

# 「革新的プラスチック資源循環プロセス 技術開発」(中間評価)

(2020年度～2024年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)  
(分科会資料抜粋)

NEDO  
環境部  
2022年10月26日

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

### ◆事業実施の背景と事業の目的

#### ■社会的背景・事業の目的

プラスチックはその高い機能性から、社会生活の様々な場面で利用が急速に進んだ素材である。しかし、需要増大に伴い、原料調達、製造、加工及び廃棄処理の過程でのエネルギー消費、CO<sub>2</sub>排出の増大や、プラスチックごみによる海洋汚染が社会課題となっている。

特に近年は、上記課題の解決がSDGsに資するため、リサイクルの徹底・素材転換を求める機運が高まる中、対策を進めていく好機にある。

本事業ではこうした機運を捉え、回収された廃プラスチックの高度なリサイクルを促進する技術開発を通して、プラスチックの資源効率や資源価値を高める基盤構築を行います。

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

## ◆政策的位置付け

### ■循環経済ビジョン2020（2020年5月22日）より

(引用)

V.我が国としての対応の方向性

1. 循環性の高いビジネスモデルへの転換

(1) 国内循環システムの最適化とそのためのリサイクル先の質的・量的確保

「プラスチックについては、「プラスチック資源循環戦略」の下、再生利用を拡大していく方針であり、ケミカルリサイクル等の新たなリサイクル手法の検討が開始されている」

### ■プラスチック資源循環戦略（2019年5月31日）より

(引用)

3. 重点戦略

(1) プラスチック資源循環

②効果的・効率的で持続可能なリサイクル

「分別・選別されるプラスチック資源の品質・性状等に応じて、循環型社会形成推進基本法の原則を踏まえ、材料リサイクル、ケミカルリサイクル、そして熱回収を最適に組み合わせることで、資源有効利用率の最大化を図ります。」

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

## ◆技術戦略上の位置付け

### ■ NEDO TSC Foresight Vol.35 資源循環分野の技術戦略策定に向けて（2019年11月）

国内の資源効率を向上させるには、処理コストを拡大させずに、廃プラスチックのリサイクルがより高効率に実現できる革新的な研究開発を行う必要がある。

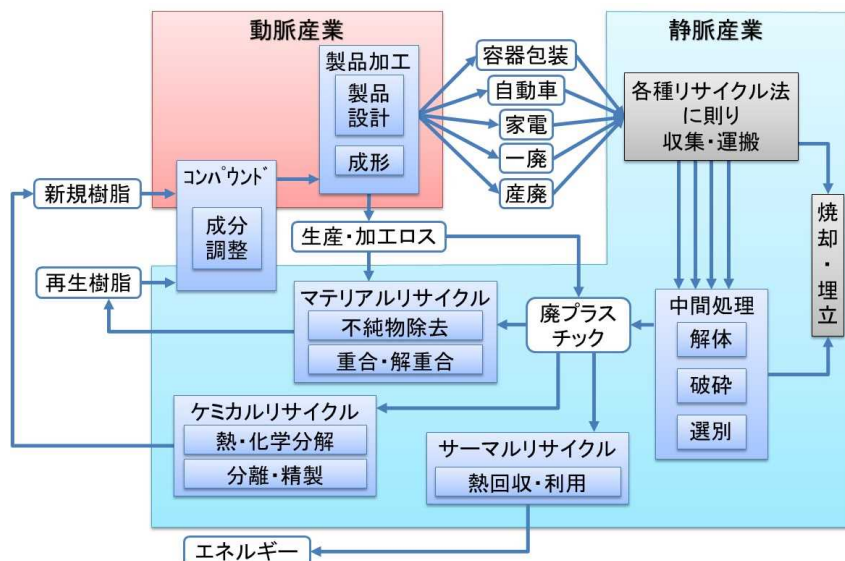


図 プラスチックリサイクルシステムと要素技術

出典:NEDO TSC Foresight Vol.35

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

## ◆他事業との関係

■ プラスチックの資源循環に関する4つの先導研究で得られた成果を基に本事業を構築

	実施機関	プロジェクト名	期間	事業タイプ	事業内容	課題
1	ERCA*	廃プラスチックからの選択的有用化学品合成を可能にする固体触媒プロセスの開発	2018~2022	基礎研究	実廃プラスチックからの温和な条件での高選択的有用化学品合成を可能にする新規固体触媒プロセスの構築	-
2	JST	革新的ハロゲン循環による材料の高資源化プロセスの開発	2017~2018	基盤研究	脱塩素技術として湿式化学分離技術を開発し、プラスチック高度循環利用技術・プロセスを確立	-
3	科研費	環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化	2020~2025	基盤研究	プラスチックのリサイクルにおいて、脱ハロゲン技術開発を基軸として、ハロゲンを制御し循環・有効利用する技術を解明	-
4	内閣府	グリーンイノベーション基金事業/CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発プロジェクト	2021~2030	実証研究	廃プラ、廃ゴムの精密熱分解によるブタジエン、BTXへの化学品変換及び、植物原料からブタジエン、イソプレンを合成する技術の開発	-
5	NEDO	プラスチックの高度資源循環を実現するマテリアルリサイクルプロセスの研究開発	2019~2020	先導研究	廃プラスチックに対する選別・分離の高精度・高速化技術、ペレタイズ時の高性能化再生プロセス技術、成形加工時の高特年化技術を開発	PP成分選別容器リサイクルで見出された物性回復の理論が、他の樹脂材料でも適用可能かの検討
6	NEDO	プラスチックの化学原料化再生プロセス開発	2019~2020	先導研究	マテリアルリサイクルに適さない廃プラスチックを対象に、基礎化学品に転換できる革新的なケミカルリサイクルプロセスを構築するために必要な要素技術を開発	廃プラの適用範囲を明確にした上で、プラスチックの化学原料化の収率を、石油精製のアセットを活用しつつ向上させる方策の検討
7	NEDO	高効率エネルギー回収のための熱交換・熱利用技術	2019~2020	先導研究	社会システム全体のエネルギー利用率の飛躍的な向上を図るために、高温かつ腐食性の燃焼ガスに対応できる高効率・高耐久な熱交換材料の開発と低温排熱から冷熱の製造	灰付着防止技術での長期性能・信頼性に関する材料評価の検討
8	NEDO	多層プラスチックフィルムの液相ハイブリッドリサイクル技術の開発	2020~2021	先導研究	異種多層フィルムに代表される複数種の素材を複合化したプラスチック成形品に対し、連続的にケミカルおよびマテリアルリサイクルできる液相ハイブリッド技術を開発	複数のリサイクルフィルム材料が混合処理される際の反応機構の検討

ERCA:独立行政法人環境再生保全機構(Environmental Restoration and Conservation Agency)

# 2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性

## ◆事業の目標

### ■ 中間目標

廃プラスチックの資源価値を高める基盤技術開発の目途をたてる。具体的には、廃プラスチックの高度有効活用に向けて、4つの研究開発項目に掲げる基盤技術開発を一貫して実施する。

