

界面制御型有機色素を用いた色素増感太陽電池の高効率化

村上 拓郎¹ · 船木 敬² · 甲村 長利³

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 有機系薄膜チーム¹

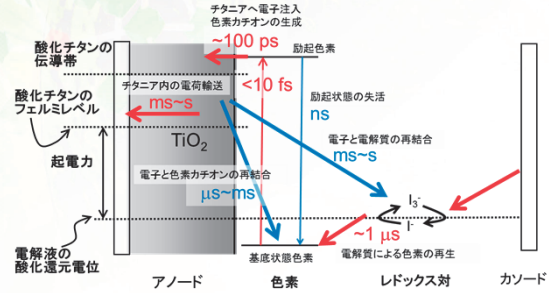
機能性材料チーム²

機能化学研究部門

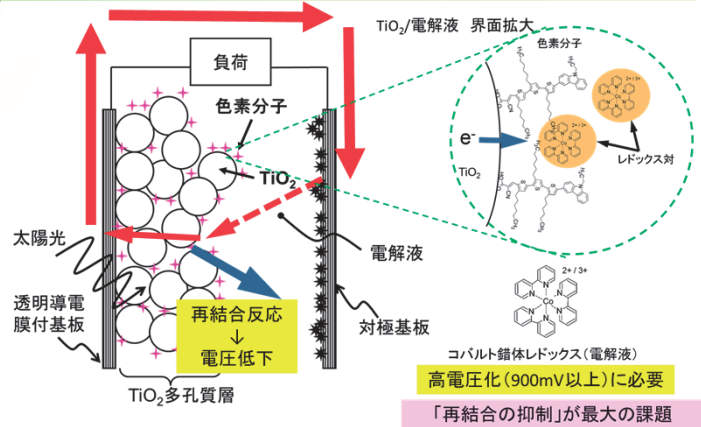
バイオケミカルグループ³

研究の目的

- 色素増感太陽電池はデバイス内部のエネルギー損失を抑制することで効率向上が期待できる。
- 酸化チタンに注入された電子が外部回路を通らず電解液を還元する再結合反応は主要なエネルギー損失である。
- 再結合反応は酸化チタンと電解液の界面で起こるため、再結合を抑制する色素構造の探索を行う。

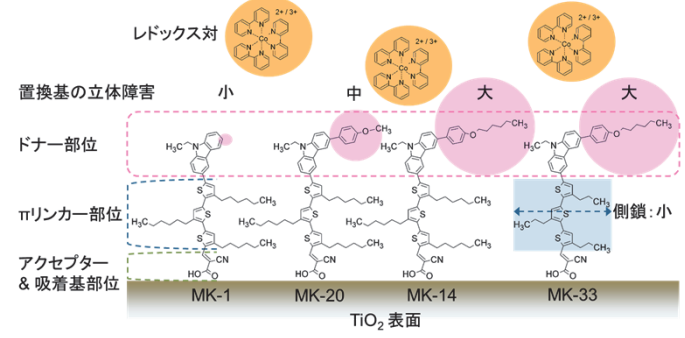


A. Listorti, B. O'Regan, and J. Durrant, *Chem. Mater.*, 2011, 23, 3381-3381.

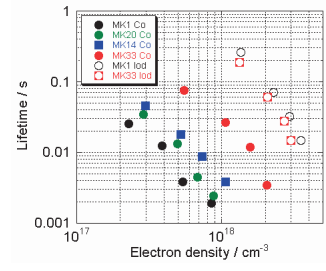


レドックスポテンシャルの高いコバルト錯体レドックスは、開放電圧を向上させる可能性があるが、再結合反応が増えるため、高電圧化には再結合抑制が必要である。

結果: ドナー部位とアルキル側鎖の立体障害の影響



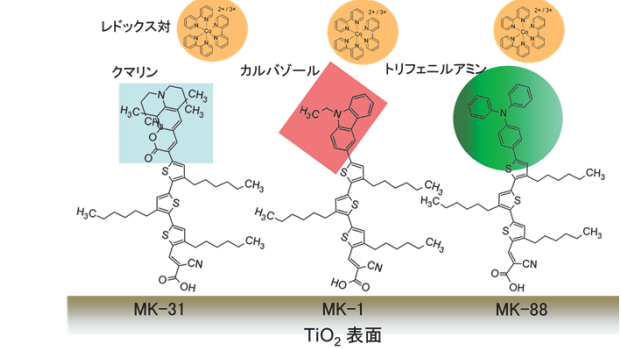
	MK-1	MK-20	MK-14	MK-33
V_{oc} :	750mV	785 mV	802 mV	825 mV
PCE:	5.5%	6.0%	6.3%	6.6%



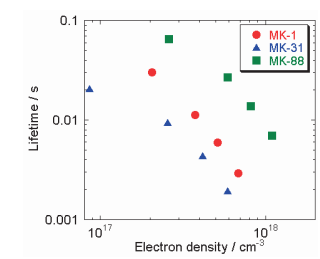
- ドナー部位の立体障害の大きさと再結合抑制効果に相関関係がある。
- アルキル側鎖は短い方が色素の被覆率が上がり、再結合を抑制する。
- 再結合を抑制することで開放電圧を向上することがわかった。

T. N. Murakami, N. Koumura, T. Uchiyama, Y. Uemura, K. Obuchi, N. Masaki, M. Kimura, S. Mori, *J. Mat. Chem A*, 1, 792-798 (2013).

結果: ドナーの種類の影響



	MK-31	MK-1	MK-88
V_{oc} :	758mV	779 mV	806 mV
PCE:	6.1%	6.0%	5.8%

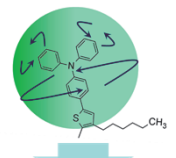


- ドナーの種類で再結合反応が異なる。
- トリフェニルアミンは再結合を抑制し、開放電圧が向上する。
- トリフェニルアミンの回転可能なフェニル基が立体障害となり再結合抑制に寄与する。
- クマリンはレドックスを引付けるため再結合を助長する。

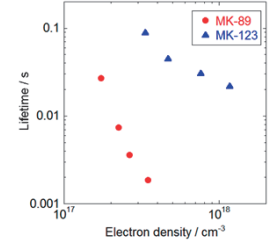
T. N. Murakami, N. Koumura, M. Kimura, S. Mori, *Langmuir*, 30, 2274-2279 (2014).

結果: 回転可能なフェニル基とアルキル鎖による立体障害効果

回転可能なフェニル基による立体障害効果で再結合抑制



	MK-89	MK-123
V_{oc} :	822 mV	907 mV
PCE:	7.7%	6.3%



回転可能なフェニル基を活用した色素構造の探索

トリフェニルアミンに対してフェニル基とアルキル鎖による立体障害で再結合をさらに抑制し900 mVを達成。次世代色素でPCE 8.9%を達成。

結論

回転可能なフェニル基とアルキル鎖を組み合わせた立体障害をトリフェニルアミンドナー部位に修飾したところ再結合が約100倍抑制され、900 mV以上の開放電圧が得られた。さらに立体障害を最適化した結果、次世代色素で変換効率8.9%を達成した。

謝辞

本研究は信州大学繊維学部 森 正悟 准教授および木村 睦 教授との共同研究の成果である。
児玉弘美氏、知見操氏、梶山夏実氏の実験協力で遂行された。
本研究はNEDO太陽光発電システム次世代高性能技術の開発事業により遂行された。