

R1457

## 有機 EL 素子材料の C K 端 XAFS による配向性評価

## Investigation of orientation about organic electro-luminescence materials by C K-edge XAFS

辻 淳一<sup>a</sup>, 国須 正洋<sup>a</sup>, 藤田 学<sup>a</sup>, 八尋 惇平<sup>a</sup>, 山中 恵介<sup>b</sup>, 太田 俊明<sup>b</sup>  
 Junichi Tsuji<sup>a</sup>, Masahiro Kunisu<sup>a</sup>, Manabu Fujita<sup>a</sup>, Jumpei Yahiro<sup>a</sup>,  
 Keisuke Yamanaka<sup>b</sup>, Toshiaki Ohta<sup>b</sup>

<sup>a</sup>(株)東レリサーチセンター, <sup>b</sup>立命館大学 SR センター

<sup>a</sup>Toray Research Center, Inc., <sup>b</sup>The SR Center, Ritsumeikan University

ガラス基板上に成膜した有機 EL 素子材料である $\alpha$ -NPD および Bphen について、角度分解 C K 端 XAFS により配向性を評価した。その結果、 $\alpha$ -NPD では顕著な配向性は認められなかった。一方、Bphen では、ガラス基板に対して僅かに垂直配向していると推察された。

Orientations of  $\alpha$ -NPD and Bphen which are the organic electro-luminescence materials formed on the glass substrate were investigated by the angle-resolved C K-edge XAFS. As the results, prominent orientation in the  $\alpha$ -NPD was not observed. It was inferred that the  $\pi$  conjugated planes in the Bphen were oriented perpendicularly to the glass substrate.

**Keywords:** orientations, organic electro-luminescence materials, angle-resolved C K-edge XAFS

**背景と研究目的:** 有機 EL (Electroluminescence) 素子は、「自己発光型であるため、ディスプレイ用途とした時の視認角が広い」、「低電圧駆動が可能」、「応答速度が速い」、「素子構造が単純であるため、薄型化および軽量化が可能」といった特徴を有し、特に次世代ディスプレイや LED (Light emitting diode) として、活発に研究・開発が行われている。従来、有機 EL 素子材料としては低分子の非晶質材料が用いられてきており、無配向であるという認識が一般的であった。しかしながら、高分子材料や液晶などの分野では配向性の制御は、材料特性を決める上で重要な因子の一つであり、有機 EL 分野においても配向性の重要度が認識されつつある。

XAFS (X-ray absorption fine structure) 分析は元素毎の測定手法であり、化学状態に関する情報を得ることができる。また、XAFS は放射光による測定が一般的であるが、通常、放射光は水平面内に直線偏光しているため、入射 X 線の試料に対する入射角を変化させ、測定を行うことにより、配向性に関する情報を得ることが出来る。

本研究では、ガラス基板/ITO (Indium tin oxide) 膜上に製膜した 2 種類の有機 EL 素子材料について、成膜速度違いの試料を準備した。

それらについて、入射 X 線の角度を変化させ、C K 端 XAFS 測定を行うことにより、配向性の評価を行うことを目的とした。

**実験:** 測定試料は、ガラス基板/ITO 膜 (150nm) 上に約 200nm の厚さで成膜された有機 EL 素子材料 2 試料である。一つは  $\alpha$ -NPD (ジフェニルナフチルジアミン) であり、もう一つは Bphen (バソフェナントロリン) である。それらの構造を Fig. 1, 2 に示す。それら 2 種類の材料について、それぞれ 0.3 Å/s および 30.0 Å/s の 2 種類の成膜速度で測定用試料を作製した。

角度分解 C K 端 XAFS 測定は立命館大学 SR センター BL2 にて、試料電流計測による全電子収量法にて行った。全電子収量法での分析深さは約 100 nm 以下である。入射角として、10, 50, 90 度の 3 角度にて測定した。エネルギー校正は、HOPG (Highly Oriented Pyrolytic Graphite) の  $\pi^*$  ピークを 285.5 eV に合わせた。

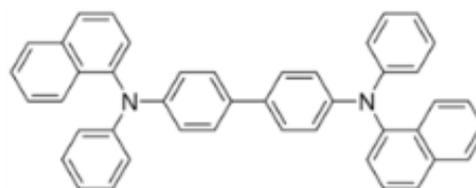


Fig. 1. Schematic drawing of  $\alpha$ -NPD.

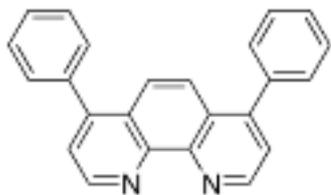


Fig. 2. Schematic drawing of Bphen.

