

EV用リチウムイオン電池のリユース&リサイクル ～電池材料のサプライ、諸規制とビジネス対応～

Reuse and recycling of lithium-ion batteries such as EVs ~Battery material supply, regulations and business correspondence~

- 2030（通年）世界主要域のBEV搭載電池は約700GWh/年、全電動車で800GWh/年！
- ほぼ10年後には800GWh相当がリサイクルに投入、元素資源回収の備えはどうか？
- EV電池のリユース、初期の取り組みは成功し、以降は状況に応じて計画か？
- Ni、Coのリサイクルは日本企業を中心に、高い技術レベルに到達、あとは実証次第！
- 正極材の“水平リサイクル”、初期段階の開発は終了し、多元系での実証へ！
- リチウムのリサイクルが完成すれば、LFPはリサイクル不要の合理的な選択肢！
- 車載用リチウムイオン電池の資源循環とリサイクル技術開発動向を掲載！（所氏による）

【発行要項】

- 発行：2024年6月24日
- 調査・執筆：菅原 秀一
- 体裁：A4判 並製 296頁 カラ
- ISBN：978-4-910581-55-2
- 価格：本体（冊子版）99,000円(税込)
本体+CD（PDF版）121,000円(税込)

＝ 今回の改訂と調査・解析の要点 ＝

リチウムイオン電池（セル）のリサイクル技術も進展し、主要企業の技術は高いレベルにある。その背景となるEVのグローバルな拡大も、2030年あるいは2035年を目標に、歩を進めている。一方でリサイクル自体は、現状では対象となる廃電池の、絶対量が少ないので、実稼働にはほど遠く足踏み状態にある。

この2年程の間に、この分野に関して新たな動きが見られる。キーワードとしては、電池パスポート/EU電池規制/カーボン・フットプリント/などである。左記に付随して、ブロック・チェーン/トレーサビリティなどが論じられている。これらは何れも、リサイクルする回収元素であるNi、CoとLiなどの、数値を含むリサイクル率が数値目標となっている。これらの実施には、数値的な元素資源の把握が不可避である。

リサイクルはNi、Co、Li元素資源の、A. 鉱産>B. 精錬>C. 前駆体（硫酸Niなど）>D. 正極材合成>E. 電池製造>F. EV走行>G. リユース>H. リサイクル>J. 元素資源回収>K. B. 又はC. への接続... という長いパスである。この間には、異業種の連系があり、業界それぞれの得意と不得意が存在する。

技術面から見ても、鉱産・精錬関係企業の技術者と、合成化学担当と電池設計担当では、（金属）元素と見るか、前駆体化合物と見るか、電気化学の活物質見るか... かなり見方が異なる。目的は電池の化学資源の、リサイクルではあるが、アプローチは業界や技術者によってかなり異なる。上記の様な背景もあって、本書では「リサイクルの物理化学」の項目なども入れて、リサイクルを多面的に理解する為の一助とした。

今回も、この分野の第一人者である、早稲田大学の所千晴教授に、「特別寄稿」をお願いし、グローバルに見た、リサイクルの方向付けなどにご教示をいただいた。本書が、脱炭素とEVシフトの流れの、リサイクル面からの、一助になることを願いたい。

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】

The content preview includes several key sections:

- 米国の電池GWh推算、2023販売ベース**: A chart showing battery capacity trends in the US.
- 自動車と電池エネルギー 大中小**: A table comparing energy storage capacity (kWh) and power (kW) for different vehicle types (Small, Medium, Large).
- 汚染三法(国内)と廃リチウムイオン電池の処理**: A table detailing the treatment of spent lithium-ion batteries under domestic regulations (A, B, C).
- LMFPとNMC811の放電**: A graph showing the discharge curves for LMFP and NMC811 battery chemistries.
- 二次電池の3Rと関連事項**: A circular diagram illustrating the 3R (Reduce, Reuse, Recycle) goals and associated processes like recycling and reuse.

