

# 半導体ナノ粒子におけるバンド内遷移の制御と高次高調波発生との関係解明

## Controlling and understanding of the impact of intraband transition on high-order harmonic generation in semiconductor nanoparticles

京大化研<sup>1</sup>, 筑波大計科セ<sup>2</sup> °中川 耕太郎<sup>1</sup>, 廣理 英基<sup>1</sup>, 佐藤 駿丞<sup>2</sup>, 田原 弘量<sup>1</sup>,  
関口 文哉<sup>1</sup>, 湯本 郷<sup>1</sup>, 猿山 雅亮<sup>1</sup>, 佐藤 良太<sup>1</sup>, 寺西 利治<sup>1</sup>, 金光 義彦<sup>1</sup>

ICR, Kyoto Univ.<sup>1</sup>, Univ. of Tsukuba<sup>2</sup>, °Kotaro Nakagawa<sup>1</sup>, Hideki Hirori<sup>1</sup>, Shunsuke A. Sato<sup>2</sup>,

Hirokazu Tahara<sup>1</sup>, Fumiya Sekiguchi<sup>1</sup>, Go Yumoto<sup>1</sup>, Masaki Saruyama<sup>1</sup>,

Ryota Sato<sup>1</sup>, Toshiharu Teranishi<sup>1</sup> and Yoshihiko Kanemitsu<sup>1</sup>

E-mail: nakagawa.kotaro.63w@st.kyoto-u.ac.jp

近年、高強度な超短パルスレーザーと固体との非線形相互作用によって生じる高次高調波発生が、高効率な極端紫外光源の開発や、物質の電子状態をプローブする新たな分光手法といった応用への期待から精力的に研究されている。高調波の発生機構は、レーザー強電場によって非線形励起されたキャリアの、バンド内での加速運動に対応するバンド内遷移と、伝導帯と価電子帯間で再結合するバンド間遷移が起源として理解されてきた。しかし、これまでのバルク固体結晶からの高次高調波発生実験では、これら2つの遷移過程がどのように高調波発生や非線形励起過程に影響するかは未解明であった。本研究では、量子閉じ込め効果によって離散準位から連続的な電子状態へと変化し、このためバンド内遷移を制御できる半導体ナノ粒子に着目し、高調波や非線形励起キャリア密度との関係解明を目指した[2,3]。

実験では、CdSe ナノ粒子の薄膜に対して高次高調波および非線形励起キャリア密度の粒子サイズ依存性を測定した。図1が示すように、ナノ粒子の体積で規格化した高調波強度とキャリア密度が粒径の増加とともに、劇的に増大することがわかった。さらに、バンド内遷移の考察により、連続的な電子状態に近い粒径の大きなナノ粒子ではバンド内遷移とバンド間遷移が結合し、非線形キャリア励起さらには高調波発生効率の増大をもたらすことを明らかにした。

本研究は科研費特別推進研究 (JP19H05465)、JST CREST (JPMJCR21B4)、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム (JPMJSP2110)の支援による。

[1] S. Ghimire *et al.*, *Nat. Phys.* **7**, 138 (2011).

[2] K. Nakagawa *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **5**, 016001 (2021).

[3] K. Nakagawa *et al.*, *Nat. Phys.* **18**, 874 (2022).

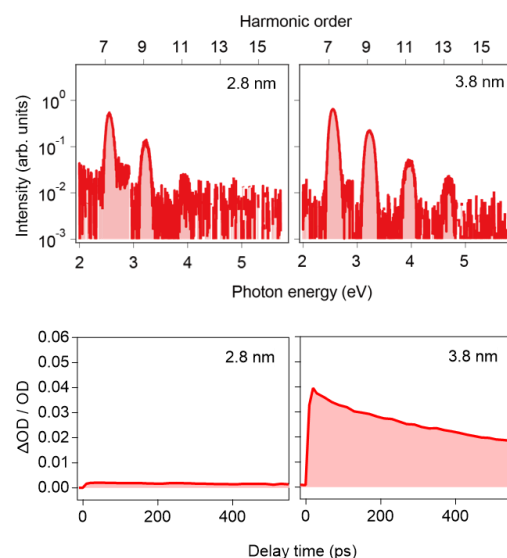


図1. 異なる粒径に対する高調波スペクトルと中赤外励起吸収変化。