

平成30年度省CO₂型リサイクル等設備技術実証事業概要

【H30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。

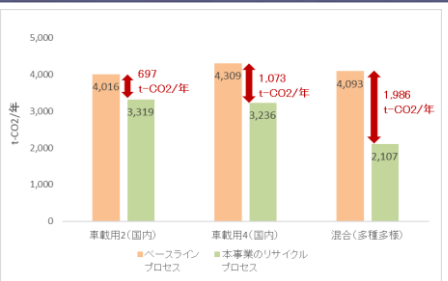
背景と目的

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。

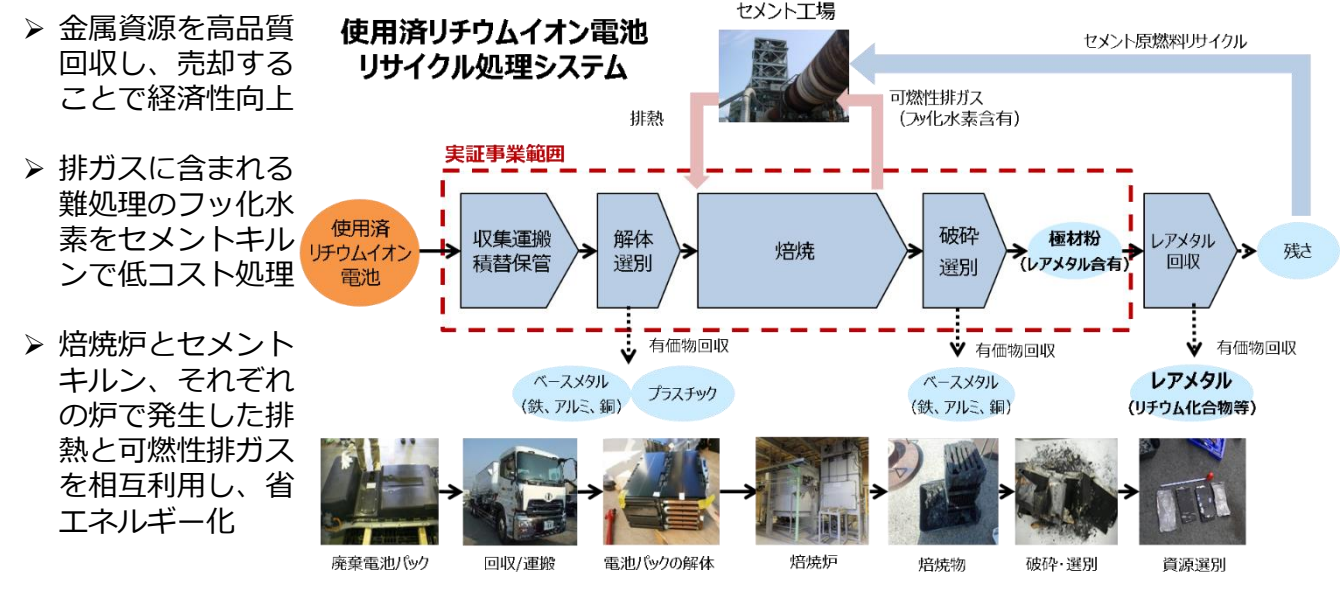


ベースメタルやLi、Co等のレアメタル等の資源回収率は約40%、残渣はセメント化するため、リサイクル率は100%である。

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



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。

【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。

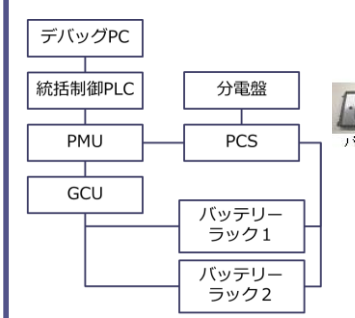
<新品電池の製造→実証のリユース>
3,300 → 50 (t-CO2/電動車1万台)

<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)