### ■ 最終目標

廃プラスチックの資源価値を高める基盤技術を開発する。具体的には、4つの研究開発項目を一貫して開発を実施し、プラスチックリサイクル基盤技術の開発を完了する。

## 2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性

### ◆事業の目標

#### ■アウトカム目標

事業により開発されたプラスチック再資源化システム(高度選別システム、材料再生プロセス、石油化学原料化プロセス、高効率エネルギー回収・利用システム)を事業終了後早期実用化し、普及することにより、2030年までに、これまで国内で再資源化されていなかった廃プラスチックのうち年間約86万トンが本技術開発成果によりマテリアルリサイクルされ、87万トンがケミカルリサイクルされ、108万トンが高効率エネルギー回収・利用されることを通じて廃プラスチックを新たに資源化し、我が国のプラスチック循環に貢献する。また、間接的な効果として、選別作業の人手不足の緩和や焼却処理施設のメンテナンス頻度の半減を目指す。

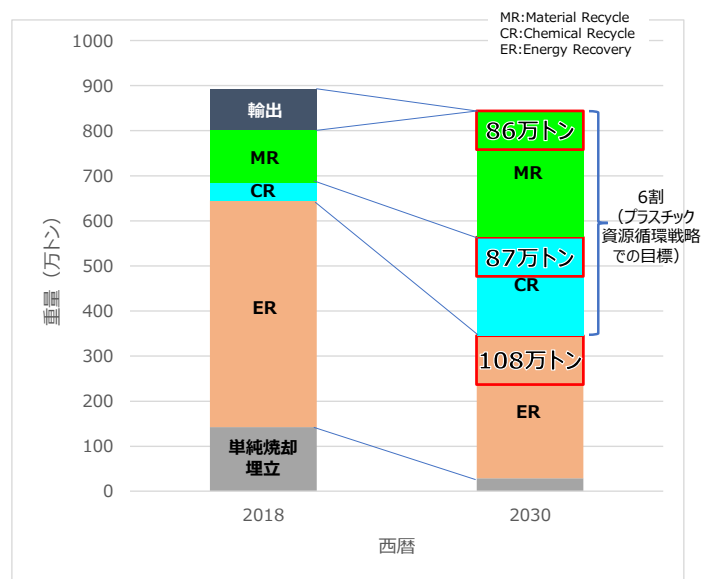


図 廃プラスチックリサイクル処理量増加のイメージ

## 2. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

### ◆研究開発のスケジュール

#### ■本事業の研究開発計画でのマネジメント

材料再生プロセス、石油化学原料化プロセス、高効率エネルギー回収の各プロセスに廃プラスチックの適切配分を行うための「投入廃プラ配分の検討」を研究開発スケジュールに明示。

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
①高度選別システム開発		廃棄物データ解析 前処理機構開発 評価モデル開発		投入 廃 プラ 配 分 の 検 討	廃棄物データ拡充 統括制御システム開発 評価モデルの完成	
②材料再生プロセス開発		物理モデル構築 押出機構要素の検討 製品適用検討			物理劣化・再生モデル構築 新レタイスシステムの検証 新射出成形プロセスの検証 製品適用実証	
③石油化学原料化プロセス開発		パイロットプラント概念設計 分解触媒の特性解析 易リサイクル性容器検討 モノマー回収率向上 回収ポリオレフィンの材料特性把握			パイロットプラント基本設計 高機能分解触媒の試作・評価 易CR容器の試作・評価 回収モノマーからのポリマー合成 押出機連続装置の製作・運転	
④高効率エネルギー回収・利用システム開発		高効率・高耐久伝熱管基礎検討 冷熱製造技術基礎検討 熱利用システム評価技術開発			高効率・高耐久伝熱管実証 冷熱製造統合システム構築・検証 熱利用システム評価モデル検証	
評価時期			中間 評価			事後 評価

## 2. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

### ◆プロジェクト費用

2020年度 (実績)	2021年度 (実績)	2022年度 (契約)	2023年度 (予定)	2024年度 (予定)	合計
7.03	9.83	10.07	—	—	26.92

(単位：億円)

## 2. 研究開発マネジメント (3)研究開発の実施体制の妥当性

### ◆研究開発の実施体制

#### NEDO

**プロジェクトマネージャー(PM)**  
所属 NEDO 環境部  
氏名 今西 大介

**プロジェクトリーダー(PL)**  
所属 早稲田大学  
役職名 先進理工学研究科 応用化学専攻 教授  
氏名 松方 正彦

**①高度選別システム開発**  
**チームリーダー(TL)**  
所属 産業技術総合研究所  
役職名 環境創生研究部門・副研究部門長  
氏名 大木 達也

委託先：産業技術総合研究所、大栄環境、富士車輛、北九州市立大学  
再委託先：北海道大学、奈良先端科学技術大学院大学、芝浦工業大学、近畿大学、国立環境研究所、東京大学

**②材料再生プロセス開発**  
**チームリーダー(TL)**  
所属 福岡大学  
役職名 工学部 教授  
氏名 八尾 滋

委託先：福岡大学、産業技術総合研究所、プラスチック工学研究所、いその、富山環境整備、花王、凸版印刷、三菱電機、DIC、旭化成、三光合成  
再委託先：東京工業大学、神戸大学、山口大学、滋賀県立大学、九州工業大学、横浜国立大学、ライオン、メビウスパッケージ、エスバンス

**③石油化学原料化プロセス開発**  
**チームリーダー(TL)**  
所属 早稲田大学  
役職名 先進理工学研究科 応用化学専攻 教授  
氏名 松方 正彦

委託先：早稲田大学、石油エネルギー技術センター、コスモ石油、大日本印刷、東北大学、産業技術総合研究所、東ソー、凸版印刷、東西化学、恵和興業  
再委託先：鳥取大学

