

環境省の実施するリユース実証事業のご紹介

令和2年2月10日

- 環境省では、循環型社会の推進、低炭素製品のリサイクル等を省エネルギーにて行う技術・システムを実証するため、「低炭素製品普及に向けた3R体制構築支援事業」（2014～16年度）、「省CO₂型リサイクル等設備技術実証事業」（2017～19年度）により様々な事業を実施。
- 当該事業において、**自動車用蓄電池（リチウムイオン電池、ニッケル水素電池）のリユース、リサイクルに関する技術実証事業**を行ってきた。
- また、実証成果を活用し、**海外においてもリユース実証**を実施している。

（参考）予算事業概要

「低炭素製品普及に向けた3R体制構築支援事業」
（2014～16年度、各年5億円）

- 再生可能エネルギー設備や電気自動車など温暖化対策のための新製品・素材（低炭素製品）のリユース、リマニュファクチャリング、リペア、リサイクル技術、システムの実証・事業性評価を委託により実施し、一層の普及促進に向けた体制構築を図る。

「省CO₂型リサイクル等設備技術実証事業」
（2017～19年度、各年5億円）

- 再生可能エネルギー設備など温暖化対策のための新製品・素材（低炭素製品）のリユース・リサイクルに係る技術・システムの実証・事業性評価を委託により実施し、リユース、リサイクル段階の省CO₂化を進める。

自動車用蓄電池関係の実証事業の概要

リユース

年度	事業名	委託先	対象バッテリー	リユース先
2016	HVユニットをリマニュファクチャリングした小型風力発電システムを事業化するための体制構築	豊田通商株式会社	HVユニット	風力発電システム
2017	リユースEV蓄電池（LiB）・リユース太陽電池モジュール（PV）を活用した低炭素電力システムの構築実証事業	株式会社啓愛社	EV LiB	電力システム
2017-18	HVユニットをリユースするためのシステム標準化と多用途リマニュファクチャリング製品事業化体制構築	豊田通商株式会社	HV	発電機、モビリティ、産業機械
2018	電動車の駆動用電池のリユース・リサイクル技術開発実証事業	中部電力株式会社	EV NiH	制御システム
2018-19	ハイブリッド車用リチウムイオン電池のリマニュファクチャリング検証事業	株式会社リコー	HV LiB	急速充電ユニット
2019	LiBスタビライザーの技術検証及び事業化検討事業	株式会社野村総合研究所	HV LiB	スタビライザー

リサイクル

年度	事業名	委託先
2017-18	車載用等の使用済リチウムイオン電池の低炭素型リサイクルシステム実証事業	太平洋セメント株式会社
2018	電動車の駆動用電池のリユース・リサイクル技術開発実証事業（再掲）	中部電力株式会社 ²

脱炭素型の金属リサイクルシステムを構築するための技術実証を行います。

1. 事業目的

- ① 金属リサイクルシステムの脱炭素化
- ② 社会全体での資源生産性の向上、各種リサイクル法の政策効果向上
- ③ AI等の活用によるリサイクル業の人手不足緩和、地域循環共生圏への貢献、日本のリサイクル技術の競争力強化

2. 事業内容

- スマート社会の進展により、自動化製品やIoT機器、電動化製品の導入が増え、IoTセンサーやサーバー、複合機等の電子基板類、バッテリーなどの**非鉄金属・レアメタル含有製品**の排出が増加している。また、中国による雑品スクラップの輸入規制の影響で、**国内での処理・リサイクル**の必要性が上昇している。
- 処理量が増加するリサイクル分野でも省CO2化が必要であり、革新的な新技術の導入により**破碎・選別や金属回収のエネルギー使用量を削減**し、さらに**原料輸送や素材製造のエネルギー投入量を削減**できる可能性がある。
- IoT機器などの非鉄金属（銅・アルミニウム等）含有製品を対象とし、**省エネ型リサイクルに係る技術・システムの実証・事業性評価**を委託事業により実施し、脱炭素型金属リサイクルシステムの社会実装化を進める。
- 本事業を通じて、二酸化炭素排出量削減のみならず、資源生産性や各種リサイクル法の政策効果の向上とともに、機械選別能力の向上によるリサイクル業の人手不足緩和、素材産業拠点周辺や中継地でのリサイクルビジネスの活性化、国内装置産業の育成を図る。

