



電気パルスによる LiB 中の Al 集電箔および バインダーの分解挙動

小山 恵史¹, 照屋 海人¹, 小坂 丈敏¹, 所 千晴^{1,2}

¹ 早稲田大学, ² 東京大学

キーワード：リチウムイオンバッテリー（LiB）、電気パルス、ダイレクトリサイクル

1. 背景と研究目的

リチウムイオンバッテリー（LiB）の社会利用が進む中、使用済み LiB からの有価金属の回収は持続的な金属供給のために重要な課題となる。我々は電気パルスを用いて LiB の Al 集電箔からブラックマスを剥離する独自技術を確認した¹⁾。この剥離過程では、Al 集電箔—ブラックマス界面が瞬間的に加熱されることで Al 集電箔の一部が熔融し、さらにバインダーのポリフッ化ビニリデン（PVdF）が分解されることで、Al 集電箔とブラックマスの剥離に至っていると予想している。過去にこれらの反応が生じているというエビデンスが得られていないため、Al や PVdF 由来の F の存在形態および電気パルスによる変質挙動を軟 X 線を用いた XAFS 分析により調査した。

2. 実験内容

国内企業より提供いただいた LiB 正極材を真空中で電気パルスに供し、Al 集電箔から剥離したブラックマスのフレーク試料（厚さ数 10 μm 、幅および長さ 10 mm 程度）を回収した。フレーク試料はカーボンテープに張り付け、全電子収量法による表面分析に供した。対照試料として電気パルス前の LiB 正極材の分析も実施した。

3. 結果および考察

図 1 に電気パルス前後のフレーク試料の外表面（outside）と剥離界面（Al 箔とブラックマスの接着面：inside）の XAFS 測定結果を示す。剥離界面において Al のスペクトルに変化が認められ、電気パルスによってブラックマスと共存する Al が変質している可能性が示唆された。また、図 2 に測定装置内にフレーク試料と一緒に配置したケチェンブラック表面の Al 測定結果を示す。装置内の真空引き、もしくは電気パルス前の試料への X 線照射ではケチェンブラック表面に Al が検出されなかったが、電気パルス後のフレーク試料に X 線を照射した場合にはケチェンブラック表面に Al が吸着している様子が確認された（図中矢印）。これは、電気パルス印加によりブラックマス表面に揮発しやすい Al 化合物が生成しており、X 線照射に伴うエネルギー印加によってこれが揮発していることを示唆している。AlF₃ が X 線照射によって揮発することが経験則的に知られており、本サンプルにおいても電気パルス印加に伴い AlF₃ 様の化合物が生成していると予想された。

4. 参考文献

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

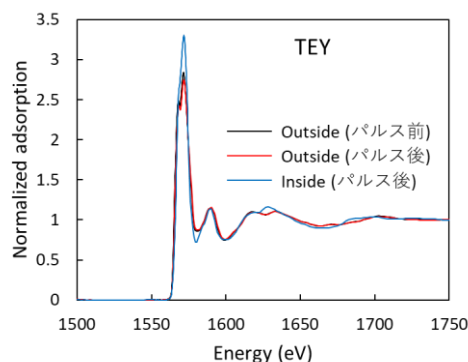


図 1 電気パルス印加前後のフレーク試料の XAFS スペクトル

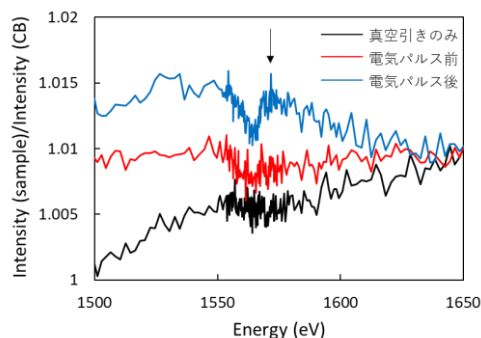


図 2 フレーク試料から揮発した Al 成分の XAFS スペクトル