

経済産業省

産業技術環境局資源循環経済課 御中

令和4年度補正資源自律に向けた資源循環システム強靱化実証事業委託費（ソーティングセンターを核としたプラスチック使用製品廃棄物の水平リサイクルシステム実装可能性調査）
報告書

令和6年3月



目次

1	本業務の全体概要.....	1
1.1	業務の目的.....	1
1.2	業務の内容.....	1
1.3	実務者ワーキングチーム（WT）の運営	5
1.4	専門家会議の運営.....	6
2	技術的な実験の実施報告	8
2.1	目的.....	8
2.2	概要.....	8
2.3	組成調査.....	8
2.4	機械選別.....	19
2.5	物性評価.....	24
2.6	次年度以降の実証実験に向けて	26
3	選別リサイクルの実証実験のための実施計画の立案.....	27
3.1	計画立案の手順.....	27
3.2	欧州のソーティング施設及び選別技術の調査.....	29
3.3	リサイクル技術の調査	39
3.4	選別リサイクルの実証実験の実施に向けた調査.....	47
3.5	再生樹脂等の利用・評価に関する調査.....	53
4	水平リサイクルシステムの具体的将来像の検討.....	67
4.1	水平リサイクルシステムの定義	67
4.2	環境影響（特に温室効果ガス排出量）の評価に関する予備的検討.....	71
4.3	施設整備及び労働環境等に関する評価に関する予備的検討	77
4.4	関連施設の立地及び地域的配置に関する予備的検討	79
4.5	水平リサイクルシステムの実装に向けた課題.....	85
5	まとめと今後の社会実装に向けた検討.....	89
5.1	今年度事業の結果のまとめ	89
5.2	次年度以降の実証実験計画案の策定.....	90
5.3	実証実験の実施に向けた課題抽出.....	94
5.4	水平リサイクルシステムの社会実装に向けた課題抽出	94

図目次

図 1.2-1	業務の全体概要図.....	4
図 2.2-1	技術的な実験の流れ.....	8
図 2.3-1	調査対象物及び分類の様子	10
図 2.3-2	試料全体の用途、形状、材質別組成（湿重量ベース）	13
図 2.3-3	項目別構成比.....	14
図 2.3-4	色別構成比.....	15
図 2.3-5	容器包装 2D／複合素材の例	16
図 2.3-6	容器包装 3D／複合素材の例	17
図 2.3-7	容器包装 3D／PS+PP の例	17
図 2.3-8	製品 2D の例.....	18
図 2.3-9	製品 3D／PP の例.....	18
図 2.4-1	再商品化フロー	19
図 2.4-2	選別装置.....	20
図 2.4-3	機械選別の様子.....	21
図 2.5-1	供試したペレット及び選別残さ	24
図 3.1-1	リサイクルシステムのイメージ	28
図 3.2-1	ソーティング施設と材質別二次選別施設の役割分担のイメージ	30
図 3.2-2	ドイツの Light Package 選別施設（Pre Zero）の選別品目・純度等.....	31
図 3.2-3	ソーティング施設の選別品（左：HDPE, 右：Mix plastic）	31
図 3.2-4	ドイツの PET ボトル選別施設（Reilling）の選別品目・純度等	32
図 3.2-5	ノルウェーの MSW 選別施設（ROAF）の選別品目・純度等.....	34
図 3.2-6	ソーティング施設の基本構成と主要機器.....	35
図 3.2-7	(a) ドラムスクリーン (b) バリスティックセパレーター	36
図 3.2-8	磁選機による選別のイメージ	37
図 3.2-9	渦電流による選別機のイメージ	37
図 3.2-10	近赤外線センサー選別機.....	38
図 3.3-1	CLOMA の道すじ（案）	40
図 3.3-2	ソーティング施設に持たせるべき役割の検討.....	45
図 3.4-1	選別実験のイメージ①	48
図 3.4-2	選別実験のイメージ②	49
図 3.5-1	用途別製品生産比率.....	55
図 4.1-1	マテリアルリサイクルとメカニカルリサイクル	67
図 4.2-1	リサイクルフロー図（現在の容器包装リサイクル）	71
図 4.2-2	リサイクルフロー図（将来目指す水平リサイクル）	72

図 4.2-3	炭素循環量の評価方法（将来目指す水平リサイクル）	73
図 4.2-4	炭素循環量の評価例（現在の容器包装リサイクル）	73
図 4.2-5	エネルギー収支の評価イメージ（将来目指す水平リサイクル）	74
図 4.2-6	エネルギー収支の評価イメージ（現在の容器包装リサイクル）	74
図 4.3-1	処理フローのイメージ	77
図 4.4-1	令和 4 年度の都道府県別のプラスチック製容器包装の委託量（t/年）	80
図 4.4-2	令和 4 年度の都道府県別の人口一人あたりのプラスチック製容器包装の発生密度	80
図 4.4-3	令和 4 年度の都道府県別の単位面積あたりのプラスチック製容器包装の発生密度	81
図 4.4-4	都道府県別のプラスチック製容器包装の発生量予測（t/年）（2022 年人口で※と仮定した場合）	82
図 4.4-5	都道府県別のプラスチック製容器包装の発生密度予測（t/km ² ）（2022 年人口で※と仮定した場合）	82
図 4.4-6	令和 5 年度時点でのプラスチック製容器包装の再商品化事業者の立地状況	83
図 4.4-7	国内の製油所の所在地	84
図 4.5-1	マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルの補完的な位置づけのイメージ	86
図 4.5-2	ソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムの社会実装に向けたロードマップ	87
図 4.5-3	首都圏から 3 大都市圏へのソーティングセンターの展開イメージ	87
図 5.1-1	本事業の結果まとめ	90

表目次

表 1.3-1	開催概要（回数、議事）	5
表 1.4-1	開催概要（回数、議事）	7
表 2.3-1	調査方法の概要	9
表 2.3-2	組成調査の分類項目	11
表 2.3-3	各分類項目の設定理由	12
表 2.3-4	試料全体の用途、形状、材質別組成	13
表 2.4-1	機械選別の実施概要	19
表 2.4-2	選別装置の使用目的	20
表 2.4-3	選別後材料の収率	22
表 2.4-4	選別後材料の材質別構成比	22
表 2.4-5	物性試験用材料の内訳	23
表 2.5-1	リサイクル材評価試験結果に対するコンパウンダーの意見	25
表 2.6-1	実証実験における要検討事項	26
表 3.2-1	欧州ソーティング施設の事業費構造等調査結果	33
表 3.3-1	日本プラスチック工業連盟のプラスチック資源循環戦略	40
表 3.3-2	ヒアリング調査で得られた主な意見	42
表 3.3-3	プラスチック資源循環の取組推進に必要な事項	43
表 3.3-4	ソーティング施設に求める役割	45
表 3.4-1	協力可能な内容・実施にあたっての条件等	51
表 3.5-1	プラスチック製品工業分類及び生産量割合	54
表 3.5-2	フィルム・シートの品質基準等	56
表 3.5-3	パイプの品質基準等	56
表 3.5-4	機械器具部品の品質基準等	57
表 3.5-5	日用品・雑貨の品質基準等	57
表 3.5-6	容器の品質基準等	58
表 3.5-7	玩具、文房具、家電部品の品質基準等	58
表 3.5-8	三角コーンの再資源化	59
表 3.5-9	ブルーシートの水平リサイクル	59
表 3.5-10	テレビに再生プラスチック	60
表 3.5-11	掃除機に再生プラスチック	60
表 3.5-12	海洋プラスチック再生樹脂の活用	61
表 3.5-13	配達箱に再生プラスチックを導入	61
表 3.5-14	ドレッシングボトルの再生利用検討	62
表 3.5-15	キャップ to キャップ	63

表 3.5-16	2 輪車の再生プラスチック利用.....	64
表 3.5-17	自動車の再生プラスチック採用.....	64
表 3.5-18	用途開発関連事例	65
表 4.5-1	水平リサイクル社会実装に向けての課題及び必要となる検討や対策.....	88
表 5.2-1	協力先への依頼内容.....	90
表 5.2-2	選別試験の内容と所要時間	92
表 5.2-3	実証実験事業のスケジュール（案）	93

略号の解説

本報告書内での略号	本報告内で意味する一般的名称
2D	平面形状
3D	立体形状
AI	人工知能
CCU	二酸化炭素回収・利用
CE	サーキュラーエコノミー
EU	欧州連合
EVOH	エチレンービニルアルコール共重合体
GHG	温室効果ガス
GPPS	汎用ポリスチレン
HD	高密度
HIPS	耐衝撃性ポリスチレン
LCA	ライフサイクルアセスメント
LD	低密度
M	ミックス（プラ）
MSW	都市廃棄物（都市生活ごみ）
PA	ポリアミド
PCR	ポストコンシューマーリサイクル
PE	ポリエチレン
PET	ポリエチレンテレフタレート
PIR	ポストインダストリアルリサイクル
PLA	ポリ乳酸
PP	ポリプロピレン
PS	ポリスチレン
PVC	ポリ塩化ビニル
PVDC	ポリ塩化ビニリデン
RE	資源効率
WT	ワーキングチーム

1 本業務の全体概要

1.1 業務の目的

資源自律型で脱炭素のサーキュラーエコノミーを実現するうえでの大きな課題のひとつが、これまで主に化石燃料を原料に製造されてきたプラスチックの資源循環である。2050年カーボンニュートラルを実現するには、プラスチックの主原料を国内で得られる再生樹脂やバイオマス等へと転換していく必要がある。

プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律(以下「プラスチック資源循環促進法」という。)の施行により、今後、地方公共団体によるプラスチック製容器包装とプラスチック製品の一括回収や、製造・販売事業者による自主回収、排出事業者によるプラスチック使用製品産業廃棄物等の再資源化等が進むとともに、プラスチック使用製品設計指針により再生樹脂の需要が拡大していくことが期待される。しかしながら、現在の再生樹脂は、工場端材等を原料としたポストインダストリーのものを除き、多様な樹脂や異素材、異物等の混入・吸着等により、品質が大幅に低下するため、その用途が限られているのが現実である。再生樹脂の需要を拡大するには、ポストコンシューマーのプラスチック使用製品廃棄物を、一般消費財等に使用可能な品質の再生樹脂に戻す、いわゆる「水平リサイクル」のシステムを構築することが不可欠となる。

現在、国内外の産業界では、様々な選別技術やコンパウンド技術、溶剤を利用するマテリアルリサイクル技術、材質別のモノマー還元・再重合プロセス、多様な素材から化学原料を得る循環型ケミカルリサイクル技術等の開発が進んでいるが、これらの諸技術を組み合わせた社会システムとしての水平リサイクルの実装可能性を確認するとともに、具体的な将来像を産業界の様々な分野間で共有することによって、今後の技術開発や設備投資の方向を示すことが必要になっている。

このため、本調査では、地方公共団体が一括回収したプラスチック製容器包装とプラスチック製品を対象に、高度な機械選別を行うソーティングセンター、選別後の物質の高度マテリアルリサイクル及び循環型ケミカルリサイクルを組み合わせた水平リサイクルシステムに関する実証実験を行うとともに、2030年代までに社会実装が可能な将来像の具体的な検討を行った。

1.2 業務の内容

本業務の内容は、一括回収されたプラスチック製容器包装とプラスチック製品を対象に、効率よく機械選別するプロセスと、選別後の物質をマテリアルリサイクル及びケミカルリサイクルするプロセスの確認を行うとともに、選別から再生樹脂活用に至るまでの水平リサイクルシステムの将来像を検討した。

（１）選別リサイクルの実証実験のための技術的な実験の実施及び報告

選別リサイクルの実証実験のための実施計画を立案するため、プラスチック製容器包装とプラスチック製品の一括回収を実施している自治体及び、将来のソーティングセンターに活用可能な選別設備・リサイクル設備を保有する事業者にご協力いただき、技術的な実験を実施した。また、選別の対象とした一括回収プラスチックについては、材質レベルでの組成調査を実施した。

（２）文献・ヒアリング調査の実施

国内外の各組織・業界団体・企業等のプラスチック資源循環に係る取組状況や技術保有情報について、文献調査を実施した。

経済産業省と協議を行い、自治体、リサイクラー、コンパウンダー、メーカー等を対象にヒアリング調査を実施した。なお、このうち複数者については、第２回専門家会議の場で、ヒアリング調査を実施した。

（３）選別リサイクルの実証実験のための実施計画立案

以下のア〜カの内容を含む実証実験の実施計画を立案した。実証実験の立案にあたっては、回収・選別、リサイクル、コンパウンド、再生品利用に係わる団体・事業者等を対象としたヒアリング調査を通じて、実証実験に適しており、かつ、関係者の協力が得られる可能性のあるものを抽出した。計画立案にあたっては、経済産業省と適宜協議した。

- ア. 地方公共団体が一括回収したプラスチック製容器包装及びプラスチック製品を対象とした組成調査、機械選別及び選別後の物質の評価（性状、再生樹脂ペレットの物性等を含む）。
- イ. マテリアルリサイクル技術及びケミカルリサイクル技術を用いた高品質な再生樹脂（レジン、ペレット）の製造。マテリアルリサイクル技術においては、選別後の物質の高度洗浄（温水洗浄・乾燥等）プロセスにより高品質な再生樹脂ペレットを得るものを含む。
- ウ. イのうち、高度洗浄を行いペレット化された再生樹脂を用いた一般的な消費財の容器包装又は製品の成型。
- エ. 一括回収プラスチックを選別した後の物質、再生樹脂ペレット、再生樹脂で成形された容器包装や製品それぞれについて、性状又は品質の分析及び評価。
- オ. 選別困難である複層構成のプラスチック製容器包装等は、リサイクル困難性やインク残留等の問題が想定されるため、別途工場端材等を使用した剥離及び脱墨技術の調査及び試験の実施。
- カ. 技術的な実験に必要となる関係者との調整、手続等。
- キ. 技術的な実験の結果の評価・分析と、ソーティングセンターを核とした水平リサイ

クルシステムに関わる課題等の抽出・整理。

（４）水平リサイクルシステムの具体的将来像の検討

文献調査、ヒアリング調査及び技術的な試験で得られた成果を踏まえ、2030 年代までの社会実装を念頭にしたソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムの具体的将来像を検討した。その際、コストの評価、環境影響（特に温室効果ガス排出量）の評価、労働環境等、関連施設の立地及び地域的配置等の配慮すべき事項について、ヒアリング調査や専門家会議での議論等を基に課題抽出を行った。併せて、将来像を実現するために必要な国の施策及び関係者の取組についても整理した。

（５）実務者ワーキングチームの運営

業務の実施にあたり、プラスチックリサイクルの実務に詳しい5 名で構成される実務者ワーキングチームを設置し、ご意見を伺うとともに、関係者との調整等に係る助言・支援を得た。実務者ワーキングチームでの会議は2 回実施した。

（６）専門家会議の運営

（４）の水平リサイクルシステムの将来像及びその実現に必要な国の施策・関係者の取組の検討を行うにあたり、プラスチック資源循環に詳しい専門家5 名で構成された専門家会議を設置し、ご意見を伺った。併せて、第2 回専門家会議では、水平リサイクルシステムに関係する6 者を招きヒアリングを行った。専門家会議は、3 回実施した。

（７）報告書の作成

実証実験のための技術的な実験の結果及び水平リサイクルシステムの将来像の検討結果をとりまとめた本報告書を作成した。

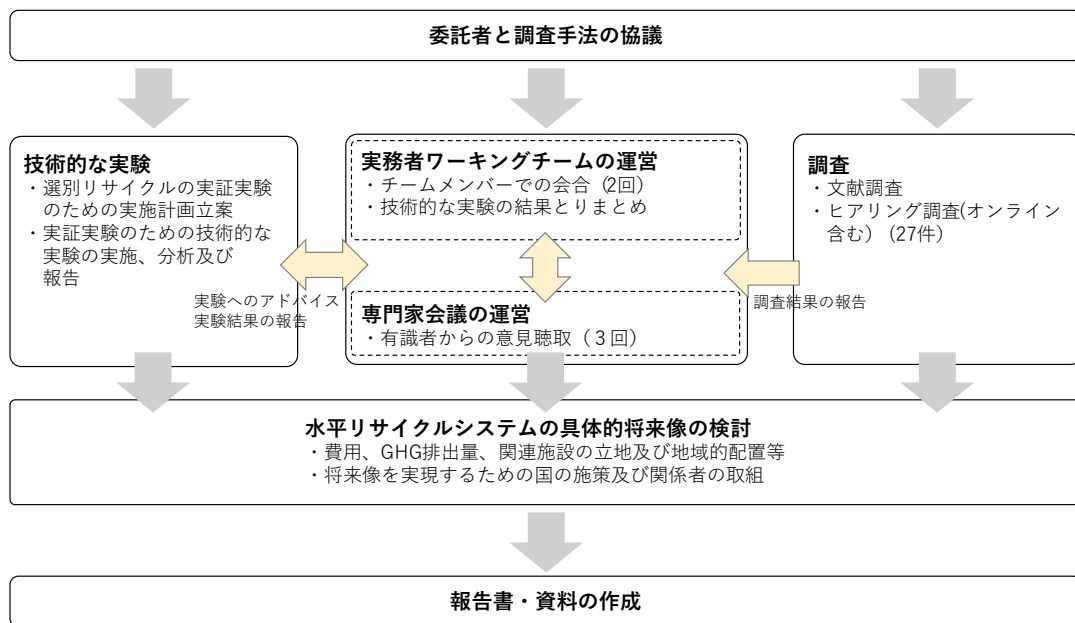


図 1.2-1 業務の全体概要図

1.3 実務者ワーキングチーム（WT）の運営

実務者 WT の体制

【委員】		
南部 博美	CLOMA（クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス）事務局 技術副統括	
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	
古澤 康夫	東京都環境公社 東京サーキュラーエコノミー推進センター アドバイザー	
喜田 知克	ヴェオリア・ジェネッツ株式会社 リサイクル事業本部 副本部長	
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	

表 1.3-1 開催概要（回数、議事）

開催回	日時・場所	議事
第 1 回	日時：令和 6 年 1 月 11 日 （木）10 時～12 時 場所：プラスチック容器包装リサイクル推進協議会会議室（オンライン併用）	1. 調査の概要 ・ 調査の目的と内容 ・ 実務者ワーキングチーム(WT) 2. テーマ別議論 ① 実証実験について ② 今年度の調査内容について
第 2 回	日時：令和 6 年 3 月 22 日 （金）17 時～19 時 場所：オンライン	1. 第 3 回専門家会議での議事内容報告 2. テーマ別議論 ① 水平リサイクルの考え方について ② ソーティングセンターの役割や機能について ③ 次年度の実証実験について

1.4 専門家会議の運営

専門家会議の体制

【委員長】

吉岡 敏明 東北大学大学院 環境科学研究科 教授

【委員】

八尾 滋 福岡大学 研究推進部 機能・構造マテリアル研究所 特命研究教授

大迫 政浩 国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環領域長

中谷 隼 東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻 准教授

加茂 徹 早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構 客員教授

表 1.4-1 開催概要（回数、議事）

開催回	日時・場所	議事
第1回	日時：令和6年1月17日 （水）10時～12時 場所：オンライン	- 調査の概要 - 調査の目的と内容 - 専門家会議について - 参考情報：欧州のソーティング施設の状況 - テーマ別議論 ① 実証実験計画について ② 技術的な実験（組成調査～機械選別） ③ ヒアリング調査について ④ 評価方法について ⑤ その他
第2回	日時：令和6年2月14日 （水）15時～18時 場所：オンライン	- 事業者へのヒアリング - リサイクラー（J&T環境(株)） - マテリアルリサイクル（ウツミリサイクルシステムズ(株)） - ケミカルリサイクル（PS ジャパン(株)、三菱ケミカル(株)） - コンパウンダー、メーカー（いその(株)、花王(株)） - 委員による議論 - 機械選別（ソーティング）技術とリサイクル技術の組合せによる将来の水平リサイクルシステムの仕組みについて - 実証実験の枠組みと関係者の巻き込み方 2030年時点及びその先の社会実装に向けたスケジュール感
第3回	日時：令和6年3月19日 （火）13時～15時 場所：AP 新橋 K ルーム	- 本事業における水平リサイクルの考え方 - 調査結果の概要 - 次年度の実証実験計画（案） - 次年度に向けて

2 技術的な実験の実施報告

本章では、選別リサイクルの実証実験の計画のために実施した技術的な実験について報告する。

2.1 目的

本実験は、選別リサイクルの実証実験で必要となる手続きや手順の確認、検討すべき課題の抽出を目的として実施した。

2.2 概要

本実験はプラスチック製容器包装とプラスチック製品の一括回収を行っている自治体の協力のもと実施した。

実験では、自治体の一般廃棄物処理実施計画に影響を及ぼさないように配慮し、プラスチック資源の組成調査、機械選別、再生ペレットの物性評価を行った。組成調査に当たっては、図 2.2-1 に示すように、搬入されたバールの一部から試料を抽出し組成調査を行い、調査後の試料全量は調査対象以外のバールとともに処理されるよう取り扱った。

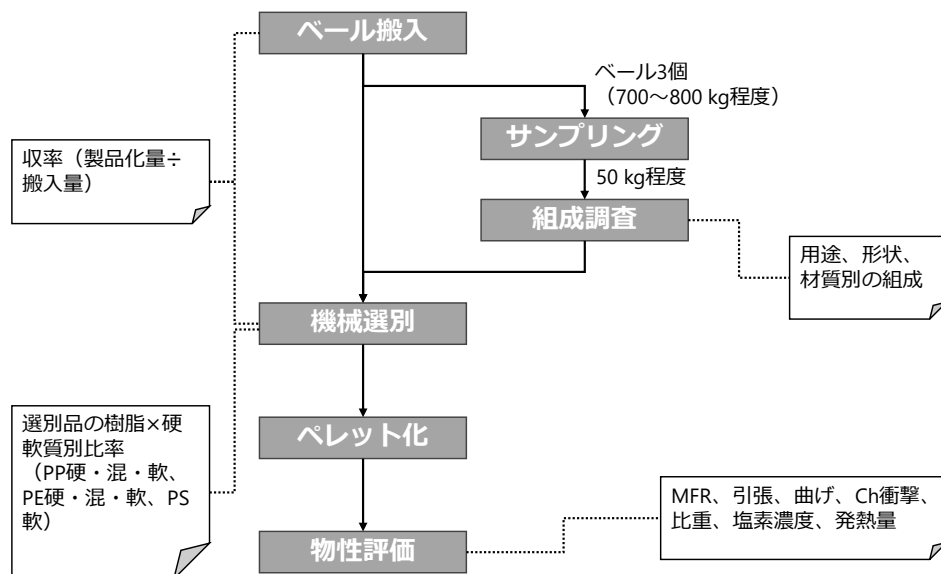


図 2.2-1 技術的な実験の流れ

2.3 組成調査

2.3.1 調査方法

調査方法の概要を表 2.3-1 に示す。具体的な調査・分析項目については、第 1 回実務者ワ

ーキングチーム会合及び第 1 回専門家会議の意見を踏まえて決定した。

表 2.3-1 調査方法の概要

実施日時		2024 年 1 月 26 日（金）8:00～18:00
作業時間		7 時間程度
作業人員		20 人弱
調査対象	排出源	家庭
	ごみの種類	プラスチック資源 （プラスチック製容器包装、プラスチック製品）
	数量	55 kg 自治体による事前選別のないベール 3 個（700～800 kg 程度）から抽出。
調査方法		解碎・破袋・破砕等の前処理を行わず、ベールから内容物の入った分別収集袋を偏りなく取り出し、手作業により破袋・分類した。
主な分類項目		用途：容器包装、製品 形状：2D（平面形状：フィルム、袋、シート）、 3D（立体形状：ボトル、トレイ、日用品） 材質（樹脂の種類）： PE、PP、PS、PET、PVC・PVDC、その他・複合 色：無色透明、有色、濃色 計 56 分類



図 2.3-1 調査対象物及び分類の様子

分類項目を表 2.3-2 に示す。本調査では樹脂別・色別の分類を主眼とし、作業の進行状況から可能であると判断された場合には、（１）食品用途・非食品用途、（２）汚れ・シールの有無、（３）印刷・着色の状態を追加的に観察することとした。

表 2.3-2 組成調査の分類項目

用途	形状	材質	細分類	色
容器包装	2D	PE		無色・有色・濃色
		PP		無色・有色・濃色
		PS		無色・有色・濃色
		PET		無色・有色・濃色
		PVC・PVDC		
		その他の材質・複合素材		
	3D	PE		無色・有色・濃色
		PP	タルクなし	無色・有色・濃色
			タルクあり	無色・有色・濃色
		PS 非発泡		無色・有色・濃色
		PS 発泡		白色・有色・濃色
		PET	プラスチック製容器包装	無色・有色・濃色
			指定 PET ボトル	無色・有色・濃色
		PVC・PVDC		
その他の材質・複合素材				
製品	2D	PE		
		PP		
		PS		
		PET		
		PVC・PVDC		
		その他の材質・複合素材		
	3D	PE		
		PP		
		PS		
		PET		
		PVC・PVDC		
		その他の材質・複合素材		
	ペットボトルキャップ			
	プラスチック小片（3 cm 未満）			
分別収集袋（ポリエチレン製）				
その他（プラスチック以外）				
リチウムイオン電池				
小型家電				
事業系ごみ				

注 1 形状の 2D（平面形状）はフィルム、袋、シートを、3D（立体形状）はトレイ、ボトル、日用品を指す。

注 2 材質については、ほとんど単一の材質からなる物を PE、PP...の各樹脂に分類し、複数の樹脂からなる物や異なる素材と組み合わされている物はその過半が特定の樹脂であっても「その他の材質・複合素材」に分類した。

各項目の設定理由は表 2.3-3 のとおりである。

表 2.3-3 各分類項目の設定理由

分類	理由
容器包装、製品	プラスチック製容器包装・プラスチック製品の一括回収による量及び質の変化を把握するため。
2D、3D、小片	バリスティックセパレーター（揺動選別機）によって分かれるため。
PE、PP、PS、PET、PVC・PVDC	- 代表的な汎用樹脂であるため。 - 先行研究との互換性を確保するため。
PP タルクあり	水による比重差選別を行う場合、PP タルクありが沈んで残さになってしまう可能性があるため。
PS 非発泡、PS 発泡	密度が大きく異なるため。
無色、有色	着色の自由度が高い無色（クリア）の材料と有色の材料には需要の差・価格差があるため。
濃色	近赤外線による光学選別が難しいと考えられるため。

2.3.2 結果

1) プラスチック資源の組成

試料全体の用途別、形状別、材質別組成を図 2.3-2 及び表 2.3-4 に示す。要点は下記のとおりである。

- 「容器包装及び製品」のうち「製品」は約 6%であった。
- 2D・3D の比率は、「容器包装」、「製品」、「容器包装及び製品」のいずれにおいても 3D が半分よりやや多い程度であった。
- 容器包装 2D は、主に PP、PE で、「その他の材質・複合素材」は半分程度であった。
- 容器包装 3D は、主に PS、PET、PP で、「その他の材質・複合素材」は 16%程度であった。
- 製品 2D は主に PE、PVC・PVDC が含まれており、製品 3D は主に PP であった。

