

## Fe 添加 $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ 結晶の育成およびその光学特性

### Crystal growth and optical properties of Fe-doped $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$

東北大 NICHe<sup>1</sup>, 東北大金研<sup>2</sup> °堀合 毅彦<sup>1</sup>, 横田 有為<sup>2</sup>, 吉野 将生<sup>1</sup>, 吉川 彰<sup>1,2</sup>

NICHe, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, IMR, Tohoku Univ.<sup>2</sup>, °Takahiko Horiai<sup>1</sup>, Yuui Yokota<sup>2</sup>, Masao Yoshino<sup>1</sup>,

Akira Yoshikawa<sup>1,2</sup>

E-mail: takahiko.horai.a5@tohoku.ac.jp

**【研究背景】** 人体を透過する 650~950 nm や光ファイバーの光損失が小さい 800~900 nm といった赤色領域での発光を有するシンチレータは、がんの X 線治療時における線量リアルタイムモニタリングや原子炉内等の過酷な環境下での線量モニタリング応用に向けて近年盛んに研究が行われている。化学的に安定な酸化物結晶に着目すると、遷移金属イオン ( $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ ) を発光中心として微量添加した検討が行われてきているが、発光波長が 720 nm 程度と少し短く、より長波長側に発光を有するシンチレータの開発が求められている [1,2]。さらなる発光の長波長化に向けて、発光中心として  $\text{Fe}^{3+}$  を用いることに着目した。 $\text{Fe}^{3+}$  は四面体配位では ~750 nm 程度の発光を示すが、八面体配位では 800 nm よりも長波長に発光ピークを有することが報告されている [3]。そこで本研究では、歪んだ八面体配位を有する  $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  に  $\text{Fe}^{3+}$  を微量添加した新規赤色発光を有するシンチレータの開発を行うことにした。

### 【実験方法および結果】

マイクロ引下げ法を用いて ( $\text{Fe}_x\text{Lu}_{1-x}$ ) $_2\text{Si}_2\text{O}_7$  ( $0.002 \leq x \leq 0.030$ ) の単結晶育成を行った。原料粉末として、純度 99.9% 以上の  $\text{SiO}_2$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  を使用し、 $\text{Ar} + 2\% \text{O}_2$  雰囲気下において、0.03 mm/min で引下げを行うことで単結晶を育成した。育成した試料は、厚さ 1 mm

Fig. 1 Photoluminescence excitation spectra (dashed line) and emission spectra (solid line) of the grown ( $\text{Fe}_x\text{Lu}_{1-x}$ ) $_2\text{Si}_2\text{O}_7$

で切断・両面鏡面研磨を行い、結晶構造および光学特性評価を行った。

育成した結晶の粉末 X 線回折測定の結果から、すべての結晶において結晶系および空間群が、それぞれ単斜晶系および  $C2/m$  であることを確認した。図 1 に育成した ( $\text{Fe}_x\text{Lu}_{1-x}$ ) $_2\text{Si}_2\text{O}_7$  のフォトルミネッセンス励起・発光スペクトルを示す。295nm に  $\text{O}^{2-}\text{-Fe}^{3+}$  の電荷移動遷移に由来する励起ピークがみられた。また、励起波長 295 nm で励起することで、約 840 nm に  $\text{Fe}^{3+} {}^4\text{T}_1 ({}^4\text{G}) \rightarrow {}^6\text{A}_1 ({}^6\text{S})$  遷移に由来するブロードな発光を得ることができた。

[1] K. Seki, et al., Chem. Lett. 43 (2014) 1213.

[2] B. Malysa, et al., J. Lumin. 171 (2016) 246.

[3] D. Liu, et al., Light: Science & Applications 11 (2022) 112.