

2022 年度実施方針

環境部

1 件名

(大項目) 高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業

2 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号ニ及び第 9 号

3 背景及び目的・目標

3.1 背景・目的

我が国の成長戦略である「日本再興戦略 2016」において、資源価格の低迷下での資源安全保障の強化等を目指して、都市鉱山の利用を促進し、リサイクル業者や非鉄金属製錬業者等の成長を図るため、動脈産業と静脈産業¹の連携(以下「動静脈連携」という)により金属資源を効率的にリサイクルする革新技術・システムを開発することとされている。

現在、経済的にリサイクルが行われている金属種は鉄、アルミ、銅などの主要な元素群もしくは、金、銀、白金などの高価な元素群である。一時期価格が高騰し、リサイクル促進のための様々なプロジェクトが行われたレアメタル、特に希土類元素については、価格が下落した現在、国内で経済的なリサイクルビジネスを成立させることは困難な状況。そのため、リサイクルコストの安い中国などのアジアへ流出したり、選別コストが合わず、必要な選別がなされないまま既存の製錬工程へ投入され、スラグに酸化物として分配され、路盤材等に利用されている状況である。将来的に、国内金属リサイクルシステムの構築のためのキーとなるのは、金属リサイクルシステム全体のコスト低減化である。

本事業では、我が国の都市鉱山を有効に活用するため、資源価値の高い小型家電等の廃製品を対象に、現状リサイクルが行われている元素群(鉄、アルミ、銅、金、銀など)のみならずレアメタル等も含めた多様な金属について、低コストで高効率な再生金属資源の生産(金属のリサイクル)を可能とする革新的な技術を開発し、バリューチェーンを形成する動静脈連携を強化する情報、制度、社会システムの構築を目指す。

¹ 動脈産業: :天然資源を採取・加工して有用な材を生産・流通する諸産業。静脈産業: :は社会に排出された廃棄物の回収・選別から、素材・製品へのリサイクルを担う諸産業

3.2 最終目標・中間目標 [委託事業]

研究開発項目①廃製品自動選別技術開発

最終目標 (2021 年度) : 廃製品 (破壊・変形を伴うものを含む) を、処理速度 0.5 秒/製品・個以内に、非破壊で個体認識・資源価値判定し、資源価値別に選別するとともに、廃製品を構成する主なモジュールに解体・選別する自動選別システムにおいて、従来の人手による解体・選別プロセスの 10 倍以上の処理速度を実現するベンチスケールシステムを完成させる。

中間目標 (2019 年度) : 廃製品 (破壊・変形を伴わない) を、処理速度 1 秒/製品・個以内に、非破壊で個体認識・資源価値判定し、資源価値別に選別するとともに、廃製品を構成する主なモジュールに解体・選別する自動選別システムにおいて、従来の人手による解体・選別プロセスの 10 倍以上の処理速度を実現するため、装置群システム・制御の要素技術を完成させる。

研究開発項目②廃部品自動選別技術開発

最終目標 (2021 年度) : 製品を構成する主なモジュールから分散・複雑系廃部品を単体分離・選別する自動選別システムにおいて、廃部品を分離効率 80%以上で選別する性能を有し、各種選別産物の製錬原料化を実現するベンチスケールシステムを完成させる。

研究開発項目①及び②を連動させて一貫制御するベンチスケールシステムを完成させる。

中間目標 (2019 年度) : 廃製品を構成する主なモジュールから分散・複雑系廃部品を単体分離・選別する自動選別システムにおいて、各種選別産物の製錬原料化(製錬受入れ条件を満たす金属原料化)を実現するため、装置群システム・制御の要素技術を完成させる。

研究開発項目③高効率製錬技術開発

最終目標 (2022 年度) : イオン半径が近接する希土類元素を対象に、相互分離係数 5 を有する分離試薬を開発する。

また、2 種以上の希土類元素を(単体または鉄等との合金として)純度 80%以上で各々同時に連続的に直接回収する技術を実現するとともに、プロセス適用時のコストを 1/2 以下(従来比)にする見通しを立てる。

中間目標 (2019 年度) : イオン半径が近接する希土類元素を対象に、相互分離係数 3 を有する分離試薬を開発するとともに、ラボスケールで、2 種以上の希土類元

素(単体または鉄等との合金として)純度 80%以上で各々同時に直接回収する技術を確立する。

研究開発項目④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システムの開発

最終目標(2022 年度)：戦略的鉱物資源 20 種のマテリアルフロー、製品群 30 種の製品フローを考慮した都市鉱山ポテンシャル評価・廃製品リサイクルコスト評価システムの構築と、それを用いたリサイクル対象鉱種・製品を選定する。

中間目標(2019 年度)：2020 年からの研究開発開始のため対象外。

4 実施内容及び進捗(達成)状況

プロジェクトマネージャー(以下「PM」という。)に NEDO 環境部 今西 大介を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