**④高効率エネルギー回収・利用システム開発**  
**チームリーダー(TL)**  
所属 東海国立大学機構 名古屋大学  
役職名 未来材料・システム研究所 教授  
氏名 成瀬 一郎

委託先：東海国立大学機構、産業技術総合研究所、東北発電工業、八戸工業大学、東京電機大学、中央大学、高砂熱学工業

### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方法	意義
①高度選別システム開発	研究開発項目②～④のプロセス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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雑品プラについて非黒色プラ検出精度80%以上を達成見込み。</li> <li>・製品別廃プラについて比重差0.03の模擬プラ試料選別で回収率98%以上を達成。</li> <li>・ロボット選別機 2基並列方式にて現状比 2 倍の速度を達成見込み。</li> </ul>	△ 2023年 3月達成 予定	各センサー情報を組みあわせて識別アルゴリズム構築によるプラ識別精度向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最終目標の達成に向けて基礎となる要素技術（前処理、ロボット）を確立</li> <li>・目標選別精度を達成可能な高度比重選別システムのベンチ試験機を試作</li> </ul>
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と比べ 70%以上の材料強度（靱性）に再生する。	HDPEやPPでは動的なせん断変形でバージン以上に物性が回復することが見いだされた。またLDPEでも70%の回復が達成できた。また実証研究でも樹脂溜まり部付き押出機での物性向上が実証でき、さらに電動制御マルチゲート成型が安定した物性をもたらすことを確認した。	△ 2023年 3月達成 予定	基礎的には種々の高分子にも適用できる汎用性の確保を行い、これまでのラポレベルから実証試験機を用いた本格的な検討に着手する。また大型金型でのマルチゲート効果の確認を行う。	これまでの常識を覆す物理劣化・物理再生理論の妥当性とそれに立脚した樹脂溜まり部の効果が実証でき、使用済プラスチックが十分に再利用できることを実証した意義は非常に高い。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方法	意義
③石油化学原料化プロセス開発	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。	触媒分解	△ 2023年 3月達成 予定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・稼働条件の全体最適化</li> <li>・シミュレーターを活用</li> <li>・易CR容器包装の試作品の分解実験</li> <li>・ベンチ装置の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ア)廃プラスチックを石油化学原料に転換するパフォーマンスの評価には必須の技術を確立した。</li> <li>イ)本研究開発の基本方針の正しさを実証した。</li> <li>ウ)触媒分解を適切にコントロールできることを確認し、社会実装に向けて開発を加速する価値を見出した。</li> <li>エ)廃プラを石化原料に転換する本格的なケミカルリサイクルを後押しする方向が固まった。</li> </ul>
		液相分解			<ul style="list-style-type: none"> <li>・モノマー回収率7割を達成する条件を見出した</li> <li>・接触した水はPETの加水分解を進め、水相にモノマーが回収できることが確認できた。</li> </ul>
④高効率エネルギー回収・利用システム開発	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率60%以上を達成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電効率と稼働率の向上に資する伝熱管材料の灰付着性低減（従来材比25%減）および耐化学腐食性向上（従来材比25%増）を達成した。</li> <li>・未利用排熱の有効利用に向けて冷熱製造の基盤技術および冷熱利用システムの総合評価モデルを開発した。</li> <li>・総合エネルギー利用率62.9%を確認。</li> </ul>	△ 2023年 3月達成 予定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証試験先と実導入先の探索</li> <li>・冷熱需要の掘り起こし</li> </ul>	発電効率と稼働率の向上によって、いままで未利用であった再生処理困難なプラスチックが新たなエネルギー資源になり得る。また、現状、利用が困難であった低温廃熱から冷熱エネルギーが製造できることで、異業種間連携による新たなエネルギー社会が創成できる。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

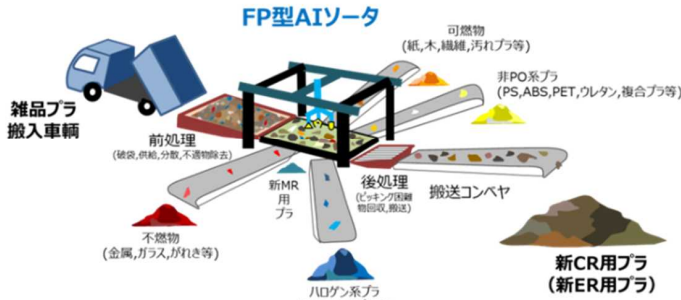
### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

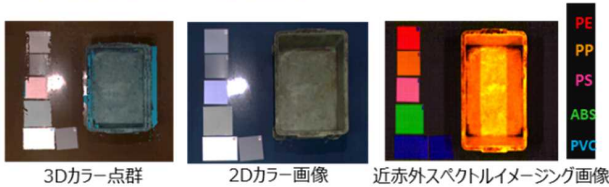
##### ■ 高度選別システム開発

- 廃プラ・混合廃プラ、金属・がれき等の不燃物、紙・木等の可燃物で構成される「雑品プラ(粗粒)」、製品から金属回収後の「残渣分(細粒)」から、新CR、新MRあるいは新ERに再利用可能な産物を経済的合理性をもって選別可能とする

##### フィールドピックアップ(FP)型AIソータの開発



##### 形状・材質認識システムの開発



##### 「マルチセンサ搭載、搬送コンベヤ運動、吊下げ型6軸ロボットアームシステム」の開発



### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 高度選別システム開発

- 研究開発項目毎の中間目標の達成度：3つの詳細項目のすべてで達成見込み
- 最終目標達成の見込み：

	個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
①高度選別システム開発	①-1「フィールドピックアップ(FP)型AIソータの開発」	産廃情報を自動選別に活用するための基盤(雑品プラDB)を構築。雑品プラについて非黒色プラ検出精度80%以上を達成見込み。前処理機構及びロボットピッキング機構を試作、処理速度現状比2倍を達成見込み。	△ 2023年3月達成予定	各センサー情報を組み合わせた識別アルゴリズム構築によるプラ識別精度向上。	前処理、AI識別、ロボットピックアップの工程を統括制御するベンチスケールの選別システムを介し、前処理を含む選別工程に要する処理時間を現状比1/3(8m3コンテナ1台分相当の廃棄物を5分以内で処理)とするためのシステムを確立する。	開発は順調に進んでおり、2023~2024年度に予定する装置改良を行うことにより達成できる見通し。
	①-2「高度比重選別システムの開発」	成層化DBを構築し、整粒基準に必要なパラメータを解明。3連の多槽比重選別システム、洗浄解砕装置のベンチスケール機を試作。比重差0.03の模擬プラ試料において、分離効率98%を達成。	△ 2023年3月達成予定	整粒基準に必要なパラメータを統合したサイズ・形状指標統一指標を解明し、新基準整粒装置のベンチスケール機を試作。	高精度化に向けた改良を加えて、新MR・CR・ERの目標品質を回収率95%以上で実現できる一連の多槽比重選別システムのベンチスケール機を完成させる。	開発は順調に進んでおり、2023~2024年度に予定する装置改良を行うことにより達成できる見通し。
	①-3「LCA(ライフサイクルアセスメント)によるプラスチック循環のトータルシステム評価」	新リサイクル技術のLCAを実施するためのプロセス評価モデルを構築済み。技術選択モデルのための排出と処理施設の空間情報を整備しプロタイプモデルを構築済み。	△ 2023年3月達成予定	他開発チームとコミュニケーションをとることにより、ライフサイクル設計のための最適なチューニングを見出す。また「新技術導入シナリオ」を想定し技術選択モデルによる評価を行う。	プロセス評価モデルの適用によるライフサイクル設計の提案。社会変化を考慮した2035年におけるベストミックスシナリオの導出と、その実現のための空間シナリオの提示。	十分達成可能である。

