

リチウムイオン電池の製造プロセス&コスト総合技術 2016

～ 原材料、設計・製造、工程機器とコスト構成 ～

<レポートの特徴>

- ◇ 2016年の到達点でのリチウムイオン電池の製造プロセスとコストを総合分析！
- ◇ リチウムイオン電池の原材料、設計と製造、工程機器とコスト構成を詳述！
- ◇ リチウムイオン電池 20,000円/kWh からコスト半減への道筋と展望！

■発行：2016年8月26日
 ■体裁：A4判 並製 556頁
 ■ISBN：978-4-904482-31-5
 ■価格：本体価格 120,000円+税
 ※付属CD別売 25,000円+税

= 刊行にあたって =

- ▶ 本レポートは、リチウムイオン電池における、原材料、設計・評価技術、製造工程、コスト、さらには新たな開発動向と諸課題に関して、2016年時点の集大成として以下のポイントをまとめた。
- ▶ 現在の電池（セル）製造プロセスは、1990年代初頭にSONY株が創出した内容と、ほとんど変わっていない。電極構造が複雑で、使用される原材料の種類も多く、製造工程は長い。特に電極板を製造する湿式塗工・乾燥工程はブレークスルー的な進歩が全く見られない。
- ▶ 電池コストは20,000円/kWhを分岐点として、さらなる拡大のためには10,000円/kWh以下のレベルが求められている。2016年はEVなど大型用途の市場が急拡大しつつあるが、コストダウンのためには製造工程の合理化・統合と、化学系原材料の安定供給が急務である。
- ▶ 安全性の担保は、原材料、セル設計と試験規格の総合的なアクションであるが、「試験あって安全なし」の状況がかなり続いた。有機電解液系の原理的な問題解決が見えてこないなか、製造欠陥の排除などで信頼性を維持している状況である。
- ▶ 高容量の正負極材の開発は、EVの走行距離の400kmレベルへのステップであるが、安全性も含めた実用系では、高性能材ほど使い難い一面がある。ポスト・リチウムイオンや700km走行の燃料電池車（FCV）との競合で、生き残れるリチウムイオン電池を確立することが日本メーカーの技術課題であろう。
- ▶ 本書にはかなり技術ノウハウ的な内容も含まれる。リチウムイオン電池の生産がグローバル化し、創始者のSONY株が事業自体から撤退（2016/07）した現在、これまでの技術を一旦開放し、組み直しがあつてしかるべきとの問題意識でまとめた。
- ▶ 本レポートの記述には二次電池工学的な解説も多く含まれている。リチウムイオン電池は化学電池として、異業種の連系で成り立っているため、業種間の技術情報の共有との意味で、解説的な内容をも含めた。ここでまとめた内容が、リチウムイオン電池の製造工程とコストを巡る課題の理解と改善に何らかのお役にたてれば幸いである。

調査・執筆 菅原秀一
 企画・編集 シーエムシー・リサーチ

【内容見本】

1.1.1.5 電動自動車の電池 (2)

図1. 先の電動自動車の電池 (1) の図に追加し、テラクラスに電動容量 kWh に対する距離の対照を示した。

（電池の単価を 20,000 円/kWh として試算）
 表の上部の黄色の書き込みは、2016年以降のEV（日産自動車 LEAF）が、30kWhの搭載容量で300kmを走行し、2020年には400km、2024年（8年後）には600kWhで600km走行を想定している。この可能範囲は4年後、8年後の達成であるが、この10年間で走行距離が、既に2016年の容量レベルに届くならば、EVの普及も急ぐものになり、それを支える原材料の供給も成り立ち得るであろう。

（2024年の電池の生産量）
 この最終段階での電池の生産は、1兆2,000億円のレベルに達する。この段階では kWh 単価ははるかに1万円（あるいはそれ以下）のレベルとなり、数十年前から1兆円規模の生産規模に成長していることが期待される。

