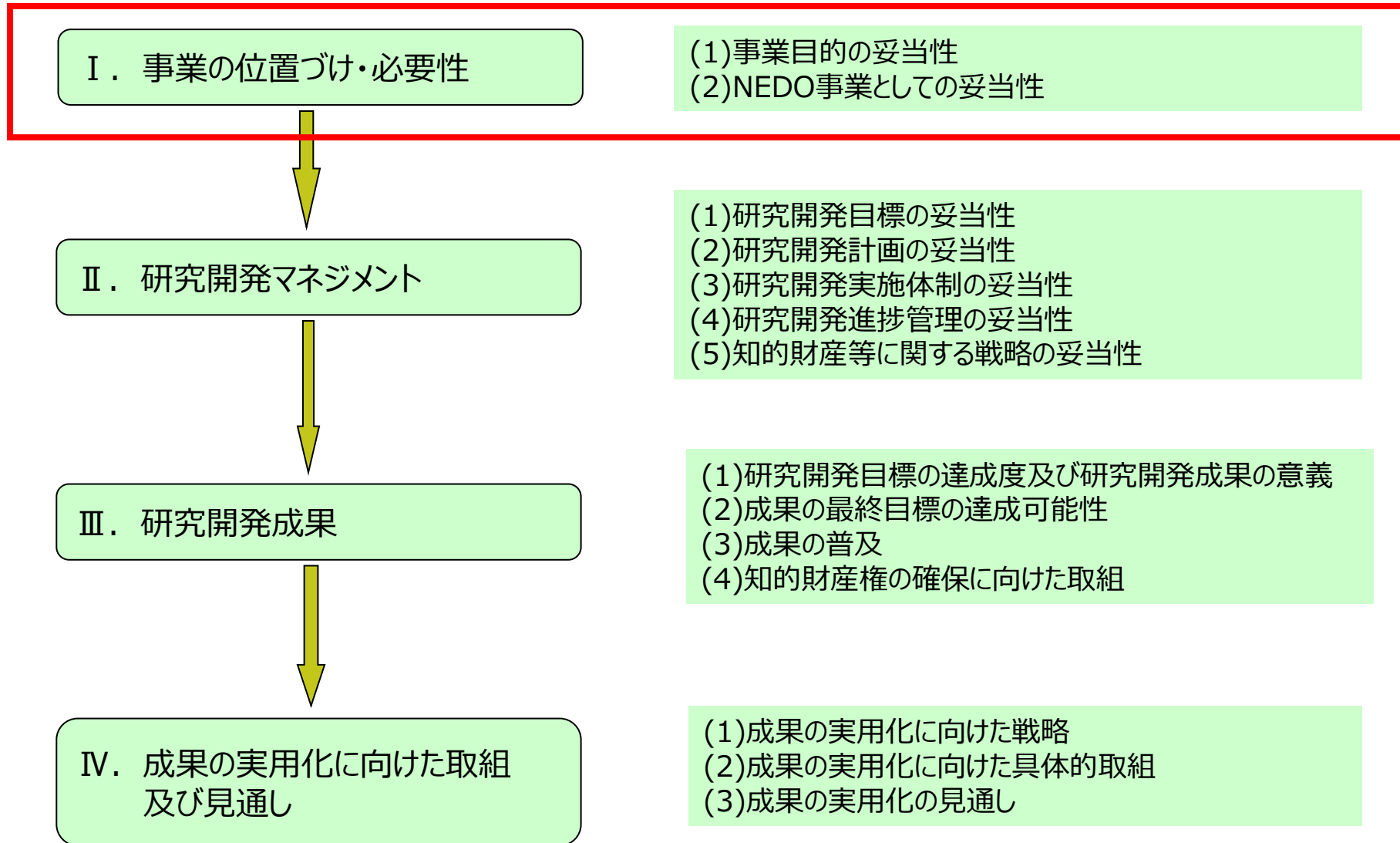


**「革新的プラスチック資源循環プロセス  
技術開発」(中間評価)  
(2020年度～2024年度 5年間)  
プロジェクトの概要 (公開)**

**NEDO  
環境部  
2022年10月26日**

# 発表内容



# 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。

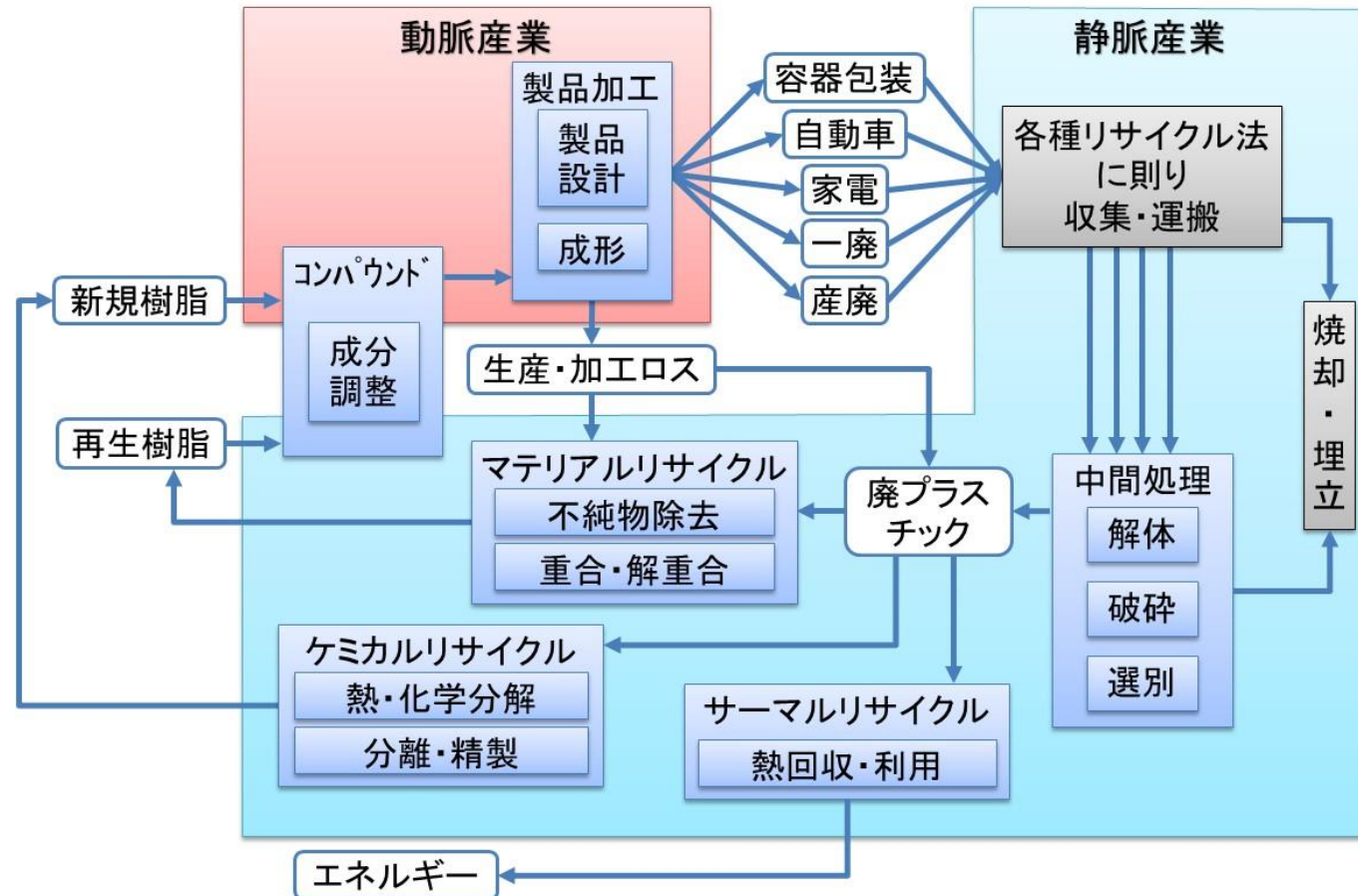


図 プラスチックリサイクルシステムと要素技術

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

## ◆国内外の研究開発の動向と比較

### ■ プラスチックリサイクルに関わる重要な4つの技術分野に対して先行技術情報を収集

政策動向に注視しつつ、各技術分野での先行技術での課題を整理し、各研究開発項目での開発内容へ反映を行い事業を推進

#### 【政策動向】

- EU  
「EUプラスチック戦略」で2030年までにプラスチック容器包装廃棄物リサイクル率を55%とする
- 米国  
カリフォルニア州では2030年までに「プラスチック汚染防止および包装の生産者責任に関する法案」でプラスチックのリサイクル率40%を規定
- 日本  
「プラスチック資源循環戦略」で2030年までにプラスチック容器包装の6割をリユース・リサイクルする

#### 【技術動向】

	推進者	国	処理技術	URL
廃プラスチック選別技術	STEINERT社	ドイツ	廃プラ用コンベアソーター	<a href="https://steinertglobal.com/">https://steinertglobal.com/</a>
	BHS社	アメリカ	廃プラ用AIロボットソータ	<a href="https://www.max-ai.com/">https://www.max-ai.com/</a>
	R&E社	日本	比重選別システム	<a href="http://rande.co.jp/">http://rande.co.jp/</a>
廃プラスチックマテリアルリサイクル技術	EREMA社	オーストリア	廃プラベタイズ装置	<a href="https://www.erima.com/">https://www.erima.com/</a>
	Plastic Machinery社	アメリカ	廃プラベタイズ装置	<a href="https://www.plasticsmg.com/">https://www.plasticsmg.com/</a>
	Aceretech社	中国	廃プラベタイズ装置	<a href="https://www.aceretech.com/">https://www.aceretech.com/</a>
廃プラスチックケミカルリサイクル技術	出光興産	日本	廃FCC触媒利用システム	<a href="https://www.idemitsu.com/jp/news/2021/210507_2.html">https://www.idemitsu.com/jp/news/2021/210507_2.html</a>
	BASF社	ドイツ	熱分解と触媒分解	<a href="https://www.basf.com/jp/ja/who-we-are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling.html">https://www.basf.com/jp/ja/who-we-are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling.html</a>
	東北大	日本	酸塩基処理システム	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.1994.070520919">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.1994.070520919</a>
	化学研究評価機構	日本	スラリープロセス	<a href="http://www.fsrj.org/act/7_nenkai/07/proceeding-7/p-14.pdf">http://www.fsrj.org/act/7_nenkai/07/proceeding-7/p-14.pdf</a>
廃プラスチック高効率エネルギー回収技術	三國機械工業	日本	伝熱管クリーニングシステム	<a href="http://www.mikunikikai.jp/products/sales.html">http://www.mikunikikai.jp/products/sales.html</a>
	川崎重工業	日本	付着防止添加剤	<a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsmcwm/28/0/28_26/_pdf/-char/ja">https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsmcwm/28/0/28_26/_pdf/-char/ja</a>
	三機工業	日本	熱輸送システム	<a href="https://www.sanki.co.jp/service/technology/article/detail085.html">https://www.sanki.co.jp/service/technology/article/detail085.html</a>