3. 事業スキーム

- 事業形態 委託事業
- 委託先 民間事業者・団体、大学、研究機関
- 実施期間 令和2年度～令和4年度

4. 事業イメージ

対象物の具体例



電子基板

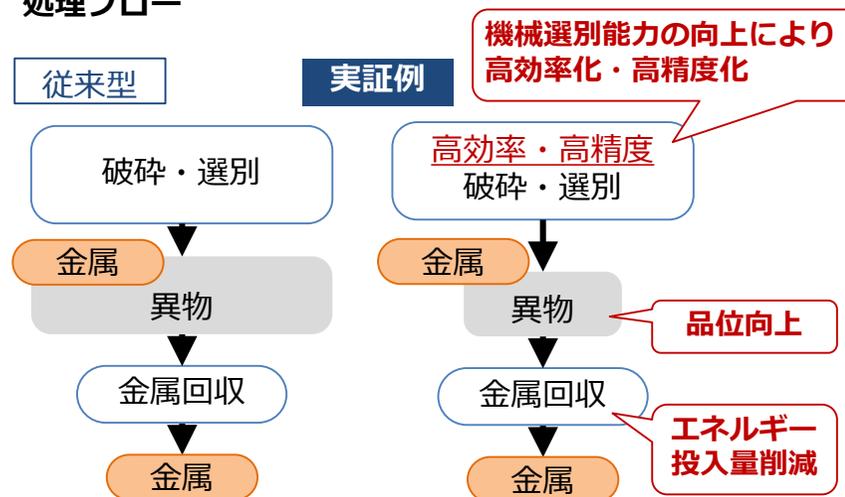


バッテリー



センサー

処理フロー



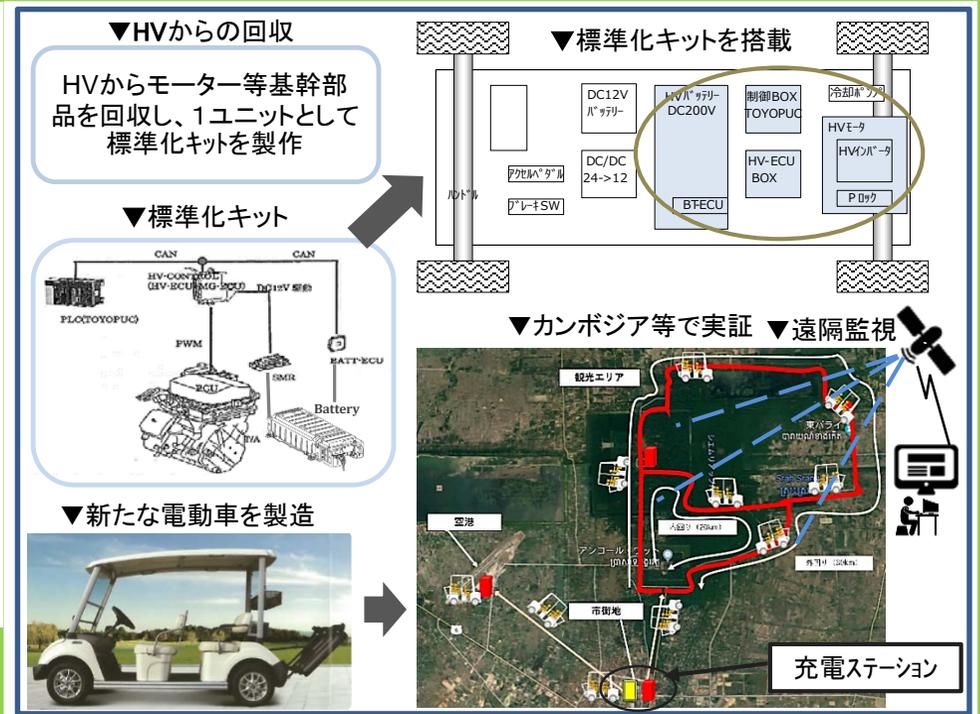
リノベーション・実証の概要

【実証事業の概要】

- ◆カンボジアにてHV部品の回収システムを構築すべく、現地へ回収マニュアルを展開し技術指導、教育、研修を行う。
- ◆第2世代HV部品の回収実証後、対象を第3世代に拡大するための技術開発を行う。
- ◆カンボジア、フィリピン、ラオス(各国)のニーズに合致した、HV基幹部品をリユースした電動車(以下、電動車とする)を設計、製作する。
- ◆各国で電動車の実証試験を行い、遠隔監視システムを構築して走行データを収集、分析する。
- ◆電動車の電池や充電方法の最適化を行う。

