

使用済み車載用リチウムイオン電池のリサイクルを対象としたライフサイクル CO<sub>2</sub> 評価

北九州市立大学 学生会員 石田 亘

北九州市立大学 非会員 アマガラン マグサル

北九州市立大学 正会員 藤山淳史

北九州市立大学 正会員 松本 亨

## 1. 研究背景と研究目的

リチウムイオン電池（以下、LIB）は、電気自動車（以下、EV）やハイブリッド車等の普及拡大により、国内においても使用量は増加傾向にある。一方で、これら次世代自動車の廃車に伴い発生する廃 LIB の適正なリユース・リサイクルは様々な実証や検証が進められているが一貫したシステムはまだ構築されておらず、将来の廃 LIB 発生量増加に備え、サプライチェーン全体を通した廃 LIB の効果的な処理システム（リユース・リサイクルシステムを含む）の構築が急務となっている。また、レアメタルの一種であるコバルト（以下、Co）とニッケル（以下、Ni）は LIB に欠かせない金属であるが、将来調達が困難になるとの予想もあり、廃 LIB からの Co と Ni の回収技術の開発も求められている。

このような社会背景のもと、令和 2 年度より廃車から LIB ユニットの取り出し、Co と Ni の回収を含めた適正なリユース・リサイクルシステム構築に向けた実証事業<sup>1)</sup>が福岡県北九州市で行われている。

本研究では、廃車両から LIB ユニットを取り出し、

Co と Ni の回収までもを含めて適正にリサイクルすることで見込まれるライフサイクル CO<sub>2</sub> を試算することを目的とする。

## 2. 研究対象範囲

## 2-1. 対象製品

本研究では、実証事業の報告書<sup>1)</sup>を参考に、EV の代表車として LEAF を、ハイブリッド車の代表車として FIT3 を設定した。また、廃車台数についても、報告書を参考に、2025 年の予測台数である LEAF が 704 台/年、FIT3 が 3,737 個/年と設定した。

## 2-2. LIB の処理プロセス

本研究で設定した廃 LIB の処理プロセスを図 1 に、現行の廃 LIB 処理プロセスを図 2 に示す。

## 3. 評価方法と使用データ

## 3-1. LIB 取り出し工程

FIT3 と LEAF の LIB 取り出し実証試験のデータをもとに CO<sub>2</sub> 排出量を算定した。電力消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出係数は 2020 年度九州電力の小売電気事業

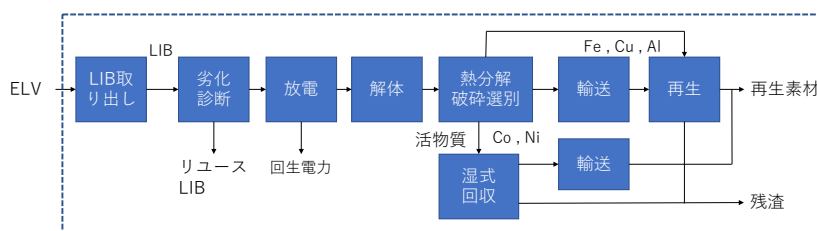


図 1 本研究で設定した廃 LIB の処理プロセス

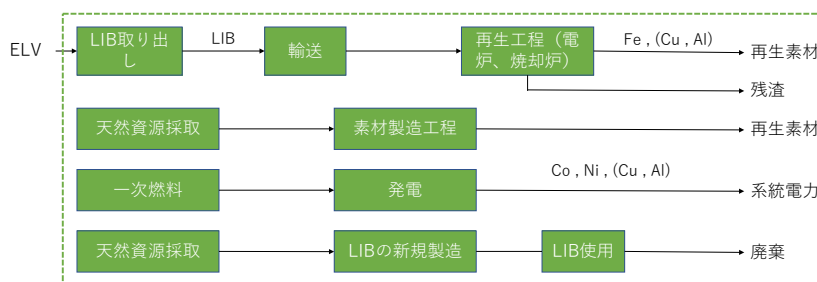


図 2 現行の廃 LIB 処理プロセス

者の供給に係る電気の CO<sub>2</sub> 排出原単位<sup>2)</sup>を、軽油使用に伴う CO<sub>2</sub> 排出係数は IDEA<sup>3)</sup> より入手した軽油製造の CO<sub>2</sub> 排出原単位に環境省データ<sup>4)</sup>より入手した軽油 CO<sub>2</sub> 排出原単位を加えることによって設定した。

