

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 次世代リチウムイオン電池用正極材の特性向上技術の開発
プロジェクトリーダー	: 三井造船(株)
所属機関	: 三井造船(株)
研究責任者	: 吉武秀哉(山形大学)

**1. 研究開発の目的**

本研究開発では、高電圧及び高エネルギー密度を持つリチウムイオン電池用正極活物質に対し、活物質粒子表面に導電性高分子の薄層を被覆した複合化正極材料、及びその効果的な製造方法を開発する。同技術による導電性高分子薄層は、正極活物質に電子伝導性と Li イオンの移動径路を付与して充放電容量及び出力特性を向上させると共に、高電圧を持つ正極系の実用化において障害となる、充電時の電解液の酸化分解、活物質成分の溶出等を抑制する保護層としても機能し、EV・PHEV 等の車載用リチウムイオン電池に適用可能な高出力・高エネルギー特性、安定性・安全性を兼ね備えた正極材料が得られる。

**2. 研究開発の概要**

**①成果**

導電性高分子としては、 $4 \sim 10^3$  S/cm の導電率を示し、対象正極系の充放電電位域で導電率を維持、強酸化雰囲気でも安定な系を選定した。600Wh/kg 超のエネルギーをもつ正極活物質 A、B の表面に nm レベル厚で被覆する方法として、高分子の分散塗布、活物質表面でのモノマーの酸化重合被覆(2~3 種)を検討し、それぞれほぼ均一に薄層被覆できることを確認した。比較的高導電性の活物質 A では、3 種の導電性高分子被覆法により 0.1C/10C で 592~645 及び 346~380Wh/kg、50°C100 サイクル後容量維持率 57~79%を得、車載用に有望と判断した。絶縁性活物質 B も 0.1C で約 450Wh/kg を得たが、10C 時出力とサイクル特性が悪く、高分子の改良が必要と見られた。

研究開発目標	達成度
<p>①導電性高分子系及びドーピング陰イオン種の選定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導電性高分子導電率(25°C)10 S/cm</li> <li>・非多孔性の重合状態</li> <li>・酸化分解(劣化)が少ない</li> </ul>	<p>①導電性高分子としては、<math>4 \sim 10^3</math> S/cm の導電率を示し、対象正極系の充放電電位域で導電率を維持、強酸化雰囲気でも安定な系を選定した。陰イオンには高分子・低分子数種を選定し、導電性高分子のドーパントとして機能することを確認した。</p>
<p>②複合化に適合する対象正極活物質の合成法の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・活物質の好適な粒径分布、凝集状態、結晶状態、組成等と合成条件の把握</li> </ul>	<p>②600Wh/kg 超のエネルギーを持つ正極活物質 2 種(以下 A、B)を選定、湿式/乾式合成法の好適な製造条件を把握。2 種とも X 線回折で目的構造と低不純物を確認、適切な比表面積・分散性を持つ。</p>
<p>③導電性高分子の酸化重合薄層形成及び正極活物質粒子表面への被覆条件確立</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非多孔性、好適な均一層厚、高密着性</li> </ul>	<p>③活物質表面への nm レベル厚の導電性高分子被覆方法として、高分子の分散塗布、活物質表面でのモノマーの酸化重合被覆(2~3 種)を検討、そ</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>・重合被覆条件の把握</li> <li>・複合正極材料の導電率 <math>10^{-4}</math>S/cm 以上</li> </ul> <p>④高出力・高エネルギー密度及び高安定・安全性の正極材料の開発、性能実証</p> <p>正極エネルギー密度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・0.1C放電時：600Wh/kg(25°C)</li> <li>・10C 放電時：350Wh/kg(25°C)</li> <li>・50°C、1C・100 サイクル後容量維持率：90%</li> </ul>	<p>れぞれほぼ均一に薄層被覆できることを確認した。複合正極材の導電率範囲は <math>10^{-3} \sim 10^{-2}</math>S/cm 程度。</p> <p>④比較的高導電性の活物質 A では、3種の導電性高分子被覆法により、0.1C/10C で 592～645 及び 346～380Wh/kg、50°C100 サイクル後容量維持率 57～79%を得、車載用に有望と判断。絶縁性活物質 B も 0.1C で約 450Wh/kg を得たが、10C 時出力とサイクル特性が悪く、高分子の改良が必要と見られた。</p>
---	---

## ②今後の展開

対象として、実用化の可能性が高いと考えられる正極活物質 A への導電性高分子の重合被覆を優先し、より低コストでサイクル特性を向上できる系を開発する方針を進める。今後、実用化の見通しが特に明確になった段階で、他社との共同開発も視野に入れ、実用化を進めたい。

## 3. 総合所見

一定の成果は得られており、イノベーション創出が期待される。正極材料自体の開発に関しては、比較的順調に開発が進められている。しかしながら、目標としていた薄膜形成や被覆による性能向上検討については未だ不十分で有り、今後の更なる検討を期待する。

以上