

Dy, Mn, Tm, Tb を添加した MgF₂ セラミックスの 放射線誘起発光特性評価

Evaluation of radiation-induced luminescence property of Dy, Mn, Tm, Tb-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

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とされている。ここで、MgF₂ は人体軟組織の Z_{eff} に近い Z_{eff} を持つことから ($Z_{\text{eff}} = 10.46$)、ドシメータ材料としての応用が可能であるが、そのドシメータ特性はほとんど報告されていない。数少ない先行研究として、Eu イオンや Ce イオンを添加した MgF₂ セラミックスのドシメータ特性が報告されている[1, 2]。特に Eu を添加した MgF₂ は高い感度を有することが確認されている。しかしながら、熱刺激蛍光 (TSL) の刺激温度が 170°C と低く、フェーディングが高い可能性がある。そのため、メインピーク温度が 200-300°C の間に観測され、かつ高い感度を示す添加物イオンを探索する必要がある。

本研究では、発光中心となりうる元素として Dy, Mn, Tm, Tb を選択した。アルカリ土類金属フッ化物の一つである CaF₂ に Dy, Tm, Mn をそれぞれ添加したドシメータ材料は TLD-200, TLD-300, TLD-400 として既に実用化されている。また、Tb を添加した Mg₂SiO₄ も現在実用化されているドシメータ材料の一つである。そのため、Dy, Tm, Mn, Tb を MgF₂ に添加しても高い TSL 強度を示すことが類推される。このことから、MgF₂ セラミックスに Dy, Mn, Tm, Tb を添加した MgF₂ セラミックスを作製し、ドシメータ特性を評価した。

作製した Dy, Mn, Tm, Tb 添加 MgF₂ セラミックスの可視光下における外観を図 1 に示す。可視的に透明であった無添加 MgF₂ 透明セラミックスと比較して、すべてのサンプルで透明性が低下した[3]。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。挿入図は、その TSL グローカーブの拡大図である。0.1% Dy 添加 MgF₂ セラミックスにおいて 150°C 付近に、0.1% Mn 添加 MgF₂ セラミックスにおいて 80°C 付近に、0.1% Tm 添加 MgF₂ セラミックスにおいて、90°C 付近に、0.1% Tb 添加 MgF₂ セラミックスにおいて、240°C 付近にそれぞれメインピークが観測された。

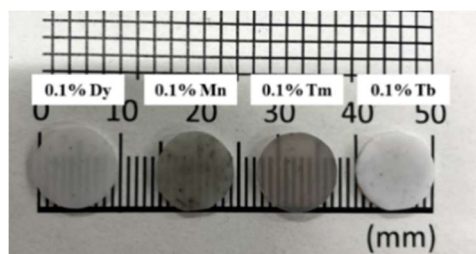


Fig. 1. Synthesized Dy, Mn, Tm, Tb-doped MgF₂ ceramics under room light

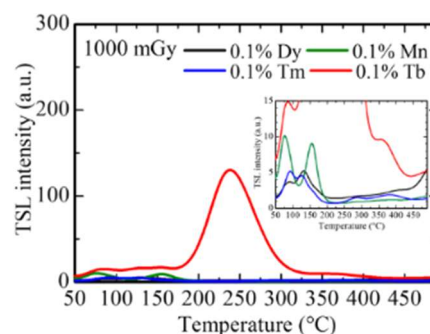


Fig. 2 TSL glow curves after 1000 mGy X-ray irradiation.

- [1] F.Nakamura et al., J. Alloys Compd.**726** (2017) 67–73.
- [2] F.Nakamura et al., Opt.Mater.**72** (2017) 470-475.
- [3] F.Nakamura et al., Ceram. Int. **43** (2017) 7211–7215.