【検証項目】

- ◆回収から電動車製造まで現地で持続可能な技術レベル
- ◆車両の走行性能、各国交通環境への適合性の観点から、ドライバー、ユーザーの満足度
- ◆電動車を用いたタクシー(レンタカー)を導入する際の課題・問題の抽出とその対策の具体性



対象とする国・地域の概要



各国ともTukTukに代表されるガソリン車乗り合いタクシーが観光客や現地労働者の主な移動の手段となっているが、安全性、居住性、環境面、経済性全てにおいて課題があり、対策が望まれる。

対象とする国・地域における事業化・普及の見込み

事業化見込み

- STEP1: 電動車の社会実証を通じて、現地での受容性を確認し、電動車導入基本モデルを構築。(2019-20年、本実証)
- STEP2: 電動車の製造サプライチェーン、運営含むビジネスモデルを構築。(2021年)
- STEP3: 電動車の製販新会社を設立し事業開始。(2022年)

普及の見込み

現行のガソリン車の20%を電動化させる事により本実証地において約2000台の電動車の普及を2025年までに行う。

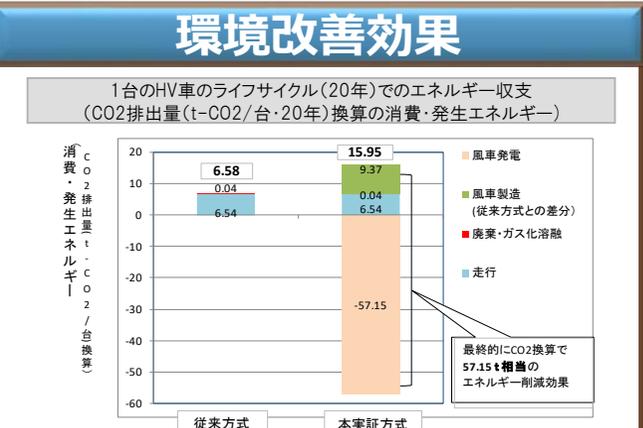
(参考) 各実証事業の概要

【H28年度】HVユニットをリマニュファクチャリングした小型風力発電システムを事業化するための体制構築（豊田通商株式会社）

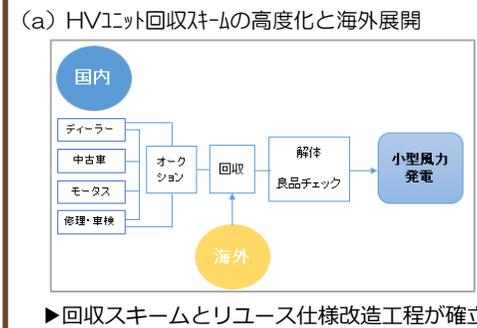
- ハイブリッドカー（HV車）のHVユニットを活用し、付加価値の大きい国内需要先（小型風力発電システム）を創出することで、マテリアルリサイクル直結の従来システムよりも高資源効率の3Rシステムを実現、同時に小型風力発電を通じ低炭素型社会の実現に貢献。

背景と目的

今後増加するHV廃車の適正処理と確実な資源循環及び再生可能エネルギーの普及という社会のニーズとシーズを両立させ、CO2の削減を図る仕組みを確立し、循環型社会システム構築に貢献する。



