シリコン量子ドット supraparticle の開発 Development of Supraparticles Composed of Silicon Quantum Dots 神戸大院エ¹, O藤井 陸¹, 高田 三穂¹, 杉本 泰¹, 藤井 稔¹

Kobe Univ. °Riku Fujii, Miho Takada, Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii E-mail: <u>fujii@eedept.kobe-u.ac.jp</u>

シリコン量子ドットは、サイズによる発光波長制御が可能な高生体親和性ナノ蛍光体であり、 バイオフォトニクス分野の新たな蛍光材料として期待されている。我々のグループでは、シリコ ン量子ドット表面にホウ素とリンを高濃度にドーピングしたアモルファス層を形成することに より、水やアルコール等の極性溶媒中で高い分散性を示すシリコン量子ドットを開発した[1]。図 1(a)にシリコン量子ドット(平均粒径4nm)のTEM像を示す。量子ドットの凝集体は見られず、 量子ドットは溶液中に完全に分散していることがわかる。このシリコン量子ドットは、量子ドッ トコアにもホウ素とリンがドーピングされており、ドナー-アクセプタ準位間の遷移に伴う近赤 外発光を示す。

本研究では、ホウ素、リン同時ドープシリコン量子ドットの高次構造形成技術を開発し、その 新たな応用分野を探索する。今回は、最もシンプルな高次構造として、量子ドットが球状に凝集 した粒子 (supraparticle) を制御して形成する技術を開発した。直径数 10 ~ 100 nm 程度の supraparticle は、蛍光バイオイメージングへの応用が期待できる。また、直径が数 µm 程度の supraparticle では、量子ドットの発光と supraparticle の光学モードの結合により、発光スペクトル の狭線幅化が期待できる。

supraparticle の形成には、量子ドット溶液に貧溶媒を加えることにより生じる、疎溶媒性相互 作用によって量子ドットを球状に凝集させる方法を用いた。具体的には、シリコン量子ドットの メタノール溶液に、貧溶媒としてトルエンを加えた。図 1(b)に、濃度 0.8 mg/mL のシリコン量子 ドット溶液 20 µL に、トルエンを 60 µL 加えることにより形成した supraparticle の TEM 像を示 す。TEM 像よりサイズ分布を見積もったところ、平均直径は 92.6 nm でサイズ分布の標準偏差 は 13.4 nm であった。比較的サイズ分布が小さいため、図 1(b)では部分的に supraparticle が六方 最密構造を形成している。図 1(c)に、単一の supraparticle の TEM 像を示す。粒子はほぼ球形であ ることがわかる。図 1(d)に、supraparticle の表面付近 (図 1(c)点線部)の高分解能像を示す。シリ コン量子ドットの{111}面に対応する格子面が明瞭に観察されており、粒子がシリコン量子ドッ トで形成されていることがわかる。講演では、supraparticle のサイズ制御や発光特性についても 議論する。

[1] M. Fujii et al., Chem. Commun., vol. 54, pp. 4375-4389, 2018.



Figure 1. TEM image of (a) silicon quantum dots, (b) supraparticles composed of silicon quantum dots,(c) an individual supraparticle and (d) the peripheral region of a supraparticle. Lattice fringes correspond to {111} planes of Si crystal.