2.1.1.11 正極材の容量とセルの比容量モデル

図1. 正極材の容量とセルの比容量モデル。ここで決定される最終的な電池（セル）の比容量は、正極材の容量と負極材の容量の比である。この比容量を高めるためには、正極材の容量を200~300%に増やす必要がある。このためには、正極材の容量を200~300%に増やす必要がある。このためには、正極材の容量を200~300%に増やす必要がある。

図2. リチウムイオン電池の製造工程

図2. リチウムイオン電池の製造工程。この工程は、正極材の製造、負極材の製造、電解液の注入、セルの組み立て、最終検査の順に進む。

6.1.5 究極のコストダウン、構築と創

図1. “究極のコストダウン” 正極材のコスト試算 (A)、増設容量ベース。正極材のコスト、負極材とセルのコストを試算した。計算の仮定は図2の表を参照。現在の1kWhの電池のコストは20,000~30,000円であり、最終的な目標として、増設容量による実現目標の構築を示している。

（高容量電池）
 電圧1.5Vの増設容量目標値に達した2025年の高容量電池の国内生産量は1,500億円（約150億kWh）と推定される。増設容量1.5Vの電池のコストは20,000円/kWhである。これは現在の電池のコストの約半分に相当する。また高容量電池の kWh コストは現在の約半分の10,000円/kWhに低下することになる。これは、その増設容量が現在の約半分に低下することによる。これは、その増設容量が現在の約半分に低下することによる。

（高容量電池）
 増設容量1.5Vの電池の増設容量目標値は200kWh/トン（100円/kg）と推定される。これは現在の電池の増設容量目標値の約半分に相当する。これは、その増設容量が現在の約半分に低下することによる。これは、その増設容量が現在の約半分に低下することによる。

注文書

□本体(冊子) □付属CD

品名	リチウムイオン電池の製造プロセス&コスト総合技術 2016	定価	本体120,000円+税 (※付属CD別売25,000円+税)
会社名	TEL		
部課名	FAX		
お名前	E-mail		
住所	〒		

※メルマガ登録会員は10%割引...□会員登録済 □会員登録する（会員にはメルマガ（無料）を送付）

お申込み・お問い合わせ

編集発行
(株)シーエムシー・リサーチ
 101-0054
 東京都千代田区神田錦町2-7
 東和錦町ビル3F
 TEL: 03 (3293) 7053
 FAX: 03 (3291) 5789
 URL: <http://www.cmcre.com>
 E-mail: re@cmcre.com

*上記記載内容は新刊・既刊のお知らせのために利用する場合があります。*お支払いの請求書指定口座に納品日の翌月末日までに振り込みでお願いします。

第1章 リチウムイオン電池と特性

- 1.1 リチウムイオン電池の用途分野と特性レベル
 - 1.1.1 生産のグローバル化
 - 1.1.2 小型(モバイル)／中型(工具、自転車)
 - 1.1.3 自動車(HV、PHV、EV、FCV)
 - 1.1.4 鉄道など交通システム、電力系統連系、再生可能エネルギー関連
- 1.2 セルの構造と容量設計
 - 1.2.1 Ah 容量とセルの構造
 - 1.2.2 電極板、端子構造と放熱性
 - 1.2.3 捲回(角型) 函体収納
 - 1.2.4 捲回(円筒) 函体収納
 - 1.2.5 積層(平板)ラミネート外装収納
- 1.3 エネルギー、パワーとサイクル特性
 - 1.3.1 エネルギー特性と測定方法
 - 1.3.2 パワー特性と回生充電
 - 1.3.3 サイクル特性(寿命)
 - 1.3.4 蓄電コスト
- 1.4 電池の製品規格と認証システム
 - 1.4.1 国内の規格
 - 1.4.2 海外の規格
 - 1.4.3 UL 規格などの認証
- 1.5 安全性規格と試験方法
 - 1.5.1 製造工程と安全性
 - 1.5.2 国内規定と電気用品安全法
 - 1.5.3 海外のグローバルな規定と規程
- 1.6 関連資料
 - 1.6.1 キャパシタと電池の併用システム
 - 1.6.2 燃料電池との併用システム
 - 1.6.3 3R(リサイクルなど)関係の概要
 - 1.6.4 安全性試験関係の参考資料一覧
 - 1.6.5 サイクル劣化と寿命推定