実証事業のポイント



▶回収スキームとリユース仕様改造工程が確立

(c) 事業化へ向けての体制整備

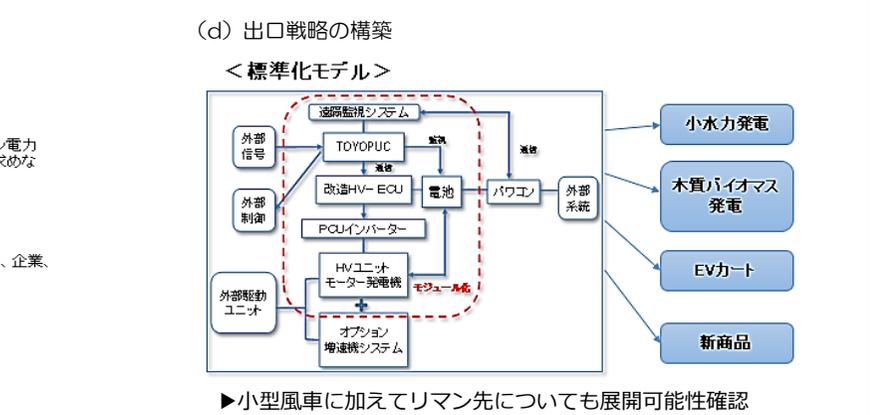
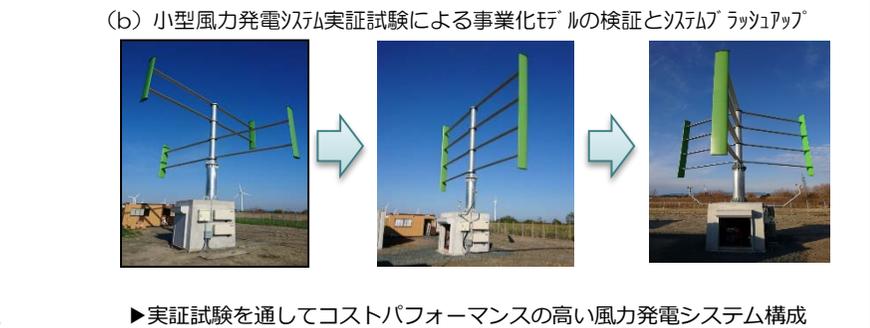
▼20年平均電気コスト

Case1
補助金なし：18.88円/kWh
一般家庭平均電気代と同等。長期的な電気代の値上がりでグリーン電力証書の売却益(4-6円/kWh)も期待される事から積極的な収益を求めない環境志向の企業での採用が期待できる。

Case2
1/3設備補助：13.03円/kWh
一般企業での平均電気代と同等。ケース1同様、コスト低減策もあり、企業、投資家での利用が期待できる。

Case3
2/3設備補助：7.18円/kWh
十分にコスト競争力があり、普及が進むと期待される。

▶事業性検証結果、十分な居合性を確認



事業化に向けた取組み状況

- H30年度：リユースシステム標準化とリマン製品の実証し事業化準備
- H31年度：少なくとも3リマン製品の事業化とリマン製品事業拡大体制構築

【H29年度】リユースEV蓄電池（LiB）・リユース太陽電池モジュール（PV）を活用した低炭素電力システムの構築実証事業（株式会社啓愛社）

自家消費用に今後増えるリユースLiBとリユースPVを組み合わせた安価なシステムを構築し、循環型社会と低炭素社会の統合的実現に貢献する。

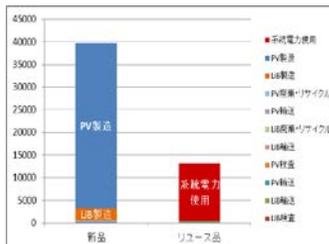
背景と目的

低炭素製品を普及させるために事業者の電気代削減に寄与できるシステムとして電気自動車（EV）普及に伴い増加する使用済みLiBと再エネの固定価格買取制度（FIT）終了後並びに災害廃棄PVで構築すること