**結果および考察:**  $\alpha$ -NPD の角度分解 C K 端 XANES (X-ray absorption near-edge structure) スペクトルについて、Fig. 3 に成膜速度  $0.3 \text{ \AA/s}$ 、Fig. 4 に成膜速度  $30.0 \text{ \AA/s}$  の結果を、それぞれ示す。Fig. 3 および Fig. 4 より、いずれも約  $285.5 \text{ eV}$  に  $\pi^*(\text{C-C})$  由来のピークが認められる。ただし、いずれの結果共に、角度の変化と強度の変化に顕著な相関は認められない。これより、 $\alpha$ -NPD では、 $\pi$ 共役面の平均情報として、顕著な配向性は無いと考えられる。

Bphen の角度分解 C K 端 XANES スペクトルについて、Fig. 5 に成膜速度  $0.3 \text{ \AA/s}$ 、Fig. 6 に成膜速度  $30.0 \text{ \AA/s}$  の結果を、それぞれ示す。

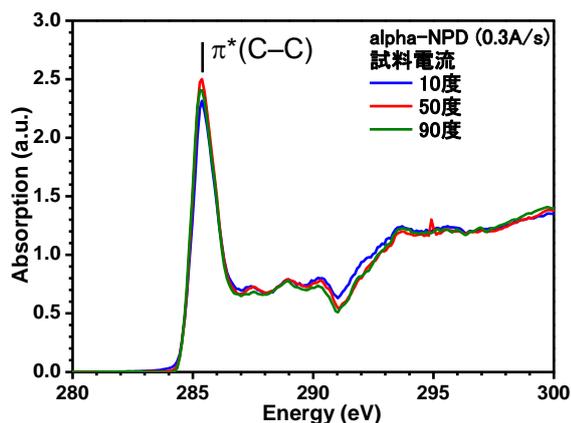


Fig. 3. Angle-resolved C K-edge XANES spectra of  $\alpha$ -NPD ( $0.3 \text{ \AA/s}$ ).

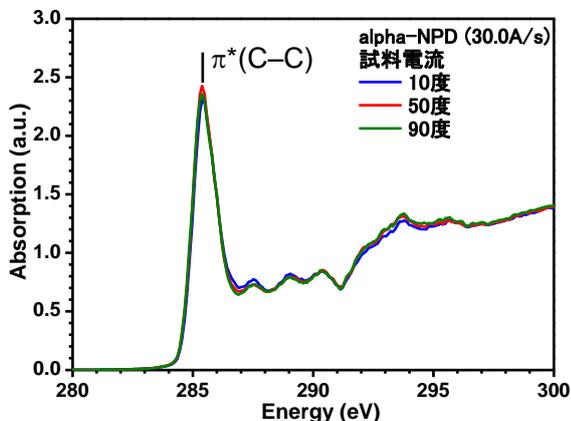


Fig. 4. Angle-resolved C K-edge XANES spectra of  $\alpha$ -NPD ( $30.0 \text{ \AA/s}$ ).

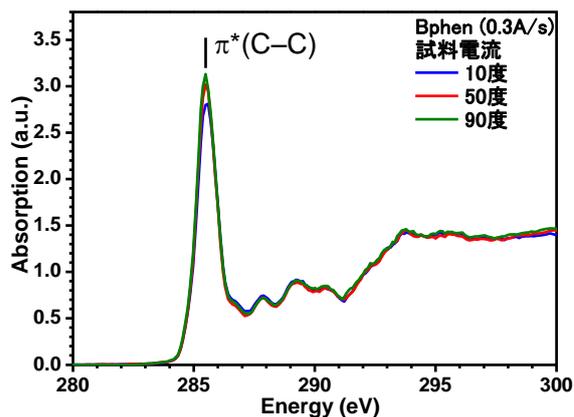


Fig. 5. Angle-resolved C K-edge XANES spectra of Bphen ( $0.3 \text{ \AA/s}$ ).

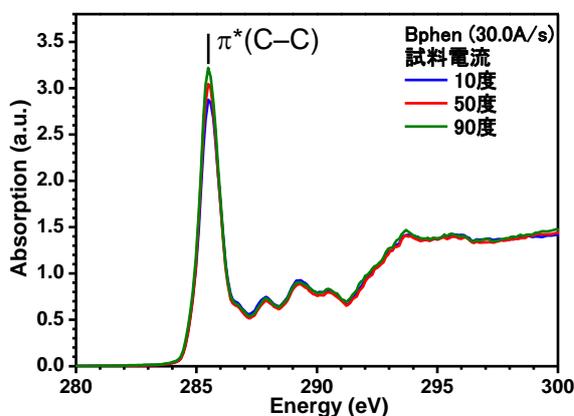


Fig. 6. Angle-resolved C K-edge XANES spectra of Bphen ( $30.0 \text{ \AA/s}$ ).

Fig. 5 および Fig. 6 より、いずれも  $\alpha$ -NPD と同様に約  $285.5 \text{ eV}$  に  $\pi^*(\text{C-C})$  由来のピークが認められる。いずれの結果共に、ピーク強度の変化について、「低角度 < 高角度」の関係が認められる。これより、Bphen では  $\pi$ 共役面の平均情報として、基板に対して垂直に配向していると考えられる。また、成膜速度の違いにより、ピーク強度の変化に顕著な違いは認められない。そのため、Bphen では成膜速度の違いは、 $\pi$ 共役面全体の配向性に対して顕著な影響を与えない可能性が考えられる。

XAFS では、元素ごとの情報は得られるが、官能基ごとの情報を得るためには、詳細なピークアサインメントや他元素の XAFS 測定結果との総合的な考察が必要である。 $\alpha$ -NPD および Bphen についての本測定結果においても、更なる詳細な解析、窒素元素の角度分解 XAFS 測定、および XAFS 以外の分析結果などより、更に詳細な配向性評価を進める予定である。