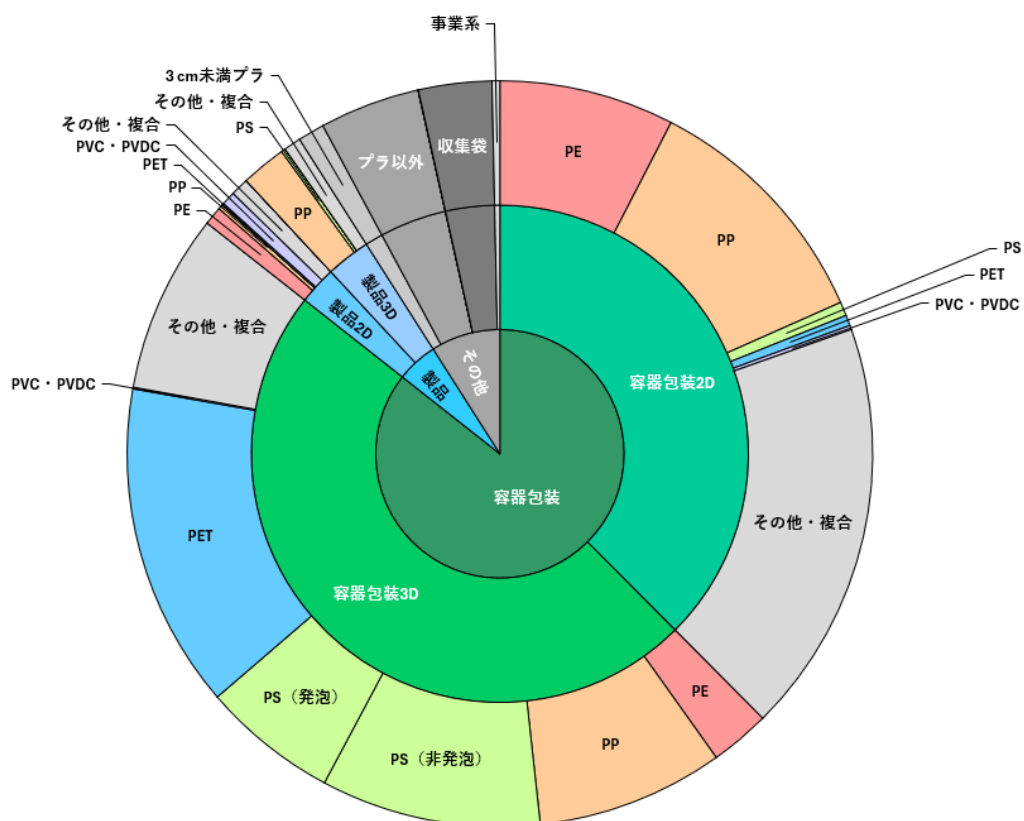


図 2.3-2 試料全体の用途、形状、材質別組成（湿重量ベース）

表 2.3-4 試料全体の用途、形状、材質別組成

	PE	PP	PS 非発泡	PS 発泡	PET	PVC・ PVDC	その他・ 複合	未分類	合計
プラスチック資源	11.0%	21.0%	10.3%	5.9%	14.6%	0.8%	27.2%	-	91.0%
容器包装	10.2%	18.9%	10.1%	5.9%	14.6%	0.3%	25.7%	-	85.6%
容器包装2D	7.6%	10.8%	0.6%	-	0.5%	0.2%	18.0%	-	37.5%
容器包装3D	2.6%	8.1%	9.5%	5.9%	14.1%	0.1%	7.8%	-	48.1%
製品	0.8%	2.2%	0.2%	-	0.1%	0.6%	1.5%	-	5.4%
製品2D	0.8%	0.2%	0.0%	-	0.1%	0.6%	0.8%	-	2.5%
製品3D	0.0%	2.0%	0.2%	-	0.0%	0.0%	0.7%	-	2.9%
その他	-	-	-	-	-	-	-	9.0%	9.0%
3 cm未満ブラ	-	-	-	-	-	-	-	1.2%	1.2%
ブラ以外	-	-	-	-	-	-	-	4.4%	4.4%
リチウムイオン電池	-	-	-	-	-	-	-	0.0%	0.0%
小型家電	-	-	-	-	-	-	-	0.0%	0.0%
収集袋	-	-	-	-	-	-	-	3.2%	3.2%
事業系	-	-	-	-	-	-	-	0.3%	0.3%
合計	11.0%	21.0%	10.3%	5.9%	14.6%	0.8%	27.2%	9.0%	100.0%

注 構成比がわずかであった項目は次のとおりに合算した。「PP タルクあり 0.1%－容器包装 3D／PP」、「指定 PET ボトル 1.4%－容器包装 3D／PET」、「ペットボトルキャップ 0.7%－容器包装 3D／その他・複合」

各項目別の集計グラフを図 2.3-3 に示す。

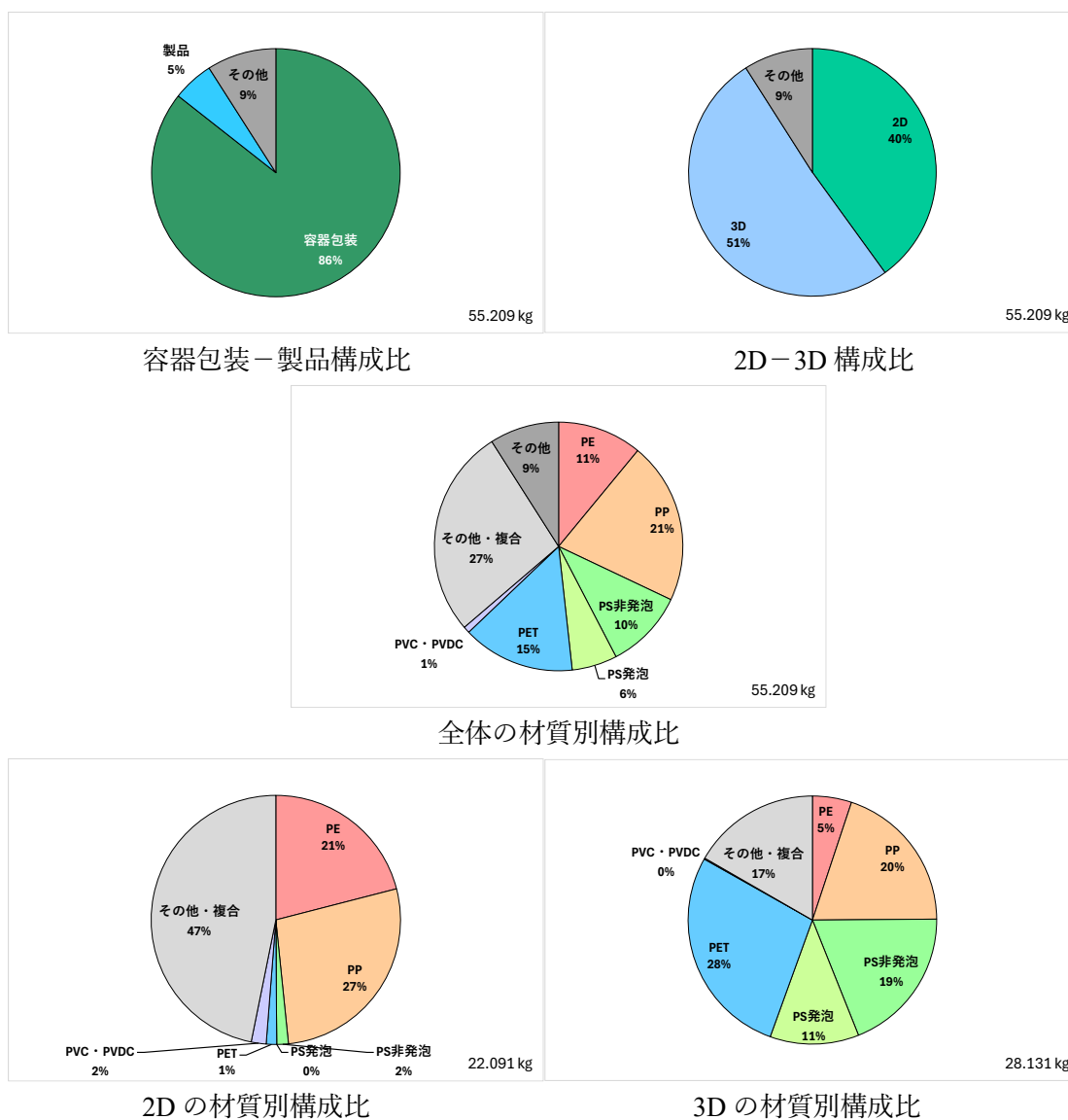


図 2.3-3 項目別構成比

また、色別に分類した材質のうち、代表的なものについて色別構成比を図 2.3-4 に示す。容器包装 3D の PET は無色の比率が特に高く、マテリアルリサイクルを前提とした場合に高い資源性を有する可能性がある※。

※ 機械選別を実施した事業者において、製品として登録している材質は PP、PE、PS であり、PET については製品化を行っていない。

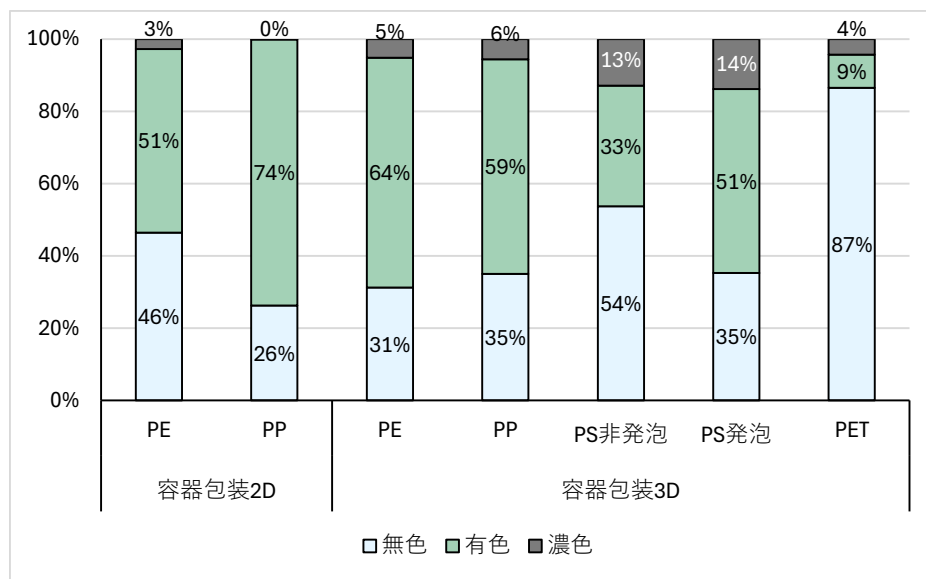


図 2.3-4 色別構成比

2) プラスチック資源の内容物

その他の材質・複合素材及びプラスチック製品の代表的なものについて、その内容物を摘示する。

(1) 容器包装 2D／その他の材質・複合素材

容器包装 2D の複合素材として材質が把握できたものには、PE や PP と PET、PA を組み合わせたものが含まれていた。



PE, PP



PE, PET



PE, PA



PE, PA, PET



PP, EVOH



PP, PET



PP, M

図 2.3-5 容器包装 2D／複合素材の例

(2) 容器包装 3D／その他の材質・複合素材

容器包装 3D の複合素材として材質が把握できたものは PE、PP、PET 等の組み合わせであったが、これら以外に材質の確認ができなかったものや硬質のものが含まれており、容器包装 2D の複合素材よりも多様な材質が含まれていた。



PE, PP,



PE, PET



材質不明



材質不明



材質不明



PLA

図 2.3-6 容器包装 3D／複合素材の例

本調査では PS に分類したが、PS に PP が混練されている材質の容器包装 3D が見られた。図 2.3-7 に示す。



PS+PP



PS+PP

図 2.3-7 容器包装 3D／PS+PP の例

(3) 製品 2D

製品 2D の代表的な材質であった PE、PVC・PVDC の内容物を図 2.3-8 に示す。PE は主に食品用ラップ、手袋及びダイレクトメールの封筒であり、PVC・PVDC は主に食品用ラップであった。



PE



PVC・PVDC

図 2.3-8 製品 2D の例

(4) 製品 3D

製品 3D の代表的な材質であった PP の内容物を図 2.3-9 に示す。まな板・皿・コップ・保存容器・ストロー、PP バンド、玩具等が含まれていた。



図 2.3-9 製品 3D/PP の例

2.4 機械選別

本事業に協力いただいた事業者において、搬入されたプラスチック資源バールが通常操業と同様の工程・設定によって機械選別される過程を観察し、収率及び材質別の比率を確認した。

2.4.1 実施概要

機械選別の実施概要を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 機械選別の実施概要

実施日	2024 年 1 月 26 日（金）
対象物	自治体において収集された分別収集物（バール） （2024 年 1 月 25 日受入）
実施内容	自治体にて一括回収を行っているプラスチック資源について、選別状況の調査を行う。 機械選別では、収率（搬入量に対する選別品の割合）、材質別割合（樹脂×硬軟の割合）等を確認する。選別状況の調査を行った後は、全量を通常ラインに戻し、再商品化製品として取り扱う。

2.4.2 再商品化方法

回収から機械選別までの再商品化フロー及び主な選別装置の写真と説明を示す。

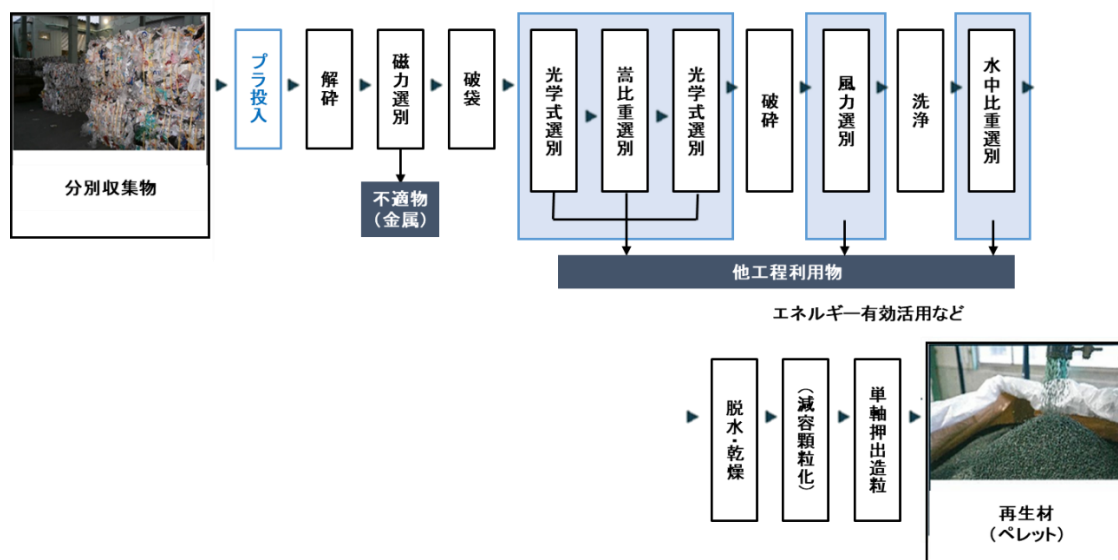


図 2.4-1 再商品化フロー



(a) バリスティックセパレーター



(b) 光学式選別装置



(c) 比重分離選別装置



(d) 風力選別装置

図 2.4-2 選別装置

表 2.4-2 選別装置の使用目的

写真	選別装置	説明
(a)	バリスティックセパレーター	振動と風力、傾斜の組み合わせにより、プラスチックを軽量物（軟質系）と、重量物（硬質系）、ダストや光学式選別が選別できない微細物の3種類に分別する。
(b)	光学式選別装置	混合したプラスチックを近赤外線により検知・識別し、対象物にエアを噴射することで、目的材質に分ける。
(c)	比重分離選別装置	水中でプラスチックの比重差を利用して、比重分離槽内で浮上するポリオレフィン（PP、PE）を回収する。PPとPEは比重差が小さいため、あらかじめ光学選別装置で分けておく必要があるが、前工程で除去できずに残留したPVC、PET、PA（ナイロン）、金属等をさらに除去することが可能である。
(d)	風力選別装置	ジグザグ風力選別機は、ジグザグ形状のダクト内を通る上昇気流を利用して、硬質系からのフィルムの分離除去や、破碎後の金属物を排除する等、破碎後のプラスチックの目的材質の純度を上げるために使用している。

機械選別の実際の様子を図 2.4-3 に示す。



搬入(2024/1/25)



試験開始(2024/1/26 8:00)



プラ投入



試験終了(2024/1/26 10:00)



仕掛品(フラフ)



仕掛品(フレーク)



造粒



再生樹脂(ペレット)

図 2.4-3 機械選別の様子

2.4.3 結果

プラスチック製品が投入されることによる機械選別工程への悪影響は特段見られなかった。PS 硬質については今回のサンプルだけでは、分析できるほどの量を得られなかった（通常作業時でも搬入量に対して得られる量は 0.1%未満）。

得られた材料の収支及び材質内訳は表 2.4-3 及び表 2.4-4 のとおりであった。

表 2.4-3 選別後材料の収率

実験投入量（搬入量）	収率
6,790 kg	48%

表 2.4-4 選別後材料の材質別構成比

選別後の材質	構成比
PE 軟質	40%
PE 硬質	8%
PP 軟質	32%
PP 硬質	9%
PS 軟質	11%
PS 硬質	0.1%以下
合計	100%

注 1 硬質・軟質は組成調査における 3D・2D に必ずしも対応していない。

注 2 組成調査の試料が実験投入物を代表しているとは限らないことや組成調査の分類方法と機械選別の設定の相違から、特定の材質について組成調査の構成比と選別後材料の構成比の厳密な対応を取ることは困難である。

機械選別で得られた材料から物性試験に最低限必要となる量のペレットを製造した。また、選別残さについても 500 g 程度をサンプリングした。

表 2.4-5 物性試験用材料の内訳

材質	形状	評価用サンプル量
PE 軟質	ペレット（実機製造）	2 kg
PE 硬質	ペレット（試験製造）	2 kg
PE 混合	ペレット（試験製造）	2 kg
PP 軟質	ペレット（実機製造）	2 kg
PP 硬質	ペレット（試験製造）	2 kg
PP 混合	ペレット（試験製造）	2 kg
PS 軟質	ペレット（実機製造）	2 kg
選別残さ	フラフ	0.5 kg

2.5 物性評価

2.5.1 分析対象・分析項目

前項で製造した評価用ペレットについて、各物性試験（メルトフローレート、引張試験、曲げ試験、シャルピー衝撃試験、比重）を実施した。試験は各材質について5反復実施した。また、選別残さについては塩素濃度及び高位発熱量を測定した。

供試したペレット及び選別残さの外観を図 2.5-1 に示す。



図 2.5-1 供試したペレット及び選別残さ

2.5.2 結果

今回の再生材と通常時の再生材には大きな差はなく、プラスチック製品が入ることによる大きな影響はなかったと考えられる。

リサイクル材の物性評価結果をコンパウンダーに提示し、必要な分析項目及び課題・物性に関する意見を聴取した結果を表 2.5-1 に示す。

表 2.5-1 リサイクル材評価試験結果に対するコンパウンダーの意見

試験結果に対する意見
【必要な分析項目】 - 再生樹脂は物性のばらつきが大きいいため、数値の幅が重要である。どの程度の幅に収まっているかで評価する。1 回の平均値だけでは判断できない。数値を経時的に把握することも重要である。 - 分析項目として、残存水分率も測っておくほうがよいだろう。プラスチック製容器包装由来の再生材の場合、表面に付着する水分と、中に含まれる水分がある。 - ペレットに含まれている物の把握も必要である。ペレット自体を分析するというより、ペレットにする前の選別後材料の内容・状態を見ておくほうがよい。投入物、光学選別後、比重選別後の各段階のものを見たほうがよい。硬質・軟質と分類されており（プラスチック製容器包装を扱うリサイクラーではこの分け方をよく見るが）使用側の立場ではこの分類はよくわからない。具体的にどういう内容のものを明らかにしてほしい。 【課題・意見】 - プラスチック製容器包装由来の再生材で製品を作る場合、PE と PP を分けたものよりも、PE・PP ミックスで再生されたペレットの方が、原料としての品質が安定する。もし、PP リッチの製品が作りたい場合は、他の PP（産業廃棄物由来やバージン材）を足せばよい。 - コストをかけて PE と PP を分けようとしても、日本の場合は複合材が多いので樹脂純度が上がらない。光学選別機の精度が悪いわけではなく、機械のチューニングによって選別のされ方も変わってくる。 - 軟質はフィルム系、硬質は射出成形品・ブロー成形品として選別されていると思われるが、一般廃棄物の PP はシート系の PP+PE（弁当容器等）や多層フィルム等があり、ソーティングには困難があるだろう。 - LDPE、HDPE の分別は難しく、用途開発が必要だと思われる。 - PE や PS は用途開発しなければ、現時点では市場が無い。

2.6 次年度以降の実証実験に向けて

来年度以降の実証実験に向けて検討が必要な事項について、表 2.6-1 に示す。

表 2.6-1 実証実験における要検討事項

項目	内容
2D、3D の定義	- バリスティックセパレーターによる選別の状態に合わせた組成調査分類設定が必要である。 - バリスティックセパレーターによる選別状況を調査することも有効である。
小片の扱い	バリスティックセパレーターによる選別の状態（ふるい目の設定等）に合わせた組成調査分類設定が必要である。
複合材の扱い（表面、内容）	再生材利用サイドの基準や後段の選別条件に合わせて、複合材の分類や内容把握を行う必要がある。
色の扱い	近赤外線光学選別機による選別の難易（濃色）や再生材使用者の使用意向（無色、有色）に合わせた組成調査の分類設定が必要である。
同一樹脂内の材質の違いの考慮	今年度調査では PS のうち GPPS や HIPS、PP が混練されているものについて特段項目を分けてなかった。ケミカルリサイクル技術保有者等の受入基準に合わせて組成調査の分類を設定する必要がある。
時間を要した工程	小片やペットボトルの胴巻きフィルムは手がかりが少なく、材質の判定に時間を要した。光学センサーによる判定や全体に占める割合が小さい場合には材質判定の対象外とすることで作業の効率化が図れる可能性がある。

3 選別リサイクルの実証実験のための実施計画の立案

3.1 計画立案の手順

3.1.1 実証実験の目的

実証実験の目的を以下に示す。

- ① 一般廃棄物の廃プラスチック類を、現在実装されている選別技術の組み合わせにより、どこまで高精度に選別することが可能かを明らかにする。
- ② プラスチック循環システムの実現に資する各種技術（コンバウンド技術、溶剤を利用するマテリアルリサイクル技術、材質別のモノマー還元・再重合プロセス、多様な素材から化学原料を得る循環型ケミカルリサイクル技術等）の開発状況、導入要件を整理し、利用できる原料の要件を確認する。
- ③ ①と②の組合せによる高度なプラスチック資源循環システムについて、経済面、制度面、社会面から分析し、実装の可能性や課題を抽出する。
- ④ 本事業における技術的な実験で見出した課題を踏まえ、我が国の状況に合った持続可能な水平リサイクルシステムの将来像と、そこに至るための道筋を描く。

3.1.2 実施計画の策定に必要な項目の調査

一般廃棄物のプラスチック（プラスチック製容器包装、プラスチック製品）のリサイクルは、ペットボトルや発泡トレイに代表される単品回収によるクローズドループのリサイクルと、その他プラスチック製容器包装で実施されている自治体の資源回収、異物除去、選別等を経た再商品化等がある。

本事業では、クローズドループによるリサイクルは維持・推進しつつ、自治体等によって回収される資源物を対象として、機械選別を行うソーティングセンターを整備し、選別品を高度マテリアルリサイクル、循環型ケミカルリサイクル技術を有する事業者に引き渡すことを想定する。一般廃棄物プラスチックは、プラスチック資源循環促進法の施行により、回収する自治体数が増加している等、資源確保のポテンシャルは大きい。現在のプラスチック製容器包装の再商品化で得られる再生材を一般消費財の原料として利用するには課題も多い。再生材の付加価値を高めつつ、回収した一般廃棄物プラスチックを資源として循環させるための手段として、ソーティング施設の可能性を評価・検証する必要がある。

そこで、始めに欧州のソーティング施設の概要を調査した。欧州では、マテリアルリサイクルを中心としたソーティング施設が一般化している。日本でのソーティング施設については、欧州とのごみ質や制度面・社会面の違い等も考慮した上で、日本に適した形で導入することが求められる。このため、欧州のソーティング施設での設備を参考に、日本での導入が想定されるシステム構成についても検討した。

次に、国内のリサイクル技術との連携について検討するため、図 3.1-1 に示すリサイクルシステムのイメージ（素案）を描き、これらの要素技術を有する事業者に対するヒアリング調査を行った。ヒアリング調査の対象は、一般廃棄物プラスチックの受入から選別まで行う事業者、各種の高度なリサイクル技術（マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、コンパウンド）を有する事業者、再生材の利用に関わる動脈産業の事業者とした。

ヒアリング調査では、図 3.1-1 のリサイクルシステムのイメージ（素案）を提示し、本事業で想定しているソーティング施設の位置づけを説明した上で、原料調達観点からソーティング施設に求める役割、受入条件等を尋ねた。

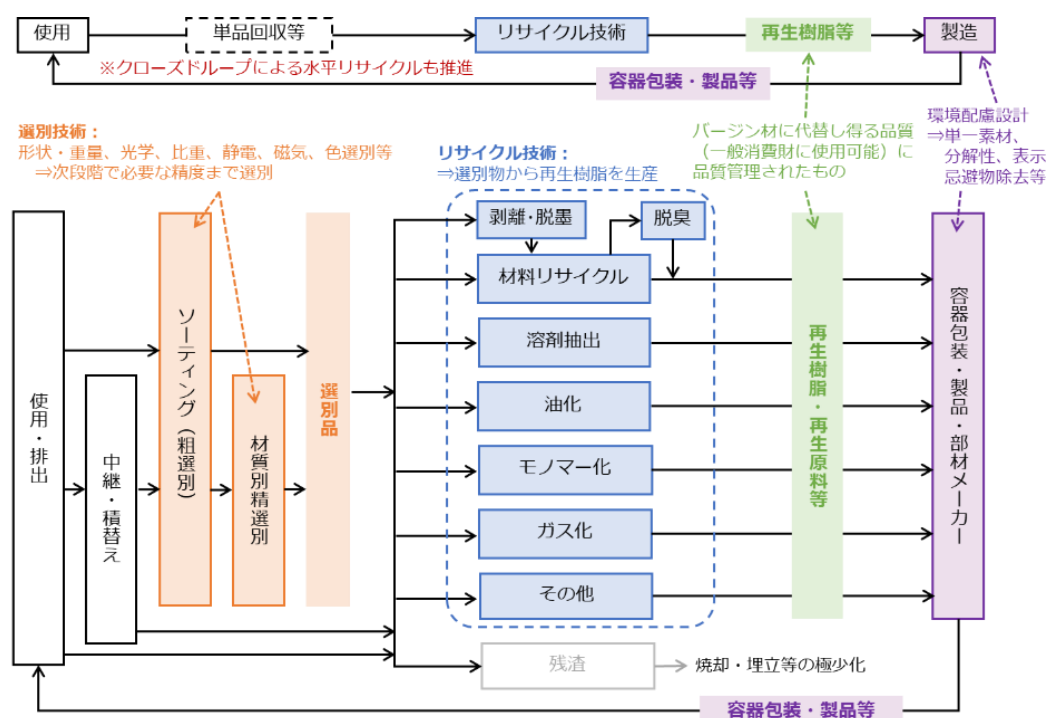


図 3.1-1 リサイクルシステムのイメージ

3.1.3 効果的なソーティング施設の整備に向けた実証実験の検討

上記調査の結果を受けて、日本のソーティングセンターに持たせるべき役割を検討した。また、次年度の実証実験に協力可能な選別施設の調査を実施し、必要な設備、期間、費用等を整理した。

3.2 欧州のソーティング施設及び選別技術の調査

3.2.1 調査の内容と方法

欧州を含む諸外国では、使用済プラスチックの機械選別が大規模に実用化されるとともに、選別後のサプライチェーンも構築され、リサイクルビジネスを構築している。

2023 年 10 月に実施された 3 R・循環経済研究会による欧州視察（以下「欧州視察」という。）では、欧州の 3 カ国 4 箇所のソーティング施設（MSW：2 施設、Light Package（≡ 容器包装）：1 施設、ペットボトル：1 施設）を見学し、事業概要、システムを調査している。

本事業では、この結果を基に、調査対象施設に再度協力を依頼し、以下の点についてインタビュー形式で追加調査を行った。

- ・ 対象物の排出区分、搬入物の内容
- ・ 処理量、稼働日数等
- ・ 選別後の品目、プラの材質の割合、純度、用途等
- ・ 出資者・事業主体、設備費への公的負担の有無
- ・ 収益構造（引取価格、処理後の売価）
- ・ その他
 - ✓ プラスチックリサイクルの流れについて
 - ✓ ビジネス成立の規模感等
 - ✓ ミックスプラについて

3.2.2 欧州ソーティング施設における処理の流れ

欧州視察を元に、欧州におけるソーティング施設の位置づけを以下に整理した。

【視察先ソーティング施設の位置づけ】

- ・ 市民の分別は、国によっても異なるが、紙、プラスチック、有機物（Organic）、金属・缶・ビン、その他となっている。
- ・ 全ての分別物が、日本における「中間処理施設」に相当する「ソーティング施設」に搬入され、資源回収後に焼却・熱回収、埋立等により処分されている。
- ・ 埋立税（30～40 ユーロ/t）が、資源回収のインセンティブとなっている。
- ・ 回収される品目は、PET（ボトルとトレイは選別して回収される）、PE、PP、PS、ミックスプラスチック、紙、ダンボール、飲料パック（テトラ※）、アルミ、鉄、有機物等となっている。
- ・ ソーティング施設で一次選別された後、ベール等で次の資源化施設に出荷される。