第2章 電池材料・部材と性能レベル

- 2.1 正極材
 - 2.1.1 汎用正極材
 - 2.1.2 粒子のモルフロジー
 - 2.1.3 高容量正極材(5V 系)
- 2.2 負極材と導電剤
 - 2.2.1 炭素系負極材
 - 2.2.2 不可逆容量
 - 2.2.3 LTO と負極電位
 - 2.2.4 高容量負極材
 - 2.2.5 カーボンブラック
 - 2.2.6 気相成長炭素繊維(VGCF)
- 2.3 電解液と電解質
 - 2.3.1 電解液の組成とイオン伝導性
 - 2.3.2 ポリマー電解液
 - 2.3.3 電解液の耐電圧、可燃性と安全性
 - 2.3.4 電解質と安定剤

- 2.4 集電箔
 - 2.4.1 集電箔の電気化学
 - 2.4.2 正極集電箔
 - 2.4.3 負極集電箔
- 2.5 セパレータ
 - 2.5.1 汎用セパレータ
 - 2.5.2 耐熱性セパレータ
- 2.6 バインダー
 - 2.6.1 バインダーの機能
 - 2.6.2 PVDF／溶剤系
 - 2.6.3 SBR ラテックス
 - 2.6.4 新規なバインダー
- 2.7 外装材
 - 2.7.1 アルミコア樹脂ラミネート材
 - 2.7.2 高強度ラミネート材
- 2.8 関連資料
 - 2.8.1 mAh 計算
 - 2.8.2 MWh 計算
 - 2.8.3 正極、負極の電位と電解液の電位窓

第3章 設計・製造工程と機器

- 3.1 セルの基本設計
 - 3.1.1 容量設計と負極／正極比
 - 3.1.2 電極板の目付量
 - 3.1.3 ラボスケールの実験
- 3.2 製造アイテムと工程の流れ
 - 3.2.1 全行程の概要
 - 3.2.2 原材料の投入ステップ
 - 3.2.3 工程不良と対策
 - 3.2.4 工程の区分と合理化
- 3.3 工程機器と付帯設備
 - 3.3.1 工程と製造装置類
 - 3.3.2 塗工機と方式
 - 3.3.3 付帯設備類
- 3.4 化学物質規制と電池の3R 課題
 - 3.4.1 化学物質の法規制
 - 3.4.2 回収、リサイクルと廃棄

第4章 電池製造(前・中工程)

- 4.1 前工程(粉体配合とスラリー調整)
 - 4.1.1 正負極の配合
 - 4.1.2 導電材の配合とMC 処理
 - 4.1.3 塗工スラリーの調整
 - 4.1.4 塗工媒体の問題
 - 4.1.5 導電性異物と対策
- 4.2 中工程(塗工・乾燥と電極板評価)
 - 4.2.1 電極板の塗工・乾燥
 - 4.2.2 塗工速度と効率
 - 4.2.3 電極板の欠陥
 - 4.2.4 電極板の二次加工

- 4.2.5 電極板の評価(1)
- 4.2.6 電極板の評価(2)
- 4.3 正負極材の浸水による変化
 - 4.3.1 リチウムイオンの溶出
 - 4.3.2 浸水とX線回析パラメーター

第5章 電池製造(後工程)

- 5.1 後工程(電解液充填、初充電と検査)
 - 5.1.1 セル組立と乾燥
 - 5.1.2 外装封止と端子付け
 - 5.1.3 電解液注入
 - 5.1.4 初充電操作とSEI 形成
 - 5.1.5 自己放電と内部抵抗
- 5.2 品質管理と保証
 - 5.2.1 仕様書と取扱い説明書
 - 5.2.2 MSDS と輸出関係書類
 - 5.2.3 技術情報の提供と試験
- 5.3 関係資料
 - 5.3.1 保存劣化と対策
 - 5.3.2 セルの特性のバラツキ

