

レーザーリフトオフ法による金属ナノ粒子の作製と評価

Fabrication and Evaluation of Metal Nano-particles by Laser Lift-off Method

産総研関西センター¹ ○村井 健介¹, ヘック クライレ¹, 望月 昭一¹, 橋田 晃宜¹

AIST Kansai¹, Kensuke MURAI¹, Claire HECK¹, Shoichi MOCHIZUKI¹, Mitsunori KITTA¹

E-mail: k.murai@aist.go.jp

1. はじめに

光触媒の分野では、一般的な酸化チタン (TiO₂) に金属微粒子を担持することにより、より優れた光触媒活性を示すことが報告されている。このとき金属微粒子の役割は粒子サイズに依存し、光触媒の活性点としての役割、あるいはプラズモン現象による光アンテナ機能による増強効果があることが報告されている [1]。ここで、プラズモン現象[2]とは、表面プラズモン共鳴 (SPR; Surface Plasmon Resonance) や局在表面プラズモン共鳴 (LSPR; Localized Surface Plasmon Resonance) を指す。SPR は金属の自由電子が表面近傍で光と相互作用して起こる特異な吸収である。SPR の共鳴条件は、角度や波長に敏感であり、強い光吸収を有するが利用が困難である。一方で、金属をナノ粒子化すると微粒子特有の LSPR が起こり、LSPR の吸収は SPR より角度に敏感でないために利用しやすく、光アンテナ機能を利用した太陽電池や光触媒の高効率化に向けて、様々な研究開発が実施されているところである。

このような金属ナノ粒子は主として化学的手法によって作製されてきた。例えば、プラズモン現象を起こす金属材料 (金、銀など) のナノ粒子の作製も液中プロセスとしての光析出法や液中レーザーアブレーション法[3]による作製法が報告されている。最近では、プラズマ技術やレーザー技術を利用して作製する方法も研究開発されている。本発表では、高性能光触媒に向けた金属ナノ粒子の簡便で低コスト製造法を目指して、レーザーリフトオフ法[4]による金属ナノ粒子の作製と評価について報告する。

2. レーザーリフトオフ技術による金属ナノ粒子の作製

レーザーリフトオフ (LLO; Laser Lift-off) 技術は、LED の製造プロセスにも取り入れられ、高度なデバイス製造に重要な技術となっている。本研究におけるレーザーリフトオフ法は、真空プロセスと液中プロセスを組合せた方法である。まず、真空プロセスで金属薄膜を作製する。成膜の初期過程では島状膜が形成され、島状膜が繋がり連続膜へと移行する。この島状膜にパルスレーザーを照射して液中に剥離することで、金属微粒子分散液を得ることができる。レーザーリフトオフ法によって生成した金属ナノ粒子は、成膜された半球状の島状膜から球状の粒子となっていた。これは、レーザー照射時にプラズモン吸収によって融点以上に加熱されていたことを示唆している。

3. まとめ

レーザーリフトオフ法によって金属ナノ粒子が作製できることを報告した。また、この方法を発展させて、コアシェル構造の金属ナノ粒子も作製できている。さらに、作製した金属ナノ粒子を担持した酸化チタンの光触媒効果についても評価した。本発表で示した金属ナノ粒子の作製方法は、従来の化学的析出法と比較して、高価な薬品を利用しない、LSPR を発現する数 10nm の金属ナノ粒子が簡便に得られるメリットがあり、高価な貴金属のナノ粒子作製のコスト低減に貢献するものである。

参考文献

- 1) 田中, 古南, 触媒, 57 (2015) 51.
- 2) 岡本, 梶川: プラズモニクス—基礎と応用 (講談社サイエンティフィク, 東京, 2010) .
- 3) T. Sasaki, Y. Yoshiki, N. Koshizaki, J. Photochem. Photobio. A 182 (2006) 335.
- 4) R. Delmdahl, R. Pätzelt, J. Brune, Physics Procedia 41 (2013) 241.