



## 第7回 ARCIP 寄稿

### サーキュラーエコノミーと LiB リサイクル

#### — 産業界の視点 —

トヨタ自動車株式会社 酒井ゆう子 様 寄稿

トヨタ自動車株式会社 環境エンジニアリング部 主幹 酒井ゆう子

## 1. はじめに

「Circular Economy（以下、CE）って何をすればやったことになるの？」「CE って儲かる？」と多方面の方から聞かれるようになって、5 年以上が経つ。

その間、CE はそれ自体が「目的」であったところから、カーボンニュートラル（以下、CN）達成の手段として様々なビジネス検討がされるようになった。日本は CE の対応が遅れている、と言われるが、自動車においては、リユース(中古車・中古部品)、シェアリング(レンタカー)、長寿命化(修理サービス)など、CE の優等生であると思っている。資源循環分野では、自動車という過酷な使用環境・長寿命製品という特性から、再生材の活用等での対応が求められていることに難しさを感じる。LCA、その他にも配慮しなければならない。

前回本連載で、東海大学 山本先生が、「サーキュラーエコノミーと LiB リサイクル -経済学の視点-」を寄稿された。今回は産業界の視点から考察する。

## 2. 一般社団法人日本自動車工業会の取り組み

一般社団法人日本自動車工業会（以下、自工会）は 2018 年から廃電池の共同回収スキームを立ち上げ、解体事業者、整備事業者からリチウムイオン電池（以下、LiB）を回収している。今後、LiB を搭載した廃車発生が増えることを前提に中長期方針を策定している。

### 1) 検討にあたって考慮すべきポイント

中長期方針を検討するにあたり、重要なポイントとして以下の 3 点が挙げられる。

- ① 廃車発生台数は新車販売の 60%程度であり、そのうち約 4 割は中古車として輸出される。よって、LiB の発生母数も 60%となる。

②新車が廃車になるのは平均で 16 年後となる。従って仮に 2035 年電動車 100%として 500 万台レベルの電動車を作る際にリサイクル材を使用したくても、2020 年頃の電動車販売台数は 140 万台前後なので、その国内での廃車は 60%となるため、リサイクル材の使用は間に合わない。ではいつかという、2035 年以降徐々に増え、2040 年頃から本格的にリサイクル材を使用できるのではと想定している。

③自工会の LiB 回収リサイクルシステムの現状の回収率は 20%程度（不法投棄対策のセーフティネットとして実施、残り 80%は市場でリユース/リサイクル）である。

## 2) 中長期方針

上記のとおり、廃電池の将来的な発生・回収量が不透明な現時点で、中長期の方針を検討することは非常に難しい側面はあるものの、自工会として 3 点の取組み方針を決定した。①リサイクル素材の活用促進、②リビルト促進、③トレサビ確保、である。これらは電池の CE にも繋がるものと考えている。

### ① リサイクル素材の活用促進

2035 年に向け、電動車の生産販売が増えるのに伴い、搭載する電池製造時の工程端材を確実にリサイクルし、関係業界と協力し、廃電池の素材リサイクルの本格実施に繋げる。既に一部の電池リサイクラー/素材メーカーと電池 to 電池の共同研究を実施中であり、今後 国内リサイクラー等からの要請があれば、積極的に共同研究を実施していきたいと考えている。

### ② リビルト促進

回収システムにおいて、必要に応じリビルト可否判定工程を設置し、廃電池の差配先を（リサイクル施設ではなく）リビルト施設へ振り向ける。このシステムはサードパーティの企業も活用可能であり、対象となる自動車メーカーと製品安全面の協議・合意をいただいた上でシステムを利用いただける。（図 1）

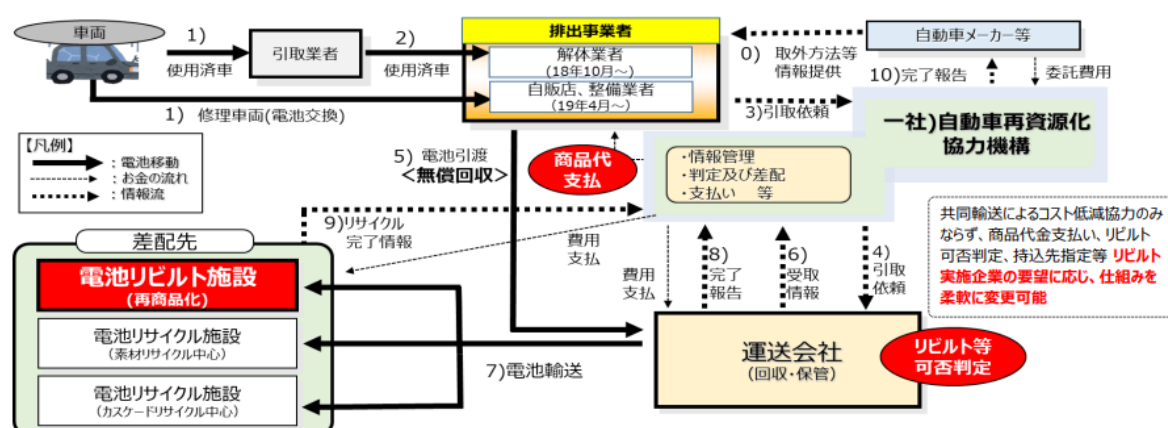


図 1 LiB リサイクルシステム 出所：自工会 リサイクル・廃棄物部会資料

### ③ トレサビ確保

排出者から引取依頼が来たら、運搬事業者が LiB に貼付された QR コードを読み取り、各事業者の原単位から自動的に算出・集計するシステムを構築、今年の 4 月から運用開始予定である。