注文書		□本体(冊子版) □本体+CD (PDF版)	
品名	EV用リチウムイオン電池のリユース&リサイクル	定価	本体(冊子版) 90,000円(税込99,000円) 本体+CD 110,000円(税込121,000円)
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: https://cmcre.com	
E-mail: order_7053@cmcre.com	

*上記ご記載内容は新刊・既刊のお知らせのために利用する場合があります。*お支払いは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 EVの拡大と電池のGWh総量

- 1.1 EVとEV用電池の概要
 - 1.1.1 リチウムイオン電池小史、1990/2020/2050
 - 1.1.2 電動化目標設定、世界各国と地域(Q1/2023)
 - 1.1.3 自動車と電池エネルギー 大 中 小、
 - 1.1.4 国産BEVの搭載電池容量(kWh)
 - 1.1.5 FCVとEV、搭載エネルギーと航続Km(WLTC)
 - 1.1.6 EVの脱炭素効果、HEVとの比較 2019-2031
 - 1.1.7 EV用リチウムイオン電池の選択範囲
- 1.2 国別(1)米国
 - 1.2.1 米国の国内販売台数、2023
 - 1.2.2 米国の電池GWh 推算、2023販売ベース
 - 1.2.3 米国のBEV台数の推定、2030
 - 1.2.4 米国のBEV用電池の総GWh 推定
- 1.3 国別(2)EU+UK
 - 1.3.1 EU+EFTA+UK 乗用車登録台数
 - 1.3.2 EU+EFTA+UK 乗用車経時変化
 - 1.3.3 (EU+UK)域のICE廃止(1)、2030/35
 - 1.3.4 (EU+UK)域のICE廃止(2)、電池GWh
- 1.4 国別(3)日本
 - 1.4.1 日本国内乗用車販売*、燃料別販売実績 2023 自販連データ
 - 1.4.2 日本国内の電動自動車(販売)、直近12ヶ月(グラフ)
 - 1.4.3 日本国内の乗用車の電動化モデル(2)台数、~2030/35
 - 1.4.4 日本国内の乗用車の電動化モデル(3)電池GWh、~2030/35
- 1.5 グローバルなGWh集計と2030/35モデル
 - 1.5.1 グローバルの登録台数(棒グラフ)、2023
 - 1.5.2 グローバルの登録台数(円グラフ)、2023
 - 1.5.3 グローバルの電池GWh総量推定、2023
 - 1.5.4 各国内販売車、2030/35電池総GWh推定(データ)
 - 1.5.5 各国内販売車、2030/35電池総GWh推定(指数グラフ)
 - 1.5.6 (参考)大手自動車と電池メーカーの2030年計画
 - 1.5.7 (参考)トヨタ自動車のBEV(世界)計画、2023/04
- 1.6 IEAの電池総量予測
 - 1.6.1 IEAの電池総量予測
 - 1.6.2 IEAの電池総量予測(1)、Tera(1,000)GWh
 - 1.6.3 IEAの電池総量予測(2)、5,000GWh超@2030
- 1.7 BEVの台数と電池のGWh総量、比例と反比例
 - 1.7.1 BEVの台数と所要電池総数GWh
 - 1.7.2 電池総GWhとEVの台数
 - 1.7.3 電動自動車の生産台数と電池総GWh
 - 1.7.4 セルの形態、平板(積層)、円筒と角槽
 - 1.7.5 EV用電池の多様性、標準化への課題
- 1.8 (参考)各国データベースによるEV登録台数
 - 1.8.1 中国NEVの国内(乗用)販売台数、2023
 - 1.8.2 EU+EFTA+UK 乗用車登録台数
 - 1.8.3 国内乗用車販売*、燃料別販売実績 2023 自販連データ
 - 1.8.4 国内乗用車販売*、燃料別販売実績 2023 自販連グラフ
 - 1.8.5 カナダ国内販売台数、2023