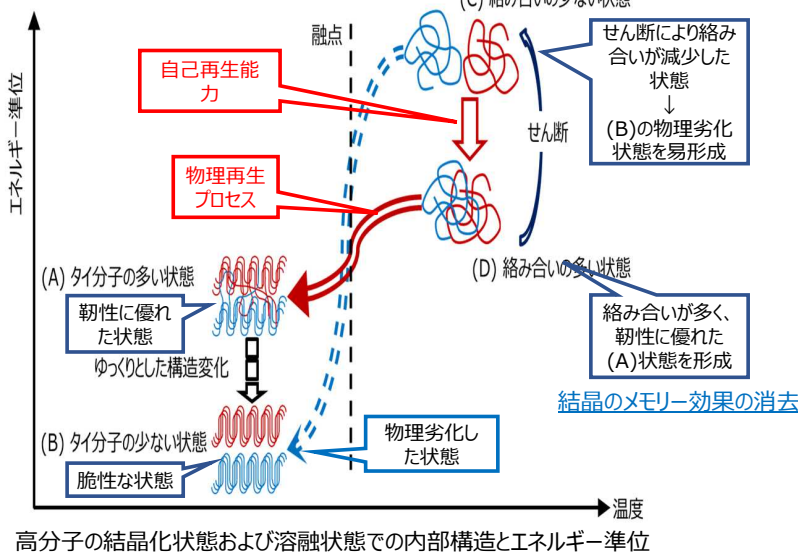
### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 材料再生プロセス開発

- 廃プラスチックの物性を制御している因子を基礎的に解明する
- その知見をもとに廃プラスチックの高度な再生技術・成型技術の構築を行う

#### 物理劣化・物理再生理論

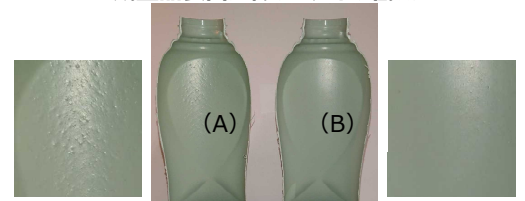


自動車由来ASRでの物性回復例



非常にコンタミの多いASRに対しても、再ベタライズ条件を選択すれば、バージンレベルの物性を示すようになることを見出す

成型品表面フィッシュアイの低減



TKS社製PE成分選別MRペレットを用いたブロー成形品の内面比較  
 (A) : TKS社製ペレット使用  
 (B) : 福岡大学で樹脂溜まり有り条件で再ベタライズしたもの

### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 材料再生プロセス開発

- 研究開発項目毎の中間目標の達成度：3つの詳細項目のすべてで達成見込み
- 最終目標達成の見込み：リサイクル樹脂の物性回復の基盤技術が完成し、押し出し機はラボ機から実証機へ移行

	個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
②材料再生プロセス開発	②-1 「物理劣化・再生メカニズムの解明」	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物理劣化・再生理論を実験的に確立した</li> <li>● バージン比較70%以上の靱性再生を達成した</li> <li>● 高分子の結晶化シミュレーション手法を構築した</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 全ての高分子種に適用できる汎用性の確保と構造から物性を推定する定量性の確保</li> <li>→粘弾性（最長緩和時間）、分子構造、分子量（分布）との関連性の検証と閾値などの確認、シミュレーション手法の確立</li> <li>● 製品化を加速するための、基礎的側面からのサポート研究</li> <li>→成果を広げるための対外的な広報活動と指導体制の構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実効的なメソ構造制御を実現できる再生プロセスの原理の構築</li> <li>● バージン材比、90%以上の材料強度（靱性）再生手法の確立</li> </ul>	既に90%以上を達成している樹脂もあり、またプロセスへのフィードバックも実施しているため、十分に達成可能である
	②-2 「高度再生・成型技術開発と実装化研究」	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 樹脂溜まり部付き押出機での高性能ベタライズ条件の検証を実施</li> <li>● 高性能押出機の試作</li> <li>● 金型試作も含めた電動制御マルチゲート成形条件検証を行い良好な結果を得た</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実証試験機を用いた本格的な検討</li> <li>→種々のリサイクルプラスチックを用いた試作と試供品の頒布</li> <li>● 実証試験機のさらなる高機能化</li> <li>→ラボ試験機のさらなる高度化と、実証された機能の実証機への追加と検証</li> <li>● 大型金型での電動制御マルチゲート効果の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実生産に供することの可能な大型高性能押出機の設計方針を確定</li> <li>● 高性能化を維持したまま生産速度を90%以上に引き上げる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ラボ機から実証機へのスケールアップ実績から可能である</li> <li>● 大型金型の導入により可能である</li> </ul>
	②-3 「製品化の要素開発」	要因分析などは良好に実施され、一部量産化検討へ推移 製品化検討は23年度以降の課題	△ 2023年3月達成見込み	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製品化の障壁になっている課題の整理</li> <li>● 大学・他メンバー企業との協業体制の促進</li> </ul>	全参画企業においてリサイクルプラスチックを原料に、製品化あるいは製品化の目途をつける	製品化のスペックは概ねクリアしている 今後の社会情勢・規制の緩和・消費者動向に依存すると考えている



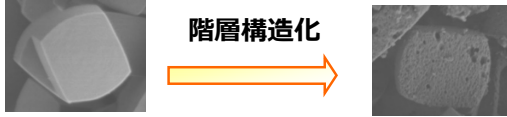
### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 石油化学原料化プロセス開発 (触媒分解)

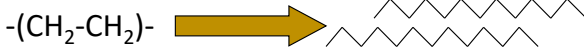
- 多種多様な素材が混合されたプラスチック廃棄物を高効率分解する一貫連続プロセスの開発
- 廃プラスチックの低分解生成物を石油精製プラントで大規模処理

ゼオライトの階層構造化  
(マイクロ、メソ孔性の両方を付与)  
Hierarchical zeolite



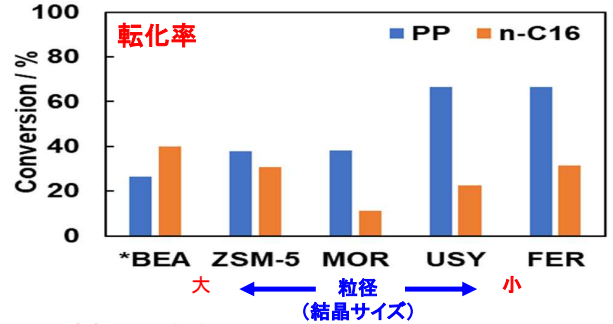
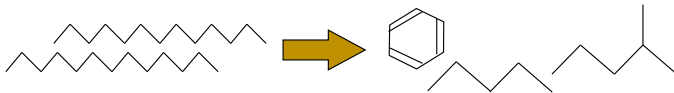
##### 第1ステップ 廃プラの分解 (低分子化)

- ゼオライトの外表面酸点による分解



##### 第2ステップ 基礎化学品 (原料・中間製品等) の生成

- ゼオライトのマイクロ細孔内酸点での反応



##### 生成物の選択性

	*BEA / %C	ZSM-5 / %C	MOR / %C	USY / %C	FER / %C
C1~C3	3.22	3.09	5.42	4.54	9.68
C4	22.36	38.45	25.70	15.11	13.63
C5	17.82	19.32	27.43	26.23	15.61
C6	18.07	11.02	19.40	10.46	10.45
C7	9.90	5.47	5.46	9.01	9.74
C8+C9	13.06	13.03	3.47	12.79	15.43
C10	3.98	4.19	1.11	6.49	6.19
C11~	11.59	5.44	12.01	15.39	19.28

