

「リチウムイオン電池の拡大と正極材のコスト&サプライ
～ EV との連系における選択と制約 ～」

目次

前編(原材料) 原材料とサプライ・チェーン

第1章 正極材の選定と電池性能

1.1 コバルトフリー正極材とLFPの選択

1.1(A) 正極材の新規計画一覧とLFPの基本特性

1.1.1 正極材の参入企業と動向、2Q/2022

1.1.2 最近のコバルトフリー正極材の動向、2Q/2022

1.1.3 コバルトフリー正極材の比較(データ)

1.1.4 コバルトフリー正極材の比較(Ah)

1.1.5 コバルトフリー正極材の比較(Wh)

1.1.6 正極材のAh容量(単元、二・三元系)

1.1(B) LFP正極材の基礎特性

1.1.7 鉄リン酸リチウム正極セル特性(1)容量とCレート

1.1.8 鉄リン酸リチウム正極セル特性(2)サイクル

1.1.9 正極材の粒径と比表面積とモルフォロジー

1.1.10 LFPの改良モルフォロジー

1.1(C) LFP正極電池の事例と傾向

1.1.11 LFP正極のリチウムイオン電池、製品例

1.1.12 エリーパワー(株)の角槽型LFP正極電池

1.1.13 SAFT社のVL25Fe Cell

1.1.14 BYD社のLFP正極材電池とバス

1.1.15 中国におけるLFP正極材の生産、GGII

1.1.16 正極材の選択、中国電動自動車2019/4月

1.2 正極材の容量、Ah/KgとWh/Kg

1.2(A) 正極材の化学組成と放電容量

1.2.1 正極材の化学式、式量と(Li Kg/Ah)データ

1.2.2 正極材のLi Kg/kWh比較(1C容量)データ

1.2.3 正極材のkWh放電容量あたり重量Kg

1.2(B) 正極材のリチウム所用量の比較

1.2.4 正極材のkWh放電容量あたり重量Kg

1.2.5 正極材のLi Kg/Wh比較

1.2.6 正極材ごとのリチウムLiの所用量、1,000GWhレベル

1.2.7 正極材ごとのLi Kg/Ah比較(0.2C容量)

1.3 電池の比容量Wh/KgとEVのタイプ

1.3(A) 電池製品の比容量レベル、2019

1.3.1 電池のタイプと比容量、2017時点の事例

1.3.2 最近の単電池製品の比容量(1)、2018-2019

1.3.3 最近の単電池製品の比容量(2)、2018-2019

1.3.4 最近の単電池製品の比容量(データ)、2018-2019

1.3(B) EV用電池の比容量レベルと搭載重量、2Q/2022

1.3.5 LFP系およびNMC系の製品電池、比容量Wh/Kg

1.3.6 電池の比容量とEV搭載電池重量Kg、グラフ

1.3.7 電池の比容量とEV搭載電池重量Kg、試算データ

1.3.8 セルのモジュール化に伴う比容量の低下(モデル)

1.3(C) 各社の製品電池とEVシステムの事例

1.3.9 エンビジョンAESC社の電池、比容量Wh/kg

1.3.10 角槽型セルの事例(1)、リチウムエナジー社

1.3.11 角槽型セルの事例(2)、ブルーエナジー社

1.3.12 BAIC(北京汽車)EVの電池システム

1.3.13 (参考)製品単電池の比容量、2017年段階

1.3.14 EV用正極材の実用例と変遷

1.3.15 日産自動車のEV電池技術、同社HPから引用

第2章 リチウム資源を中心とする材料のサプライ・チェーン

2.1 世界のリチウム資源開発の動向

2.1(A) リチウムソース、供給計画と技術開発

2.1.1 リチウムの新規供給計画、2021～1Q/2022

2.1.2 新規なりチウム分離・回収技術開発、2021～

2.1.3 “都市鉱山”のリチウム資源ソース、(g/L)濃度比較

2.1.4 “都市鉱山” 廃電池処理プロセス 計算過程

2.1(B) 電池総量 GWh に対する Li、Co、Ni 所要量

2.1.5 電池総量 GWh に対する Li、Co、Ni 所要量(データ)、NMC622

2.1.6 電池総量 GWh に対する Li、Co、Ni 所要量、NMC622

2.1.7 電池 GWh あたりの元素資源量、算出過程と係数

2.1(C) リチウム化合物とリチウム元素

2.1.8 リチウム化合物の重量比(1)(グラフ右)

2.1.9 リチウム化合物の重量比(2)(表の最下部)