第2章 EV用電池の特性(kWh、kWh、サイクルXとライフX)

- 2.1 比容量Wh/Kgと比出力W/Kg(基礎)
 - 2.1.1 EV用電池の比容量Wh/kg、2023レベル
 - 2.1.2 エネルギー特性の低下、パワー特性の低下
 - 2.1.3 エネルギーとパワー、トレードオフ
 - 2.1.4 EV製品セル出力の温度特性(指数)
- 2.2 比容量とBEVの重量バランス(実用)
 - 2.2.1 単電池の比容量Wh/kgとBEV車載電池の重量kg
 - 2.2.2 電池の比容量とEV搭載電池重量kg(グラフ)
 - 2.2.3 リチウム硫黄セル(10Ah)の比容量(試算)
 - 2.2.4 セルのモジュール化に伴う比容量の低下(モデル)
 - 2.2.5 (参考)エネルギー密度の比較(2) グラフ表示)
- 2.3 容量低下と出力特性のバランス (Ragone Plot)

- 2.3.1 Ragone Plot、パワー特性(質量kg 基準表示)
- 2.3.2 車載電池の比容量と比出力、Ragone Plot
- 2.3.3 $\sqrt{\text{サイクル数 vs. 内部抵抗上昇率}} \text{ \% } 25^{\circ}\text{C } 45^{\circ}\text{C}$
- 2.3.4 EV用製品セルの入出力特性 vs. SOC(1)
- 2.3.5 EV用製品セルの入出力特性 vs. SOC(2)
- 2.3.6 電解液系電池の劣化モデル、エネルギーとパワー
- 2.4 時間と空間の中で、リサイクルとの接点
 - 2.4.1 リサイクルにおける空間と時間の影響
 - 2.4.2 EV用電池ユニットの急速充電と発熱
 - 2.4.3 電池の充電時のジュール発熱、kJ
 - 2.4.4 EV電池システム、温度と時間
 - 2.4.5 電池のライフと温度、時間の重ね合せ原理
- 2.5 安全性とリサイクルの関係
 - 2.5.1 EV発火事故、BYD車ほか
 - 2.5.2 安全性、製品電池と使用済み廃電池
 - 2.5.3 安全性との関係、問題の切り口(電池)
 - 2.5.4 安全性試験と時間の経過
- 2.6 電池特性の課題と解決
 - 2.6.1 全固体リチウムイオン電池
 - 2.6.2 全固体電池の開発、自動車メーカー
 - 2.6.3 BEV用途の全固体電池、Q2/2023
 - 2.6.4 NEDOの全固体電池ロードマップ

