

産技研における全固体リチウム電池の研究の取り組みについて

園村 浩介

地方独立行政法人 大阪府立産業技術総合研究所
連絡先 sonomurah@tri-osaka.jp

1. はじめに

近年、ハイブリット自動車の普及や自然エネルギー発電の拡大に伴い、より高性能な蓄電池の開発が求められている。軽量かつ高いエネルギー密度を有するリチウムイオン二次電池は、従来のモバイル向けに加え、輸送機器（自動車）や定置向けなど中・大型蓄電池への用途拡大が期待されている[1]。一方で、現行のリチウムイオン二次電池のエネルギー密度は $250 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$ 程度が限界と言われているため、 $500 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上のより高いエネルギー密度を有する革新型電池の開発が期待されている[2]。その革新型電池の候補の一つに全固体リチウム電池が挙げられる。

現在、産技研においては、将来における大阪府内企業の競争力強化につながる革新型電池に関する技術を先行して開発するため、プロジェクトチームを組み、全固体電池及び太陽電池、空気電池等について研究を進めている。本稿では、産技研での全固体リチウム電池の試作及び評価技術について紹介する。

2. 全固体リチウム電池

全固体リチウム電池は、図 1 に示すように有機電解液ではなく無機固体電解質を使用するので、現行のリチウムイオン二次電池では使用することが出来なかった硫黄や金属リチウムなどの高容量活物質を使用することが出来る可能性があり、高いエネルギー密度が期待される。また有機電解液を使用しないので、過電圧や漏れによる発火の恐れがなく、また作動温度範囲も広いので安全性、信頼性が高い電池であると言える[3]。

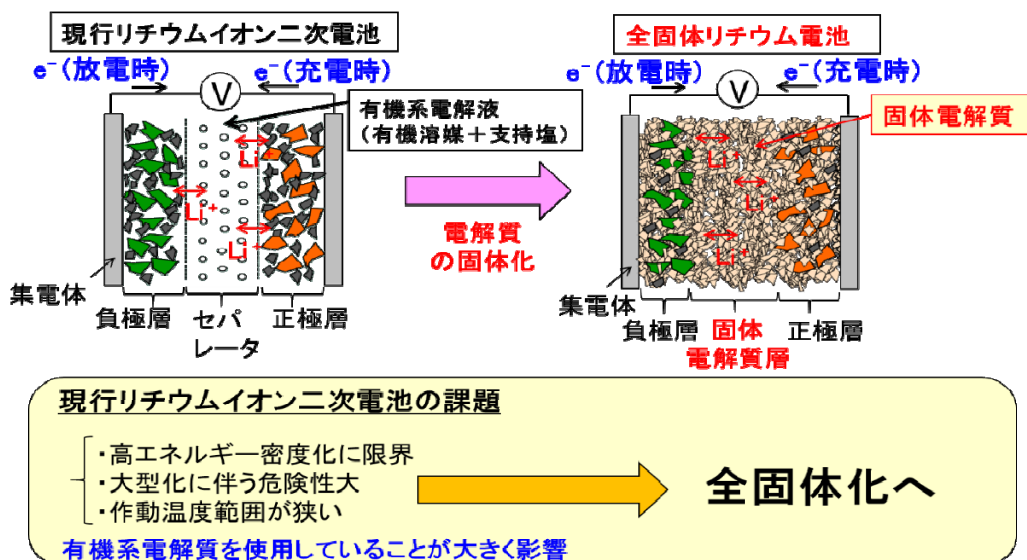


図 1 現行リチウムイオン二次電池と全固体リチウム電池

3. 全固体リチウム電池の試作と評価

図2に全固体リチウム電池の一例を示す。グローブボックス中にて正極合材 ($\text{LiCoO}_2 : \text{Li}_2\text{S} \cdot \text{P}_2\text{S}_5$ 系固体電解質ガラス=7:3 (wt%)), $\text{Li}_2\text{S} \cdot \text{P}_2\text{S}_5$ 系固体電解質ガラス, 負極 (In) を試験用治具に入れ, プレス機にて 360 MPa 加圧で電池を試作した[4]. カットオフ電位は 2.0–3.6 V とし, 25°C, 電流密度 $0.064 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ において測定を行った. 図3に試作した電池の充放電測定結果を示す. 図3から分かるように, 初期充電のみ不可逆であったが, それ以降は良好なサイクル特性を示していることが分かった. 一方, 放電容量に関しては, LiCoO_2 の実効容量は約 $160 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ であり, それと比較すると初期放電容量は約 $82 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ であるため, 十分な容量が出ていないことが分かった[5]. この原因の一つとして, 電極活物質と固体電解質との間において良好な界面が構築出来ていないことが考えられる. 今後, 界面について調査するために, 図4に示すように非暴露中においてサンプルを FIB 装置によって加工し, STEM 装置によって観察をする予定である.