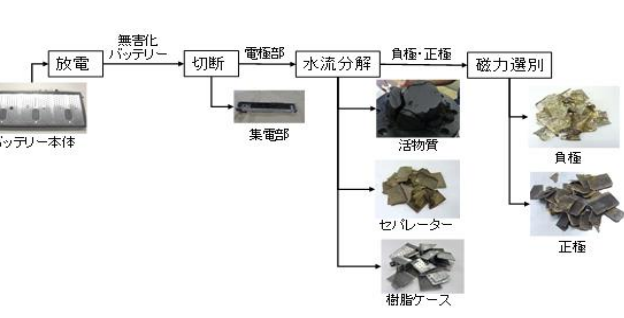
※ニッケル水素/リチウムイオン電池で同値

実証事業のポイント

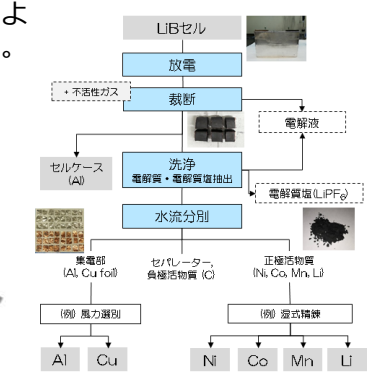
- ①ニッケル水素電池リユース事業
 劣化状態にばらつきのある中古電池からなる大規模システムの充放電制御技術は、これまで確立されていなかったため、この制御を効率的に行うシステムの開発を行なった。
- ②ニッケル水素電池リサイクル事業
 従来は焼却による内部エネルギー無害化→精錬による分離回収が行われてきた。本実証では放電による無害化→切断→水流分解→磁力選別という、焼却を伴わないリサイクル手法を開発した。
- ③リチウムイオン電池リサイクル事業
 焼却処理を伴わないリサイクルのため、電解質の抽出除去および水流分別によるリチウムイオン電池構成部材の分別技術確立に向けた課題抽出を行なった。



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）

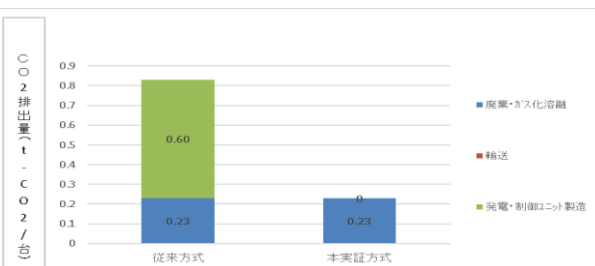
今後排出量の増加が見込まれるHVユニットについて、リマン手法の確立し、また多製品へのリマンを展開するために汎用的なリユース手法を検討し、標準化した。さらにリユース先となる企業へのヒアリング調査等により、他製品へのリマン事業化の方法を検討した。

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0.6t(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】 軟磁性合金薄帯の粉体化によるリサイクル技術の実証（パナソニック株式会社）

車載機器等に使用されている、高飽和磁束密度の軟磁性材料の需要が拡大している。この製造工程で発生する膨大な電力消費と二酸化炭素排出を削減するため、リサイクルによる新たな生産技術を開発する。

背景と目的

車載分野を中心に、高飽和磁束密度の軟磁性材料の需要が拡大している。この製造においては現状、粉体化の工程で鉄を溶融するため、莫大な電力消費と二酸化炭素排出が発生している。これらを削減するため、モータや配電用変圧器の製造時の端材を粉体化し、代替利用する技術を開発する。

環境改善効果

現状手法と本事業の手法それぞれの粉体化プロセスについてCO2排出量を計算したところ、本事業の手法により現状手法比で60%のCO2削減効果が得られた。

<現状→本事業>

12.5 → 4.8

(kg-CO2/kg-軟磁性合金粉体の生産量)

実証事業のポイント

リサイクルによる粉碎粉は、二酸化炭素排出量を少なく製造できるものの、従来品に比べ磁気特性が劣化する。これを踏まえ、特性を向上しつつ安定的な量産を行なうため、以下の3つのプロセスにおいて技術開発を行なった。

① 粉碎工程

酸化と応力の発生を低減しつつ粉碎する必要があるため、このために最適と考えられるサイクロンミルによる技術の開発を行なった。

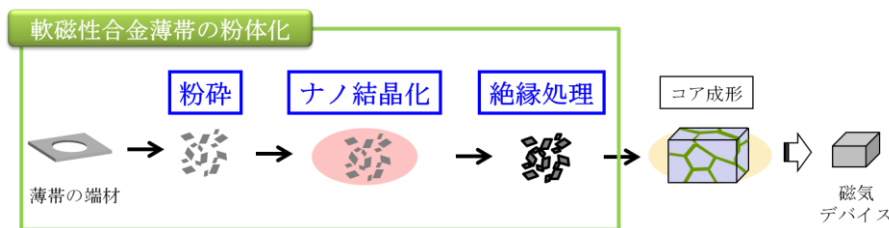
② ナノ結晶化工程

熱処理工程では熱暴走という現象を避けるため均一な処理が必要で、かつこれを量産的に実施するため、熱プレス方式による技術の開発を行なった。

③ 絶縁膜形成工程

粒子の耐圧を維持するため、粒子に均一の絶縁膜を発生させる必要があるため、かつこれを量産的に実施するため、ゾル・ゲル法による技術の開発を行なった。

軟磁性合金薄帯の粉体化プロセス



事業化に向けた取組み状況

2019年度に粉碎工程の歩留向上、ナノ結晶化工程のスケールアップ、絶縁膜形成工程の量産プロセスの確立およびスケールアップを検討し、また他社材料への展開も見据えるため、他社材料の検討も行う。2020年に量産機の製作、検証を経て、2024年より社内工場で量産を開始し、同時に他社材料への展開も図る予定である。

