

単一ナノ粒子分光によるペロブスカイトナノ粒子の エキシトン発光ダイナミクスの研究：粒子サイズ依存性

Size Dependent Exciton Dynamics of Halide Perovskite Nanocrystals Revealed by Single Dot Spectroscopy

京大化研 ○正田宗二郎、鎗田直樹、田原弘量、猿山雅亮、川脇徳久、佐藤良太、
寺西利治、金光義彦

Institute for Chemical Research, Kyoto University,

Sojiro Masada, Naoki Yarita, Hirokazu Tahara, Masaki Saruyama, Tokuhisa Kawawaki,

Ryota Sato, Toshiharu Teranishi, and Yoshihiko Kanemitsu

E-mail: masada.sojiro.82v@st.kyoto-u.ac.jp

ハロゲン化鉛ペロブスカイト APbX_3 [$\text{A} = \text{CH}_3\text{NH}_3^+$ (MA), $\text{HC}(\text{NH}_2)_2^+$ (FA), Cs; $\text{X} = \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$] は光学デバイス材料として優れた特性を持ち、単結晶や薄膜に対して盛んに研究が行われている。近年、高い発光量子効率を持つペロブスカイトナノ粒子の作製が可能になり [1]、発光ダイオードへの利用も期待されている。この高い発光量子効率は電子と正孔の量子閉じ込め効果が重要な要因になっている。しかし一方で、この量子閉じ込め効果はマルチエキシトンに対しては非輻射オーグジュ再結合確率を増加させるため、発光効率の低下につながるものが問題になっている [2,3]。そのため、発光デバイスへの応用に向けて、エキシトン発光の粒子サイズ依存性を明らかにすることが重要である。

本研究では、A サイトイオンの異なる二種類のペロブスカイトナノ粒子 FAPbBr_3 と CsPbBr_3 に対して単一ナノ粒子分光を行い、エキシトン発光ダイナミクスの粒子サイズ依存性を測定した。個々のナノ粒子に対して、発光ダイナミクスと発光スペクトルを計測することにより、集団のナノ粒子の測定では捉えることが困難であったナノ粒子固有の光学特性を明らかにすることができる。発光強度と発光寿命の相関から、吸収断面積の大きいナノ粒子ほど緩和寿命が長いことを明らかにした。この傾向は FAPbBr_3 と CsPbBr_3 で共に観測されたことから、空間的な閉じ込めがエキシトンの緩和寿命を決定する支配的な要因であることが分かった。また発光明滅のオン状態とグレイ状態の割合を測定し、発光量子効率を下げる大きな要因であるトリオンの生成確率のサイズ依存性を明らかにした。本講演ではこれらの結果を踏まえてエキシトン、トリオン、バイエキシトンの発光ダイナミクスの粒子サイズ依存性について議論する。

本研究の一部は JST-CREST(JPMJCR16N3)の援助による。

[1] L. Protesescu *et al.*, *Nano Lett.* **2015**, *15*, 3692.

[2] J. A. Castaneda *et al.*, *ACS Nano* **2016**, *10*, 8603.

[3] N. Yarita *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.* **2017**, *8*, 1413.