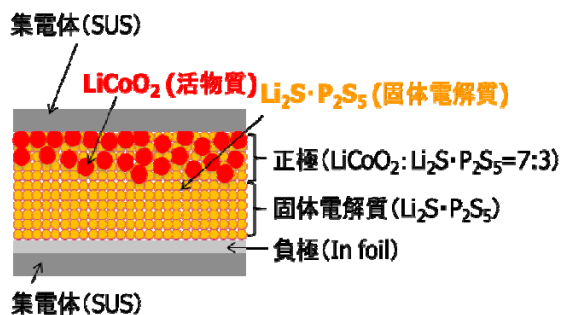


図2 全固体リチウム電池の模式図

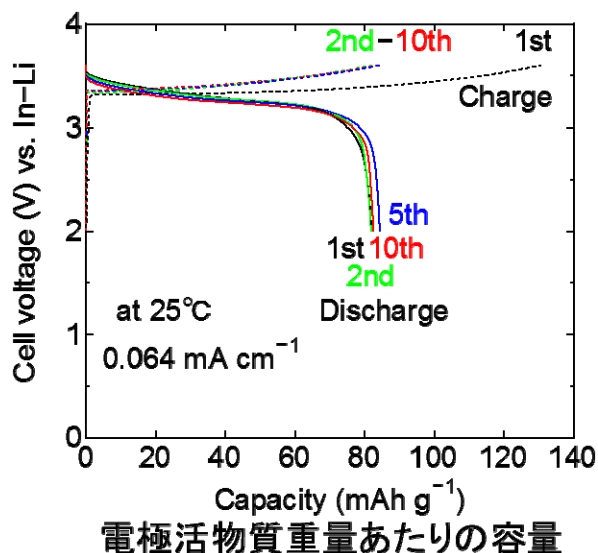


図3 充放電測定結果 (点線: 充電、実線: 放電)

FIB/STEM霧囲気遮断システムの活用

電池の解体や試料サンプリングから加工、観察・分析までの流れをすべて大気非暴露環境下で行うことができる。

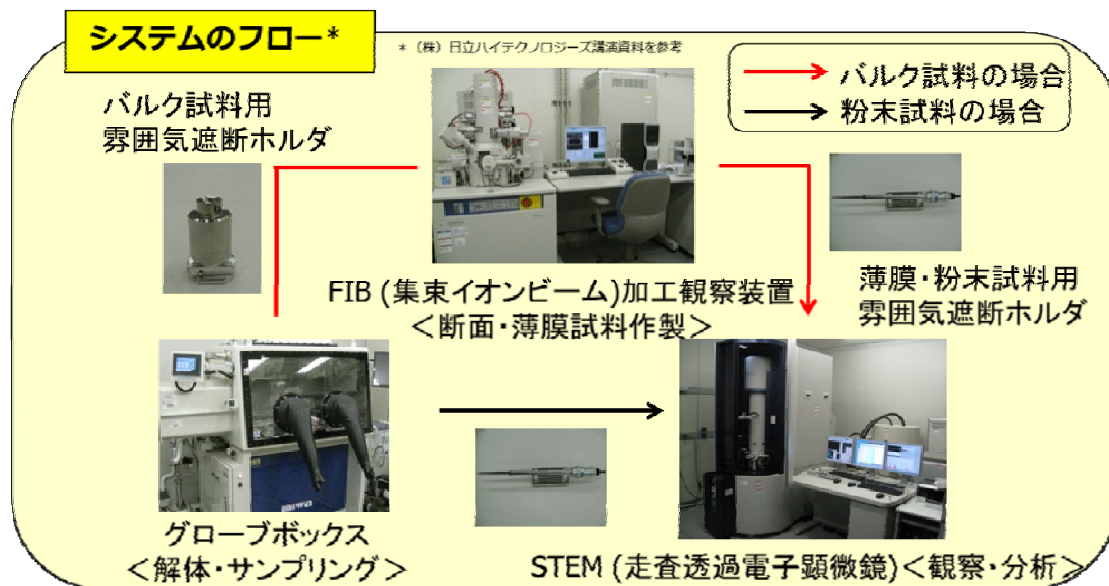


図4 FIB/STEM霧囲気遮断システム

4. 最後に

産技研においては、全固体リチウム電池の試作から評価まで一貫して行うことが出来る環境が整っており、新規事業として革新型電池を取り組む企業様をサポートすることが可能である。将来、多くの企業様が革新型電池に関する事業に参入されることを期待したい。

全固体リチウム電池に関する研究を遂行するにあたり、多大なる御指導、ご助言を賜りました大阪府立大学大学院工学研究科応用化学分野無機化学研究グループの辰巳砂昌弘教授、林晃敏准教授に厚く御礼申し上げます。また本研究は大阪府立産業技術総合研究所全固体電池グループで実施されたものです。関係各位に謝意を表します。

5. 参考文献

- [1] NEDO 二次電池技術開発ロードマップ 2013
- [2] NEDO 次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ 2008
- [3] 辰巳砂昌弘ら, 全固体電池開発の最前線, シーエムシー出版, (2011) .
- [4] T. Ohtomo, *et al.*, J. power sources, 233, 231–235, (2013).
- [5] 工藤徹一, 日比野光宏, 本間格, リチウムイオン電池の科学, 内田老鶴圃, (2010) .