

5. 回収システム評価、選別工程の合理化検討

5.1. 廃プラ（容リ・製品プラ）の回収・輸送

(1) 廃プラの収集と仕分けの在り方

本実証では、一般廃棄物の中のプラスチック容器包装（以下、容リプラ）およびプラスチック製品（以下、製品プラ）などの廃プラを用いて、品質の良い再生材を製造し、この再生材を利用して、高品質なプラスチック製品を開発、実用化することを目的としている。

出発材料である容リプラや製品プラは、主に自治体が分別収集した廃プラで、ポストコンシューマ材（以下、PCR 材）を対象にしている。これらの廃プラは殆どが自治体が収集、前処理しているが、収集段階から異物や食品残渣などの汚れをはじめ、リチウム電池など様々な忌避物質の混入も指摘されており、品質の良い再生材へのリサイクルは進展していない。

容器包装リサイクル法では、収集・前処理・ベール化は自治体の役割、ベール化以後の再商品化は特定事業者の責務とされている。自治体が収集する PCR 材の容リプラや製品プラの分別基準は、国が示した標準的な基準があるが、各自治体では地域の実情の即した分別収集基準を設けていることが多い。

収集後、ベール化された容リプラや製品プラは、特定事業者（以下、特事）に代わって再商品化義務の基づくリサイクル事業を進めている（公財）日本容器包装リサイクル協会（以下、容リ協会）が毎年行う入札で、当該自治体ベールの再商品化を担当する再商品化事業者（以下、再事）に引き渡され、再商品化されるが、再商品化における材料リサイクルの収率基準は 45% 以上と決められている。つまり、収率は投入量の約半分となっている。

材料リサイクル事業者に引き渡されたベールを見て、収率基準は 45% とした点を、やむなしと理解を示す見方もあるが、EU 等の状況と比較して、収率が低すぎるとの声もある。また、こうした低収率の材料リサイクルを主に運用されている現行の容リシステムを、品質の良い再生材を、高い収率でリサイクルするしくみに改める必要がある、との指摘や、自治体での分別収集基準を統一して収集の標準化を進めることが不可欠との指摘も多い。さらに、容リプラや製品プラなど PCR 材由来の再生材を高品質化するには、収集から再商品化までの工程の見直しが必須との指摘もある。特に、工程の見直しに際しては、容リプラ、製品プラを量と質の両面で改善するポイントとして、収集されては容リプラなどを、材質別、形状別に仕分けすることが、最重要と考えられる。多くの有識者は、プラのリサイクルの高度化には、材質別、形状別に仕分けする工程を、地域やリサイクル事業者の事情を勘案して、確立する必要がある、としている。

なお、プラスチックのリサイクルでは、先進的な取組みを展開している EU では、欧州全域に収集した廃プラを、高効率で材質別、形状別に仕分けする工程が、ソーティングセンター（以下、SC）として確立している。SC の状況については、経産省の令和 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のとして令和 6 年 3 月に纏めた「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」に、詳しく紹介されている。ちなみに EU では、EU 全域で 100 の SC 施設が設置され、稼働している。これが EU でのプラスチック資源循環を支えている。

また、SC での仕分け設備は、単なる選別機による仕分けというレベルではなく、地域の状況を踏まえた、大型のソーティングプラントといえるものが主流であり、選別・仕分けの関する設備は、年々高度化している。SC の運営主体は、公的機関もあるが、官民共同型や、民間事業者による運営などがあり、運営している民間事業者は高収益企業が多いという。

(2) 容リプラ・製品プラのリサイクル・大木町での課題

2023 年 4 月から、プラスチック資源循環促進法（以下、プラ循環法）施行され、自治体は、容リプラと製品プラを一括して収集するしくみが動き始めた。2025 年には、一括回収する自治体は 100 市町村を超える見込みである。

国は、容リプラと製品プラの一括回収を、各自治体が推進していくことを求めており、各自治体でも、国も示した方針への対応に取り組み始めている。しかし、収集された廃プラを効率よくリサイクルするしくみは、まだ整備されていない。

前項でも指摘したが、プラスチックリサイクルにおける重要なポイントは、収集した容リプラや製品プラの材質別、形状別の効率よく仕分けする工程である。本実証において展開する福岡県大木町の人口規模、収集量、収集ルールなどの状況から、高額な投資が求められる大型 SC という選択肢ではなく、材質仕分け用の簡易装置などを利用した仕組みで運用することが効果的と考えられる。本実証では、主にポリプロピレン（PP 樹脂）製の容リプラ、製品プラを主にした再生材を、高質のコンパウンドに加工して、品質の良い再生材を製造し、この再生材を利用したプラ製品を実用化することにしており、コンパウンド加工や成形方法など、高度な技術を活用することから、出発材料の確認などの工程の見える化をすることが、適していると想定される。