第6章 電池のコスト

- 6.1 工場原価試算(原材料費、設備償却と労務費)
 - 6.1.1 原材料(使用量とコスト事例)
 - 6.1.2 固定費と比例費
 - 6.1.3 工場原価と利益率ROI、粗利益
 - 6.1.4 コストダウンのシミュレーション
 - 6.1.5 究極のコストダウン、硫黄と鉛
- 6.2 コストダウンと方策
 - 6.2.1 製造工程上のネック
 - 6.2.2 ネック解消の方策
 - 6.2.3 機能のハイブリッド化
 - 6.2.4 双極子セル
- 6.3 製造コスト関連資料
 - 6.3.1 コストの算定基礎(計算の過程)
 - 6.3.2 試算のスケールとEV 相当台数

第7章 ポストリチウムイオン電池

- 7.1 ニーズとシーズ
 - 7.1.1 リチウムイオン電池ニーズとシーズ
 - 7.1.2 蓄電デバイス相互の比較
 - 7.1.3 リチウムイオン電池の変遷(1)
 - 7.1.4 リチウムイオン電池の変遷(2)
 - 7.1.5 ポリマーゲル二次電池の応用
- 7.2 ポストリチウムイオン電池
 - 7.2.1 発電(一次電池)と蓄電(二次電池)としてのデバイスのマップ
 - 7.2.2 メタル／空気系セルの理論容量
 - 7.2.3 ポストリチウムイオン電池、セルの実用化

【各章のポイント】**■第1章の内容**

リチウムイオン電池(セル)の製造と関連の深い、基本設計、特性と用途、構造や規格の問題を解説した。これらの事項は多くの技術内容を含んでおり、日々進歩の過程にある。また安全性(リスクとハザード)はリチウムイオン電池の、古くて新しい問題であり課題も多い。

■第2章の内容

リチウムイオン電池の製造において使用される材料と部材は、種類や内容も多岐にわたる。製造工程と関連付けて説明したいが、煩雑になるためここで原材料と部材だけを分離して解説した。

なお、導電剤やバインダー溶液などは、重複になるが製造工程の中でも解説をした。

■第3章の内容

リチウムイオン電池は内部構造が複雑で、使用される原材料の種類も多く、工程のステップも長い。ここでは製造工程の全体の流れを概説すると共に、個々の製造機器について詳述した。

また、工場原価を試算する際に設定したモデルを例に、工程、機器の種類を示してそれぞれが何をしているかの流れを説明した。

■第4章の内容

リチウムイオン電池の製造工程の前工程、中工程を解説した。前工程は粉体配合とスラリー調整、中工程は塗工・乾燥と電極板加工などである。それぞれの工程で原材料が逐次投入され、各種の設備機器で加工・処理されている。

■第5章の内容

リチウムイオン電池の製造工程の後工程を解説した。前中工程と大きく異なりクリーンでドライな環境であり、ここで初めて化学材料の集合体であったものが“電池”として命を吹き込まれる。同時に、特性検査(充放電特性)によって、これまでの工程の“最後の審判”が下されることになる。

■第6章の内容

高性能のリチウムイオン電池をより低コストで生

産することは、需要拡大への道を進める上での重要なステップである。利便性で買われているスマートフォンなど小型用途では、高くても(むしろ問題にされないが)、EVや系統連系蓄電などの大型用途は、トータルエネルギーコストの中での、電池コスト＝蓄電コストの一部と見て、容赦のない評価がされる。現状の電池コストについて解説した。

■第7章の内容

電池のニーズのあるEVないしPHVが、今後さらに普及することは確かである。その鍵となるのは、より比容量・kWh/kg(L)の高い電池の低コストの生産である。ポストリチウムイオン電池開発まで一気にいくか否かはともかく、シーズとしての高性能正・負極材の開発と実用化が急テンポで進められている。一方、高性能原材料を活かした電池製造は、電気化学的なセル設計を始めとして、かなりの困難が予想される。