第3章 新たな正・負極材の拡大とリサイクルの対応

- 3.1 リチウムイオン電池の正・負極材とリサイクル
 - 3.1.1 正極剤の理論容量と実用容量
 - 3.1.2 正極材の実用容量(1)、AhとWh
 - 3.1.3 正極材の実用容量(2)、AhとWh
 - 3.1.4 正極材のWh=Ah×V、理論値(リニア表示)
 - 3.1.5 正極材のWh=Ah×V、理論値(対数表示)
 - 3.1.6 正極材のWh=Ah×V (理論計算とデータ)
 - 3.1.7 正極材のkWh放電容量あたり重量Kg
- 3.2 NMC三元系正極材の特性と選択
 - 3.2.1 NMCxyz系正極材の放電特性
 - 3.2.2 NMCxyz正極材のAhとWh容量、実用レベル評価
 - 3.2.3 NMCxyz系正極材の放電特性(数値データ)
- 3.3 コバルトフリー系の選択(1)鉄リニウム酸系LFP
 - 3.3.1 正極材の選定と特性、NMC811とLFP
 - 3.3.2 LFPの改良モルフォロジー
 - 3.3.3 コバルトフリー正極材の比較(Ah)
 - 3.3.4 コバルトフリー正極材の比較(データ)
 - 3.3.5 製品セルの比容量(1)、LFP、LFMPとNMC
 - 3.3.6 製品セルの比容量(2)、LFP、LFMPとNMC
 - 3.3.7 製品セルにおける比容量、LMFPほか
 - 3.3.8 正極材の比較、NMC811とLFP
 - 3.3.9 LFP電池(GWh/年)生産と原材料の所要量 Kg単位
 - 3.3.10 LFP電池(GWh/年)生産と原材料の所要量 万トン単位
 - 3.3.11 BYD社のLFP正極材電池とバス
 - 3.3.12 中国におけるLFP正極材の生産、GGII
- 3.4 コバルトフリー系の選択(2)LMFPとマンガン系の見直
 - 3.4.1 正極材の遷移元素の放電電位(文献値)
 - 3.4.2 LMFP正極材セルの放電カーブ*
 - 3.4.3 新規LMFP正極材の特性比較
 - 3.4.4 LMFPとNMC811の放電容量 mAh/g
 - 3.4.5 LMFP初段と後段の比較
 - 3.4.6 正極材のWh=Ah×V理論値(両対数2)
 - 3.4.7 LFP、LMFPとNMC622比較、正極材重量とLi重量
 - 3.4.8 LFP、LMFPとNMC622比較(計算データ)
 - 3.4.9 LFP、LMFPとNMC622比較、まとめ
 - 3.4.10 マンガン系正極材の性能向上、三井化学、豊田中堅
 - 3.4.11 三井金属鉱業、特開2013-41840
 - 3.4.12 (LMO/LNO)混合系の特性(Wh)
 - 3.4.13 (参考)正極材の電気伝導率(mS/cm)

3.4.14 (参考)正極材の真比重と電極密度

第4章 電池の廃棄とリサイクルに関する法規制と諸規定

- 4.1 リサイクルに関する国内法規全般
 - 4.1.1 リサイクルに係る国内法全般
 - 4.1.2 資源・環境関係法の相互関係と機能
 - 4.1.3 資源有効利用促進法(2001日本)
 - 4.1.4 二次電池の3Rと関連事項
 - 4.1.5 (まとめ)電池のリサイクルとリユース、国内関係法令
 - 4.1.6 電気事業法改正、2023年4月施行
 - 4.1.7 発電設備の区分(電気事業法)
 - 4.1.8 蓄電池の電気事業法上の扱い
- 4.2 民生用電池のリサイクルとルール
 - 4.2.1 電池応用機器の回収と電池処理、JBRC
 - 4.2.2 応用機器類と二次電池の回収、リサイクルと再資源化
 - 4.2.3 電池工業会のマーキングガイドライン(1)
 - 4.2.4 電池工業会のマーキングガイドライン(2)
- 4.3 自動車リサイクル法と関連
 - 4.3.1 EVの廃車と廃電池リサイクル、種々のケース..
 - 4.3.2 自動車リサイクル法、実効性の確保!
 - 4.3.3 自動車リサイクル法とリチウムイオン電池
 - 4.3.4 HEV電池の買取制度のスタート
 - 4.3.5 HEV用NiMH電池のリサイクル、トヨタ自動車
 - 4.3.6 電池サプライチェーン協議会
- 4.4 汚染三法(国内)とリサイクル関係
 - 4.4.1 汚染三法(国内)と廃リチウムイオン電池の処理
 - 4.4.2 土壌汚染対策法(特定有害物質(平成19年))
 - 4.4.3 水質汚濁防止法(公共用水域の水質汚濁)
 - 4.4.4 大気汚染防止法(固定発生源(1))
 - 4.4.5 大気汚染防止法(固定発生源(2))
 - 4.4.6 大気汚染防止法(固定発生源(3))
 - 4.4.7 (参考)固体電解質の化学式
 - 4.4.8 (参考)固体電解質を構成する元素と比較
- 4.5 バーゼル条約/バーゼル法と運用状況
 - 4.5.1 廃電池とバーゼル法の規定
 - 4.5.2 バーゼル条約/法の現状、経済産業省2024
 - 4.5.3 バーゼル条約/法、特定有害廃棄物
 - 4.5.4 バーゼル法の対象物(1)
 - 4.5.5 バーゼル法の対象物(2)
 - 4.5.6 バーゼル法の対象物(3)
 - 4.5.7 廃電池の焼却物質(ブラックマス)の扱い
 - 4.5.8 (参考)PFOS、PFOA
- 4.6 (関連資料) EU指令ほか
 - 4.6.1 EU電池指令 全般
 - 4.6.2 EU指令、RoHS、WEEEとEU電池指令の概要
 - 4.6.3 EU電池指令 新追加・旧
 - 4.6.4 EU電池指令の化学物質規制
 - 4.6.5 CEマーキング(EU地域向け輸出)
 - 4.6.6 EU電池指令の2020年改定動向

