

## TADF 過程を利用した高効率蛍光有機 EL 素子の劣化機構解析

### Degradation mechanisms in high-efficiency fluorescence organic light-emitting diodes having TADF process

九大応化<sup>1</sup>, 九大 OPERA<sup>2</sup>, JST・ERATO<sup>3</sup> °古川 太郎<sup>1</sup>, 中野谷 一<sup>2,3</sup>, 安達 千波矢<sup>1,2,3</sup>

Kyushu Univ.<sup>1</sup>, OPERA<sup>2</sup>, JST・ERATO<sup>3</sup>, °Taro Furukawa<sup>1</sup>, Hajime Nakanotani<sup>2,3</sup>, Chihaya Adachi<sup>1,2,3</sup>

E-mail: t-furukawa@opera.kyushu-u.ac.jp

**【研究背景】** 熱活性化遅延蛍光(TADF)過程を用い、電流励起により生成された三重項励起子を逆項間交差(RISC)過程により一重項励起状態へとアップコンバージョンさせることで、高い EL 発光効率を得ることができる[1,2]。一方で、TADF 過程を利用する素子の耐久性を向上させるための明確な材料および素子設計指針は未だ確立されていない。本研究では、TADF 材料を蛍光性有機 EL 素子(OLED)においてアシストドーパントとして用い、TADF 分子上で生成された三重項励起子を蛍光分子へ迅速にエネルギー移動させることで、TADF 分子での励起三重項状態での励起子の存在時間を減少させ、蛍光分子を発光ドーパントとして用いた OLED において、ほぼ 100%の内部量子効率と高耐久性化が実現可能であることを明らかにした。

**【実験】** 蛍光発光ドーパントとして、2,8-di[t-butyl]-5,11-di[4-(t-butyl)phenyl]-6,12-diphenyl naphthacene (TBRb)を、TADF 材料として、(2s,4r,6s)-2,4,5,6-tetrakis(3,6-dimethyl-9H-carbazol-9-yl) isophthalonitrile (4CzIPN-Me) を用い、それぞれ 1wt%、10wt%のドーブ濃度にて 3,3-di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl (mCBP)中に分散させた共蒸着薄膜を OLED の発光層とした。

**【結果と考察】** TBRb:mCBP 共蒸着薄膜を発光層とした OLED は、外部量子効率(EQE)=4±1%、4CzIPN-Me を発光ドーパントとして用いた OLED は、EQE=21±1%、4CzIPN-Me をアシストドーパントとし、TBRb を発光材料とした OLED は、EQE=19±1%を示した。耐久性に関しては、初期輝度 1,000 cd/m<sup>2</sup>での輝度減衰特性 (図 1) において、TADF 発光型 OLED では輝度半減期 1,470 時間であったのに対し、TADF アシスト型では 2.5 倍以上の 3,775 時間を示した。高耐久性化の要因としては、4CzIPN-Me から TBRb へのエネルギー移動速度( $\sim 10^9$  s<sup>-1</sup>)が、4CzIPN-Me の ISC 速度( $4.1 \times 10^7$  s<sup>-1</sup>)、および RISC 速度( $2.5 \times 10^5$  s<sup>-1</sup>) と比較し著しく速いため、4CzIPN-Me 分子での系間交差サイクル (ISC  $\leftrightarrow$  RISC)が減少したことが考えられる。本研究結果は、系間交差サイクルを抑制することにより、高効率かつ高耐久性素子の実現が可能であることを実証したものであり、TADF 過程を用いる OLED における一つの高耐久性化の設計指針を提示した。

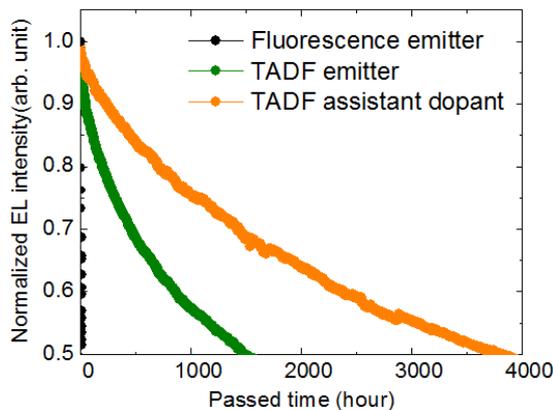


図 1 : 各素子の初期輝度 1,000 cd/m<sup>2</sup>での輝度減衰特性

#### 【参考文献】

[1] H. Uoyama et al., Nature, **492**, 234, 2012. [2] H. Nakanotani et.al., Nature Comm.. **5**, 4016 (2014).