

## 2022 年度実施方針

環境部

## 1 件名

(大項目) 革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発

## 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

近年の中国の廃プラスチック輸入規制に端を発したアジア諸国の廃プラスチック輸入規制強化の影響や陸域から流出したプラスチックごみが原因となる海洋プラスチックごみ問題が大きな問題となっている。これらへの対応に向けて、G7 や G20 でも重要な課題として取り上げられている。日本においても「海洋プラスチックごみ問題対応アクションプラン」(2019 年 5 月 31 日策定)、「プラスチック資源循環戦略」(2019 年 5 月 31 日策定) が策定され、革新的リサイクル技術の開発が重点戦略の一つとして掲げられている。また、2019 年 6 月の G20 エネルギー・環境関係閣僚会合でも主な議題の一つとして、資源効率性が取り上げられた。本会合では、我が国が主導する形で、新興国・途上国も参加し、各国が自主的な対策を実施し、その取組を継続的に報告・共有する実効性のある新しい枠組みである「G20 海洋プラスチックごみ対策実施枠組」に合意し、日本としてもこれらの問題の解決に取り組むこととしている。これまで日本から輸出していた廃プラスチックを含むプラスチック資源のリサイクルなどの適正な処理が急務である。

我が国は、廃掃法、資源有効利用促進法、容器包装リサイクル法をはじめとする個別リサイクル法などにより廃プラスチックを資源化するため仕組みは一定程度整っている。また、現状、年間約 900 万トンの廃プラスチックのうち、廃プラスチックの再生品への利用(MR)は 76 万トン/年、コークス炉やガス化の原料(ケミカルリサイクル)(CR)として 40 万トン/年リサイクルされており、固形燃料、発電、熱利用の熱エネルギー回収(エネルギーリカバリー)(ER)に 524 万トン/年が利用されている。しかしながら、中国の輸入規制やバーゼル条約の改正による輸出国への規制強化などの外部環境の変化や、SDGs、CSR や ESG 投資などによるリサイクルプラスチックの利用ニーズに応じていくためには、廃プラスチックの資源価値を高めることで経済的な資源循環を達成することが必要であり、リサイクル技術をさらに発展させ、資源効

率性向上、付加価値を生み出しつつ二酸化炭素排出を削減することが求められている。

本事業は、プラスチック製品の資源効率性、廃プラスチックの資源価値を飛躍的に高めるため、複合センシング・AI等を用いた廃プラスチック高度選別技術、材料再生プロセスの高度化技術、高い資源化率を実現する石油化学原料化技術、高効率エネルギー回収・利用技術の開発を行う。

### 3.2 最終目標・中間目標 [委託事業]

#### 研究開発項目①高度選別システム開発

最終目標（2024年度）：研究開発項目②～④向けの処理対象となる廃プラスチックを回収率95%以上、現状比3倍の速度で自動選別する。

中間目標（2022年度）：研究開発項目②～④向けの処理対象となる廃プラスチックを回収率80%以上、現状比2倍の速度で自動選別する。

#### 研究開発項目②材料再生プロセス開発

最終目標（2024年度）：廃プラスチックを新品のプラスチックと比べ90%以上の材料強度（靱性）に再生する。

中間目標（2022年度）：廃プラスチックを新品のプラスチックと比べ70%以上の材料強度（靱性）に再生する。

#### 研究開発項目③石油化学原料化プロセス開発

最終目標（2024年度）：廃プラスチックを転換率70%以上で石油化学原料に転換する。

中間目標（2022年度）：廃プラスチックを転換率50%以上で石油化学原料に転換する。

#### 研究開発項目④高効率エネルギー回収・利用システム開発

最終目標（2024年度）：再生処理困難なプラスチックからエネルギーを高効率に回収して、総合エネルギー利用効率80%以上を達成する。

中間目標（2022年度）：再生処理困難なプラスチックからエネルギーを高効率に回収して、総合エネルギー利用効率60%以上を達成する。

#### 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。

早稲田大学、松方 正彦 教授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までを実施した。また、研究開発項目毎にチームリーダーを任命し、研究開発項目毎のとりまとめを行うこととした。