### 3-2. 劣化診断工程

取り出された LIB について劣化診断を行い、リユース可否を判定するプロセスであり、リユース不可品については、後段の処理プロセスに従って処理を行うことになる。劣化診断装置の仕様と、劣化診断に伴う活動量のデータを入手し、CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

### 3-3. 放電工程

LIB ユニットのリサイクルでは、LIB を熱分解が可能なモジュール単位まで解体する必要があるが、LEAF 用 LIB ユニットは約 400V、FIT3 用 LIB ユニットでも約 200V の電圧を保持していることから、LIB ユニットを解体する作業者の安全確保の為に LIB の放電をする必要がある。放電装置の仕様と、放電に伴う活動量のデータを入手し、放電装置の回生によって発生する回生電力も考慮し、CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

### 3-4. 解体工程

解体手順に沿って解体を行い、解体に伴う活動量のデータを入手し、CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

### 3-5. 熱分解破碎選別工程

LIB ユニットからセルまたはモジュール単位に解体した LIB を熱分解、破碎・選別する工程である。このフローにおける破碎・選別は Co、Ni 回収工程の原料である活物質と Cu、Al 等のシート材を選別することが目的となる。熱分解破碎選別に用いる破碎機と選別機の仕様と、熱分解破碎選別に伴う活動量のデータを入手し、CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

### 3-6. 湿式回収工程

LIB から Co、Ni を湿式回収により抽出する際の CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。湿式回収で使用する薬液の CO<sub>2</sub> 排出係数はインベントリーデータベース SimaPro より、入手した。

### 3-7. 輸送工程

「LIB を九州各県で取り出し、北九州エコタウン

まで輸送する方法」と「ELV を直接北九州エコタウンまで輸送し、LIB 取り出しを行う方法」の 2 パターンの輸送に伴う CO<sub>2</sub> 排出量を比較し、最適な輸送方法を検討した。LIB を九州各県で取り出し、北九州エコタウンまで輸送する方法においては、北九州地域で回収した ELV は LIB を取り出さず、ELV のまま輸送することとした。九州各県の廃車台数は 2015 年の人口をもとに各県へ按分した。各県の回収拠点は県庁所在地と仮定し、輸送距離については Google Map を使用して算出した。なお、福岡県は北九州地域、福岡地域（福岡市）、筑豊地域（飯塚市）、筑後地域（久留米市）に分け、北九州地域についてはさらに北九州市、行橋市、豊前市、京都郡（苅田町）、築上郡（築上町）、中間市、遠賀郡（岡垣町）に分け、それぞれの役所からエコタウンまでの距離と人口の加重平均により算出した。以上の設定をもとに、改良トンキロ法<sup>5)</sup>を用いて、CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

### 3-8. 再生工程

再生に伴う活動量のデータを入手し、CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

## 4. 算定結果

本研究では、廃車から LIB ユニットを取り出し、Co と Ni の回収までを含めて一連のプロセスを対象に、CO<sub>2</sub> 排出量を算定した。

## 5. まとめ

本研究では、廃車両から LIB ユニットを取り出し、Co、Ni の回収までをも含めてリサイクルすることで見込まれる CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を評価した。

## 参考文献

- 1) 三菱マテリアル株式会社：令和 2 年度脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業、北九州地域での全体最適 LIB リユース・リサイクル技術・システム実証、業務委託、成果報告書、令和 3 年
- 2) 九州電力：2020 年度 CO<sub>2</sub> 排出係数について
- 3) LCI データベース IDEA v2
- 4) 環境省：燃料別の二酸化炭素排出量の例
- 5) 経済産業省・国土交通省：物流分野の CO<sub>2</sub> 排出量に関する算定方法ガイドライン