

XAFS による Eu,Mn 共付活 $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 蛍光体の 発光中心周辺構造の解析

Analyses of local structures of luminescent centers in Eu,Mn co-activated $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ phosphors using XAFS

徳文大理工¹, 高輝度光科学研究セ²

○國本 崇¹, 本間 徹生²

¹Tokushima Bunri Univ., ²JASRI, Takashi Kunimoto¹, Tetsuo Honma²

E-mail: kunimoto@fst.bunri-u.ac.jp

はじめに 近年植物工場等の LED を用いた植物生産研究が活発化している。我々はそのための蛍光材料の候補としてクロロフィルとフィトクロムの光吸収に適合する発光スペクトルを持つ Eu-Mn を共付活した $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8\text{:Eu,Mn}$ を提案している。この蛍光体は Eu から Mn へのエネルギー伝達により Mn^{2+} の赤色域の発光が得られるが、高輝度化やスペクトル調整には発光中心間の相互作用を明らかにする必要がある。そのため電子スピン共鳴 (ESR) を行い、Eu と Mn の間に交換相互作用が働いていることを見出した[1]。これは Eu-Mn の近接ペアが形成されていることを示唆している。最近 Eu-Mn でのエネルギー移動に対して交換相互作用に基づくエネルギー移動が支配的であるという報告[2]があり、我々の合成した蛍光体でも同様の機構が支配的であることが期待される。今回実際に近接ペアが存在しているかどうか実験的に明らかにするため Eu および Mn 周辺の局所構造解析を X 線吸収微細構造 (XAFS) 測定により行った。

実験 Eu/Mn 量を、mol% で 0/5、2/5、2/12、2/15、5/5、5/11、5/15、8/10、8/12、8/15、10/10、10/15 とそれぞれ変えて固相法で合成した $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8\text{:Eu,Mn}$ を試料とし、SPring-8 BL14B2 において Mn-K、Eu-K、Eu-L₃ 端で XAFS 測定を行った。スペクトル解析は Demeter を用いて行った。

結果と考察 Fig.1 に Eu/Mn 量が 0/5、5/5、5/11 で仕込んで合成した試料の Mn-K 端 EXAFS 振動スペクトルとそのフーリエ振幅スペクトル (動径構造関数) を示す。いずれの試料においても EXAFS 振動構造は概ね相似であったが、Eu の置換および Mn の置換量により振幅には差がある。動径構造関数には 0.16nm 付近に近接酸素イオン由来の、0.26nm、0.34nm 付近に次近接イオン群 (Sr,Eu) 由来と思われるピークが見られる。次近接ピークは Eu 置換量およびその価数状態に依存した振幅変化が見られることから、酸素を介した Mn-Eu ペアが結晶中に多く存在していることが示唆される。

(本研究は SPring-8 産業利用課題 (2018A1781、2019B1829) により実施した。)

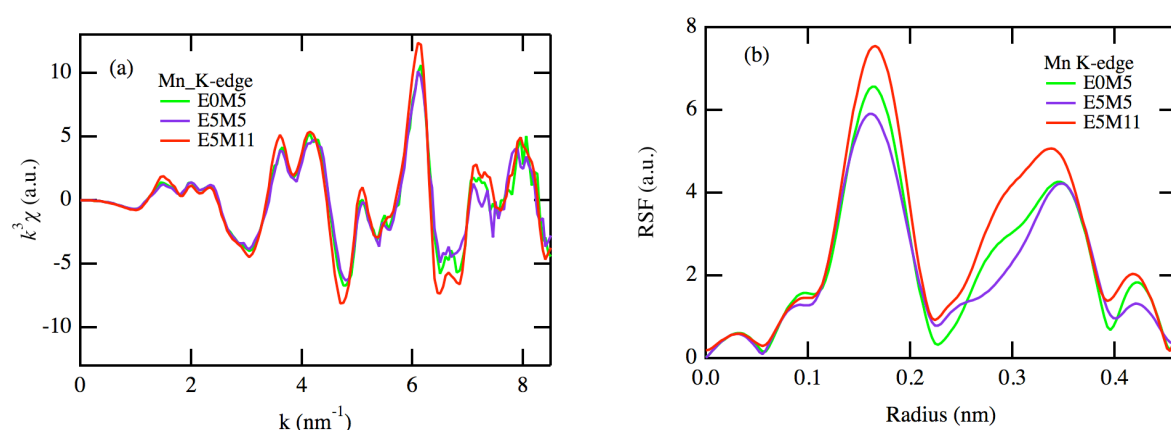


Fig.1. $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8\text{:Eu,Mn}$ の (a) Mn-K 端 EXAFS 振動スペクトルと (b) 動径構造関数 (位相補正なし)

[1] T. Kunimoto et al., Jpn. J. Appl. Phys., **58** (2019) SFFD03.

[2] A. D. Sontakke et al., J. Phys. Chem. C **124** (2020) 13902.