2.2 リチウムのリサイクル技術の進展

2.2(A) リチウムの分布と移動方法

2.2.1 充電、放電と中間における正・負極の化学組成

2.2.2 廃電池無害化処理(1)塩水浸漬による放電

2.2.3 廃電池無害化処理(2)水の電気分解

2.2.4 過放電によるセルのガス膨張と電極層の剥離

2.2(B) 電解液(質)部分のリチウムの分布

2.2.5 (参考1)液系セルにおける電極構成と電解質溶液 1.2M の分布

2.2.6 (参考2)電解質溶液の分布(g)

2.2(C) 最近の分離技術の進歩

2.2.7 有価元素の回収方法 JX 金属(株)特許公開 1

2.2.8 有価元素の回収方法 JX 金属(株)特許公開 2

2.2(D) 液相化学処理による有価元素回収の提案

2.2.9 廃リチウムイオン電池正極層の処理例(1)

2.2.10 廃リチウムイオン電池正極層の処理例(2)

2.2(E) 分離・回収系の理化学

2.2.11 炭酸リチウム及び関連物質の溶解度(水 25°C)

2.2.12 リチウム及び関連物質の溶解度(水 25°C)

2.3 元素資源リサイクルの範囲と境界

2.3(A) (基礎となる計算)リチウム、有価元素と電池自体

2.3.1 リサイクルの対象、リチウムと有価元素

2.3.2 GWh あたりの電池重量(1,000kg/GWh)

2.3(B) 電池の GWh スケールと元素資源のマス

2.3.3 電池 GWh あたりの元素資源量、NMC 三元系正極材

2.3.4 電池 GWh あたりの元素資源量、算出過程と係数

2.3.5 電池総量 GWh に対する Li、Co、Ni 所要量、NMC622

2.3(C) 合理的な規制か、規制の為の規制か

2.3.6 EU 電池規制の概要

2.3.7 (まとめ)EV 等の廃電池の処理と資源リサイクル

中編(電池) 電池の増産計画とコストダウン

第3章 世界の電池増産計画、2Q/2022

3.1 日本、中国と韓国の2026年までの計画

3.1(A) 大手電池メーカー9社の計画

3.1.1 日本、中国と韓国の電池 GWh 総数の

- 見通し(1)、大手9社
- 3.1.2 日本、中国と韓国の電池 GWh 総数の見通し(2)、大手9社
- 3.1(B) 韓国メーカーの実績
- 3.1.3 韓国電池3社、1Q/2022 営業実績(グラフ)
- 3.1.4 韓国電池3社、1Q/2022 営業実績(データ)
- 3.1.5 韓国電池3社、生産 GWh 数推定と推論
- 3.1(C) 自動車メーカーと LGES 社の電池供給
- 3.1.6 韓国 LGES 社の電池製造の合併事業～2025
- 3.1.7 韓国 LGES 社の電池製造の合併事業～2025
- 3.2 自動車メーカーの電池内製化とその後
- 3.2(A) 内製化計画の一覧
- 3.2.1 大手自動車メーカーの電池 SC 戦略(1)
- 3.2.2 自動車メーカーの電池 SC 戦略(2)、内製化
- 3.2.3 自動車メーカーの電池 SC 戦略(3)、内製化追補 2Q/2022
- 3.2(B) 内製と外製のメリット/デメリット
- 3.2.4 電池メーカーと EV メーカーの関係(1)
- 3.2.5 電池メーカーと EV メーカーの関係(2)
- 3.2(C) 日本のメーカーの計画の進展
- 3.2.6 日本の自動車メーカーの電池生産計画(1)GWh
- 3.2.7 日本の自動車メーカーの電池生産計画(2)GWh 想定
- 3.2.8 日本の自動車メーカーの電池生産計画(3)投資額
- 3.2.9 日本の自動車メーカーの電池生産計画(4)投資額想定

第4章 最近の EV 生産・販売台数と電池総量 GWh

- 4.1 2030/35 段階における総 GWh 推計
- 4.1(A) 各国、各社の電動化率の計画
- 4.1.1 自動車の脱炭素プラン、2021 情報

- 4.1.2 2022 日本の電動自動車、HEV48%
- 4.1.3 自動車各社の EV 化率、IEA データ
- 4.1.4 米国の自動車生産と zEV 化率(JETRO)
- 4.1.5 米国 zEV 化の経時目標 2022
- 4.1(B) 電動化の母集団の推定と 50%、100% 段階の数量
- 4.1.6 直近 12 ヶ月の自動車販売台数(上位 20 社)
- 4.1.7 2022(上期)EV 販売台数(上位 10 社)
- 4.1.8 2035 年までの EV 台数推移(予測)
- 4.1.9 2035 年までの EV 電池推移(予測)
- 4.1.10 2035 年までの EV と EV 電池推移(計算過程)
- 4.1(C) 参考資料、国別の数量推定
- 4.1.11 (参考 1)EV 台数の母集団推定(万台/年)、2030/2035
- 4.1.12 EV 台数と所要電池 GWh、2030/2035
- 4.1.13 EV の台数と所要電池総数 GWh
- 4.2 正極材の総重量と検診
- 4.2.1 正極材 NMC811 と電池の重量(EV1 台)
- 4.2.2 正極材と電池の重量(EV1 台)
- 4.2.3 正極材の Kg/kWh 比較(1C 容量)データ
- 4.2.4 120Ah、74Wh セルの材料、部材の構成重量%