濃度:  $2.0 \times 10^5$  ppm, 触媒量: 50 mg  
反応温度: 400°C セタン: 1 g, 反応時間: 60分

### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 石油化学原料化プロセス開発 (触媒分解)

- 研究開発項目毎の中間目標の達成度: 4つの詳細項目のすべてで達成見込み
- 最終目標達成の見込み: 4つの詳細項目のすべてで達成の見通し

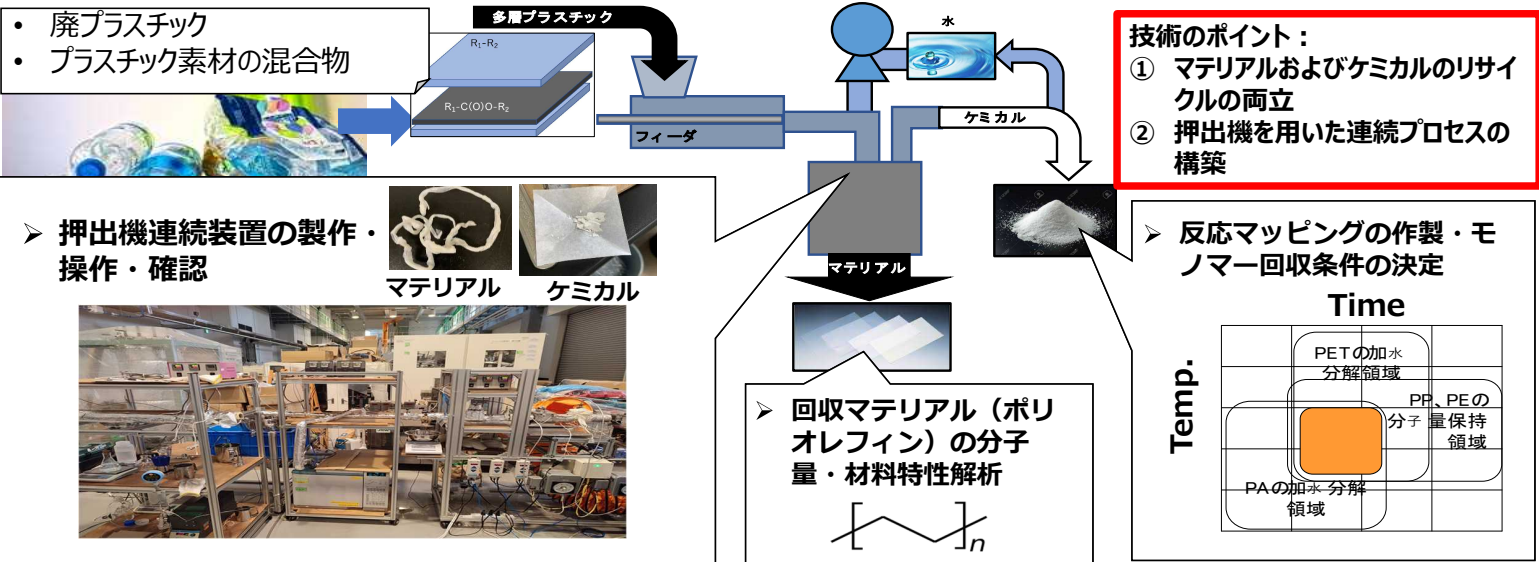
個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
③-1-1 「触媒分解プロセス開発」	3Pを石油化学原料に転換する、新規開発プロセスの概念設計をほぼ終了した。PETやPVCあるいは充填材の混入にも対応できるプロセスとしている。	○	パイロットプラントの基本設計を行う。ベンチ装置による実廃プラスチックと開発触媒による実験を速やかに行う。	パイロットプラントの基本設計 (FEED: Front End Engineering Design) を完了する。	目標通り、パイロットプラントの基本設計を完了できる。
③-1-2 「プラスチック分解触媒開発」	市販のβゼオライト触媒で石油化学原料への転換率50%以上を達成できることを確認し、新規触媒開発の方針 (酸性活性点と細孔分布) も明確にした。触媒の試作・評価を開始した。	○	プラスチック分解に最適な酸性活性点と細孔構造を持つ触媒の開発を行う。低分解生成物のFCC/RFCCでの分解評価と連携して、開発触媒の最適化を図る。	プラスチック分解に最適と考えられる、パイロットプラントの初期採用触媒を開発する。	目標通り、パイロットプラントの初期採用触媒を開発できる。
③-1-3 「生成物の回収技術開発」	低分解生成物をMAT評価し、FCC/RFCCで十分分解できることを確認し、大型オートクレーブでライザーベンチ (RBと記す) 実験用の原料の生産体制を整える。	△ 2023年3月末達成見込み	RB実験で低分解生成物のFCC/RFCCにおける分解パフォーマンスを評価する。開発触媒に相当する実験用触媒を探索し、大型オートクレーブによってRB実験用の原料 (低分解生成物) を製造する。	触媒分解プロセスによる原料廃プラスチックの分解と、FCC/RFCCによる低分解生成物の二次分解を総合し、石油化学原料等への転換率を最大にする稼働の組合せを見出す。	目標通り、石油化学原料等の転換率を最大化する、触媒分解プロセスとFCC/RFCCの稼働の組合せを、指針と言う形で提供できる。
③-1-4 「新CR 適合型プラスチック開発」	容器包装プラスチックの成分の網羅的な調査を進め、新CRに適性な容器包装の開発の方向を明確にし、素材の試作を行った。	△ 2023年3月末達成見込み	容器包装の製品を試作・評価し、市場に提供できるものを製造する。試作品のベンチ装置での分解実験により、新CRの適正を確認する。	機能を損なわない新CR適正の高いプラスチック製容器包装の設計を完了する。	目標通り、新規の容器包装の設計ができる。

### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 石油化学原料化プロセス開発 (液相分解)

- 加水分解性プラスチック (PET、PAなど) と非加水分解性プラスチック (PE、PP、PSなど) から構成される包装材等をマテリアル (オレフィン類) とケミカル (テレフタル酸等) として回収する技術の開発
- 水を利用した低環境負荷プロセスの開発



### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 石油化学原料化プロセス開発 (液相分解)

