

## ペロブスカイト太陽電池の開放電圧の結晶サイズ依存性

## Open-Circuit Voltage of Perovskite Solar Cells with Different Grain Sizes

京大院工.<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>, °Hyung Do Kim<sup>1</sup>, 大北英生<sup>1,2</sup>, 辨天宏明<sup>1</sup>, 伊藤紳三郎<sup>1</sup>Kyoto Univ.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup>, °Hyung Do Kim<sup>1</sup>, Hideo Ohkita<sup>1,2</sup>, Hiroaki Benten<sup>1</sup>, Shinzaburo Ito<sup>1</sup>

E-mail: hyungdokim@photo.polym.kyoto-u.ac.jp

ペロブスカイト太陽電池は、エネルギー変換効率が20%以上にまで急速に向上し、次世代のエネルギー源として注目を集めている。一方、ペロブスカイト活性層の製膜条件により素子特性のばらつきが見られたり、ヒステリシスが見られるなど、再現のよい電池特性を得るのが困難であった。そのため、発電特性と素子構造との関係を定量的に議論するのはこれまで十分にはなされていない。

本研究では、比較的緻密で平滑なペロブスカイト膜を得るため、製膜方法として Fast Deposition–Crystallization 法<sup>[1]</sup>を採用した。作製条件を詳細に検討した結果、図1に示すようなモノグレイン状のペロブスカイト層が得られ、エネルギー変換効率が19%を超える素子を作製することができた<sup>[2]</sup>。

この素子を用いて、ペロブスカイトの結晶サイズと開放電圧の関係を検討した。開放電圧は、照射による電子と正孔の生成速度と再結合速度のバランスで決まるので、電子と正孔の再結合機構を調べることで、開放電圧の損失の起源を明らかにすることができる。そこで、電子と正孔の再結合を、図2に示すような、電子と正孔が直接再結合する機構とトラップを介して再結合する機構の両方を考慮したモデルを用いて解析した。その結果、図3に示すように、ペロブスカイトの結晶サイズが大きくなるにつれてトラップ濃度が減少し、トラップを介した再結合が抑制されることで、開放電圧が増加していることが分かった。

## References

- [1] M. Xiao *et al.*, *Angew. Chem.*, **2014**, *126*, 10056.  
 [2] H. D. Kim *et al.*, *Adv. Mater.*, DOI: 10.1002/adma.201504144.

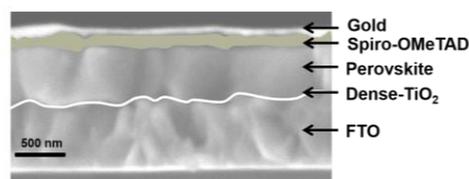


Figure 1. Cross-sectional SEM image of an MAPbI<sub>3</sub> perovskite solar cell.

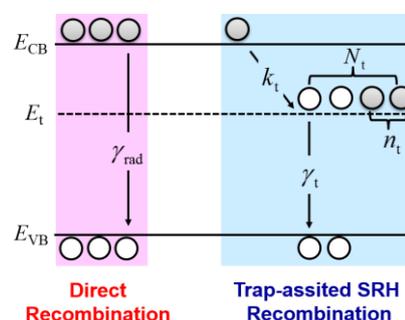


Figure 2. Charge carrier recombination mechanisms in MAPbI<sub>3</sub> perovskite solar cells employed for the analysis of intensity dependent  $V_{oc}$ .

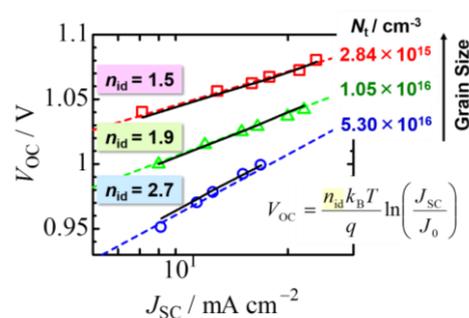


Figure 3.  $V_{oc}$  plotted against logarithm of  $J_{sc}$ : MAPbI<sub>3</sub> films with a grain size of ~100 nm (blue open circles), ~300 nm (green open triangles), and ~500 nm (red open squares).