

Tb-Li 共添加 MgF₂ セラミックスのドシメータ特性の評価

Evaluation of dosimetric properties of Tb-Li co-doped MgF₂ ceramics

奈良先端大¹, ○松尾 竜也¹, 加藤 匠¹, 木村 大海¹, 中村 文耶¹, 中内 大介¹,
河口 範明¹, 柳田 健之¹

NAIST¹, ○Tatsuya Matsuo¹, Takumi Kato¹, Hiromi Kimura¹, Fumiya Nakamura¹, Daisuke
Nakauchi¹, Noriaki Kawaguchi¹, Takayuki Yanagida¹

E-mail: mastuo.tatsuya.mn6@ms.naist.jp

近年、医療の発達や原発事故の影響によってより高精度な被ばく線量の測定が重要となっており、既存材料よりもさらに高感度なドシメータ材料が求められている。ドシメータ材料とは、照射された放射線のエネルギーを吸収、蓄積し、その後の外部刺激により発光する蛍光体の一種である。個人被ばく線量計に使用されるドシメータ材料は、生体等価性の観点から、その実効原子番号 (Z_{eff}) が人体軟組織のそれ($Z_{\text{eff}} = 7.13$)に近いことが望ましい。MgF₂ は人体軟組織の Z_{eff} に近い Z_{eff} を持つことから ($Z_{\text{eff}} = 10.46$)、個人被ばく線量計用の蛍光体としての応用が可能である。そのため、当研究室ではこれまでに無添加および希土類添加 MgF₂ 透明セラミックスのドシメータ特性について研究を行っており、これらの中で特に Tb を添加した MgF₂ は良好なドシメータ特性を有することを確認している[1]。ここで、ドシメータ材料の感度を向上させる、すなわち TSL 強度を増加させる一般的な手法として、母材の価数と異なる価数のカチオンを添加することが知られている[2]。当該手法を用いることで電荷補償により捕獲中心としての機能を持つ欠陥が生成されやすくなり、結果として放射線照射によって生成した電子が捕獲中心に捕獲される確率が上昇し、TSL 強度の増加に繋がると考えられている。

よって、本研究では価数の違いにより捕獲中心の数を増やすことができると予想される Li を共添加した Tb-Li 共添加 MgF₂ セラミックスを作製し、そのドシメータ特性を評価した。先行研究により TSL 特性における Tb の最適濃度は 1-3 % と判明しているため Tb の添加濃度は 1.0 % とし、Li の添加濃度を 0.01 %, 0.1 %, 1.0 %, 3.0 % とした。

作製した Tb-Li 共添加 MgF₂ セラミックスのシンチレーションスペクトルを図 1 に示す。Tb³⁺ の 4f-4f 遷移に起因する発光ピークが 490 nm, 545 nm, 580 nm, 620 nm 付近に検出された。図 2 に各サンプルに X 線を 1000 mGy 照射した後の TSL グローカーブを示す。250 °C 付近にグローピークが検出され、1%Li 共添加サンプルが最も高い発光強度を示した。発表当日は、250 °C に位置するグローピークの線量応答特性やフェーディング特性に加えて、光刺激蛍光特性や Tb 添加 MgF₂ との特性比較についても報告する。

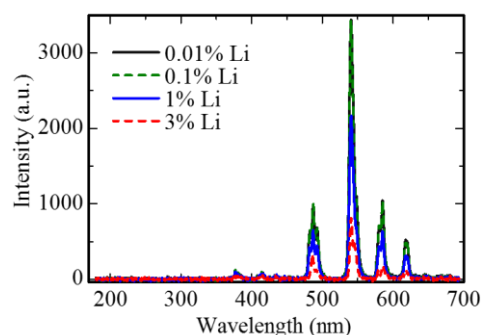


Fig. 1 Scintillation spectra of Tb-Li co-doped MgF₂ ceramics.

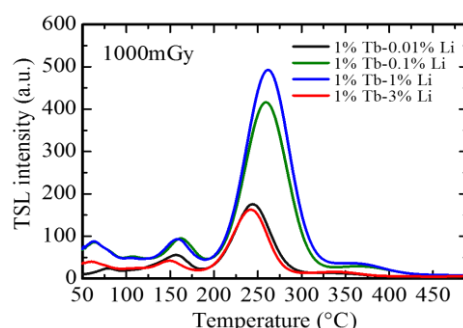


Fig. 2 TSL glow curves after 1000 mGy X-ray irradiation.

[1] M.Tatsuya et al., Optik **203** (2020) 163965.

[2] L.Oliveira1 et al., Sci Rep-UK **6** (2016) 24348.