- 研究開発項目毎の中間目標の達成度：2つの詳細項目のすべてで達成見込み
- 最終目標達成の見込み：2つの詳細項目のすべてで達成の見通し

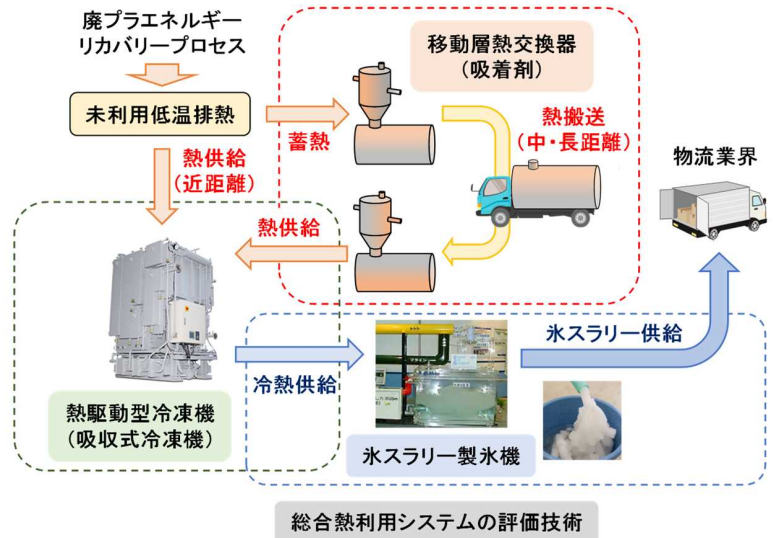
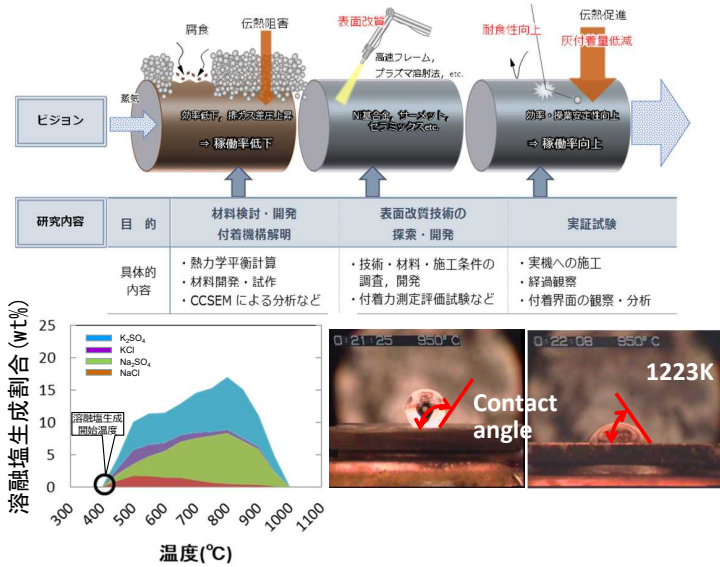
個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
③-2-1 「液相分解によるモノマー回収条件の探索」	PET、PAそれぞれから7割以上回収できる条件を見出した。同条件でPET/PE、PA/PEフィルムからも同回収率でモノマーが得られた。基材となるPEは分子量を7割維持して回収できることを確認した。温度を制御することでPEの分子量分布を1/2~1/10へと変化させることができた。	△ 2023年3月 達成見込み	さらに高いモノマー回収率を達成する条件の探索を継続しつつ、顔料などの夾雑物がモノマー回収率に与える影響を明らかにする。PEの分子量をより広範囲かつ任意に制御しつつ、得られたポリオレフィンの用途開発を継続する。	モノマー回収率を7割以上とするともに、ポリマーへとリサイクルできることを確認する。ポリマーとして回収されたポリオレフィンがフィルムとして再生できることを確認するとともに、オリゴマーも潤滑性能や流動性に依拠した用途を開発する。	ポリマー原料として利用するための重要な点はモノマー純度を高めることであると認識し、不純物・夾雑物・オリゴマーなどを適宜処理・除去することで、純度向上を達成し目的を達成する。ポリオレフィンに関しても、夾雑物・不純物を除去することで、フィルムとして十分な性能を発揮できることを確認する。
③-2-2 「連続プロセスの開発」	フィルムの破碎手法としてロールミルが適しており、スクリーンに2mmメッシュを選定し安定して、フィルム破碎物が得られた。押出機を用いた連続プロセスにおいて、モノマー回収フィルターエレメントにて熔融PET/PEに液相の水を接触させることに成功した。接触した水はPETの加水分解を進め、水相にモノマーが回収できることが確認でき、その有用性を確認した。	△ 2023年3月 達成見込み	今後、金属蒸着膜の事前分離などの手法も含め、破碎フィルムの連続プロセス供給システムを検討する。モノマー回収フィルターエレメントにスタティックミキサを挿入したモジュールの適用などを検討し、連続プロセスにおけるモノマー回収率5割を目指す。また400°C、25MPa程度まで反応させ、分子量制御したポリオレフィンを連続生産し、その用途開発を推進する。	金属蒸着膜を事前に3割程度除去できることを確認し、プロセス負荷を低減する。またスタティックミキサーエレメントとフィルターポアサイズを最適化することでモノマー回収率および回収率を高め、モノマー回収率5割および回収率3割を達成する。	金属事前除去プロセスおよびモノマー回収フィルターシステムに対し、ポアサイズおよびエレメント構造を最適化することにより金属除去およびモノマー生成・回収率が向上できると考える。

### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 高効率エネルギー回収・利用システム開発

- 廃プラスチックER処理施設の低発電効率と低稼働率の打破
- 高温・腐食性かつ低融点灰の付着を制御するための伝熱管表面改質技術の開発
- 未利用低温排熱による冷熱変換による異分野（物流業界）への熱供給実現



### 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各個別テーマの成果と意義

##### ■ 高効率エネルギー回収・利用システム開発

- 研究開発項目毎の中間目標の達成度：3つの詳細項目のすべてで達成見込み
- 最終目標達成の見込み：3つの詳細項目のすべてで達成の見通し

個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
④ 高効率エネルギー回収・利用システム開発	④-1 高温ダークティガスに対応可能な高効率・高耐久な伝熱管材料の開発	○	開発した金属系およびセラミック系材料の施工法によっては、材料薄膜の緻密性が低く、腐食性ガスが薄膜下の母材を化学腐食する可能性がある。よって、施工法を検討し薄膜の緻密性の向上を行って、接触角試験および灰付着実験を行い、難灰付着性と耐化学腐食性の両方が維持されていることを確認する。	比較対象材料であるSUS310Siに対して、灰付着を50%削減ならびに化学腐食量も50%削減の両方を目指し、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総合エネルギー利用率として80%以上を達成する。	金属材料系およびセラミック材料系の施工法に関して緻密性を向上可能な方法にある程度目処がついてきたことから、当初の最終目標を達成できるものと考えている。また、開発した金属系およびセラミック材料施工伝熱管のテストピースを実機の産業廃棄物焼却炉の熱交換部に実装して頂けるプラントも確保し、実証に必要な各種データを取得する予定もあり、最終目標を達成できる見通しである。
	④-2 低温排熱から冷熱を製造するために必要な熱交換技術の開発	△ 2023年3月達成見込み	熱駆動の吸収式冷凍機は氷点下冷熱の温度安定性をさらに長期間確認する。水スラリー製造装置では氷点降下の無い添加物質で安定的な水スラリー製造を確認する。吸着剤蓄熱では平衡含水率近隣の乾燥時間を最短にして高温排ガスの削減を図る。	4 kW製氷システムを構成する吸収式冷凍機と水スラリー製造機を連結して安定的な水スラリーを製造する。また、吸着剤蓄熱の連続乾燥を導入することにより、総合エネルギー利用率80%以上を達成する。	4 kW級製氷システム(吸収式冷凍機・水スラリー製造機連結システム、連続乾燥機)の実証運転を行い、スケールアップした実証試験の導入先の候補地を設定する。このことで冷熱需要と排熱需要が拡大し、最終目標を達成できる見通しである。
	④-3 総合熱利用システムの評価技術開発	メインループとサブツール(Sub)で構成される総合熱利用システムの評価技術において、複数のSubツールをエクセルベースで作成した。総合熱利用システムの評価技術の評価ツールの完成度を高めるため、2~3の事例研究を実施した。	△ 2023年3月達成見込み	総合熱利用システムの評価技術のツールの完成度を高めるため、①大都市モデル、②中核都市モデル、③地域モデルにおいて、2~3の事例研究を本モデルを用いて実施する。	総合熱利用システムの評価技術のツールの完成度を高めるため、多くの事例研究を実施する。また、本ツールを活用して、吸収式冷凍機・水スラリー製造機連結システム、連続乾燥機から構成されるシステムの実証場所を探索する。このことで冷熱需要と排熱需要を拡大することにより、総合エネルギー利用率80%以上を達成する。