# 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、成形加工時の高特性化技術を開発	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効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

# 1. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

## ◆NEDOが関与する意義

- プラスチックの資源循環の解決は国の方針に沿った重要課題であり、本事業によるプラスチックの資源循環並びにCO<sub>2</sub>排出量の削減は社会的必要性が高い。
- NEDOではこれまでに培ってきた各種素材のリサイクル技術の開発で得た知見や成果、ネットワークを活用し中長期的な技術開発を行うことが可能。
- 研究開発の難易度が高く、必要な投資規模が大きく、また実用化までのリードタイムが長いことから、民間企業だけではリスクが高い。

NEDOが持つこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業



# 1. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

## ◆実施の効果（費用対効果）

【アウトカム目標より】

本事業成果により、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右の量进行处理

マテリアルリサイクル	86万トン/年
ケミカルリサイクル	87万トン/年
高効率エネルギー回収	108万トン/年

【投資コストと効果】

プロジェクト費用の総額  
45億円  
(2020-2024年度)



経済効果(2030年)  
資源循環とエネルギー利用として 1,810億円/年

### ●経済効果

資源循環とエネルギー回収  
1,810億円/年

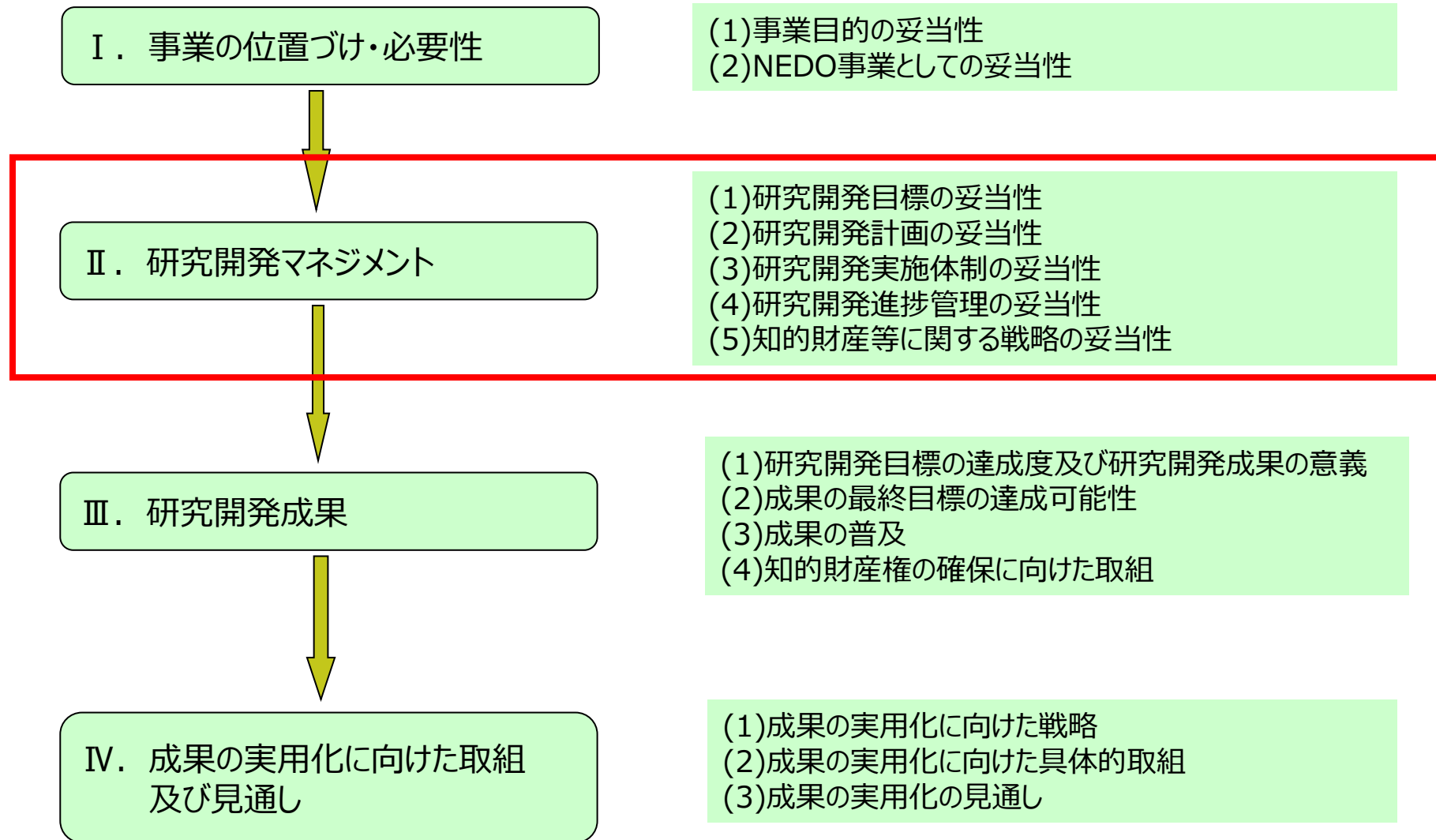
	リサイクル量(万トン)	原料単価(円/kg)	2030年時点
マテリアルリサイクル	86	120	1030億円
ケミカルリサイクル	87	62.1	540億円
エネルギー回収	108	22.2	240億円
合計	281		<b>1810億円</b>

### ●CO<sub>2</sub>削減効果

資源循環とエネルギー回収  
739万トン-CO<sub>2</sub>/年削減

	リサイクル量(万トン)	CO <sub>2</sub> 係数	CO <sub>2</sub> 削減量
マテリアルリサイクル	86	2.45	211万トン-CO <sub>2</sub>
ケミカルリサイクル	87	2.8	244万トン-CO <sub>2</sub>
エネルギー回収	108	2.63	284万トン-CO <sub>2</sub>
合計	281		<b>739万トン-CO<sub>2</sub></b>