第5章 EV用電池のリユース、該当分野とビジネス展開

- 5.1 リユースとリサイクルの分岐点
 - 5.1.1 (2.3.6)電解液系電池の劣化モデル、エネルギーとパワー
 - 5.1.2 リユースへの転換点のイメージ図
 - 5.1.3 電池工業会BAJのリユースに関するアクション
 - 5.1.4 リチウムイオン電池の再利用について、電池工業会
 - 5.1.5 急速充電の充電速度(Cレート)と電流
 - 5.1.6 IEC62660-1 放電出力制御
 - 5.1.7 リユースRUとリサイクルRR(区分)
 - 5.1.8 リユースRUとリサイクルRR(電池)
- 5.2 リユースと技術情報の流れ
 - 5.2.1 リユースとリサイクル、技術情報の流れ(1)
 - 5.2.2 リユースとリサイクル、技術情報の流れ(2)
 - 5.2.3 安全性に関する情報の流れ
 - 5.2.4 “電池パスポート”、バリューチェーン
- 5.3 UL1974など関連の認証規格
 - 5.3.1 UL規格(認証)の階層、A.B.& C.
 - 5.3.2 UL1973 定置用電池の規格
 - 5.3.3 UL1974の評価プロセス(概要)
 - 5.3.4 ULの業務と役割
 - 5.3.5 ULなど安全性認証のヒエラルキー

お問い合わせ シーエムシー・リサーチ

TEL : 03-3293-7053

FAX : 03-3291-5789

URL : <https://cmcre.com>

E-mail : order_7053@cmcre.com



構成および内容 II

- 5.3.6 (参考)セルの劣化と内部抵抗の増大
- 5.3.7 (参考)セルの正常劣化とインピーダンス増加(1)
- 5.3.8 (参考)セルの異常劣化とインピーダンス増加(2)
- 5.4 企業のビジネス展開、直近12ヶ月
- 5.4.1 リチウムイオン電池のリユース、企業動向(直近12ヶ月)
- 5.4.2 先行事例、4R エナジー社
- 5.4.3 (紹介)トヨタ環境取組プラン 7th
- 5.4.4 スイープ方式の蓄電池、トヨタ/JERA2022
- 5.5 BEV からの電池取外と冷却システム
- 5.5.1 セル>モジュール>ユニットの接続と取外
- 5.5.2 BEV 電池の取り外しとリユース性
- 5.5.3 日産自動車 LEAF 自然空冷