※ テトラ：プラスチック、紙、アルミ等で構成される飲料パック全般。ただし、日本のレトルトパックのような容器は少ない。資源回収後の残さは RDF となる。

出所 3 R・循環経済研究会による欧州視察（2023 年 10 月）に基づきエックス都市研究所が作成

ソーティング施設は、基本的には「資源化できるものをできるだけ取り出し、原則単純焼却は行わず、熱回収や埋立処分量を削減する」ことを目的としている。選別品は有価で販売されるが、国や地域によって受入先の有無・状況が異なるため、取り出す品目も異なる。黒色の廃プラスチックは、ほとんどが残さとして回収される。

ソーティング施設では、材質別に「一次選別」が行われる。一次選別とは「可能性のある対象物を最大限取り出す」選別に近く、ターゲットとする樹脂が含まれるものを全て回収するというプログラムになっている。例えば、異素材のラベルやキャップがついた PET ボトルも、キャップ・ラベルを含めて“PET ボトル”として回収される。複合材・複層材の場合は、含有割合が最も高い樹脂を基に当該樹脂として回収される。これらは、ベール化されて次の施設（材質別二次選別施設）に搬送され、破碎・洗浄等の精選別工程を経て、純度の高いペレット・フレーク等加工される（図 3.2-1）。

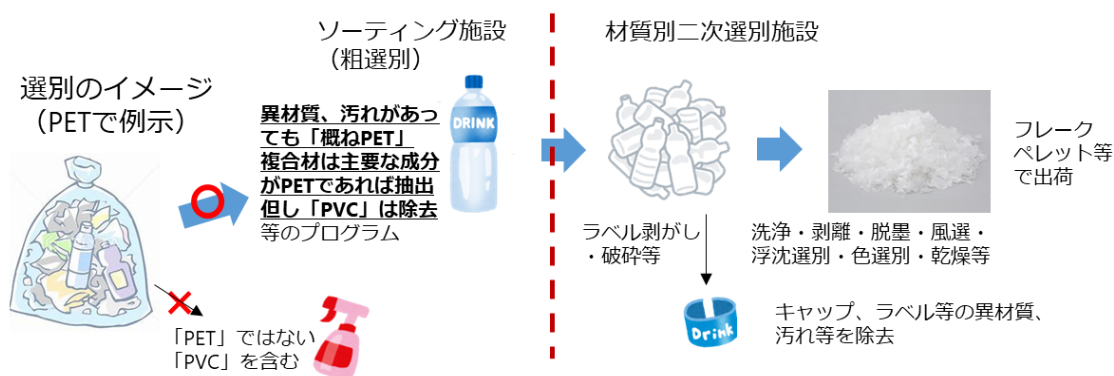


図 3.2-1 ソーティング施設と材質別二次選別施設の役割分担のイメージ

欧州視察の訪問先のひとつである Pre Zero（ドイツ）は、日本の容器包装に近い Light Package を受け入れ、一次選別を行っている施設である。この施設について、リサイクルの段階における位置づけと、選別後の品目、プラの材質の割合、純度を整理した（図 3.2-2）。

搬入物は、プラスチック製容器包装と金属缶（Fe、NFe（非鉄））、紙（Mixed Paper）、飲料パック（Tetrapack）等を合わせて回収したものである。この中から資源物が約 7 割回収され、その他は最終処分又は焼却処理（熱回収）されている。

ここで、材質名の横の数値は純度である。例えば、PET bottle の 94% は「100 個のうち 94 個が、“PET bottle”の定義に該当する容器である」という意味であって、選別物全体のうち材質としての PET の含有割合が 94% という意味ではないことに留意が必要である。また、純度は販売先の要求条件により設定され、ターゲット物質の含有量だけでなく、忌避物の除去も含めたものとなっている。PVC が忌避物の場合、限界値以上の PVC が入っているもの（例：PVC のラベルが貼ってある等）は、99% が PET であっても“PET bottle”から除去されるような選別プログラムとなっている。

なお、最終処分場又は焼却施設に運ばれる残さ（residue）のうち、「リサイクル可能：8 %」

は、リサイクル可能な樹脂であるが、引き渡し先がない等の理由で残さになるものであり、「リサイクル不可能：19.5%」は、資源化できないものを指している。

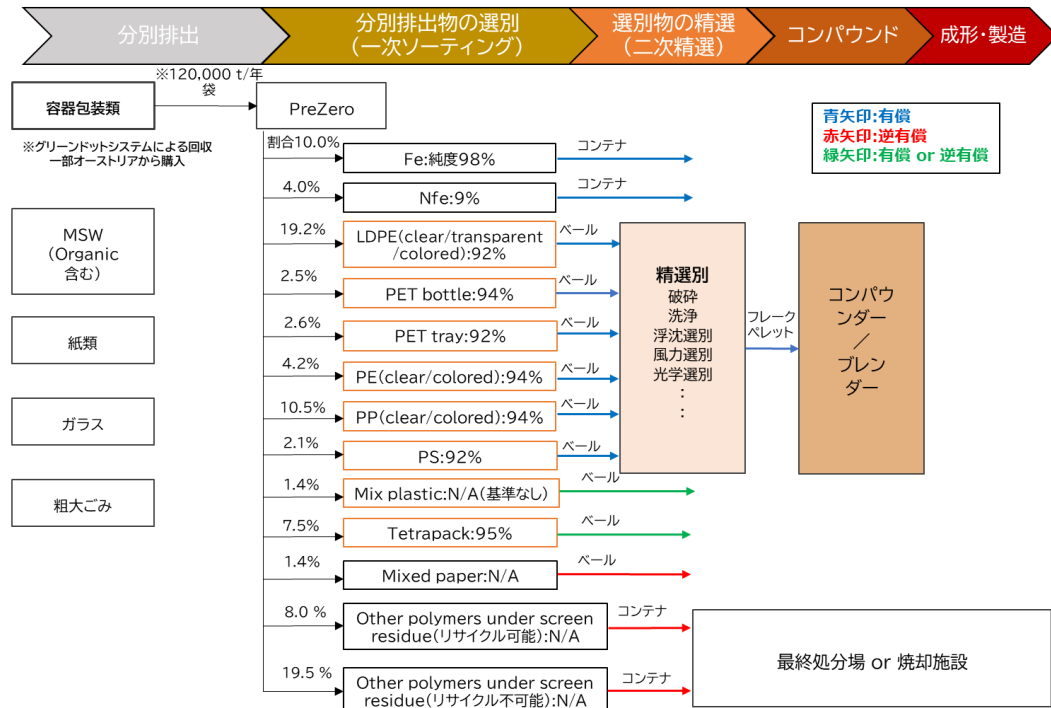


図 3.2-2 ドイツの Light Package 選別施設 (Pre Zero) の選別品目・純度等
出所 欧州視察及び追加インタビューに基づきエックス都市研究所作成

日本のプラスチック製容器包装の再商品化（マテリアルリサイクル）では、選別後に材質別のペレット化等まで行っているが、欧州のソーティング施設では大半がベールで搬出される（図 3.2-3）。

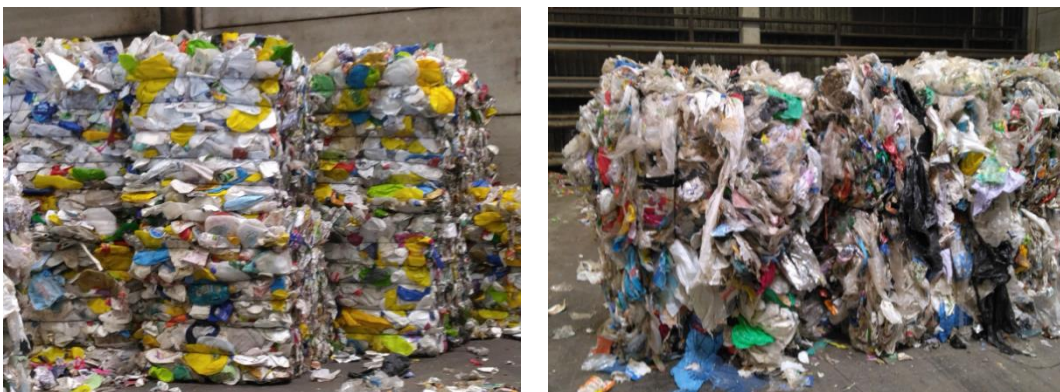


図 3.2-3 ソーティング施設の選別品（左：HDPE，右：Mix plastic）

ベールの出荷先では、材質別に精選別（グレード分け選別、破碎・洗浄、フレーク選別、

ペレット化等）が行われる。ソーティング施設の設備では外すことができないキャップやラベル、汚れ等は、当該出荷先の施設で除去される仕組みとなっている。また、材質や施設によっては、フレークからペレット化までの工程で脱臭・脱墨が行われる。

精選別施設の例として、欧州視察で訪問した Reilling（ドイツ）のリサイクルの段階における位置づけと、選別後の品目と割合、純度を図 3.2-4 のとおり整理した。ここは、ペットボトルの精選別を行う施設であり、国内の大規模ディスカウントストアチェーンの4店舗で回収されたペットボトルがバールで搬入されている。また、国外（フランス）のソーティング施設で PET として選別されたものも受け入れている。

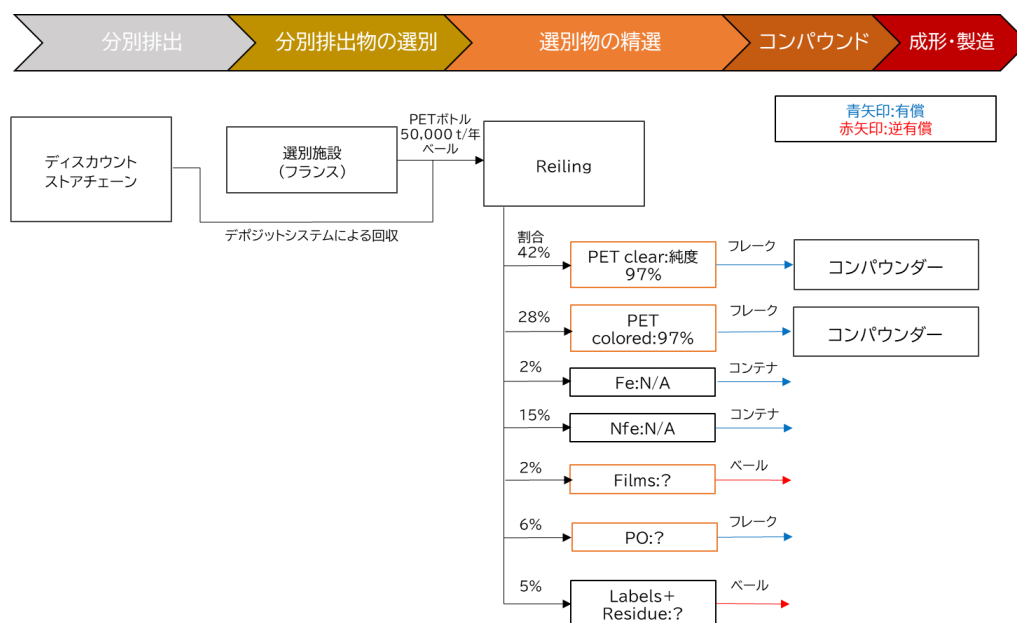


図 3.2-4 ドイツの PET ボトル選別施設（Reilling）の選別品目・純度等

出所 欧州視察及び追加インタビューに基づきエクス都市研究所作成

搬入量（50,000 t/年）のうちペットボトルの割合は約 7 割であり、その他の材質も 3 割含まれている。このため、バールを解破した後、ラベル等を除去し、ペットボトルとその他の材質の容器とを選別し、ペットボトルを色別に分ける（グレード分け選別）。PET に限らず、一般的に無色透明（clear 若しくは transparent と称される）のものは色付き（colored）より数割高値で販売できるため、色選別の工程を設けている施設が多い。

3.2.3 ソーティング施設の事業性

欧州のソーティング施設の事業費・収支構造の調査結果を表 3.2-1 に示す。

ここで、ROAF は、オスロ市近郊の 7 自治体が共同で設置経営する生活系廃棄物の処理施設であり、現在は、周辺 2 自治体の廃棄物を含め、45 万人分の生活系廃棄物を処理している。ROAF は日本における自治体の中間処理施設に近いが、図 3.2-5 に示すようにプラスチック

類も選別して販売しており、運営費の2割が販売益で賄われている。追加ヒアリングで、搬入物全体の物質収支の情報は得られなかったが、欧州視察の際の説明では、搬入量の99%を選別し、そのうち25%をプラスチック資源として回収しており、有機物（オーガニック）はバイオガス化してパッカー車の燃料として利用、残さは焼却（熱回収）をしているということであった。

表 3.2-1 欧州ソーティング施設の事業費構造等調査結果

施設	搬入品目 ・ 規模 (稼働時間)	事業費・収益構造				備考
		設備費 の公的 資金有無	出資者／ 事業主体	運営費 の出所	収入の割合 (処理費 ：販売益)	
ROAF (ノルウェー)	MSW 74,000 t/y (40 t/h × 12 h/d × 255 d/y)	有り	7 自治体 経 営 責 任 は ROAF	住民からの廃 棄物ハンドリ ング料、欧州グ リーンドット からの補助	80：20	公社なので利益を 出すことが目的で はない。限りなく少 ないコストで最大 限リサイクルする ことを目的として いる。
PreZero (ドイツ)	容器包装 120,000 t/y (20 t/h × 19.2 h/d × 312 d/y)	無し	PreZero シュワル ツグルー プ	グリーンドッ トシステムか らの処理費(複 数年契約)及び 選別品の販売 益	非公開	収入から設備費の 減価償却を行う。 パッケージプラント としては現時点 で最大規模。
Reiling (ドイツ)	ペットボトル 50,000 t/y (8 t/h × 12 h/d × 255 d/y)	無し	Reiling	Reiling	0：100 受 入 時 の 処 理 費 は 無し(全量 購入)	収入から設備費の 減価償却を行う。 規模は一般的だが、 最近では小さい方 に分類。

ソーティング施設の規模を時間当たりの処理量で見ると、ROAF が 40 t/h(480 t/日)、PreZero が 20 t/h (384 t/日)、Reiling が 8 t/h (96 t/日) と、日本の中間処理施設と比較して大規模であることがわかる。ヒアリング調査において、ビジネスが成立する規模感は最低 7 t/h 以上であり、規模が大きいほど経済的に有利とのことであった。7 t/h というのは、選別機をベルトコンベアで繋いだ 1 ラインの規模感であり、処理量に合わせて稼働時間で調整するか、さらに大規模化する場合はライン数を増加させるということであった。

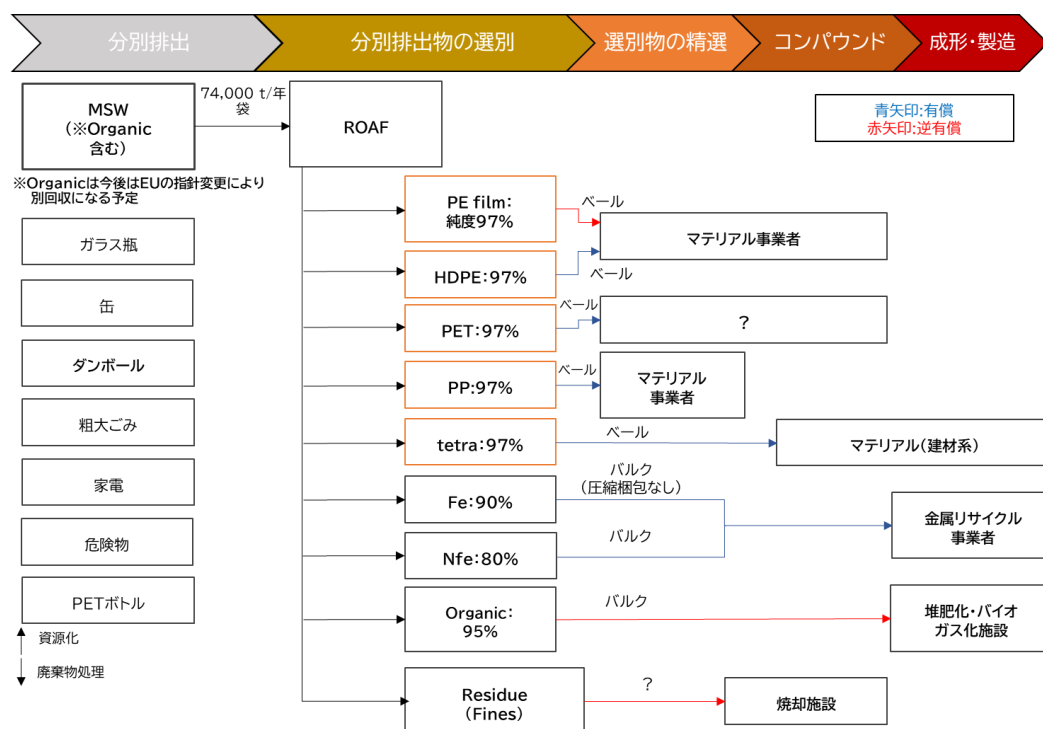


図 3.2-5 ノルウェーの MSW 選別施設 (ROAF) の選別品目・純度等

出所 欧州視察及び追加インタビューに基づきエックス都市研究所作成

欧州のソーティング施設は、施設の集約等の経緯を経て、事業性の観点から数百万人の人口をカバーできるような大規模な施設という今の姿に至っていると考えられる。一方、日本は人口密度が高く、より大規模な施設の構築も可能なはずではあるものの、自治体の自区内処理等の経緯があり、一足飛びに大規模化は難しい点がある。また、日本では発生源分別や資源回収の多様化が進んでおり、日本のソーティング施設においては収集エリアと規模の観点から検討する必要がある。

加えて、ソーティング施設の事業性には、量だけでなく、対象とするプラの組成も大きく影響すると考えられる。欧州では、「販売できるものを取り出し、埋立や焼却（熱回収）を削減する」というコンセプトが中心にあり、買い手の要望に合う状態に選別し、確実に販売することが重要である。再生樹脂の利用を視野に入れた ROAF にミックスプラスチック（多層材が主）の取扱いについて訊いたところ、ケミカルリサイクル事業者でも引取り不可能であるため、残さとして焼却（熱回収）しているとのことであった。ROAF ではミックスプラスチックを減らすために、メーカーに向けて環境配慮設計の推進を目的とした啓蒙活動を行っている。

日本では、軽量化や内容物の品質保持の点から容器包装の複層化が進んでいる。本事業の国内ヒアリング調査において、「プラスチック製容器包装ベールを模した原料をテストのために欧州に持っていったところ、当時、欧州側から「選別後の残さではないか」と言われた」というコメントがあったという。日本の容器包装を適切にリサイクルするには、メーカー等

による再生材の購入（再生材の需要確保）と、容器包装のモノマテリアル化の両面から取り組む必要があると言える。

3.2.4 選別プロセスの検討

欧州のソーティング施設は、「何が搬入され⇒何を取り出し／除去し⇒何を選別品として出荷するか」という考え方にに基づき設計される。

ソーティング施設の基本的な流れを図 3.2-6 に示す。

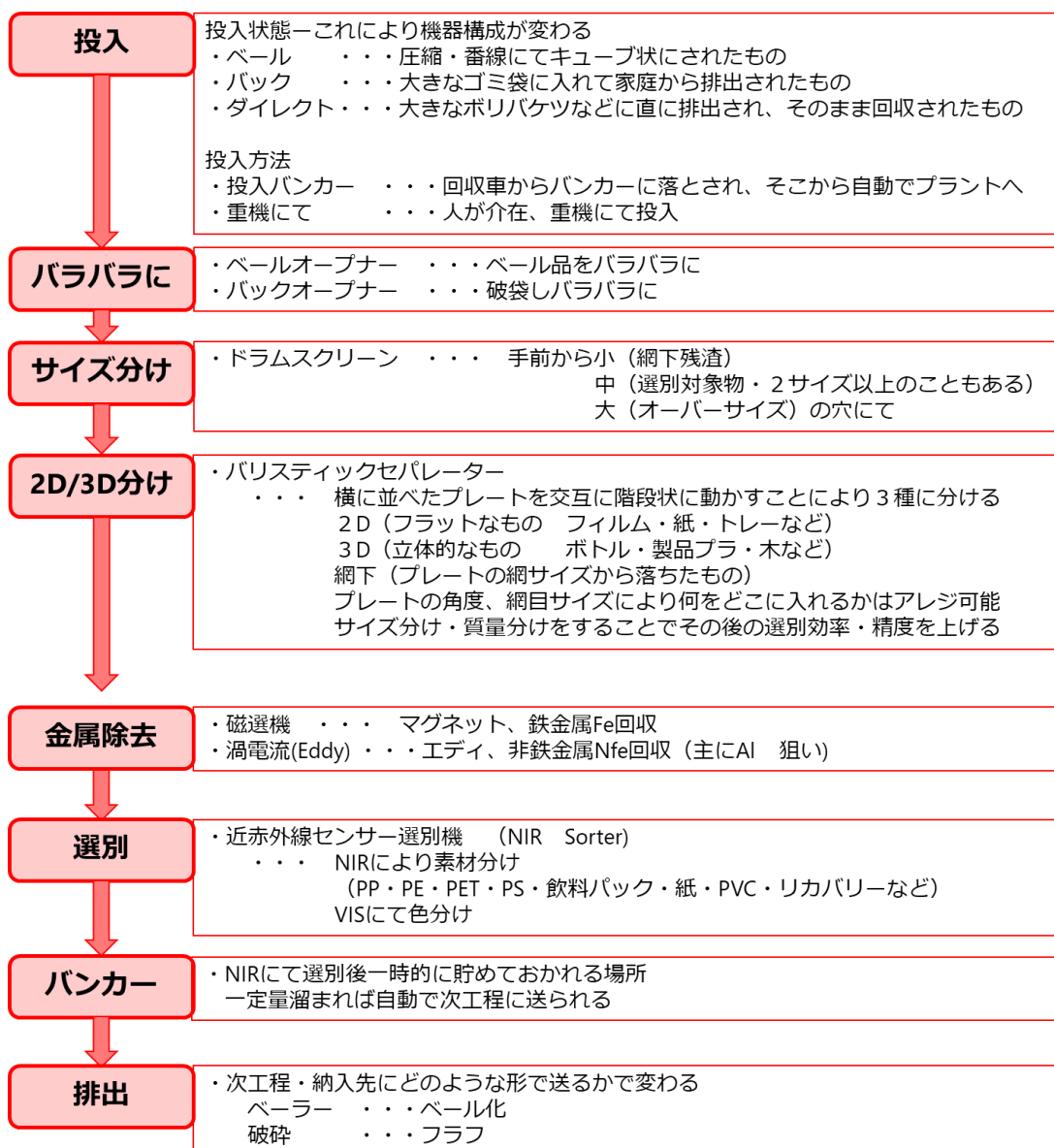


図 3.2-6 ソーティング施設の基本構成と主要機器

出所 EEFA 資料を基に作成

選別前の工程（解砕、サイズ分け、形状分け等）は、次に続く機械選別の効率を高めるための前処理である。サイズ分けはサイズの異なる対象品の重なりを防ぎ、効率良くベルトコンベヤに並べるため、また、形状分けは処理効率を上げるために行う。光学選別機（近赤外線センサー選別機）では、センサーで判断した対象物のみにエア噴射して選別するが、サイズ分けや形状分けの工程は、対象物を一定のサイズ内に揃えることによって同じエア風力で正確に選別するために行う。

サイズ分けには、ドラムスクリーン（図 3.2-7 (a)）等が用いられている。この設備は、手前から奥に向けて穴が徐々に大きくなっており、手前から投入すると、緩やかな傾斜を下りながら穴のサイズより小さいものが選別される仕組みである。

形状分け（2D/3D）には、バリスティックセパレーター（図 3.2-7 (b)）等が用いられている。この設備は、軽いフィルム状及びフラットなもの（2D）と比較的重量のある立体形状のもの（3D）を分ける機能を有する。直径 50 mm 程度の穴の空いたパドルを、機械的にクランクシャフトにより上下運動させ、フィルム状又はフラットなプラスチックが上方向に、重みのある立体形状のプラスチックは重力で下方向に動くことで、分ける仕組みになっている。

バリスティックセパレーターは、プラスチックの選別を目的として STADLER 社（ドイツ）が開発し、特許を取得している。日本の容器包装は欧州より軽い（2D が多い）傾向にあるため、傾斜角度を変えることで何を上にあげたいかを設定することができる。傾斜板の穴のサイズにも意味があり、穴のサイズが $\phi 40 \sim 50$ mm 程度に設定されているのは、塩素濃度が高い傾向にある小さなプラスチックや食品残さ・付着物を穴から落として（網下）除去することで、選別物の塩素濃度を下げようとするものである。



図 3.2-7 (a) ドラムスクリーン (b) バリスティックセパレーター

- 出所 (a) STADLER：trommelスクリーン（web）
<https://stadler-engineering.com/components/trommel-screens>
(b) 富士車輛：バリスティックセパレーター（web）
https://www.fujicar.com/products/products03_2.html

金属除去には、磁選、渦電流（eddy current）の各選別機が用いられている。

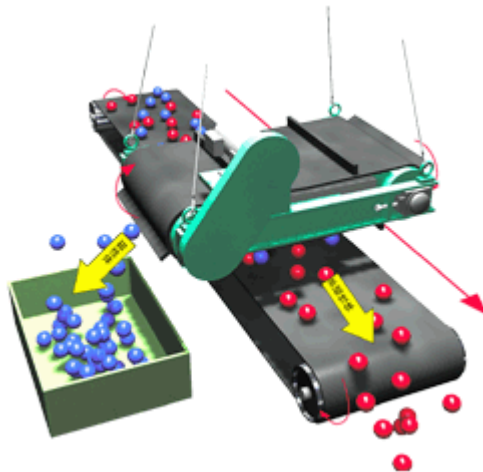


図 3.2-8 磁選機による選別のイメージ

出所 テクノプラン：永久式吊下磁選機（web）
<https://www.mnm.co.jp/products/sdgs/sorter/hanging.html>

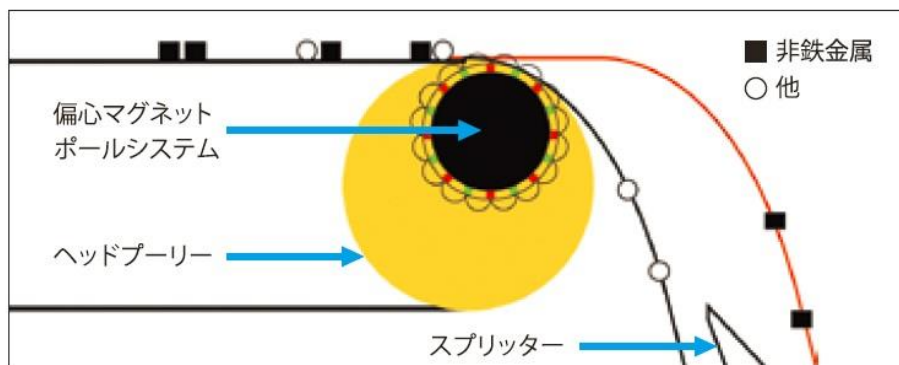


図 3.2-9 渦電流による選別機のイメージ

出所 サナス：非鉄金属選別機エディーシー（web）
<https://www.sun-earth.jp/EddyC>

光学選別では、投入材料がベルトコンベヤでセンサーエリアを通過する際、センサーで情報を読み取り、情報処理し、設定した選別基準に従って検出した素材・形状・色等を、ノズルシステムからの高精度なエア噴射で分離室へと押し出すことにより選別する。

センサーの選別精度はプログラミングによって決まるが、入力したプログラムで正しく投入材料を検知するためには、①対象物がベルトコンベヤに均等に散らばっていること、②対象物の間にスペースがあることが重要である。2点の条件を満たすために、ベルトコンベヤのスピード調整と幅が重要であるが、スピードが遅ければ選別精度が上がるとは必ずしも限らないことには留意が必要である。このため、効率的なセンサー選別を行うには、前工程で対象物を同質・同サイズ等に分け、量を調整し、被覆物等を除去しておくことが重要となる。