【H30年度】 2次加工性を考慮した新しいリサイクル炭素繊維を用いた繊維強化複合材料の商品化と実証（株式会社リーテム）

今後需要の増加が見込まれるCFRPは、現状主に埋め立て処分されている。本実証では、CHGボンベ等に含まれるCFRPを束状で回収し、またその再製品化までを行なう水平リサイクルシステムを開発・実証した。

背景と目的

CFRP(炭素繊維強化プラスチック)は今後需要の増加が見込まれるが、再製品化の技術が確立されておらず、現状は主に埋立等により処分されている。

本事業では、CFRPからRCF(リサイクル炭素繊維)を束状で回収して再製品化まで行なう一貫処理システムを開発し、その実証を行なう。コンパウンド化によるRCFに劣化がないことを実証する。

環境改善効果

実証の手法(リサイクル)は、従来手法(埋立処分+新材製造)に対し、7.8%程度のCO2排出量で実施可能であるという結果となった。

<埋立+新材製造→リサイクル>
22.56 → 1.76 (t-CO2/t-RCF生産)

実証事業のポイント

①原料回収

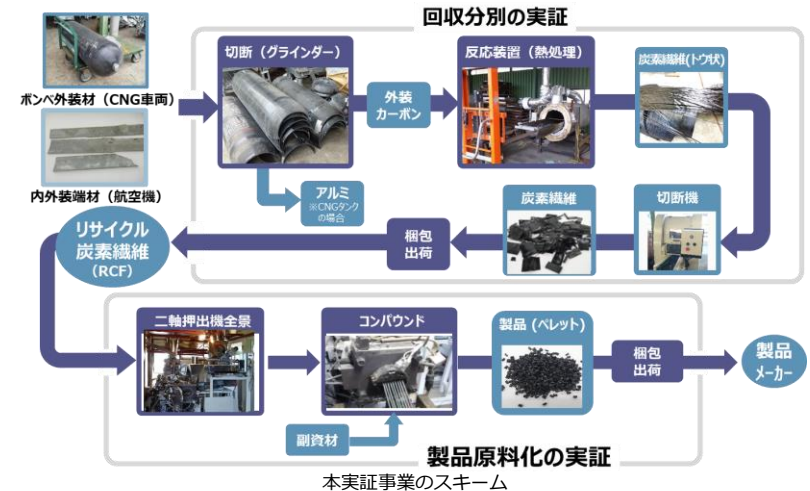
原料となるCNGボンベ等に含まれるCFRPの特性を調べ、適切な回収方法を検討した。

②回収分別

熱処理工程における焼け残りの防止、RCF強度の確保等のための適切な熱処理工程を検討する。また、効率的なRCF切断のための手法の検討を行なった。

③コンパウンド製品化

需要家と連携し、需要に応えるコンパウンド製品の開発を行なった。



事業化に向けた取組み状況

実証事業の結果、水平リサイクル材としての可能性を見出し、リサイクル源（ソース）の会社と共同開発を進めるべく、2021年度の事業化を目標に活動中である。

【H30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

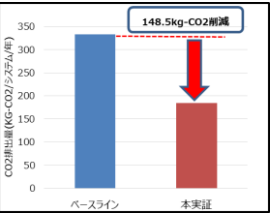
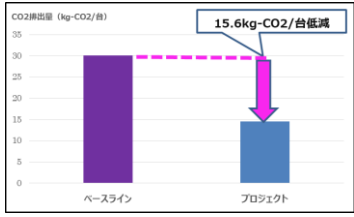
ハイブリッド車(HEV)の販売台数が増加しており、今後廃車HEVから回収される電池の増加が見込まれている。また、HEVのLiBは劣化が小さく、廃車後も相当程度の余寿命を有する。しかし車載用としてのリユースのニーズは無い。

