

コロイド量子ドット薄膜におけるマルチエキシトン生成： エキシトンダイナミクスとキャリア生成

Multiple exciton generation in colloidal nanocrystal thin films:

Multiexciton dynamics and charge separation

京大化研¹, 富士フィルム先端コア技術研究所², JST-CREST³

○西原大志¹, 小野雅司², 田原弘量¹, 金光義彦^{1,3}

ICR, Kyoto Univ.¹, FUJIFILM Corporation, Frontier Core-Technology Laboratories², JST-CREST³

○Taishi Nishihara¹, Masashi Ono², Hirokazu Tahara¹, and Yoshihiko Kanemitsu^{1,3}

E-mail: nishihara.taishi@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

近年、高変換効率太陽電池の開発に向けた研究が盛んに行われている。その戦略の一つとして、量子構造を用いたキャリアダイナミクスの制御とそれによる透過損失・熱損失の抑制をあげることができる。特にコロイド量子ドットでは、高エネルギーのフォトンから 2 つ以上のエキシトン（電子-正孔対）を生成するマルチエキシトン生成(MEG)が高効率で起こることが報告されており、新しい低コスト塗布型太陽電池材料として期待されている[1]。量子ドットを利用した光電変換デバイスでは、量子ドット表面の配位子を用いた化学処理が特性向上に重要であることが知られている。最近、我々は様々な配位子で表面化学処理を行った PbS 量子ドット薄膜の光電流を測定して、無機配位子チオシアン酸カリウム(KSCN)で表面処理した薄膜が高い MEG 効率を示すことを報告した[2]。しかし、一般的な配位子 1,2-エタンジチオール(EDT)等よりも MEG 効率が増加した理由は不明である。そこで今回我々は、表面配位子が MEG 効率へ及ぼす効果を明らかにするために、時間分解発光および過渡吸収測定を行い、配位子の異なる PbS 量子ドット薄膜中における励起子ダイナミクスを研究した。

表面配位子として EDT、KSCN、AE (2-アミノエタノール)を持つ稠密 PbS 量子ドット薄膜を試料として用いた。表面配位子を変えることにより、量子ドット間距離を変化させることができる。量子ドット間距離の減少とともに、発光および吸収のピークエネルギーがレッドシフトし、電気伝導度は増加した。量子ドット間距離によってキャリアのドット間移動が変化し、量子閉じ込め準位が変化していることを示している。すべての薄膜において、光励起強度の増加とともに励起子の短い緩和寿命成分が現れ、マルチエキシトン生成と高速の電荷分離の存在を示している。本発表では、表面配位子が異なる量子ドットのキャリア移動やオージェ再結合さらに MEG の高効率化について議論する。

本研究は、科研費 (25247052)、JST-CREST、文部科学省特別経費「統合物質創製化学推進事業」の助成を受けて行われた。

[1] O. E. Semonin *et al.*, *Science*, **334**, 1530 (2011).

[2] M. Ono *et al.*, *Chem. Sci.* **5**, 2696 (2014); 小野ほか, 2014年第75回応用物理学会秋季学術講演会。