また、選別・仕分け向けの設備への投資が、一般的には 2 桁と考えられるが、当該地域での収集量（最大で年間 1,000 t 程度）から、kg あたりのコストを試算すると、経済性の確保の面で大きな課題になる。このことから大木町での材質仕分けは、従来手法で行うことが望ましいと考えられる。

(3) 回収処理現場の視察

(3) -1. 北九州ビートルエンジニアリング SRC

系列会社として、西原商事（収集運搬）、ビートルエンジニアリング（中間処理）、ビートルマネジメント東京・北九州（トレーサビリティシステムの提供）を有し、廃棄物処理の各工程（運搬・処理・情報管理）を一括で提供している。1972 年の創業以来、廃棄物処理の「見える化」に取り組んでおり、施設の外観のみならず、内部のプロセスにも配慮している。

技術面では、画像認識 AI、ロボットによる缶・瓶・ペットボトルの分別、再生可能エネルギーの活用を進めている。前工場は 100% 再生可能エネルギーを利用し、一部に PPA を導入している。

同社の工場は計 9 カ所あり、古紙、消火器、医療廃棄物、BRC（缶・瓶・ペットボトル／若松）、SRC（家庭系プラ）を取り扱っている。BRC の処理能力は年間約 1.9 万トンで、国内第 2 位の規模を誇る。対応エリアは山口南から長崎に及び、飲料メーカーの営業所からの回収も行っている。

処理技術として、ビニール・セメントの固形燃料化、破袋機、バリオセパレーター、AI ロボットの活用が挙げられる。また、Bottle to Bottle の取り組みとして、福岡市からの回収品をリベール・ペレット化し、一部をペットボトルへ再利用している。

プラスチックリサイクルの動向として、2023 年 10 月から施行されたプラスチック資源循環促進法（プラ法）に対応し、家庭の容器包装プラと製品プラの一括回収を開始した。SRC 施設は、もともとベッドマット等の複合・混合廃棄物処理施設であったが、一般廃棄物向けに再設計され、年間処理能力は 1 万トンとなっている。

処理フローは以下のとおりである。

1. 容リと製品プラを混合回収（市の委託業者が収集）
2. SRC で破袋・振動比重選別
3. 容リは、コンベア選別し、六面包装・ベール化
4. 硬質プラは、リチウムバッテリーなどを除去
5. 光学選別で PP・PE を抽出し、破碎・フレーク化
6. 洗浄なしで市内ペレット工場へ受け渡し

新工場計画（PLARY 工場）として、エコタウンセンター隣接地に選別・洗浄・ペレット化までの一貫処理が可能な施設を建設中である。スケジュールは、2025 年 9 月に工場完成、2026 年 4 月に本格稼働予定である。製品展開として、容リプラ・製品プラ・産業廃棄物をリサイクル製品化し、2025 年春には学習用品（引き出し）を市場投入予定である。既存の物流パレットや自

動車部品への転換も進める。また、小学校向けに引き出しを販売し、6年生卒業時に回収・リサイクルする環境教育連携の取り組みも行う。

リサイクルの課題として、PE 販路の問題がある。収集量は全体で 10,000 トンであり、容リプラと製品プラの割合は 90-95 : 10-5 となっている。PP・PE 混合の機械選別や PS 単独のペレット化を進める一方で、容リプラ内の PE・PP のそれぞれの含有率は不明であり、PPPE 混合材は低品質であり、PE 単独の市場需要は低い。

PE・PP の用途開発には、容リ協ルール（50%以上の資源化、90 日以内出荷）が影響し、国内 PE の流通がないため用途開発が急務となっている。既存の販売先として、日鉄向けに 5,600 トン、製品向けに数百トンの供給実績がある。

新工場の目標は年間 30,000 トンの処理であり、半分以上の製品化を目指している。PS の価格向上が鍵となる。規制と市場の課題として、残渣は燃料化されるが、九州では RPF 需要が未成熟である。製品プラにはカスタマイズの余地があり、福岡・佐賀・長崎での回収調整が必要である。今後の懸念として、2026 年には容リプラの供給過多が予測されており、燃料利用の 90 日ルールやルール変更、価格変動の影響を受ける可能性がある。これらの課題を踏まえつつ、同社はプラスチックリサイクルのさらなる発展に向けた取り組みを進めている。



図 5.1-1 施設の写真（左から、一括回収プラから選別された製品プラ、近赤外線選別での照射・選別の様子、製品プラの粉碎品）

(3) -2. 大木町環境プラザ

平成 13 年 4 月に「リサイクルセンター」として開設され、平成 23 年 4 月より現名称に改称された。主な業務として、燃やすごみ以外の資源ごみや粗大ごみの受け入れを行っている。施設内にはリユースプラザ「くるくる」が併設され、まだ使用可能なリユース品の展示・販売を実施している。資源ごみ・粗大ごみの受け入れ日時は、火曜日から金曜日（祝日を除く）および日曜日の午前 9 時から正午までである。