国立研究開発法人産業技術総合研究所、大木 達也 氏をプロジェクトリーダー(以下、「PL」という)として研究開発項目①から④を実施した。

4.1 2021 年度までの事業内容

当該事業のうち廃製品・廃部品の自動選別技術開発に関して、自動・自律的に一貫制御する選別システムの確立を目指した開発を進めるために、2018 年度に国立研究開発法人産業技術総合研究所が整備した「CEDEST」を拠点として、事業を実施した。

研究開発項目①廃製品自動選別技術開発

製品選別、自動解体では小型タブレット及び携帯ゲーム機を処理対象に加えるための各種装置開発、改良を実施し、急速冷却基本システムを含めた自動解体プロセスのデータ取得を完了した。モジュールソータでは開発した誘導起電力を加えた複合センシング、パドル・ロボット併用動作制御プログラムによる自動制御の確認を行った。

廃製品(破壊・変形を伴うものを含む)を、処理速度 0.5 秒/製品・個以内に、非破壊で個体認識・資源価値判定し、資源価値別に選別するとともに、廃製品を構成する主なモジュールに解体・選別する自動選別システムにおいて、従来の人手による解体・選別プロセスの 10 倍以上の処理速度を実現するベンチスケールシステムを完成し、2020 年度までに確立した要素技術を統合したシステムの構築と最適化の開発を完了した。

研究開発項目②廃部品自動選別技術開発

部品剥離装置の開発について、開発装置の検証試験を実施し完了した。トランスフォーマブル選別システムの開発について、渦電流選別機、振動スクリーン、高遠心型比重選別機、エアテーブルのシミュレーションモデルを確立すると共に、自動制御システムの工程制御プログラムを開発した。一貫制御技術の開発について、データ連携方式を決定し、制御システムを導入のうえ、一連の選別・搬送システムが自動制御で処理完了することを確認した。

廃製品を構成する主なモジュールから分散・複雑系廃部品を単体分離・選別する自動選別システムにおいて、廃部品を分離効率 80%以上で選別する性能を有し、各種選別産物の製錬原料化を実現するベンチスケールを完成させ、要素技術を統合したシステムの構築と最適化の開発を完了した。

研究開発項目①及び②を連動させて一貫制御するベンチスケールシステムを完成させ、各装置間をつなぐ搬送ライン及び情報連携システムの構築を完了した。

研究開発項目③高効率製錬技術開発

鑄型分離メカニズムの解明と分離係数向上のため鍵分子の最適化を進め、隣り合った軽希土類元素の分離係数の目標値に近づくデータが得られた。また、重希土類元素の相互分離に関し、四座配位型化合物が有効であることを確認した。

熔融塩による分離回収の実用化に向け試験炉導入の準備を進めるとともに、ラボにおいて大型化に伴う課題抽出、高耐久隔膜の特性の解明、高温における種々の隔膜保持方法の検討を実施した。これと並行して、合金化/脱合金化の機構解明に向けた基礎的検討を行った。

研究開発項目④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システムの開発

2021年度に事業の公募を行い、事業者を採択した。戦略的鉱物資源に含まれる金属 20 種を対象に、マテリアルフローの基礎データを収集するとともに、廃製品リサイクルコスト評価に関して、物質と情報の流れの定義を行った。

4.2 事業実績

	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度
実績額推移 需給勘定(百万円)	439	488	532	576	591
特許出願件数(件)	0	0	8	4	6
論文発表数(報)	0	2	9	6	5
フォーラム等(件)	4	20	3	11	9

5 事業内容

2021年度までの成果を踏まえ、以下の研究開発を行う。実施体制については、別紙を参照のこと。

5.1 2022年度(委託)事業内容

研究開発項目③高効率製錬技術開発

これまでに得られた知見をベースに、配位子Aと配位子Bの分離条件の最適化を進め、イオン半径が近接する希土類元素を対象に、相互分離係数 5 を有する分離試薬を開発する。

また、2種以上の希土類元素を(単体または鉄等との合金として)純度 80%以上で各々同時に連続的に直接回収する技術を実現するために、長時間の電解試験を実施し、試験炉を大型化する上での課題抽出と解決策を検討すると共に、プロセス適用時のコストを従来法の 1/2 以下にするための技術課題を明確化する。

研究開発項目④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システムの開発

戦略的鉱物資源 20 種のマテリアルフロー、製品群 30 種の製品フローを考慮した都市鉱山ポテンシャル評価、LCA 評価による天然資源との比較評価をした上、廃製品リサイクルコスト評価システムを開発し、リサイクル対象鉱種・製品を選定する。

また、廃小家電を用いて模擬連続運転試験を実施すると共に、動脈提供の設計情報を用いた読み取り検証等により、動脈企業からの提供情報の程度に応じた選別処理フローを構築する。以上の試験に基づいて、社会実装が可能となる設備配置・処理フローの提案と、評価システムと連動した基盤技術を構築する。

