

ハロゲンランプ照射下の銀ナノ粒子におけるプラズモン共鳴のスペクトル変化

Spectral change of plasmon resonances in a silver nanoparticle
under halogen lamp white light illumination阪大院工¹, フォトニクスセ² ○池田 裕喜¹, 宮田 将司¹, 高原 淳一^{1,2}¹Graduate School of Eng., Osaka Univ., ²Photonics Advanced Research Center, Osaka Univ.

E-mail: ikeda@ap.eng.osaka-u.ac.jp

プラズモン共鳴を有する金属ナノ粒子は、ナノ領域で強い局所電場を発生させることができ、多くの分野で応用されている。特に銀ナノ粒子は可視光帯において優れた共鳴特性を有するため、プラズモニック材料としてよく用いられる。しかし、多くの研究において、銀の周囲環境に対する高い反応性が考慮されていない。実際に、銀ナノ粒子は常温空气中に放置すると、硫化反応により共鳴のシフトと減衰が数日で生じる¹。これらの化学反応は、多くの熱が生じるプラズモン共鳴時により顕著になることが予測できる。

今回我々は、銀薄膜と結合した銀ナノ粒子にハロゲンランプからの白色光を照射し、各照射時間におけるナノ粒子の散乱スペクトルを測定した。その結果、白色光を照射したナノ粒子のみ共鳴スペクトルの変化が観測された。以上の結果は、光照射により銀ナノ粒子の形状または組成に変化が生じた可能性を示している。

Figure 1 に今回の実験の概要を示す。膜厚 10 nm の誘電体がコートされた銀薄膜に直径 60 nm の銀ナノ粒子を散布した。この構造には、金属間ギャップに非常に強いプラズモン共鳴が生じることがよく知られている²。作製した試料にハロゲンランプ (50W) からの白色光を対物レンズ (100x, NA = 0.9) により集光して照射した。各照射時間における同一銀ナノ粒子のプラズモン共鳴特性を散乱顕微分光により測定した。

Figure 2a に各照射時間における銀ナノ粒子の散乱像を示す。照射時間の増加に伴って、散乱光の色が青色から緑色へと変化し、さらなる光照射により再び青色へ変化していることがわかる。Figure 2b に各照射時間における銀ナノ粒子の散乱スペクトルを示す。照射時間の増加に伴うピーク波長のレッドシフトとピーク強度の減衰が観測された。このスペクトル変化は光照射

を行った銀ナノ粒子のみに観測された。オーグ電子分光法による元素分析を行なった結果、光照射後の銀ナノ粒子のみ硫黄成分の存在が明らかになった。以上の結果は、光照射が銀ナノ粒子を急激に硫化させたことにより共鳴スペクトルが変化したことを示唆している。

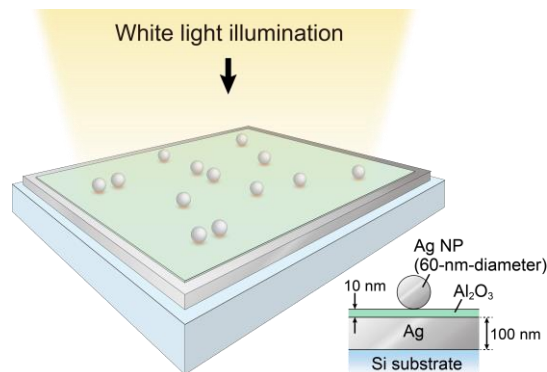


Figure 1. Schematic of silver nanoparticles (NPs) on a dielectric-coated silver film under light illumination.

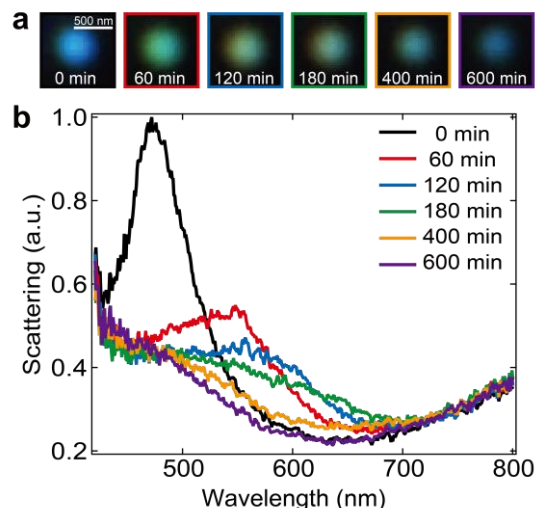


Figure 2. (a) Dark-field images of a silver NP after different illumination times. (b) Scattering spectrum of the NP at each illumination time.

References

- [1] M. D. McMahon *et al.*, Appl. Phys. B **80**, 915 (2005).
- [2] C. Ciraci *et al.*, Science **337**, 1072 (2012).