# 発表内容



## 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。

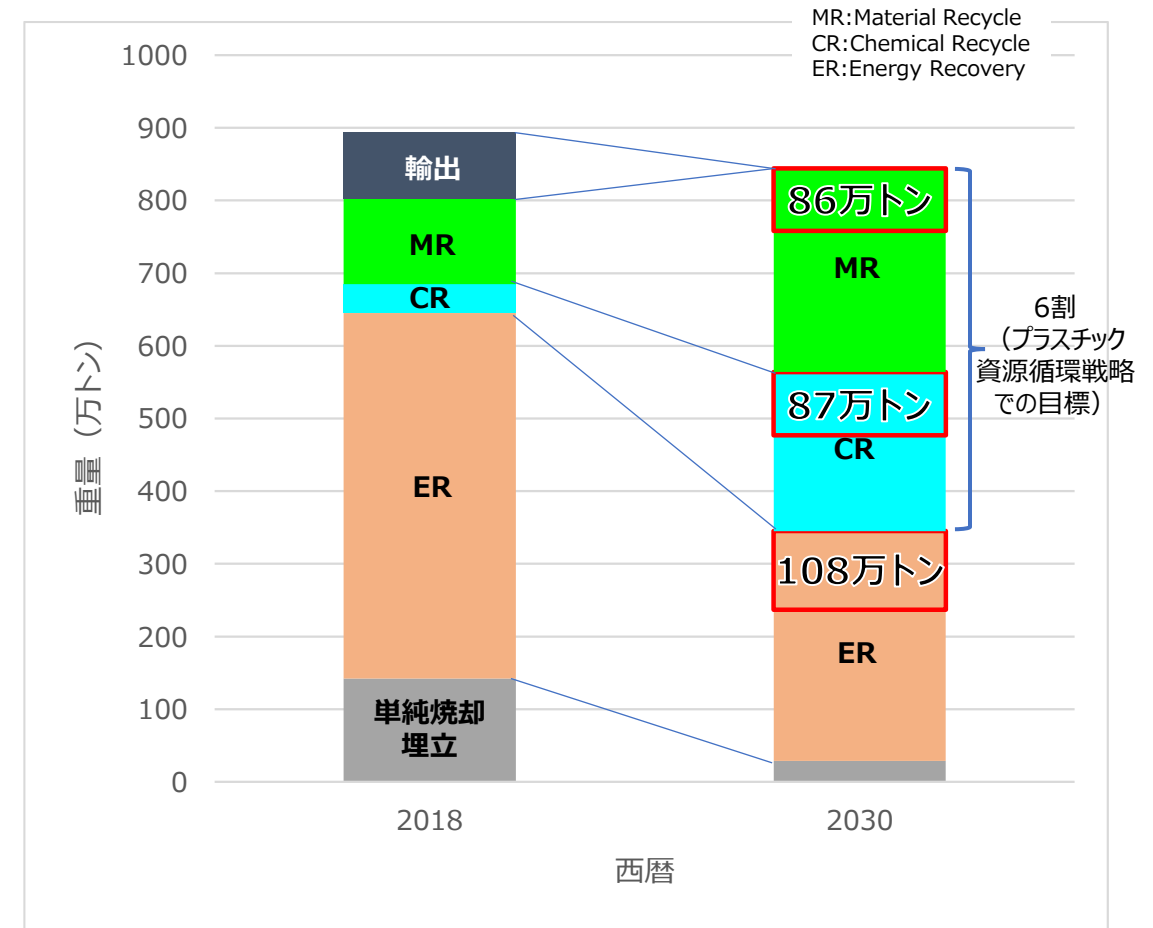
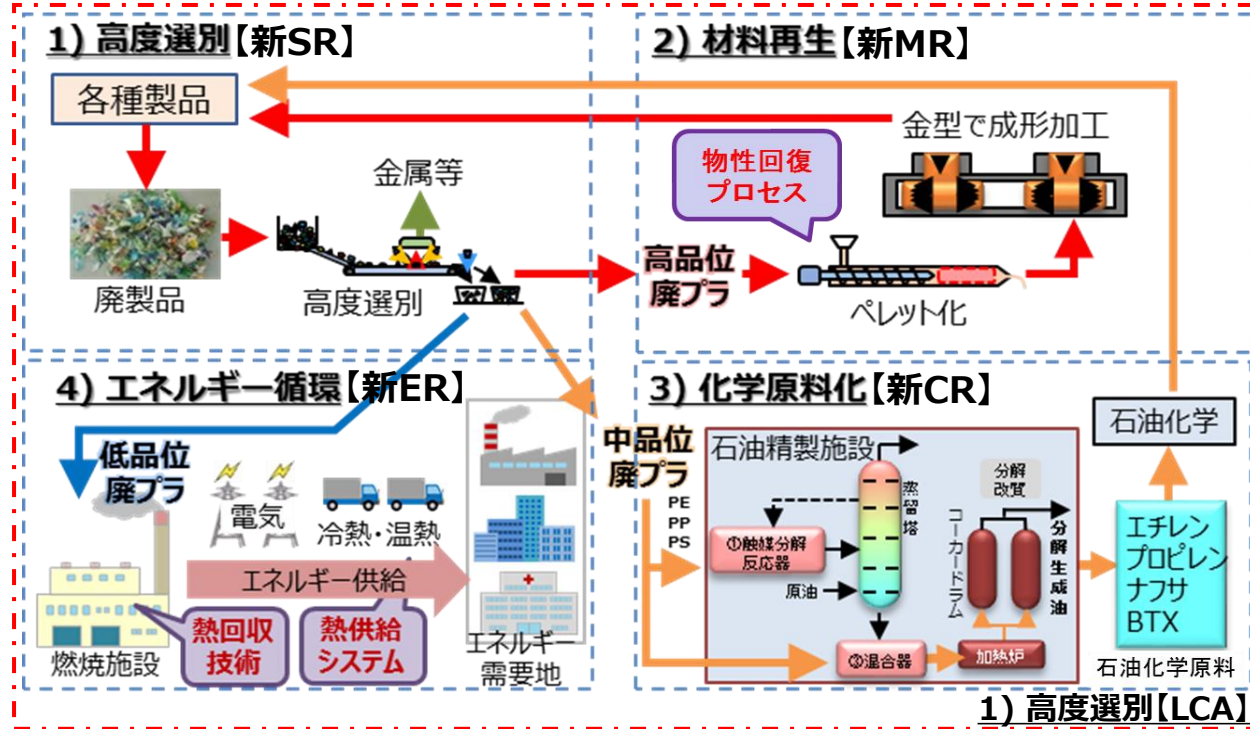


図 廃プラスチックリサイクル処理量増加のイメージ

## 2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性

近年社会問題となっている海洋プラスチックごみなど、廃プラスチックを含むプラスチックの適正な処理、資源価値を高める取り組みとして、高度選別、材料再生、化学原料化、エネルギー循環といった観点から、最適な処理システム構築に係る技術開発を24事業者（現在29事業者）の参画を得て、2020年度より開始。



アジア諸国の廃プラスチック輸入規制強化の影響、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等への対応については、G7、G20でも重要な課題として取り上げられています。日本においても「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」、「プラスチック資源循環戦略」を策定、「革新的リサイクル技術の開発」等が重点戦略の一つとして掲げられているところです。

2022年度政府予算額：10億円  
事業期間：2020年度～2024年度

＜研究開発スケジュール・評価時期＞

	R02 2020	R03 2021	R04 2022	R05 2023	R06 2024	R07 2025
①高度選別システム開発 新SR	→					
②材料再生プロセス開発 新MR	→					
③石油化学原料化プロセス開発 新CR	→					
④高効率エネルギー回収・利用システム開発 新ER	→					
評価時期			中間評価			事後評価

## 2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性

### ◆研究開発目標と根拠

- 中間目標と最終目標の2段階で目標設定を行いその達成状況を確認しながら事業を推進

研究開発項目	中間目標 (2022年度)	最終目標 (2024年度)	根拠
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②～④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。	95%以上を達成すれば1段の処理で多種類プラスチックを同時に低コストで処理する事が可能になる。対象とする大量のプラスチックを処理するには、選別プロセス全体で従来比の3倍程度以上の選別速度が必要となる見込み。
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。	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。	リサイクルしたプラスチック素材を製品製造に利用するためには、バージンのプラスチック材料が有する靱性の90%以上の材料強度で再生することが必要。
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。	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。	廃プラスチックの転換率を30%以上に向上することにより、採算性が向上する化学プロセスを構築することが可能になる。さらに転換後の残渣油を石油化学工業の分解促進プロセスにレトロフィットすることでトータル70%以上となる見込み。
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。	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。	現在、単純埋立・焼却されているプラスチック及びマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル困難な廃プラスチック等を対象に、熱エネルギーを80%以上の変換効率で回収・利用可能にすることにより、欧州並みの総合熱利用効率を達成する。

## 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	全 国 最 適 導 入 計 画
②材料再生プロセス開発		物理モデル構築 押出機構成要素の検討 製品適用検討			物理劣化・再生モデル構築 新ペ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

## 2. 研究開発マネジメント (4)研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆研究開発の進捗管理

- NEDOの主催する委員会、実施者が率先して開催する委員会等の開催で定期的に進捗確認管理を実施

会議名	開催頻度	主催者
技術推進委員会	毎年1回以上開催	NEDO環境部
採択審査委員会	新規研究開発テーマ公募時	NEDO環境部
研究開発連携会議	毎年2回程度開催	実施者
PL・TL・STL 会議	毎年4回程度開催	実施者
進捗報告会議	1～3か月毎を目途に開催	実施者

#### 【研究開発マネジメント事例】

##### ●技術推進委員会

③石油化学原料化テーマで、委員より新プロセスの可能性についての言及があり、NEDOのプロジェクトマネジメント内容として検討。

##### ●採択審査委員会

2021年度に③石油化学原料化の研究開発項目でプロセスの選択肢の多様化を図るため、革新的なケミカルリサイクル技術開発テーマを公募し廃プラスチックの新規分解技術研究テーマを採択。

## 2. 研究開発マネジメント (4)研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆ 動向・情勢の把握と対応

- プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律  
本法律が令和4年4月1日に施行され、以下の基本方針が策定された。
  - プラスチック廃棄物の排出の抑制、再資源化に資する環境配慮設計（設計・製造）
  - ワンウェイプラスチックの使用の合理化（販売・提供）
  - プラスチック廃棄物の分別収集、自主回収、再資源化（排出・回収・リサイクル）
- 対応  
本事業には、製品製造を担うユーザー企業の参画があり、リサイクルプラスチック利用に関して製品の設計段階からの検討や、使用済みプラスチックの易リサイクルが可能な製品設計の検討の取り組みを研究開発体制に包含している。