視察時は午後であったが、組成調査等で訪れる際は常に車が出入りするような状況であり、使用頻度の高さが伺える。視察時にはちょうどベッドの解体が行われており、ウレタンマットと金属枠の分解作業が確認された。コイルなどの金属部分とそれ以外が手作業で分けられる。おもちゃ専用の解体スペースも設けられており、担当者がドライバーなどの工具を使用して丁寧に分解する（図 5.1-2）。その結果、分別後の製品プラスチックは、プラスチックのカバーのみが取り出された状態となる。



図 5.1-2 施設の写真

(左から、ビスや基盤などが全て取り外された状態、ベッドの解体の様子)

(3) -3. 株式会社 YK クリーン

容リプラと一括回収プラ、環境プラザに直接持ち込まれた製品プラなどの処理を行う。一括回収による製品プラは直接持ち込みに比べて、割れや汚れが目立つ。容リプラのベールと一括回収分のベールは分けて処理している。

大牟田市では指定袋を使用せず、容リプラのみを分別回収している。製品プラスチックについては、破碎して油化するか、破碎後に売却している。大牟田市は廃棄物処理法第 32 条に基づく処理を行っており、残りの 4 市では容リプラのみを分別している。一括回収内の製品プラスチックには大きさの制限がなく、回収袋に入るものは基本的に受け入れている。現在、有価物のミックス処理が行われている。製品プラスチックの混入が多い、汚れが多いなど、受け入れ自治体別に異なる傾向が確認できる。

株式会社 YK クリーンでは PP のケミカルリサイクルが行われている。処理温度は約 400 度で、冷却過程により 3 段階の油が生成される。具体的には、粗油、A 重油、灯油の 3 種類である。A 重油相当のものは地元のビニールハウスで使用され、灯油はバーナー燃料として利用されている。処理施設では、1 時間あたり 50～70kg のプラスチックを投入し、安定した生産体制を維持している。この処理方法は 6 年間継続されている。プラスチックを分別せずにそのままナフサクラッカーで処理する方が効率的かどうかの検討もされているが、規模の違いから最適な方法は異なると考えられる。

油の生産拡大は可能であるが、ダイレクトに使用するためには精製が必要である。千葉の施設では年間 2 万トンの処理能力を有している。しかし、アルミ蒸着フィルムなどの混入物が残渣として残り、タルクなどの成分は最終的に処理残渣として排出される。また、処理過程で細かい異物が飛散することもあり、ストレーナーを設置して対策しているが、定期的なメンテナンスが必要である。



図 5.1-3 施設の写真 (左から、一括回収から取り出された製品プラ、廃プラの生成油)

(3) -4. 株式会社富山環境整備

本施設は、40 を超える市町村から廃プラスチックを受け入れており、今年度は約 6 万トン进行处理する見込みである。昨年度の処理量は約 3.5 万トンであり、新たに第 6 工場を建設したことにより、受け入れ量を大幅に拡大した。

第 4・5 工場は平成 12 年より稼働しており、処理能力は年間 8.6 万トンである。令和 3 年には、東京オリンピックの工事に伴い受け入れ量が大幅に増加し、選別可能なものは選別した上で、マテリアルリサイクル (MR) を目的とした高度選別センター (第 6 工場) を建設した。この施設の年間処理能力は 15 万トンである。

その後、新型コロナウイルス感染症の影響により埋立処分場の受け入れが緩やかになったが、今後は一般廃棄物のプラスチックを回収し、第 6 工場で処理していく計画である。

本施設では、容りと産業廃棄物を取り扱っている。ただし、産業廃棄物については混合廃プラスチック (繊維、木屑、インプラ、建設系プラスチックなど) が含まれており、現状の品質では MR の適用が困難である。

中心となるのは容リプラスチックであり、第 4・5・6 工場で再生処理を行っている。

単一プラスチック (PP、PE、PS) は MR に利用し、それ以外のプラスチックはエネルギー回収用途に回される。プラスチック押出機は 1 時間あたり 1 トンの処理能力を有し、PP 用 2 台、PE 用 2 台、PS 用 1 台の計 5 台が稼働している。

各樹脂は、混合、フィルム、硬質の 3 種類に分別される (PS は軟質・硬質の 2 分類のみ)。さらに、比重によって軽量物と重量物に分けた後、樹脂ごとに分類される。

PE 硬質はボトルなど限られた用途に限られる。PP 硬質はヨーグルト容器などの容器類が主であり、評価が高い。しかし、硬質プラスチックのみを販売するとフィルム類が売れ残るため、混合品の販売も推進している。

本施設では、リサイクルプラスチックを用いた成形品としてパレット、廃棄物回収コンテナ、プラスチック敷板などを製造している。回収コンテナは自社へ戻ってくる仕組みとなっている。

