



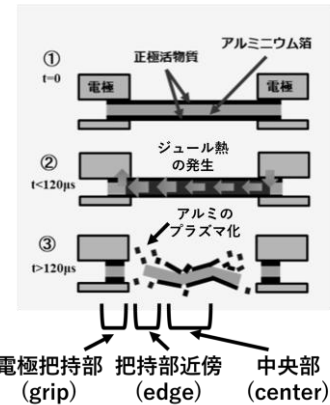
電気パルスにより剥離したリチウムイオン電池正極活物質の解析

成田 麻子¹, 栗原 嵩寿¹, 中原 萌絵¹, 堀内 雅喜¹, 所 千晴^{1,2}
 1 早稲田大学, 2 東京大学

キーワード：リチウムイオン電池, 正極活物質, リサイクル

1. 背景と研究目的

リチウムイオン電池は蓄電池としてすぐれた性能を示すが、今後の需要予測の伸びに対して原料となる元素の安定供給が懸念されている。また EU からはリサイクル材の使用割合目標を規定し、将来的に流通の資格とする電池規制が発せられ、電池材料、特に正極材のリサイクル方法の高効率化が急務となっている。中でも、エネルギー効率が高いものの希少な元素を用いるニッケル-コバルト-マンガン酸化リチウム型 (NCM 型) や、急速にシェアが増加しているリン酸鉄リチウム型 (LFP 型) のリサイクルにおいては、高効率化への継続的な努力が必要である。これまで、電極シートに高電圧のパルス状電流 (以下電気パルス) を印加することによりアルミ集電箔から正極材を短時間省エネルギーで剥離する方法を開発してきた。この方法により剥離した正極活物質は、電気パルス印加後も結晶構造に変化がないことが XRD と XAFS により示されている[1]。しかしながら、放電電極に把持されたまま高圧電流が流れる部位や局所的に高温プラズマ発光し粉砕する部分があり、これらの部分の活物質にも変化がないかどうかはまだ十分に検討されていなかった。本実験では、放電電極に把持された部分 (grip)、アルミニウムの局所的な高温プラズマ化によって粉砕した放電電極把持部付近 (edge)、箔状で回収された中央部分 (center) との3つに分け (Scheme 1) 透過法による XAFS 測定 (BL5S1, Co/Fe K-edge) を行い、比較した。



Scheme 1. 電気パルス印加による正極活物質の剥離と印加後の形状が異なる3つの区分

2. 結果および考察

Fig. 1 に製造元の異なる3種類の NCM 型正極シートに電気パルスを印加した後の Co K-edge XAFS スペクトルを示す。A 社製品、B 社製品ともに、grip, edge, center のスペクトルに違いは見られなかった。また、Fig. 2 には製造元の異なる2種類の LFP 型正極活物質の電気パルスを印加した後の Fe-edge XAFS スペクトルを示す。C 社製品、D 社製品ともに grip, edge, center 各部位の XAFS スペクトルに違いは見られなかった。これらの結果より、電気パルス法によってアルミ集電箔から正極活物質層を回収する方法は、正極活物質のカテゴリーや製造元の違いを問わず有効であることが示された。また、高温プラズマが発生するような局所的な高温になり粉砕する部位があっても、回収された活物質の結晶内の結合に違いはなく、不純物分離プロセスを経ることによってすべての部位が同等な品質のリサイクル材として再利用可能であることが示された。

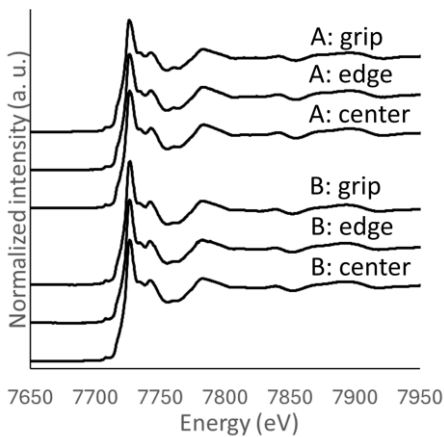


Fig. 1. 電気パルスにより回収した NCM 系正極材の Co k-edge XAFS スペクトル

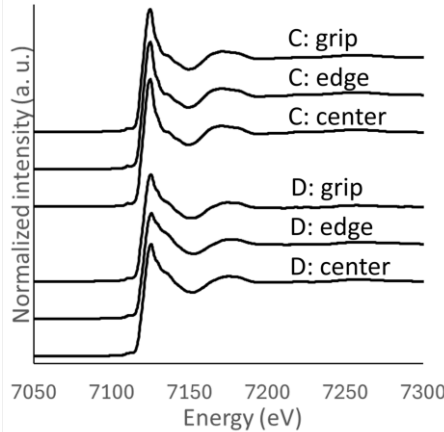


Fig. 2. 電気パルスにより回収した LFP 系正極材の Fe k-edge XAFS スペクトル

3. 参考文献

[1] Tokoro et al., *Waste Management.*, vol. 125 (2021) pp. 58-66.