##### 4.1 2021 年度までの事業内容

###### 研究開発項目①高度選別システム開発

廃プラスチックの高度選別を可能にする外観認識ソータについて、リサイクル工場で収集されるプラスチックのデータベース（DB）構築の作業を継続し、後段のリサイクルプロセスとの適合性の検討及び廃プラスチックの分配割合の一次案をまとめた。複合センシングと深層学習により構築した AI による素材認識を実現するため、多種多様なプラスチック性状に対し、各種センシング技術を用いたデータ取得に着手した。多種多様なプラスチックに対し、マテリアルハンドリング技術を用いたピッキングシステムの基本的な動作パターンを確認し、ケースに応じた対処方針を検討した。高度比重選別システムについて、多種多様なプラスチックのサイズ・形状等を考慮し、混合状態からの選別条件を探索することで、選別システムの要素技術開発に必要な情報データベースとして整理した。

###### 研究開発項目②材料再生プロセス開発

廃プラスチックを新品のプラスチック材料に近い物性への再生について、物性再生メカニズムの解明に向け、プラスチック（樹脂）の物理処理条件と内部の微細構造の相関性を解析する新規評価手法の開発研究を実施した。再生製品に加工するために必要なポリマーペレットを製造するための技術開発について、多種多様なプラスチック材料を用い、ラボスケールにおいて樹脂だまりを設けた押出機での物性改善または物性劣化抑制の効果を検証した。本プロセスの実用化に向け、押出機についてはラボスケールの検証を基に、物性再生の条件を考慮した中規模程度の装置設計に、成形工程については樹脂の流動条件等の操作が可能となる装置設計に着手した。また、再生樹脂のフィルム・ボトル製品や家電製品等での適用可能性について、前処理として異物除去の必要性等を含めて検討を進めた。

###### 研究開発項目③石油化学原料化プロセス開発

各種プラスチックに適した分解技術の開発について、触媒分解プロセスの開発を継続し、液相分解プロセスの技術開発の取り組みを新規に開始した。

触媒分解プロセスにおいては、ゼオライト触媒の候補から絞り込みを進めるため、分解生成物の分析評価手法を整備し、3Pと溶媒、触媒の要素を組み合わせに対し、反応条件ごとの触媒分解挙動のデータを取得した。実プラントへの導入検討および周辺技術のプロセス開発について、触媒分解前後の処理工程の検討として、プロセス上の単位操作を特定するための基礎実験を通してデータを取得し、各種プラスチックに応じて要求される処理工程について整理した。液相分解プロセスについて、複合フィルムの分解成分の挙動の特定のため、液相反応後に得られた生成物中の目的物質およびその収率の評価に着手した。

#### 研究開発項目④高効率エネルギー回収・利用システム開発

高温腐食性ガスに対応可能な高効率・高耐久な伝熱管の表面改質材料の開発について、金属系とセラミック系の各候補材料に対し、熔融灰との濡れ性をラボスケールにおける高温その場観察により評価し、熔融灰の付着力低減効果を示す材料を見出した。表面改質技術を用いた適用可能性の検証について、表面改質材料の溶射で形成される改質層の緻密性や結晶性、母材の密着性等の評価し、溶射法を適応する上での課題を整理した。

低温排熱からの冷熱製造に必要な熱交換技術の開発について、吸収冷凍機中の作動液と冷媒の基本的な物性を考慮した状態方程式を作成し、熱交換サイクルによる効率を検討した。製氷機の要素技術開発については、凝集抑制剤を添加した氷スラリーの流動特性データを取得し、流動時に装置の各部で生じる閉塞等の課題を抽出した。乾燥装置の基本設計については、連続乾燥装置を製作し、乾燥速度の加速に向けた試験に着手した。総合熱利用システムの評価技術開発では、冷熱の需要地や輸送形態等を考慮した評価ツールの開発を実施した。

## 4.2 事業実績

|                    | 2020年度 | 2021年度 |
|--------------------|--------|--------|
| 実績額推移<br>需給勘定（百万円） | 592    | 1036   |
| 特許出願件数（件）          | 1      | 3      |
| 論文発表件数（報）          | 0      | 12     |
| フォーラム等（件）          | 14     | 12     |