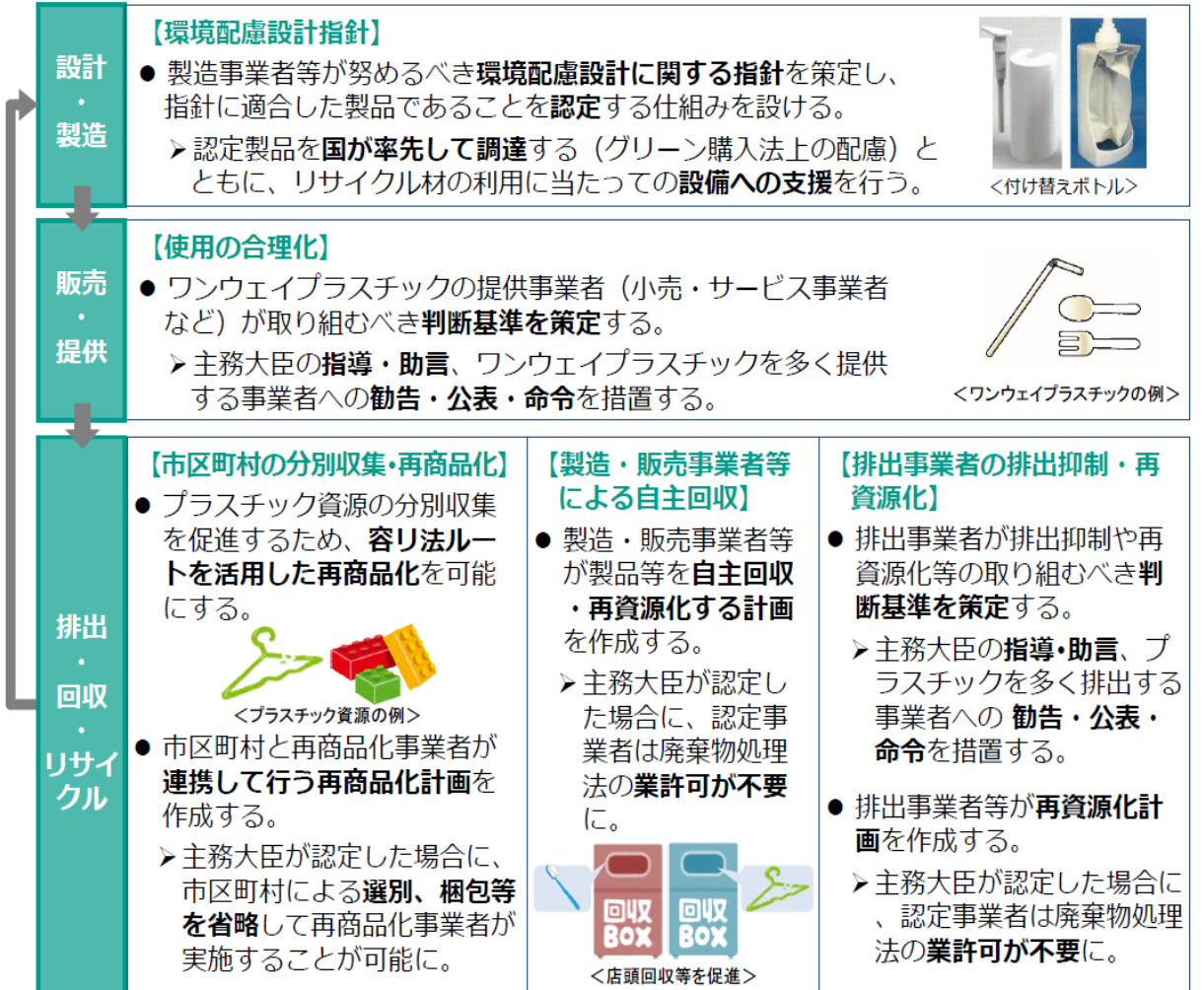


図 プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律の概要

出典：<https://www.env.go.jp/recycle/plastic/circulation.html>

## 2. 研究開発マネジメント (4)研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆開発促進財源投入実績

#### 2021年度実績

研究開発項目	増額 (百万円)	件名・目的	成果
①高度選別システム開発	16	廃プラスチック選別装置機構の改良のため	混合プラスチック成層化の制御性向上および高精度化による研究開発の加速
		実廃プラの形状・サイズ多様性に対する分析データの大量取得のため	実廃プラに対するテラヘルツ分光データベースの構築による研究開発の加速
②材料再生プロセス開発	47	成形装置によるフィルム製膜および実験装置の改良による洗浄機構の導入のため	容器包装リサイクルプラスチックの再利用における製品化適用範囲の拡大と実験データ蓄積の効率向上による研究開発の加速
		NMR分析による試料の形状多様性に対応するため	プラスチックの内部構造変化と物性変化との相関関係の解明による研究開発の加速
③石油化学原料化プロセス開発	39	粒子径分布測定装置および分光分析装置による触媒性能評価のため	廃プラスチック分解触媒開発に向けた評価基盤の整備による研究開発の加速
		TG-DTAの導入による廃プラスチックの熱分解性能の評価のため	各種プラスチックの熱分解性能の基盤データベースの構築による研究開発の加速
		FCCライザーベンチプラント評価に向けたプロトタイプ装置の改良のため	ベンチプラント評価におけるフィードノズル閉塞条件の抽出による研究開発の加速
④高効率エネルギー回収・利用システム開発	29	冷熱需要を踏まえた低温廃熱利用の実証サイト検討のため	ごみ焼却設備との漁港（冷熱需要地）の実証サイトの候補地抽出による研究開発の加速
		低温廃熱の熱輸送媒体（吸着材）に関する連続乾燥装置の多段化改造のため	連続乾燥装置のスケールアップによる研究開発の加速
		低温廃熱を利用した冷媒性能の評価装置およびベンチスケールの吸収冷凍機の改良のため	冷媒の物性予測手法の早期確立およびパイロットスケール機の製作の課題抽出による研究開発の効率的な推進と加速
		FT-IRおよび顕微鏡に導入による冷熱輸送媒体（氷スラリー）の流動性評価のため	氷スラリーの熱流動特性の把握による閉塞条件の解明と高精度評価手法の確立による研究開発の加速

## 2. 研究開発マネジメント (4)研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆開発促進財源投入実績

#### 2022年度実績

研究開発項目	増額 (百万円)	目的	成果
①高度選別システム開発	28	廃プラスチック選別装置機構の改良のため	後段のリサイクル工程（特にケミカルリサイクル）向けに連携的に供給する廃プラスチックの精密選別の実現による研究開発の加速
		廃プラの各種選別工程におけるデータおよび実廃棄物のマテリアルハンドリング動作データの大量取得のため	実廃プラスチックに対する精密選別条件の策定および深層学習AIの基盤データベースの構築による研究開発の加速
②材料再生プロセス開発	65	中規模スケールの樹脂溜まり付き押出機の機構改良のため	過年度で検証済の改良要素に関するより高度なプラ物性の再生効果の検証による研究開発の加速
		PD研究員の採用および実廃プラ組成分析外注による物性再生効果の解明のため	多種多様な廃プラスチックに対する物性再生効果の網羅的な検証と効率的なデータ蓄積による研究開発の加速
		樹脂溜まり付き押出機に適用可能な異物除去機構改造と検証データ蓄積のため	実廃プラへの適用可能性およびプロセスの経済性検討による新規押出機の研究開発の加速
		樹脂溜まり付き押出機のスケールアップ検討に向けた樹脂流動解析のため	押出機のスケールアップ検討による研究開発の加速
		成形金型のバルブゲート機構の改良要素増設に伴うデータ取得のため	成形時の樹脂物性劣化抑制する最適化条件の抽出による研究開発の加速
		物性再生樹脂を用いた成形後の大型製品に係る物性データの追加取得のため	物性再生効果の製品化適用可能性の見極めによる研究開発の加速
		装置設置に伴う研究員の移動のため	中規模スケールの樹脂溜まり付き押出機のセッティング確認
③石油化学原料化プロセス開発	83	忌避成分および異物除去成分の特定に伴うプラント設計に関する追加的な検討のため	想定される廃プラスチック種類の対応範囲拡大と円滑なプラント設計に関する研究開発の加速
		押出機の改良要素増設のため	新規押出機の小型化検討に向けた研究開発の加速
		高圧反応装置の導入による複合樹脂材料のモノマー化反応の追加データ取得のため	多種多様な複合材料プラの対象範囲の拡大による研究開発の加速
④高効率エネルギー回収・利用システム開発	59	大面積化した表面改質試料に対する組成分析装置の導入のため	表面改質手法の検討に向けた実験データ蓄積に係る研究開発の加速
		改質材料の候補選定における分析試料の前処理装置の導入のため	候補材料の週出と絞り込みに向けた実験データ蓄積に係る研究開発の加速
		実廃棄物焼却サイトに設置する改質材料のその場観察機構等の導入のため	実廃ガスの耐久性の検討に係る研究開発の加速
		粒子温度測定装置の導入による低温廃熱輸送媒体粒子の詳細温度の特定のため	伝熱シミュレーションの最適化および総合熱マネジメントツールによる評価の高精度化に係る研究開発の加速

## 2. 研究開発マネジメント (5)知的財産権等に関する戦略の妥当性

### ◆知的財産権等に関する戦略

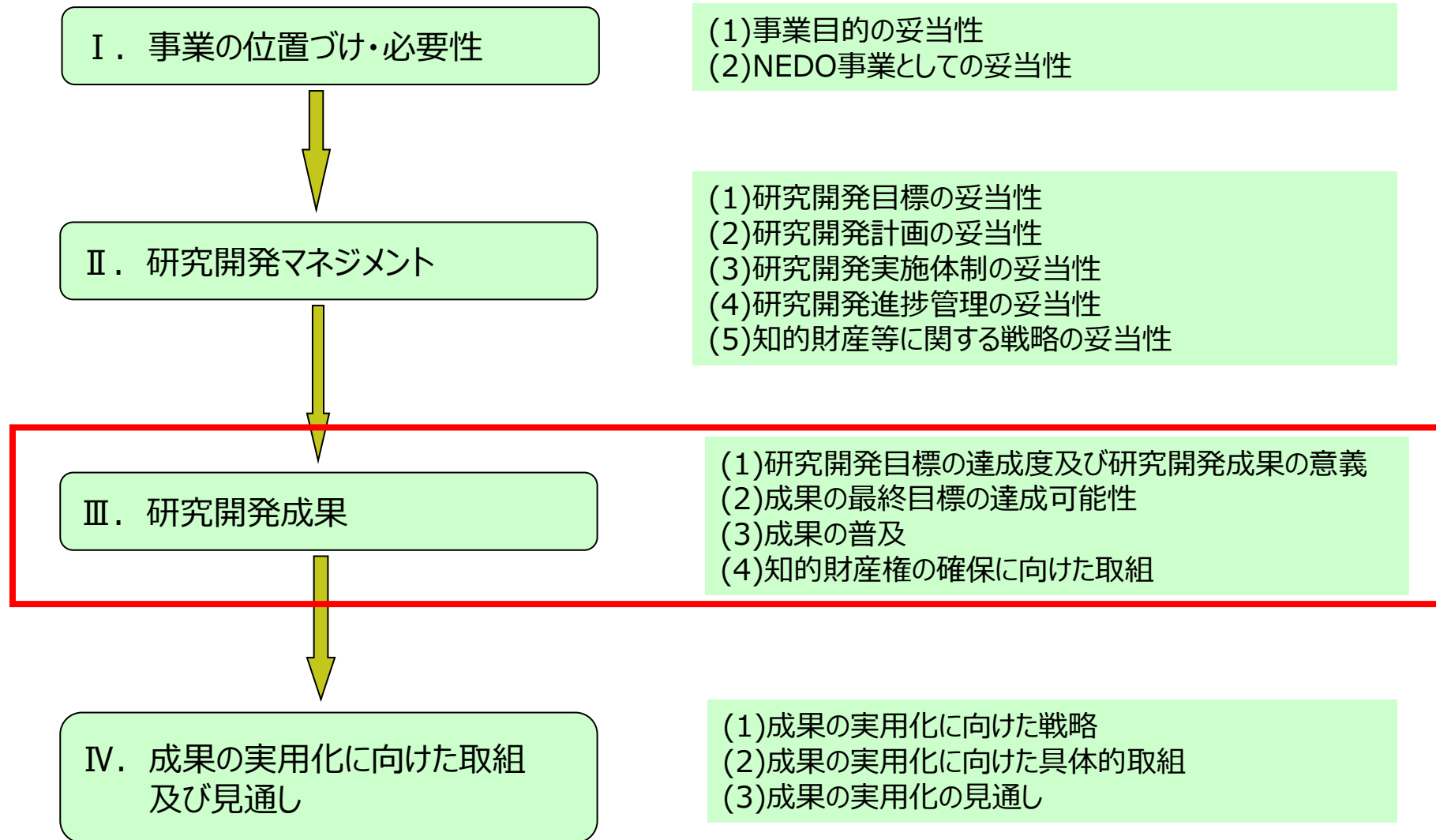
- 知財として確保することが有利な技術に関しては積極的に特許として出願する
- ノウハウとして保有することが有利な技術に関しては出願しない
- 競合技術の出願状況を定期的に調査し対策を検討する

