

## 充放電中の電池内部を観察する技術

技術開発センター 兼 大阪事業所 福満 仁志 / 工業支援事業部 木村 宏

### 1 電池の中では何が起きているのか?

「電池を使っているとき、内部では何が起きているのか?」

これを解明することで電池の開発を飛躍的に加速させることができます。

電池内部では電極反応・ガス発生・電解液の反応といった様々な化学変化が起きている。電池内部の化学変化を、充放電の時間軸に沿ってその場 (*in situ*) で分析することで、化学変化を電池性能と結びつけて理解することができます。本稿では、カラーコンフォーカル顕微鏡・充放電装置・専用観察セルで構成された電気化学反応可視化システム (ECCS: Electro-Chemical reaction visualizing Confocal System) (図1) を使ったリチウムイオン電池 (LIB) の *in situ* 観察について紹介します。

### 2 電池の中をのぞく

電池内部で起こる現象を観察するためには、石英窓がついたセルを使用します。セル内に電極、セパレータ、電解液を封入すると小型の電池となり、窓を通して顕微鏡でのぞくと内部を観察することができます。また、カラーコンフォーカル顕微鏡は、凹凸が大きな電極試料であっても明瞭に観察できるだけでなく、電極反応による色の変化も観察することができます。これにより、今まで分からなかったことが分かってきました。

### 3 充放電中のリアルタイム観察

ECCSを用いると充放電中の電池内部をリアルタイムで高分解能観察できるため、電極の色変化(反応分布)、膨張・収縮、ガス発生、金属Li(デンドライト)の析出などが分かります。データはすべて動画として提供することができます。例として、LIBの安全性のカギを握るLiデンドライト析出の観察結果を図2に示します。過充電した際に発生したLiデンドライト(図2A)が成長し(図2B)、充電を止めた後すぐに収縮している様子(図2C)が観測されました。この現象はリアルタイム観察だからこそ捉えることができました。もし電池解体後の電極を観察した場合、収縮後のLiデンドライトを観察することになり、Liデンドライトが最も成長した(≒最も危険な)状態を見落とし、誤った安全評価をしてしまう可能性があります。このように電極材料の*in situ*観察から電池材料を正しく理解することができ、より高品質な製品開発に繋がるものと考えられます。

### 4 おわりに

当社ではECCSによる*in situ*観察後、さらにEPMAやラマン分光などを用いて組成解析を行うこともできます。これらの分析を組み合わせることにより、材料や構造とその性能の関係が分かるため、何を改良すべきかが明確になり電池開発を効率的に進めることが可能になります。今後は、温度調節機能や中型セルへの対応など、より多様な試験ができる体制を整える予定です。

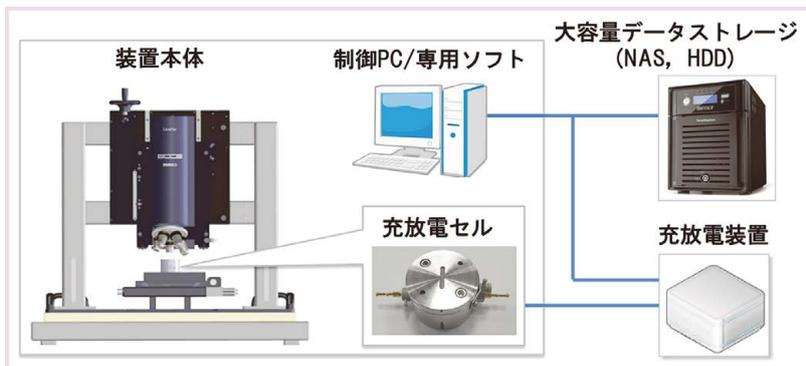


図1 電気化学反応可視化システム(ECCS)の模式図(レーザーテック(株)製)

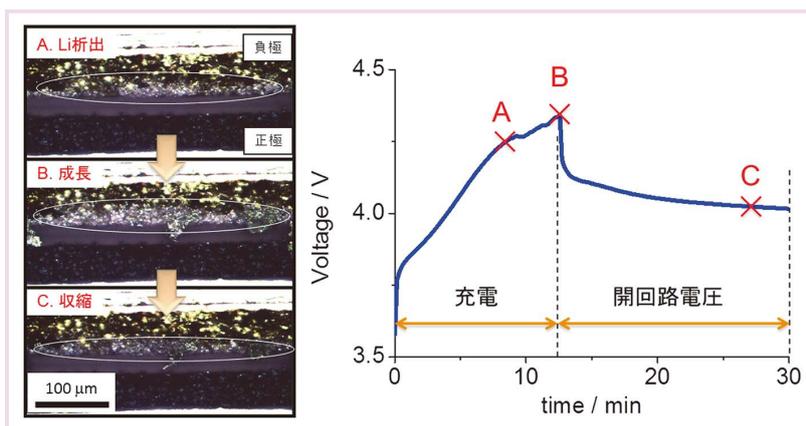


図2 リチウムイオン電池の観察画像と観察セルの充電カーブ



福満 仁志  
(ふくみつ ひとし)  
技術開発センター 兼  
大阪事業所



木村 宏  
(きむら ひろし)  
工業支援事業部