

**発光・光電流の顕微イメージング分光による
ハロゲン化鉛ペロブスカイト太陽電池のキャリアダイナミクスの研究**
**Charge dynamics in perovskite $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ solar cells revealed by microscopic
photoluminescence and photocurrent imaging spectroscopy**

京大化研¹, 大阪府大院工² ○山下 大喜^{1,2}, 半田 岳人¹, 山田 琢允¹, 井原 章之¹, 田原 弘量¹,
嶋崎 愛¹, 若宮 淳志¹, 金光 義彦¹

Kyoto Univ.¹ Osaka Pref. Univ.² ○D. Yamashita^{1,2}, T. Handa¹, T. Yamada¹, T. Ihara¹, H. Tahara¹, A.
Shimazaki¹, A. Wakamiya¹, and Y. Kanemitsu¹

E-mail: d-yamashita@pe.osakafu-u.ac.jp

近年、ハロゲン化鉛ペロブスカイト半導体を用いた太陽電池の研究が活発に行われており、現在までに20%を超える変換効率が報告されている[1]。これまでの研究で、薄膜や単結晶におけるペロブスカイト材料固有の性質が明らかにされ、この材料の優れた点として大きな光吸収係数、自由キャリアの存在、長いキャリア拡散長が報告されている[2-4]。実用化に向けて、耐久性の向上やデバイス動作中のキャリア挙動の解明が求められている。しかし、ヘテロ接合を有する実際のデバイスのキャリア挙動は複雑であり、また低温かつ溶液塗布で作製する薄膜試料では空間的な不均一を持つことが知られている[5,6]。特に、ペロブスカイトのグレインやメソポーラス TiO_2 の微細構造さらにはスピコート法による試料作製が、空間不均一性の原因と考えられる。今回、我々は発光と光電流の空間分解イメージング測定を行うことで、ペロブスカイト太陽電池デバイスの空間的な不均一性を反映したキャリアの振る舞いを評価したので報告する。

使用した試料は2段階溶液法で作製された $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池で、13%程度の太陽電池変換効率を持つものを試料として用いた。単一光子計数法を用いて試料を移動させながら発光 (PL) の顕微時間分解測定を行うと同時に、デバイスに流れる光電流 (PC) を測定して空間イメージング像を測定した。PC 強度、PL 強度および PL 寿命は、数 $10 \mu\text{m}$ オーダーで空間的に揺らいでいた。また、光励起直後の PL 強度と PL 寿命の間に正の相関関係があることと、PC と PL 寿命の間には負の相関関係があることが分かった。これらの空間的な不均一性は、光生成された電子と正孔が空間的に分離することに起因すると考えられる。さらに、この顕微イメージング分光法を利用して、実際のデバイス使用状況と同じ 1 sun 下でのキャリアの振る舞いの変化を調べた。顕微イメージングを利用することで、同一試料で、光照射した領域と光照射していない領域の太陽電池特性を統計的に評価できた。その結果、光照射した領域ではキャリア注入効率の低下により PC の減少が起こることがわかった。

本研究は、大阪府立大学博士課程教育リーディングプログラムの援助による。

- [1] W. S. Yang *et al.*, *Science* **348**, 1234 (2015). [2] Y. Yamada *et al.*, *Appl. Phys. Express* **7**, 032302 (2014).
[3] Y. Yamada *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **136**, 11610 (2014). [4] S. D. Stranks *et al.*, *Science* **342**, 341 (2013). [5] D. W. de Quilettes *et al.*, *Science* **348**, 683 (2015). [6] M. Okano *et al.*, *Appl. Phys. Express* **8**, 102302 (2015).