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。

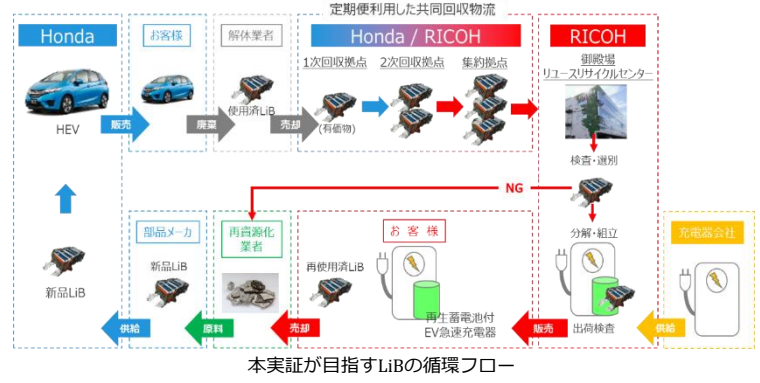
(定置型蓄電システムで排出するCO2)
HEVのLiBをリユースして用いた場合、新品の場合と比べ、1システム当たり年間148.5kg-CO2が削減された。



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。

【H30年度】CFRP含有ASR等の非燃焼処理および事業者間連携による貴金属等回収・再資源化実証（三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社）

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を含む自動車破碎残渣（ASR）について、適切な処理方法の検討を行ない、生成物をセメント産業・鉄鋼電炉・非鉄製錬において活用する可能性を検討する。

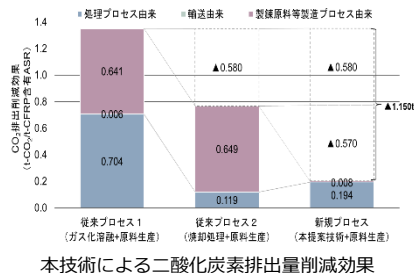
背景と目的

自動車の燃費を向上させるため、車体にCFRPを使用する動きが広がっている。このため、使用済み自動車の破碎処理において、CFRPを含むASRの発生量が増加することが見込まれている。

本事業では、CFRPの再資源化、ASR等中の貴金属や非鉄金属等の再資源化拡大、CO2排出量の抑制できる処理プロセスの構築を目指した。

環境改善効果

「CFRP20%混入ASRを1t処理し、その際に回収する再生原料を生産する際の二酸化炭素排出量」は0.202tとなり、従来プロセスに比べて0.57~1.5t減少した。

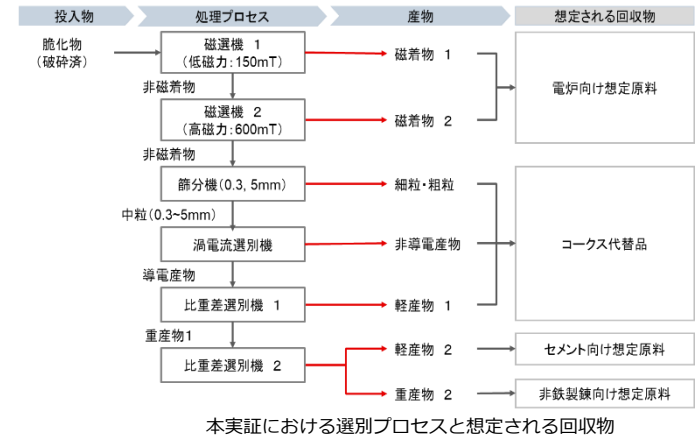


実証事業のポイント

・ASRに325℃程度の非燃焼処理を施すことで、CFRP含有ASRの適正処理ができ、またセメント産業向けのコークス代替品へリサイクルできる可能性があることがわかった。

・鉄鋼電炉向けコークス代替品（加炭材代替物）として利用するためには、忌避成分（主に銅）の分離性の向上、用途に応じた粒度、高比重の調整が必要であり、破碎・選別条件等の見直しが必要となっている。

・今回のフローで回収した非鉄製錬向け想定原料は、銅滓相当の原料として利用できる可能性が明らかになった。同原料には白金族等が含まれていることが判明し、本技術の高度化によってこの白金族を回収できる可能性が明らかになった。



事業化に向けた取組み状況

H30-R1年度の二年間で、以下を達成すべく実証に取り組む。

- セメント産業におけるCFRP含有ASR等の適正処理と（少なくとも）セメント原料代替物として利用するための非燃焼処理温度及び破碎・選別プロセス仕様の特定
- 鉄鋼電炉向けのコークス代替品として利用する際の技術課題の特定
- ASR等に有用金属が含まれる場合の最適な濃縮方法に関する具体化

【令和2年度要求額 3,500百万円（新規）（うち要望額342百万円）】

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・レアメタル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、AI等の自動化新技術の活用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～令和4年度

4. 事業イメージ

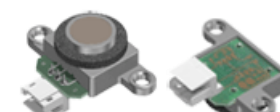
対象物の具体例



電子基板



バッテリー



センサー

処理フロー