ペレットの販売先では、バケツ、植木鉢、ごみ袋などの製品が製造されている。

MR に適さないプラスチックは、フラフベールとして製造し、セメント会社などへ販売している。また、自社の助燃剤としても活用されている。



図 5.1-4 見学時の写真
(左から、生成されたペレット、容りを原料とした試作品)

5.2. 容リ・製品プラ組成調査

(1) 調査概要

令和5年度より継続してプラスチック組成調査を進めている。令和6年度は、各自治体の製品プラスチックの排出特性をよりよく理解するため、拠点回収方式だけでなく一括回収方式によって回収された製品プラスチックの調査も実施した。

表5.2-1に研究対象地区の概要を示す。大木町（人口：約14千人）、柳川市（人口：約68千人）を対象とし、その調査結果をそれぞれ回収方式により対比しながら示す。

大木町では定期収集として週1回の頻度で指定袋によるプラスチック類の一括回収が行われていることに加え、地区収集、拠点回収が充実しており、表3.2-1に示すように多岐にわたる品目が回収されている。資源回収拠点には専従職員が常駐しており、玩具類、時計、ライター、洗濯ばさみ等については異素材を取り外しプラスチック部品のみ別途回収するという徹底ぶりである。拠点回収の製品プラスチックとしては、粗大ごみとして受け入れたもののうち、プラスチック類に該当するものを別途回収し、異素材部品を可能な限り取り外したものが対象となっている。

柳川市では、定期収集として月3回の指定袋によるプラスチック類の一括回収が行われている。また製品プラスチックについては別途資源回収拠点を設けている。この拠点は民間事業者の敷地内に設置されており、事務所内職員が地域住民の分別排出の様子を不定期に観察し、必要に応じて注意事項等を伝えている。また今年度からはCD・DVD、カセットテープ・ビデオテープについては別途フレコンバッグを設置し回収を行うなど、継続的に改善がなされている。

表 5.2-1 研究対象地区の概要

対象品目	大木町(人口: 14千人)			柳川市(人口: 68千人)		
	定期収集	地区収集	拠点回収 ^{※1}	定期収集	地区収集	拠点回収
可燃ごみ	週1回			週2回		
プラスチック類	週1回 (一括回収)			月3回 (一括回収)		製品のみ ^{※4}
生ごみ	週2回					
食用廃油		○	○			
紙おむつ		○	○			
飲料缶		○	○	月1回		
使い捨てびん		○	○			
活きびん		○	○			
ペットボトル		○	○	月3回		○
食品トレイ						○
発砲スチロール						○
蛍光灯		○	○	月1回		
乾電池・ライター		○	○ ^{※2}	月1回		
小型充電式電池						
水銀体温計等						
電球等		○	○			
小型家電		○	○			
陶器類		○	○	月1回		
ガラス類		○	○	月1回		
金属調理具類		○	○	月1回		
その他金属類		○	○	月1回		
その他不燃物		○	○	月1回		
新聞紙		○	○	月1回		○
段ボール		○	○	月1回		○
雑誌・その他紙類		○	○	月1回		○
紙パック				月1回		
古布・古着類		○	○			○
毛布・カーテン			○			○
草木類			○			
くつ・バッグ・帽子			○			
使い捨てカイロ			○			
アルミつき紙パック			○			
粗大ごみ			○ ^{※3}	月1回		

※1: 専従職員が常駐し、玩具類、時計、ライター、洗濯ばさみ等は異素材を取り外す

※2: ライトーのプラスチック製筐体のみ別途回収

※3: 粗大ごみとして受け入れたもののうち、プラスチック類に該当するものを別途回収
(異素材部品を可能な限り外す)

※4: 事務所内職員が分別排出の様子を不定期に観察、CD・DVD等を別途回収

表 5.2-2 調査日程・試料の一覧

1) 大木町

調査日程	試料個数 (個)	試料重量 (kg)	1個あたり重量 (g/個)
a) 一括回収			
2024年8月	484	16.69	34.5
2024年11月	688	29.46	42.8
2024年12月	564	14.61	25.9
合計	1,736	60.76	35.0
b) 拠点回収			
2024年8月	164	33.23	202.6
2024年11月	127	27.65	217.7
2024年12月	99	25.94	262.0
合計	390	86.82	222.6

2) 柳川市

調査日程	試料個数 (個)	試料重量 (kg)	1個あたり重量 (g/個)
a) 一括回収			
2024年8月	548	28.13	51.3
2024年11月	1,473	58.49	39.7
2024年12月	1,234	30.43	24.7
合計	3,255	117.05	36.0
b) 拠点回収			
2024年8月	90	31.90	354.4
2024年11月	98	25.54	260.6
2024年12月	62	25.09	404.7
合計	250	82.53	330.1