研究開発項目	注目する分野	知財創出のキーワード	バックグラウンド特許	知財委員会 (開催回数)		
				2020年度	2021年度	2022年度
①高度選別システム開発	・リサイクル	ソーティング、センシング、比重選別、ジグ、整粒	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力センサを利用した網下気室型湿式比重選別機用回収制御装置（特許第5088784号）</li> <li>・小型エアテーブル（特許第5709166号）</li> </ul>	0	3	3
②材料再生プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサイクルプラスチックの高度再生に関わる技術</li> <li>・プラスチックの高度成形技術</li> </ul>	混練条件、樹脂溜まり、マルチゲート、マルチメッシュ、せん断履歴制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサイクルポリオレフィンを含有する熱可塑性樹脂組成物の再生方法（特許第6333674号）</li> <li>・樹脂組成物成形機および樹脂組成物の成形方法（特許第6608306号）</li> <li>・熱可塑性樹脂組成物の成形機、および製造方法（特許第6914541号）</li> </ul>	2	3	7
③石油化学原料化プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・触媒開発</li> <li>・プロセス開発</li> <li>・容器包装開発</li> </ul>	触媒の選択性、溶媒の機能、複合プラスチックの触媒分解、充填材入りプラスチックの触媒分解、モノオレフィン化容器包装	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MWW型ゼオライト及びその製造方法、並びにクラッキング触媒（特開2018-222646）</li> <li>・アルキル基を有さない多環芳香族とアルカンの製造方法（特開2015-168059）</li> </ul>	0	2	0
④高効率エネルギー回収・利用システム開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・灰付着低減、高温腐食低減技術</li> <li>・過冷却技術</li> </ul>	灰付着低減、表面改質、乾燥吸着剤、氷スラリー流動性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吸収式冷凍機（特開2018-179425）</li> <li>・吸収式冷凍機用作動媒体及びこれを用いた吸収式冷凍機（特開2019-045079）</li> </ul>	2	3	2

## 2. 研究開発マネジメント (5)知的財産権等に関する戦略の妥当性

### ◆知的財産管理

- 知的財産権の帰属及び取扱い方法について文書化して管理
  - 本事業で得られた知財については、関係各機関の知財部門と連携し、特許管理、知財管理を推進
- 
- 知的財産権の帰属
    - 産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権はすべて発明等をなした機関に帰属。
  - 知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項
    - NEDO知財方針に記載された「全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成。
  - データマネジメントに係る基本方針（NEDOデータ方針）に関する事項
    - NEDOデータ方針に記載された「全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成。





### 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た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、これまでのラボ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 <ul style="list-style-type: none"> <li>・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%以上で転換できることを確認した</li> <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> </ul>	△ 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>	<p>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。</p> <p>イ)本研究開発の基本方針の正しさを実証した。</p> <p>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せた。</p> <p>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。</p>
		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>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・夾雑物の影響の解明</li> <li>スタティックミキサー挿入による反応分離性の向上</li> </ul>	<p>フィルムを包装材として利用するメーカーも対象とした加工ロスを全量リサイクルすることが可能となる。</p>
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>	<p>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。</p>

◎ 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

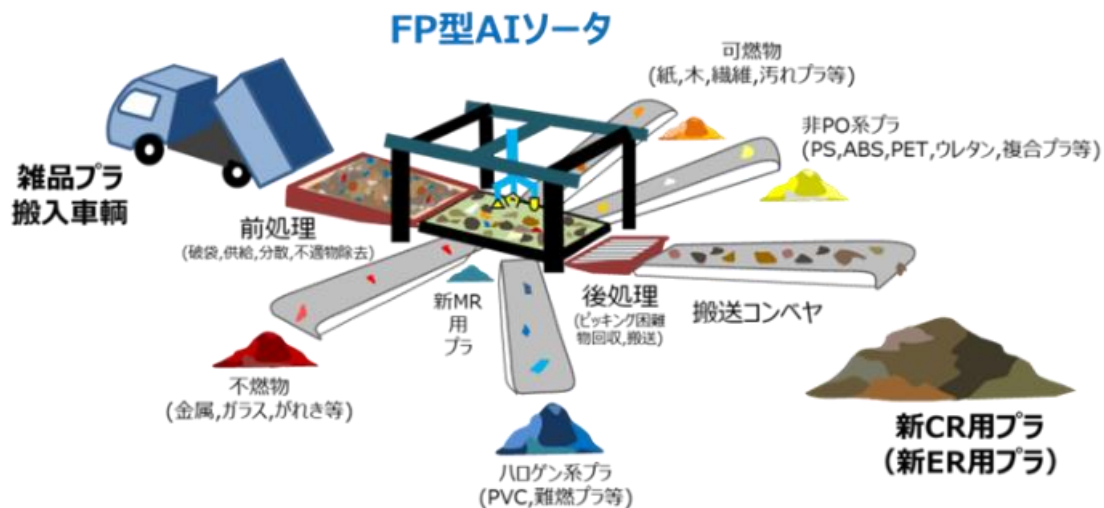
# 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆各個別テーマの成果と意義

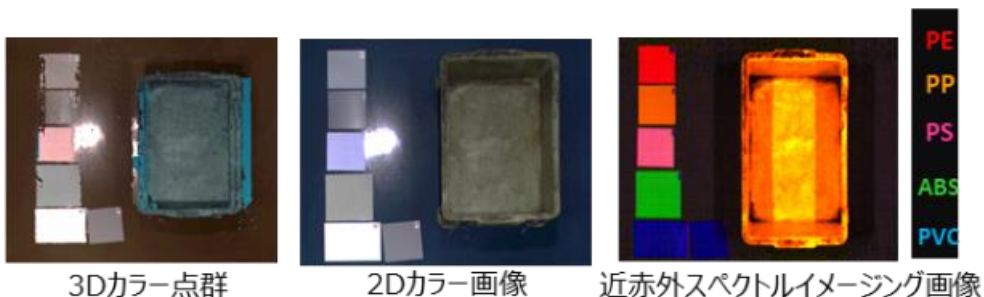
### ■ 高度選別システム開発

- 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、搬送コンベヤ連動、吊下げ型6軸ロボットアームシステム」の開発



FP型AIソータ基本モジュール(開発装置)



搭載センサ及びセンシングデータ (今後、テラヘルツ、ラマンセンサを追加)



PE袋の把持(三指型)



PPボックスの把持(吸引型)

### 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。

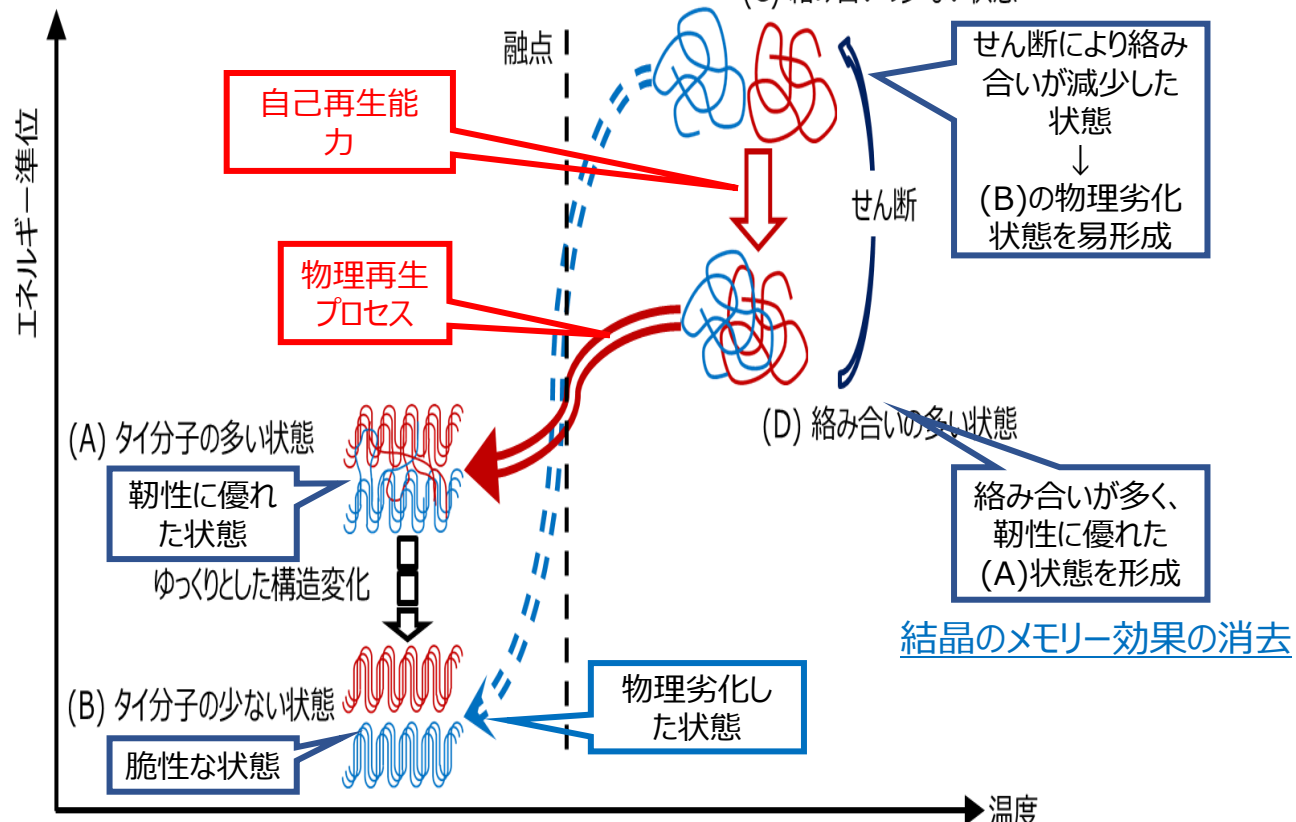
# 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆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



