

# オペランド電位計測によるペロブスカイト太陽電池の動作機構解析

## Analyzing working mechanisms of perovskite solar cells via operando profiling of electrical potential

物質・材料研究機構<sup>1</sup>, °石田 暢之<sup>1</sup>

NIMS<sup>1</sup>, °Nobuyuki Ishida<sup>1</sup>

E-mail: ishida.nobuyuki@nims.go.jp

ペロブスカイト太陽電池は次世代太陽電池として注目され、研究開発が活発に行われている。初報<sup>1)</sup>からわずか数年でエネルギー変換効率が飛躍的に向上し、現在はシリコン単結晶太陽電池に匹敵する効率が得られている<sup>2)</sup>。しかし、急速な性能向上が達成される一方で、光電エネルギー変換過程（電荷分離、電荷輸送）やデバイス劣化機構についての詳細な理解は十分に進んでいない。今後、さらなる性能向上と製品化を実現するためには、これらの基礎学理を構築し、その知見に基づいたデバイス開発を推進することが重要である。電荷分離や電荷輸送などの微視的なキャリアの振る舞いやデバイス劣化機構を解析するためには、デバイス内部の微視的な物性情報を取得し、巨視的なデバイス特性と合わせて考察することが有効である。光照射下のキャリアの振る舞いを考察する上で、重要な物性の一つとしてデバイス内部の電位分布が挙げられる。

本研究では、試料表面の電位分布を高い空間分解能で計測することができるケルビンプローブフォース顕微鏡（Kelvin probe force microscopy: KPFM）を用いて、ペロブスカイト太陽電池の動作機構を微視的な視点から評価した<sup>3)</sup>。光照射によって生じる電位変化を直接計測し（Fig. 1）、得られた電位プロファイルを解析することで、ペロブスカイト太陽電池はデバイス構造や材料の組成によって電荷分離位置が大きく変化することを明らかにした。また、ミクロな物性情報（電位分布）とマクロなデバイス特性（エネルギー変換効率）を直接比較することで、デバイス設計指針獲得につながる有用な知見が得られることを実証した。本手法は、今後、デバイス劣化解析への応用が期待できる。

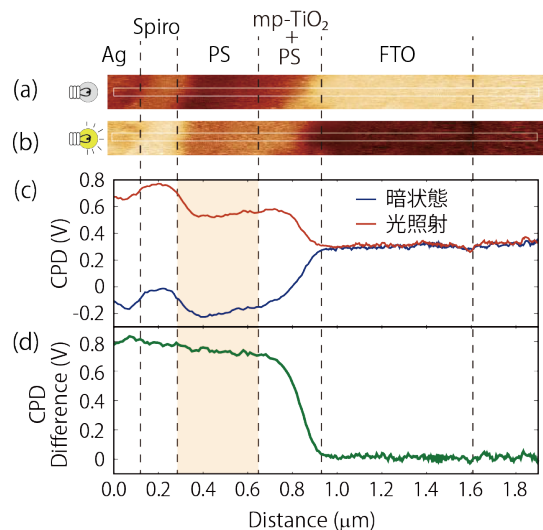


Fig.1: (a,b) KPFM images obtained under dark and light irradiation conditions. (c) Line profiles take from the KPFM images.

### 参考文献

- 1) A. Kojima, K. Teshima, Y. Shirai, and T. Miyasaka: J. Am. Chem. Soc. **131**, 6050 (2009).
- 2) NREL. Efficiency chart. <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>.
- 3) M. Cai, N. Ishida *et al.*, Joule **2**, 296 (2018).