表 5.2-2 に調査日程・試料の一覧を示す。2 件の自治体に対し、一括回収 3 回、拠点回収 3 回、計 12 回の調査を実施した。試料個数・重量は、大木町の一括回収 1,736 個、60.76kg、拠点回収 390 個、86.82kg、柳川市の一括回収 3,255 個、117.05kg、拠点回収 250 個、82.53kg である。1 個あたり重量は、それぞれ大木町の一括回収 35.0 (g/個)、拠点回収 222.6 (g/個)、柳川市の一括回収 36.0 (g/個)、拠点回収 330.1 (g/個) を示している。大木町、柳川市いずれも拠点回収では大型の製品プラが多く排出されており、平均すると一括回収の 10 倍程度の 1 個あたり重量を示すことが分かる。

図 5.2-1 に組成調査の手順を示す。一括回収、拠点回収いずれも、全て株式会社 YK クリーンに搬入された試料を対象とした。株式会社 YK クリーンの運営対象者と協議を行い、一括回収では選別施設の貯留ヤードに保管されている指定袋の山からランダムサンプリングを行い、ホイールローダーのバケット 1 杯分に相当する 200kg の試料を用いた。株式会社 YK クリーンにて通常実施される手順に従い、破袋後、ベルトコンベア上で手選別を行った試料（製品プラ、CD・DVD 等、PP バンド、ペットボトル、可燃物、不燃物）のみを調査対象試料とした。ベルトコンベア上をそのまま通過させ、圧縮梱包・ベール化を行った容器包装プラについては調査対象から除外した。拠点回収の製品プラについては、数十 kg 程度がフレコンバッグに投入された状態で株式会社 YK クリーンの貯留ヤードに保管されており、同様にランダムサンプリングを行い、1 回あたり数十 kg 程度の試料を対象とした。1 回あたり 4 名の作業員で 6 時間程度の作業時間を要した。

調査対象試料を製品プラスチック（以下、製品プラ。））、容器包装プラスチック（以下、容器包装プラ。））、家電製品等に分類した。「家電製品等」には、別途リサイクル制度が運用されている家電製品（家電リサイクル法、小型家電リサイクル法）、自動車部品（自動車リサイクル法：調査の都合上、自転車・バイク部品も含めた）、建築資材（建設リサイクル法）を製品プラには含めずに集計した。さらに1辺が50cmを超えられる家具、事業系ごみ混入が疑われる農業資材も製品プラには含めないものとした。ただし、これら製品プラに該当しないものでも、後述する樹脂選別を行った。その他、ガラス類、金属類など異素材の混入物も確認した。

その後、用途別分類を行ったが、環境省製品プラスチック一括回収及び選別一体化等に係る実証事業を参考に、「玩具・スポーツ用品・楽器」、「文房具」、「食器・食生活用品」、「日用品・雑貨類」に分類した。ただし、日用品については、参考程度にさらに「洗濯用品」、「趣味用品」、「風呂用品」、「収納用品」、「その他」に独自に分類を行った。なお、例えばCDのように手作業でケースとディスク本体に容易に分離できるものは、それぞれを試料1個として計数した。

その後、株式会社リコー製樹脂判別ハンディセンサー「B150」（近赤外線分光法）を使用し、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリ塩化ビニル（PVC）、アクリルニトリルブタジエンスチレン（ABS）、ポリカーボネート（PC）、ポリアミド（PA）に分類し、それ以外の樹脂を「その他」とした。近赤外線分光法のため、黒色樹脂製品については「不明」としたが、樹脂表示から判別できるものは樹脂別に分類を行った。（大半はPPに分類された。）さらに、試料1個1個に対して、「単一樹脂製品」、「複合樹脂製品（PP製の本体にABS製の取っ手を組み合わせたものなど）」、「異素材複合製品（金属・紙類など異素材の構成部品を含む製品）」に分類した。さらに、試料1個1個に対し、シール等の付着の有無、樹脂表示の有無、着色の有無を確認し、台秤による重量実測を行った。