5.2 2022年度事業規模

	委託事業
需給勘定	315 百万円
	事業規模については、変動があり得る

6 その他重要事項

6.1 評価の方法

技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を実施する。

6.2 運営・管理

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①研究開発の進捗把握・管理：PM は、プロジェクトリーダーや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、技術的評価を受け、研究開発内容の前倒し等の検討、アウトカム目標の前倒し達成に向けた取組の検討、目標達成の見通しの把握を実施する。

②技術分野における動向の把握・分析：PM は、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査の効率化の観点から、必要に応じて本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

6.3 複数年度契約の実施

2017～2022 年度の複数年度契約を行う。

6.4 知財マネジメントに係る運用

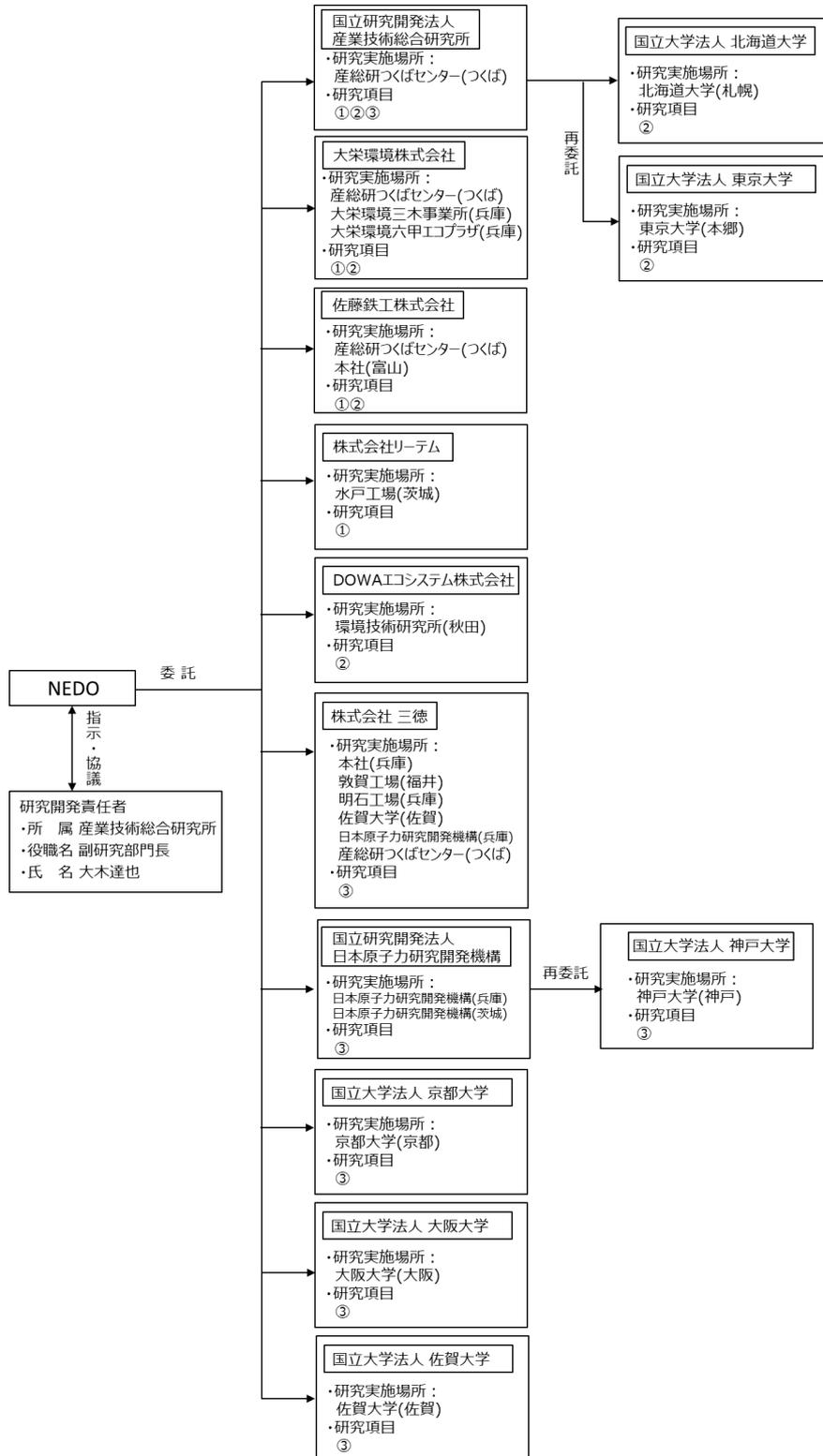
「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

7 実施方針の改定履歴

2022 年 2 月 制定

8 (別紙) 事業実施体制の全体図

「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業」実施体制
 研究開発項目①②③



研究開発項目④

