

高エネルギーX線 CT を用いた実電池における金属 Li 検出の試み Detection of Metallic Lithium in Real Batteries Using High-Energy X-ray CT

^{1*}柴田 夢斗, ¹稲葉 祥汰, ¹西村 律輝

²宇都野 太, ¹鈴木 宏輔, ¹星 和志, ¹古田 有希, ³砂口 尚輝, ¹櫻井 浩

¹群馬大理工, ²出光興産(株), ³高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

¹群馬大学, 〒376-0052 群馬県桐生市天神町 1-5-1

²出光興産(株), 〒299-0293 千葉県袖ヶ浦市上泉 1280

³高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所, 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

¹Yumeto Shibata, ¹Shota Inaba,

¹Ritsuki Nishimura, ²Futoshi Utsuno, ¹Kosuke Suzuki, ¹Kazushi Hoshi, ¹Yuki Furuta,

³Naoki Sunaguchi, ¹Hiroshi Sakurai

¹University of Gunma. 1-5-1 Tenzincho, Kiryu, Gunma 376-0052, Japan

²Idemitsu Kosan Co., Ltd. 1280 kamiizumi, sodegaura, chiba, 299-0293

³Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

1 はじめに

リチウムイオン電池において、現状のグラファイト（黒鉛）負極（理論容量密度 370 mAh/g）に比べて、Li 金属負極の理論容量密度は 3860 mAh/g であり、蓄電池のエネルギー密度を飛躍的に向上でき可能性がある[1]. Li 金属負極は古くから注目され研究開発が盛んに行われてきたが、Li 金属のデンドライトの生成により電池寿命に影響を与えるため、広い実用化には至っていない[2]. この課題を解決するためには、実電池において Li デンドライトを検出する手法を開発する必要がある. 本研究では高エネルギー X 線を用いた CT 測定により X 線減弱係数を精密に測定し、金属 Li を検出する手法を検討する.

2 実験

測定は AR-NE7A で行った. あらかじめ線減弱係数がわかっている Al, Mg, Li を標準試料とした. 測定試料として CR1025 電池の負極である Li の検出を試みた. X 線エネルギーは 60 keV, 55 keV, 50 keV, 45 keV であり、1 投影 900 msec, 360 度/2000 投影の条件で測定した（測定時間は 1 時間 30 分程度）. 再構成により CT 画像を得た.

3 結果および考察

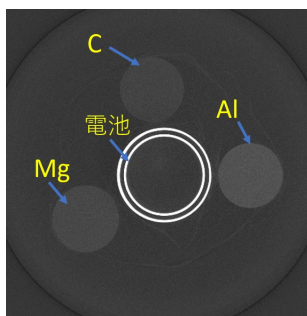


図 1:(a) 60keV の CT 像

図 1 は測定した CT 画像を示す. 図のグレースケール

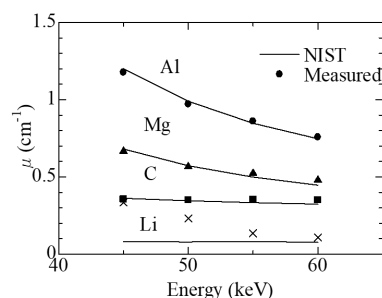


図 2: 各材料の線減弱係数の比較

から各 X 線エネルギーにおける X 線減弱係数を求めた結果を図 2 に示す. NIST/XCOM データベース[3]の値も示している. Al, Mg, C など標準試料の X 線減弱係数は、NIST/XCOM のデータベースの値とほとんど一致している. 一方、電池内部の Li の線減弱係数については、60 keV の時は一致しているが、45 keV, 50 keV, 55 keV の時は NIST/XCOM データベースの値より大きい.

以上から、60 keV 以上のエネルギーの単色 X 線を用いれば、電池の缶からの影響が小さくなり実電池内部の Li を検出できる可能性があることがわかった.

参考文献

- [1] G. Garttan et. al, Energies 18, 4174 (2025),
- [2] J. Liu, Nat. Energy 4, 180-186 (2019)
- [3] M. J. Berger et al., (2010), NIST Standard Reference Database 8 (XGAM) [<https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>].

*t251g021@gunma-u.ac.jp