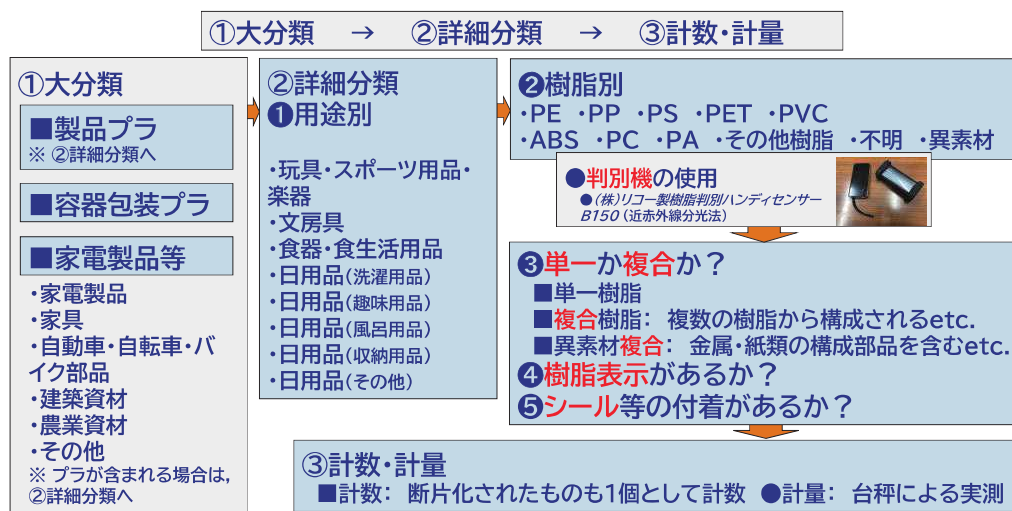


図 5.2-1 組成調査の手順

(2) 製品プラスチックの排出実態

図 5.2-2 に大木町・柳川市における一人あたり排出量の推移を示す。株式会社 YK クリーンに搬入されるプラスチックのうち、容器包装プラを除く製品プラスチック、一括回収袋に含まれるその他の回収物（可燃物、不燃物の異素材や指定袋等）を対象に、各自治体の人口で割ったものである。これを見ると、大木町では 2018 年から排出量の変動が大きいものの、一括回収プラ、拠点回収プラともに高い排出量を示している。柳川市では、2020 年度までは少なかった

