

車載用リチウムイオン電池リサイクル ：技術・ビジネス・法制度

Automotive Lithium-Ion Battery Recycling: Technology, Business, and Legal System

- ▶ サークュラー・エコノミーの観点からLiBリサイクルの位置づけを示した！
- ▶ 日本におけるLiB共同回収スキームとその実績を記述！！
- ▶ リサイクル技術の柱の一つである湿式精錬について詳細に解説！
- ▶ 非高温/低エネルギーの新技術、バイオ浸出（バイオリーチ）、ダイレクトリサイクル（電子パルス法）を記述！
- ▶ リサイクル関連研究・特許の動向や各国の法制度、関係各社の取り組み状況などリサイクル技術およびビジネスの全体像を知るための資料が充実！

＜発行要項＞

- 発行：2023年6月14日
- 監修：福代和宏（山口大学大学院 教授）
- 定価：本体（白黒） 88,000円(税込)
本体+CD（カラー） 110,000円(税込)
- 体裁：A4判・並製・本文182頁
- ISBN：978-4-904482-41-5

刊行に寄せて

2022年末、世界のEV保有台数は約2,600万台に達しました。日本においても自動車メーカー各社が自動車の電動化に舵を切り、EVの時代が到来しつつあります。

EVの普及に合わせて車載用リチウムイオン電池の需要も増加しています。ここで忘れてはならないのが、リチウムイオン電池はやがて寿命を迎え廃棄されるということです。我々は使用済みリチウムイオン電池の処理について責任を負わなくてはなりません。

使用済みリチウムイオン電池の処理方法としてはリユースとリサイクルがあり、本書はこのうちのリサイクル技術に焦点をあてています。

車載用リチウムイオン電池のリサイクル技術に関わる書籍はすでいくつか出版されていますが、その中でも本書はいくつかの点で特色を出しています。

まず、サーキュラー・エコノミーの観点からリチウムイオン電池リサイクルの位置付けが示されていること、社会システムの観点から日本におけるリチウムイオン電池の共同回収スキームとその実績が紹介されていること、製造する観点ではなく、リサイクルする観点からリチウムイオン電池の原理や構造が解説されていることなど、従来とは異なる観点から解説が行われていることが特色として挙げられます。

また、現在のリサイクル技術の柱の一つである湿式精錬については他書を凌ぐ詳細な解説が行われているほか、バイオ浸出（バイオリーチング）やダイレクトリサイクル（電気パルス法）といった非高温/低エネルギーの新技術についてもカバーされています。

このほか、リサイクルに関わる研究・特許の動向や、各国の法制度、関係各社の取り組み状況など、リサイクル技術およびビジネスの全体像を知るための資料が充実していることも本書の特色として挙げることもできるでしょう。

読者諸氏におかれては、本書をお読みになることで、車載用リチウムイオン電池のリサイクル技術の現況を知り、リサイクル技術の研究開発やその成果を踏まえた事業化に役立てていただければ幸いです。

山口大学 福代 和宏

執筆者一覧（執筆順）

福代 和宏 山口大学 大学院技術経営研究科長 教授
菅原 秀一 泉化研 代表
新苗 正和 山口大学 創成科学研究科循環環境工学分野 教授
野島 剛 一般社団法人 自動車再資源化協力機構
小西 康裕 大阪府立大学 名誉教授 大阪公立大学客員研究員 工学博士
所 千晴 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 教授・東京大学大学院 工学研究科 システム創成学専攻 教授
初田 竜也 株式会社シーエムシー・リサーチ 代表取締役

注文書		メルマガ登録	登録済み	登録希望
品名	車載用リチウムイオン電池 リサイクル 技術・ビジネス・法制度	価格	本体 : 80,000円(税込88,000円) 本体+CD : 100,000円(税込110,000円)	
会社名		TEL		
部課名		FAX		
お名前		E-mail		
住所	〒			

お申込み・お問合せ
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: https://cmcre.com E-mail: re@cmcre.com

*書籍はご注文を受けた翌営業日に納品書・請求書とともに送付します。*お支払いは請求書指定口座に納品日の翌月末日までに振り込みをお願いします。

構成および内容

第1章 総論

福代和宏

- はじめに
- EV (電気自動車) 市場の拡大
- EV 用 LiB 市場の現状
- リサイクルの必要性
- リサイクルとリユース
- リサイクル事業に対する追い風
- リサイクルプロセスの全体像
- 1 バッテリーパックの回収および解体過程
- 2 狭義のリサイクル過程
- 3 物理的処理
- 4 湿式精錬と乾式精錬
- 5 その他のリサイクル技術
- 6 リサイクルの事業性
- 8.1 収益性の計算例
- 8.2 オペレーションコストの検討
- 9 リサイクルにおける技術的課題