環境改善効果

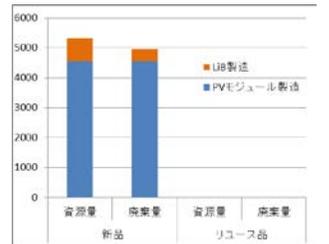
当該システムを新品で構築した場合とリユース品で構築した場合を比較

・CO2排出量削減効果
（10年稼働）
26.4t-CO2



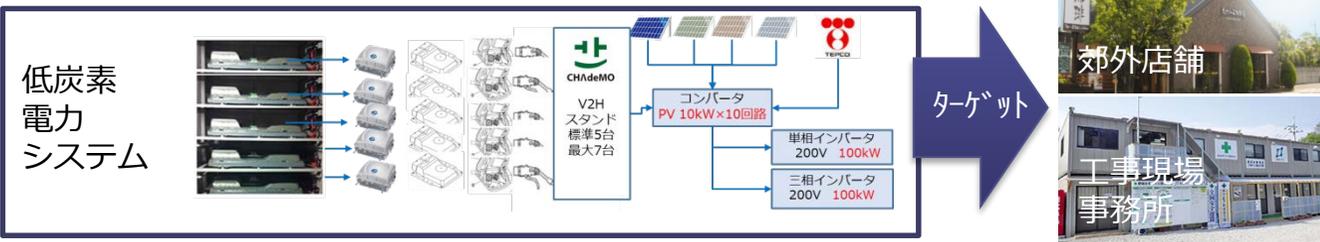
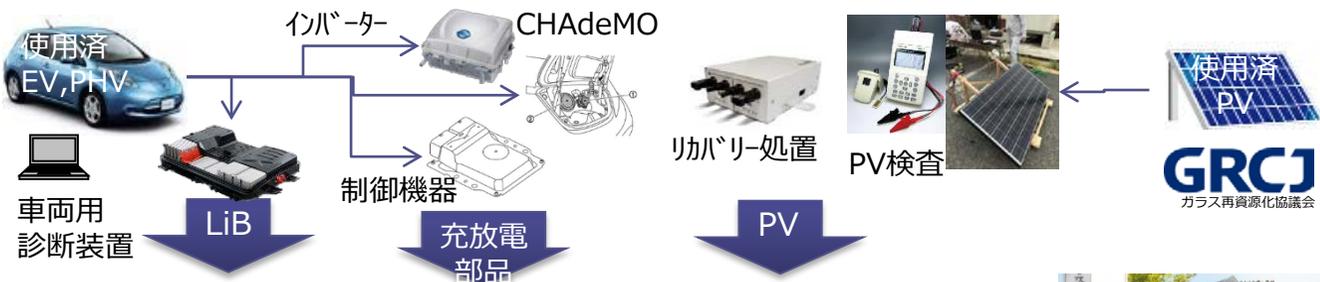
・資源削減効果
（10年稼働）

資源投入：
5.3t
廃棄物：
4.9t



実証事業のポイント

- ① LiB及びPV再利用判断手法確立（既存ツール利用）
- ② 市販品および車載部品を利用し安価に構成（開発費最小化）
- ③ 市場性調査（ターゲットユーザーおよび導入要件の明確化）



事業化に向けた取組み状況

現時点は使用済み品の発生量が少ないため、量が確保できる2025年に事業化を開始すべく、技術的課題と経済性の改善に取り組む。

主な技術的課題：三相機器用パワコンコスト削減、信頼性確認

【H29-30年度】HVユニットをリユースするためのシステム標準化と多用途リマニュファクチャリング製品事業化体制構築（豊田通商株式会社）

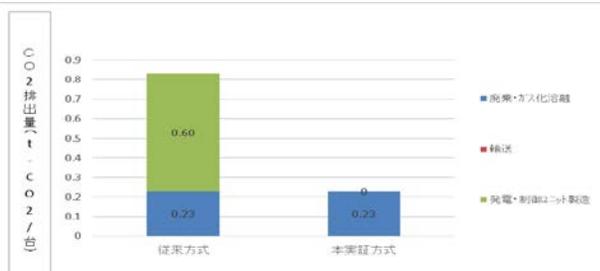
今後排出量の増加が見込まれるHVユニットについて、リマン手法の確立し、また多製品へのリマンを展開するために汎用的なリユース手法を検討し、標準化した。さらにリユース先となる企業へのヒアリング調査等により、他製品へのリマン事業化の方法を検討した。

背景と目的

今後HV・EV廃車数は増加すると見込まれる。この適正処理を行ない、資源循環を構築することが必要である。
 本事業ではHV車に搭載されているHVユニットのリユース方法を実証し、また多種の製品に対応できるよう、手法を標準化する。さらにHVユニットのリマンを幅広い製品に展開するため、ヒアリング調査等で情報を収集し、ビジネスモデルの検討を行なう。

環境改善効果

HVユニットをリユースして製品をリマンする場合、HV車の処分と製品の新規製造をそれぞれ行う場合に比べて、ユニット1台当たり 0.6 t (72%)のCO2が削減されると試算された。

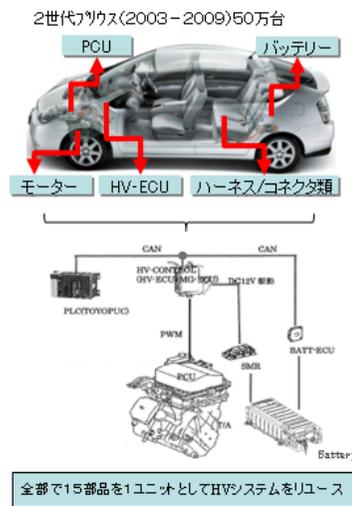


HV車(プリウス) 1台の処分、リマン製品1台の製造による環境負荷 (CO2排出量 (t-CO2/台))

実証事業のポイント

- ① HVユニットのリユース工程作業検証
 今後リユースの全国展開に活用するため、各工程にて適切な手順を検討し、作業要領としてまとめた。
- ② リマン製品事業性評価とHVリユースユニットのシステム標準化
 実機のリマンを通して、幅広いリマンに向けた汎用性の高いリユースシステムの検討した。HVユニットの構成要素を「モーター用途標準化システム」「発電機用途標準化システム」に分類した上で、それぞれのシステムの構成要素を標準化として規定した。

