



YAG:Ce 蛍光体中の Ce の価数評価

志村 慶太, 富田 恒之
東海大学

キーワード : YAG:Ce, Ce³⁺, Phosphor

1. 背景と研究目的

1990 年代半ばの青色発光ダイオードの発明から、発光色を効率的に生成できる無機蛍光体をベースとしたデバイスの開発が始まり^[1,2]。近年では、水銀を含まず、寿命が長く、エネルギー効率が高等といった旧世代のランプと比較して多くの利点を有する pc-LED (蛍光体変換発光ダイオード) が注目されている。特に青色 LED と黄色蛍光体 (YAG:Ce³⁺) の組み合わせが広く用いられており、より高いエネルギー効率を実現するためには、蛍光体の発光効率の向上が求められている。

本研究では YAG:Ce³⁺ 蛍光体の発光効率に関する検討を行っているが、Ce の酸化状態が発光効率に影響を及ぼしているのかを検証するために XAFS を用いた Ce の価数評価を行い、発光に寄与する Ce³⁺ の定量を行う。

2. 実験内容

BL5S1 ビームラインにて標準試料として CeO₂、CeF₃ と各種 YAG:Ce (A-C) について Ce-L 端の測定を行った。なお、標準試料の CeO₂ と CeF₃ については透過法を用い、YAG:Ce 試料については Ce ドープ量が非常に低いため蛍光法を用いて測定を行った。

3. 結果および考察

標準試料、および発光特性の異なる YAG:Ce (A-C) の XAFS スペクトルを Fig. 1 に示す。各 YAG:Ce でスペクトルに違いは見られず、標準試料のスペクトルと比較すると、CeF₃ と酷似していることが確認できた。このことから、YAG にドープされている Ce のほぼすべてが 3 価であることがわかり、各 YAG:Ce の発光効率の差がドープされている Ce の酸化数の違いに起因するものではないことが明らかとなった。次に、それらの EXAFS 領域のスペクトル (Fig. 2) を見ると、各 YAG:Ce で Ce に対する第一近接、および第二近接元素との原子間距離が僅かに異なることがわかる。このことから、YAG:Ce の発光特性の差が Ce の近接元素との原子間距離に由来する可能性が示唆された。

4. 参考文献

1. S. Nakamura, T. Murai and M. Senoh, "Candela-class high-brightness InGaN/AlGaN double-heterostructure blue-light-emitting diodes", Appl. Phys. Lett., 64, p1687, 1994.
2. S. Pimputkar, J. S. Speck, S. P. DenBaars and S. Nakamura, "Prospects for LED lighting", Article in Nature Photonics, vol. 3, p180, 2009.

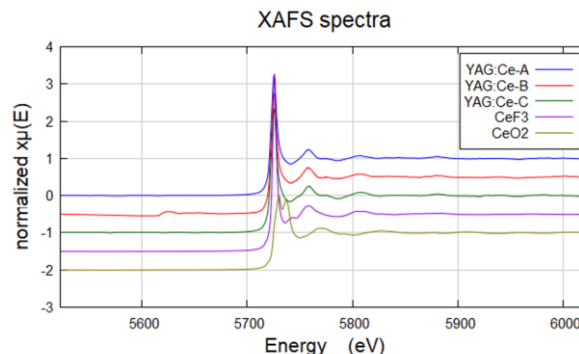


Fig. 1 XAFS spectra

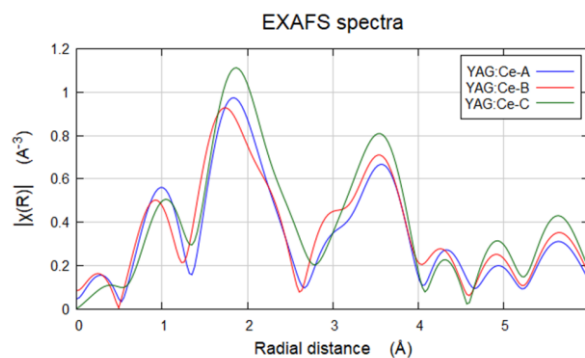


Fig. 2 EXAFS spectra