第6章 EV用電池のリサイクル、企業動向と新たな展開

- 6.1 起点から終点まで、リサイクル全体の流れ
- 6.1.1 元素リサイクルによる正極材製造、電池とEV 走行
- 6.1.2 EV 等の廃電池の処理と資源リサイクル
- 6.1.3 EV 万台>電池 GWh>(1+X 年)廃電池>リサイクル元素
- 6.1.4 問題の切り口(全体)
- 6.1.5 問題の切り口(BEV)
- 6.1.6 問題の切り口(4R)
- 6.2 経時的に見たリサイクル、累積量のカウント
- 6.2.1 EV 用電池の各年 GWh とリサイクル、GWh 表示
- 6.2.2 EV 等の電池所要量と廃電池発生量の試算
- 6.2.3 EV 用電池の各年 GWh とリサイクル、データ
- 6.2.4 EV 用電池の各年 GWh とリサイクル(グラフ)
- 6.2.5 EV 用電池の各年 GWh とリサイクル(データ)
- 6.3 リサイクルプロセスの概要、焙焼と化学分離
- 6.3.1 ニッケル地金の製造(採鉱と精錬)
- 6.3.2 正極材の素原料 Co Ni、鋳石>精錬>...>合成
- 6.3.3 有価元素の回収方法、JX 金属(株) 特許公開1
- 6.3.4 有価元素の回収方法、JX 金属(株) 特許公開2
- 6.3.5 (酸性水溶液/有機溶媒)系の抽出モデル
- 6.3.6 (参考)溶媒抽出による遷移元素の分離
- 6.3.7 溶媒抽出法の作用機序と相の構成
- 6.3.8 技術紹介、エマルジョン・フロー社の抽出方法
- 6.3.9 (参考)経済産業省検討会
- 6.3.10 (参考)経済産業省資料1
- 6.3.11 (参考)経済産業省資料2
- 6.3.12 (参考)経済産業省資料3
- 6.4 国内外の企業動向、全体と鋳産系など業種別
- 6.4.1 EV 等の廃電池の処理と資源リサイクル(1)
- 6.4.2 EV 等の廃電池の処理と資源リサイクル(2)
- 6.4.3 リチウムイオン電池のリサイクル関係、企業動向(全)
- 6.4.4 リチウムイオン電池のリサイクル関係、企業動向(鋳産企業)
- 6.4.5 リチウムイオン電池のリサイクル関係、企業動向(自動車、電池)
- 6.4.6 リチウムイオン電池のリサイクル関係、企業動向(化学その他)
- 6.4.7 主要企業のリサイクル生産概要*
- 6.4.8 欧州におけるリサイクル関連企業
- 6.4.9 ドイツにおける主なバッテリー(セル)工場と計画、2023 現状
- 6.4.10 ドイツにおける主な電池工場計画と現状、2023
- 6.4.11 ドイツにおける主なバッテリー(セル)工場と計画、2023 実態
- 6.4.12 EU におけるリサイクル動向
- 6.4.13 中国のリサイクルとリユース(1)、2018
- 6.4.14 中国のリサイクルとリユース(2)
- 6.5 リサイクルの合理化、ハブ方式 vs. 独立方式
- 6.5.1 グローバルに見た廃電池と元素資源のリサイクル、A.独立ケース
- 6.5.2 グローバルに見た廃電池と元素資源のリサイクル、B.輸出オーバー
- 6.5.3 元素リサイクルのハブ方式と独立方式
- 6.5.4 最近の事例、総合的な元素リサイクル
- 6.6 リチウムのリサイクル
- 6.6.1 リサイクルの対象、リチウムと有価元素
- 6.6.2 充電、放電と中間における正・負極の化学組成
- 6.6.3 リチウムの新規供給計画、2021~1Q/2022
- 6.6.4 新規リチウム分離・回収技術開発、2021~
- 6.6.5 廃リチウムイオン電池正極層の処理例(1)

- 6.6.6 廃リチウムイオン電池正極層の処理例(2)
- 6.6.7 “都市鉱山”のリチウム資源ソース、(g/L)濃度比較
- 6.6.8 “都市鉱山”廃電池処理プロセス 計算過程
- 6.7 (資料)電池 GWh あたりの元素資源量
- 6.7.1 リサイクルの対象、リチウムと有価元素
- 6.7.2 GWh あたりの電池重量(1,000kg/GWh)
- 6.7.3 電池 GWh あたりの元素資源量、NMC3 元系正極材
- 6.7.4 電池 GWh あたりの元素資源量、算出過程と係数計算過程と数値データ
- 6.7.5 電池総量 GWh に対する Li、Co、Mn 所要量、NMC622
- 6.7.6 ニッケル、コバルト系正極剤の前駆体所要量
- 6.7.7 多元系正極材、電気化学データ

