

# 光誘起 ESR 分光法を用いた PTzNTz 高分子太陽電池における電荷状態の解明

## Analysis of Charge States in Highly Stable Polymer Solar Cells

### Using Light-Induced ESR Spectroscopy

筑波大数物<sup>1</sup>, 広島大院工<sup>2</sup>, 筑波大エネ物質科学セ<sup>3</sup>

○薛冬<sup>1</sup>, 神谷 晨平<sup>1</sup>, 斎藤 慎彦<sup>2</sup>, 尾坂 格<sup>2</sup>, 丸本 一弘<sup>1,3</sup>

Univ. Tsukuba<sup>1</sup>, Hiroshima Univ.<sup>2</sup>, TREMS, Univ. Tsukuba,<sup>3</sup>

○Dong Xue<sup>1</sup>, Shinpei Kamiya<sup>1</sup>, Masahiko Saito<sup>2</sup>, Itaru Osaka<sup>2</sup>, Kazuhiro Marumoto<sup>1,3</sup>

E-mail: s1720477@s.tsukuba.ac.jp, marumoto@ims.tsukuba.ac.jp

はじめに：高分子太陽電池は低製造コスト、大面積化可能、フレキシブル等の特徴を持つため盛んに研究されている。近年、変換効率は著しく向上しているが、内因的な劣化機構は未だに未解明である。高分子 PTzNTz を用いた逆型高分子太陽電池は高変換効率と高安定性であることから注目されている<sup>[1]</sup>。電子スピン共鳴 (ESR) 分光はマイクロな視点で有機デバイス内部の電荷状態や分子配向などを観察し、素子の劣化機構を解明できる手法である<sup>[2]</sup>。本研究では、光誘起 ESR 分光法を PTzNTz を用いた高分子太陽電池に適用し、素子中の電荷状態を微視的な観点から直接的に解明し、素子の劣化機構を研究したので報告する。

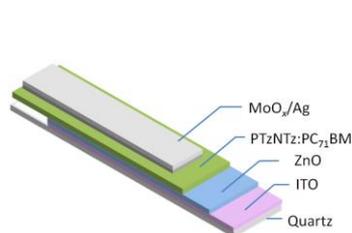
実験：Fig. 1 に太陽電池の構造 (ITO/ZnO/PTzNTz:PC<sub>71</sub>BM/MoO<sub>x</sub>/Ag) の概略図を示す。窒素雰囲気下でその素子を配線後、ESR 試料管に封止した。暗状態や疑似太陽光照射下で ESR 信号と素子特性の同時測定を室温で行った。

結果：Fig. 2 に光照射 20 時間後の光誘起 ESR 信号を示す。得られた信号をフィッティング解析した結果、Comp. 1 と Comp. 2 の 2 成分の信号が得られた。Comp. 1 は PTzNTz の正孔と PC<sub>71</sub>BM の電子の蓄積由来の信号であり、ESR パラメーターは  $g$  因子  $g = 2.0025$ 、ピーク間 ESR 線幅  $\Delta H_{pp} = 0.23$  mT と評価された。Comp. 2 は ZnO の正孔蓄積由来の信号であり、ESR パラメーターは  $g = 2.0038$ 、 $\Delta H_{pp} = 1.06$  mT と得られた。ESR 信号より得られた蓄積電荷数 (スピン数  $N_{spin}$ ) と短絡電流密度の相対変化 ( $J_{sc}(t)/J_{sc}(0)$ ) の相関を Fig. 3 に示す。短絡電流密度の減少とスピン数の増加に相関が観測された。開放状態での測定結果と合わせて、素子の劣化機構について議論する。

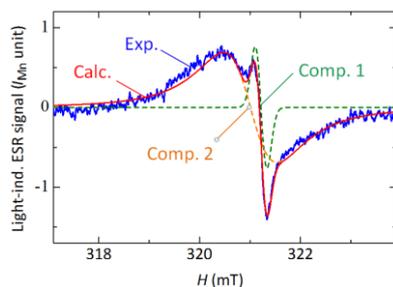
### References

[1] M. Saito *et al.*, *Sci. Rep.* **2015**, 5, 14202.

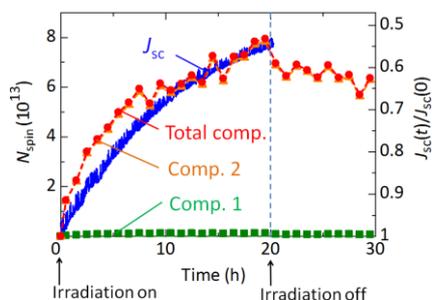
[2] T. Nagamori and K. Marumoto, *Adv. Mater.* **2013**, 25, 236.



**Fig. 1.** Schematic of a polymer solar cell.



**Fig. 2.** Fitting analysis of light-induced ESR spectrum of the device after 20 h irradiation under short-circuit conditions.



**Fig. 3.** Correlation between the  $N_{spin}$  and the relative short-circuit current density ( $J_{sc}(t)/J_{sc}(0)$ ) of the cell under simulated solar irradiation.