

多孔質酸化ニオブ電子輸送層での電子取り出し効率化による スズ系ペロブスカイト太陽電池の高効率化

Highly efficient tin-based perovskite solar cells by the enhancement of electron
extraction using mesoporous niobium oxide as an electron transport layer

パナソニック株式会社¹, 大阪大学² °宮本 唯未¹, 楠本 将平¹, 横山 智康¹, 西谷 雄¹,
松井 太佑¹, 神前 隆¹, 西久保 綾佑², 佐伯 昭紀², 金子 幸広¹

Panasonic Corporation¹, Osaka University², °Yumi Miyamoto¹, Shohei Kusumoto¹,
Tomoyasu Yokoyama¹, Yu Nishitani¹, Taisuke Matsui¹, Takashi Kouzaki¹, Ryosuke Nishikubo²,
Akinori Saeki², and Yukihiro Kaneko¹

E-mail: miyamoto.yumi@jp.panasonic.com

塗布で形成可能なペロブスカイト太陽電池は、次世代太陽電池として期待されている一方、現在高効率を得られているものは有害な鉛を含有する。これに対し、鉛を含有しないスズ系ペロブスカイト太陽電池が研究されているが、現状では鉛系と比べて変換効率が低い。^[1,2] その一因として、スズ系ペロブスカイトのキャリアの拡散長が鉛系と比べて短いことが挙げられる。^[3] 我々は変換効率向上の方策として、電子輸送層を多孔質化し細孔内にペロブスカイトをしみこませることで、ペロブスカイト中の電子の移動距離低減が可能であると考え、少数キャリアの電子取り出し効率の向上を狙った。電子輸送層の材料には、従来の酸化チタンよりも高い開放電圧が得られると以前我々が報告した酸化ニオブ^[4]を用いた。本発表では、変換効率の向上における電子輸送層の構造制御の重要性について述べる。

まず、細孔径の小さな酸化ニオブ（細孔径 5 nm）を合成し、その上へのペロブスカイトの形成に取り組み、目論見通り、細孔内にペロブスカイトがしみ込んだ構造を得た。さらに、マイクロ波伝導度法を用いて、電子の取り出し効率を評価したところ、細孔の小さな多孔質電子輸送層（細孔径 5 nm）を用いた場合、緻密な電子輸送層を用いた場合と比べて電子取り出し効率が向上していることを確認した。次に、細孔径の異なる酸化ニオブ電子輸送層を用いたデバイスの特性を比較したところ、狙い通りに最も細孔径の小さな多孔質酸化ニオブ（細孔径 5 nm）を用いた場合に最も高い電流密度・変換効率が得られた。以上より、電子輸送層の構造制御が高変換効率実現に重要と判明した。

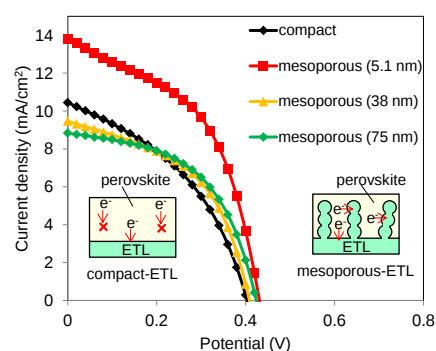


Figure 1. Structural effect of niobium oxide electron transport layer (ETL) on the device performance of tin-based perovskite solar cell. Pore sizes of mesoporous niobium oxides are shown in the parentheses.

- [1] W. S. Yang *et al.*, *Science* **2015**, 348, 1234–1237. [2] S. Shao *et al.*, *Adv. Energy Mater.* **2018**, 8, 1702019. [3] (a) S. D. Stranks *et al.*, *Science* **2013**, 342, 341–344. (b) N. K. Noel *et al.*, *Energy Environ. Sci.* **2014**, 7, 3061–3068. [4] T. Yokoyama *et al.*, 2019 MRS Fall Meeting & Exhibit, USA, Dec 3 2019.