

フォトンカウンティング CT による元素定量法の開発と リチウム実電池への応用

Development of quantitation method using photon-counting CT and its application to commercial lithium battery

群馬大理工¹, 群馬県立県民健康科学大診療放射線学部², 国際科学技術センター³

○鈴木 宏輔¹, 鈴木 駿太¹, 武藤 祐介¹, 星 和志¹, 大野 由美子²,
取越 正己³, 櫻井 浩¹,

Gunma Univ.¹, Gunma Prefectural College of Health Science², ISTC³

°Kosuke Suzuki¹, Syunta Suzuki¹, Yusuke Muto¹, Kazushi Hoshi¹, Yumiko Ohno²,
Masami Torikoshi² Hiroshi Sakurai¹,

E-mail: kosuzuki@gunma-u.ac.jp

フォトンカウンティング CT は、従来の CT 像に X 線光子のエネルギー情報を追加した CT 像を取得する測定手法である。エネルギー情報が追加されることで、物質による X 線減弱係数から解析的に元素の電子密度、ならびに実効原子番号が得られ、物質内の特定元素を定量分析することが可能となる[1,2]。我々は、この特徴が動作下のリチウムイオン実電池内におけるリチウムイオン分布を非破壊で可視化する手法として有効であると考え、研究を進めている。これまでに本手法の原理実証として、LiCl 水溶液の X 線減弱係数から LiCl 化合物濃度の検量線を求めた。さらに、フォトンカウンティング CT を市販のリチウムコイン電池(VL2020)に適用し CT 像の測定を試みた。

実験は、マイクロフォーカス X 線源(浜松フォトニクス L12161-07)と CdTe 検出器(Amptek XR-100T CdTe)を用いて行った。試料は LiCl 濃度の異なる LiCl 水溶液を用いた。LiCl 濃度は、0 wt%、17.27 wt%、23.85 wt%、29.45 wt%とした。水溶液を光路長 10mm のガラスセルに入れ、透過 X 線エネルギースペクトルから、X 線減弱係数を求めた。ここで、入射 X 線強度として空のガラスセルの測定結果を用いた。得られた LiCl 水溶液の X 線減弱係数から、回帰分析により LiCl 濃度を求めた。その結果、回帰分析から得られた LiCl 濃度と試料の LiCl 濃度との間に線形関係が成り立ち、フォトンカウンティング CT により化合物の定量分析が可能であることがわかった。各濃度の相対誤差は 3%~10%であった。リチウムコイン電池の CT 像の測定は、入射 X 線に対し試料を水平方向に 0.2mm ステップで±6.3mm 移動させながら、各位置で 1.8° ごと 180° 回転させ行なった。1 箇所での測定時間は 10 秒とした。得られた CT 像は電池を構成する物質によりコントラストの変化を示し、本手法による CT 像の測定に成功した。本講演では、結果の詳細を示すとともに、リチウムの定量分析についても報告する予定である。

[1] M. Torikoshi, T. Tsunoo, M. Sasaki, M. Endo, Y. Noda, Y. Ohno, T. Kohno, K. Hyodo, K. Uesugi and N. Yagi, Phys. Med. Biol. 48, 673-685 (2003).

[2] A. Nagao, T. Yamazaki, M. Torikoshi, N. Sunaguchi, T. Kanai, T. Hayashi, K. Suzuki, K. Hoshi and H. Sakurai, Appl. Mechanics Mat., 888, 83-88 (2018).