- ③ 多用途リマン製品横展ポテンシャル深堀
 HVユニットのリユース先となる企業にヒアリングを行ない、リユース事業化に向けたビジネスモデルを検討した。



分野	用途	対応可能な定格値
発電機	小型風力	20kw以下
	マイクロ水力	
	廃熱	
Mobility	カート・バギー	ガソリン車 1000cc相当
	軽トラック	
	タクシー(Tuk Tuk)	
産業機械	トラクター	60kw以下
	除雪機	
	草刈り機	

事業化に向けた取組み状況

R1年度には、EVカート・マイクロ水力発電でリマン製品の事業化を行なう。
 R2年度には市場拡販し、R3年度には海外展開を目指す。

【H30年度】 電動車の駆動用電池のリユース・リサイクル技術開発実証事業 (中部電力株式会社)

電動車に用いられた中古電池を、電力の需給バランス調整用にリユースする仕組みを開発する。またリサイクルにおいても、焼却処理を伴わない高効率・低炭素な技術を開発する。

背景と目的

近い将来、電動車の中古駆動用電池の大量排出が見込まれるが、これらの大半はリユースされていない。本実証ではこうした電池を、再生可能エネルギー大量導入に係る需給バランスの調整用にリユースする仕組みを検討する。またリサイクルにおいても、現在行われている焼却処理を伴わない、高効率かつ低炭素な新規技術を開発する。

環境改善効果

リユース事業とリサイクル事業それぞれについて、電動車1万台当たりのCO2排出量は、従来手法と比べて以下の通り削減されると評価された。

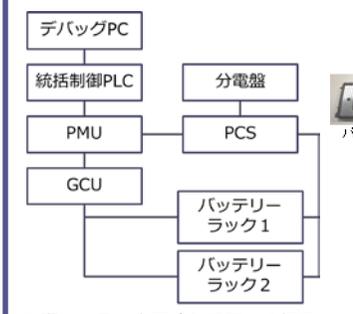
<新品電池の製造→実証のリユース>
3,300 → 50 (t-CO2/電動車1万台)

<焼却を含むリサイクル→実証のリサイクル>
38.82 → 29.74 (t-CO2/電動車1万台)

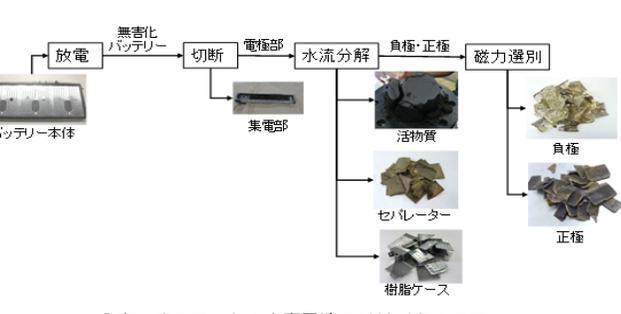
※ニッケル水素/リチウムイオン電池で同値

実証事業のポイント

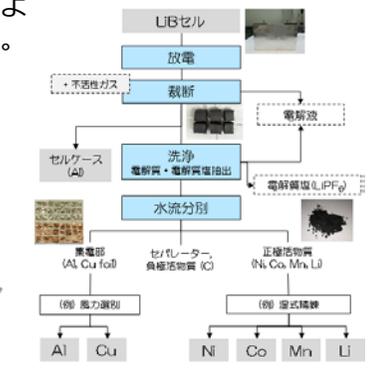
- ①ニッケル水素電池リユース事業
 劣化状態にばらつきのある中古電池からなる大規模システムの充放電制御技術は、これまで確立されていなかったため、この制御を効率的に行うシステムの開発を行なった。
- ②ニッケル水素電池リサイクル事業
 従来は焼却による内部エネルギー無害化→精錬による分離回収が行われてきた。本実証では放電による無害化→切断→水流分解→磁力選別という、焼却を伴わないリサイクル手法を開発した。
- ③リチウムイオン電池リサイクル事業
 焼却処理を伴わないリサイクルのため、電解質の抽出除去および水流分別によるリチウムイオン電池構成部材の分別技術確立に向けた課題抽出を行なった。