第2章 リサイクルから見たリチウムイオン電池の原理、材料化学と構造

菅原秀一

- はじめに
- リチウムイオン電池の原理
- 2.1 正・負極と電極板
- 2.1.1 リチウムイオン (セル) の特徴
- 2.1.2 セルの正常動作領域と正負極電位
- 2.1.3 液系セルにおける電極構成と電解質溶液
- 1.2M の分布
- 2.1.4 電極の塗工パターン (正負, 両面)
- 2.2 円筒型, 積層型と角槽型
- 2.2.1 セルの構造と熱伝導 (放熱)
- 2.2.2 セルの構造, 電流と伝熱 (2)
- 3 リチウムイオン電池の材料化学と安全性
- 3.1 正・負極の電気化学と充放電
- 3.1.1 製品としての正極, 負極材の化学組成と放電容量 (2010 ~)
- 3.1.2 正極材 (単元, 多元) の組成表記方法
- 3.1.3 正極材の Ah 容量 (単元, 二元・三元系) の基礎データ
- 3.1.4 正極活性物質の Lix と容量の関係 (理論値)
- 3.1.5 充電, 放電と中間における正・負極の化学組成
- 3.2 電池の有機, 無機化学物質と諸規制
- 3.2.1 リチウムイオン電池に使用される有機化学物質
- 3.2.2 電解液の安全性データ
- 3.2.3 電解質 (Li 塩) の化学式と特性
- 3.2.4 リチウムイオン電池の有機電解液
- 3.2.5 揮発成分としての有機電解液の融点と沸点
- 3.3 安全性から見た電池の化学物質
- 3.3.1 安全性と法規制 原材料 > 電池 (セル, モジュール) > 解体電池
- 3.3.2 電池製造の化学物質の安全と法規制
- 3.3.3 毒物, 劇物の GHS 区分と表示アイコン
- 3.3.4 電解質 LiPF6 の有害危険性
- 3.4 消防法 (危険物) における有機電解液の扱い
- 3.4.1 有機電解液の沸点, 引火点と消防法の分類
- 3.4.2 第四類引火性液体 (消防法危険物) 指定数量
- 3.4.3 20 Ah ラミネート型セルの危険物該当電解液量
- 4 リチウムイオン電池の外形と内部構造
- 4.1.1 セルの外装型式と主な用途 2010 以降
- 4.1.2 電池 (セル) の外装型式と電極板製造
- 4.1.3 ラミネート型セルの端子と放熱 (放電) 性
- 4.1.4 TESLA 社 Model S / Panasonic 製円筒
- 4.1.5 ラミネート型 (左), 角槽型 (右)
- 4.2.1 大形リチウムイオン電池 (セル) の外装型式と特性 (1)
- 4.2.2 大形リチウムイオン電池 (セル) の外装型式と特性 (2)
- 4.3.1 日産自動車 LEAF 2019 電池構成
- 4.3.2 TESLA 社 Model-S 85 kWh
- 4.3.3 Audi e-TRON EV の間接液体冷却方式 (1)

第3章 論文・特許から見たリサイクル技術

福代和宏

- はじめに
- リサイクル技術に関する論文
- リサイクル技術に関する国内特許

第4章 使用済みリチウムイオン電池の湿式精錬リサイクルプロセスの研究開発動向

新苗正和

- はじめに
- 使用済みリチウムイオン電池の湿式精錬リサイクルプロセスの概要
- 予備処理
- 3.1 放電
- 3.2 解体と選別
- 3.3 正極活性物質の分離
- 4 浸出プロセス
- 4.1 無機酸浸出
- 4.2 有機酸浸出
- 4.3 バイオ浸出
- 4.4 アルカリ浸出
- 4.5 浸出性改善のための補助的技術
- 5 浸出液からの有価金属の分離回収プロセス
- 5.1 溶媒抽出法
- 5.2 沈殿法

- 5.3 その他の湿式分離回収法

6 おわりに

第5章 LiB 共同回収システムにおけるリチウムイオンバッテリーのリサイクル

野島 剛

- 1 要約
- 2 再再協について
- 3 LiB 共同回収システム設立の背景
- 4 LiB 共同回収システムの概要
- 4.1 LiB 回収の流れ
- 4.2 回収対象
- 4.3 加入メーカー等の役割
- 5 LiB のリサイクル方法
- 6 リサイクル実績
- 7 今後の取り組み
- 7.1 回収対象品目の拡大
- 7.2 リユース・リビルトの推進

第6章 マンガン系正極材料のバイオ浸出

小西康裕

- 1 はじめに
- 2 マンガン酸化鉱物のバイオ浸出
- 2.1 硫酸酸化微生物
- 2.2 マンガン (IV) 還元細菌
- 2.3 鉄 (III) 還元細菌
- 3 鉄 (III) 還元細菌を利用する電池電極材料のバイオ浸出
- 3.1 使用済みアルカリ電池
- 3.2 正極活性物質マンガン酸リチウム
- 4 おわりに

第7章 リチウムイオン電池からの金属回収のためのミネラルプロセス技術

所 千晴

- 1 リチウムイオン電池資源循環を取り巻く社会的背景
- 2 リチウムイオン電池資源循環の現状と課題
- 3 リチウムイオン電池のリサイクル技術
- 4 ダイレクトリサイクルへの取り組み
- 5 まとめ