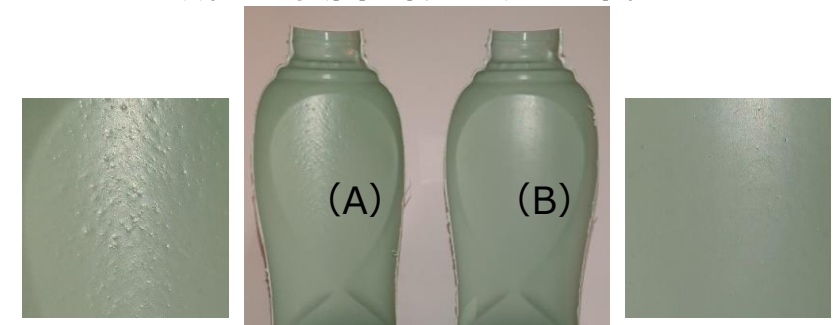
高分子の結晶化状態および熔融状態での内部構造とエネルギー準位

### 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、再ペレタ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ペレタイズしたもの

# 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

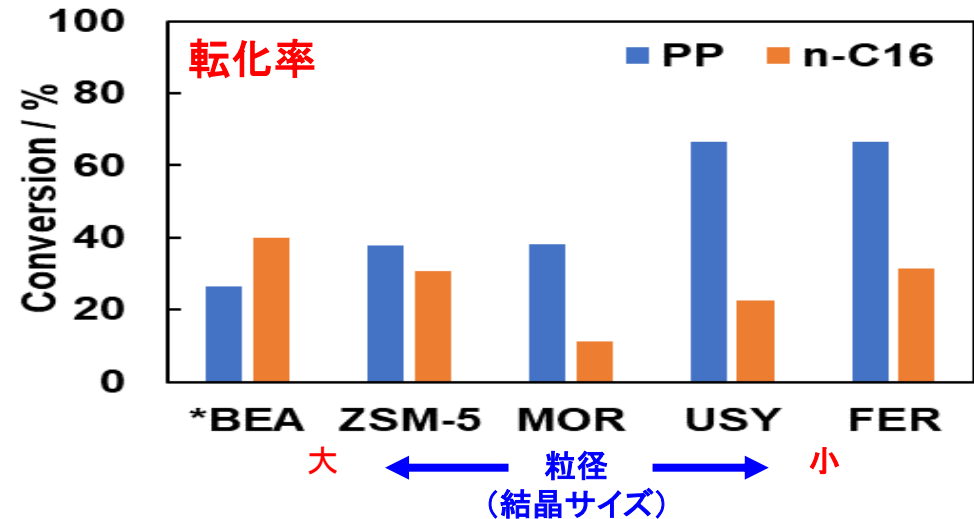
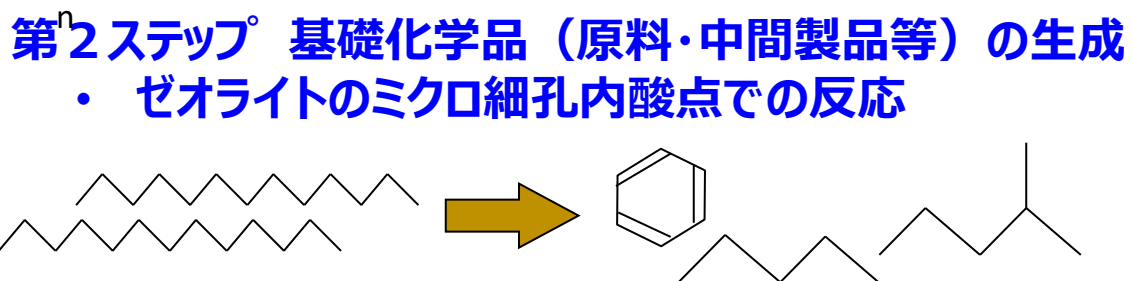
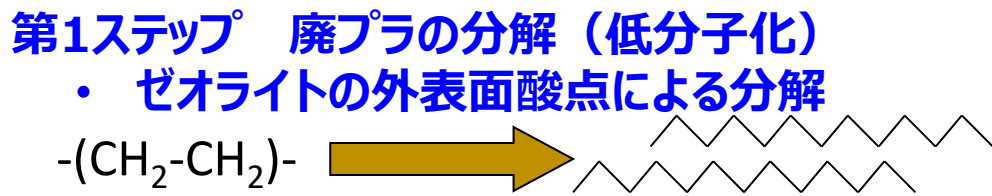
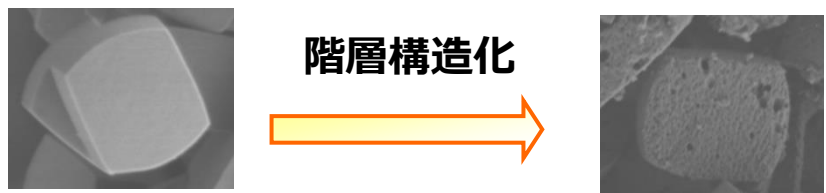
	個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
②材料再生プロセス開発	②-1「物理劣化・再生メカニズムの解明」	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理劣化・再生理論を実験的に確立した</li> <li>・バージン比較70%以上の靱性再生を達成した</li> <li>・高分子の結晶化シミュレーション手法を構築した</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての高分子種に適用できる汎用性の確保と構造から物性を推定する定量性の確保</li> <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・成形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し出し機での高性能ペレタイズ条件の検証を実施</li> <li>・高性能押し出し機の試作</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し出し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」	<ul style="list-style-type: none"> <li>要因分析などは良好に実施され、一部量産化検討へ推移</li> <li>製品化検討は23年度以降の課題</li> </ul>	△ 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  
(ミクロ、メソ孔性の両方を付与)  
Hierarchical zeolite



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石油化学原料化プロセス開発	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、指針という形で提供できる。
	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。



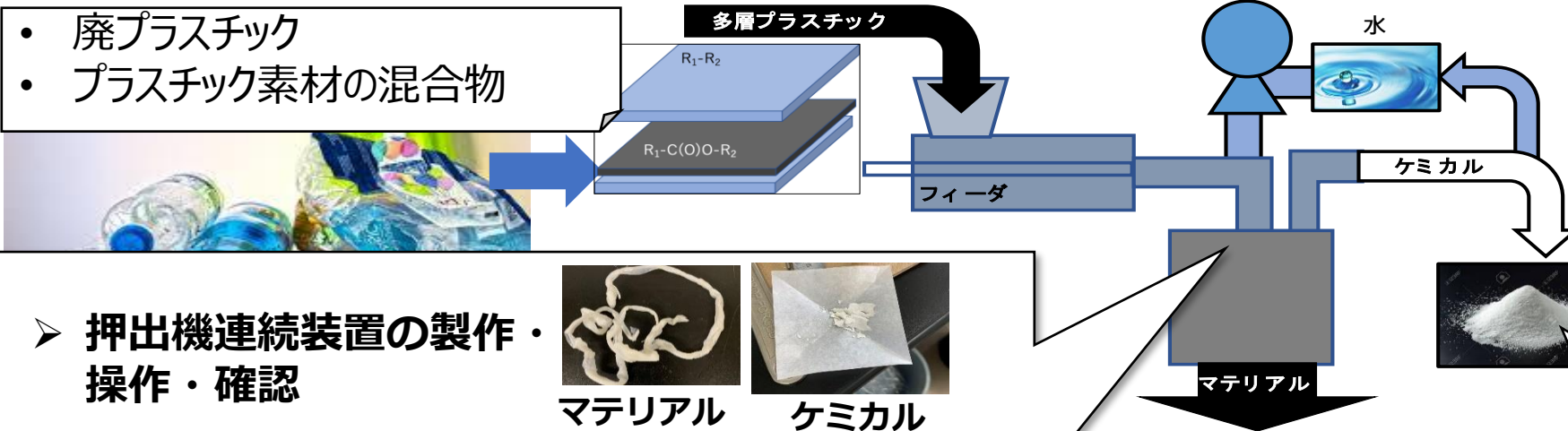
# 3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆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