ものの、一括回収プラは上昇傾向を示している。なお、大木町、柳川市いずれも「その他」の量の変動が大きく、明確な傾向はつかめない。

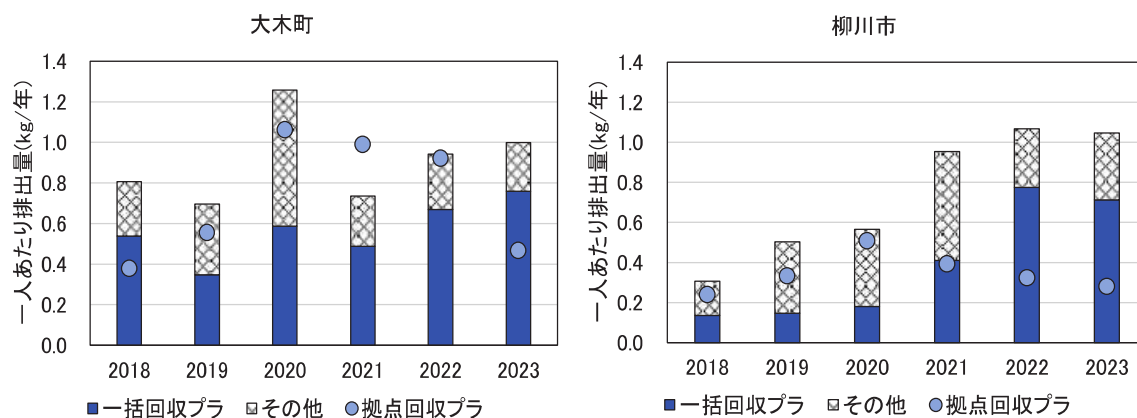


図 5.2-2 一人あたり排出量の推移

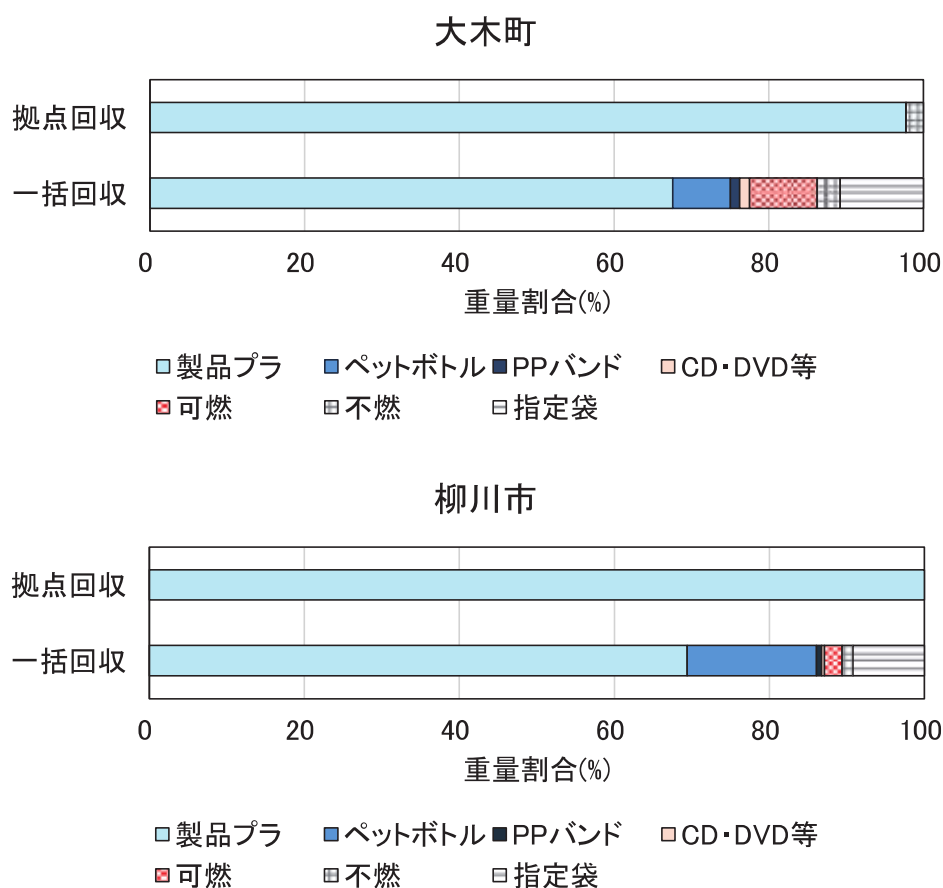


図 5.2-3 排出されたプラスチック・異物等の内訳

図 5.2-3 に排出されたプラスチック・異物等の内訳を示す。株式会社 YK クリーンにおいて

は、ペットボトルだけでなく、PP バンド、CD・DVD 等を製品プラとは分けて手選別を行っており、ペットボトル、PP バンドについては資源化の対象となっている。CD・DVD 等についてはポリカーボネート等のリサイクル困難な樹脂が用いられていることや紙ラベル等が混在するものが大半であることから廃棄物扱いとなるが、重量割合は決して高くない。一括回収方式では、容器包装プラスチックと合わせて排出されることもあり、ペットボトルをはじめとする飲料容器の排出や、紙類、木類等の可燃性異物の混入が多く見られる。対照的に不燃ごみの混入は少ない。可燃、不燃については 1～8%程度の高い混入割合を示しており、指定袋の割合も高い。これに対し、拠点回収方式では、異物等の混入は減多にみられない。

図 5.2-4 に製品プラを対象に樹脂の構成および異素材の有無に着目した重量割合を示す。排出される製品プラの多くは単一の樹脂から構成されるものであるが、一部には複数の樹脂を組み合わせて製品化されたもの（PP 本体に ABS 製に取っ手を取り付けたもの等）、異素材を部品に含むもの（木製部品を含むもの、プリント基板を含むもの等）がある。一括回収方式では、2 割弱が複合樹脂製品、異素材複合樹脂製品である。複合樹脂製品については、破碎工程でそれぞれの樹脂部品に分解されることを考えれば、特に異素材複合樹脂製品の混入を回避させることが重要である。一括回収方式では、大木町では 12.6%、柳川市では 8.3%が異素材複合樹脂製品であった。

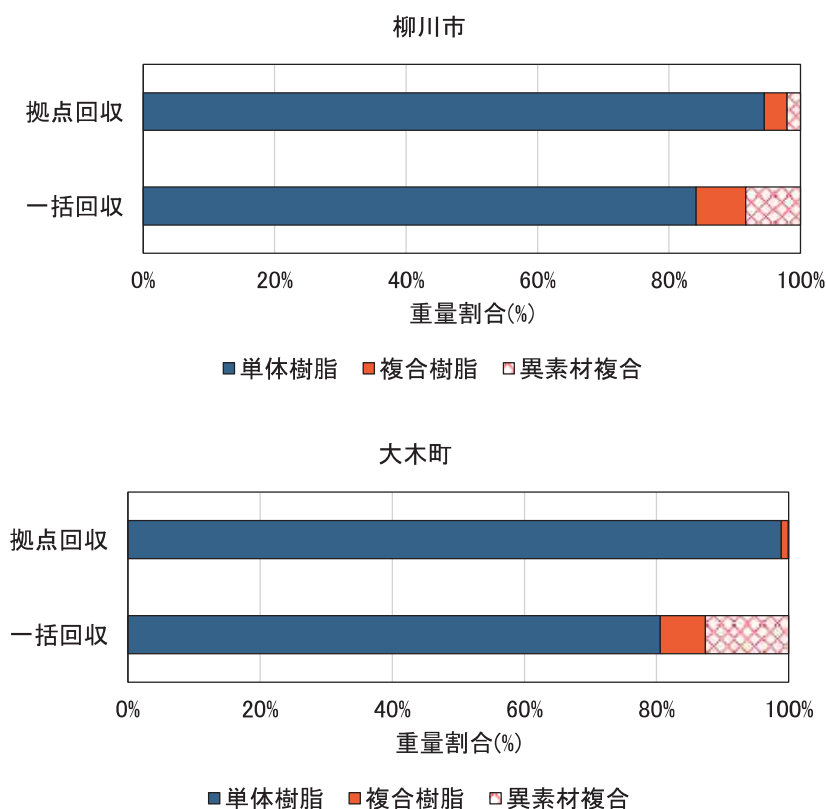


図 5.2-4 樹脂の構成および異素材の有無に着目した割合

表 5.2-3 に樹脂組成割合の平均・標準偏差・変動係数を示す。大木町、柳川市の一括回収、拠点回収の計 4 種類の試料に対してそれぞれ 3 回ずつ調査を行った結果を集計し、各樹脂種の組成割合の算術平均を求め、さらに標準偏差と変動係数を求めた結果をまとめたものである。組成割合が最も高いのは、4 種類の試料いずれにおいても PP であり、48.4～58.6%の平均値を示した。それに対する標準偏差は 2.7～10.6 (%)、変動係数は 0.05～0.18 である。今回のサ

