

プログラム名：超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：Li 電池セパレータ薄膜化プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 8 年 度

研究開発課題名：

Li 電池セパレータ薄膜化

研究開発機関名：

三菱樹脂株式会社

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

三菱樹脂プロジェクトでは電気自動車の航続距離アップに繋がる Li イオン二次電池（以下、Li 電池）高容量化のために Li 電池用多孔質セパレータの薄膜化に取り組んでおり、従来 20~30 $\mu\text{m}$  厚であるセパレータを 5 $\mu\text{m}$  厚まで薄膜化し、そのような厚みでも実用に耐え得る出力特性・耐久信頼性を有するような多孔膜の薄膜化・タフ化技術を確立することを目標としている。そのため、各種製法で製造された Li 電池セパレータを、群馬大学河井助教が放射光 X 線散乱を用いた高次構造解析によって製法に起因する多孔膜の強度の違いを明確にし、さらに MCHC-R&D シナジーセンターによるメゾスコピックな多孔膜構造の観察技術と力学応答シミュレーション技術を活用することで、Li イオン伝導性と膜強度の観点から見た理想的な Li 電池セパレータを得るための設計指針の構築を行ってきた。

前年度までのこれらミクロスコピック及びメゾスコピックな構造因子の解明によって、延伸前の原シートの最適な構造と、強度アップのための多孔膜製法が明らかになったため、当該年度ではその知見を応用した以下の目標を設定した。

- ① 前年度に確立した多孔膜の革新製法を用い、従来製法では達成困難な、セパレータとして実用的な強度と透気度を保ったまま膜厚 5 $\mu\text{m}$  まで薄膜化する。
- ② 5 $\mu\text{m}$  まで薄膜化した革新製法セパレータを、日産自動車様において実際に Li 電池に組み込んだ小型セル評価を実施し、実用上の課題を抽出する。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

三菱樹脂において前年度に確立した多孔膜の革新製法によって、実用的な強度と透気度を保ったまま膜厚 5 $\mu\text{m}$  まで薄膜化したポリプロピレンベースの多孔膜サンプルを作製した。これまで従来製法では、強度と透気度を保ったままこの膜厚まで薄膜化することができなかったものである。さらに革新製法で作製したこの多孔膜表面に、電解液から析出する結晶成長抑制、膜酸化防止、熱収縮抑制といった機能を付与するためのナノ粒子機能層を設けた。

そうして作製した多孔質セパレータサンプルを日産自動車様に支給して小型セルに組み込み、初期特性及びサイクル特性の実用評価を実施し、従来製法の標準品サンプルと性能を比較した。

その結果、初期特性評価における急速充電の充電容量維持率は、革新製法で 5 $\mu\text{m}$  まで薄膜化しても標準品同等に維持されることがわかり、またセパレータの空隙率との相関が確認された。

耐久性を評価するサイクル特性試験では、サイクル容量維持率はセパレータ厚み及び空隙率に対しては相関が見られなかったが、細孔径・透気度に対して相関があることが確認された。これにより、サイクル特性に対して細孔径が支配因子であることが示唆された。

## 2-2 成果

- 革新製法によって、従来製法では困難であった、実用的な強度と透気度を保ったまま膜厚 5 $\mu\text{m}$  までセパレータを薄膜化することに成功した（図 1）。
- 革新製法によって 5 $\mu\text{m}$  まで薄膜化したものを含む各種構成・膜厚のセパレータを、日産自動車様において Li 電池に組み込んで実用評価を実施した。その結果、初期特性・サイクル特性と、空隙率・細孔径で表されるセパレータ物性因子との相関といった、電池特性とセパレータ物性との関係が抽出された。

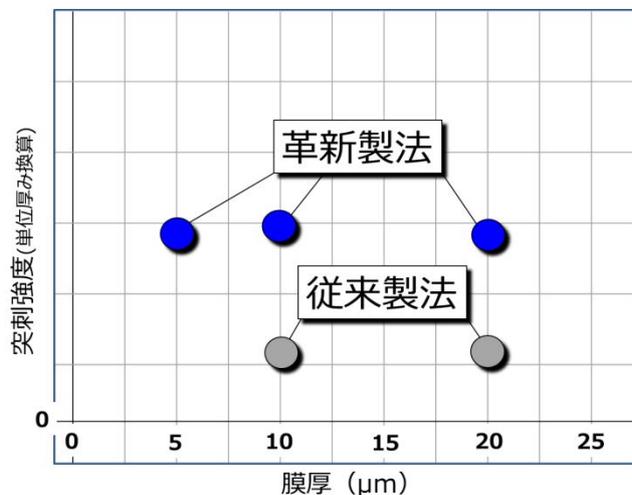


図 1 薄膜化したセパレータの突刺強度

## 2-3 新たな課題など

セパレータを Li 電池に組み込んだ実用評価によって、電池特性とセパレータ物性との関係を一部見出すことができたことで、今後も電池特性と様々なセパレータ物性因子を結び付けるための Li 電池評価を行い、実用上の課題抽出を継続する。例えば、耐久性を評価するサイクル特性試験では容量維持率とセパレータ細孔径に相関があることが確認されたことで、容量維持率が細孔構造に影響を受ける可能性が見えてきた。そのため、セパレータ物性の制御可能な因子として細孔径分布に着目し、様々な細孔径分布を持つ各種厚みのセパレータサンプルを試作して実用評価を行い、それが容量維持率にどれだけ影響を与えるか試験データを採取して、最適な細孔構造に繋がる考察を行うことを検討する。

また、これまで積み上げたセパレータ物性、細孔の 3 次元構造、Li 電池試験結果といった各種データから、電池性能をセパレータの細孔構造から幾何学的に導くことができなにか検討を行うことも考える。

さらに将来的に、最終年度となる残りの研究開発期間においては、量産スケールの多孔膜パイロットプラントで試作を行い、革新製法セパレータを量産化する際の課題を抽出する予定である。

## 3. アウトリーチ活動報告

平成 28 年 10 月 3 日に東京大学 伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールで開催された、ImPACT 伊藤プログラム成果報告会において、三菱プロジェクトのそれまでの成果報告を口頭発表で行った。