近年の光学選別では、複層材の内部を読み取ることはある程度可能となっている。ただし、旧型の光学選別機は、同一樹脂内での細部解析が困難であることに留意する必要がある。ま

た、欧州では、深層学習 AI に基づく食品／非食品の選別技術（例：TOMRA 社 GAIN）が確立しており、今後実装される予定とのことである。

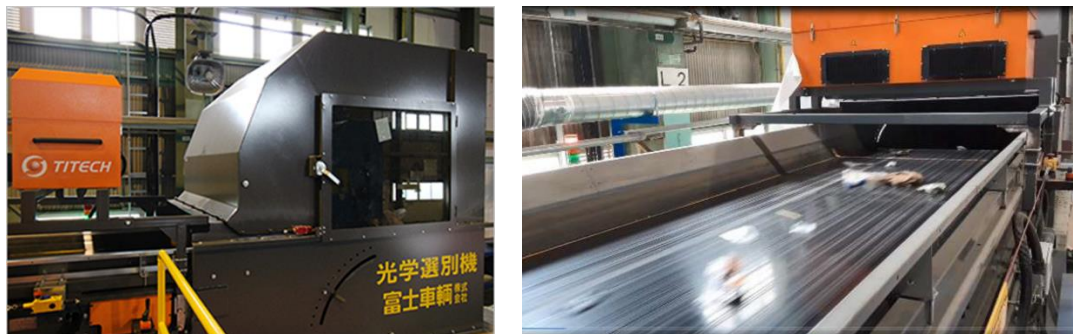


図 3.2-10 近赤外線センサー選別機

注 左 富士車輛：選別機（web） https://www.fujicar.com/products/products03_2.html
右 富士車輛提供

欧州のソーティング施設は、これらの設備をベルトコンベヤでつなぎ、12～24 時間/日連続で、一部の工程（投入や検査ライン等）を除きほぼ自動で運転されている。選別の制度については、モニタリング（短い手選別ラインのイメージ）で状況と原因を分析し、選別ラインのプログラムにフィードバックしている。

3.3 リサイクル技術の調査

国内におけるリサイクル技術開発、将来のプラスチック資源循環像について、文献・インターネット調査、またヒアリング調査を行った。ヒアリング調査では、プラスチック資源循環の取組推進に必要な事項、またソーティング施設に求める役割についても伺った。

3.3.1 ヒアリング調査の概要

文献・インターネット調査、WT 会議メンバーからの紹介等により、ヒアリング調査の対象とする技術を抽出した。抽出に際しては、2030 年を見据えた社会実装に向けて具体性があることを重視し、技術の保有にとどまらず、既に国内外で商業運転や実証事業の実績がある技術、実証プラントの整備や事業化計画等を発表している技術を抽出した。加えて、様々な技術を幅広く調査することを心がけた。マテリアルリサイクル技術についてはメカニカルリサイクルだけでなく、溶媒を使用した技術も対象とした。ケミカルリサイクルについては油化、モノマー化、ガス化の技術を対象とした。また、再生材利用の観点からは、包装材の開発やメーカーに対する提案等を行うパッケージメーカーも対象とした。

調査項目は以下に示すとおり。

- (1) プラスチック資源循環に向けた自社の考え方、将来の目指す姿
- (2) プラスチック資源循環の実現に向けた技術開発等の方向性
- (3) 自社のプラスチック資源循環の取組推進に向けて必要なこと
- (4) ソーティング施設に求める役割
- (5) 選別品に求められる純度や性状についてのご見解
- (6) 実証実験へのご協力の可能性

3.3.2 プラスチック資源循環に向けた考え方、将来の目指す姿

ここでのプラスチック資源循環とは、発生抑制、リサイクルの推進、再生材の利用等を含む概念である。将来のプラスチック資源循環をどのように描いているかを整理した。

主な結果を項目毎にまとめる。

(1) 日本のプラスチック資源循環のロードマップ・展望

① CLOMA

CLOMA 事務局の示す道すじ（案）（ロードマップ）では、プラスチック製容器包装の日本全国における循環を実現するために、地域的な実証から始め、首都圏を皮切りに 3 大都市圏、全国へと展開する姿を描いている。

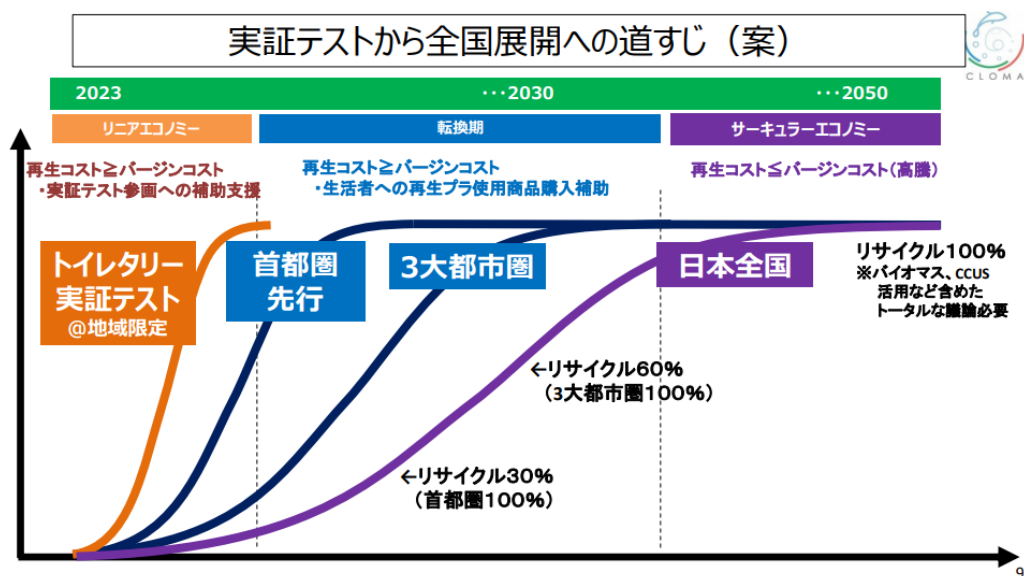


図 3.3-1 CLOMA の道すじ（案）

出所 CLOMA 事務局：容器包装プラスチック循環への取り組み～CLOMA の活動～（2023）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/resource_circulation/pdf/003_04_00.pdf

② 日本プラスチック工業連盟

2019 年に日本プラスチック工業連盟としての「プラスチック資源循環戦略」を公表した。
 表 3.3-11 に抜粋して示す。

表 3.3-1 日本プラスチック工業連盟のプラスチック資源循環戦略

材料リサイクル戦略	【克服すべき課題】 ・ 国内の再生材市場が拡大できていない ・ 再生材の環境価値が評価されず、積極的に使用されていない ・ 海外の輸入禁止措置によるプラスチックくずの輸出制約 【目指すべき方向性】 ◇ 材料リサイクル推進により環境負荷を低減する ➢ 国内外の再生材の潜在市場を開拓する ➢ 分別不十分なプラスチックくず輸出ゼロを達成する ◇ 全ステークホルダーの理解促進と協業に取り組む ➢ 再生材の環境価値が評価され、積極的に使用される ➢ PET ボトル、発泡スチロール、白色トレイの 100%回収、100%有効利用 【目指すべき方向性実現のための方策】 ◇ 再生材潜在市場の開拓 ➢ オープンイノベーションによりニーズとシーズのマッチングを推進し、再生材の特徴を活かせる潜在市場を開拓する ➢ 官民連携のイノベーションによる再生化技術の開発・実用化に取組む ✧ 品質要求に適った製品を生み出せる高度な再生化技術・高度な選別技術の実用化 ✧ 廃プラスチックの排出状況を可視化できるようにし、再生材の安定したサプライチェーンの確立を促し、再生品市場の拡大を図る ◇ 再生材の評価・使用 ➢ 再生材の使用拡大を目指し、再生材の使用が資源を有効利用し、環境
-----------	---

	保護に繋がることを広報・啓発する ➤ 再生材の使用に対するインセンティブ制度作りを官民連携で進め、日本社会として再生材の積極的使用を促進する ◇ 100%回収 ➤ 関係者と協力し、PET ボトル、発泡スチロール、白色トレイを 100% 回収する
ケミカルリサイクル戦略	【克服すべき課題】 • 廃プラスチックを化学原料に戻す、ケミカルリサイクルの実用化が進んでいない 【目指すべき方向性】 ◇ ケミカルリサイクル推進により環境負荷を低減する ➤ 材料リサイクルしづらい廃プラスチックを化学原料に戻す技術・システムの早期実用化を図る 【目指すべき方向性実現のための方策】 ◇ イノベーションによる新技術開発の推進 ➤ 廃プラスチックを化学原料化できる技術の早期実用化を支援する

出所 日本プラスチック工業連盟：プラスチック資源循環戦略（2019）
http://jpif.gr.jp/5topics/conts/plastic_recycle.pdf

③ 容器包装について

国内の容器包装に関する取組として環境省が「容器包装のプラスチック資源循環等に資する取組事例集」¹を公表している。取組事例としてプラスチックの使用量を削減する「reduce」に係るものが多い。

（２）事業化規模

施設整備の規模として、マテリアルリサイクル（メカニカルリサイクル）では比較的小規模での事業化が可能であるが、単一材質で収集する必要がある。溶剤抽出では、年間数万トン規模の取扱が必要である。

ケミカルリサイクルは、バージン材相当の再生樹脂の生産が可能である一方で、油化、モノマー化、ガス化には適正となる設備規模が存在する。

（３）一般廃棄物と産業廃棄物の合わせ処理

一般廃棄物プラスチックと産業廃棄物プラスチックを対象とした合理的な資源回収を実現するための手段として、ソーティング施設の建設を計画している事業者も存在した。

（４）ヒアリング調査結果の概要

ヒアリング調査で得られた主な意見を表 3.3-2 に示す。

¹ 環境省 環境再生・資源循環局 総務課 リサイクル推進室、農林水産省 大臣官房 新事業・食品産業部 外食・食文化課 食品ロス・リサイクル対策室：容器包装のプラスチック資源循環等に資する取組事例集（2023）
<https://www.env.go.jp/content/000121961.pdf>

表 3.3-2 ヒアリング調査で得られた主な意見

分類	資源循環の考え方	将来の目指す姿
選別	一般家庭から排出される一般廃棄物と企業から排出される産業廃棄物を破碎・選別してリサイクルを実施。	排出者・自治体が一体となった合理的な収集を実現するためには、ソーティングセンターの活用が不可欠。
マテリアル	- 高品位な再生材を提供する体制、安定供給と品質確保を重視。 - カーボンフットプリントの認証を取得し、製品における CO₂ 排出量の見える化を実施。 - 日本は欧州と比べカスタマーグレードが多様であることを踏まえ、「心臓産業でプラスチックの未来を考える会」を設立。 - 再生材が一般的な素材として認められることを目指す。	- EU の規則案が採択され、2030 年までに 10 万トン以上の再生材の確保が必要になる場合は、量の観点で産業廃棄物に加えて一般廃棄物から排出されるも調達することになる可能性がある。 2030 年までに国内のマテリアルリサイクル量を倍増（40 万 t→80 万 t）させる。
ケミカル	- ケミカルリサイクル技術においては、PE と PP を選別する必要は無く、リサイクル率向上に貢献するのではないか。 - マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルを比較し、エネルギーと品質のバランスを検討し、各手法の利点と欠点を補完的に活用。 - プラスチックを化石由来でない再生資源に変換すること、マテリアル・ケミカル・サーマルリサイクルがそれぞれ最適化されていることが重要。	- 日本プラスチック工業連盟のロードマップに基づき、ケミカルリサイクルの処理目標を設定。 2040-50 年時点で、ケミカルリサイクルでの処理が 50～100 万 t/年規模を想定。 - マスバランス方式を検討。 - 廃棄から製品化までのトレーサビリティの確立。 - 廃プラスチックを油化して石油精製設備に投入する場合、石油精製工場の数が少ない地域では油にしてから輸送する可能性がある。 - 一括回収を活用し、ケミカルリサイクルを推進。回収後のソーティングは重要。
メーカー	植物由来や再生プラスチックの積極的な活用。	容器包装について PP/PE のモノマテリアル化等、リサイクルしやすい製品設計。

3.3.3 プラスチック資源循環の実現に向けた技術開発等の方向性

ヒアリング調査において、各事業者にプラスチック資源循環の実現に向けた技術開発等の方向性について伺った。

マテリアルリサイクル技術、ケミカルリサイクル技術（油化、モノマー化、ガス化）、コンパウンドについて、技術開発の内容が得られた。また、各技術の受入条件について、マテリアルリサイクル技術では脱臭・洗浄が必要であり、かつ、純度が 70~80%、技術によっては 90%以上が求められること、ケミカルリサイクル技術ではハロゲン樹脂や窒素分・酸素分を含む樹脂が忌避され、また収率低下・生成油の品質低下の要因となる樹脂の割合について管理する必要があること、マテリアルリサイクルが出来ない廃プラスチックのみの処理は困難であることが教示された。

3.3.4 自社のプラスチック資源循環の取組推進に向けて必要なこと

ヒアリング調査で得られた主な意見を表 3.3-3 に示す。

表 3.3-3 プラスチック資源循環の取組推進に必要な事項

項目	内容
循環システムの構築	スケールメリットと地産地消と広域リサイクルの組合せ 廃プラスチックの安定調達のためのスキーム構築・選別 輸送コストの削減、回収スキームの構築 再生材・再生樹脂利用側との連携 効率的な解体・分解によるコスト改善 同種・特殊な工程を集約して実施する施設の整備（溶剤を用いた剥離脱墨等） 自治体と協力した大量回収の仕組みづくり 国レベルでの規制・ロードマップの作成
経済的支援	設備投資の補助 技術開発支援：収率向上、忌避物除去、食品品質保持とリサイクル性を両立させる 素材開発 再生材使用によるコスト増大をカバーする補填策
再生材需要の確保	品質基準の緩和 再生材使用に対するインセンティブ 再生品のランクに応じた需要の創出
再生材の規格化	バージン材と同等の品質確保ではなく、再生材独自の品質規格が必要 利用者側の判断基準となるような再生樹脂に関する品質規格の検討
普及啓発 共有認識の醸成	環境価値の見える化 マスバランス方式の認知拡大、規格化 トレーサビリティの確立 分別回収の実施を通じた消費者の意識向上 循環・再生材利用への理解
法制度面の対応	容り法：ガイドラインの見直し 食品容器・食品業界における規制緩和 バージン材の使用規制 製造・利用側に対する法規制

環境に配慮した製品設計	素材の統一、モノマテリアル化 容器包装の製品設計における PVC の使用規制 廃棄・解体後の再生材利用を考慮した材料設計
-------------	--

3.3.5 ソーティング施設に求める役割の検討

ヒアリング調査において得られた、ソーティング施設に求める役割を表 3.3-4 に整理する。

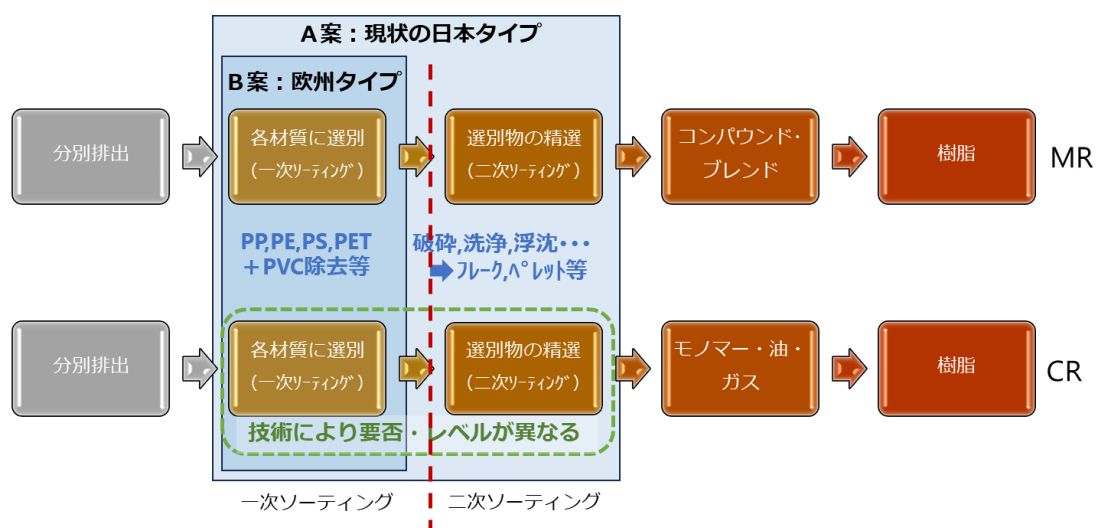
量的な安定確保、材質別の高精度選別、不適物・忌避物の除去、保管・ハンドリング上の期待に分類された。回答者の立場によって、技術的な項目と、事業性や管理面からの項目が含まれている。また、全て機械に任せるのではなく、日本の分別習慣を残すべきではないかといった意見もあった。

表 3.3-4 ソーティング施設に求める役割

期待する機能	内容
量的な安定供給	・スケールメリットによるコスト合理化・複数自治体との連携 ・排出者・自治体が一体となった合理的収集 ・廃プラスチックの安定調達 ・一般廃棄物からのプラ日用品回収
材質別高精度選別	・純度 90%以上の選別品の供給 ・単一素材の高度選別、収率向上
不適物・忌避物の除去	・高純度原料を確保するための異物除去 ・プロセスで忌避となる阻害物質の除外（金属・ナイロン・PVC 等）
保管・ハンドリング性の向上	・保管時の臭気対策 ・破碎されていること（直接投入が可能）

ヒアリング調査の段階では、日本で整備するソーティング施設の機能やイメージを明確に示すことができず、回答者が「ソーティング施設」に対して描いている様々なイメージに基づく内容となった。

そこで、これまでの調査を踏まえ、ソーティング施設に持たせるべき役割を検討した。



現状の日本におけるプラスチック製容器包装の再商品化施設では、A 案の枠に示すように、搬入物を材質別に分け（一次選別）、破碎、洗浄、浮沈選別等の二次ソーティング（精選別）をして、品質・純度の高めたペレット等にして出荷している。

一方、欧州のソーティング施設では、B 案の枠に示すように、搬入物を材質別に機械選別し、ベールで出荷している。欧州タイプでは、3.2.2 項で示したように、材質別に、ラベルや汚れ、複層材・複合素材等を含む状態であり、こうしたベールの販売先は現状では国内には存在していない。

日本におけるソーティング施設では、どこまでの機能を持たせるかについて認識の共通化を図る必要がある。

これを検討するためには、以下の要素が挙げられる。

経済的視点からは、プラスチック製容器包装は、リサイクル費用を受けて再商品化（ペレット等）まで実施し、コンパウンダー等に販売、又は自社でパレットの再生品を製造している。ここでは、再商品化した樹脂が「全量売れるように」敢えて成分等でランク分けをせずにブレンドして販売している状況にある。高純度のペレットを取り出してしまうと、残りが売れなくなる懸念も含め、販売先の多角化、すなわち、どのような再生材が、どこに、いくらで販売できるかの詳細情報を把握することが重要である。

しかしながら、選別施設において、複数の材質について個別に、精製やコンパウンドの技術を有するリサイクラーの需要を把握して再生材の製造まで行うことは限界があり、その点では、一次選別までを行い、その後の出荷先の材質別の工場で専門性と一定以上の規模をもってリサイクラーの需要に応えた再生材製造を行うという欧州タイプのほうが効率的であるともいえる。ただしその場合には、材質別工場が事業として成立するための一定規模の受入を確保する必要があり、輸送を含む収集面の課題があることに加え、リサイクル費用が付くのは一次ソーティング施設までであり、以降は一般廃棄物の再委託の禁止（廃掃法 7 条 14）に基づき有価物として扱うことが求められる等、廃掃法との関係も整理する必要がある。

社会的視点からは、これまでの発生源分別・自区内処理の流れからどのように移行していくかという点がある。日本では発生源分別が行われ、ペットボトル等の資源は確立された回収体制があると同時に、自治体や民間による拠点回収や店頭回収も存在する等、回収ルートが多様化している。一方で、人口減少による分別収集効率の低下、高齢化・外国人人口の増加等により従来どおりの分別排出が困難な状況となる可能性がある。今回の事業では一括回収を対象とした議論であるが、継続的なシステムをしていくためには、回収ルートや、回収品の質の観点についても検討要素となる。

3.4 選別リサイクルの実証実験の実施に向けた調査

3.4.1 選別リサイクルの実証実験の内容設定

これまでの調査を踏まえ、次年度に実施する実証実験の目的と内容を検討した。

① 実証実験の目的

1点目は、今年度調査で受け入れ条件に挙げた項目について深掘りをしつつ、主に忌避物質が除かれるようなサンプルを作るということである。

ソーティング施設では、実生産に障害となるもの（忌避物質）を取り除くことが求められる。ヒアリング調査で、忌避物質のアウトラインが示されたが、忌避する理由が技術的なものなのか、管理・ハンドリング上のものなのか、技術的なもの場合には下限としてどこまで許容できるのかを議論していく必要がある。また、専門家会議においては、二次精選でペレット化すると“練り込まれて”しまうため、その前、すなわちソーティング施設で除去できることを確認すべきといった意見もあった。

2点目は、日本型のソーティングを考える上で、“日本で売れるものは何か”を視野に入れた検討である。

バージン原料が一般的な現状において、樹脂のユーザー側から、再生樹脂に関する具体的な利用条件を得ることは難しいため、実際にソーティングしたものを見せて、利用できるかどうかを問うことが有効と考えられる。日本の容器包装は、欧州と比較して複合材・複層材が多く、欧州と同等のモノマテリアル化には一定のハードルがある。精製やコンパウンドの技術を有するリサイクラーからは、どの程度の純度が求められるか等含有量が重視される可能性もある。専門家会議では、特定の複合素材を集めればリサイクルできるという意見もあった。求める品質は、リサイクラー側の技術や用途によって異なることから、リサイクルに配慮した製品設計の促進は前提としつつ、実際の選別物を前にして、使えるかどうかのコミュニケーションをとる場を設けることが期待され、意見交換の材料となるサンプルをつくることも、実験の目的であると考えられる。

② 実証実験のイメージ

①の目的を踏まえ、次年度実証実験では、リサイクラー（実証実験に協力可能なリサイクル技術保有者等）とのコミュニケーションを図りながら、粗選別から各リサイクル技術へと引き渡すためのサンプルを作成する。

実証実験のイメージを図 3.4-1、図 3.4-2 に示す。実証実験は、自治体が回収した一般廃棄物のプラスチックを対象とし、一次ソーティング、二次精選別、コンパウンダー、成形・製造という工程の中で、主に二次精選別の前の段階で行われる、破碎前の機械選別から成る「一次ソーティング」に焦点を置いて実施する。

図 3.4-1 選別実験のイメージ①に示すように、解砕・破袋、金属系異物除去の後、形状別選別を行ってから光学選別機で材質別に選別する。これを、再度光学選別機でグレード分けをする。グレード分けとは、例えば、目的材質以外の混ざり物が極めて少ないもの、混ざっ

てもよい材質は含まれているもの等、リサイクラーの受取条件に合わせて設定する。図 3.4-1 選別実験のイメージ①の赤枠の中の PP に着目し、拡大したものが図 3.4-2 である。ここで、サンプルⅠ～Ⅲの条件は例示であり、実際にはリサイクラー側のニーズに応じた条件で選別することを想定している。

選別物の評価としては、機械選別後のもの（破碎・洗浄等の二次精選前）について行うと同時に、リサイクラーのニーズによってはペレット化までの工程も視野に入れることとする。

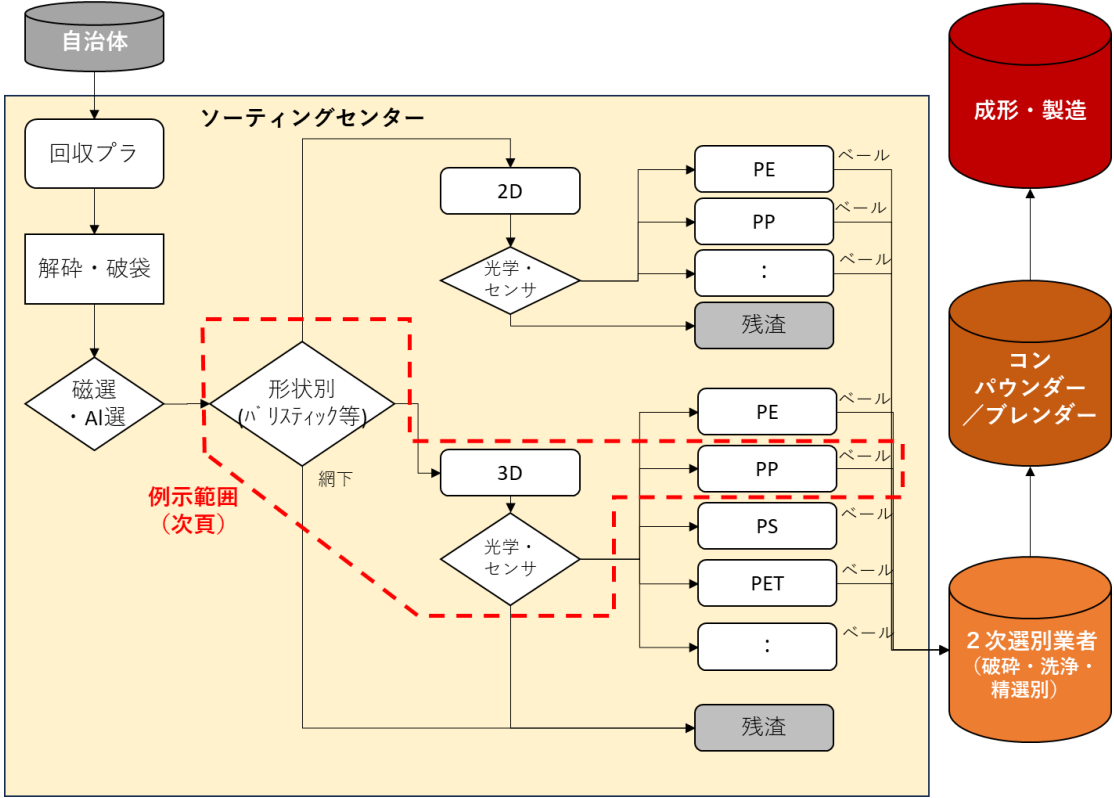


図 3.4-1 選別実験のイメージ①

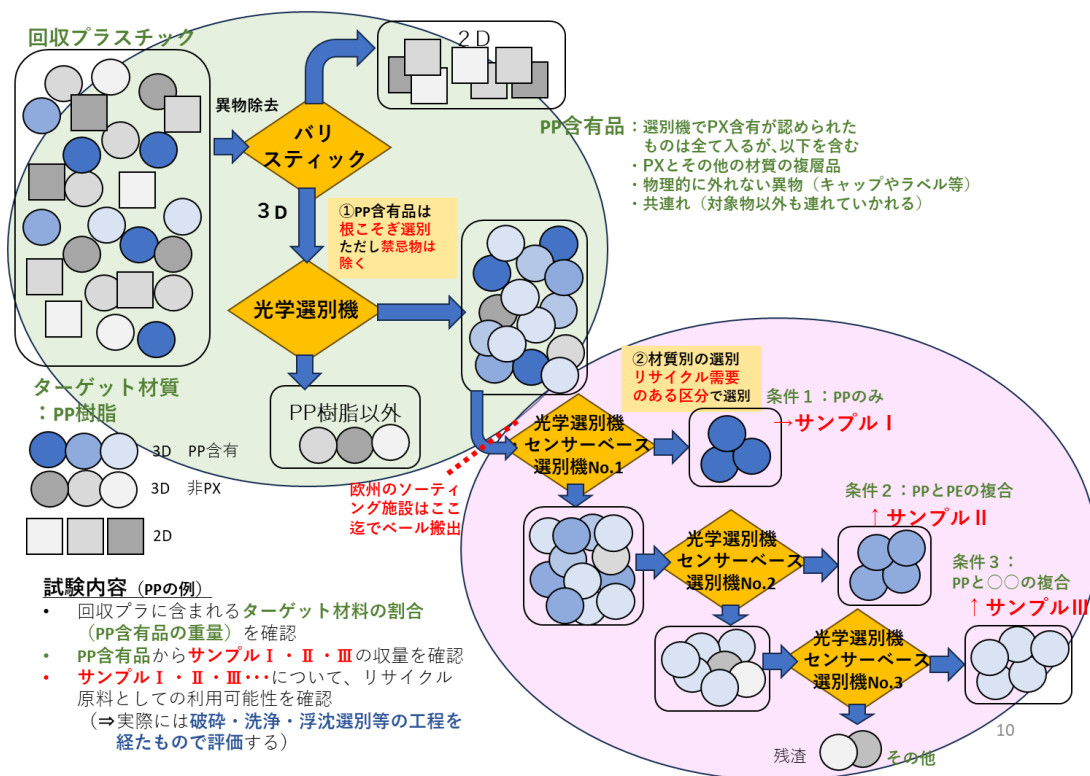


図 3.4-2 選別実験のイメージ②

3.4.2 次年度の選別リサイクルの実証実験の協力先の調査

サンプルの作成には選別施設を使用する必要があるため、選別施設を有する事業者等を抽出し、ヒアリング調査を行った。

ヒアリング調査は、プラスチック製容器包装の再商品化実績を有する選別施設や、選別機のテストセンター等を有する事業者を対象に実施した。対象事業者には、図 3.4-1 選別実験のイメージ①、図 3.4-2 選別実験のイメージ②を示してイメージを共有した後に、以下の点について調査した。

