

## 特集序文

### リチウムイオン二次電池材料研究開発の新展開

#### Current Researches & Developments in Lithium Ion Secondary Battery

手嶋勝弥  
Katsuya TESHIMA

リチウムイオン二次電池(LIB)が世の中に登場してから既に20年以上を数える。現行のLIBは、正極と負極で電解質を挟むという極めて単純なサンドイッチ構造である。しかし、十分な電池性能を発現するためにさまざまな工夫が為されており、LIBを研究するほどその奥が深いことを実感する。また、最近の環境・エネルギー問題と相まって、現行LIBの性能を各段に向上したいという市場ニーズは一層熱を帯びている。現在のところ、次世代LIBとして、既存性能を大幅に向上した先進的LIB(高容量, 高電位, 高出力密度など)がさまざまな機関で研究開発されるとともに、次々世代LIBとして注目を集める空気金属電池, 全固体型LIBあるいは多価イオン電池などが世界各地で基礎研究段階から凌ぎを削っている。例えば全固体型LIBを眺めてみても、研究開発が進んでいる硫化物系全固体型LIBをはじめ、酸化物系やポリマー系など色々なタイプが提案され、それぞれの課題克服を目指している。

現在、我々の研究室では、酸化物系全結晶型LIBの研究開発に注力している。もともとフラックス法でさまざまな結晶材料を育成していたため、正極・負極活物質や固体電解質などの結晶材料を育成することは得意である。しかし、酸化物系全結晶型LIBの研究開発では、セル全体を鑑みて材料を設計・創成しなければ、十分な性能を確保できない。例えば、どのように電子伝導性・イオン伝導性を向上するのか、あるいは固体/固体界面をどのように形成するのかなど、全固体型LIB実現までの課題が山積している。我々はこの酸化物系全結晶型LIBを研究開発の舞台として、計算科学を導入して活物質材料を設計することから始め、高品質な活物質・固体電解質結晶材料をフラックス育成する、Liイオン伝導に優れた結晶面を発達させる・配向させる、活物質材料/固体電解質材料の界面をつなぐ(計算科学を利用して最適界面を調べる)、活物質材料/集電体界面を接合するなど、フラックス結晶育成技術が十分に発揮されるアプローチを試みている。このフラックス技術はとてもニッチな解決手段の一つであり、さまざまな研究者・技術者がそれぞれの思想・独自技術で次々世代LIBの研究開発に励んでいる。現行LIBの開発はわが国が優位性をもって先導する分野であり、次々世代LIBの開発でもその優位性を維持すべく、JSTやNEDO主導による大型プロジェクトが立ち上げられ、日本中の叡智を集結した研究開発が展開されている。

本特集では、リチウムイオン二次電池材料研究開発の新展開と題し、4名の若手研究者による最新の研究開発動向に注目した。具体的には、計算科学を利用した先進LIB材料の設計、環境調和プロセスによる先進LIB正極材料の合成、固体電解質材料の精密解析と合成、さらにその成長様式の解明というLIB材料研究開発の新展開にまつわるオリジナリティー溢れる研究アプローチを紹介できる機会に恵まれた。私の視点からは、酸化物系全固体型LIBを実現するためのさまざまなヒントを垣間見ることができたと大変感慨深い。本研究会の読者にとっても、フラックス法をはじめとする結晶育成技術の応用分野(社会実装・出口)としてのLIB研究開発を身近に感じてもらえるのではないかと期待する。この次世代・次々世代LIB研究開発は間違いなく今、わが国が先導して取り組むべき分野であると信じ、本誌初めての特集テーマとして取り上げた。これを機に、計算科学と材料合成・物性評価などの研究者が高度に融合するきっかけ、あるいは結晶育成に軸足を据える研究者が新しくこの分野に参入するきっかけとなれば幸いである。

\*Katsuya TESHIMA, 信州大学環境・エネルギー材料科学研究所/工学部物質化学科