Tb-Ce 共添加 MgF_2 セラミックスのドシメータ特性の評価

Evaluation of dosimetric properties of Tb-Ce co-doped MgF_2 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]

NAIST[1], ○Tatsuya Matsuo[1], Takumi Kato[1], Hiromi Kimura [1], Fumiya Nakamura[1], Daisuke Nakauchi[1] , Noriaki Kawaguchi[1], Takayuki Yanagida[1]

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

蛍光体を用いる形式のドシメータは、照射された放射線のエネルギーを吸収、蓄積し、その後外部からの刺激により発光する現象を利用して放射線計測を行っている。個人被ばく線量計として実用化される蛍光体材料は、生体等価性の観点から、実効原子番号 (Z_{eff}) が人体軟組織のそれ(Z_{eff} = 7.13)に近いことが望ましいとされている。また、これらドシメータ特性を有する蛍光体の熱刺激蛍光(TSL)強度は、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や発光中心における量子収率など様々な要因によって決定する[1]。

当研究室ではこれまでに人体軟組織の Z_{eff} に比較的近い Z_{eff} を持つ MgF_2 に着目し、無添加および Tb や Eu などの希土類を添加した MgF_2 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きた。これら先行研究の中で、Tb 添加 MgF_2 は市販されている個人被ばく線量計の性能保証レベルと同等の感度を有することを確認している[2]。

本研究ではさらに高い感度を実現することを目的とし、フォトルミネセンス(PL)強度を向上させることを企図した手法である Tb-Ce 共添加を模倣して Tb-Ce 共添加 MgF_2 セラミックスを作製した。Tb と Ce を共添加することにより、Ce から Tb へエネルギー移動が起こり、Tb における PL 強度が向上することが報告されている[3]。一方で、先述の通り、TSL 強度は発光中心における量子収率に依存するため、Tb と Ce を共添加することにより TSL 強度も高くなることが期待される。

作製した Tb-Ce 共添加 MgF_2 セラミックスの外観を図 1 に示す。可視光下ではすべてのサンプルは不透明であった。また、波長 253 nm の光を当てると黄緑色の強い発光を示した。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 %Tb-0.01 %Ce 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、透明セラミックスの詳細な作製条件や、光刺激蛍光(OSL)特性についても報告する。

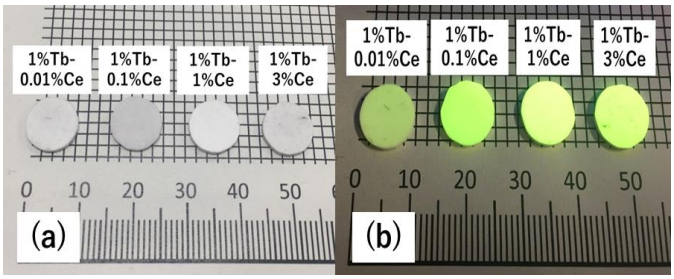

Fig. 1 Tb-Ce co-doped MgF_2 ceramics under (a) room light (b) 253 nm light.

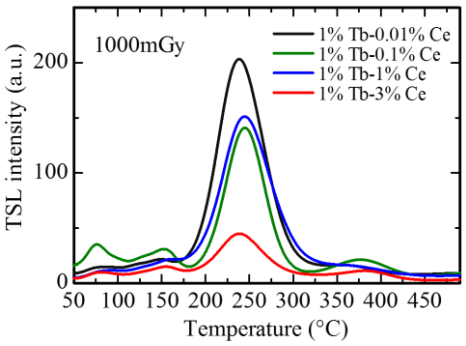

Fig. 2 TSL glow curves after 1000 mGy X-ray irradiation.

[1] A.J.J Bos., Radiat. Meas **33** (2001) 737-744.
[2] M.Tatsuya et al., Optik **203** (2020) 163965.
[3] Heesun Yang et al., J Lumin **128** (2008) 1570–1576.