- (1) 令和6年度以降に計画している実証実験への協力可能性
- (2) 協力可能な場合：
 - ・協力可能性のある施設、場所の候補
 - ・使用可能な設備（例：解砕・破袋、揺動選別、風力選別、光学選別等）
 - ・協力可能な工程・範囲
 - ・協力する場合の条件
- (3) 対象とする一括収集プラスチックの提供可能性

3.4.3 実証実験の協力先の検討

ヒアリング調査では、全ての事業者から実証実験への協力の意向が示された。ただし、プラスチック製容器包装の再商品化施設のうち、受け入れ処理量が多い事業所では連続した複数日程の協力は困難であり、時期を検討した上で1日単位であれば検討の余地があるという回答が、複数事業所から出された。

一方、形状選別（バリスティックセパレーター等）の導入による品質向上の確認はひとつの重要なテーマであるが、国内での形状選別機の導入先は限られている。また、リサイクルやコンパウンドの技術を有するリサイクラー側から提示された条件（例：複層材の解析等）によっては、最新型の光学選別機が必要となることから、実施にあたっては個別に確認する必要がある。

表 3.4-1 協力可能な内容・実施にあたっての条件等

内容・条件等
【実施条件】 ・ 光学選別機、バリスティックセパレーターを用いた実証対応が可能。バリスティックセパレーターで選別した直後のものを取り出すこともできる。(A 社、B 社) ・ バリスティックセパレーターは保有していないため、光学選別の試験であれば可能。(C 社、D 社) ・ 光学選別機の設定変更には、メーカーのエンジニアの協力が必要。(A 社、B 社、C 社) ・ 形状選別が必要な場合は、ふるいにより塩素系のものを分けた後、風力選別により軽量系と重量系のものを分けるといった対応が考えられる。(D 社) ・ プラスチック製容器包装に対応可能な選別ラインを保有しており、光学選別機の校正を行えば、材質別のグレード分けまでは対応できる可能性がある。光学選別機の校正には、1 台につき半日程度かかる。(E 社) ・ ペレット化の前に洗浄及び浮沈選別等する工程を備えている。(E 社) ・ 光学選別機、バリスティックセパレーターを用いた各種選別試験が可能であるが、テストセンターのため解砕や投入を人手で行う必要がある。(F 社) ・ 協力会社では、ペレット換算で合計 200kg（製品化の最小ロット）までのペレット化が可能。(F 社) 【スケジュール・期間条件】 ・ 次年度分のプラスチック製容器包装を落札しており、この合間を縫って対応する必要がある。実証が年度内の早い時期であればよりよい。(A 社、B 社) ・ 実施可能曜日は土曜、時間 10 時～18 時とする。実施日の調整は別途（年末年始や年度末等の繁忙期は不可）。(B 社) ・ 半日～1 日限りの試験であれば協力可能。年度内に期間を空けて 1 日×2 回程度であれば対応可能であるが、2～3 日連続の試験は難しい。(C 社、D 社) ・ 他の顧客のスケジュールとの調整が必要なため、早めのスケジュール調整が必要。(F 社) 【サンプル条件】 ・ サンプルの量について、第一段階の選別後の選別品で 45～50 kg を確保するためには、ベール 3 個程度（約 1 トン）必要となる。自治体から購入したプラスチック製品であれば、サンプルとして提供可能。(C 社、E 社)

3.4.4 一括回収プラスチックの確保

実証実験に必要なサンプルの調達については、輸送に伴う期間・費用等の観点から、実証実験への協力が得られた事業者の近隣自治体に協力を依頼することを基本として手続きを進める。

3.4.5 リサイクル技術保有者への協力依頼

ヒアリング調査において、実証実験に協力可能という回答が得られた事業者を対象に、改めて協力内容を確認し、必要なサンプルの調整を行うこととする。

協力内容としては、選別サンプルへのコメント、サンプルを使った実証実験の実施と生成物の分析、選別方法と選別物の品質の評価、業界での情報共有等が挙げられた。

3.5 再生樹脂等の利用・評価に関する調査

ソーティングセンターで選別された物質は、まだ再生樹脂に加工されていない段階であるが、選別後の物質がリサイクラーにとって再生樹脂として有効かどうかは、リサイクラーが再生樹脂の利用者から求められる品質に大きく影響を受ける。一般的には、再生樹脂は、強度、耐久性、加工性等の製品の設計や製造プロセスに影響を与える物理的特性や化学的特性の評価が必要とされ、また、再生樹脂の製品への適合性及び可能な用途に関する調査も必要とされる。例えば、食品包装材料等の特定の用途において食品衛生法等の基準や規制に準拠する必要があることや、既存の製品又は材料の代替として再生樹脂の利用性に関する市場での需要状況等が挙げられる。

また、次年度の実証実験では、これらの評価手法を具体的に検討し、適切な方法を選定することが求められている。

以上を踏まえて、ユーザー企業（再生樹脂等の樹脂を利用するメーカー）が求める再生樹脂の品質を整理するとともに、供給側（リサイクラー）と利用側（メーカー）のマッチングに関する分析を行った。

3.5.1 ヒアリング調査結果

3.3 で実施したヒアリング調査により、再生樹脂等の利用・評価に関する質問を行い、得られた回答からマッチングの要件（消費者・関係者合意、法制度対応、規格等）に該当する課題を抽出し、以下に整理した。

（１）用途ごとの特徴

- ・ 食品容器には、マテリアルリサイクル由来の再生樹脂は食品衛生法の規制により使うことが難しい（ケミカルリサイクルは使いやすい）。ポジティブリストがある。
- ・ 自動車用は、安心安全の面から強度が求められる。
- ・ ケミカルリサイクルのガス化では、再生品がバージン材と変わらない性質となるため付加価値が付きづらく（価格のみの競争となりやすい）、マスバランス方式の定着等の社会的な環境整備が必要である。

（２）トレーサビリティ

- ・ メーカー側が原料の由来を気にする現状がある。特に、「食品用器具及び容器包装における再生プラスチック材料の使用については、原料となる使用済みプラスチックに混入する化学的な汚染物質が最終製品に残存して食品中に移行し、健康被害を引き起こすような製品が流通しないように、その安全性については十分に配慮がなされなければならない。²」とされていること等を受け、高温で分解される等によるケミカルリサイクル技術等を除き、食品以外の容器包装に用いられていたプラスチッ

² 食品用器具及び容器包装における再生プラスチック材料の使用に関する指針（ガイドライン）について（厚生労働省 医薬食品局食品安全部長，平成 24 年 4 月 27 日）

クを原料とした再生樹脂を食品用に利用することは難しいとして、食品由来のプラスチック製容器包装だけを分けて収集することを求めている。

(3) 再生樹脂の規格化

- ・ リサイクラーからは、バージン素材の物性にどのくらい近いかではなく、再生樹脂の規格ができないかという意見がある。

3.5.2 再生樹脂等の利用・評価に関する基礎調査

1) ユーザー企業が求める再生樹脂の品質整理

プラスチック製品の用途によって求められる性質や品質が異なるため、まずは経済産業省の生産動態統計を用いて、プラスチック製品の分類及び品目に分けて整理を行った。整理した結果を表 3.5-1 及び図 3.5-1 に示す。

表 3.5-1 プラスチック製品工業分類及び生産量割合

分類	分類ごと 割合 (%)	品目	品目ごと 割合 (%)
フィルム・シート	40.6%	軟質農業用	1.3%
		軟質包装用	19.0%
		軟質ラミネート	2.1%
		軟質その他	4.2%
		硬質製品	10.3%
		シート	3.7%
板	1.5%	平板	1.2%
		波板	0.2%
合成皮革	1.0%	合成皮革	1.0%
パイプ	6.1%	パイプ	6.1%
継手	0.9%	継手	0.9%
機械器具部品	13.4%	輸送機械用	10.7%
		電気通信用(含照明用)	1.8%
		その他	0.9%
日用品・雑貨	5.2%	日用品・雑貨	5.2%
容器	16.0%	中空成形容器	10.1%
		その他	5.9%
建材	4.7%	雨どい及び同付属品	0.4%
		床材料	2.5%
		その他	1.8%

発泡製品	4.4%	板物	1.5%
		型物	0.6%
		その他	2.3%
強化製品	1.2%	強化製品	1.2%
その他	4.9%	異形押出製品（除建材）	0.4%
		ホース	0.8%
		ディスクレコード	0.1%
		その他	3.7%

注 色付きセルは生産量上位5位（上位5位の生産比率合計は全体の80%以上を占める）の分類を示す。

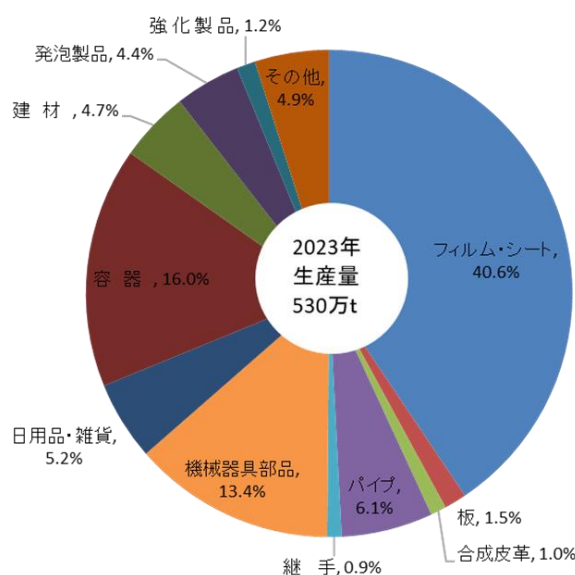


図 3.5-1 用途別製品生産比率

注 プラスチック生産量と用途別製品生産量との間に大きな開きがあるのは、用途別製品生産量の集計においては、次の条件が付されているためである。（1）直接成形加工された一次製品が対象（2）従業員50人以上の事業所の製品が対象（3）二次加工品、塗料、接着材、電線及びケーブル、合成繊維、ウレタンフォーム等を除外。

出所 経済産業省生産動態統計（プラスチック製品）より集計

生産動態統計におけるプラスチック製品の分類のうち、生産量上位5位まで（表 3.5-1 の色付きセル）及び「その他」プラスチックの使用量が多いと想定される玩具、文房具、自動車、家電、小型家電の樹脂利用状況（製品事例、主な樹脂種類）を一般社団法人プラスチック循環利用協会が公表している「プラスチックリサイクルの基礎知識 2023」等の公開資料を基に調査した。また製品の品質基準は日本工業規格を基に調査した。

なお、ユーザー企業が求めている再生樹脂の品質に関して、机上調査では調べられる内容が限られている。また、ヒアリング調査でも条件次第による等の意見が多かったため、エコマークでの製品の有無を確認し、ポストコンシューマー材の使用状況も整理しつつ、水平リ

サイクルの事例収集も行った。さらに、再生樹脂を利用した製品や産業の活用例、用途開発の事例等を調査した。調査結果を以下に示す。

(1) 分類別品質基準等の調査結果

分類別の品質基準等について調査した結果を示す。

表 3.5-2 フィルム・シートの品質基準等

フィルム・シートの品質基準など

○：事例あり

分類	品 目	製品事例	主な素材	製品の品質基準 (日本工業規格)	エコマーク認定基準			水平R
					有無	配合率（%以上）		
						PIR	PCR	
フィルム・シート・ラミネート	軟質 農業用	畝ボット	PE、PP	農業用ポリエチレンフィルム JIS K 6781-1994	○	60	50	
		肥料袋	PP、PE		○	50	25	
		ビニールハウス用フィルム	PVC		○	50	25	
	軟質 包装用	気泡緩衝材、衣料用ポリ袋、ポリ袋	PE（LD）	・包装用ポリエチレンフィルム JIS Z1702-1994	○	50	25	○
		レジ袋	PE（HD）	・食品包装用プラスチック通則	○	60	50	○
		シャンプー・化粧品・洗剤の容器（パウチ）	PE（HD）・PA・PET	・包装用延伸ポリプロピレンフィルム JIS Z1707:2019	○	50	25	○
		OPPフィルム（延伸フィルム）	PP	・包装用延伸ポリプロピレンフィルム JIS Z1712:2009	○	－	－	実証実験中
		プリスターパック、バック	PVC	・包装用延伸ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム JIS Z 1715	○	50	25	
		ラップフィルム、包装用フィルム	PVDC	※食品に直接接触するフィルムは食品衛生法の定める事項に適合する必要がある。	○	－	－	
	軟質 ラミネート	写真、ポスター、パッケージ	PET、PE（LD）、PP	－	－	－	－	
		レインウエア生地	PVC	－	－	－	－	
	軟質 その他	磁気テープ、バックアップテープ	PET、ABS	－	○	50	25	
	硬質製品	プラスチックカード、カードケース	PET、PVC	－	○	－	60	
	シート	サイレージフィルム、ストレッチフィルム	PE（LD）	－	○	－	－	○
		PVCシート	PVC		○	60	50	

注) PA：ポリアミド（ナイロン）

表 3.5-3 パイプの品質基準等

パイプの品質基準など

○：事例あり

分類 品目	製品事例	主な素材	製品の品質基準 (日本工業規格)	エコマーク認定基準			水平R
				有無	配合率（%以上）		
					PIR	PCR	
パイプ	パイプ	PVC	・一般用ポリエチレン管 JIS K 6761:2017 ・硬質ポリ塩化ビニル管 JIS K 6741:2016	○	—	硬質塩化ビニル管・継手類由来のPCR 三層管（JIS K 9797,AS62,PMMS301）：50 発泡三層管（JIS K 9798）：30 単層管（AS58）：80	○
		PE	・繊維強化プラスチック管 JIS K 7013:1997 ・ガス用ポリエチレン管 JIS K 6774:2013	○	50	25	

表 3.5-4 機械器具部品の品質基準等

機械器具部品の品質基準など

○：事例あり

分類	品 目	製品事例	主な素材	製品の品質基準 (日本工業規格)	有無	エコマーク認定基準 配合率（%以上）		水平R
						PIR	PCR	
機械器具部品	輸送機械用	車のバンパー	PP	船用電気器具の プラスチック選定基準 JIS F 0701-1989	○	50	25	
		車体、船体、車いす	FRB		×	—	—	
		リアガラス、飛行機窓	PMMA		○	50	25	
		ダッシュボード	PVC		○	50	25	
		エアバック	PA		×	—	—	
		ヘッドライト	PVDC		○	50	25	
		座席シート	PU		○	ポリマーリサイクル繊維、ケミカルリサイクル繊維：50（繊維由来リサイクル繊維に該当する場合は、故繊維由来の再生ポリマーが25）その他のリサイクル繊維：50		
	電機通信用 (含照明用)	フィルム	PET、PP、PC、Pes、PMMA〔粘着剤〕	電気・電子機器のプラス チック部品の識別及び表 示 JIS C 9912	○	50	25	
		電線被覆	PE、		○	50	25	○
			PVC					○
		プリント配線基板	PF、EP、テフロン、ポリイミド		×	—	—	
		携帯電話の筐体	ABS、PC		○	50	25	○
		コンセント	UF		○	50	25	
		電気部品、車電装部品	PBT		○	50	25	
その他	歯車、ギア	配電盤ブレーカー	PF		×	—	—	
			POM		○	50	25	

注) Pes：ポリエーテルサルフォン、PF：フェノール樹脂、EP：エポキシ樹脂、UF：ユリア樹脂、PBT：ポリブチレンテレフタレート、POM：ポリアセタール樹脂

表 3.5-5 日用品・雑貨の品質基準等

日用品・雑貨の品質基準など

○：事例あり

分類	品 目	製品事例	主な素材	製品の品質基準 (日本工業規格)	有無	エコマーク認定基準 配合率（%以上）		水平R
						PIR	PCR	
日用品・雑貨	PPバンド	PP	・プラスチック製洗い容器 JIS S 2041-1995 ・プラスチック製食器類 S 202:2002 ・プラスチック製定規 S 6032:2004	※食器類は食品衛生法に基づく食品、添加物などの企画基準に適合しなければならない。 なお、再生材料は、その未使用材料の要求事項を満たし、未使用材料によって製造された製品と同等の品質が保証されるものに限り使用することができる。	○	—	25	○
		歯ブラシ	ブラシ：PA、PBT、PP 柄：SAN、ABS、PP		○	60	50	
		食器	MF		○	—	—	○
			PP		○	—	—	
			PC		○	—	—	
	ハンガー	PP、PS、ABS			○	60	50	
	スポンジ	PUR			○	60	50	○
	マットレス	PUR			○	ポリエステル繊維（ポリマーリサイクル繊維またはケミカルリサイクル繊維）：50（繊維部分質量中）		

注) PBT：ポリブチレンテレフタレート、SAN：スチレン-アクリロニトリル、MF：メラニン樹脂、PU：ウレタン

表 3.5-6 容器の品質基準等

容器の品質基準など

○：事例あり

分類	品 目	製品事例	主な素材	製品の品質基準 (日本工業規格)	エコマーク認定基準			水平R
					有無	配合率（％以上）		
						PIR	PCR	
容器	中空成形容器	ペットボトル	PET	・ポリエチレンびん JIS Z 1703-1976 ・ポリエチレンかん JIS Z 1706-1995 ・プラスチック製通い容器 JIS Z 1655-1993	○	ポイント制で総合評価※		○
		トラベルボトル	PET		○	50	25	○
		PP製ボトル	PP		○	50	25	
		シャンプー・化粧品・洗剤の ボトル	PE、PP		○	50	25	実証実験中
	その他	食品保存容器、化粧品容器、 薬ケース	SAN		○	60	50	
		ドリンクカップ、フルーツ カップ	PET		○	50	25	
		プリンカップ、 食品保存容器	PP		○	50	25	
		コンテナ	PE、PP		○	50	25	○

注）SAN：AS樹脂 ※ペットボトルの再生ブラ評価

表 3.5-7 玩具、文房具、家電部品の品質基準等

玩具、文房具、家電部品の品質基準など

○：事例あり

分類	品 目	製品事例	主な素材	製品の品質基準 (日本工業規格)	エコマーク認定基準			水平R
					有無	配合率（%以上）		
						PIR	PCR	
玩具	玩具	カプセルトイのカプセル	PP、PS	日本での幼児向け玩具は、日本食品衛生法の食品、食品添加物基準、第3部：器具、容器包装、及び第4部：玩具に遵守しなければなりません。	○	50	25	○
		プラレール、人形、プラモデル、おもちゃとセット 等	ABS、PP、PE、PVC 等		○	50	25	
		ゲーム機本体	ABS		○	50	25	
文房具	文房具	シャープペンシル、マーキングペン	PP	・プラスチック製定規 JIS S 6032:2004	○	－	60	実証実験中
		ゴム印（持ち手）	PMMA	・マーキングペン JIS S6037 ・油性ボールペン及びレフィル JIS S6039	○	－	60	
		印箱、クリップケース、マグネット	ABS、PS	・シャープペンシル JIS S6013 ・事務用ファイル（フラットファイル） JIS S5505	○	－	60	
		ペンスタンド	ABS、PS、PP	・事務用ファイル（フォルダー及びガイド）JIS S5506 など	○	－	60	
		はさみ	ABS、PE、POM		○	－	60	
家電部品	家電部品	テレビ（フレーム・画面）、エアコン（筐体・部品）、洗濯機（筐体・部品）、冷蔵庫（筐体・インナーボックス）	ABS、PP、PS	電気・電子機器の資源再利用指標などの算定及び表示の方法 JIS C 9911	○	50	25	○
	パソコン	パソコン（筐体）	PC、ABS		○	－	機器に使用されるプラスチック全質量（プリント基板、電子部品を除く）中：10	

(2) 再生樹脂の使用製品例

表 3.5-8 三角コーンの再資源化

タイトル	建設現場で不用となった三角コーンの再資源化に関する実証試験を開始
概要	大成建設株式会社では、三角コーンの再資源化の実証試験が行われている。再生三角コーンは、製造後に物理特性（引張強度、伸び等）を評価したうえで、社内や建設現場で実際に使用して耐候性等について約 1 年間検証し、その後再び回収して再資源化の上、建設現場での利用を試みる予定である。これらの工程を繰り返すことで、三角コーンのリサイクルループの構築を目指すとしている。
製品画像	
発表日・媒体	2024 年 1 月 19 日 プレスリリース
URL	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2024/240119_9867.html

表 3.5-9 ブルーシートの水平リサイクル

タイトル	ブルーシート水平リサイクルのための設備導入について
概要	萩原工業株式会社では、使用済みのブルーシートを原料とした新たなブルーシートを製造する水平リサイクル「Re VALUE+」の実現に向けて取組を進めている。2023 年 2 月から試運転を開始し、現在、水平リサイクル向け原料の生産が行われている。 現状では、ブルーシート生産設備の改造も必要なため、製造された再生原料のリサイクルシートへの配合比率は 10%であるが、これを早急に 25%に引き上げ、その後さらなる引き上げを目指して、技術開発を進めていくとしている。
製品画像	—
発表日・媒体	2023 年 4 月 3 日 プレスリリース
URL	https://www.hagihara.co.jp/2023/04/03/20230403/

表 3.5-10 テレビに再生プラスチック

タイトル	ソニー、テレビに再生プラ
概要	ソニーグループにおいて、自社開発した再生プラスチックを薄型テレビ「ブラビア」の部材として採用を広げることが報道されている。現状では製造工程で出る廃材を活用しているが、今後は使用済みの薄型テレビ等自社製品からプラスチックを回収・分解して再資源化することも検討するとされている。
製品画像	—
発表日・媒体	2023 年 9 月 2 日 日経新聞
URL	https://www.nikkei.com/article/DGKKZO74117980R00C23A9TB0000/

表 3.5-11 掃除機に再生プラスチック

タイトル	再生プラスチック使用率約 40%の環境に配慮したセパレート型コードレススティック掃除機 MC-NS10KE を発売／パナソニック
概要	パナソニック株式会社では、2021 年発売のセパレート型コードレススティック掃除機 MC-NS10K をベースモデルに、廃棄された家電製品からリサイクルした再生プラスチック材をクリーンドック（自動ごみ収集機能）に使用することを発表している。再生プラスチック使用率を製品全体の約 40%にまで高めており、梱包形態として発泡スチロールの緩衝材を不使用、外装箱の印刷面積・インク使用量を最小限に抑えたエシカルパッケージにする等の見直しも進めている。
製品画像	
発表日・媒体	2023 年 12 月 6 日 プレスリリース
URL	https://news.panasonic.com/jp/topics/205476

表 3.5-12 海洋プラスチック再生樹脂の活用

タイトル	【商品開発ストーリー】海洋プラスチック再生樹脂を活用したオフィスチェア「VIGOR-OBP」
概要	アイリスチトセ株式会社では、海洋プラスチック再生樹脂を利用したオフィスチェア「VIGOR-OBP」を 2022 年 5 月に発売しており、多くの企業で採用されていることを発表している。 今回のプロジェクトでトレーサビリティを確保するために、海洋プラスチックごみをペレットに再資源化する工場において TUV 認証※を取得している。
製品画像	
発表日・媒体	2023 年 4 月 5 日 IRIS STORIES
URL	https://www.irischitose.co.jp/blog/products-story/vigor-obp/

※ TUV とは、ドイツ語の一般名詞「技術検査協会（Technischer Überwachungs-Verein）」の頭文字を取った略称で、第三者的な立場より、機械・電子機器等あらゆる製品の安全規格への適合性について検査・認証を行う第三者認証機関を指す。

表 3.5-13 配達箱に再生プラスチックを導入

タイトル	配達箱に再生プラ導入 8 年で 763 t 削減へ／パルシステム
概要	パルシステム連合会では、配達時に使用する通い箱をリニューアルし、プラスチック使用量を大幅に削減している。発泡スチロール製の保冷箱は、再生プラスチック原料を 100% 使用したものへ一部切り替え、折りたたみコンテナも部分的に再生プラスチックを採用している。
製品画像	 黒の底板と上枠材に再生材を使用した折りたたみコンテナハーフサイズ（左）フルサイズ（右）

	 若干黄色味がある100%再生材使用の保冷シッパ（左）と現行のバージン原料品（右）
発表日・媒体	2023 年 2 月 13 日 パルシステム
URL	https://information.pal-system.co.jp/press/20230213-plasticreduce/

表 3.5-14 ドレッシングボトルの再生利用検討

タイトル	ドレッシングボトルの「再生プラスチック 100%化」でキューピーが目指す、生活者に寄り添った「未来の仕組み」／キューピー
概要	キューピー株式会社では、「テイスティドレッシング」シリーズと機能性表示食品ドレッシング（アマニ油ドレッシング、フィッテドレッシング）のボトルについて、2023 年の 8 月上旬の出荷から順次、再生プラスチック 100%に切り替えることを表明している。 記事の中では、一番難しかったのは「衛生」の担保であり、ドレッシングは飲料に比べて食用油や食酢（酸性食品）等原材料の種類が複雑なため、関係各所と擦り合わせながら安全・安心と言えるボトルを作り上げていく必要があった、と紹介されている。
製品画像	
発表日・媒体	2023 年 7 月 4 日 PR TIMES STORY
URL	https://prtimes.jp/story/detail/WBqKqwTvYMr

表 3.5-15 キャップ to キャップ

タイトル	PET ボトルキャップの水平リサイクル「キャップ to キャップ」 実現に向けたコンソーシアムを発足／双日プラネットほか
概要	双日プラネット株式会社等によるコンソーシアムでは、2023 年 1 月 12 日から PET ボトル用キャップの水平リサイクル「キャップ to キャップ」の実現に向けて共同で技術検証の取組を開始している。 【コンソーシアム各社の役割】 ■双日プラネット 合成樹脂専門商社として、海外の最新のリサイクル技術情報を収集し、日本における最適な再生技術・設備の確立を行う。 ■アサヒグループジャパン 傘下に飲料事業とサステナビリティに特化する事業を持つ強みを生かし、アサヒ飲料では自社製品への再生樹脂の採用基準の確立、アサヒユウアスでは主にキャップ回収のスキーム構築を行う。 ■日本クロージャー キャップメーカーとして、再生樹脂を用いたキャップの成形評価を行う。
製品画像	—
発表日・媒体	2023 年 1 月 12 日 プレスリリース
URL	https://www.sojitz-planet.com/news/324/

表 3.5-16 2 輪車の再生プラスチック利用

タイトル	ヤマハ発が再生プラの採用拡大、2 輪車製品の“顔”となる高意匠の外装も
概要	ヤマハ発動機株式会社では、2 輪車の製造で再生ポリプロピレン (PP) の採用を拡大している。これまで廃棄していた端材や中間材を活用した再生材を新たに開発し、東南アジア諸国連合 (ASEAN) 向けコミューターの 2023 年型主要モデルから順次採用を始める。同社が従来採用してきた再生 PP は、デザインや強度の面でフロントマスク等への採用は難しかったが、新開発の再生 PP はそのような強度が求められる部品にも適用できる。
製品画像	
発表日・媒体	2023 年 4 月 14 日 日経クロステック
URL	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01537/00780/

表 3.5-17 自動車の再生プラスチック採用

タイトル	ホンダが 2025 年に PMMA 採用へ
概要	本田技研工業株式会社では、2024 年発売予定の電気自動車 (EV) 「N-VAN e:」のフロントグリルに再生プラスチックを採用する。使用済み車両のバンパーを再利用し、バンパー塗装をあえて粗く残してランダムに混ぜ合わせることで、これまで見栄えが悪いとされてきた再生材を“個性”として表現している。
製品画像	—
発表日・媒体	2023 年 12 月 8 日 日経クロステック／日経 Automotive
URL	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/at/18/00111/00002/