第7章 リサイクル元素資源と正極材合成のリンク、水平展開と効果

- 7.1 正極材のリサイクルモデル、単元系と多元系
- 7.1.1 正極材のリサイクルモデル(1)、分離/非分離
- 7.1.2 正極材のリサイクルモデル(2) 単/二元系、分離/非分離
- 7.1.3 正極材のリサイクルモデル(3) 三元系、分離/非分離
- 7.1.4 正極材の水平リサイクル(1)NMC622 三元系
- 7.1.5 正極材の水平リサイクル(2)NCA 二元系
- 7.2 水平リサイクルの研究事例、電池討論会 64th
- 7.2.1 正極材の水平リサイクル例(1)1D09 64th
- 7.2.2 正極材の水平リサイクル例(2)1D08 64th
- 7.2.3 Co、Ni、Mn 化合物の特性と合成反応
- 7.2.4 NMC 三元系正極材の液相(バッチ)合成反応
- 7.2.5 NC 二元系正極材、リチウム化と焼成ステップ
- 7.2.6 Ni、Co 二元系正極材の水平リサイクル(1)*
- 7.2.7 Ni、Co 二元系正極材の水平リサイクル(2)*
- 7.3 多元系正極材の合成プロセス
- 7.3.1 NMC 正極材の合成(1)液相/固相合成
- 7.3.2 NMC 正極材の合成(2)噴霧造粒
- 7.3.3 NMC 正極材の合成(3)硫酸塩混合法
- 7.3.4 NMC 正極材の合成(4)液相/固相合成
- 7.3.5 ゾルゲル法と無機塩法の比較
- 7.3.6 噴霧造粒・焼成系の正極活物質と同電極板
- 7.4 電池製造から見た正極材の選定、特性と異物等の管理
- 7.4.1 生産用(二、三元)正極材、要求される事項
- 7.4.2 電池メーカーでの正極材評価
- 7.4.3 ボーイング 787 機の蓄電池インシデント、運輸安全委員会報告と米国運輸安全委員会勧告

第8章 リサイクルとSDGsに関する諸規制とSDGs

- 8.1 全体像と対象のマグネシウム
- 8.1.1 “電池パスポート”、バリューチェーン
- 8.1.2 リサイクルにおける空間と時間の影響
- 8.1.3 電池サプライチェーン協議会の解説、EU 電池規則
- 8.1.4 電池サプライチェーン協議会、日本 2021
- 8.1.5 リサイクルと諸規制ミスマッチはないか..
- 8.1.6 (1.5.3)グローバルの電池 GWh 総量推定、2023
- 8.2 EU 電池規制と元素リサイクル
- 8.2.1 EU 電池規制の概要(1)
- 8.2.2 使用済みバッテリーからの再資源化率の達成義務
- 8.2.3 EU 電池規制の概要
- 8.2.4 バッテリーの種類、EU 電池規制(2022/12)
- 8.2.5 Life cycle in Lithium ion battery (1)
- 8.2.6 Life cycle in Lithium ion battery (2)
- 8.2.7 リチウムイオン電池のライフサイクル(L&C) Life cycle(L&C) in Lithium ion battery
- 8.2.8 EU 電池規制の内容(1 取扱ほか)
- 8.2.9 EU 電池規制の内容(2 電池の回収率)
- 8.2.10 EU 電池規制の内容(3 元素の回収率)
- 8.2.11 EV 電池のデータ共有システムか....
- 8.2.12 Catena-X カテナーX の枠組み、欧州主導
- 8.3 日本国内の動向と態勢構築
- 8.3.1 (一社)自動車・蓄電池トレーサビリティ推進センター(1)
- 8.3.2 (一社)自動車・蓄電池トレーサビリティ推進センター(2)

