

## 高分子太陽電池の特性に与える高分子末端構造の効果の 光誘起 ESR 研究

### Study of Effects of Polymer End Structures on the Performance of Polymer Solar Cells using Light-induced ESR

筑波大数物<sup>1</sup>, 筑波大工ネ物質科学セ<sup>2</sup> ◦浅井 遥香<sup>1</sup>, 薛 冬<sup>1</sup>, 神谷 晨平<sup>1</sup>,  
桑原 純平<sup>1,2</sup>, 神原 貴樹<sup>1,2</sup>, 丸本 一弘<sup>1,2</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>, TREMS, Univ. of Tsukuba<sup>2</sup> ◦Haruka Asai<sup>1</sup>, Dong Xue<sup>1</sup>, Shinpei Kamiya<sup>1</sup>,

Junpei Kuwabara<sup>1,2</sup>, Takaki Kanbara<sup>1,2</sup>, Kazuhiro Marumoto<sup>1,2</sup>

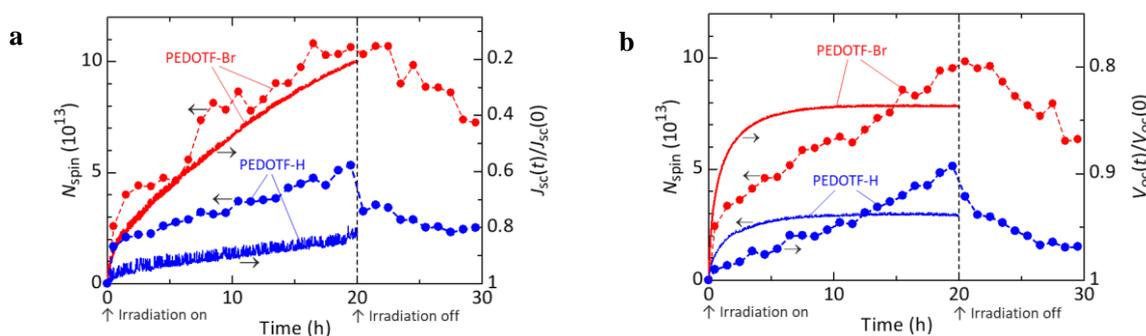
E-mail: s1720407@s.tsukuba.ac.jp, marumoto@ims.tsukuba.ac.jp

【序論】 高分子太陽電池は、柔軟性に富み低コストで製造可能であることから、次世代太陽光発電デバイスとして注目されている。発電効率向上に向けた研究がさかんに行われる中で、半導体高分子の末端構造によって素子特性が異なる報告があるが、微視的な観点からの研究は行われていない<sup>[1]</sup>。これまで我々は、電子スピン共鳴 (ESR) 分光を用いて有機デバイス内部の電荷状態や分子状態を微視的に観測し<sup>[2]</sup>、高分子太陽電池中の p 型半導体高分子の Br 末端が電荷蓄積の一因であると明らかにしてきた<sup>[3]</sup>。そこで本研究では、末端構造の異なる 2 つの高分子をそれぞれ使用した高分子太陽電池を作製し、素子動作時の素子中の電荷蓄積状態や素子特性劣化との相関について、光誘起 ESR 分光を用いて微視的な観点から調査した。

【実験】 末端構造の異なる 2 つの p 型半導体高分子 PEDOTF-H (末端が H) および PEDOTF-Br (末端が Br) を用いて太陽電池 ITO/PEDOT:PSS/PEDOTF:PC<sub>71</sub>BM/LiF/Al を作製した。作製した試料を配線し、窒素雰囲気下で ESR 試料管に封止した後、暗状態および疑似太陽光照射下で ESR 信号と素子特性の同時測定を行った。

【結果】 PEDOTF-H と PEDOTF-Br をそれぞれ用いた素子の光誘起 ESR 信号から得られたスピン数 ( $N_{\text{spin}}$ ) と短絡電流密度の相対変化 ( $J_{\text{sc}}(t)/J_{\text{sc}}(0)$ ) との相関を **Fig. 1a**、開放電圧の相対変化 ( $V_{\text{oc}}(t)/V_{\text{oc}}(0)$ ) との相関を **Fig. 1b** にそれぞれ示す。PEDOTF-Br を用いた素子の方が PEDOTF-H の場合より、 $N_{\text{spin}}$  の増加数や  $J_{\text{sc}}(t)$  および  $V_{\text{oc}}(t)$  の減少率が大きいことが分かる。さらに、 $N_{\text{spin}}$  の増加と  $J_{\text{sc}}(t)$  の減少に相関が見られることから、生成した蓄積電荷が伝導特性に影響を与えていることが示された。

[1] J. Kuwabara *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2016**, *8*, 1752. [2] T. Nagamori and K. Marumoto, *Adv. Mater.* **2013**, *25*, 236. [3] D. Son *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **2016**, *109*, 13301.



**Fig. 1.** Correlation between the number of spins;  $N_{\text{spin}}$  from the light-induced ESR signals and the short-circuit current density;  $J_{\text{sc}}(t)/J_{\text{sc}}(0)$  (a), or the open-circuit voltage;  $V_{\text{oc}}(t)/V_{\text{oc}}(0)$  (b), of the polymer solar cells under simulated solar irradiation.