## 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①高度選別システム開発

廃プラスチックの高度選別を可能にする外観認識ソータについて、リサイクル工場で収集されるプラスチックのデータベース(DB)構築を拡張し、後段のリサイクルプロセスとの適合性の検討及び廃プラスチックの分配割合の詳細案をまとめる。複合センシングと深層学習により構築したAIによる素材認識の実現に向け、各種センシングによって取得した情報を基にデータベースを作成し、素材の識別アルゴリズムの開発に着手する。マテリアルハンドリング技術を用い、多種多様なプラスチックに対し、ベンチスケールでのピッキングシステムの試作を行う。高度比重選別システムについて、取得したデータベースのさらなる整備を進めると共に、ベンチスケールの選別システムを試作する。

#### 研究開発項目②材料再生プロセス開発

廃プラスチックを新品のプラスチック材料に近い物性への再生について、プラスチック(樹脂)の物理処理条件と内部の微細構造の相関性を解析する新規評価手法の高度化に向けた開発研究を継続しつつ、シミュレーションに基づいた理論的なメカニズム解明に取り組む。再生製品に加工するために必要なポリマーペレットを製造するための技術開発について、多種多様なプラスチック材料を用い、ラボスケールにおいて押出機での物性改善または物性劣化抑制の効果の検証を継続し、特に押出機の各構成要素の改良等を施すことで、ペレットの性能に及ぼす影響をまとめつつ、材料強度の向上に向けた最適条件を見出す。本プロセスの実用化に向け、押出機については物性再生の条件を考慮した中規模程度の装置設計を基に製作する。成形工程については樹脂の流動条件等の操作が可能となる装置を基に成形品を作成し、物性改善等の効果を評価し、CAE解析等の結果と照らし合わせた検討を行う。また、再生樹脂のフィルム・ボトル製品や家電製品等での適用可能性について、リサイクル配慮設計を施したプラスチック製品の検討を行う。

#### 研究開発項目③石油化学原料化プロセス開発

各種プラスチックに適した分解技術の開発について、触媒分解プロセスの開発および超臨界水を用いた液相分解プロセスの技術開発の取り組みを継続する。触媒分解プロセスにおいては、ゼオライト触媒の候補から絞り込みに向け、3Pと溶媒、触媒の要素を組み合わせに対し、反応条件ごとの触媒分解挙動のデータ取得を継続し、

プラスチック分解触媒として備えるべき物理化学特性の特定および目的収率を達成する反応条件を明確にする。実プラントへの導入検討および周辺技術のプロセス開発について、全体プロセスの主要機器の基本仕様を廃プラ種と触媒の組み合わせから選択し、プラントの概念設計を作成する。

液相分解プロセスについて、複層フィルムの分解成分の挙動について液相反応後に得られた生成物中の目的物質およびその収率の評価を継続する。また、プロセス開発に向け、目的物質を選択分離するプロセス装置の設計・製作に取り組む。

#### 研究開発項目④高効率エネルギー回収・利用システム開発

高温腐食性ガスに対応可能な高効率・高耐久な伝熱管の表面改質材料の開発について、金属系とセラミック系の各候補材料に対し、腐食性ガス雰囲気下で耐食性および灰付着性の評価を実施する。表面改質技術を用いた適用可能性の検証について、表面改質材料の改質層設計の最適化研究を実施する。

低温排熱からの冷熱製造に必要な熱交換技術の開発について、熱交換サイクルの実験を継続し、要素技術を基にスケールアップした吸収式冷凍機を製作する。製氷機の要素技術開発については、前年度のまでの結果に対して改良を加えた氷スラリー製氷機を設計・試作し、氷スラリーの熱流動特性を評価する。乾燥装置の基本設計について、連続乾燥装置での試験を継続すると共にシミュレーションでの理論検証を実施する。総合熱利用システムの評価技術開発では、想定する廃プラスチック由来のエネルギー回収施設から最終冷熱需要先までのシステム全体に対する評価モデルへと拡張する検討を実施する。

## 5.2 2022 年度事業規模

需給勘定 892 百万円（委託事業） 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。中間評価を2022年度に実施する。

### 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必要に応じて組織し、技術的表価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