第8章 使用済み車載 LiB の廃棄量・回収・リサイクル

初田竜也

- 1 使用済み車載 LiB の廃棄量予測
- 2 中国
- 2.1 概要
- 2.2 政策動向
- 2.3 動向分析
- 2.4 中国の課題
- 2.4.1 流通面
- 2.4.2 技術面
- 3 欧州
- 3.1 EU 電池規制案
- 3.2 動向分析
- 4 韓国
- 4.1 動向分析
- 4.2 韓国産業通商資源部
- 5 米国
- 5.1 概要
- 5.2 動向分析
- 5.3 米国エネルギー省 (DOE)
- 6 回収・リサイクル
- 6.1 概要
- 6.2 ダイレクト・リサイクル法
- 6.3 業界分析 (回収・リサイクル)
- 7 乾式・湿式製錬
- 7.1 概要
- 7.2 業界分析 (乾式・湿式製錬)

第9章 各社のビジネス戦略

初田竜也

- 1 正極材リサイクル関連企業
- ① 住友金属鉱山
- ② 住友金属鉱山, 関東電化工業
- ③ Umicore
- ④ POSCO Chemical
- ⑤ EcoPro Group
- ⑥ 厦門タングステン
- ⑦ 杉杉能源
- ⑧ BASF
- ⑨ 当昇科技
- ⑩ DOWA ホールディングス
- ⑪ 格林美 (GEM)
- ⑫ 億緯鋳能
- ⑬ 容百科技
- ⑭ 金川集団
- ⑮ 中偉新材料
- 2 LiB リサイクル関連企業
- ① Redwood Materials
- ② OnTo Technology
- ③ JX 金属
- ④ DOWA ホールディングス
- ⑤ 邦普循環 (BRUNP)
- ⑥ Electra Battery Materials (旧 First Cobalt)
- ⑦ Lithion Recycling
- ⑧ Retriev Technologies
- ⑨ Veolia, Solvay
- ⑩ Veolia
- ⑪ Ecobat
- ⑫ Promesa

- ⑬ Ascend Elements (旧 Battery Resourcers)
- ⑭ American Manganese
- ⑮ Primobius
- ⑯ Li-Cycle
- ⑰ Fortum, BASF, Nor Nickel
- ⑱ Fortum
- ⑲ TOXCO
- ⑳ 太平洋セメント
- ㉑ 松田産業, 太平洋セメント
- ㉒ POSCO Group
- ㉓ 華友鈷業
- ㉔ Enerma
- ㉕ 格林美 (GEM)
- ㉖ Glencore, Managem
- ㉗ Lohum Cleantech
- ㉘ Accurec Recycling
- ㉙ 三菱マテリアル, 日本磁気選鉱
- ㉚ 三菱マテリアル
- ㉛ フォーアールエナジー
- ㉜ エマルジョンフローテクノロジー (EFT)
- ㉝ エンビプロ・ホールディングス
- ㉞ VOLTA
- ㉟ 中偉新材料
- ㊱ SungEl HiTech
- ㊲ ENEOS ホールディングス
- ㊳ 中部電力
- ㊴ アサカ理研
- ㊵ 東京製鉄
- ㊶ ティーエムシー
- ㊷ 日本重化学工業
- ㊸ 伊藤忠商事
- ㊹ 豊田ケミカルエンジニアリング
- ㊺ 日本リサイクルセンター
- ㊻ Saubermacher Dienstleistungen
- ㊼ E. VAL Group
- ㊽ PESTECH International
- ㊾ Stena Recycling
- ㊿ Acereron

- MIT
- 量子科学技術研究開発機構, アイエス東西, インソシモーターズ
- TES
- SK エコプラント (旧 SK 建設)
- 江門市長優
- 佛山市邦普循環科技
- 3 電池メーカー
- ① CATL
- ② LG Group
- ③ サムスン SDI
- ④ Posco Group
- ⑤ 華友鈷業
- ⑥ SK Innovation
- ⑦ FREYR Battery
- ⑧ Northvolt
- ⑨ パナソニック
- ⑩ プライムプラネットエナジー & ソリューションズ (PPES), パナソニック, 豊田通商, 東京大学

- ⑪ Ultium Cells
- ⑫ 国軒高科
- ⑬ 創明電池技術
- 4 自動車メーカー
- ① Tesla
- ② Volkswagen
- ③ Toyota Motor North America
- ④ Ford Motors
- ⑤ GM
- ⑥ Daimler
- ⑦ Audi
- ⑧ Volkswagen Group Components
- ⑨ Stellantis
- ⑩ Chrysler
- ⑪ Renault Group
- ⑫ 日産自動車
- ⑬ 現代自動車グループ
- ⑭ BMW Group
- ⑮ 本田技研工業
- ⑯ Honda Motor Europe
- ⑰ スズキ
- ⑱ Volvo Cars
- ⑲ 伊藤忠商事
- ⑳ BYD

お問い合わせ シーエムシー・リサーチHP <https://cmcre.com>
TEL : 03-3293-7053 FAX : 03-3291-5789 E-mail : re@cmcre.com