

## CsPbBr<sub>3</sub>/Cs<sub>4</sub>PbBr<sub>6</sub>における光学冷却の励起光強度依存性

Excitation-intensity dependence of semiconductor optical cooling in CsPbBr<sub>3</sub>/Cs<sub>4</sub>PbBr<sub>6</sub>

千葉大院理<sup>1</sup>, 阪大院工<sup>2</sup>, 京大化研<sup>3</sup>

○(M2)大木 武<sup>1</sup>, 森田 剛<sup>1</sup>, 福田 光希<sup>2</sup>, 市川 修平<sup>2</sup>, 小島 一信<sup>2</sup>,

山田 琢允<sup>3</sup>, 金光 義彦<sup>3</sup>, 山田 泰裕<sup>1</sup>

Chiba Univ.<sup>1</sup>, Osaka Univ.<sup>2</sup>, Kyoto Univ.<sup>3</sup>

◦Takeru Oki<sup>1</sup>, Takeshi Morita<sup>1</sup>, Mitsuki Fukuda<sup>2</sup>, Shuhei Ichikawa<sup>2</sup>, Kazunobu Kojima<sup>2</sup>,

Takumi Yamada<sup>3</sup>, Yoshihiko Kanemitsu<sup>3</sup>, Yasuhiro Yamada<sup>1</sup>

E-mail: otakeru2719@gmail.com

光学冷却とは、励起光より高いエネルギーでの発光 (= アンチストークス発光) を用いた固体冷却手法である。光学冷却の実現には 100%近いアンチストークス発光の量子効率が必要であり、そのため半導体量子ドットが有望な候補となる。しかしながら、量子ドットでは高密度光励起下でオージェ再結合により発光効率が低下する点が問題になる [1]。ハロゲン化金属ペロブスカイトは、高い発光効率と強い電子-フォノン相互作用をもち、光学冷却の有力候補である [2]。中でも、我々はドットインクリスタル構造ペロブスカイト CsPbBr<sub>3</sub>/Cs<sub>4</sub>PbBr<sub>6</sub> (量子ドット/ホスト結晶) に注目し、高いアンチストークス発光効率と安定性が両立できることを示してきた [3]。本研究では、この材料を用いた光学冷却の検証を目的とした。特に、オージェ再結合の影響を評価するため光学冷却の励起光強度依存性を調べた。

本研究では、溶液温度降下法により作製した CsPbBr<sub>3</sub>/Cs<sub>4</sub>PbBr<sub>6</sub>を用いた。励起スペクトルから、冷却ゲインスペクトルを算出し、97%以上の外部発光効率で冷却が実現できることを見出した。光学冷却を検証するために、発光スペクトルの高エネルギー側の裾がフェルミ分布に従うことを利用した非接触の温度評価方法を開発し、数 K 以下の精度で温度推定が可能であることを確認した。このことを踏まえ、直径 10 μm 程度の CsPbBr<sub>3</sub>/Cs<sub>4</sub>PbBr<sub>6</sub>結晶に対して、光学冷却の実験を行ったところ、最大で、室温からおよそ 9 K 程度の光学冷却の観測に成功した。一方、励起光強度を増大させると、オージェ再結合による発光効率の低下に起因した、光冷却から光加熱への遷移が観測された。

本研究は、キャノン財団研究助成、JST-CREST (Grant No. JPMJCR21B4)、科研費 (Grant No. JP19H05465)の支援による。

[1] V. I. Klimov, *et al.*, *Science* **287**, 1011-1013, 2000. [2] Y. Yamada and Y. Kanemitsu, *NPG Asia Mater.* **14**, 48, 2022. [3] Y. Kajino, *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **6**, L043001, 2022.