

鉛ペロブスカイト太陽電池の電子線照射効果

Electron Beam Irradiation Effect on Lead Halide Perovskite Solar Cell

阪大院工¹, 阪大産研² ○(M1) 村上蒼幸¹, 石割文崇¹, 岡本一将², 古澤孝弘², 佐伯昭紀¹GSE, Osaka Univ.¹, ISIR, Osaka Univ.², Yoshiyuki Murakami¹, Fumitaka Ishiwari¹,Kazumasa Okamoto², Takahiro Kozawa², Akinori Saeki¹

E-mail: saeki@chem.eng.osaka-u.ac.jp

人工衛星や惑星探査機には III-V 族 3 接合型太陽電池が用いられているが、高価格、高重量であることに加え、放射線に曝される宇宙環境下での使用には課題がある。それに比べて、軽量・低価格な有機無機鉛ペロブスカイト太陽電池(PSC)はシリコン太陽電池と同等の変換効率を示し、なおかつ放射線照射によるペロブスカイト層への影響は小さいことが報告されている^[1]。しかし一方で、太陽電池素子としては劣化するという報告もあり^[2]、素子性能への影響は詳細に調べる必要がある。放射線による劣化を考える際には、素子の構成層ごとに分別して検討しなければならない。そこで本研究では、個々の層や PSC に電子線(EB、100 keV)を 400 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 照射し、その伝導度変化を時間分解マイクロ波伝導度(TRMC)^[3]測定や四端子測定で追跡し、PSC 素子性能の変化と併せて PSC の宇宙空間での利用可能性を検討することを目的とした。

PSC は $\text{MA}_{0.13}\text{FA}_{0.87}\text{PbI}_{2.61}\text{Br}_{0.39}$ を DMSO 溶液からトルエン貧溶媒法にて作製し、電子輸送層には mp-TiO₂、正孔輸送層には Spiro-OMeTAD (LiTFSI, FK209, TBP 添加)を用いた。ペロブスカイト単膜の電子線照射前後の TRMC 測定の結果、ペロブスカイト層そのものには劣化は見られなかったものの、PSC 素子に変換効率の低下が見られた。そこで mp-TiO₂、Spiro-OMeTAD 単膜についても電子線を照射したところ、Spiro-OMeTAD 単膜において 2 桁近くの伝導度低下と膜の色変化が観測された (図 1a)。このとき、電子線未照射かつドーパント未添加のサンプルと、電子線照射後のドーパント添加サンプルの吸収スペクトルはほぼ一致した (図 1b)。このことから、正孔輸送層の脱ドーパが素子性能低下の一因として考えられる。

そこで、電子線照射により低下した伝導度を回復する手段を検討した。その結果、劣化した Spiro-OMeTAD に疑似太陽光(1 Sun)を 20 分照射することで、伝導度と PSC 素子性能が一定程度回復することを見出した。当日はこれらの知見に関して、より詳細な議論を行う。

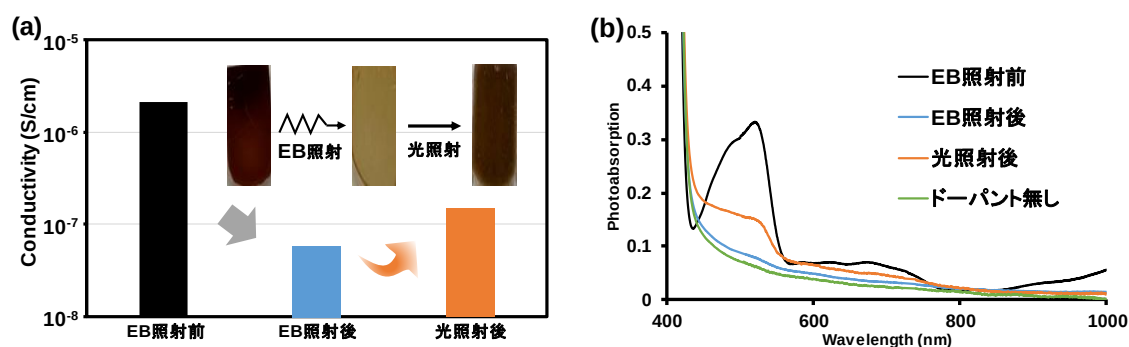


図 1. (a)電子線照射と光照射による Spiro-OMeTAD 膜の色(挿入写真)と四端子法による伝導度変化 (b)吸収スペクトル変化。

[1] Y. Miyazawa, M. Ikegami, H.W. Chen, T. Ohshima, M. Imaizumi, K. Hirose, T. Miyasaka. *iScience*, **2018**, 2, 148. [2] N. K. Kedem, D. Cahen, G. Hodes. *Acc. Chem. Res.* **2016**, 49, 347. [3] A. Saeki, *Polym. J.* **2020**, 52, 1307.