



## 蓄電材料の電子状態分析

中村祐輝, 小林弘明  
東北大学

キーワード : リチウムイオン電池, 二次電池正極, 逆萤石型酸化物

### 1. 背景と研究目的

リチウムイオン電池は電気自動車の実用化を見据え高エネルギー密度化が求められている。リチウムイオン電池正極の高容量化の指針として、酸素レドックス反応の活用が着目されている。逆萤石型リチウム鉄酸化物  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  は  $\text{Li}_2\text{O}$  の Li の一部が Fe と空孔によって規則的に置換された構造を取り、脱挿入可能なりチウム量が多く、高容量正極材料として研究されている。我々のグループでは、カチオンディスオーダーにより逆萤石型材料のアニオンレドックスを可逆に進行させ、高容量化を実現している<sup>1</sup>。最近の研究では更なる正極特性向上を目指し異種金属元素を置換した材料開発を進めており、本実験では Ge を置換した  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  に対して構造評価を行った。

### 2. 実験内容

$\text{Li}_5\text{FeO}_4$  は  $\text{Li}_2\text{O}$  と  $\text{FeOOH}$  を混合、ペレット成型し、Ar 雰囲気下 900 °C で焼成し合成した。Ge 置換  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  は Ge 源として  $\text{GeO}_2$  を  $\text{Ge}/\text{Fe} = 0.2/0.8$  (mol/mol) の比で添加し同様の焼成により合成した。得られた試料は遊星ボールミルにてメカニカルミリング処理しカチオンディスオーダー化させた。Fe および Ge K-edge XAS 測定は透過法にて測定し、解析には Athena を用いた<sup>2</sup>。

### 3. 結果および考察

Fig. 1 にメカニカルミリング処理した  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  および Ge-doped  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  の Fe K-edge XANES スペクトルを示す。Ge ドープ前後でスペクトル形状に大きな変化はなく、Fe の状態に変化がないことが示唆された。Fig. 2 に Ge-doped  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  の Ge K-edge XANES スペクトルを示す。リファレンス試料と比較すると、スペクトル形状は四面体配位の  $\text{Li}_4\text{GeO}_4$  と類似しており、 $\text{Li}_5\text{FeO}_4$  のカチオンサイトに Ge が置換固溶している事が示唆された。

### 4. 参考文献

1. H. Kobayashi *et al.*, *ACS Appl Mater Interfaces*, **12**, 43605–43613 (2020).
2. B. Ravel *et al.*, *J. Synchrotron Rad.* **12**, 537 (2005).

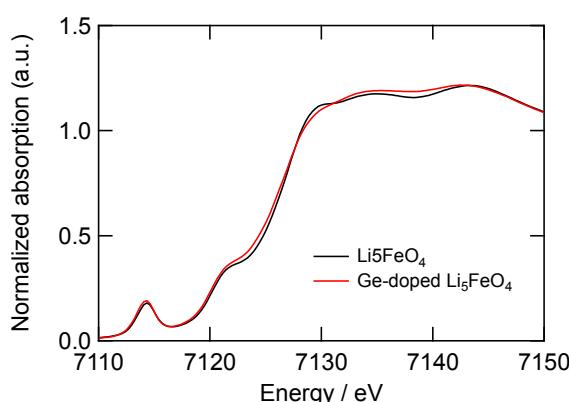


Fig.1 Fe K-edge XANES spectra.

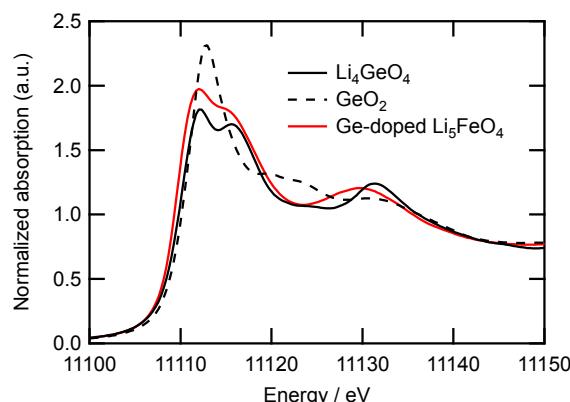


Fig.2 Ge K-edge XANES spectra.