表 3.5-18 用途開発関連事例

タイトル	木材の代替に！プラスチック角材『エコロ木 V』PE/PP シリーズ／株式会社 G-Place
概要	株式会社 G-Place では、重量物の枕木の置き換えに使用できる再生プラスチックを使用した角材を開発している。木材の枕木と比べて、屋外利用でも腐食せず、優れた耐久性により買い替えコストや産業廃棄物処理費用を低減できることを利点に挙げている。
製品画像	
発表日・媒体	2022 年 5 月 31 日 プレスリリース
URL	https://premium.ipros.jp/g-place/product/detail/2000267612/

2) 供給側（排出側）と利用側のマッチングに関する分析

供給側が提供できる品質と、利用側の必要とする品質の整理を試行したところ、製品の品質要件はメーカーや製品によって異なり、机上調査並びにヒアリング調査では詳細な情報を得ることが難しかった。

そこで、日本工業規格とエコマークの認定基準を中心に調査を実施した。日本工業規格ではプラスチック製品の原料となる樹脂の性能（引張、伸び、衛生性等）を定めており、製品の品質確認において参考になると考えられる。また、エコマークの認定製品も多く、ポストインダストリアルリサイクル（PIR）及びポストコンシューマーリサイクル（PCR）の配合率も示しているため、環境に配慮した製品の基準の参考にできると考えられる。

分類別品質基準等の調査結果は既に 3.5.2 (1) に示したとおりであるが、それらを踏まえて、再生樹脂の有効な利用を促進するためのマッチングの課題整理を行い、以下に示す。

- 再生樹脂の品質基準の明確化：供給側では、利用側から求められる再生樹脂の品質はバージン材にどのくらい近いかであり、求められる品質基準も個社間で様々であることが課題である。一方、利用側では、再生材をバージン材の材料設計に基づいて使用することが課題であり、また、利用者側の判断基準となるような再生樹脂に関する規格がないため使用しにくい等の課題がある。そこで、再生樹脂の品質基準を明確にし、供給側と利用側の期待を一致させることが必要である。
- 品質情報の共有：供給側と利用側の間で再生樹脂の品質情報を共有し、適切な利用を促進する仕組みを整備する必要がある。
- 再生樹脂の安定供給：再生樹脂の原料である廃プラスチックの供給は不安定で、安定した供給が難しい。供給の安定化に向けては、分別技術の向上、回収量の増加、回収物流網の効率化、リサイクルプロセスの効率化、市場需要とのバランスを考慮した戦略の策定等が必要である。
- 再生樹脂の使用規制に関する課題：食品容器用途は食品衛生法で定められている等分野により法規制があり、再生樹脂の使用が制限される場合がある。
- 技術開発の支援：再生樹脂の品質向上や利用拡大のための技術開発を支援する政策や取組を推進することが重要である。

4 水平リサイクルシステムの具体的将来像の検討

4.1 水平リサイクルシステムの定義

4.1.1 本事業における水平リサイクルの考え方について

本事業では、再生樹脂の需要が拡大する中で、ポストコンシューマーのプラスチック使用製品廃棄物を、一般消費財等に使用可能な品質の再生樹脂に戻す、いわゆる「水平リサイクル」のシステムを構築するための高度な機械選別を行うソーティングセンターの可能性について調査することを主な目的としている。しかし、「水平リサイクル」という用語について、学術関係者やリサイクル事業者の間で、用語の定義は必ずしも一致しておらず、人によって解釈や認識に違いがあるということが、懸念事項となっていた。

水平リサイクルの例としては、ボトル to ボトル、トレイ to トレイ、カップ to カップ等があり、製品から同じ製品に戻すという意味で、「水平リサイクル」の用語が使用されている。水平リサイクルのうち、ボトル to ボトルの場合は、下図に示すように、マテリアルリサイクルとメカニカルリサイクルの2種類がある。

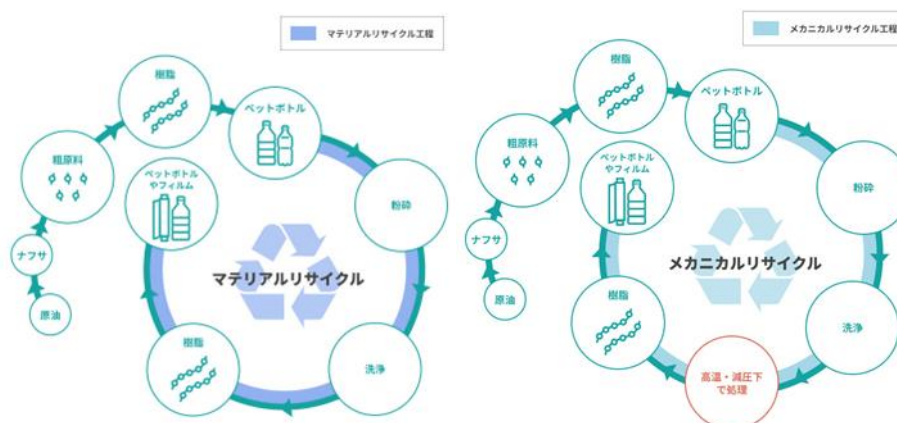


図 4.1-1 マテリアルリサイクルとメカニカルリサイクル

出所 TOPPAN ホールディングス

一方、同じ製品に戻る「水平リサイクル」に対して、「カスケードリサイクル」があり、平成 18 年版 環境白書の中では、無理に元の製品から同じ製品にリサイクルせずに、品質劣化に応じて、より品質の悪い原材料でも許容できる製品へと段階的にリサイクルを進めていくことで効率的なリサイクルを行うこととされている。

本事業においては、様々な選別技術、コンパウンド技術、溶剤を利用するマテリアルリサイクル技術、材質別のモノマー還元・再重合プロセス、多様な素材から化学原料を得る循環型ケミカルリサイクル技術等の諸技術を組み合わせた、社会システムとしての「水平リサイ

クル」の実装可能性を確認することが重要であり、同じ製品に戻すことのみを「水平リサイクル」とするのではなく、一般消費材等に使用可能な品質の再生樹脂に戻すことを「水平リサイクル」とする。

4.1.2 国内のマテリアルリサイクルの現状と課題について

一般社団法人プラスチック循環利用協会が公表している「2022 年 プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況 マテリアルフロー図」によると、2022 年の国内廃プラスチック総排出量は 823 万トンで、内訳は一般系廃棄物が 424 万トン、産業系廃棄物が 399 万トンであった。総排出量のうち、使用済製品は 759 万トン（92.2%）、生産・加工ロス 64 万トン（7.8%）で、使用済み製品が廃プラスチック総排出量の 9 割以上を占めていた。

また、総排出量 823 万トンのうち、マテリアルリサイクルされたのは 180 万トンで、総排出量の 22%となっている。180 万トンの内訳は、使用済製品が 142 万トン、生産・加工ロスが 38 万トンである。したがって、生産・加工ロス（ポストインダストリアル）の廃プラスチックにおけるマテリアルとしてのリサイクル率 59.4%³に対し、使用済製品（ポストコンシューマー）の廃プラスチックにおけるマテリアルリサイクル率は 18.7%⁴と使用済製品のマテリアルリサイクルのほうが高い水準に留まっているのが現状であることがわかる。

一方、公益財団法人日本容器包装リサイクル協会（以下「容リ協」という。）のデータ⁵によると、一般廃棄物由来のプラスチックのうち、2022 年に家庭から排出されたプラスチック製容器包装の量は、127.9 万トンと推計されており、そのうち市町村が収集した量が 71.6 万トンで、そのうち容リ協が引き取り再商品化事業者者に委託した量が 68.2 万トンであった。68.2 万トンのうち材料リサイクルが 38.7 万トンであり、さらに 38.7 万トンのうち再商品化された製品の量は 19.2 万トンであった。19.2 万トンの内訳⁶は、再生樹脂（具体的用途は不明）が 8.9 万トン（46.5%）と最も多く、次いでパレットが 6.1 万トン（31.8%）、日用雑貨・その他 1.2 万トン（6.4%）、土木建築用資材 1.2 万トン（6.2%）と続いていた。

このように、家庭から排出されて容リ協経由で再商品化されている一般廃棄物由来のプラスチック製容器包装のマテリアルリサイクルは、必ずしも同じ製品のプラスチック製容器包装に「水平リサイクル」されているわけではなく、現状では、パレットや土木・建築用資材等、別の製品に「カスケードリサイクル」されているのが実情である。

またマテリアルリサイクルにおいて、特に家庭系のプラスチック製容器包装については、食品残さや洗剤等の有機成分の残存や付着が避けられない状況にある。さらに、食品の品質を保護するための複層材の使用、印刷のインク成分、販売促進用等の紙シール等、使用済み

³ 生産・加工ロス：マテリアルリサイクル量 38 万トン÷排出量 64 万トン

⁴ 使用済製品：マテリアルリサイクル量 142 万トン÷排出量 759 万トン

⁵ 日本容器包装リサイクル協会：リサイクルのゆくえ プラスチック製容器包装（web）

<https://www.jcpra.or.jp/recycle/recycling/tabid/428/index.php>

⁶ 日本容器包装リサイクル協会：再商品化製品利用製品（材料リサイクル）（web）

<https://www.jcpra.or.jp/recycle/recycling/tabid/432/index.php>

のプラスチック製容器包装には、樹脂成分以外のいわゆる夾雑物が、少なからず混入した状態で、排出・回収されることになる。一方、家庭系のプラスチック製品や、産業用途で利用されるプラスチック製品については、紫外線による劣化や酸化を防ぐ目的で添加される各種添加剤や、樹脂に柔軟性を付与するための可塑剤、燃焼を防ぐための難燃剤等、様々な化学物質が混入した状態となっている。このような化学的組成の変化だけでなく、成形加工や製品の長期間の使用過程で受ける、光・熱・機械的作用等の物理的要因によって様々な物性変化が起こり、元の樹脂とは異なる状態になっていることが推測される。結果的に、使用済みのプラスチックをマテリアルとして再生利用する際には、工場端材等を原料としたポストインダストリーのものを除き、品質が大幅に低下するため、その用途が限られてしまっている。

近年、マテリアルリサイクルにおける諸問題を解決するため、国内外で様々な新しい技術が開発され、社会実装に向けた取組が実施されている。例えば、溶媒再生技術、脱臭技術、マイクロバブル水洗浄技術等である。今後は、これらの新しい技術と、ソーティングセンターとの連携が必要になると考えられる。さらに、メーカーの自主回収等社会的側面における新たな役割分担についても、検討していくことが必要となると考えられる。

4.1.3 国内のケミカルリサイクルの現状と課題について

廃プラスチックのケミカルリサイクル技術には、油化、ガス化、コークス炉化学原料化、高炉還元剤利用等があるが、従来型の油化プラントは、2011 年以降、国内での操業が停止した状況にある。また高炉還元についても、京浜地区での高炉が 2023 年 9 月に操業を休止した影響により、2024 年現在、国内におけるケミカルリサイクルとしての高炉還元剤化利用は僅かとなっている。一般社団法人プラスチック循環利用協会のフロー図によると、2022 年の廃プラスチック総排出量 823 万トンのうち、ケミカルリサイクルされたプラスチックは 28 万トンで、廃プラスチック総排出量の処理・処分全体における割合は 3%程度となっている。

ケミカルリサイクルのうち油化技術については、過去に実施されていた熱分解方式（400℃以上）に代わって、溶媒を混合し流体を低粘度化して、連続式反応槽で処理する方法や、触媒を利用して分解温度（400℃以下）を下げる方法、超臨界水技術を利用した分解プロセス、マイクロ波分解（ナフサ・モノマー化）等の新しい技術が開発中である。また、今年度のヒアリング調査によると、同じ廃プラスチックの油化技術でも、ナフサに相当する成分として利用する場合と、トッパーと呼ばれる石油精製プロセスに投入する場合とでは、原料となる混合廃プラスチックの成分や、プロセスの忌避成分に違いがあることがわかった。今後は、ソーティングセンターの果たすべき役割と紐づけるために、それぞれの技術について忌避成分の許容値の詳細な数値や、コスト面でクリアすべき課題等を整理していく必要がある。

一方、ガス化技術については、複層材をはじめとする幅広い種類の廃プラスチックを再資源化する技術としての役割や、ソーティングセンターで発生するマテリアルリサイクルに適さない種類の廃プラスチックのガス化再生についての役割が期待される。しかし、今年度のヒアリング調査によると、ソーティングセンターでマテリアルリサイクルに適した品質の高

いプラスチックを採取した後の残さは、ガス化技術にとっても、特にコスト的な側面において、再生に適したプラにはなりにくいという意見が得られた。

今後のソーティングセンターの社会実装に向けては、ソーティングセンターで分別・選別したプラスチックの行き先・配分先について、(1) コスト的側面(各技術の処理費用や施設までの収集運搬等に係る費用)、(2) 環境負荷低減の側面(天然資源代替効果を含めた LCA)、(3) 受け入れ可能な樹脂種類の間口の広さ(忌避物質の種類や許容値の特定も含む)という、3つの視点で、それぞれのリサイクル技術や費用の評価・検討をしていくことが求められるものと考えられる。

4.2 環境影響（特に温室効果ガス排出量）の評価に関する予備的検討

ソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムを検討するにあたり、選別等の技術的な評価に加えて、環境影響（特に GHG 排出量）の評価も求められる。しかし、各リサイクル手法は開発中の技術も多く、具体的な GHG 排出量やエネルギー消費量等の数値を当てはめることは難しいため、今年度事業では今後の検討課題とすることとした。

また、LCA の手法を用いて各プロセスの GHG 排出量を積み上げていくのではなく、炭素循環量及びエネルギー収支の評価方法を検討することで、リサイクルシステム全体を評価することを目指すこととした。

4.2.1 リサイクルフロー図の整理

炭素循環及びエネルギー収支を評価するにあたり、まずはリサイクルフロー図の作成が必要となる。現在の容器包装リサイクルにおけるリサイクルフロー図を図 4.2-1 に、将来目指す水平リサイクルにおけるリサイクルフロー図を図 4.2-2 にそれぞれ示す。

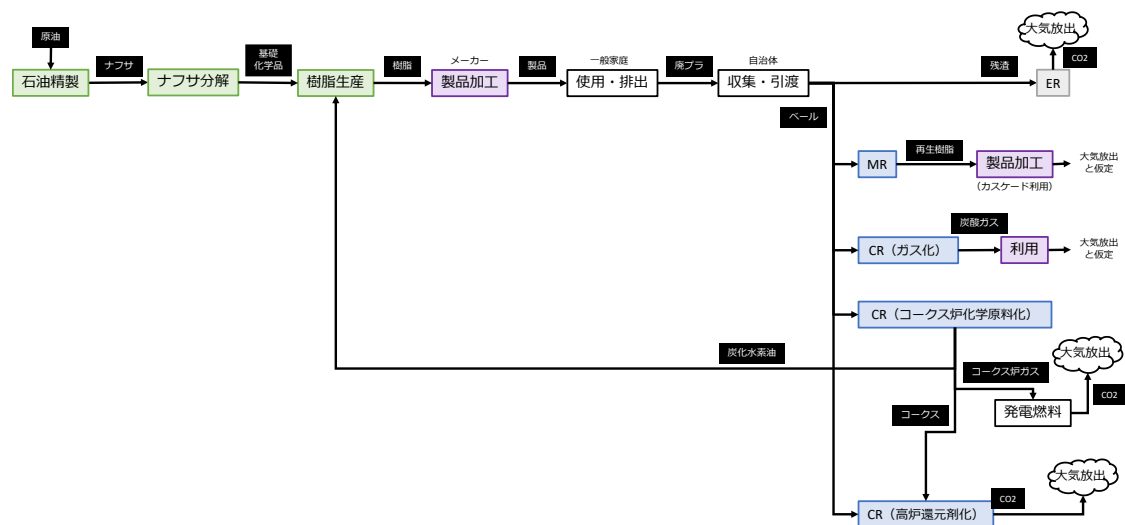


図 4.2-1 リサイクルフロー図（現在の容器包装リサイクル）

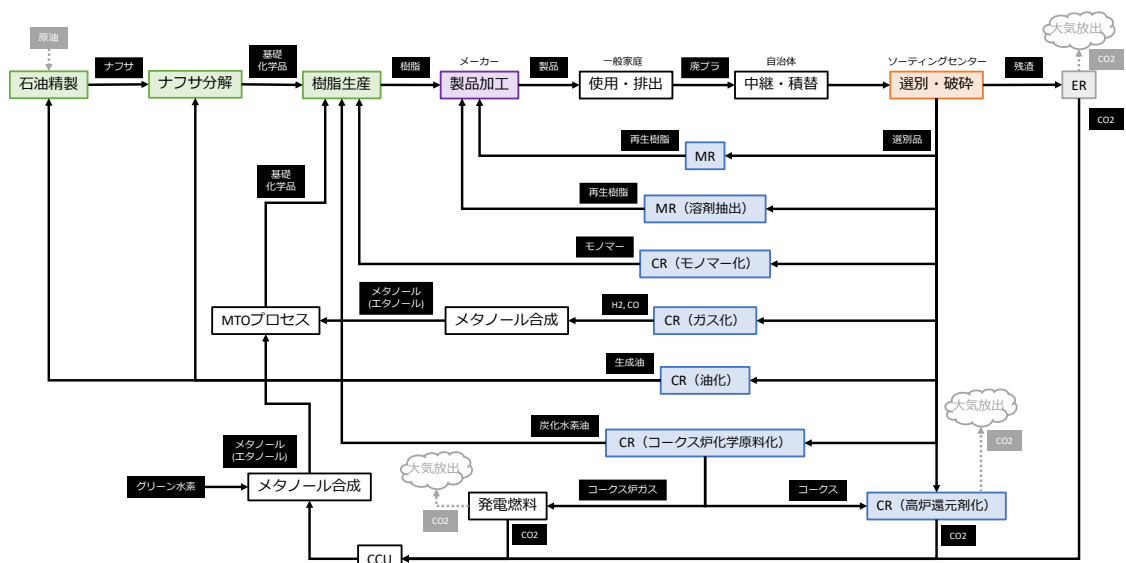


図 4.2-2 リサイクルフロー図（将来目指す水平リサイクル）

容器包装リサイクルではマテリアルリサイクル（図では MR と表記）によるカスケードリサイクル又はケミカルリサイクル（図では CR と表記、ガス化、コークス炉化学原料化、高炉還元剤化）が行われている。コークス炉化学原料化で生成される炭化水素油の一部が元のサイクルに戻っている。

ソーティングセンターを核とした水平リサイクルでは、マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルによる水平リサイクル、またエネルギーリカバリー等により発生した CO₂ を CCU で回収することで、炭素を元のサイクルに戻す（炭素循環量を増やす）ことができ、原油消費や大気放出を減らすことが可能となる。

4.2.2 炭素循環量の評価方法の検討

作成したリサイクルフロー図を基に、炭素循環量の評価方法を検討した。将来目指す水平リサイクルの場合を図 4.2-3 に、容器包装リサイクルの数値を当てはめた評価例を図 4.2-4 にそれぞれ示す。

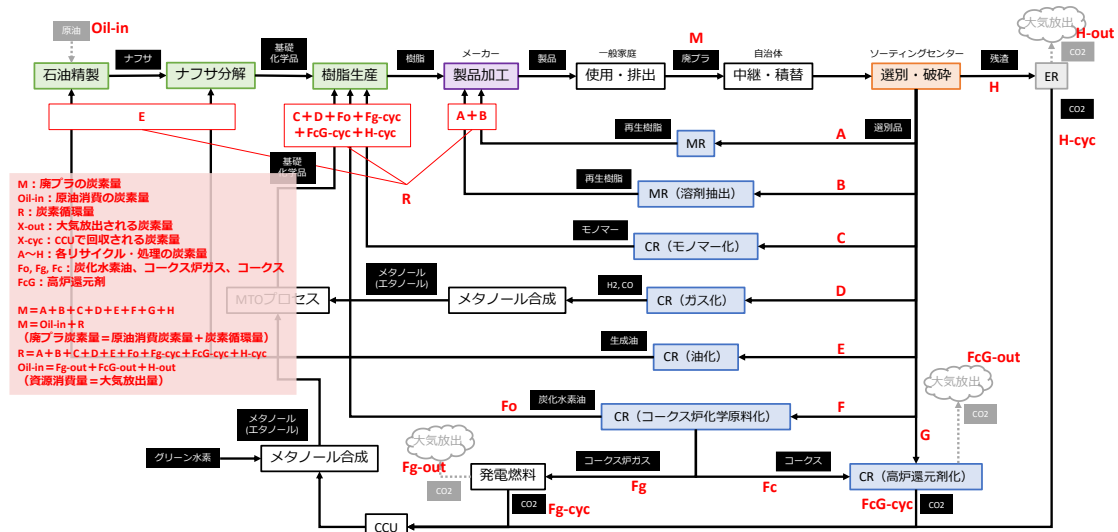


図 4.2-3 炭素循環量の評価方法（将来目指す水平リサイクル）

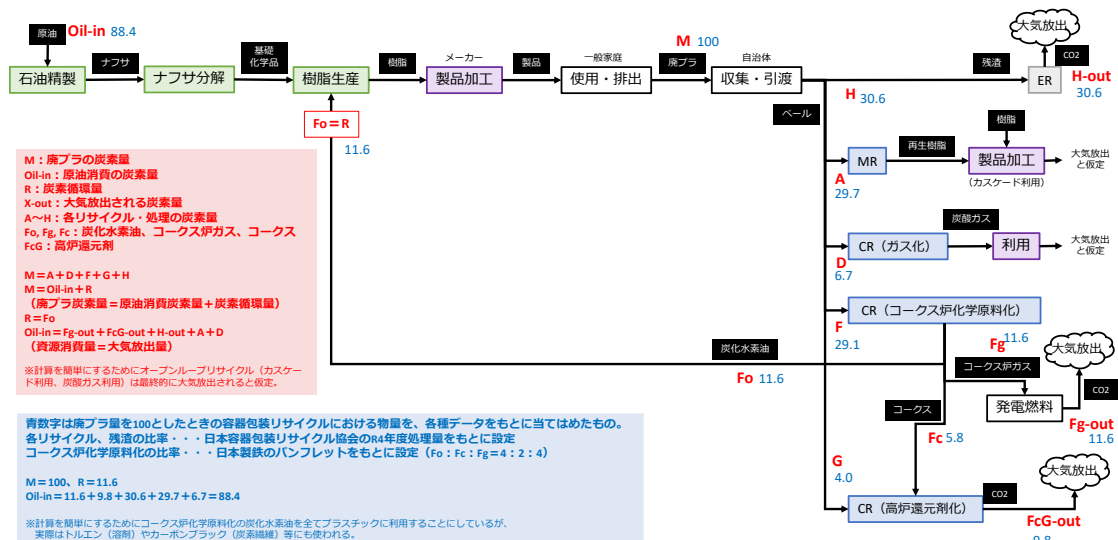


図 4.2-4 炭素循環量の評価例（現在の容器包装リサイクル）

選別後の各リサイクル手法の比率（炭素量、A～H）や CCU による炭素回収量（H-cyc, FcG-cyc, Fg-cyc）をシナリオ別及び素材別に設定する。

容器包装リサイクルの評価例は、容リ協等のデータを用いたものである。複雑系とならないように、炭化水素油の全量が水平リサイクルされると仮定し、またカスケードリサイクル後は大気放出されるものとした。水平リサイクルされているものはコークス炉化学原料化で生成される炭化水素油の一部のみであるため、ソーティングセンターの導入によって水平リサイクルが可能となれば、炭素循環量は向上する可能性が高い。

4.2.3 エネルギー収支の評価方法の検討

炭素循環量に加えて、各プロセスのエネルギー収支も評価することで、各シナリオの持続可能性を評価することができる。エネルギー収支評価のイメージについては、将来目指す水平リサイクルの場合を図 4.2-5 に、現在の容器包装リサイクルの場合を図 4.2-6 に、それぞれ示す。

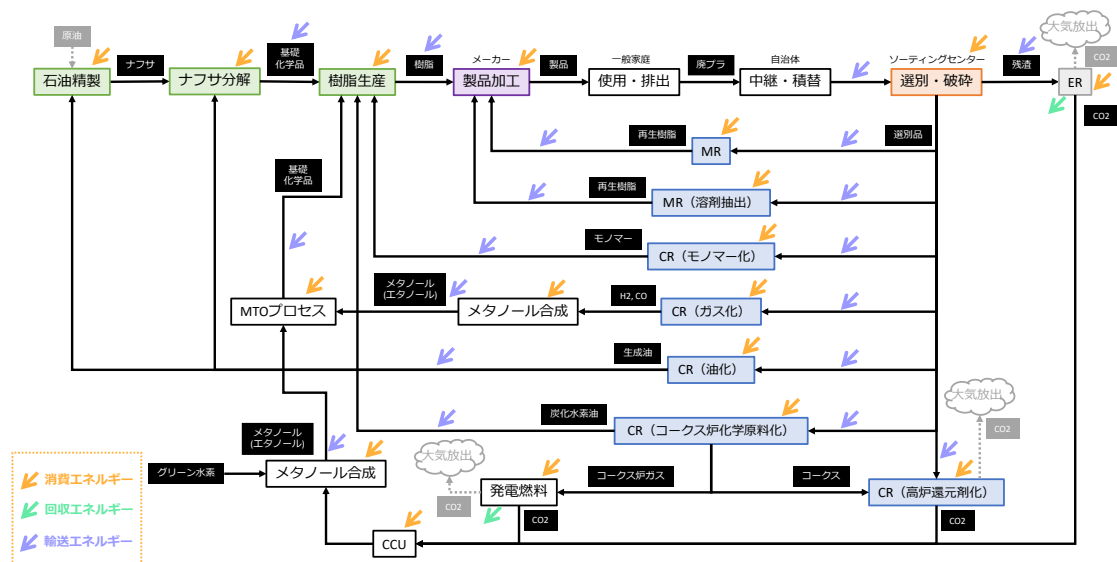


図 4.2-5 エネルギー収支の評価イメージ（将来目指す水平リサイクル）

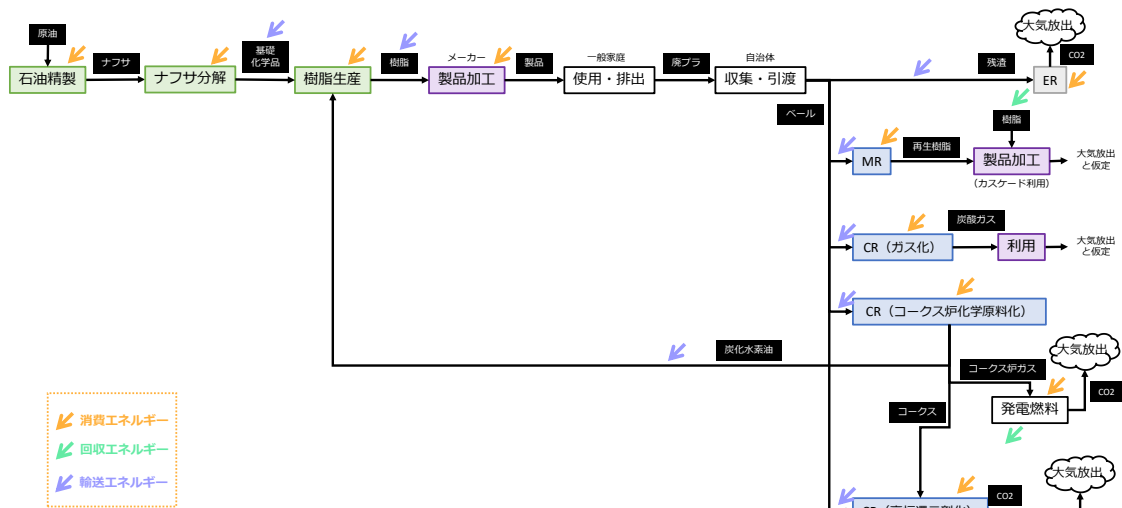


図 4.2-6 エネルギー収支の評価イメージ（現在の容器包装リサイクル）

水平リサイクルシステムでは、特にケミカルリサイクルによってプラスチック製造プロセスの上流側に戻すことの影響や、CCU によるエネルギー消費の影響を整理していく。また、ケミカルリサイクルは大型プラントが全国に点在するため、輸送エネルギーの考慮も必要で

