

## 放射光 X 線イメージングを用いたリチウムイオン電池の解析

(トヨタ自動車<sup>1)</sup>) ○山重 寿夫<sup>1</sup>

Analysis of lithium-ion batteries using synchrotron X-ray imaging (<sup>1</sup> *Material Foundation Development Dept., Electrification & Environment Material Engineering Div., Toyota Motor Corp.*) ○Hisao Yamashige<sup>1</sup>

We have studied potential distribution in the positive electrode of a Li-ion battery by using a micro XAFS method. In the previous studies, we observed the three-dimensional distribution of various Co-oxidation states in LiCoO<sub>2</sub> (LCO) active materials. We also found that as a LCO electrode is charged, the surface of the electrode is preferentially oxidized than the inside area.

This study compares the reaction distributions of two different electrodes (LiFePO<sub>4</sub> (LFP) and LCO) during the relaxation. Immediately after the LFP was charged (1C CC charge to 4.3V), the edge of the surface shifted to higher energy than did that of the inside. This positive shift indicates that the oxidation state of Fe increased with lithium extraction and that the potential mal-distribution occurred between the surface and inside of the electrode. 24-hour after the charge, the same edge positive shift was also observed in the XANES spectra of the LFP electrode. These results suggest that the potential mal-distribution in the entire LFP electrode did not relax in the experimental period. In contrast, the potential mal-distribution between the surface and inside of a LCO electrode, which existed immediately after the electrode was charged, did relax 24-hour after the charge, due to the effect of “potential relaxation”. I shall elaborate on this phenomenon at the conference.

**Keywords :** *Synchrotron Radiation, X-ray Imaging, Lithium-ion Battery*

我々は、マイクロ XAFS 法を用いて、リチウムイオン電池の正極における電位分布を調べた。これまでの研究で、LiCoO<sub>2</sub> (LCO) 活物質における様々な Co 酸化状態の 3 次元的な分布を観察してきた。また、LCO 電極が充電されると、電極の表面が内部に比べて優先的に酸化されることを明らかにした<sup>1)</sup>。

本研究では、2 種類の電極 (LiFePO<sub>4</sub> (LFP) と LCO) の緩和時における反応分布状態およびその挙動を比較した。LFP を充電した直後 (4.3V まで 1C CC 充電)、表面の吸収端は、内部よりも高エネルギー側へシフトしていた。この高エネルギー側へのシフトは、リチウムイオンの脱離に伴って Fe の酸化状態が増加し、電極の表面と内部において電位分布が発生したことを示している。充電から 24 時間後、LFP 電極の XANES スペクトルにも同じ吸収端の高エネルギー側へのシフトが確認された。これらの結果は、LFP 電極全体の電位分布が実験中に緩和されなかったことを示している。一方、LCO 電極では、充電直後には表面と内部に存在していた電位分布において、充電後 24 時間後には「電位緩和」の効果が見られた。この現象については、当日詳しく解説する。

1) H. Yamashige, et al. 52<sup>th</sup> Battery Symposium, Nagoya, 9<sup>th</sup> Nov 2010.