

光電子移動を利用したコア/シェル型量子ドット蛍光体の

励起子閉じ込めに関する評価

Electron confinement effect of core/shell quantum dot fluorophores analyzed by photoinduced electron transfer

¹阪大院工, ²名大院工 ○笹倉卓也¹, 上松太郎¹, 鳥本司², 桑畑進¹

Osaka Univ.¹, Nagoya Univ.², [○]Takuya Sasakura¹, Taro Uematsu¹,

Tsukasa Torimoto², Susumu Kuwabata¹

E-mail: t_sasakura@chem.eng.osaka-u.ac.jp

量子ドット蛍光体は、バンド構造に由来した広帯域な光吸収と単色性の高い蛍光を発するという特徴から、近年ではディスプレイ材料への応用が期待されている。しかし、表面保護材である有機配位子の分解・脱離による量子ドットの凝集や、不完全な電子閉じ込めによって発生する蛍光ブリンキングなど、量子ドットの周辺環境に起因する蛍光量子収率の低下がしばしば発生し、解決法が模索されている。量子ドットコアをより大きなバンドギャップを持つ無機材料で被覆する“コア/シェル構造”は解決策の1つであり、コアとシェルの間のポテンシャル障壁によって電子とホールがコア外部へ流出するのを抑制し、蛍光量子収率が数倍に向上する。ところが、コア/シェル間のポテンシャル障壁やシェルの膜厚が不十分な場合、励起子は蛍光特性を変化させるのに十分な速度でシェルを透過してしまい、蛍光特性がシェル表面やリガンドの化学状態の影響を受けてしまう。

本研究は、コア/シェル構造を持つ量子ドット溶液に電子受容体となりうるレドックス種を添加することで、量子ドットからレドックス種への電子移動を引き起こし、蛍光強度・蛍光寿命の変化から電子移動速度を見積もった。CdSe/CdS および CdSe/ZnS コア/シェル量子ドットについて、イオン吸着を利用した化学合成法によってシェルの膜厚と組成を原子層単位でコントロールし、それらのパラメーターが量子ドット・消光剤間の電子移動速度に与える影響の評価を試みた。

コア/シェル量子ドットに消光剤として *p*-ベンゾキノンを追加したところ、明確な蛍光強度の減少が確認された。蛍光強度・蛍光寿命の変化から量子ドットと *p*-ベンゾキノン間の電子移動速度を算出し、それらを CdS シェルの膜厚に対してプロットしたものを Figure 1 に示す。シェルの膜厚増加に伴い、ベンゾキノンへの電子移動速度は低下する様子が確認されたが、意外なことに 3 nm 近いシェルを透過することが明らかになった。一部については蛍光強度変化と蛍光寿命変化の間に乖離が見られたため、ブリンキングとの関連も含めて考察を行う。

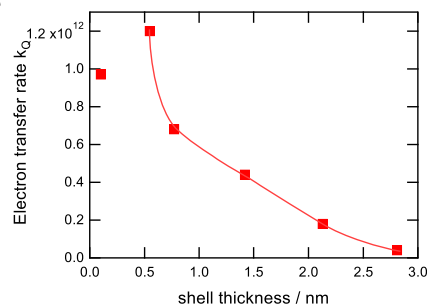


Figure 1. Electron transfer rate between CdSe/CdS quantum dots of different shell thicknesses and *p*-benzoquinone.