ある。

一方で、現在の容器包装リサイクルは水平リサイクルシステムと比べるとエネルギー消費量が少ない可能性が高い。しかし、将来的なカーボンニュートラルの動きも考慮し、エネルギー消費量そのものの考え方を検討する必要がある。

4.2.4 シナリオの設定方法の検討

ここまでで示した炭素循環量及びエネルギー収支の評価は、シナリオ別、材質別に実施していくことになる。シナリオの設定における留意点を以下に整理する。

- シナリオは、①現状シナリオ（＝現在の容器包装リサイクルと同等）、②マテリアルリサイクル重点シナリオ、③ケミカルリサイクル重点シナリオ、④CCU 重点シナリオを軸とする。
- リサイクル手法は複数の技術が開発されているため、各技術の特性を考慮しつつ組み合わせを検討する。例えばマテリアルリサイクルとケミカルリサイクルのモノマー化は求められる材質の純度が近いいため、どちらかを重点とするシナリオが想定される。
- シナリオは材質（樹脂）の種類ごとに異なる。例えば PET 樹脂はペットボトルのマテリアルリサイクル（ボトル to ボトル）において洗浄技術の開発が進んでおり、また油化の忌避物質とされていることから、マテリアルリサイクル、モノマー化、ガス化を軸としたシナリオが想定される。
- このように、各企業の開発状況や選別技術の検討状況を考慮しつつ、シナリオを設定する。
- また、業界団体では将来のあるべき姿としてマテリアルリサイクルやケミカルリサイクル（循環型ケミカルリサイクル：油化、ガス化、モノマー化）の比率が設定されている※。これらの情報も参考にしつつ、シナリオ設定を進めていく。

※ 一般社団法人日本化学工業協会「廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業にあるべき姿（2020 年 12 月）」では、2050 年のあるべき姿として、マテリアルリサイクルが 350 万 t/年、循環型ケミカルリサイクル（油化・ガス化・モノマー化）が 250 万 t/年、エネルギーリカバリーは大幅削減とされている。

4.2.5 炭素循環評価における留意点と今後の進め方

炭素循環評価における留意点を以下に整理する。

- 現時点では各リサイクル技術（特にケミカルリサイクル）に関する情報が不足しており、特にエネルギー消費量は不明である。そのため仮の数値を当てはめて評価することになる。

- CCUによってCO₂からメタノールやエタノールを合成するには水素が必要であるが、水素製造によるCO₂排出はそのリサイクルシステムの炭素循環量が減少するため、グリーン水素であることが望ましい。水素需要の高まりも考慮しつつ、CCU重点シナリオを検討しなければならない。
- 輸送のシナリオをどのように設定するか。ケミカルリサイクルは既存の石油精製所の活用や大型プラントの新設が必要であり、プラント数が限られるため輸送距離が大きくなる。マテリアルリサイクルのリサイクル事業者やエネルギーリカバリーの焼却施設が各地に配置されている一方で、ケミカルリサイクルでは輸送の負荷が大きくなる可能性がある。
- マテリアルリサイクルのカスケードリサイクル、ガス化の炭酸ガス利用等、元のプラスチック製造フローに戻らない炭素分をどのように評価するか検討が必要である。特にガス化の炭酸ガス利用は、炭酸ガスの需要や価格、水素やエネルギーを使ったメタノール合成との比較も含めて、評価方法の検討が求められる。

来年度以降については、炭素循環評価の視点から各リサイクル技術のエネルギー消費量の情報を整理すること、各リサイクル技術と選別技術の情報を踏まえて、材質別にシナリオを設定すること、炭素循環評価を実施し環境評価の面から水平リサイクルシステムの課題・方向性を整理すること等が想定される。しかし、ケミカルリサイクルは技術開発の途中であり、評価結果は推測の域を出ない。本事業はソーティングセンターを中心とした検討が目的であること、シナリオ設定は学術的な領域に留まることを勘案し、炭素循環評価の実施可能性については引き続き検討が必要である。

4.3 施設整備及び労働環境等に関する評価に関する予備的検討

4.3.1 ソーティングセンターの整備について

1) 施設の立地と規模

表 3.2-1 欧州ソーティング施設の事業費構造等調査結果に示したように、欧州のソーティング施設はおおむね年間5万トン程度以上の規模で運営されている。日本では、プラスチック資源の回収量（一括回収プラ）を、1人1日あたり28g（約10kg/年）と仮定⁷すると、同規模のプラスチック資源を回収するには500万人程度のエリアが対象となる。首都圏（3,700万人）⁸では7～8施設分に相当するが、地方都市では広域からの回収が必要である。

施設整備に際しては、設備配置を考慮した工場面積に加え、搬入車両動線及び待機車両等も踏まえた敷地面積が必要となる。集荷の効率性と周辺環境影響を考慮した立地が求められる。

2) 処理フロー

ソーティングセンターは、受入対象物の搬入状態と組成、選別して取り出す品目を設定した上で、適切なフローを組み立てることとなる。

国内で一括回収されたプラスチックについても、バールでの搬入を想定すると、基本的には図 3.2-6 ソーティング施設の基本構成と主要機器の基本構成と同様に、解砕、異物除去（磁力選別、渦電流選別）、形状選別、光学選別の順に構成されと考えられる。ここで、選別技術や材質の取り出す順序については、リサイクラー側の求める品質を満たす選別品を得ることを前提に、需要や含有量の多い材質から取り出すことが一般的となる。日本ではPPとPEの需要が高く、含有割合も高いため、前半で取り出した上で、分量が減った後、選別機の幅を小さくしてPS・PET等を取り出すといったフローが想定される。

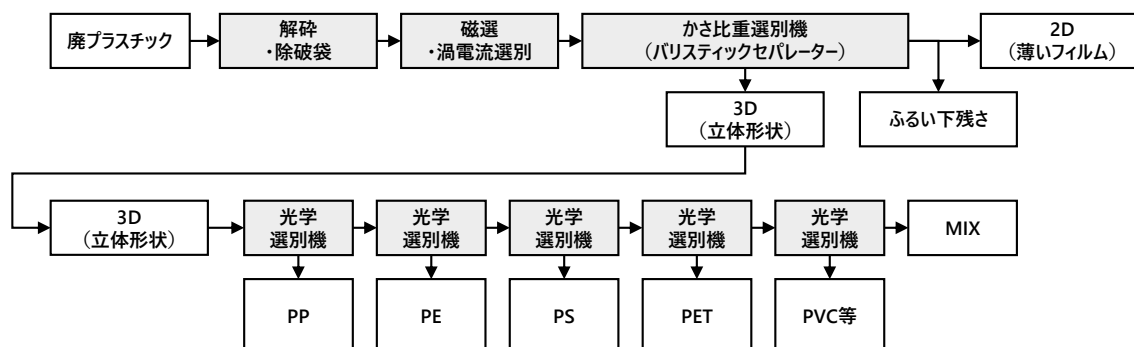


図 4.3-1 処理フローのイメージ

⁷ 東京二十三区清掃一部事務組合：清掃事業年報 令和4年度 IIIリサイクル編（2023）より特別区内でプラスチックの一括回収を実施している港区の2022年度回収実績が27.8g/人日（10.1kg/人年）であることから、本報告書では1人1日あたり28g（10kg/年）の仮定を置いた。

⁸ 2022年10月1日時点の埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県の前人口合計：3,687万人

4.3.2 ソーティングセンターの運営コストについて

国内のソーティングセンターでは、欧州のように選別ラインを無人にして、光学選別機を複数台直列で接続し、24 時間体制で稼働させることが想定される。その場合、振動選別機等も含めると、施設の運営に係る電気代は、かなり大きなコスト負担の要因となり、またそれに連動する形で、電力の使用に伴う CO₂ の排出量が問題になる可能性がある。近年、ウクライナ危機の影響で電気代が高騰を続けており、現状の材料リサイクル施設においても、施設運営コストにおける電気代の影響は大きくなっている。そのため、ソーティングセンターで使用する電力は基本的に自家発電型又は再生可能エネルギー由来の電力を使用することが必要になると考えられる。

一方、原料調達に係る運搬コストについても、運営のコストに占める割合は小さくないことが予測される。そのため、廃プラスチック発生源となる自治体の地理情報や廃プラスチック発生量について事前に詳しく解析し、ソーティングセンターとの位置関係や再商品化施設の立地状況と紐づけて、効率的な運搬体制や運搬車両の種類・台数等をシミュレーション解析しておくことが必要である。

4.3.3 ソーティングセンターの労働環境に関する現状と今後の課題について

家庭系のプラスチック製容器包装については、食品残さの付着や残存の影響が避けられないことから、工場内の臭気発生が、作業員の労働環境との関係で問題になる可能性⁹が考えられる。プロセス上、プラスチック製容器包装を選別工程の前で事前洗浄することは、排水処理の問題や洗浄後に乾燥工程が必要になる等新たな問題が発生することから、現段階では、臭いや汚れを除去するための事前洗浄工程は、プロセスに入らないことが想定される。欧州のソーティングセンターのように、選別工程を無人化した上で、陰圧にして臭気を外に漏らさないような工夫や、効率の良い脱臭装置の導入も必要になると考えられる。

また、労働環境に関する問題のもう一つの可能性として、破碎工程における粉塵発生の問題が考えられる。家庭系のプラスチック製容器包装については可能性が低いものの、プラスチック製品や産業系由来のプラスチックの中には、製品の強度を高めるために、炭素繊維やガラス繊維が、複合素材として樹脂に配合されているものがあり、そのような製品が破碎工程に混入してくると、労働災害に繋がる危険性が想定される。これを防ぐためには、そのような可能性のある製品をリストアップし、自治体側の回収品目リストから外すようにする等の対策が求められる。

⁹ 平成 4 年（1992 年）に労働安全衛生法が改正。「事業者が講ずべき快適な職場環境の形成のための措置に関する指針」(快適職場指針)が厚生労働大臣から公表された。

4.4 関連施設の立地及び地域的配置に関する予備的検討

4.4.1 廃プラスチックの発生密度

全国の各自治体から排出されるプラスチック製容器包装の容リ協への委託状況について、令和2年度の容リ協落札「数量実績データ」及び環境省の「令和2年度容器包装リサイクル法に基づく市町村の分別収集等の実績データ」を基に、全国1,741自治体の状況を確認した。令和2年度時点で、プラスチック製容器包装を分別収集して、容リ協へ委託していた自治体は、1,740自治体（帰宅困難地区を除く）のうち1,019自治体で、全国自治体の約58.6%に相当する。

さらに令和4年度のプラスチック製容器包装の容リ協への委託量（t/年）について都道府県別に集計して、地図上で可視化したものを図4.4-1に示す。令和4年度は、プラスチック資源循環促進法に基づく、指定法人スキームでの自治体のプラスチック分別収集（プラスチック製容器包装とプラスチック製品の一括回収）が実施される前年であるため、プラスチック製容器包装のみの落札数量データになるが、プラスチック製容器包装の委託量が最も多かった都道府県は神奈川県（160,681 t/年）、次いで東京都（69,232 t/年）、北海道（55,373 t/年）、大阪府（53,104 t/年）、愛知県（53,028 t/年）、埼玉県45,881 t/年）、千葉県（25,430 t/年）と続く。

なお全国の20の政令指定都市（政令で指定する人口50万人以上の都市）のうち、令和4年度の時点でプラスチック製容器包装の分別収集を実施していない都市に、千葉市（人口：約97万人）、静岡市（人口：約69万人）、福岡市（人口：約161万人）があり、これらの大都市から排出されるプラスチック製容器包装のデータは未集計のため、図4.4-1のデータには含まれていない。

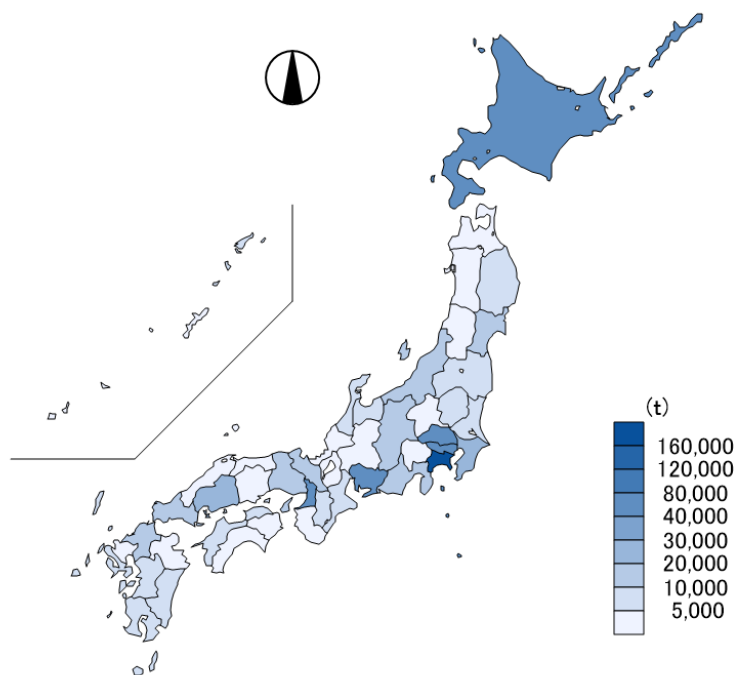


図 4.4-1 令和 4 年度の都道府県別のプラスチック製容器包装の委託量 (t/年)

また、都道府県別の令和 4 年度のプラスチック製容器包装の容リ協への委託量 (t/年) について、各都道府県の人口一人あたりに換算した発生密度 (kg/人・年) と、各都道府県の単位面積あたりの量に換算した発生密度 (t/km²) を図 4.4-2、図 4.4-3 に示す。

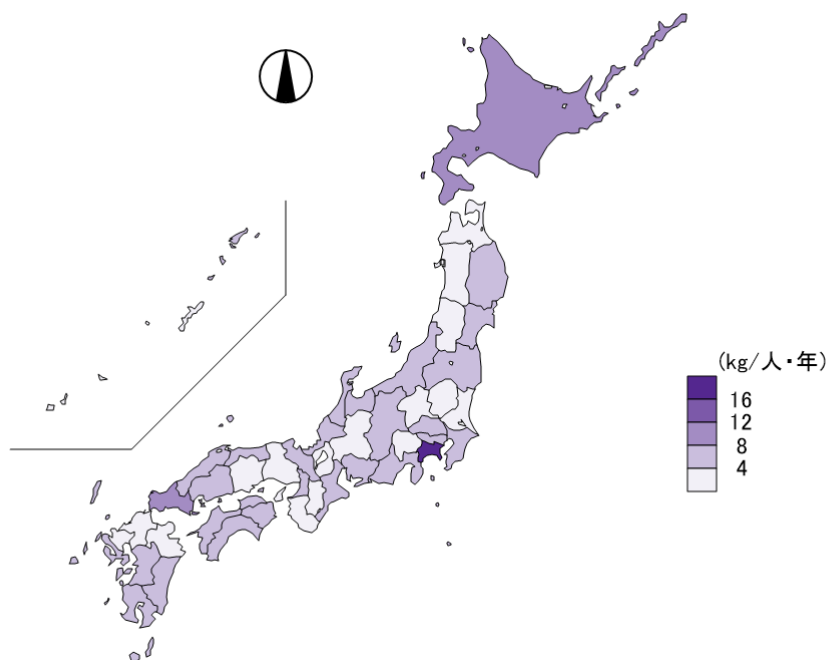


図 4.4-2 令和 4 年度の都道府県別の人口一人あたりのプラスチック製容器包装の発生密度

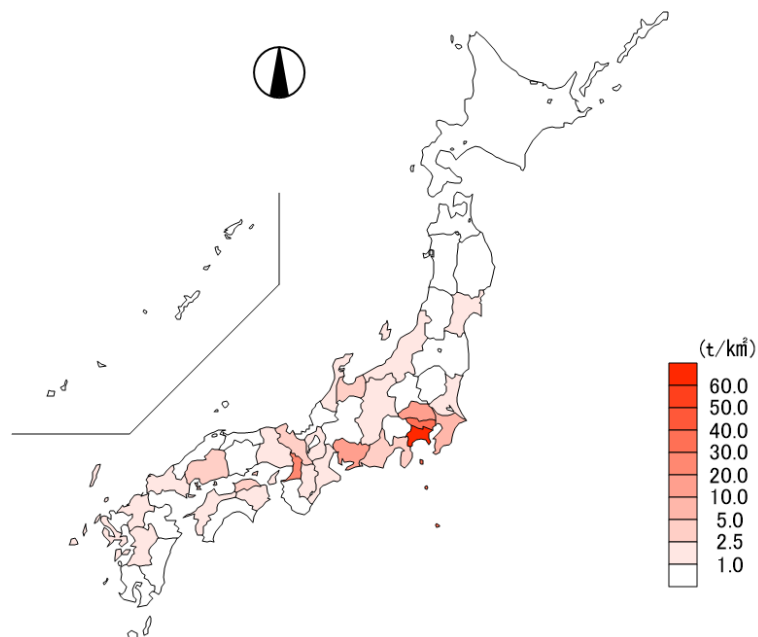


図 4.4-3 令和 4 年度の都道府県別の単位面積あたりのプラスチック製容器包装の発生密度

仮に、1,741 の全ての自治体がプラスチック製容器包装の分別収集を完全実施すると仮定し、各自治体の一人あたりのプラスチック製容器包装の発生量が 10 (kg/人・年) で全て同一であると仮定 (※) すると、都道府県別のプラスチック製容器包装発生量や単位面積あたりの発生密度は人口に比例することになる。2022 年の人口を基にした、プラスチック製容器包装の発生量予測と発生密度予測を図 4.4-4、図 4.4-5 に示す。

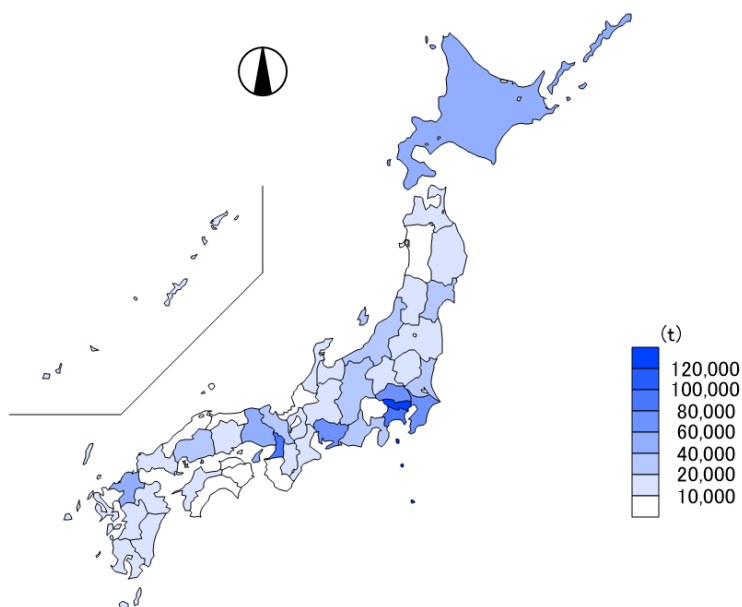


図 4.4-4 都道府県別のプラスチック製容器包装の発生量予測 (t/年)
(2022 年人口で※と仮定した場合)

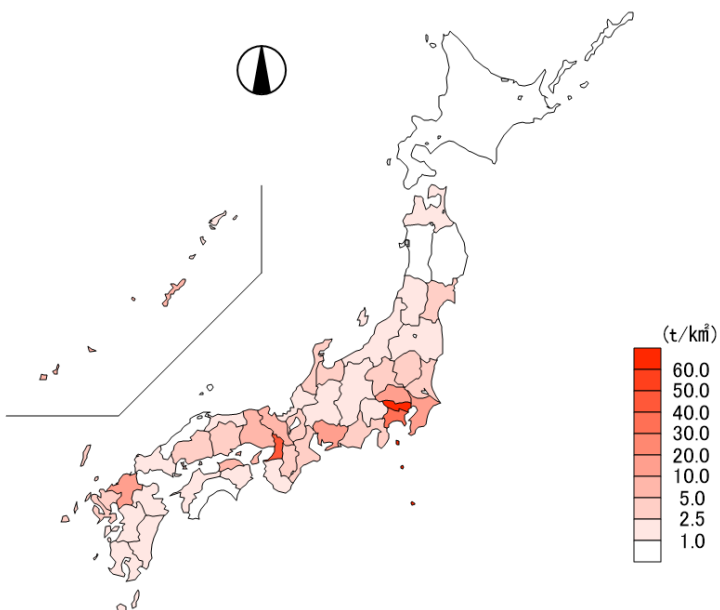


図 4.4-5 都道府県別のプラスチック製容器包装の発生密度予測 (t/km²)
(2022 年人口で※と仮定した場合)

4.4.2 マテリアルリサイクル施設とケミカルリサイクル施設の立地状況

容器包装リサイクル法における再商品化事業者について、令和5年度時点のケミカルリサイクル事業者と材料リサイクル事業者の所在地を地図上に可視化した図を下記に示す。ガス化リサイクルの施設は、現在、国内には1か所しかない。材料リサイクルやトレイリサイクルの事業所は全国各地に点在しているものの、再商品化施設が近くに存在しない県もある。特に北海道や九州には、材料リサイクルの再商品化事業所が少ないことが、特徴となっている。

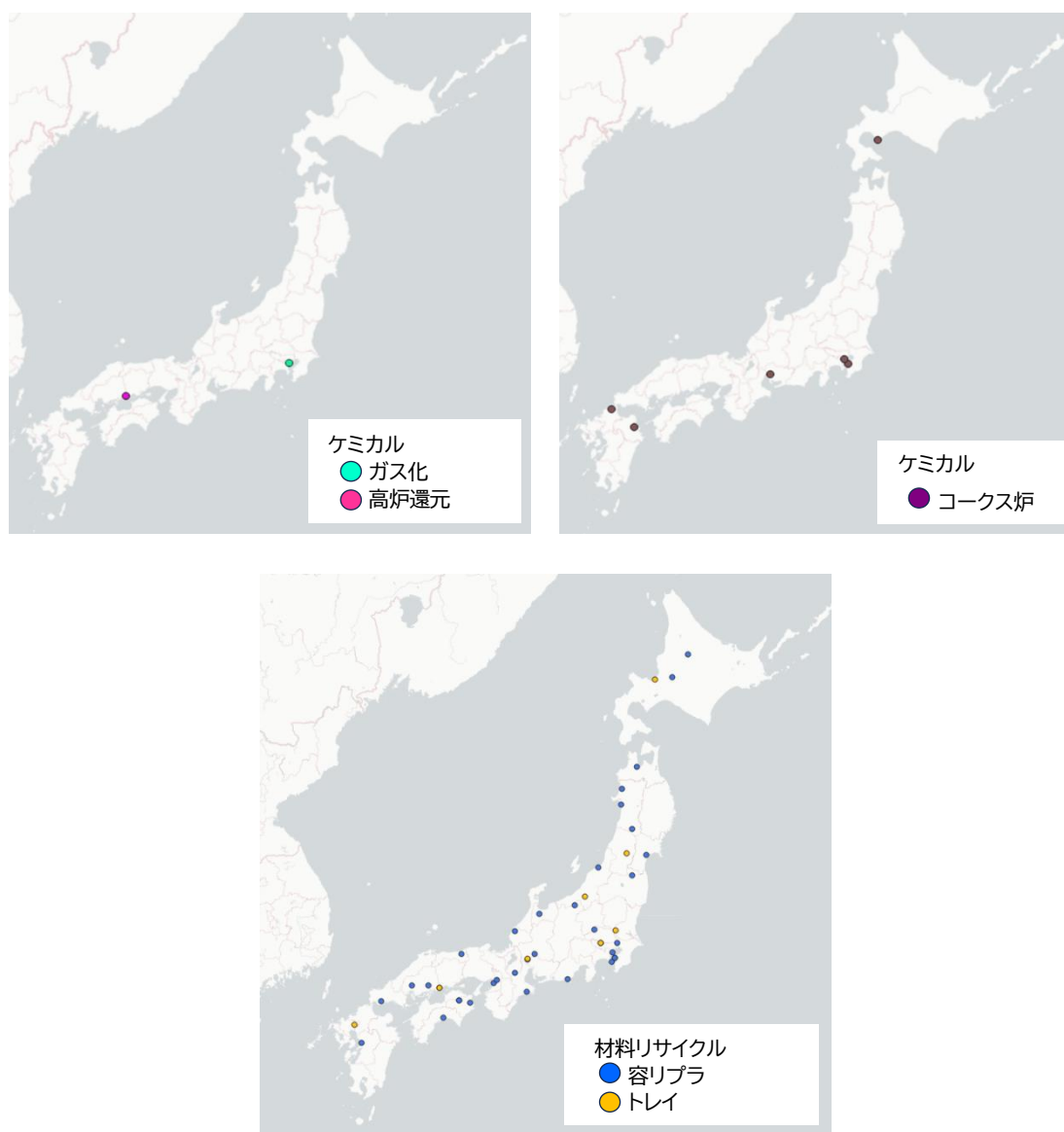


図 4.4-6 令和5年度時点でのプラスチック製容器包装の再商品化事業者の立地状況

廃プラスチックの油化のケミカルリサイクル（燃料利用は除く）については、現在のところ国内に操業している事業者は存在しないが、将来的に油化のケミカルリサイクルが稼働を始めた場合、既存の石油精製所で、石油精製装置又はナフサクラッカーに投入され、天然資源代替として利用されることになると考えられる。しかし、国内における製油所の所在地は、下図に示すとおり、太平洋側の限られた地域に比較的集中しているため、製油所から離れた地域からの廃プラスチック輸送は、輸送効率や輸送エネルギー等の観点で不利となる。そのため、例えば、地域のソーティングセンターにおいて一度、油化をしてから油の状態で輸送する等の対策が必要になると考えられる。



図 4.4-7 国内の製油所の所在地

4.5 水平リサイクルシステムの実装に向けた課題

4.5.1 欧州と日本のリサイクルの経緯や資源循環政策の違いについて

欧州では、2000 年代後半に発生した金融危機や、債務危機による欧州圏経済への大きな打撃があり、長期戦略の必要性が再認識されたことから、経済成長・雇用に関するリスボン戦略に続き、欧州 2020 戦略¹⁰を 2010 年に打ち出した。この戦略は、2019 年発足の新欧州委員会へと引き継がれ、「欧州グリーン・ディール」^{11 12}等、その後の新欧州委員会による、主な欧州の政策展開に大きな影響を及ぼしている。つまり、欧州の資源循環に関連する様々な法制度は、単なる環境保全のための法律や規制ではなく、リスボン戦略から欧州グリーン・ディールへと引き継がれてきた、欧州の経済成長戦略の一環として位置付けられたものであることが、特筆すべき大きな特徴となっている。さらに 2011 年に欧州で策定された資源効率 (RE) ロードマップ¹³では、従来の個別の廃棄物政策ではなく、新たな統合的資源政策に基づく循環型社会構築や高効率な資源循環政策を追求する方針へと政策転換するものとなった。欧州の資源効率に関する今後の活動のデザインと実施の枠組みについても定めており、2050 年までの変革のアウトラインを示している。2015 年には、最初の循環経済行動計画¹⁴が発表され、資源効率 (RE) 達成のための行動計画の 1 つに、「プラスチックリサイクルの促進」が掲げられた。

このような背景から、欧州では主に資源効率 (RE) を重視したプラスチックリサイクルが重視され、廃プラスチックのリサイクル手法としては、マテリアルリサイクルが推奨されるようになったものと考えられる。欧州は、率先して資源の再生技術を確認する一方で、再生資源を流通させるためのルールメイキングを行い、特許出願による利権の獲得や欧州からの再生資源の海外輸出等、再生資源市場を創出する狙いが背景にあると推測される。

一方、日本における資源循環の法整備は、戦後の高度成長に伴う廃棄物・公害問題が発端となっている。そのため国内では、2000 年頃までは環境保全と経済成長の調和ということに対して懐疑的な風潮が一部にあった¹⁵ようである。そのような背景から、中国の輸入規制が始まる 2018 年頃まで、廃プラスチック資源循環を中国に依存する傾向が続き、結果的に国内の再生資源に係る技術開発が、その期間、著しく停滞したともいわれている。2018 年以降、資源循環を取り巻く環境が一変し、欧州に追随する形で、CE 政策や民間レベルの動きが急速に活発化することとなった。このような経緯から、国内の CE 施策は欧州に後れを取っている面もあり、将来的には、資源再生のために海外に特許料を支払ったり、再生資源を輸入したりしなければならないリスクを抱えている可能性があることが懸念されている。

¹⁰ European Commission, “EUROPE 2020 A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth,”

¹¹ European Commission, “A European Green Deal,”

¹² 独立行政法人日本貿易振興機構「欧州グリーン・ディールの概要と循環型プラスチック戦略にかかわる EU 及び加盟国のルール形成と企業の取り組み動向」

¹³ European Commission, “The Roadmap to a Resource Efficient Europe,”

¹⁴ European Commission, “Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy,”

¹⁵ 鷺坂長美, “「環境と経済」,” 49 2018.

