

Na 添加 CaF_2 セラミックスのラジオフォトルミネセンス特性

Radiophotoluminescence Properties of Na-doped CaF_2 Ceramics

奈良先端大, [○]加藤 匠, 中内 大介, 河口 範明, 柳田 健之

NAIST, [○]Takumi Kato, Daisuke Nakauchi, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida,

E-mail: kato.takumi.ki5@ms.naist.jp

ドシメータ材料は個人被ばく線量を測定するために使用される蛍光体である。ドシメータ材料に放射線が照射されると、一度そのエネルギーを蓄積する。その後、ドシメータ材料に外部から刺激（熱もしくは光）を与えることでドシメータ材料は発光する。この時の発光量が放射線照射量に比例するため、ドシメータ材料を用いる事で被ばく線量を見積もる事が可能となっている。ドシメータ材料には放射線に対する応答感度が高いこと、照射線量に対して発光量が直線的に増加すること、フェーディングが低いことなど求められる。また、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 Z_{eff} ($= 7.13$) に近いことが望ましい。

フッ化カルシウム (CaF_2) の Z_{eff} ($= 16.6$) は人体軟組織の Z_{eff} に近いことからドシメータとしての研究が盛んに行われており、 $\text{CaF}_2: \text{Dy}$, $\text{CaF}_2: \text{Tm}$, $\text{CaF}_2: \text{Mn}$ は熱刺激蛍光 (TSL) を用いたドシメータとして実用されている。また、Ce や Mn を添加した CaF_2 は TSL のみならず光刺激蛍光 (OSL) を呈することが報告されている[1, 2]。一方で、Eu または Sm を添加した CaF_2 はラジオフォトルミネセンス (RPL) を示すことも報告されているが、これらの RPL 中心は添加した発光中心元素である[3, 4]。

近年、我々は CaF_2 が発光中心元素を添加せずとも母材欠陥に起因した RPL を呈することを発見し、無添加 CaF_2 における RPL 中心は F_2^+ 中心および $(\text{F}_2^+)_A$ 中心であることを報告している[5]。本研究では、 $(\text{F}_2^+)_A$ 中心の RPL 強度を増加させることを目的に、異なる濃度の Na を添加した CaF_2 セラミックスを放電プラズマ焼結装置を用いて作製し、RPL 特性を評価した。

図 1 にサンプルの外観を示す。UV 光下において、放射線照射前では発光を確認できないが、放射線照射後では赤色の発光が確認された。図 2 に放射線照射後の 0.01% Na 添加サンプルの PL 励起/蛍光マップを示す。既報の無添加 CaF_2 では F_2^+ 中心に起因した発光帯が 660 nm に、 $(\text{F}_2^+)_A$ 中心に起因した発光帯が 760 nm 付近に検出されたが[5]、Na 添加 CaF_2 では主に $(\text{F}_2^+)_A$ 中心に起因した発光帯のみが観測された。

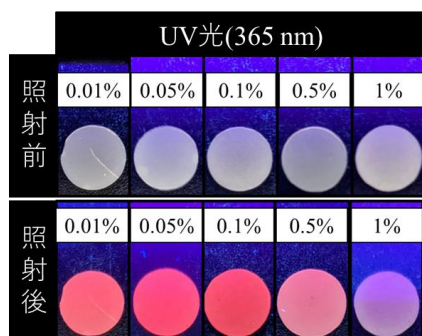


Fig. 1 Appearance of Na-doped CaF_2 samples under UV light.

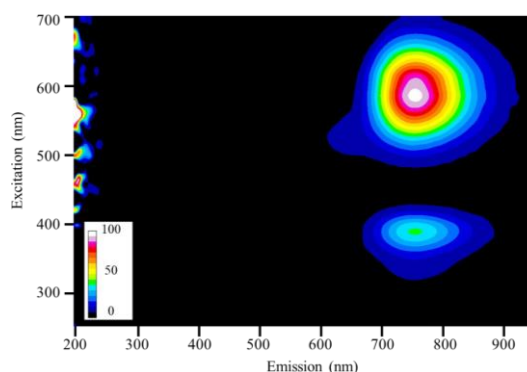


Fig. 2 PL excitation/emission map of the 0.01% Na-doped CaF_2 sample after X-ray irradiation.

参考文献

- [1] T. Yanagida et al., Rad. Measu., 71 162 (2014); [2] K.J. Kearfott et al., App. Rad. Isoto., 99 155 (2015); [3] C. Pandey et al., Rad. Effect. Def. Solids., 162 651 (2007); [4] W. Beck et al., App. Phys. Lett., 69 3197 (1996); [5] T. Kato et al., Curr. Appl. Phys., 20 1195 (2020).