リチウムイオンキャパシタの充放電シミュレーション

Simulation of Charging and Discharging of a Lithium-Ion Capacitor

計測エンジニアリングシステム　○佟 立柱，永山 達彦

Keisoku Eng. Sys., ○Lizhu Tong, Tatsuhiko Nagayama

E-mail: tong@kesco.co.jp

リチウムイオンキャパシタ（LIC）とは，一般的な電気二重層キャパシタの原理を使いながら負極材料としてリチウムイオン吸蔵可能な炭素系材料を使い，そこにリチウムイオンを添加することでエネルギー密度を向上させたキャパシタである。正極と負極で充放電の原理が異なり，リチウムイオン二次電池の負極と電気二重層の正極を組み合わせた構造を持ち，キャパシタの特長であるハイパワー・長寿命・高い安全性を有し，かつエネルギー密度を高めた新しいタイプのキャパシタである[1]。本研究では，COMSOL Multiphysics®によるリチウムイオンキャパシタの充放電シミュレーションを行った。

図 1 (左)は，リチウムイオンキャパシタのベンチマーク計算結果である。正極を活性炭（AC），負極をLTO（$Li_4Ti_5O_{12}$），電解質を有機溶媒（1 M $LiPF_6$，EC：DMC）[2]とするリチウムイオンキャパシタの1Dベンチマークモデルを考慮した。充放電曲線の計算結果が試験値 [3]とよく一致することで，本報で提示したモデルがリチウムイオンキャパシタの解析に適すことは明らかにされた。ベンチマークされた計算パラメータを用いて，コイン形リチウムイオンキャパシタの2Dモデルの計算を行った。図 1 (右)は各充放電レートに対する充放電曲線および1C充電完了後の電解質塩の濃度とLi^+流束分布である。1Dモデルより高い容量を利用したため，充電時のAC側のLi^+がLTO電極への補充不足により，LTOにおける充電完了後の電解質塩は低い濃度を示した。

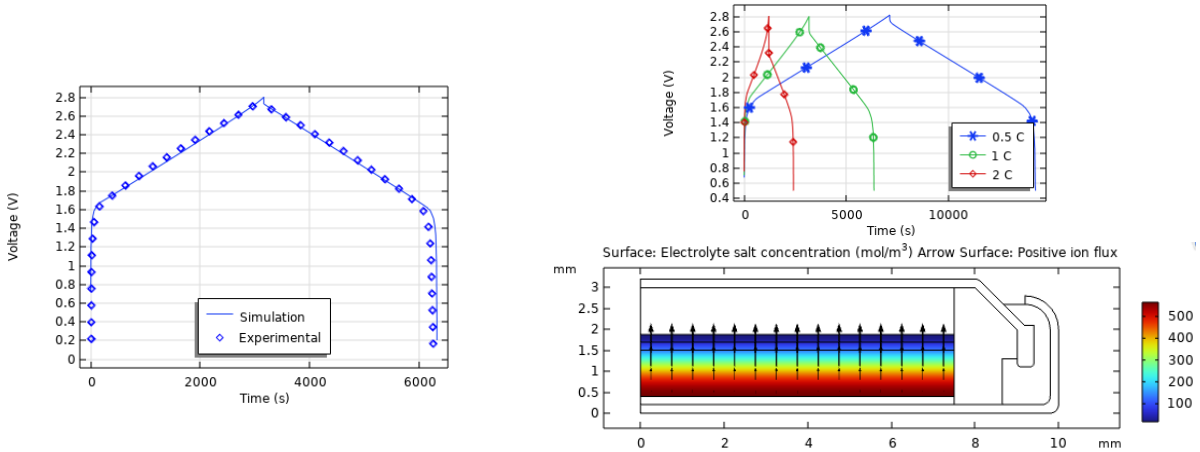

Figure 1. Simulation results of lithium-ion capacitors. (left) a benchmark study and (right) a coin type LIC 2D model.

参考文献

[1] 安東 信雄，田口 真, *Electrochemistry*, **77** (6), 477-480 (2009).

[2] G. Madabattula, B. Wu, M. Marinescu, G. Offer, *J. Electrochem. Soc.* **167**, 013527 (2020).

[3] S. Dsoke, B. Fuchs, E. Gucciardi, M. Wohlfahrt-Mehrens, *J. Power Sources* **282**, 385-393 (2015).