4.5.2 日本独自の水平リサイクルシステム構築と社会実装に向けた課題の整理

日本の資源循環政策の特徴としては、2000 年（平成 12 年）に循環型社会形成推進基本法において、3R の考え方が導入されたことが挙げられる。2004 年の主要国首脳会議（G8 サミット）では、3R を通じて循環型社会の構築を目指す「3R イニシアティブ」を提案している。リデュース、リユース、リサイクルという、いわゆる「3R」を推進し、循環型社会の構築を推進しようとする考え方が広まり、3R の結果、最終的にどうしてもリサイクルが出来なかったものを、熱エネルギーとして活用する「サーマルリサイクル」という考え方が、国内では主流となっていた。しかし、欧米ではサーマル利用は、リサイクル手法としては認められておらず、「熱回収」や「エネルギー回収」として、リサイクルとは別の扱いになっている。また、国内の「サーマルリサイクル」は、欧州で進められてきた資源効率（RE）の考え方と根本的に異なるだけでなく、CO₂ 排出という新たな問題の原因にも繋がることとなった。

今後日本では、欧州とは異なる独自の水平リサイクルシステムを構築するために、マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルを補完的に位置づけるという方針を採用することが、一つの案として挙げられる。例えば、ガス化のケミカルリサイクルは、マテリアルリサイクルが困難な複合素材や不純物を含む混合プラスチックを、分子レベルに分解して様々な化学製品原料に再生することが出来る技術であり、EUP（Ebara Ube Process）は、ガス化ケミカルリサイクル用途では世界で唯一、長期商業運転を継続しているという実績がある。また、家庭ごみと廃プラスチックのガス化技術も、マテリアルリサイクルが難しい廃プラスチックの処理方法としては、有望な技術の 1 つであると考えられる。このように日本で開発や取組が進められている優れたリサイクル技術を、ソーティングセンターとどのように有機的に連携させるかが、今後の大きな課題になると考えられる。

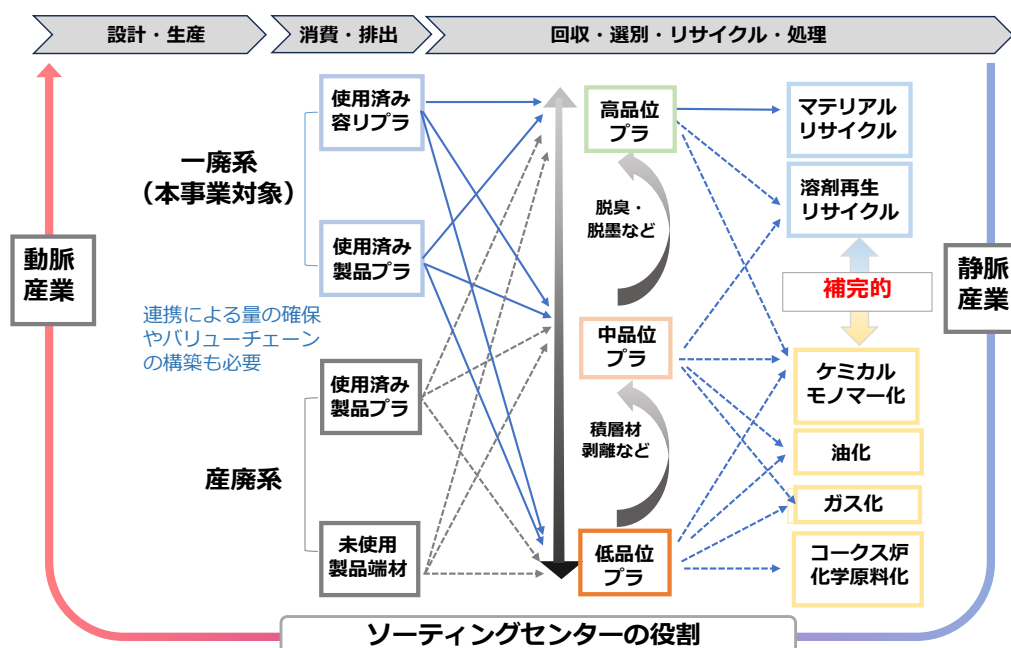


図 4.5-1 マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルの補完的な位置づけのイメージ

4.5.3 ソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムの社会実装に向けたロードマップ

国内におけるソーティングセンターの設立については、一般廃棄物のプラスチック（プラスチック製容器包装及びプラスチック製品）の発生密度が高い首都圏（又はその近郊）が最初の候補地になると考えられる。まずは 2030 年頃を目標に、首都圏でのソーティングセンター設立を目指し、次いで 3 大都市圏、地方都市へと、2050 年に向けて順次、設立に向けた取組が進められることが期待される。

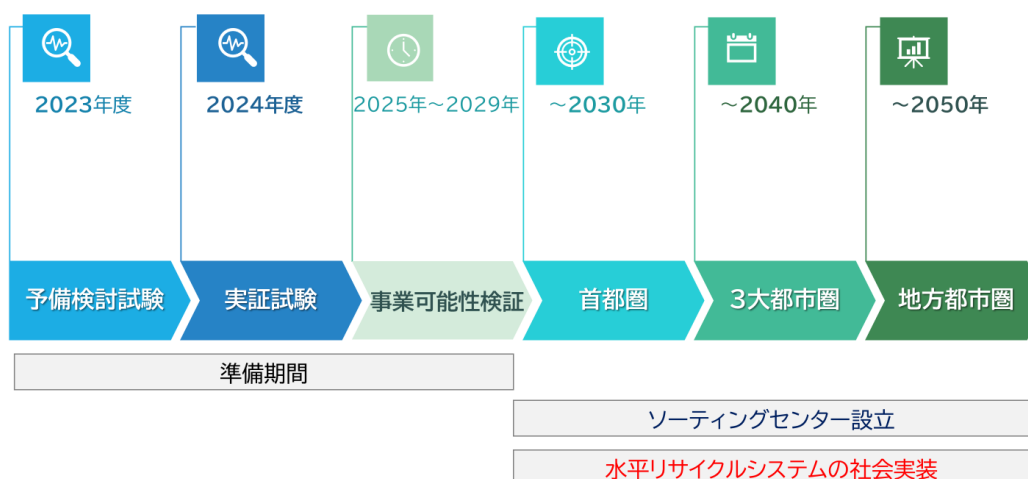


図 4.5-2 ソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムの社会実装に向けたロードマップ

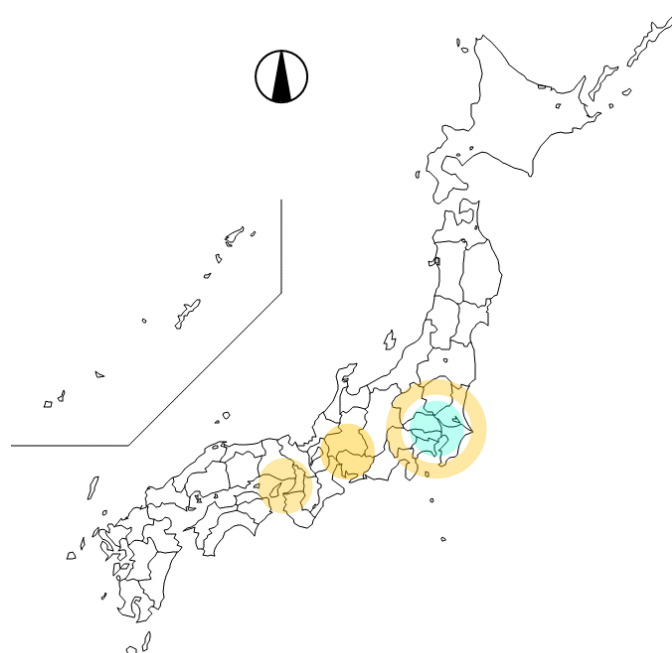


図 4.5-3 首都圏から 3 大都市圏へのソーティングセンターの展開イメージ

4.5.4 ソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムの社会実装に向けた課題のまとめ

ソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムの社会実装に向けて、今後検討や対策が必要となる課題を下記にまとめる。

表 4.5-1 水平リサイクル社会実装に向けての課題及び必要となる検討や対策

項目	課題	検討や対策
リサイクル関連の用語の定義	事業者間や関係者で、用語の解釈や考え方が必ずしも統一されていないため、齟齬が生じる可能性がある	用語の捉え方や解釈について、議論を深め、共通の認識の下で、社会実装に向けて取り組む
マテリアルリサイクルの推進	ポストコンシューマーの廃プラスチックは、品質が低下しているため用途が限られている	新しい技術（溶媒再生、脱臭技術等）の採用やソーティングセンターとの連携及び社会的側面での役割分担見直し
ケミカルリサイクルの推進	廃プラスチックのケミカルリサイクルは総排出量の 3%程度に留まっている	忌避成分の種類や許容値を把握して、ソーティングセンターの果たす役割と紐づけ、コスト面の課題も整理する
ソーティングセンター電力コスト	想定される処理フローでは、施設の運営に係る電力使用量がコスト負担の大きな要因になる可能性がある	自家発電設備の導入や再生可能エネルギーの活用
原料調達 of 運搬コスト	廃プラスチックは軽くて嵩張るため、効率的な収集運搬体制の構築が必要	自治体の地理情報や排出量を分析し、再資源化施設の場所や処理能力と紐づけて事前にシミュレーションしておく
再資源化施設の立地状況	施設が近くに存在しない自治体もある。特に油化リサイクルに必要な製油所は、地域の偏在性がある	地方にもソーティングセンターを設置して油にして輸送することや、広域的な処理の推進を図る
欧州の規則やルールへの対応	将来的に資源再生のための特許料の支払いや、再生資源を輸入しなければならないリスクが懸念される	国内で培ってきた技術の活用や、マテリアルとケミカルを補完的に位置づけた日本独自の水平リサイクルの推進
ソーティングセンターの設立	地域によって廃プラスチックの発生密度が異なる	まず首都圏、次いで 3 大都市圏、地方都市圏へと順次展開を進めていく

5 まとめと今後の社会実装に向けた検討

5.1 今年度事業の結果のまとめ

今年度の調査で得られた結果の概要を以下に示す。

- 2章の実証実験では、組成調査を行い、一括回収を開始した自治体における回収品の種類と材質、複合品の割合等を分析した。機械選別では、一括回収プラから硬質・軟質に分け、PP、PE、PSに材質分けした上で、ペレット化を行った。ペレットについては物性試験（メルトフローレート、引張試験、曲げ試験、シャルピー衝撃試験、比重）による分析を行い、コンパウンダーより現時点でPPは家庭用雑貨や増量材には使える材料であるとのコメントを得た。今後は、こうした取組の結果をリサイクル事業者に共有し、再生材としての性状や利用可否、判断に必要な分析項目や分析方法等について評価・意見を求めながら、再生樹脂の品質基準を作っていくことが有効であると考えられる。
- 3章の調査では、欧州のソーティング施設の状況と国内のプラスチック製容器包装再商品化施設の状況とを比較し、日本で導入が期待されるソーティングセンターの機能を検討した。また、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、コンパウンドの技術を有する事業者へのヒアリング調査から、研究開発・事業化の方向性や必要とする選別物の品質、忌避物質等について情報を得た。ソーティングセンターに求める機能は、日本で排出されるプラスチックの性状と、リサイクラー側の用途や保有技術の両面からすりあわせていくことが有効である。また、ソーティングセンターの導入には環境面、経済面、社会面の様々な要素が影響するため、日本版のソーティングセンターが担うべき役割について結論を得るには至っておらず、次年度以降の実証実験で技術面の検討を行いながら引き続き検討していく必要がある。
- 4章の水平リサイクルシステムの検討では、まず水平リサイクルの認識の共通化を図り、水平リサイクルのイメージ図を作成した。併せて国内のリサイクルの現状についても整理を行った。また、環境影響（特にGHG排出量）評価や施設整備・労働環境等についても予備的な検討を行い、今後、国内にソーティングセンターを設立するために必要となり得るデータ（廃プラスチックの発生密度や関連施設の立地状況）についても、地図上での可視化を行った。さらに、欧州と日本のプラスチックリサイクルにおける考え方の違いやその背景について整理を行い、日本が抱えている将来的なリスクや懸念事項を洗い出した。今後、国内でソーティングセンターを核とした水平リサイクルシステムを社会実装するために、どのようなことが課題となるのか、またそれを解決するためにどのような検討や対策が必要となるかを整理した。

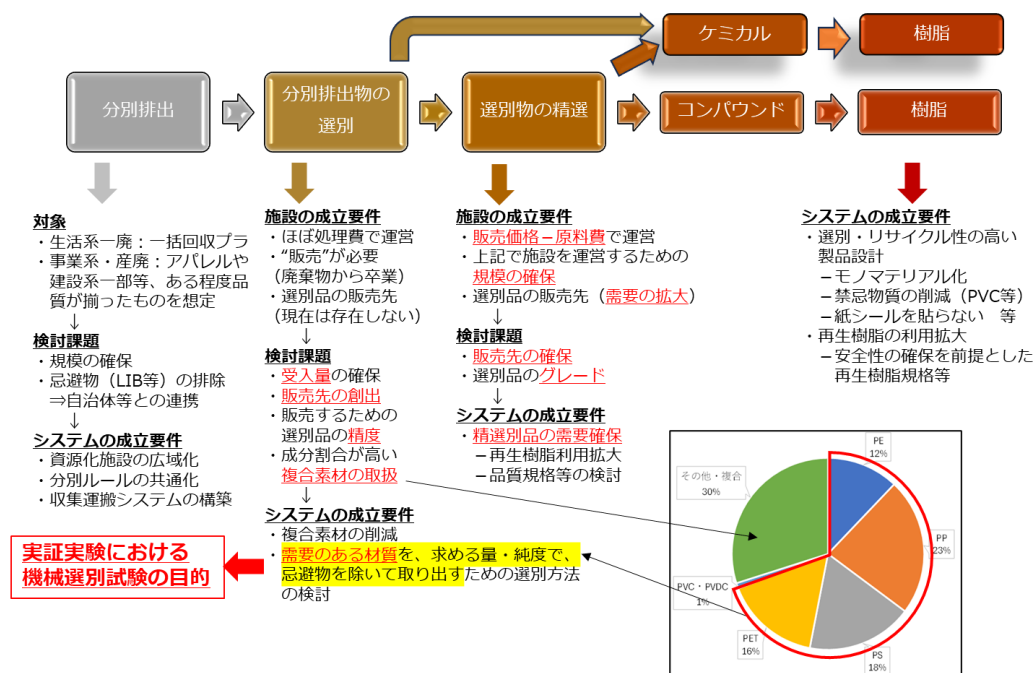


図 5.1-1 本事業の結果まとめ

5.2 次年度以降の実証実験計画案の策定

5.2.1 目的

現在社会実装されている選別技術を用いることで、どこまで高精度に機械選別することが可能かを明らかにするため、一般廃棄物の廃プラスチック類を対象とし、精製やコンパウンドの技術を有するリサイクラーの求める受入条件を満たす選別品（サンプル）を作成する。また、リサイクラーの協力を得て選別品の評価を行い、その結果を選別工程の検討へとフィードバックする。

結果についての情報発信を行うことで、関係者の参加意欲や議論を盛り上げていく。

5.2.2 実施方法

（１）協力先への依頼

今年度調査で協力可能性があるという回答が得られた各主体に対して、以下の協力を依頼する。

表 5.2-1 協力先への依頼内容

主体	依頼内容（案）	備考
自治体	・回収した一般廃棄物のプラスチックについて、実証実験への提供（バール 3 個、750 kg 程度を想定）	機械選別の実施先の近隣で一括回収を実施している自治体を想定
選別施設	・自治体で回収した一般廃棄物のプラスチックについて	条件を明示し、対応可

保有者	て、解砕、不適物除去、機械選別（各材質に選別後、材質別のグレード分け等）により、リサイクル技術保有者の受入条件を満たすサンプルの作成 ・選別品の組成調査・分析に対する協力（一定期間の保管、組成調査場所の提供等） ・選別品について、破碎、洗浄、浮沈選別等による二次精選（フレーク、ペレット化等、リサイクル技術保有者の求める形状への加工）	否、費用等を確認
リサイクル事業者	・評価に必要な分析項目、分析方法等の提示 ・選別物、ペレット・フレーク、又は分析データで、選別品サンプルを評価。 ・評価内容は、以下を想定。 －選別物：対象材質の含有率・純度、忌避物質の含有状況、複合素材の割合と内容（材質組成）等 －ペレット・フレーク：分析データ（メルトフローレート、引張試験、曲げ試験、シャルピー衝撃試験、比重等） －選別物・ペレット・フレーク等を用いた実証実験 －その他 ・対象は、マテリアルリサイクル、（メカニカル、溶剤抽出）、ケミカルリサイクル（油化、モノマー化、ガス化）の各技術を想定	剥離・脱墨・脱臭等の技術については引き続き調査し、協力先が得られた場合は、選別又はリサイクルのいずれかの段階での実証実験への参加を依頼する
コンパウンダー	・評価に必要な分析項目、分析方法等の提示 ・機械選別で得られた選別物、ペレット・フレーク、又は分析データについて、利用可能性を評価	必要に応じて、加工成型試験を実施し、その評価も依頼する
メーカー	・分析データについて、利用可能性を評価 ・業界団体への情報共有、結果のフィードバック等	自社製品の分析評価等のニーズがあれば検討

（２）機械選別の実施

選別事業者、テストセンター等の協力を得て、選別品サンプルを作成する。

サンプルは、リサイクル技術保有者との協議によって材質、条件、形態、必要量等が異なるため、次年度以降に詳細条件を設定する。

ここでは仮に、以下の条件を設定し、サンプルを作成する場合の工程と所要時間・人工等を整理した。結果を表 5.2-2 選別試験の内容と所要時間に示す。

【設定条件（仮）】

- 対象物は、自治体により回収された、一般廃棄物のプラスチック製容器包装とプラスチック製品（ボール 3 個、750 kg 程度）とする。
- テストセンターでの実施を想定する。なお、営業稼働中の選別施設は 1 日以上の協力を得ることが難しいため、条件が合う場合には部分的に協力を依頼することを想定する。

表 5.2-2 選別試験の内容と所要時間

工程	単位	所要時間 (原単位)	合計時間	担当
解砕（手作業）	1 ベール	8時間	4人で作業を行う場合、 2時間	
バリスティックセパレーター	1 ベール	8時間★	4人で作業を行う場合、 2時間	テストセンターの技術者
不適物除去（手作業）	1回	2時間	4人で作業を行う場合、 30分	(受託事業者)
光学ソーター（材質分け）	1材質	8～16時間★	材質により所要時間が異なる 4材質： 32～64時間	テストセンターの技術者
純度回収率調査 (手作業)	コンテナ1杯	6時間	PP/PE/PS/PET × 2 (2D・3D) として 2杯×4材質=8杯、48時間分 2人で作業を行う場合、 24時間	(受託事業者)
計			7～12日＋横持ち等：15日程度	
第二段階用 事前プログラミング	1 材質/3 種 (I、II、III)	8時間	1つの材質につき、需要品質別に選別 (I II III サンプル) に選別するための 選別機のプログラミング PP/PE/PS/PETを対象とすると 8時間×4種類 = 4日間	テストセンターの技術者
第二段階選別 (同一素材詳細選別)	1 材質	1時間	1つの材質につき、1時間＋6時間＋1時間	テストセンターの技術者 (+受託事業者)
サンプル確認	コンテナ 1 杯	6時間	PP/PE/PS/PET×2D・3Dを対象とすると 8時間×8種類 = 8日間	(受託事業者)
選別後マテリアル回収 ・ライン清掃	1 回	1時間		
計			12日＋横持ち等：15日程度	
洗浄粉碎、脱水	1材質	1 時間	PP/PE/PS/PET × 3 サンプルとして 12時間 ×作業人員6名	実験協力会社
水槽選別機（2 STEP）	1材質	2 時間	PP/PE/PS/PET × 3 サンプルとして 12時間 ×作業人員6名	実験協力会社
圧搾脱水機	1材質	1 時間	PP/PE/PS/PET × 3 サンプルとして 12時間 ×作業人員6名	実験協力会社
押出機	1材質	1 時間	PP/PE/PS/PET × 3 サンプルとして 12時間 ×作業人員6名	実験協力会社
計			6日間＋水槽清掃：10日程度	

★：選別工場の協力が得られると短縮できる可能性がある

（3）スケジュール

想定される実証実験を含めた全体スケジュール（案）を表 5.2-3 実証実験事業のスケジュール（案）に示す。

表 5.2-3 実証実験事業のスケジュール（案）

項目	時期	月											
	開始	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12
条件整理													
リサイクル事業者に対し、サンプルに求める条件の確認													
作成するサンプルの数量、作成手法の検討													
選別施設への協力依頼・協議													
自治体への一括回収プラ提供協力依頼													
関係者調整（分析会社、試験届出、輸送手配等）													
選別サンプルの作成													
①選別													
選別サンプルの作成													
②破碎・洗浄・ペレット化													
リサイクル事業者におけるサンプル評価、実証													
結果のとりまとめ													
専門家会議													

5.3 実証実験の実施に向けた課題抽出

- サンプルの確保における自治体の協力
- 容器包装リサイクル推進協会との調整
- スケジュール：機械選別は実施時期の調整が必要となるため、早期に実施時期を決めて調整を開始する必要がある。

5.4 水平リサイクルシステムの社会実装に向けた課題抽出

（１）日本に適したソーティングセンターのあり方に関する課題

水平リサイクルシステムの核となる、日本に適したソーティングセンターのあり方の検討が必要である。

①ソーティングセンターの機能

日本に適したソーティングセンターの機能として、欧州のように材質別に選別すること（sorting）と選別品のさらなるグレード分け・造粒（recycling）を分業する欧州タイプ、日本で現在実施されているように材質別の選別から造粒までを一体的に実施する日本タイプ、と大きく２種類が考えられる。ソーティングセンターとして、どこまでの工程を実施するか、日本と欧州における包装材の組成の違い（モノマテリアル化の促進と過渡期の対応）、マテリアル、ケミカルリサイクルの技術動向やコンパウンド側との密な情報交換を元に検討する必要がある。

②立地及び地域的配置

○人口規模・人口密度について

首都圏（１都３県）で廃プラスチック収集量を試算すると 37 万 t/年となった。欧州で事業が成立している規模の目安である処理能力 5 万 t/年（160 t/日）程度のソーティングセンターを整備する場合には 7～8 施設分に相当する。ただし、首都圏では用地の確保も課題となる。

一方で、地方では人口密度が低いため首都圏ほどの廃プラスチック収集量が見込まれないことから、ソーティング施設の規模を縮小し、仮に処理能力を 1 万 t/年（32 t/日）程度とした場合でも、100 万人分の廃プラスチックが処理対象となる。これだけの廃プラスチックを確保するためには従来よりも収集対象地域を拡大する必要があり、分別収集負担が増加することが懸念される。こうした地域では、廃プラスチックの分別収集＋再資源化ではなく、「硬質プラの拠点回収＋可燃ごみガス化」等の分別収集負担を抑えるためのシナリオの検討も必要である。

○石油化学コンビナートとの連携について

石油化学コンビナートと連携した循環モデルを形成するにあたっては、ソーティングセンター自体を石油化学コンビナートの近傍に立地させるか、ソーティングセンター近傍で廃プ

ラスチックを油化し、その分解油を石油精製・石油化学プロセスに輸送することを考慮した立地を検討する必要がある。

（２）水平リサイクルシステムのあり方に関する課題

①ソーティングセンターの後工程

○材質別専門工場について

ここでは、ソーティングセンターの後工程として、材質別に選別物したものを、リサイクラーの需要に合わせた再生品へと二次選別し、フラフやペレットで出荷する材質別専門工場を想定し、その規模を試算する。

廃プラスチック中の単一素材の含有割合を、本調査の組成調査結果（表 2.3-4 試料全体の用途、形状、材質別組成）から「PP：21%、PE：11%、PS：16%、PET：15%、複合材：27%」と仮定し、ソーティングセンターでの歩留まりを9割と仮定すると、処理能力1万t/年のソーティングセンターからのベール出荷量は「PP：1,890t、PE：990t、PS：1,440t、PET：1,350t」となる。これをさらに歩留まり8割の材質別専門工場でそれぞれ二次選別（破碎・洗浄等）すると「PP：1,512t、PE：792t、PS：1,080t、PET：1,080t」となる。1軒の材質別専門工場が処理能力1万t/年のソーティング施設1軒から出荷された選別品ベールのみを取扱対象とする場合には、搬入量は多くとも2,000t/年（6t/日）に満たず、事業性を確保するのは難しい規模である。このため、材質別専門工場を事業として成立させるには、複数か所のソーティングセンターから選別品ベールを集めることが必要であり、地方都市では長距離の輸送が必要となる。また、首都圏においても、道路網や輸送効率を踏まえた施設立地を検討する必要がある。

○油化施設等について

油化施設について、処理能力を1万t/年とすると、必要な原料（PP、PE、PS）で1万t/年を確保するためには、本調査の組成調査結果（表 2.3-4 試料全体の用途、形状、材質別組成：PP：21%、PE：11%、PS：16%の合計48%）から、これらを全量油化した場合でも、ソーティングセンターへの搬入量で2万t/年以上である必要がある。

また、PP溶剤抽出事業では、ソーティングセンターからのPPベール出荷品として6万t/年が必要との意見があり、これはソーティング施設への搬入量として40万t/年以上に相当する。このため、確実に複数か所のソーティング施設から選別品ベールを集める必要がある。

○石油化学コンビナートとの連携

石油化学コンビナートと連携した循環モデルについては、石油化学・石油精製プロセスの立地が限られるため、各地の油化施設で生成された廃プラスチック分解油を回収し、投入する必要がある。油化施設が1万t/年規模程度とした場合、ナフサ分解炉への投入が10万t/年規模程度と想定されていることから、10か所程度の油化施設から集める想定となる。

また、石油化学コンビナートと連携した循環モデルから製造された再生材を高付加価値に位置づけるには、マスマランス方式を活用した再生原料の供給・利用について、社会的な理

解の醸成を図る必要がある。

②再生材利用側に求める対応

再生材の基準の策定及び用途の拡大（使えるところから使用し、徐々に拡大する。例：食品容器での中間層に使う等）が必要である。

③プラスチック製容器包装、プラスチック製品の製造者・利用者に求める対応

プラスチック原料のユーザーは、バージン材を使ってきた経験から、再生樹脂の利用可否を検討する際に、バージン原料にどのくらい近いかという視点で評価を行う傾向にある。水平リサイクルシステムの実装に向けて再生樹脂の利用拡大を図るためには、製造する製品の原料として求める機能を明確化し、再生樹脂がそれを満たしているかという点で評価することが求められる。そのためには、リサイクラーとユーザー側とが情報交換・共有することにより、再生樹脂の品質基準を設定することが有効である。

また、再生樹脂の品質を高めるためには、使用後に自ら再生樹脂として利用することを想定した製品設計（モノマテリアル化、易分解設計、材料表示等）を進めることも不可欠である。

③ 再生材供給機能

再生原料確保のため、自治体と連携した一般廃棄物プラスチックの効率的な回収を行い、ソーティングセンターへの搬入と、リサイクル（マテリアルリサイクル/ケミカルリサイクル）施設への供給能力を拡充する必要がある。

また、廃プラスチックを安定的に確保するためには、生活系のみならず、事業系プラスチックや産業廃棄物プラスチック等の回収等についても検討することが期待される。

（３）水平リサイクルシステムの評価（環境面）に関する課題

水平リサイクルシステム全体の環境影響を評価するための手法として、炭素循環量、エネルギー収支の評価方法の検討が必要である。この際、学術研究分野との適切な連携と役割分担を図る必要がある。