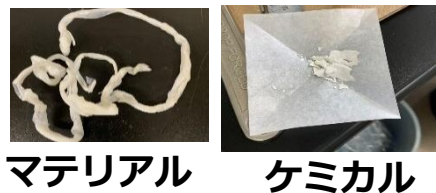
- 廃プラスチック
- プラスチック素材の混合物



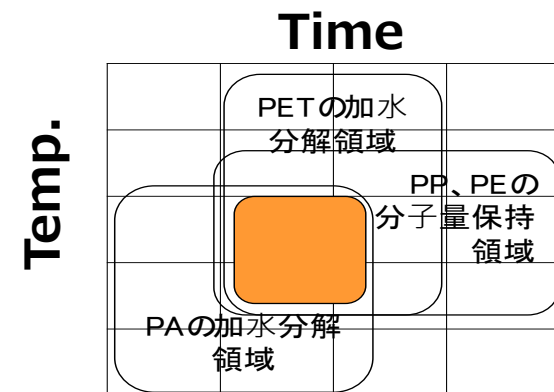
**技術のポイント:**

- ① マテリアルおよびケミカルのリサイクルの両立
- ② 押出機を用いた連続プロセスの構築

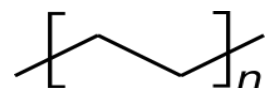
➤ 押出機連続装置の製作・操作・確認



➤ 反応マッピングの作製・モノマー回収条件の決定



➤ 回収マテリアル (ポリオレフィン) の分子量・材料特性解析



### 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

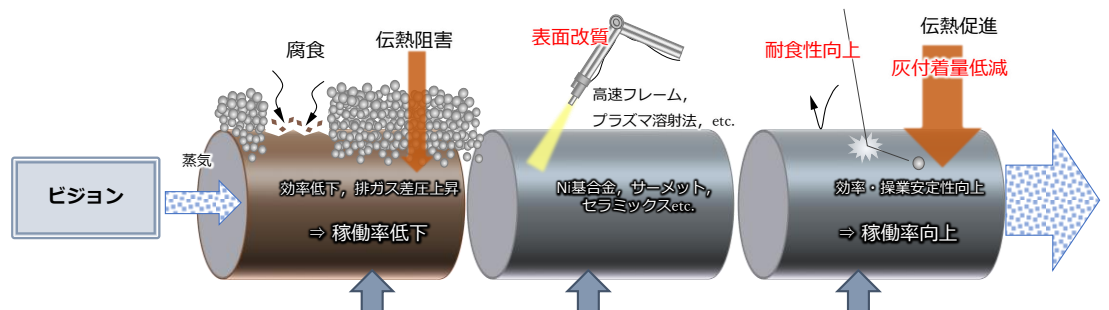
	個別テーマ	成果	達成度	今後の課題と解決方法	最終目標 (2024年度末)	最終成果の見通し
③石油化学原料化プロセス開発	③-2-1 「液相分解によるモノマー回収条件の探索」	PET、PAそれぞれから7割以上回収できる条件を見出した。同条件でPET/PE、PA/PEフィルムからも同収率でモノマーが得られた。基材となるPEは分子量を7割維持して回収できることを確認した。温度を制御することでPEの分子量分布を1/2~1/10へと変化させることができた。	△ 2023年3月 達成見込み	さらに高いモノマー収率を達成する条件の探索を継続しつつ、顔料などの夾雑物がモノマー収率に与える影響を明らかにする。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。	モノマー収率を7割以上とするとともに、ポリマーへト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、フィルムとして満足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溶融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ー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収率および回収率を高め、モノマー収率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

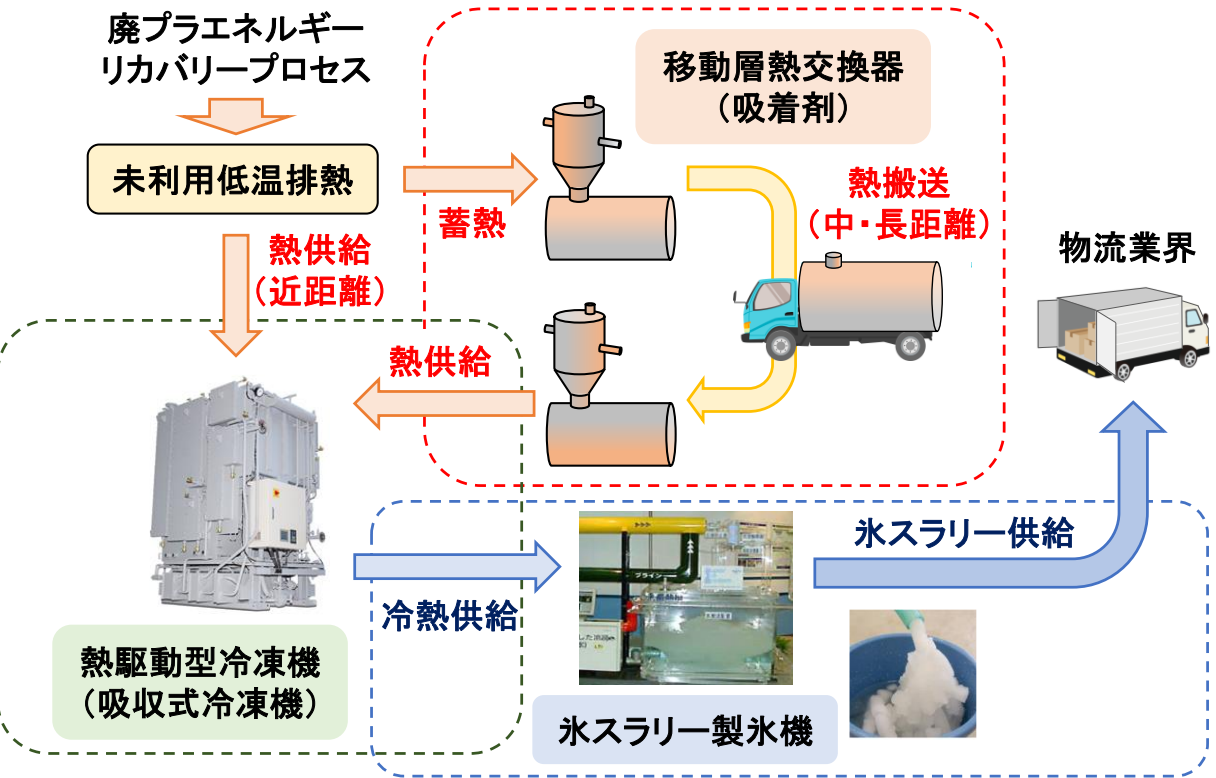
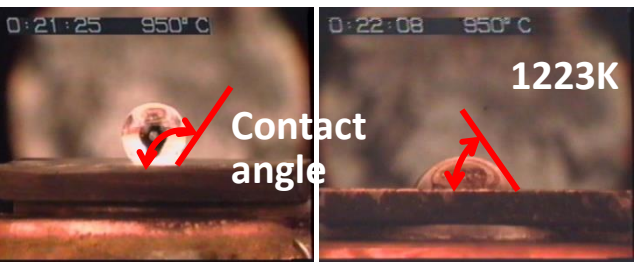
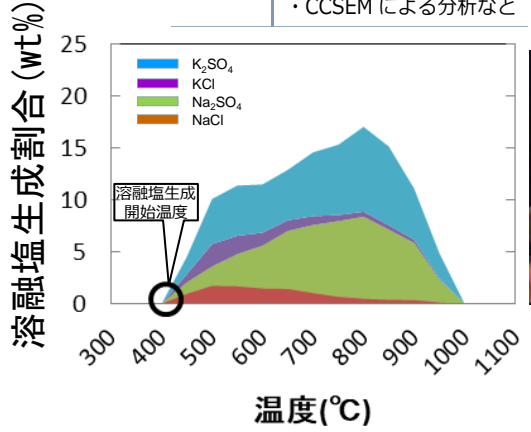
## ◆各個別テーマの成果と意義

### ■ 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



研究内容	目的	材料検討・開発 付着機構解明	表面改質技術の 探索・開発	実証試験
具体的 内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱力学平衡計算</li> <li>材料開発・試作</li> <li>CCSEMによる分析など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術・材料・施工条件の調査, 開発</li> <li>付着力測定評価試験など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実機への施工</li> <li>経過観察</li> <li>付着界面の観察・分析</li> </ul>	



総合熱利用システムの評価技術

# 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 高温ダークガスに対応可能な高効率・高耐久な伝熱管材料の開発	難灰付着および耐化学腐食の両方を満足する金属系およびセラミック系材料の候補を開発した。当該材料によれば熱力学平衡計算から得られる溶融塩の生成量も少なく、また、接触角測定試験でも灰が溶融した高温場でも大きな接触角を保持できていた。なお、灰付着実験でも灰付着が低減でき（従来材比25%以上低減）、かつ、材料の化学腐食も抑制（従来材比25%以上向上）できた。	○	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SUS310S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効率として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	熱駆動の吸収式冷凍機による氷点下冷熱発生技術を開発し、定常運転が出来ることを確認した。また、3~4kW氷スラリー製造装置を開発し、氷スラリーの連続製造を確認した。吸着剤連続乾燥装置で連続定常運転が可能であることを確認した。	△ 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。氷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氷スラリー製造を確認する。吸着剤蓄熱では平衡含水率近傍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氷スラリー製造機を連結して安定的な氷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効率80%以上を達成する。	4 kW級製氷システム（吸収式冷凍機・氷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・氷スラリー製造機連熱システム、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効率80%以上を達成する。	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、そのツールを活用して、新たな物流業界や漁港（鮮魚輸送も含む）での氷需要・氷点下冷熱需要により、熱需要の掘起こしが可能になり、排熱需要が拡大し、最終目標を達成できる見通しである。

### 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、バージ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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高機能触媒の開発方針が明確になり、低分解生成物の二次分解実験 (大型) の準備も完了している。</li> <li>・新規触媒分解プロセスの概念設計を終えている。</li> <li>・易CRプラ容器素材の評価を完了している。</li> </ul>	達成見込み	<p>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。</p> <p>ベンチ装置では実廃プラスチックの分解実験を中心に行い、パイロットプラントの基本設計は完了できる。</p> <p>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。</p>
		液相分解	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モノマー回収 7 割を達成し、夾雑物が混入した場合にも同様の収率が得られ、分子量を 7 割維持したポリオレフィンを回収できる条件を見出した。</li> <li>・押出機連続プロセスにおいてモノマー回収フィルターシステムでモノマーとマテリアルを分離・回収できた。</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効率 80%以上を達成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>		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 (3)成果の普及

## ◆成果の普及

### プラスチックマテリアルリサイクルの現状と将来課題に関するシンポジウム

使用済プラスチックのマテリアルリサイクルに関する取組みは、各所で行われています。それに伴い、回収から再生・製品化に至るマテリアルリサイクルの各過程において、新たな課題が明らかになりつつあります。本シンポジウムでは、各過程で実際に取り組んでいる自治体・大学・企業から現状の取組みを紹介していただき、マテリアルリサイクル推進における将来課題について、包括的な観点から共通認識を醸成し、解決法を探っていきます。