第5章 リチウムイオン電池のコストレベル

- 5.1 正極材の相対コストと選択
- 5.1(A) 比較の前提となる理化学特性と放電特性
- 5.1.1 正極材(単元、多元)の組成表記方法
- 5.1.2 正極材の Ah 容量(単元、二・三元系)の基礎データ
- 5.1.3 正極材の理論容量と実用容量
- 5.1.4 二元系正極材製品の特性事例
- 5.1.5 三元系正極材製品の特性事例
- 5.1(B) コバルト含有量を指標とする正極材の相対コスト
- 5.1.6 正極材の Ah 容量(単元、二・三元系)、Co%順
- 5.1.7 正極材の Ah 容量(単元、二・三元系)、Ni%順

- 5.1.8 コバルトフリー正極材の比較(データ)
- 5.1.9 NMC 三元の素原料コストパターン(グラフ 2)
- 5.1(C) IEA ほかの資料による電池コストデータの紹介
- 5.1.10 EV 用 LNO および NMCxyz の相対コスト JM 社
- 5.1.11 正極材別の電池コスト(1)、IEA(2019)
- 5.1.12 正極材別の電池コスト(2)、IEA(2019)
- 5.1.13 正極材別の電池材料コスト(3)、IEA(2019)
- 5.1.14 正極材別の電池コスト、IEA(2019)データ
- 5.1.15 (参考)日本国内リチウムイオン電池生産と単価(車載)
- 5.1(D) まとめ
- 5.1.16 電池生産スケールとコスト、生産性(模式図)
- 5.2 原材料費の高騰と収束
- 5.2.1 価格が高騰している電池原材料、2021～
- 5.2.2 中国市場における NMP 溶剤の価格(GGII)
- 5.2.3 中国市場における正極材の価格動向(GGII)

第 6 章 製造プロセスも含めたコストダウン

- 6.1 電極バインダーの課題と PVDF
- 6.1(A) PVDF バインダーと NMP 溶剤の所要量
- 6.1.1 正極材の選択と電極バインダーの選定
- 6.1.2 正極のバインダーと NMP の使用量、NMC811
- 6.1.3 正極のバインダーと NMP の使用量、LFP
- 6.1.4 正極のバインダーと NMP の使用量(計算)
- 6.1(B) 原料(モノマー VDF)のサプライ・チェーン
- 6.1.5 ポリフッ化ビニリデンの原料(モノマー)のサプライ・チェーン

- 6.1.6 PVDF メーカーの製品と増産計画
- 6.1.7 HUAN 華安社製 PVDF の特性(引用)
- 6.1.8 溶剤 NMP の合成ルート
- 6.2 水系塗工とドライプロセスへの可能性
- 6.2(A) 電池製造におけるバインダー、水系と非水系
- 6.2.1 電極板の塗工、水系と非水系
- 6.2.2 高容量系正極材の特性と塗工性
- 6.2.3 リチウムイオン電池の製造全工程
- 6.2.4 製造設備と工程費(大型セルの製造)
- 6.2.5 リチウムイオン電池生産の分業
- 6.2(B) バインダーと媒体の問題
- 6.2.6 バインダーポリマーと媒体(1)水系と有機系
- 6.2.7 バインダーポリマーと媒体(2)コスト
- 6.2.8 電池の製造工程と水分レベル(1)電解液系
- 6.2.9 電池の製造工程と水分レベル(2)全固体電池
- 6.2.10 究極は、バインダーは要らない!
- 6.2(C) 電極塗工とバインダー系
- 6.2.11 バインダーの樹脂濃度と粘度の関係(活物質などの混合前の粘度)
- 6.2.12 SBR 共重合体の構造および添加成分
- 6.2.13 バインダー用ポリマーラテックスの配合例
- 6.2(D) ドライプロセスの可能性
- 6.2.14 電極板の塗工>乾燥における相対効率モデル
- 6.2.15 原子層形成 ALD テクノロジー
- 6.2.16 ALD プロセスのリチウムイオン電池への応用

