

負ミュオン捕獲X線によるリチウム電池の非破壊分析 Non-Destructive Analysis of Li-Battery with Negative Muon Beam

反保 元伸, 濱田 幸司, 土居内 翔悟, 山重 寿夫^A
梅垣 いずみ^B, 樋口 雄紀^B, 稲垣 誠^C, 南部 明弘^C,
二宮 和彦^C, 久保 謙哉^D, 三宅 康博

高エネ研 物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系,
A トヨタ自動車, B 豊田中央研究所, C 大阪大学大学院理学研究,
D 国際基督教大学

負の電荷をもつミュオンは、物質中に打ち込まれ減速すると急速に原子核に捕われ、「負ミュオン原子」が形成される。負ミュオン原子からは元素に固有な特性 X 線を放出する。この特性 X 線(負ミュオン捕獲 X 線)エネルギーは、電子特性 X 線エネルギーに比べ 200 倍高い。さらに負ミュオン原子形成する深さ方向における空間分布を数 10 μm オーダの幅に「局在」させることができる。このことを応用すれば、電子特性 X 線が試料の外部まで放出できない厚みを持ち、かつ深さ方向に元素の濃度分布が変化するような試料に対して、試料内ミュオン停止深さを変化させて、試料外部に放出する負ミュオン捕獲 X 線のエネルギースペクトルを計測すれば、試料内部における元素濃度分布が非破壊で分析できる。

本研究では、実用リチウム電池内部で充電・放電により正極—負極間を移動するリチウムの空間分布について負ミュオンを用いた非破壊分析を行った。厚み約 100 μm 厚をもつ正極中を約 20 μm 厚毎に、負ミュオンを打ち込み、各停止層から放出する負ミュオン捕獲 X 線を計測した。その結果リチウムは電極に近いほど多く分布し、かつ充放電によりリチウムの増減を示唆するデータを確認できた。本公演ではその詳細について述べる。

本研究は文部科学省「光・量子融合連携研究開発プログラム」の「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」の研究成果である。