- 8.3.3 (一社)自動車・蓄電池トレーサビリティ推進センター(3)
- 8.3.4 ウラノス・エコシステムの概要
- 8.4 CFP と IEA の解析例
- 8.4.1 電池とカーボン・フットプリント、CPCIC
- 8.4.2 自動車の LC GHG 比較(2)、IEA + α
- 8.4.3 自動車の LC GHG 比較(2)、IEA + α
- 8.4.4 自動車のライフサイクル CO₂
- 8.4.5 EV、PHV と HV、相対的なコスト比較
- 8.4.6 電池生産に伴う GHG 発生、g CO₂/kWh
- 8.4.7 電池生産に伴う GHG 発生、g CO₂/kWh(データ)
- 8.4.8 電池生産に伴う GHG 発生、正極材別内訳

第9章 (特別寄稿) リチウムイオン電池のリサイクル技術開発動向 早稲田大学教授 所 千晴

- 9.1 はじめに
- 9.2 車載用リチウムイオン電池のライフサイクルの概要
- 9.3 リチウムイオン電池のリサイクル技術開発動向
- 9.3.1 放電(失活)
- 9.3.2 解体
- 9.3.3 焙焼(加熱)
- 9.3.4 還元
- 9.3.5 破碎・粉砕
- 9.3.6 物理選別
- 9.3.7 酸浸出
- 9.3.8 分別沈殿
- 9.3.9 溶媒抽出
- 9.3.10 膜分離
- 9.3.11 リチウムイオン電池リサイクルの実際
- 9.4 リチウムイオン電池リサイクル技術開発に対する筆者らの取り組み(17~20)
- 9.5 終わりに
- 参考文献

第10章 リサイクル関連の特許出願と技術解析

- 10.1 最近の出願件数、分野別と企業別
- 10.1.1 廃電池処理関係の特許、全件数
- 10.1.2 特許公開件数(分野別、企業別グラフ)
- 10.1.3 元素資源リサイクル特許出願、鋳産系企業(1)
- 10.1.4 元素資源リサイクル特許出願、鋳産系企業(2)
- 10.1.5 廃電池処理関係の特許(有価物限定)
- 10.2 遷移元素分離の溶媒抽出法の特許例
- 10.2.1 IPC C22B* *
- 10.2.2 溶媒抽出法の特許技術例、IPC 分類
- 10.2.3 特許技術、溶媒抽出プロセス(JX 金属)
- 10.3 リサイクルと国際特許分類 IPC (1)
- 10.3.1 参考、主な処理プロセスと内容
- 10.3.2 国際特許分類 IPC H01M
- 10.3.3 IPC による特許の検索例
- 10.3.4 廃電池の処理に関する特許分類(1)IPC
- 10.3.5 廃電池の処理に関する特許分類(2)IPC
- 10.3.6 廃電池の処理に関する特許分類(3)IPC

第11章 元素リサイクルの物理化学

- 11.1 三元系正極材の元素組成と表記
- 11.2 元素資源と素原料の重量比(データ)
- 11.3 NCA 二元系の組成とmAh/g 容量(データ)
- 11.4 元素資源と素原料の重量比(グラフ)
- 11.5 充電、放電と中間における正・負極の化学組成
- 11.6 炭酸リチウム及び関連物質の溶解度(水 25°C)
- 11.7 リチウム及び関連物質の溶解度(水 25°C)
- 11.8 遷移元素化合物の水溶性と分離機能
- 11.9 遷移元素化合物の水溶性(データ)
- 11.10 極材関連の遷移金属のイオン化傾向
- 11.11 イオン交換樹脂と選択係数*
- 11.12 廃電池の処理過程における化学反応と変化
- 11.13 鋳産ニッケルとコバルトの精錬、住友金属鉱山(株)

参考資料一覧