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。

③ 事業の加速化や効率化を図るため、実施体制、契約内容の見直しの他、追加公募の検討を行う。

### 6.3 複数年度契約の実施

2020～2022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。

### 6.5 データマネジメントに係る運用

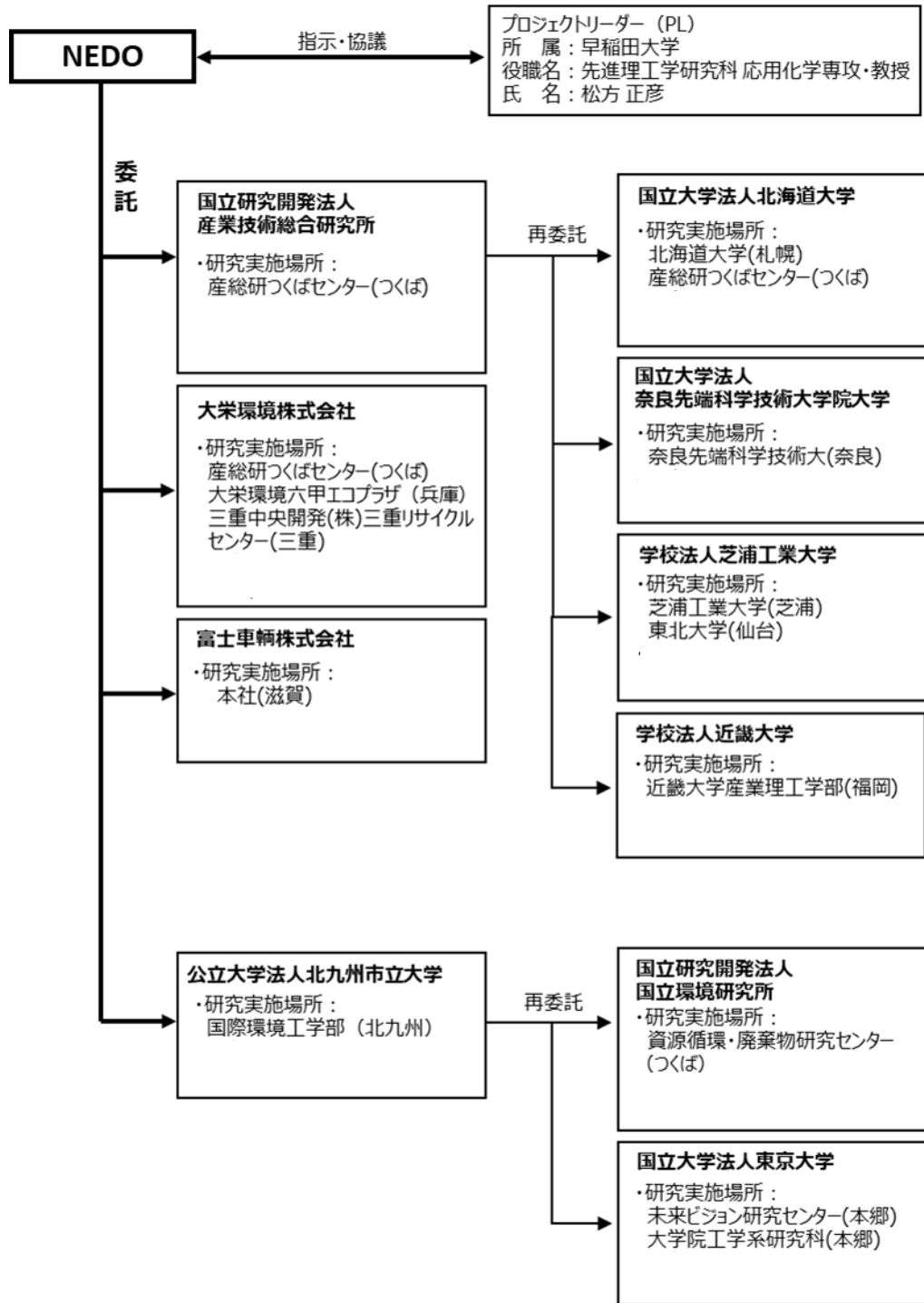
「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

## 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

「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発」実施体制  
 研究開発項目① 【高度選別システム開発】

