

臭化鉛ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 単結晶における 光キャリア拡散・再結合ダイナミクス

Photocarrier diffusion and recombination dynamics in lead-bromide perovskite

$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ single crystals

○山田 琢允¹、山田 泰裕²、西村 秀隆¹、中池 由美¹、若宮 淳志¹、村田 靖次郎¹、金光 義彦¹

(1. 京大化研、2. 千葉大)

○Takumi Yamada¹, Yasuhiro Yamada², Toshiyuki Ihara, Hidetaka Nishimura, Yumi Nakaike, Atsushi

Wakamiya, Yasujiro Murata and Yoshihiko Kanemitsu (1.Kyoto Univ., 2.Chiba Univ.)

E-mail: yamada.takumi.42u@st.kyoto-u.ac.jp

ハロゲン化鉛ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl}, \text{I}, \text{Br}$) は新しいタイプの太陽電池材料として精力的に研究されている。2009年に初めて太陽電池に利用されて以降[1]、その変換効率はめざましく向上しており、最高効率は既に 20.1%に達している[2]。このように高い変換効率を示す理由の一つとして、長いキャリア寿命・キャリア拡散長の重要性が指摘されている[3]。これまでの研究の多くに薄膜試料が用いられ、自由キャリアの寿命やキャリア移動度が報告されている[4, 5]。しかし、キャリア拡散を正しく評価するには結晶粒からなる薄膜ではなく単結晶を用いる必要がある。また、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ はヨウ素を臭化置換することでバンドギャップがブルーシフトし[6]、タンデム型太陽電池のトップセルとしての利用も期待されている。臭化鉛ペロブスカイトの単結晶の基礎光学特性および光キャリアダイナミクスを解明することは今後の太陽電池応用にとって重要である。

そこで本研究では $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 単結晶を作製し、時間分解発光分光を用いて光励起・緩和ダイナミクスを研究した。光励起直後のキャリア分布が発光ダイナミクスに及ぼす影響を明らかにするために、試料表面付近を励起する 1 光子励起と試料内部を直接励起できる 2 光子励起により発光のダイナミクスを測定し、その比較を行った。1 光子励起では時間と共に発光ピークがレッドシフトし、2 光子励起では発光ピークはほとんど変化しなかった。また 1 光子励起における発光の緩和は 2 光子励起の場合と比べて明らかに速いことが分かった。1 光子励起における発光の大きなピークシフトと発光強度の速い減衰は表面近傍に生成された光キャリアの試料内部への拡散過程によるものと結論した。また、1次元拡散方程式を解くことでキャリアの移動度を評価した。

本研究は、JST-CREST、JST さきがけの援助による。

[1] A. Kojima *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **131**, 6050 (2009).

[2] M. A. Green *et al.*, Prog. Photovolt.: Res. Appl. **23**, 1 (2015).

[3] S.D. Stranks *et al.*, Science, **342**, 341 (2013).

[4] C. C. Stoumpos *et al.*, Inorg. Chem. **52**, 9019 (2013).

[5] Y. Yamada *et al.*, Appl. Phys. Exp. **7**, 032302 (2014); J. Am. Chem. Soc. **136**, 11610 (2014).

[6] A. Sadhanala *et al.*, J. Phys. Chem. Lett. **5**, 2501 (2014).