

異種金属イオンをドーピングした InP および CdSe 量子ドットの励起子素過程

(関学院理工¹・東理大院理²・東北大多元研³) ○山田 彩莉¹・江口 大地¹・川脇 徳久²・根岸 雄一³・玉井 尚登¹

Elementary Exciton Dynamics of Metal Ion-doped InP and CdSe Quantum Dots (¹*School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University*, ²*Graduate School of Science, Tokyo University of Science*, ³*IMRAM, Tohoku University*) ○Ayari Yamada,¹ Daichi Eguchi,¹ Tokuhisa Kawawaki,² Yuichi Negishi,³ Naoto Tamai¹

The electronic structure of semiconductor quantum dots (QDs) is discretized due to the quantum size effect, and hot carriers generated by photoexcitation undergo rapid relaxation via Auger cooling. It has been reported that the doping of transition metal ions into QDs results in ultrafast hole transfer from QDs to doped ions, thereby suppressing Auger cooling and delaying hot carrier relaxation. This dopant effect has been well established for CdSe QDs, but its effect on III-V semiconductors remains unclear. In this study, we synthesized CdSe and InP QDs, doped them with heterogeneous metal ions, and analyzed their elementary exciton processes using femtosecond transient absorption spectroscopy and XAFS measurements.

Keywords : *Indium Phosphide Quantum Dot; Cadmium Selenide Quantum Dot; Elementary Exciton Process; Femtosecond Transient Absorption Spectroscopy; X-ray Absorption Fine Structure*

半導体量子ドット (QDs) に遷移金属イオンをドーピングすると、光励起後にドーパイオンへ超高速でホール移動が起きるため、オージェ冷却が抑制され、ホット電子の緩和が遅延する¹⁾。この異種金属イオンをドーピングした QDs の研究は II-VI 族で盛んに報告されているが、III-V 族では未解明な点が残されている。本研究では、異種金属イオンをドーピングした CdSe, InP QDs を合成し、ドーパントの局所構造が及ぼすホット電子緩和への影響を X 線吸収微細構造 (XAFS) 測定、フェムト秒過渡吸収分光法 (fs TAS) により明らかにした。

本研究で用いた CdSe, InP QDs, 及び銅イオンドーピング Cu:CdSe, Cu:InP QDs は既報²⁾を参考に合成した。合成した QDs の fs-TAS により観測された 1S ブリーチ信号のダイナミクスを Fig. 1 に示す。ブリーチの立ち上がりはホット電子の緩和過程に対応し、CdSe QDs では銅イオンの存在により遅延が観測されたが、InP QDs では観測されなかった。XAFS 測定の結果、CdSe QD では銅イオンがカドミウムイオンを置換しているのに対し、InP QD では銅イオンが表面に部分的に偏析している事が明らかになり、構造 (銅イオンの局所構造) と物性 (ホット電子の緩和過程) の相関を明らかにした。

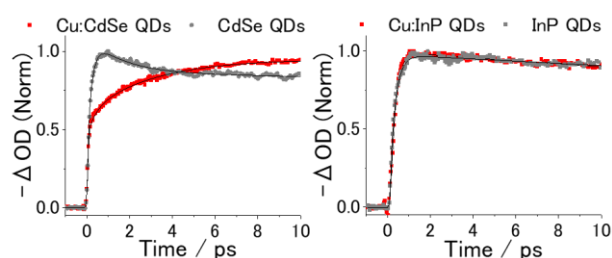


Figure 1. Transient absorption dynamics at 1S bleach band of CdSe, Cu:CdSe, InP, and Cu:InP QDs excited at 400 nm.

1) L. Wang. *et al.*, *Nat. Commun.* **2019**, 10, 4532. 2) M. Lim. *et al.*, *Nanoscale* **2019**, 11, 10463.