

Tm 添加 Na₃AlF₆ セラミックスドシメータの開発

Development of Tm-doped Na₃AlF₆ ceramic dosimeters

奈良先端大, °坂口 大貴、福島 宏之、加藤 匠、中内 大介、河口 範明、柳田 健之

NAIST, °Hiroataka Sakaguchi, Hiroyuki Fukushima, Takumi Kato, Daisuke Nakauchi,

Noriaki Kawaguchi, and Takayuki Yanagida

E-mail: sakaguchi.hiroataka.sk2@ms.naist.jp

シンチレータとは放射線のエネルギーを吸収し、即時に低エネルギーの光子に変換する材料であり、ドシメータ材料は照射した放射線のエネルギーを電子や正孔のトラップとして蓄積し、外部刺激を与えることで電子と正孔が再結合した時のエネルギーに対応した蛍光を発する。その外部刺激が熱もしくは光の場合の蛍光をそれぞれ熱刺激蛍光 (TSL)、光刺激蛍光 (OSL) と呼ぶ。ドシメータ材料は発光強度が高く、その強度が照射線量に対して広い範囲で単調増加することや、低フェーディングであることが求められる。また、ドシメータ材料は人体等価性の観点から人体軟組織の実効原子番号 ($Z_{\text{eff}}=7.29$) に近い値を有することが望ましい。

従来、実効原子番号の観点から軽元素で構成される LiF や CaF₂ などの化合物を中心とした材料開発が行われてきた。これを踏まえて、我々のグループではドシメータ材料として Na₃AlF₆ ($Z_{\text{eff}}=10.5$) に着目し、これまでに Tb を添加したセラミックスについての研究を行った [1]。本研究では発光中心に Tm を添加した Na₃AlF₆ セラミックスを作製し、ドシメータ特性を評価した。Tm は Tb と同様に、光検出器の波長感度に適した可視域に発光を示し、また上述の CaF₂ に Tm を添加した場合でも、良好なドシメータ特性を示すため、Tm 添加 CaF₂ は TLD-300 として実用化されている [2]。そのため Tm 添加 Na₃AlF₆ セラミックスもドシメータ材料として利用できる可能性がある。

図 1 に Tm 添加 Na₃AlF₆ セラミックスの X 線誘起シンチレーションスペクトルを示す。250–600 nm の範囲でシャープなピークが観測され、これらは Tm³⁺ の 4f–4f 遷移由来である。そのシンチレーション強度は Tm 濃度に依存して増加し、5%で減少した。図 2 に Tm 添加 Na₃AlF₆ セラミックスの TSL グロー曲線を示す。グローピークが 120 °C 付近に観測され、この温度域の捕獲中心は、先行研究より母材の Na₃AlF₆ 由来であることが判明している [1]。また、TSL 強度は Tm 濃度に依存して増加し、5%で減少した。本発表では、これらの結果の他にもフォトルミネッセンス特性、TSL・OSL 特性、線量応答特性などについても報告する。

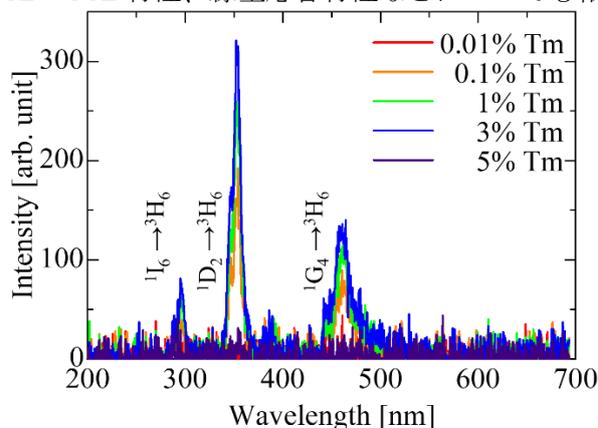


図 1 Tm 添加 Na₃AlF₆ セラミックスの X 線誘起シンチレーションスペクトル。

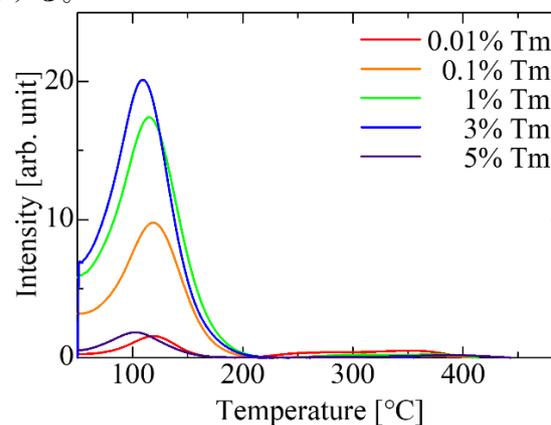


図 2 Tm 添加 Na₃AlF₆ セラミックスの TSL グロー曲線。

[1] H. Sakaguchi *et al.*, *J. Lumin.* **254**, 119533 (2023). [2] H. Nanto *et al.*, *Sens. Mater.* **27**, 277 (2015).