①実証する中古電池システムの概要



②実証するニッケル水素電池のリサイクルフロー



③実証するリチウムイオン電池のリサイクルフロー

事業化に向けた取組み状況

リユース事業とニッケル水素電池リサイクル事業においては、本実証で技術的課題が解決された。リチウムイオン電池リサイクル事業においては、水流分別工程の処理効率向上が課題である。なお、事業化には設備のコストダウンが必要となる見込みで、今後検討を進める。大量の電池を回収するスキームを確立する必要もあり、今後は自動車メーカー等と連携した回収網の確立等の検討を行なっていく。

【H30-R1年度】ハイブリッド車用リチウムイオン電池のリマニュファクチャリング検証事業 (株式会社リコー)

今後増加が見込まれる使用済みの車載リチウムイオン電池(LiB)を、定置型蓄電システムにてリユースする。

背景と目的

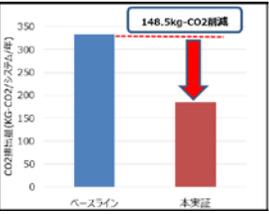
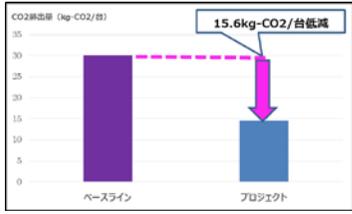
ハイブリッド車(HEV)の販売台数が増加しており、今後廃車HEVから回収される電池の増加が見込まれている。また、HEVのLiBは劣化が小さく、廃車後も相当程度の余寿命を有する。しかし車載用としてのリユースのニーズは無い。

本実証事業ではHEVのLiBを定置用の製品にリマニュファクチャリングし、事業性等を検討する。

環境改善効果

(輸送で排出するCO2)
循環回収物流の活用により、従来の物流に比べ、LiB1台当たり15.6kg-CO2が削減された。

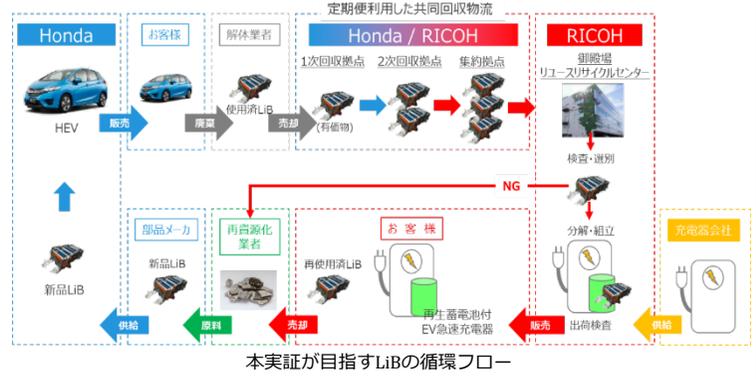
(定置型蓄電システムで排出するCO2)
HEVのLiBをリユースして用いた場合、新品の場合と比べ、1システム当たり年間148.5kg-CO2が削減された。



定置型蓄電システムへのHEV-LiBの再利用によるCO2削減効果(リユース品は寿命6年、新品は寿命10年と仮定)

実証事業のポイント

- ①使用済みLiBの輸送方法の確立
効率面では、複写機との混載輸送は非常に有効であった。安全面では、自動車メーカー各社の車載バッテリー回収マニュアルを踏まえ、作業員用マニュアル化を進める。
- ②リユースLiBの劣化状態のバラツキ把握とリユース基準の策定
温度および電圧範囲から、LiBの劣化状態の予測式の一例を導出した。
- ③LiBの複数接続による、定置用蓄電システムの制御技術の実証
EV急速充電システムを用いて、複数台のリユース蓄電池パックを同時に制御し、EV急速充電器へのアシスト用途に用いることが可能であると実証された。
- ④リユースLiBを用いた蓄電機能付きのEV急速充電器の経済合理性の検討
イニシャルコスト・ランニングコストの両面において、経済合理性が確認された。



事業化に向けた取組み状況

次ステップで実使用時のアシスト動作実証やEV急速充電器設置事業者としての顧客ニーズ深掘とEVユーザーメリットの実証を公共施設等に設置したフィールド機の実証で事業成立性の検証を行う。

事業成立性の検証確認後は実商品の設計ステージへ進み、最終機能確認や各種許認可取得を行い、量産工程設計開発を実施し、実際に販売を行う事業化ステージへと移行する計画である。