**参加費 無料**

**\*プログラム\***

**基調講演**  
**「マテリアルリサイクルの欧米の動向と日本の課題」**  
 府川 伊三郎 株式会社旭リサーチセンター シニアリサーチャー

**事例紹介**  
**「大木町における家庭使用済プラスチックの再生利用プロジェクト紹介」**

境 公雄 大木町町長  
 近藤 加代子 九州大学 教授  
 高野 敦司 いそ株式会社 営業本部 副部長 兼 第一営業部長

**「デジタル技術を活用した浄脈資源回収事業」**  
 野崎 衛 レコテック株式会社 CEO

**「産業廃棄物からの高度選別 - 資源化の取組み」**  
 今井 麻美 株式会社富山環境整備 イノベーション事業部 次長

**「リサイクルプラスチックの高度物性再生への取組み」**  
 八尾 滋 福岡大学工学部 教授

**「花王のプラスチック容器包装 環境対応への取組み」**  
 稲葉 真一 花王株式会社 包装技術研究所第3研究室 室長

**「プラスチック資源循環法から想定する今後のプラスチックマテリアルリサイクル」**  
 久保 直紀 プラスチック容器包装リサイクル推進協議会 専務理事

日時  
 2022年3月9日(水)  
 13:00 - 17:30

場所  
 アルカディア市ヶ谷  
 私学会館 4階 鳳凰  
 東京都千代田区九段北4-2-25

主催  
 福岡大学  
 機能・構造マテリアル研究所

申込み  
 下記フォームからお申込みください  
<https://forms.gle/mF4nEGZiP48gq25>

お問い合わせ  
 福岡大学  
 機能・構造マテリアル研究所  
 shiyao@fukuoka-u.ac.jp

12 つかい責任  
 つくり責任

Revolutionary Mechanical Recycle

材料再生プロセス開発成果についてシンポジウムを開催し広く技術成果を一般に公開 (2022年3月9日開催)

NPO 法人 循環型社会創造ネットワーク CROSS / 青森県 八戸市

### Creation of Recycling Oriented Society System

HOME NPO CROSS について + 省エネルギー 前年度までの事業 お問い合わせ

#### 高効率エネルギー回収・利用システム開発セミナーのご案内

特定非営利活動法人循環型社会創造ネットワークでは、八戸工科大学等の共催、八戸地域新ゼロエミッション連絡協議会等の協賛を得て、高効率エネルギー回収・利用システム開発セミナーを開催いたします。

最先技術による熱エネルギーの回収・利用は、カーボンニュートラルの状態を目指す一歩となり得ますので是非ともご参加ください。

題目：「地球温暖化対策に向けた高効率エネルギー回収・利用システム」

主催：NPO法人 循環型社会創造ネットワーク

共催：八戸工科大学、日本機械学会東北支部、青森化学工学懇話会、青森県工業技術教育振興会

協賛：八戸地域新ゼロエミッション連絡協議会、化学工学学会東北支部

開催日時：令和4年7月1日(金) 受付開始14時30分から

会場：八戸プラザホテル (〒031-0081 青森県八戸市柏崎1丁目6-6)

高効率エネルギー利用開発成果についてセミナーを開催し広く技術成果を一般に公開 (2022年7月1日開催)

### 3. 研究開発成果 (4)知的財産権等の確保に向けた取組

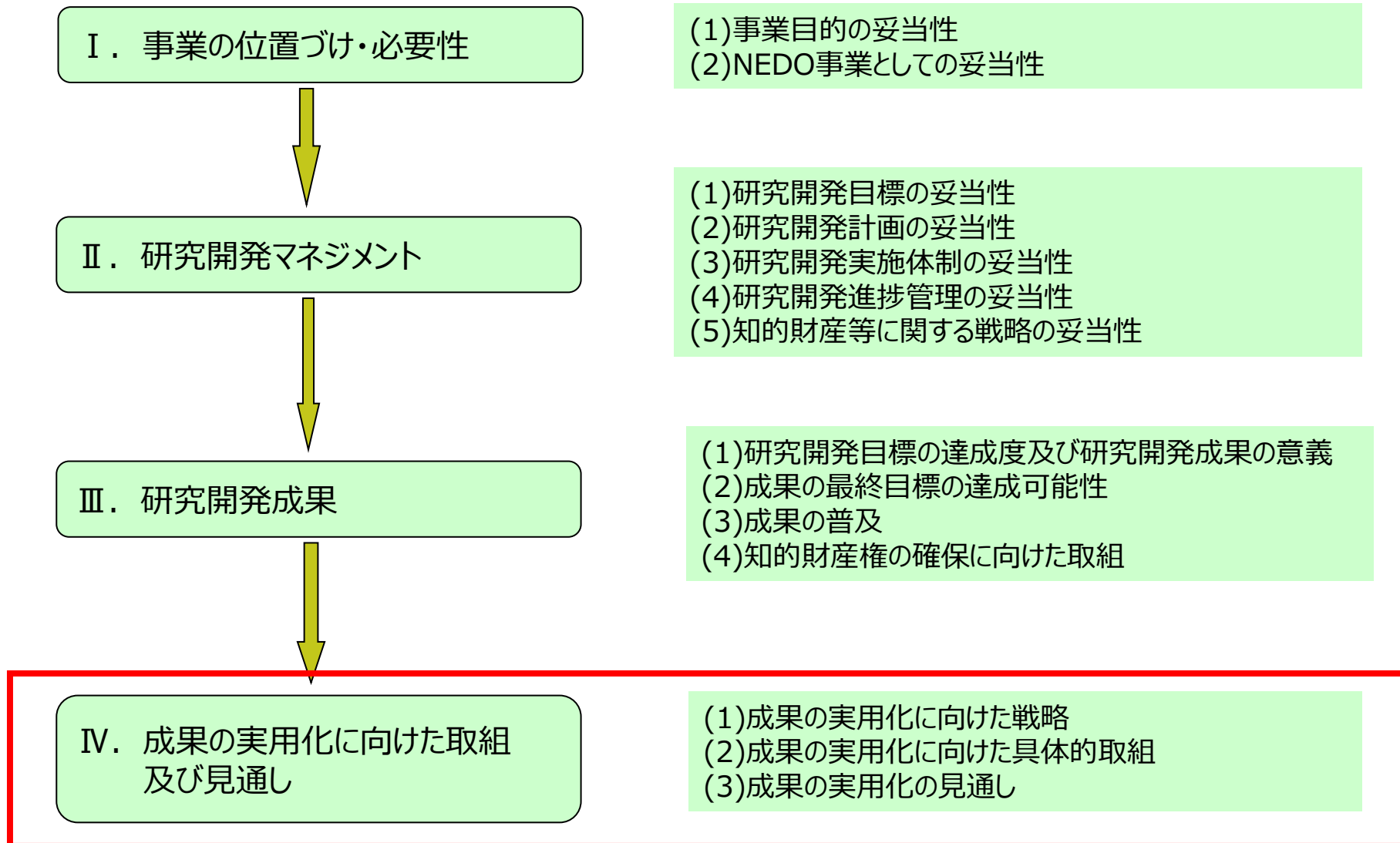
#### ◆知的財産権の確保に向けた取組

- 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





## 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

### ◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

実用化は、『当該研究開発成果に基づく革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発の基盤技術が確立されること』をいう。

具体的には、本事業で開発された基盤技術が試験設備に組み込まれることとする。

# 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

- (1) 成果の実用化に向けた戦略
- (2) 成果の実用化に向けた具体的取組

## ◆ 成果の実用化に向けた戦略・具体的取組

■ 各研究開発項目で基盤技術をパイロットプラントへ適用し実証検討を開始

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
① 高度選別システム開発	FP型AIソーターベンチ機完成 高度比重選別システムベンチ機完成 評価モデルの完成		FP型AIソーターパイロット機の設計及び建設準備 高度比重選別システムパイロット機の設計及び建設準備 評価モデルを用いた政策提言・TA（技術評価）					リサイクラー工場へ選別装置を設置し下記3つのプロセスへ廃プラを供給
② 材料再生プロセス開発	物理劣化・再生モデル構築 新ペレタイズシステムの検証 新射出成形プロセスの検証 製品適用実証		プロジェクト実績のある高機能押出機の販売あるいは既存押出機への樹脂溜まり部の設置 高性能マルチゲート金型の設計・販売ならびに製品成形 リサイクルプラスチックを用いた製品の販売・普及					大型ペレタイズ設備導入 103万トン/年
③ 石油化学原料化プロセス開発	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		パイロットプラント建設用地選定 パイロットプラント詳細設計～建設 評価結果を社会実装に反映 参画企業の加工ロス1万トン/年処理可能なプロセスの導入・実証 フィルム利用企業へのプロセス普及による10万トン/年処理の達成 易リサイクル・フィルムの製品開発・普及によるプロセス負荷の低減によるプロセスのさらなる普及推進					大型のプラスチック分解設備導入 90万トン/年
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		焼却炉での伝熱管長期試験 冷熱製造・利用実証試験 冷熱需要喚起・総合システム構築					本技術による焼却設備改修 108万トン/年
評価時期			事後評価					

## 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し (3)成果の実用化の見通し

### ◆成果の実用化の見通し

#### ①高度資源循環システム開発

FP型AIソーター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。

#### 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。

#### 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、処理が難しい多層フィルム処理装置のスケールアップに本技術の搭載が行える見通し。

#### ④高効率エネルギー回収・利用システム開発

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。

## 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し (3)成果の実用化の見通し

### ◆波及効果

#### 【社会的効果】

- プラスチックリサイクル技術に関する社会的な要請は大きく、企業イメージアップ戦略として企業のリサイクル技術の導入が期待できる。
- 従来の廃プラスチックのダウンリサイクルからアップリサイクルへの合理的な転換を図り、カーボンニュートラル及び脱炭素社会への貢献に繋げていく。

#### 【技術的効果】

- 高度選別技術の成果は、従来の廃プラスチックの人手による選別ラインの直接作業者を従来の1/3以下に低減可能。
- 材料再生プロセス技術の成果は、廃プラスチックだけでなく、バージンプラスチック材の物性改善にも寄与。
- 石油化学原料化技術の成果は、石油精製設備の高度利用に対する世界的要請の実現にも寄与。
- 高効率エネルギー利用の成果は、一般廃棄物焼却炉、セメント産業、製鉄業等に広く適用可能。また、焼却炉の設備メンテナンスの頻度を現状の1/2に削減可能

#### 【人材育成】

- プラスチック資源循環のアカデミア人材の輩出