後編(EV) EV の走行&環境性能と充電電力の課題

第 7 章 国産 EV2022 の性能レベル

- 7.1 航続距離と交流電力消費率
- 7.1(A) 一充電走行距離と交流電力消費率
- 7.1.1 国産 EV の性能(1) 2022
- 7.1.2 国産 EV の性能(2) 2022

- 7.1.3 国産EVの性能(データ) 2Q/2022
- 7.1(B) 電池容量と走行距離、パラメーター (Km/kWh)
- 7.1.4 EVの電池容量と走行距離 WLTC
- 7.1.5 EVの電池容量と走行距離 高速換算 WLTC
- 7.1(C) 交流電力消費率、EVとPHEV(EVモード)
- 7.1.6 EVとPHEV(EV)の電力消費率ほか、2022国産車
- 7.1.7 EVとPHEV(EV)の電力消費率ほか(データ)
- 7.1(D) 参考 (旧)JC08モードデータによる解析
- 7.1.8 EV、PHEVの電池容量と(旧)JC08走行距離(1) 2017-18
- 7.1.9 EV、PHEVの電池容量と(旧)JC08走行距離(2) 2017-18
- 7.1.10 WLTCとJC08の相間
- 7.2 2022国産EVの主要諸元

第8章 EVの充電電力と“電費”の現状

- 8.1 EV充電電力、走行時のCO₂負荷と環境
- 8.1(A) EV充電電力のCO₂負荷と環境
- 8.1.1 各国の発電電力のCO₂負荷(発電端の値)
- 8.1.2 主な国産EVのCO₂発生量、計算の過程
- 8.1.3 主な国産EVのCO₂発生量(充電電力経由)
- 8.1.4 gCO₂/km(WLTC)、化石燃料+充電電力(2019)
- 8.1.5 gCO₂/km(WLTC)、化石燃料+充電電力(2030)
- 8.1(B) 脱炭素効果におけるEV、PHEVとHEVの比較
- 8.1.6 EVの脱炭素効果、HEVとの比較 2019-2031
- 8.1.7 EVとPHEV(EV)の走行時CO₂発生試算(1) リニアグラフ)
- 8.1.8 EVとPHEV(EV)の走行時CO₂発生試

- 算(2 指数グラフ)
- 8.1.9 EVとPHEV(EV)の走行時CO₂発生試算(3 データ)
- 8.1(C) ドイツVW社によるEVのCO₂発生量の試算
- 8.1.10 EV走行時のCO₂発生量の試算、2019ドイツVW社
- 8.1.11 EV走行時のCO₂発生量の試算(データ)、2019ドイツVW社
- 8.2 EV充電電力の現状(日本2022)
- 8.2(A) EV普通充電の電気料金試算
- 8.2.1 EV普通充電の電気料金試算(グラフと換算) 2022東京
- 8.2.2 EV普通充電の電気料金試算(データ1) 2022東京
- 8.2.3 EV普通充電の電気料金試算(データ2) 2022東京
- 8.2(B) 電気料金とEV充電費用
- 8.2.4 電気料金とEV充電費用の試算、東京電力
- 8.2.5 電気料金とEV充電費用の試算、東北電力
- 8.2.6 安価な夜間電力契約(旧)、現在は新規契約不可
- 8.3 EV充電の総電力とマグニチュード
- 8.3(A) 国内の乗用車(母集団)の把握とEVへの入換
- 8.3.1 乗用車国内販売台数(グラフ)、~2020
- 8.3.2 乗用車国内販売台数(データ)、~2020
- 8.3.3 EVへの入れ換えモデル(グラフ)、2030/35国内
- 8.3.4 EVへの入れ換えモデル(データ)、2030/35国内
- 8.3(B) 日本国内の試算、累積台数と充電電力
- 8.3.5 国内のEVシフトと累積台数、~2035
- 8.3.6 結果:EVの充電所要電力(日本)、対累積EV万台
- 8.3.7 過去の生産・販売EVの累計台数、集計の方法
- 8.3.8 EVの充電所要電力の計算、対累積EV万台

8.3.9 2022年5月ポイントの国内の電動自動車

8.3.10 日本の発電電力、10,000億kWh

8.3(C) 世界の試算、累積台数と充電電力、まとめ

8.3.11 結果:世界のEV、累積台数と電力消費

8.3.12 世界のEV、累積台数と電力消費の計算

8.3.13 (まとめ)EVの充電電力不足、欧州、米国、中国と日本

8.3.14 (資料)国内新車登録台数、自販連データ

8.3.15 乗用車の国内販売(日本自動車工業会)、車種別台数

終章(まとめ)

まとめ1 正・負極材、電池とEVの拡大と集約

まとめ2 全ての道は脱炭素へ

著者執筆参考資料一覧

著者紹介