【H29-30年度】車載用等の使用済リチウムイオン電池の低炭素型リサイクルシステム実証事業 (太平洋セメント株式会社)

松田産業(株)の全国収集運搬ネットワークによるリチウムイオン電池 (LIB) の全国回収と解体選別、太平洋セメント(株)による排熱利用型焙焼処理を組み合わせ、省エネルギーでのリチウム回収等を行い、LIBパックの100%リサイクルの実現を目指す。

背景と目的

再生可能エネルギーの普及や自動車の電動化等により、2025年にはPHV・電気自動車の廃車発生台数は50万台に達すると予想され、車載LIBの大量発生が社会的課題になっている。

一方で、既存炉では回収可能な金属の種類・品質、エネルギー効率に課題があったことから、高品質のレアメタルが回収可能な省エネ型の技術の実証開発を継続実施した。昨年度の課題解決のため、本年度はLIBの種類を増やす等の様々な条件にて焙焼試験を実施し、比較検証を行った。

環境改善効果

定置炉と比較した結果、LIBパック1tあたり約434g、年間処理で約1,986tのCO2削減効果が見込まれた。



ベースメタルやLi、Co等のレアメタル等の資源回収率は約40%、残渣はセメント化するため、リサイクル率は100%である。

単位: t/年	LIBパック処理量	鉄	非鉄(アルミ)	プラスチック	Li	Co	Ni	Cu	資源回収量
車載用LIB	車載用2(国内)-EV	4,083	107	781	195	0	0	272	1,355
車載用LIB	車載用4(国内)-HV	4,435	1,077	359	0	4	14	3	672
混合(多種多様)		4,573	1,019	481	81	0	0	151	1,732

実証事業のポイント

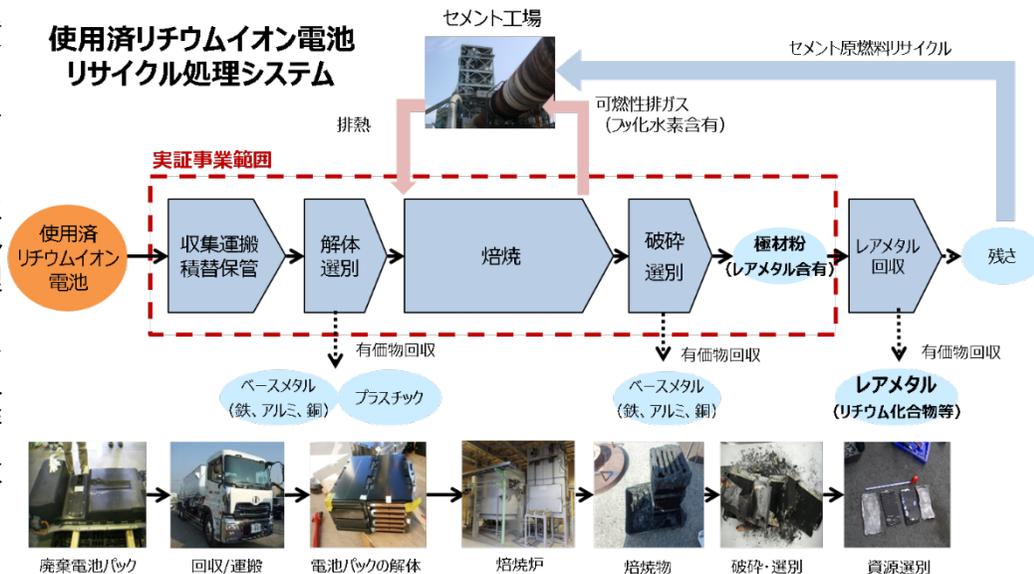
- 低温焙焼により金属資源を高品位で回収可能
- 焙焼炉をセメントキルンに併設し、エネルギー効率の良い処理を実現

➢ 金属資源を高品質回収し、売却することで経済性向上

➢ 排ガスに含まれる難処理のフッ化水素をセメントキルンで低コスト処理

➢ 焙焼炉とセメントキルン、それぞれの炉で発生した排熱と可燃性排ガスを相互利用し、省エネルギー化

使用済リチウムイオン電池リサイクル処理システム



事業化に向けた取組み状況

本事業での経済性は▲10万円/t-LIB程度となり、今後はコスト全体の1/3以上を占める運搬費の削減等に取り組む。2020年からの実用化に向けて、2019年度は実際の搬入状況を想定した多品種LIBの処理実証を行う他、施設の能力増強・省力化工事や許認可取得の準備を進めている。