### 3. 研究開発成果 (2)成果の最終目標の達成可能性

#### ◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	最終目標（2024年度末）	現状の進捗状況	達成見通し	最終目標達成に向けた課題
①高度選別システム開発	研究開発項目②～④のプロセス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。	回収率 80%以上、現状比 2 倍の速度での自動選別が達成見込み。	達成見込み	開発は順調に進んでおり、2023～2024年度に予定する装置改良を行うことにより達成できる見通し。
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と比べ 90%以上の材料強度（靱性）に再生する。	多種多様な廃プラだけでなく、バーゲン品においても物性向上が可能であることを見出し、本研究で取り組んでいるプロセスが汎用的に適用できることが証明された	達成見込み	既に90%以上を達成している樹脂もあり、また実プロセスへのフィードバックも実施していることから十分可能である。
③石油化学原料化プロセス開発	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。	触媒分解	達成見込み	新規触媒はベンチ装置を活用して開発を加速し、低分解生成物の二次分解実験（ライザーベンチ装置による）と合わせて目標達成できる。 ベンチ装置では実廃プラスチックの分解実験を中心にを行い、パイロットプラントの基本設計は完了できる。 新CRに適した容器包装の試作も進み、実用の一歩手前までは確実に進む。
		液相分解		
④高効率エネルギー回収・利用システム開発	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。	・灰付着性低減および耐化学腐食性向上をさせた伝熱管材料を見出した。 ・未利用排熱からの冷熱製造の基盤技術および冷熱利用システム評価モデルを開発した。	達成見込み	伝熱管材料の高耐久化による発電効率と稼働率の更なる向上とともに冷熱製造の統合システム構築と冷熱需要の増加により総合エネルギー利用効率の最終目標を達成できる見通し。

### 3. 研究開発成果 (3)成果の普及

#### ◆成果の普及

- 研究成果の技術的根拠を学術論文等で報告するとともに、一般へのアピールとしてシンポジウム、セミナー等での成果報告も実施

	2020年度	2021年度	2022年度	合計
論文（国際誌）	3	5	3	11
論文（国内誌）	1	1	1	3
国際学会発表	7	18	9	34
国内学会発表	14	40	30	84
講演・講座	44	103	55	202
新聞・雑誌等への掲載	5	21	5	31
著書	0	4	1	5

2022年9月現在

### 3. 研究開発成果 (4)知的財産権等の確保に向けた取組

#### ◆知的財産権の確保に向けた取組

- 各研究開発項目事に特許出願に関しての検討を行い積極的に特許権の取得に努める

研究開発項目	2020年度	2021年度	2022年度	計
①高度選別システム開発	0	2	0	2
②材料再生プロセス開発	1	3	1	5
③石油化学原料化プロセス開発	0	1	0	1
④高効率エネルギー回収・利用システム開発	0	0	0	0
合計	1	6	1	8

2022年9月現在

## 概 要

		最終更新日	2022年9月21日
プロジェクト名	革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発	プロジェクト番号	P20012
担当推進部/PMまたは担当者	環境部 PM 阿部 正道 (2020年7月~2020年9月) PM 伊東 賢宏 (2020年10月~2021年12月) PM 今西 大介 (2021年12月~現在)		
0. 事業の概要	本事業は、プラスチックのリサイクルにより資源循環を行うものであり、廃棄物としてのプラスチックにおいて、「プラスチックの高度選別」、「プラスチックの材料再生プロセス」、「プラスチックの化学原料化」、「プラスチックからの高効率エネルギー回収」の4つの研究開発を行う事で、プラスチックに関して循環経済ビジョン2020での「あらゆる段階で資源の効率的・循環的な利用を図りつつ、付加価値の最大化を図る経済」を実現するものである。		
1. 事業の位置付け・必要性について	2017年時点で年間899万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は206万トン/年（輸出分を含む）、コークス炉やガス化の原料（ケミカルリサイクル）として36万トン/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）に516万トン/年が利用された。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た。 この状況に対して、経済産業省では、2020年5月に循環経済ビジョン2020を策定した。循環経済ビジョン2020では、「大量生産・大量消費・大量廃棄型の線形経済モデルは、我が国のみならず、世界経済全体として、早晚立ち行かなくなるのは明白であり、株主資本主義の下、短期的利益と物質的な豊かさの拡大を追求する成長モデルからの転換が求められている」と記述された。この記述によれば、線形経済から循環経済への移行は必然であり、このような情勢の変化に対応するためのプラスチックの資源循環の促進は急務である。また、2019年5月制定のプラスチック資源循環戦略では、「分別・選別されるプラスチック資源の品質・性状等に応じて、循環型社会形成推進基本法の原則を踏まえ、材料リサイクル、ケミカルリサイクル、そして熱回収を最適に組み合わせることで、資源有効利用率の最大化を図ります。」と記述されている。この様なことから、本事業では材料リサイクル、ケミカルリサイクル、エネルギー回収（熱回収）のプロセス技術と、各プロセスに廃プラスチックを適切に分配する高度選別技術の開発を行うものである		
2. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	【研究開発内容】 ●研究開発項目①高度選別システム開発 種々の廃プラスチックから、研究開発項目②から④向けの収率を最大化する高度選別プロセスを開発する。 ●研究開発項目②材料再生プロセス開発		

マテリアルリサイクルの利用を飛躍的に高めるために、多様な廃プラスチックに関し、その物性劣化要因を明らかにするとともに、それらに立脚した高度再生原料化・成形技術を開発する。

●研究開発項目③石油化学原料化プロセス開発

汚れ等の理由により研究開発項目②の処理技術が適用困難な廃プラスチックを主な対象とし、既存の石油精製・石油化学設備等を活用し、廃プラスチックを石油化学原料に転換する技術を開発する。

●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

研究開発項目②及び③の再生処理技術が適用困難な廃プラスチックを主な対象とし、燃焼による総合エネルギー変換効率を最大化するために、発電効率向上及び熱利用を高度化するシステムを開発する。

【中間目標】（2022 年度）

廃プラスチックの資源価値を高める基盤技術開発の目的をたてる。具体的には、廃プラスチックの高度有効活用に向けて、4つの研究開発項目に掲げる基盤技術開発を一貫して実施する。

