

量子ドット付着金ナノ粒子ガラスビーズの作製と蛍光増強効果の検証

Preparation of glass coated Au nanocrystals with attached quantum dots
and their photoluminescence enhancement effect

産総研 ○村瀬至生、澤井俊博、伊藤民武、鎌田賢司、川崎一則、内田雄幸

AIST ○N. Murase, T. Sawai, T. Itoh, K. Kamada, K. Kawasaki, T. Uchida

E-mail: n-murase@aist.go.jp

緒言：コロイド法で作る量子ドットは、近年ディスプレイのバックライト用蛍光体として実用化され、注目度が増している。私たちは、量子ドットをゾルゲル法を用いて無機系マトリックスによって機能化し、各種蛍光材料や、光電変換材料として応用することを目指して来た。^{1, 2)} 今回は、ガラス薄膜でナノ粒子をコートする技術を利用して、金ナノ粒子から特定の距離に量子ドットを配置したガラスビーズを作製した。次に、このガラスビーズからの蛍光強度および蛍光寿命をガラス層の厚みの関数として測定し、表面プラズモン共鳴による蛍光増強効果を検証した。

実験：直径 15nm 程度の金ナノ粒子を作製し、その表面を直接にテトラエトキシシラン (TEOS) 由来のガラスで覆った (分散溶液 A)。ガラス層の厚み (9 - 45 nm)

は、TEOS の添加量で制御した。別途調製した量子ドット (CdSe/Zn_xCd_{1-x}S) の表面を官能基のついたアルコキシド (アミノプロピルトリメトキシシラン、APS) で部分的に置換した (分散溶液 B)。溶液 A、B とともにテトラヒドロフランに溶媒置換し、両者を混合後、少量の水を加えて攪拌した。軽く遠心して目的物を取り出し、吸収・蛍光スペクトルおよび蛍光寿命を測定した。透過電顕により形態を観察し (Fig.1)、Au と Cd の元素分析 (ICP 質量分析) により 1 個のガラスビーズに付いている量子ドットの数求めて、蛍光強度を比較した。

結果：Fig. 1 のガラスビーズでは、元素分析結果から平均して 76 個の量子ドットが付着していることになる。これは、

別途行った電子線トモグラフィーによる 3 次元観察の結果とも一致した。最後に遠心したときの上澄み液の吸収・蛍光測定から、量子ドットの発光効率 (45%) が低下していないことが示された。ガラス層が薄くなるに従って、蛍光寿命は系統的に短くなった。(Fig.2) 金ナノ粒子があることによる蛍光増強割合は、ガラス層厚が 15 nm の時に多くても 20% 程度であった。増強度の大きい構造を得るために、レート方程式を用いて吸収および蛍光放出過程の解析を進めている。

参考文献：1. 応用物理, **80-4**, pp.325-328(2011). 2. 日本セラミックス協会年会, **2L30**(2014).

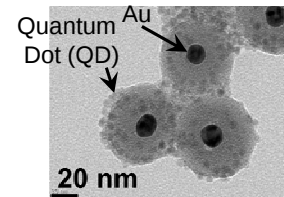


Fig.1 Glass beads (glass coated Au) with attached QDs.

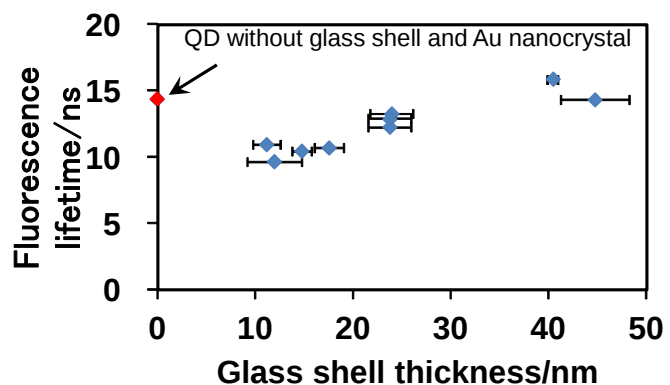


Fig.2 Fluorescence lifetime of the glass breads.