

金ナノキャップ構造による希土類ドーパップコンバージョンナノ粒子の発光増強

Upconversion Enhancement of Rare-earth doped Nanoparticles with Au Nanocap

神戸大工 ○雛本樹生、山本薫、高階寛之、今北健二、藤井稔

Kobe Univ. ○Tatsuki Hinamoto, Kaoru Yamamoto, Hiroyuki Takashina, Kenji Imakita, Minoru Fujii

Email:fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

近赤外光を可視光に波長変換する希土類ドーパップコンバージョン (UC) ナノ粒子は、太陽電池の波長変換層形成や蛍光バイオイメージングへの応用が期待されている。近年、より高効率の UC を実現する事を目的に、UC ナノ粒子と様々な形状の金属ナノ構造からなる複合 UC ナノ粒子が提案されている。我々のグループでは、これまでに UC ナノ粒子と金属ナノシェル[1]及び金属ナノキャップ[2]からなる複合 UC ナノ粒子を開発してきた。特に、金属ナノキャップ構造において、平均で約 48 倍の UC 増強を実現した[2]。本研究では、ナノキャップの被覆率を制御することにより表面プラズモン共鳴波長を励起波長にチューニングし、より強い UC 増強を実現することを目的とする。

本研究では、UC ナノ粒子として Er^{3+} と Yb^{3+} を同時ドーピングした Y_2O_3 ナノ粒子を用いた。基板上に配置した UC ナノ粒子に Au を蒸着した後、Polydimethylsiloxane (PDMS) を圧接して剥離することで、Au ナノキャップを有する UC ナノ粒子を得た。Au ナノキャップの被覆率は、Au 蒸着の角度により制御した。具体的には、基板に垂直な軸から $\pm \theta$ 傾けて 2 度蒸着を行った。 θ は 0° から 30° の範囲で変化させた。図 1 に複合 UC ナノ粒子の模式図を示す。図 2 に $\theta = 0^\circ$ 及び 30° の粒子の TEM 像を示す。図の点線内が Au ナノキャップである。斜め蒸着によりナノキャップの被覆率が増加していることがわかる。図 3 に被覆率が異なる複合 UC ナノ粒子 (単一粒子) の散乱スペクトルを示す。被覆率が増加するとともに、共鳴波長が 720 nm から 940 nm までシフトする。講演では Au ナノキャップの形状と散乱スペクトル及び UC スペクトルの関係について議論する。

[1]T. Nakano et al., J. Phys. Chem. C, 117 1113(2013).

[2] K. Yamamoto et al., J. Phys. Chem. C, 119 1175(2015).

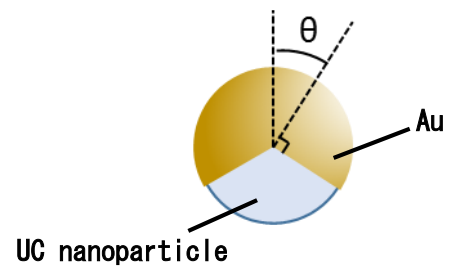


Figure 1. The scheme of UC nanoparticle with Au nanocap.

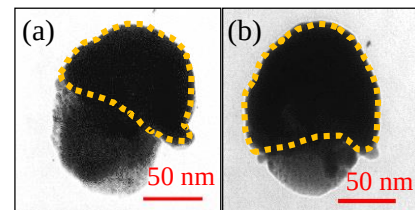


Figure 2. TEM images of UC nanoparticles with Au nanocaps, (a) $\theta = 0^\circ$ and (b) $\theta = 30^\circ$.

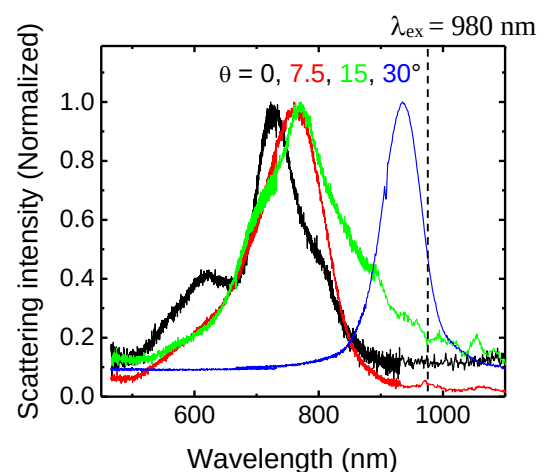


Figure 3. Normalized scattering spectra of single UC nanoparticles with Au nanocaps. θ is changed from 0° to 30° .