

中性子イメージングによるリチウムイオン電池充電量の空間分布測定

State-of-charge distribution of lithium ion battery measured by neutron imaging

甲斐哲也¹、蘇玉華¹、廣井孝介¹、篠原武尚¹、及川健一¹、林田洋寿²、
Joseph D. Parker²、松本吉弘²、瀬川麻里子¹、中谷健¹、鬼柳善明³

1 原子力機構、2 CROSS、3 名大

J-PARCのMLFに設置されたエネルギー分析型中性子イメージング装置「螺鈿」において、実用製品を対象とした中性子利用技術開発の一つとして、リチウムイオン2次電池(LIB)を対象とした充電量の空間分布測定を行った結果を報告する。LIBの負極材料のグラファイトの面間距離は、リチウムイオンが層間に入る効果により、電池の充電量の増加に伴って広がる事が知られている。LIBの中性子透過率を波長依存で測定した場合、グラファイトの面間距離に応じた波長で急激な透過率の変化(ブラッグエッジ)が観測されることから、ブラッグエッジの波長から充電量を評価することが可能となる[1]。

実験では、市販されている車のLIBを試料とし、透過中性子スペクトルを2次元検出器で測定し、ブラッグエッジの波長の空間分布を求めた。まず、新品のLIBの充放電を行いながら透過中性子を測定し、位置依存性のないことを確認し、ブラッグエッジ波長からLIBの充電量を求めるための検量線を取得した。その後、急速な充放電を繰り返す劣化試験を行った2体のLIBを対象に、充放電時の透過中性子スペクトル測定を行った。1体のLIBは、全体を均等に拘束(Type-A)して劣化試験及び中性子測定を行ったが、他方は端部のみを拘束(Type-B)した状態で試験・測定を行った。位置毎の透過中性子スペクトルのブラッグエッジ波長から充電量分布を評価した結果、Type-Aでは充電分布に顕著な偏りが生じるが、Type-Bでは均質に充電が進行することが分かった。この結果から、中性子イメージングによる充電量の空間分布測定を通じて、LIBの劣化状態の評価が可能であるとの結論を得た。

本研究の一部は、文部科学省受託研究光量子融合連携研究開発プログラム「実用製品中の熱、構造、磁気、元素の直接観察による革新エネルギー機器の実現」の支援の元で行われた。また、本実験はJ-PARC物質・生命科学実験施設のプロジェクト課題(課題番号: 2015P0701)の下で行われた。

[1] T. Kamiyama, Y. Narita, H. Sato, et al., Physics Procedia 88, p. 27 (2017).