

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) FS ステージ (シーズ顕在化) 事後評価報告書

プロジェクトリーダー (企業責任者) : 旭化成 (株)

研究責任者 : 慶應義塾大学 吉岡 直樹

研究開発課題名 : リチウムイオン二次電池の安全性を高めるレドックス・シャトル剤の分子設計と電解質への応用

1. 研究開発の目的

隣接 π 電子系と強く共役したニトロキシドラジカルでは、導入した置換基に応じて酸化還元電位が大きく変化し、さらにはこの現象が不対電子の広がりをもつ SOMO 準位と相関があることを見出した。本課題では、共役型ラジカルの電気化学特性を化学修飾により制御し、新規なレドックス機能材料としての可能性を追究する。具体的には、分子磁性研究で蓄積された知見に基づき分子レドックス機能材料の設計と合成を行い、リチウムイオン二次電池の過充放電を抑制するレドックス・シャトル剤として応用する。リチウムイオン二次電池の安全性を高め、大型蓄電池市場をターゲットとした電解液事業の創出を目指す。

2. 研究開発の概要

①成果

π 共役安定有機分子のレドックス機能制御および電解質への応用を研究課題として電気化学デバイスをターゲットとした電解液事業の創出を目指し、リサイクル分取 HPLC を活用して π 共役安定有機ラジカルからなるレドックス・シャトル剤の収率を向上した。さらに分子設計による酸化還元電位の制御を試みた。その結果、 π 共役安定有機ラジカルが色素増感太陽電池の電解質として利用できることを実証したが、LIB においては黒鉛負極において還元分解された。そこで、 π 共役ラジカルで確立した酸化還元挙動の制御技術を非ラジカル型 π 共役分子に応用し、LIB に適したレドックス・シャトル剤を最終ターゲットとして研究を展開した。

②今後の展開

当初の計画では正極酸化電位を高めることが最大の課題だったが、実電池評価により負極還元分解の抑制も重要であることが明らかとなった。酸化に強いレドックス・シャトル剤は還元に弱い傾向にあるため、負極保護被膜 (SEI) 形成剤と黒鉛系負極との組合せでシャトルの作動を目指す。また、電解液全体のイオン伝導度を高めることにより性能が向上するため、企業努力として将来的には電解液全体の見直しを図りたい。

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。研究開発対象は重要なターゲットを目指しており、一定の成果が得られている。また、達成できなかった目標に対する要因分析が的確になされており、企業側の今後の研究開発に期待したい。