

## 量子閉じ込めの異なったペロブスカイト型ナノ粒子系の合成と その励起子ダイナミクス

<sup>1</sup>関学大院理工

○末永晴信<sup>1</sup>, 助吉拓哉<sup>1</sup>, 奥畑智貴<sup>1</sup>, 片山哲郎<sup>1</sup>, 玉井尚登<sup>1</sup>

### Various Perovskite Nanoparticles with Different Quantum Confinement and their Exciton Dynamics

○Harunobu Suenaga<sup>1</sup>, Sukeyoshi Takuya<sup>1</sup>, Tomoki Okuhata<sup>1</sup>, Tetsuro Katayama<sup>1</sup>,  
Naoto Tamai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Chemistry, School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University,  
Japan*

**【Abstract】** Recently, much attention has been paid for organometal halide perovskites (OHP) as new materials for photovoltaic devices. By making OHP nanosize with various shapes, photophysical and photochemical properties different from the bulk will be expected. Luminescence spectra of OHP nanoplatelets (NPLs) can be controlled by adjusting the thickness. However, the optical properties of these OHP platelets have been hardly studied until now. In the present study, we prepared various sized OHP platelets. For micrometer sized OHP platelets, lasing properties were revealed under a microscope. Exciton dynamics of OHP platelets were analyzed by picosecond luminescence spectroscopy and femtosecond transient absorption microscopy.

**【序】** 有機金属ハロゲン化物ペロブスカイト (OHP) は、安価な塗布型太陽電池素材として電荷担体が高い易動度を持ち、高い光電変換効率を示すので近年注目されている。特にナノサイズの OHP は、バルクとは異なった新規物性が期待されている。ナノサイズの OHP の中でも、OHP ナノプレートレット (NPLs) は厚さを調整することで、発光状態を制御できることがわかっている。また、 $\mu\text{m}$  サイズまで大きくしたプレート状の OHP は低い閾値でレーザー発振することも知られている。しかし、それらのもつより詳しい特性については分かっていないことも多い。本研究では異なるサイズの OHP プレートレットを合成すると共に、その励起子ダイナミクスを時間分解レーザー分光で解析したので報告する。

**【実験】** オレイン酸と 1-オクタデセンを混合したものに  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{NH}_3\text{Br}$  を溶解させたものを溶媒とし、そこに DMF に原料となる  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ ,  $\text{PbBr}_2$  を溶解させたものを滴下することで様々なサイズが混合した OHP NPLs を作製した[1]。OHP NPLs は蛍光スペクトルを測定した後、ピコ秒時間分解発光測定によりスペクトルのピークごとの蛍光寿命を測定した。一方、 $\mu\text{m}$  サイズまで大きくしたプレート状の OHP の合成はドロップキャスト法に従って行なった。酢酸鉛三水和物をドロップキャストしたガラス基板を乾燥し、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$  を溶質としたイソプロパノール溶液にキャスト面を下にして浸したのち放置することで、バルクサイズの OHP を合成した[2]。作製したバルク

サイズの OHP は顕微鏡下で励起光を当てた際にレーザー発振が起きることを確認した後、フェムト秒過渡吸収測定を行った。

【結果・考察】 OHP NPLs の蛍光スペクトルを観察すると多数のピークが観察できた。このことから作製した OHP NPLs には異なる層の NPLs が混合していると考えられる。このそれぞれの層のピークを観測波長として蛍光寿命を測定すると図 1 のようになり、層の厚さが薄くなるほど寿命が短くなることが観察された。

これは、NPLs が集合する事により接触している厚さの異なる NPLs 間でエネルギー移動が起きるためだと考えられる。合成した  $\mu\text{m}$  サイズの OHP は図 2 に示すような形のものでできていた。この OHP は、顕微鏡下において励起波長  $400\text{ nm}$  ( $2\ \mu\text{J}/\text{cm}^2$ )、観測波長  $495\text{ nm}$  の条件で励起光を当てることで発光する様子を観察することができた。また励起光の強度を上げていくと、 $7\ \mu\text{J}/\text{cm}^2$  を超えたあたりで、図 3 のように鋭い発光ピークが観察されるようになった。この鋭いピークは励起光の強度を上げていくと、非線形に増大していった。これはレーザー発振によるものであると考えられる。発表では顕微鏡下でのフェムト秒過渡吸収測定により得られた励起子ダイナミクスについても議論する。

### 【参考文献】

- [1] Pooja Tyagi *et al*, *J. Phys. Chem. Lett.*, **2015**, 6, 1911-1916
- [2] Haiming Zhu *et al*, *Nature Materials*, **2015**, 4, 636-643.

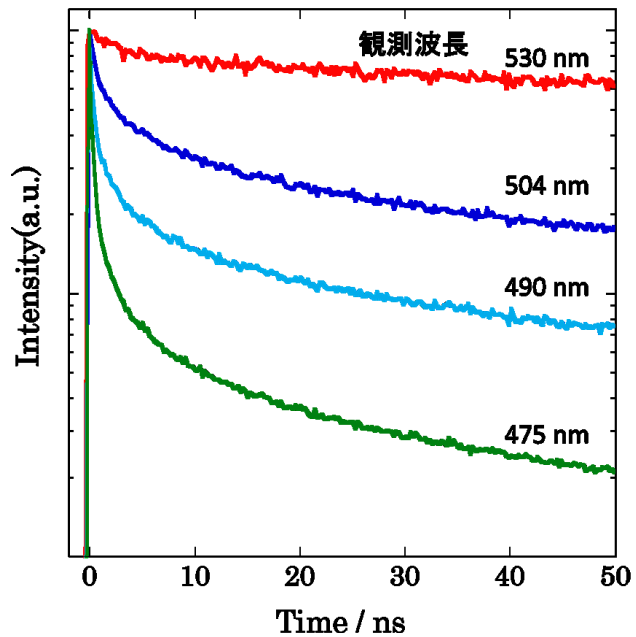


Fig. 1. Luminescence decays of NPLs observed at different wavelengths ( $\lambda_{\text{ex}} = 415\text{ nm}$ ).

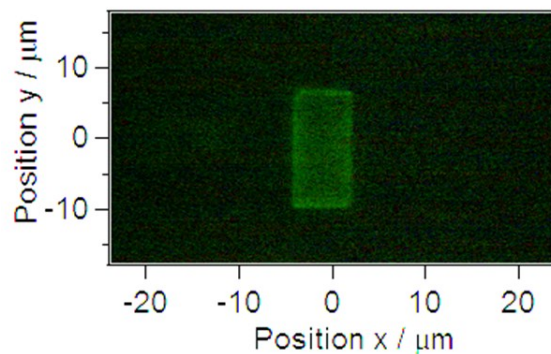


Fig. 2. A single micrometer OHP platelet observed under a microscope.

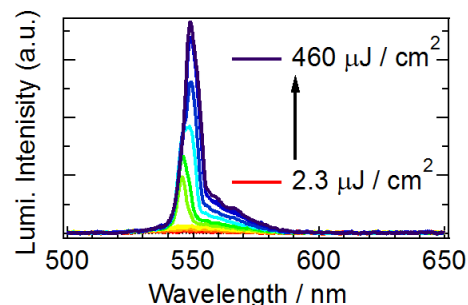


Fig. 3. Excitation intensity dependence of luminescence spectra of OHP platelets shown in Fig. 2 ( $\lambda_{\text{ex}} = 400\text{ nm}$ ).