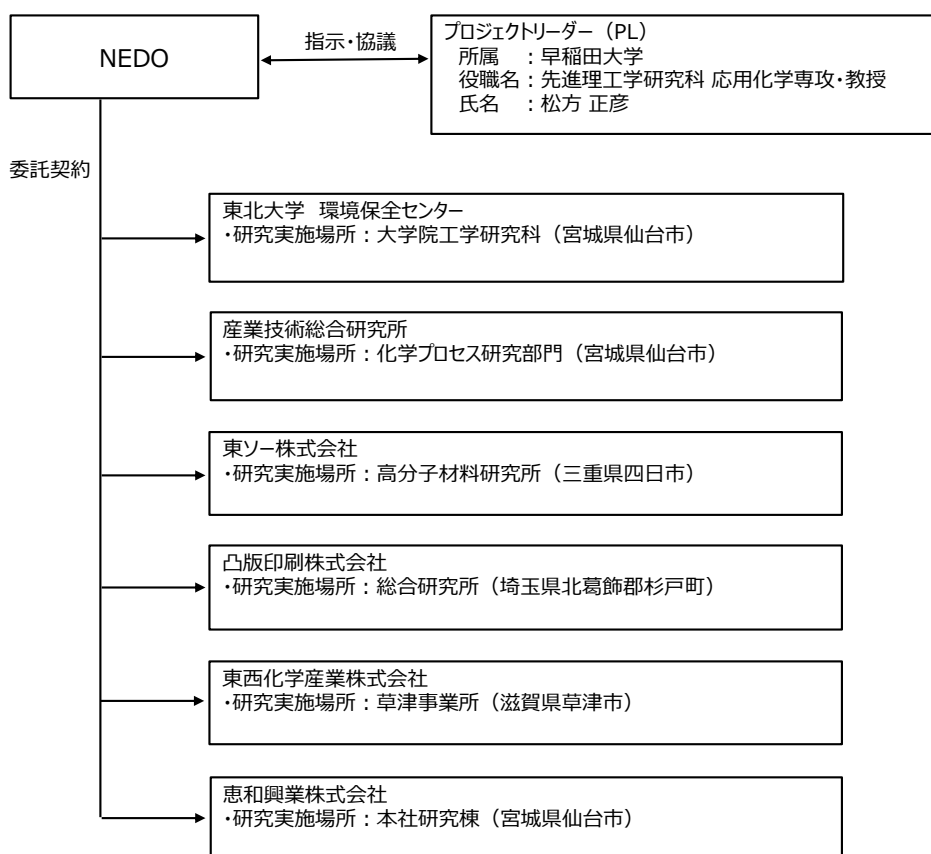
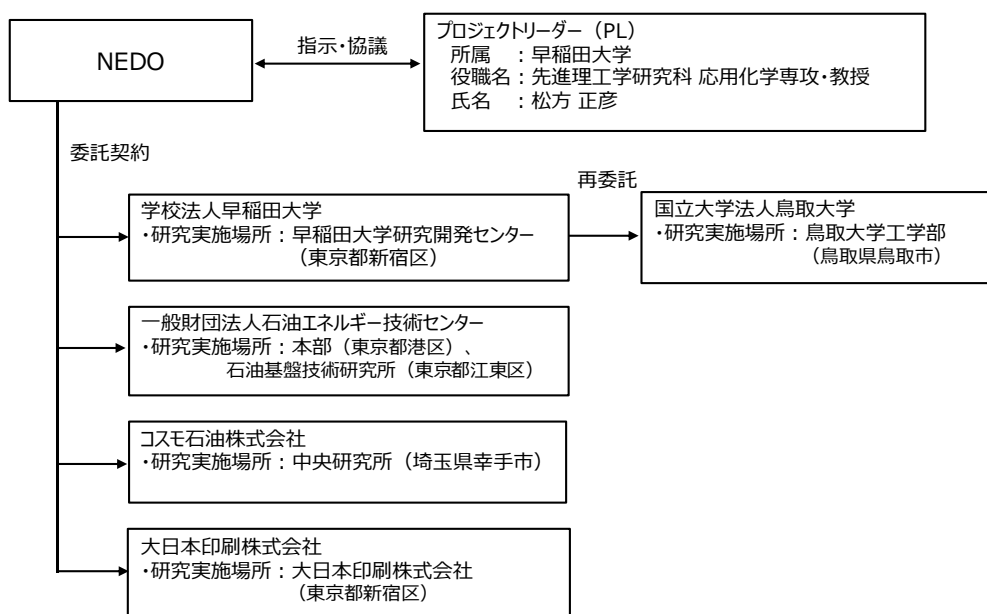




研究開発項目② 【材料再生プロセス開発】



研究開発項目③ 【石油化学原料化プロセス開発】



研究開発項目④ 【高効率エネルギー回収・利用システム開発】

