

# CsPbCl<sub>x</sub>Br<sub>3-x</sub> ナノ結晶中の Mn ドープメント発光の温度変化

(北大院理学院) ○山下洋輔、山本夕可

鉛ハライドペロブスカイト (CsPbX<sub>3</sub>, X=Cl, Br, I) ナノ結晶は、2015年に Protesescu らによってその優れた光学特性が報告されてから盛んに研究されるようになった機能性発光材料である [1]。この物質は高い発光効率、低い合成コスト、可視光帯をカバーする発光波長などの特徴を持ち、照明分野などへの応用が期待されている。この物質の光学特性をさらに向上・発展させる目的で、さまざまな金属イオン不純物の添加が研究されている。マンガンをドープした CsPbCl<sub>3</sub> ナノ結晶は、図1のような2つのピークからなる発光スペクトルを持ち、ノンドープのものとは室温での発光効率が大幅に向上する [2]。しかし、このナノ結晶中で不純物であるマンガンへどのようにエネルギーが移るのかは未だに明らかになっていない。マンガンをドープした CsPbCl<sub>3</sub> ナノ結晶において、発光スペクトルの温度依存性を詳細に調べた先行研究では、70K から 200K の間の領域で Mn 発光の消失が確認されており、この現象は中間トラップを介したエネルギー移動モデルによって説明されている [3]。我々は、この物質のより詳細な発光メカニズムを調べるために、マンガンをドープした CsPbCl<sub>x</sub>Br<sub>3-x</sub> ナノ結晶について Br 濃度の異なる試料を作成し、これらの発光スペクトルを 20K から室温まで測定した。

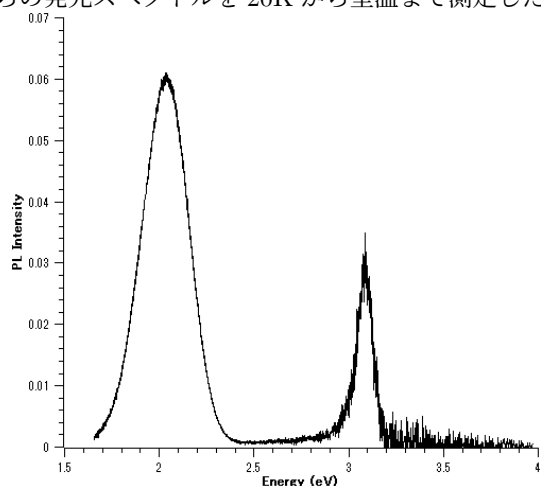


図1 290K での CsPbCl<sub>3</sub>:Mn ナノ結晶の発光スペクトル

試料は Parobek らの方法に従い、3種類作成した [2]。それぞれ 20K まで冷やしたのち、10K ずつ温度

を上げながら 290K まで発光スペクトルを測定した。各温度のスペクトルについて、ホストペロブスカイトからの発光スペクトル (図1右側) の面積強度と、Mn ドープメントからの発光スペクトル (図1左側) の面積強度を解析し、それらを足し合わせたものを発光全体として、それに対する Mn 発光の強度比をプロットしたものが図2である。各試料の Cl と Br の組成比については原料の組成比から算出している。また、各試料の Pb と Mn の原料の組成比は一定である。CsPbCl<sub>3</sub> ナノ結晶では、先行研究と同様に 70K 以下と 200K 以上での Mn 発光の増強が確認できた。CsPbCl<sub>2.4</sub>Br<sub>0.6</sub> ナノ結晶では、200K 以降での熱活性化の傾向を示す一方で、200K 以下で抑制のないほぼ一定の強度比を保った。CsPbCl<sub>1.8</sub>Br<sub>1.2</sub> ナノ結晶では、温度を上げていくとともにゆるやかに単調減少する傾向を示した。これらの振る舞いは中間トラップを経由したエネルギー移動モデルでは説明できず、異なった増感メカニズムの存在を示唆している。

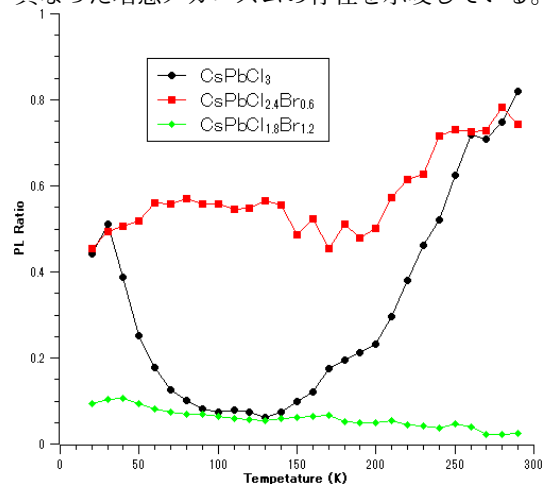


図2 発光全体に対するマンガン発光の強度比の温度依存性

## 参考文献

- [1] Loredana Protesescu, et al., Nano Lett. 2015, 15, 3692-3696
- [2] David Parobek, et al., Nano Lett. 2016, 16, 7376-7380
- [3] Valerio Pinchetti, et al., ACS Energy Lett. 2019,

