

「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」 目次

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市場の現況
- 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
 - バッテリーパックの回収および解体過程
 - 狭義のリサイクル過程
 - 物理的処理
 - 湿式精錬と乾式精錬
 - その他のリサイクル技術
- リサイクルの事業性
 - 収益性の計算例
 - オペレーションコストの検討
- 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
 - 正・負極と電極板
 - リチウムイオン（セル）の特徴
 - セルの正常動作領域と正負極電位
 - 液系セルにおける電極構成と電解質溶液
 - 2Mの分布
 - 極板の塗工パターン（正負、両面）
 - 円筒型、積層型と角槽型
 - セルの構造と熱伝導（放熱）
 - セルの構造、電流と伝熱（2）
- リチウムイオン電池の材料化学と安全性
 - 正・負極の電気化学と充放電
 - 製品としての正極、負極材の化学組成と放電容量（2010～）
 - 正極材（単元、多元）の組成表記方法
 - 正極材のAh容量（単元、二元・三元系）の基礎データ
 - 正極活物質のLixと容量の関係（理論値）
 - 充電、放電と中間における正・負極の化学組成
 - 電池の有機、無機化学物質と諸規制
 - リチウムイオン電池に使用される有機化学物質
 - 電解液の安全性データ
 - 電解質（Li塩）の化学式と特性
 - リチウムイオン電池の有機電解液
 - 揮発成分としての有機電解液の融点と沸点
 - 安全性から見た電池の化学物質
 - 安全性と法規制 原材料>電池（セル、モジュール）>解体電池
 - 電池製造の化学物質の安全と法規制
 - 毒物、劇物のGHS区分と表示アイコン
 - 電解質LiPF6の有害危険性
 - 消防法（危険物）における有機電解液の扱い
 - 有機電解液の沸点、引火点と消防法の分類
 - 第四類引火性液体（消防法危険物）指定数量
 - 20Ahラミネート型セルの危険物該当電解液量

- リチウムイオン電池の外形と内部構造
 - セルの外装型式と主な用途 2010以降
 - 電池（セル）の外装型式と電極板製造
 - ラミネート型セルの端子と放熱（放電）性
 - TESLA社 Model S/Panasonic製円筒
 - ラミネート型（左）、角槽型（右）
 - 大形リチウムイオン電池（セル）の外装型式と特性（1）
 - 大形リチウムイオン電池（セル）の外装型式と特性（2）
 - 日産自動車 LEAF 2019 電池構成
 - TESLA社 Model-S 85kWh
 - Audie-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
- まとめ

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
 - 放電
 - 解体と選別
 - 正極活物質の分離
- 浸出プロセス
 - 無機酸浸出
 - 有機酸浸出
 - バイオ浸出
 - アルカリ浸出
 - 浸出性改善のための補助的技術
- 浸出液からの有価金属の分離回収プロセス
 - 溶媒抽出法
 - 沈殿法
 - その他の湿式分離回収法
- 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

- 要約
- 自再協について
- LiB共同回収システム設立の背景
- LiB共同回収システムの概要
 - LiB回収の流れ
 - 回収対象
 - 加入メーカー等の役割
- LiBのリサイクル方法
- リサイクル実績
- 今後の取り組み
 - 回収対象品目の拡大
 - 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ッシング技術 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 Retrieval 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, Nornickel
 - 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 華友鋳業
 - ㉔ Enerma
 - ㉕ 格林美 (GEM)
 - ㉖ Glencore Managem
 - ㉗ Lohum Cleantech
 - ㉘ Accurec Recycling.
 - ㉙ 三菱マテリアル, 日本磁力選鉱
 - 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ズ (EFT)
 - ㉝ エンビプロ・ホールディングス
 - ㉞ VOLTA
 - ㉟ 中偉新材料
 - ㊱ SungEel 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 Dienstleistungs
 - 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.
インソンモーターズ
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