(図 2) これにより、CO2 発生抑制と素材リサイクル促進に向け、将来的に各種指標として活用可能とした。

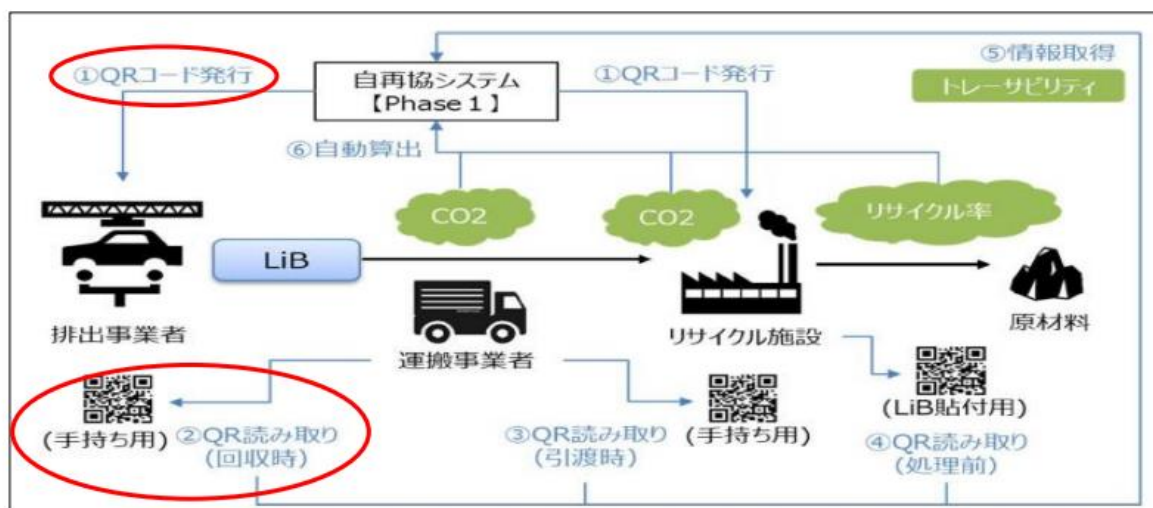


図 2 CO2/リサイクル率の見える化構想 出所：自工会 リサイクル・廃棄物部会資料

自工会では上記 3 点を念頭に基盤を構築すると同時に、自動車メーカーや関係事業者が低コストで円滑に運営できるように対応し、本格的な電動車普及と並行して循環型社会から CE を目指す活動を促進していく。

グローバルではリサイクルに関し、欧州で 2031 年より電池製造者が廃電池から回収したコバルト、リチウムなどのレアメタルを一定量使用する規制が始まり、資源回収が推進される。

リパーパス分野では国連自動車基準調和世界フォーラム（WP29）で、電池の循環利用促進のため、ライフサイクルを考慮した基準が検討されており、日本も官民でルール作りに参加している。

電池分野での CE の取組みは幅広く、資源枯渇や生物多様性への寄与が期待されている。他方、経済合理性とのバランスや市場ニーズとあわせて議論されることが望まれる。リサイクル率/リサイクル効率の検討によって、何がどのようになるから嬉しいのかについて、もっと議論されてもいいと思う。かつて大先輩から教えてもらった、「チャレンジすべきことは、規制や市場のニーズを踏まえ、自動車、パワートレイン、インフラを開発・提供すること。一方で規制当局は、目標や方向性を定めることはできるが、市場を決定することはできない。エネルギー安全保障とクリーンテクノロジーへのニーズは高まる。そうした中でお客様は利便性と自由を求め、“自分が欲しい車”を買う。」という考え方は、資源循環分野でも当てはまると思っている。

### 3. トヨタ自動車の電池循環の取組み

現在主流となっている電池のリサイクルでは廃電池をそのまま焼却炉に投入し、燃やした後に残ったレアメタルを回収しているが、この方法ではコバルトやリチウム、ニッケルなど電極に多く含まれる貴重な資源にロスが出る。燃やすことで CO2 も多くなってしまう。この状況を改善すべく、トヨタは豊田ケミカルエンジニアリングと共に、「燃やさない電池リサイクル」の実証実験を進めている。

