

半導体ナノ粒子間のエネルギー移動ダイナミクスの温度依存性 I

Temperature dependence of energy transfer dynamics between semiconductor quantum dots I

大阪市大院工 西村悠陽, 李煥信, 金 大貴

Osaka City University °Hisaki Nishimura, Yong-Shin Lee, and DaeGwi Kim

E-mail: m17tb047@hj.osaka-cu.ac.jp

これまで半導体ナノ粒子の光学特性及びサイズ依存性に関する詳細な研究成果が報告されてきた[1-3]。しかし、その多くはナノ粒子が溶液やマトリックス中にランダム分散した「孤立状態」の光物性に関するものである。一方、ナノ粒子間距離が 10 nm まで近づくと、孤立状態にあるナノ粒子では観測されなかったナノ粒子間相互作用が新たに発現する。ナノ粒子間相互作用には、固有エネルギーの高いナノ粒子から低いナノ粒子へのエネルギー移動と固有エネルギーの等しいナノ粒子間のエネルギー共鳴が挙げられる。

半導体ナノ粒子間のエネルギー移動に関しても数多くの研究成果が報告されているが[4-6]、そのほとんどは室温における研究であり、エネルギー移動ダイナミクスの温度依存性に着目した研究は非常に少ない。これまで我々は CdSe ナノ粒子を対象に、ナノ粒子間エネルギー移動ダイナミクスの温度依存性を調べ、観測されるエネルギー移動レートの温度依存性は光学的に許容なブライト励起子状態の熱分布の割合で決まることを明らかにした[7]。CdSe ナノ粒子と比べ、CdTe ナノ粒子におけるブライトーダーク励起子分裂エネルギー(Δ_{ST})は非常に小さいことから、本研究では CdTe ナノ粒子を対象にエネルギー移動ダイナミクスの温度依存性を調べた。

その結果、CdTe ナノ粒子間のエネルギー移動レートは温度に依らず、ほぼ一定であることを見出した。半導体ナノ粒子間のエネルギー移動は双極子-双極子相互作用に基づくフェルスターモデルで説明できる[8]。フェルスターモデルに基づくと、エネルギー移動レートはドナーの輻射再結合レートに比例する。 Δ_{ST} が小さい CdTe ナノ粒子における輻射再結合レートは温度に依らず一定であることから[9]、実験結果を説明できる。詳細は講演で報告する。

- [1] U. Woggon, *Optical Properties of Semiconductor Quantum Dots* (Springer, 1996).
- [2] Y. Masumoto and T. Takagahara, *Semiconductor Quantum Dots* (Springer, 2002).
- [3] V. I. Klimov, *Semiconductor and Metal Nanocrystals* (Marcel Dekker Inc., 2004).
- [4] V. I. Klimov *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89**, 186802 (2002).
- [5] H. Clare *et al.*, Opt. Express **18**, 24486 (2010).
- [6] M. Sergiy *et al.*, J. Phys. Chem. C **112**, 14589 (2008).
- [7] D. Kim *et al.*, Phys. Rev. B **80**, 045322 (2009).
- [8] D. Kim *et al.*, Phys. Rev. B **78**, 153301 (2008).
- [9] T. Watanabe *et al.*, Phys. Rev. B **96**, 035305 (2017).