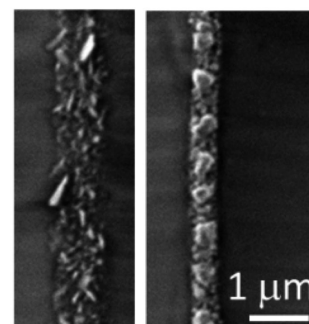


図 2 光輻射力ポテンシャル中で誘起した光還元反応を用いて形成した銀のマイクロワイヤ（左）と UV 光のみで形成した銀のマイクロワイヤ（右）。