#### 1) 燃やさない電池リサイクルへの挑戦

工程を紹介すると、まず使用済み LiB を設備に投入。電池の中は、充放電のため、イオンがプラス極とマイナス極を移動しやすいように電解液で満たされている。しかし、電解液は可燃性のため取扱いを誤ると火災の危険がある。その危険を取り除くため、この設備では低酸素雰囲気中で安全に粗破碎をした後、電解液を蒸留して抽出している（従来のリサイクルではこの技術が確立されておらず、電解液が入ったままの電池を焼却炉に投入するしかなかった）。その後、電解液を抜き終わったら、アルミや銅を含んだ大きな破片、ブラックマスと呼ばれるレアメタルを多く含んだ粉末など、含有する物質ごとに選別・回収する。こうして分別された破片や粉末は協力会社に運ばれ、新たな電池に必要な資源へと加工される。



開発者に想いを聞くと、「従来の電池リサイクル工程は、焙焼→粉碎→選別→精錬となるが、非焙焼電池リサイクルの工程は直接粉碎→選別→精錬と短くなる上、電池を焼かないため、CO2 排出量を抑えられる点がポイント。大きな設備を組んだ実証実験を成功させるためには、まだ課題がある」とのことだが、トヨタの目指す CE 構築や CN 実現のため、低 CO2 処理技術の開発実証に取り組む大きな一歩となった。

#### 2) 電池リサイクルの仕組み構築

トヨタの将来電池は、お客様へ持続的 且つ 低コストでお届けするために、材料開発/新構造/製造プロセス改革/電池制御モデルの進化に向け取り組んでいる。また、電池の CO2 削減についても、材料使用量低減/部品数低減/製造 CO2 低減を目指している。

CN に向け、製造から廃車・リサイクルまでのライフサイクル全体で CO2 排出量を可視化、低減していかなければならない。製品廃棄の分野は、GHG プロトコルにおいて、Scope 3 のカテゴリー12 となる。電池 3R においても、国内・グローバルの両面で早急の仕組化が必要である。

その一例として、グローバルでの取り組み計画を紹介する。トヨタでは、①日本で確立した回収・無害化処理の仕組みをグローバル展開、②各地のリサイクラー等とのパートナーシップ(協業)により、以下を推進している。

① 日／米／欧／中／アジアの5極で、最大限電池を回収、再資源化までの仕組みをつくる

② その他地域では、域内完結を目指し各地リサイクラーとの協業による資源循環

課題は、各国／地域における法規／商慣習の違い、国土が広く長距離輸送が必要となる地域での効率的な回収方法、含有有価金属の確実な回収と売却が挙げられる。電動車普及を見据えて、国内外問わず、安全かつ効率的なリサイクルの仕組みを構築していく。

## 4. 資源循環から CE への転換

電気自動車の普及に伴う脱炭素技術の一つとして、車載用電池は新たな局面へ移りつつある。車載用電池の利活用は、インフラ導入コスト、長時間の充電、電力ピークの増加等の課題が懸念されている。

こうした中、交換式バッテリーシステム・制度が検討され始めている。交換式は簡単に言うと、電池を車両から取り外して充電し、積み替えることができる。これまで商用車や物流車両での検討がメインであったが、最近では中国 NIO 社のようなバッテリー交換ステーションとセットで、消費者に電気自動車を提供するサービスが始まっている。国内でもヤマト運輸と CJPT が 2022 年 7 月から着脱・可搬型のカートリッジ式バッテリーの規格化・実用化に向けた検討を開始している。<sup>1)</sup> 現時点では交換式バッテリーシステム自体を対象とする国際基準はない。そのため今年 1 月 31 日、国交省が官民の協力の下、カーボンニュートラルセンターを立ち上げ、国内のバッテリー交換式 EV 技術を取り入れた国連基準化を目指し、オールジャパンで取り組みを推進することとなった。<sup>2)</sup> 環境省でも「バッテリー交換式 EV 開発及び再エネ活用の組み合わせによるセクターカップリング実証事業」で配送車両を中心にした事業検証や、規格以外にも関連法規の整理（自立法を含む）が行われようとしている。充電インフラ整備事業は経産省で CN の下、検討されている。

今後は、駆動用電池以外にもサステナビリティ要件が未整理のまま、並行してビジネス検討が先行するケースは増えていくと思われる。交換式についても、CE が広まる前から検討されており、企業側からすると、意図せず、これも CE の取組みであると教えられることがある。

## 5. おわりに

2050 年までには CE の範囲が広がり、有価物も増え、適正処理の方法も評価も複雑化するかもしれない。しかし、色々なモビリティが共存しても、サービスやビジネスが多様化しても、適正処理は確実に実施し、資源の有効活用も今まで通り淡々と実施していくというのは、自動車リサイクルに関わる方々にとっては、共通認識だと思う。CE が進んでも、ロジックが先行しても、今よりよい社会となるよう、最大公約数の

価値を得られるよう、再資源化や廃棄物処理に関わる方々と連携し、新たな世界を目指していければと思う。

## 参考文献

---

- 1) ヤマト運輸と CJPT、カートリッジ式バッテリー規格化・実用化に向けた検討開始 | ヤマトホールディングス株式会社 ([yamato-hd.co.jp](http://yamato-hd.co.jp))
- 2) 報道発表資料：バッテリー交換式 EV の国連基準の策定をオールジャパンで推進します！ - 国土交通省 ([mlit.go.jp](http://mlit.go.jp))