

# 外部量子効率 25% を超える熱活性化型遅延蛍光材料を用いた 青色有機 EL 素子の開発

## Blue Organic Light-Emitting Diodes with External Quantum Efficiency over 25% Using Thermally Activated Delayed Fluorescence Emitters

○ 久保 勝誠<sup>1</sup>, 三輪 卓也<sup>1</sup>, 志津 功将<sup>1</sup>, 小簗 剛<sup>2</sup>, 安達 千波矢<sup>2,3</sup>, 梶 弘典<sup>1</sup>

(1. 京大化研, 2. 九大 OPERA, 3. JST, ERATO)

○ Shosei Kubo<sup>1</sup>, Takuya Miwa<sup>1</sup>, Katsuyuki Shizu<sup>1</sup>, Takeshi Komino<sup>2</sup>, Chihaya Adachi<sup>2,3</sup>,  
Hironori Kaji<sup>1</sup>

(1. ICR, Kyoto Univ., 2. OPERA, Kyushu Univ., 3. JST, ERATO)

E-mail: kaji@scl.kyoto-u.ac.jp

【緒言】有機 EL 素子 (OLED) において、電荷再結合により生成する励起子は、スピン統計則に従い 1 : 3 の割合で一重項励起子 ( $S_1$ ) と三重項励起子 ( $T_1$ ) に分配される。したがって、高い外部量子効率 (EQE) を示す OLED を実現するためには、通常熱失活する  $T_1$  励起子を効率的に光に変換することが要求される。熱活性化型遅延蛍光 (TADF) 材料は、全ての励起子を蛍光として光に変換できることから、次世代 OLED 材料として注目を集めている<sup>[1]</sup>。本研究では、高効率青色 OLED の実現を目指した TADF 材料の開発を行った。

【実験結果と考察】 $S_1$  と  $T_1$  準位のエネルギー差を小さくするとともに、輻射失活を促進するような分子設計指針<sup>[2]</sup>に基づき、青色 TADF 材料 CCX-I および CCX-II (Fig. 1) を設計・合成した。これらのトルエン溶液は、それぞれ 453, 450 nm に極大を有する深い青色の発光を示した。CCX-I および CCX-II をホスト材料である PPF 中にドーピングした薄膜を真空蒸着法により作製したところ、その PL 量子収率はいずれもほぼ 100% を示した。また、200–298 K で測定した過渡 PL 減衰には遅延成分が観測され、温度の上昇に伴ってその遅延成分が増大した。以上の結果は、CCX-I および CCX-II が高い TADF 効率を示すことを示唆している。さらに、角度依存 PL 測定の結果より、CCX-I および CCX-II は基板に対して水平に配向し (配向度パラメータはそれぞれ -0.17, -0.36)、OLED の光取り出しに有利な分子配向を有していることが明らかとなった。続いて、CCX-I を発光材料に用いた OLED を作製した結果、Fig. 2 に示したデバイス構造において、最大波長 468 nm, CIE-xy 色度座標 (0.16, 0.21) の発光が観測され、EQE の最大値 ( $\eta_{\text{EQE}}$ ) は 17.6% (Fig. 2) を示した。さらに、発光材料を CCX-II に変更したところ、25.9% と極めて高い  $\eta_{\text{EQE}}$  を得た [Fig. 2, 発光波長 471 nm, 色度 (0.15, 0.22)]。この素子特性は、高効率青色発光材料として有名な FIr6 を用いた OLED の特性 [ $\eta_{\text{EQE}} = 25\%$ , 色度 (0.14, 0.23)] と同等である<sup>[3]</sup>。以上、スカイブルーを除く既報の青色 TADF-OLED の中で最大の  $\eta_{\text{EQE}}$  を得ることに成功した。

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費 (A) および京大化研共同利用・共同研究により助成された。また、京大化研共同利用・共同研究拠点の NMR 装置、京都大学情報環境機構および京大化研のスーパーコンピュータシステムを利用した。

[1] H. Uoyama et al., *Nature* **2012**, 492, 234. [2] H. Kaji et al., *Nat. Commun.* **2015**, 6, 8476. [3] C.-A. Wu et al., *J. Mater. Chem.* **2012**, 22, 17792.

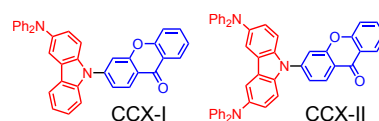


Fig. 1: Chemical structures of CCX-I and CCX-II.

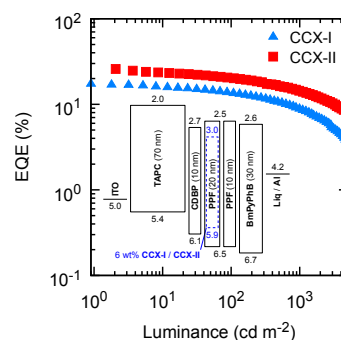


Fig. 2: EQE-luminance ( $L$ ) curves and device structures (inset) of CCX-I- and CCX-II-based OLEDs.