●研究開発項目①高度選別システム開発

研究開発項目②～④のプロセス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

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

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

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率 60%以上を達成する。

【最終目標】（2024 年度）

廃プラスチックの資源価値を高める基盤技術を開発する。具体的には、4つの研究開発項目を一貫して開発を実施し、プラスチックリサイクル基盤技術の開発を完了する。

●研究開発項目①高度選別システム開発

研究開発項目②～④のプロセス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。

●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と比べ 90%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

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。

●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

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率 80%以上を達成する。

事業の計画内容	研究開発項目	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
	① 高度選別システム開発	→					事後評価	
	② 材料再生プロセスの開発	→						
	③ 石油化学原料化プロセスの開発	→						
	④ 高効率エネルギー回収・利用システム開発	→						
事業費推移 (単位:百万円)	会計・勘定	2020	2021	2022	2023	2024	2025	総額
	一般会計	-	-	-				
	特別会計(需給)	703	983	1,007				2,692
	総 NEDO 負担額	703	983	1,007				2,692
	(委託)	703	983	1,007				2,692
開発体制	経産省担当原課	産業技術環境局 資源循環経済課						
	プロジェクトリーダー	PL: 早稲田大学先進理工研究科応用化学専攻 教授 松方 正彦						
	委託先	<p>●研究開発項目①高度選別システム開発  (国研) 産業技術総合研究所、大栄環境(株)、富士車輛(株)、北九州市立大学  【再委託先】北海道大学、奈良先端科学技術大学院大学、芝浦工業大学、近畿大学、国立環境研究所、東京大学</p> <p>●研究開発項目②材料再生プロセス開発  福岡大学、(国研) 産業技術総合研究所、(株) プラスチック工学研究所、いその(株)、(株) 富山環境整備、花王(株)、凸版印刷(株)、三菱電機(株)、DIC(株)、旭化成(株)、三光合成(株)  【再委託先】東京工業大学、神戸大学、山口大学、滋賀県立大学、九州工業大学、横浜国立大学、ライオン(株)、メビウスパッケージ(株)、エスパンス(株)</p> <p>●研究開発項目③石油化学原料化プロセス開発  早稲田大学、(一財) 石油エネルギー技術センター、コスモ石油(株)、大日本印刷(株)、東北大学、(国研) 産業技術総合研究所、東ソー(株)、凸版印刷(株)、東西化学(株)、恵和興業(株)  【再委託先】鳥取大学</p> <p>●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  東海国立大学機構、(国研) 産業技術総合研究所、東北発電工業(株)、八戸工業大学、東京電機大学、中央大学、高砂熱学工業(株)</p>						



情勢変化への対応	<p>2021年3月閣議決定され、2022年4月の施行されたプラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律では、プラスチックに関わる製品の「設計・製造」、「販売・提供」、「排出・回収・リサイクル」の取り組みを定めたものである。この中で、「設計・製造」の取り組みの、「製造事業者等が努めるべき環境配慮設計に関する指針を策定し、指針に適合した製品であることを認定する仕組みを設ける」に関して、今後の指針策定を念頭に置き、リサイクル品の製品への積極利用を行うべく商品設計の検討と、容易にリサイクルが出来るプラスチック製品の設計検討を本事業の企業実施者で進める。</p>			
評価に関する事項	事前評価	2019年度実施		
	中間評価	2022年度実施		
	事後評価	2025年度実施		
3. 研究開発成果について	研究開発項目	中間目標	成果	達成度
	①高度選別システム開発	研究開発項目②～④のプロセス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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雑品プラについて非黒色プラ検出精度80%以上を達成見込み。</li> <li>・製品別廃プラについて比重差0.03の模擬プラ試料選別で回収率98%以上を達成。</li> <li>・ロボット選別機2基並列方式にて現状比2倍の速度を達成見込み。</li> </ul>	△ 2023年3月達成見込み
	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と比べ70%以上の材料強度（靱性）に再生する。	HDPEやPPでは動的なせん断変形でバージン以上に物性が回復することが見いだされた。またLDPEでも70%の回復が達成できた。また実証研究でも樹脂溜まり部付き押出機での物性向上が実証でき、さらに電動制御マルチゲート成形が安定した物性をもたらすことを確認した。	△ 2023年3月達成見込み
	③石油化学原料化プロセス開発	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。	・広範囲な分子量分布となる生成物への転換率を適正評価する分析手法を確立した。これに基づき、3P(PE、PP、PS)からC3～9に50%以上で転換	△ 2023年3月達成見込み

			<p>できることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新規触媒分解プロセスの概念設計を完了した。</li> <li>・易 CR の容器素材の試作・評価を行った。</li> <li>・モノマー回収率 7 割を達成する条件を見出した。</li> </ul>	
	④ 高効率エネルギー回収・利用システム開発	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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電効率と稼働率の向上に資する伝熱管材料の灰付着性低減（従来材比 25%減）および耐化学腐食性向上（従来材比 25%増）を達成した。</li> <li>・未利用排熱の有効利用に向けて冷熱製造の基盤技術および冷熱利用システムの総合評価モデルを開発した。</li> <li>・総合エネルギー利用効率 62.9%を確認。</li> </ul>	△ 2023 年 3 月達成 見込み
※◎大きく上回って達成見込み、○達成、△達成見込み、×未達見込				
	投稿論文	「査読付き」14 件		
	特 許	「出願済」8 件		
	その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表：118 件、講演：202 件、新聞雑誌等への掲載：31 件、著書：5 件		
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	<p>①高度選別システム開発 FP 型 AI ソータと高度比重選別装置を完成する事により選別に関する基盤技術を構築し、実証機へ本技術の搭載が行える見通し。</p> <p>②材料再生プロセス開発 再生材を利用し押出からプレスまでの一連のプロセスを実施し、ラボスケールで再生材の引張強度 90%以上を達成する基盤技術を構築する。これによりスケールアップされた押出機に本技術の搭載が行える見通し。</p> <p>③石油化学原料化プロセス開発 触媒分解：ベンチ装置を活用して、通常分解の軽質成分と重質の低分解生成物の二次分解実験とを合わせて基盤技術を完成しパイロットプラントへ本技術の搭載が行える見通し。 液相分解：夾雑物から発生する化合物を明確化する事と、押出機へのスタティックミキサー挿入により反応性向上検討を行う事で基盤技術を完成し、ケミカルリサイクルが難しい多層フィルムの処理装置のス</p>			

	<p>ケールアップに本技術の搭載が行える見通し。</p> <p>⑤ 高効率エネルギー回収・利用システム開発</p> <p>高効率伝熱管材料の高耐久化と焼却炉への実装方法の検討により基盤技術を完成する。また冷熱製造統合システムの基盤技術を完成し、総合的なエネルギー利用システムに本技術の搭載が行える見通し。</p>	
5. 基本計画 に関する事項	作成時期	2020年2月 制定
	変更履歴	<p>2020年10月 PMの変更</p> <p>2021年12月 PMの変更</p> <p>2022年3月 データマネジメントに係る運用を追記</p>