

# 次世代リチウムイオン電池用ケイ素負極の 化学的劣化に関する研究

～放射光分析を用いた劣化機構の探求～

高度産業科学技術研究所

◎M1 いまみち ゆうと 今道 祐翔、准教授 なかにし こうじ 中西 康次、教授 かんた かずひろ 神田 一浩

## キーワード

放射光、X線吸収分光、リチウムイオン二次電池、  
次世代型蓄電池



## 研究概要

可搬型の電気エネルギーとして、蓄電池は人間の日常生活や社会活動を行っていく中で欠かせないエネルギーデバイスとなっており、携帯やパソコンなどのポータブルデバイスのほか、電動モビリティなどで使用されている。近年、世界各国でのガソリン車販売禁止の政策導入による電気自動車（EV）販売の急成長などの影響により、これらの電源として用いられる蓄電池、特に上記で主に使用されているリチウムイオン電池（LIB）に関して、より高性能化が求められている。LIBを構成する部材のうち、負極に関しては実用化以来、活物質としてグラファイトが使用され続けてきた。高性能化の流れの中でグラファイトに置き換わる負極活物質材料の研究が進められてきた。圧倒的な理論容量を示すケイ素が注目され、様々な研究が行われている。これまでのケイ素電極に関する分析研究は、充電/放電中の活物質ケイ素の体積膨張/収縮に由来する物理的現象に関するものが多く、電極の酸化/還元など化学的変化に関する知見は非常に少ない。

本研究では、特にケイ素電極と商用LIBに使用されている電解液中の電解質（ $\text{LiPF}_6$ ）との接触により生じる化学的劣化反応に着目した。これを明らかにするため、兵庫県立大学ニュースバル放射光施設において軟X線吸収分光（XAS）法を用い、電極で生じる化学状態変化を観察した（図1参照）。これらの結果から、ケイ素電極が $\text{LiPF}_6$ 電解液に浸漬することで生じる化学的劣化反応機構について考察した。

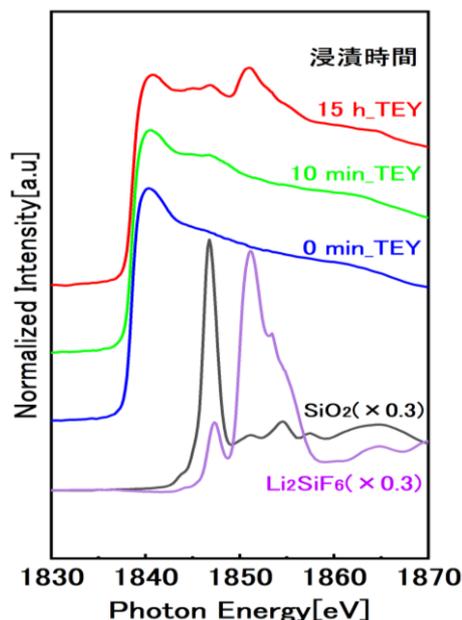


図1  $\text{LiPF}_6$  電解液に浸漬したアモルファスケイ素薄膜電極と参照試料の Si K 吸収端 XAS スペクトル。

## アピール ポイント

ケイ素電極は充放電によりアモルファスへの相転移や厚い有機不働態被膜に覆われるため、ラボ X 線を用いた化学状態分析手法の X 線回折や X 線光電子分光では解析困難である。我々のグループで担当するニュースバル放射光の XAS は、ラボでは分析困難な試料においても試料中の特定元素の化学状態分析が可能であり、蓄電池以外の様々な産業用実試料（液体、気体、固体、ウェットなど一般に汚いとされる試料）に対しても有効な分析である。