

あいちシンクロトロン光センターを活用した材料解析の取り組み ～XAFS 事例を中心に～

○尾山 貴司
株式会社村田製作所
oyama@murata.com

キーワード：あいち SR、XAFS、コンデンサ、リチウムイオン電池、触媒、透明蛍光体

近年の電子材料の開発は表面や界面・ドーパントや格子欠陥などに由来する特異な性質・現象を積極的に利用して差異化要素を創出することがトレンドであり、その機構解明と設計指針獲得のためには原子・分子レベルで局在する電子状態や構造などの理解が求められる。これらの知見はラボ分析装置では得られないことが多く、放射光を利用した分析が必要不可欠になっている。当社は材料開発の高度化に対応するため、2013年のあいちシンクロトロン光センターの供用開始を起点として、その頃から本格的に放射光分析の適用を開始した。

現在、我々は様々な電子部品に用いられる構成材料や新しい機能性材料・素材について、研究開発・製造・品質保証などの各事業プロセスで生じる多様な課題の解決に放射光分析を適用している。例えば、積層セラミックコンデンサにおいては誘電体に添加される各種ドーパントの価数と占有サイトを評価し^[1]、誘電特性や絶縁信頼性・焼結性などとの関わりを考察している。リチウムイオン電池においては充放電時の活物質の酸化・還元挙動(図1)^[2]や素原料の表面処理効果(図2)^[3]の評価からサイクル劣化を抑制する製造プロセスへの展開を図っている。またこのような材料解析を適切に実施するためにオペランド・in-situ測定系の構築や、微少な違いを検出・定量するデータ処理技術^[4]、第一原理計算の活用などにも取り組んでいる。

以上のように、ムラタにとって放射光分析はなくてはならない戦略上のツールであり、あいちシンクロトロン光センターは事業スピードに適うこともあり重要視している。講演会当日は、我々があいちシンクロトロン光センターで実施した材料解析のXAFS事例として、酸化物触媒によるVOCガス分解反応の機構解析と新しい透明蛍光材料^[5]の創出に関する取り組みなどについて紹介する。

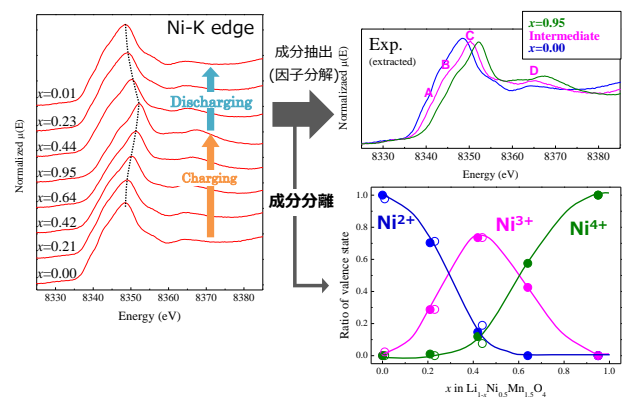


図1 リチウムイオン電池セルの充放電オペランドXAFSにより得られた正極活物質 $\text{Li}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Mn}_{1.5}\text{O}_{4-0.5x}$ のNi K端XANESの変化。充放電過程の中間状態として Ni^{3+} を経ることがわかった^[2]。本実験はあいちシンクロトロン光センターBL5S1にて実施された。

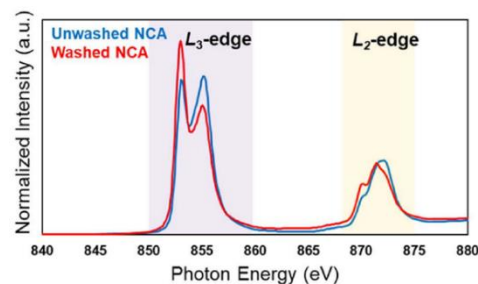


図2 正極原料 ($\text{LiNi}_{0.885}\text{Co}_{0.100}\text{Al}_{0.015}\text{O}_2$) より得られたNi L端XANES。転換電子収量法により測定。洗浄により原料表面のNiの価数変化が認められた^[3]。本実験はあいちシンクロトロン光センターBL1N2にて実施された。

[1] 西村 仁志, 第10回 SPring-8 次世代先端デバイス研究会/第84回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ, (2022).

[2] 尾山 貴司ら, 日本セラミックス協会第27回秋季シンポジウム, (2014).

[3] Y. Kato, et al., *J. Electrochemical Soc.*, **169**, (2022) 060543.

[4] Y. Kajiwara, et al., *J. Surf. Anal.*, **26**, (2019) 170.

[5] 呉竹 悟志ら, 日本セラミックス協会 2016 年年会, (2016).