ンプリング方法においては、比較的信頼性の高い PP 組成割合データを得られたと考えられる一方、その他の樹脂種では変動係数の最大値 1.73 を示すなど、試料ごとのばらつきが大きいいため、信頼性が高いとは言い難く、参考程度で本調査結果を用いるのが妥当であると考えられる。信頼性の向上のためには、調査回数、標本重量をより大きくすることが求められる一方で、調査にかかる労力が大きいことから、本調査のように数十 kg 程度の試料を用いて 3 回程度の調査を実施すれば、少なくとも主要構成樹脂である PP については比較的信頼性の高い組成割合データを得られると結論付けた。

表 5.2-3 樹脂組成割合の平均・標準偏差・変動係数

a) 大木町：一括回収 (単位:%)						
樹脂種	1回目	2回目	3回目	平均	標準偏差	変動係数
PE	10.4	7.1	8.8	8.8	1.6	0.18
PP	54.5	42.6	48.0	48.4	6.0	0.12
PS	8.6	10.8	7.9	9.1	1.5	0.17
PET	0.1	1.4	9.6	3.7	5.1	1.40
PVC	3.7	5.9	3.7	4.4	1.3	0.29
ABS	7.0	4.1	8.3	6.5	2.1	0.33
PC	0.1	0.3	0.0	0.1	0.2	1.33
PA	0.0	0.3	0.0	0.1	0.2	1.73
その他	0.5	2.1	2.3	1.6	1.0	0.61
不明	15.1	25.4	11.3	17.2	7.3	0.42
異素材	0.0	0.0	0.3	0.1	0.2	1.73
計	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-

b) 柳川市：一括回収 (単位:%)						
樹脂種	1回目	2回目	3回目	平均	標準偏差	変動係数
PE	20.0	20.3	8.8	16.4	6.6	0.40
PP	51.9	42.8	61.0	51.9	9.1	0.17
PS	12.8	3.0	7.1	7.6	4.9	0.65
PET	0.7	0.8	1.3	0.9	0.3	0.37
PVC	4.3	17.6	1.9	7.9	8.5	1.07
ABS	1.8	3.9	4.8	3.5	1.5	0.43
PC	1.8	0.1	0.2	0.7	1.0	1.36
PA	0.1	0.5	0.0	0.2	0.3	1.30
その他	0.6	0.8	0.2	0.5	0.3	0.51
不明	5.8	10.3	14.4	10.2	4.3	0.42
異素材	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.92
計	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-

c) 大木町：拠点回収 (単位:%)						
樹脂種	1回目	2回目	3回目	平均	標準偏差	変動係数
PE	7.3	29.3	1.0	12.6	14.9	1.18
PP	55.0	52.1	57.5	54.8	2.7	0.05
PS	14.6	2.7	0.6	6.0	7.6	1.27
PET	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
PVC	0.7	5.9	2.4	3.0	2.6	0.88
ABS	8.5	5.0	4.2	5.9	2.3	0.38
PC	0.5	0.1	0.0	0.2	0.3	1.44
PA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
その他	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.24
不明	13.3	4.7	34.1	17.4	15.1	0.87
異素材	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-

d) 柳川市：拠点回収 (単位:%)						
樹脂種	1回目	2回目	3回目	平均	標準偏差	変動係数
PE	0.8	14.0	15.7	10.2	8.2	0.80
PP	46.7	62.4	66.8	58.6	10.6	0.18
PS	42.7	5.5	3.5	17.2	22.1	1.28
PET	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
PVC	0.0	2.5	2.5	1.7	1.4	0.87
ABS	1.0	1.6	1.7	1.4	0.4	0.28
PC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
PA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
その他	0.0	1.7	1.8	1.2	1.0	0.87
不明	8.9	12.3	8.0	9.7	2.3	0.23
異素材	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-

続いて図 5.2-5 に樹脂組成割合を示す。大木町、柳川市いずれも、一括回収方式でも拠点回収方式でも PP の割合が 5 割前後を占めていることが分かる。また PE が 1～2 割程度、PS も同様に 1～2 割程度を占めており、PE、PP、PS 合わせて 7～8 割程度であることが分かる。容器包装プラと違い、PET の割合が低い一方、柳川市の一括回収方式のように PVC が 1 割程度を占めていることもある。また ABS も 5%前後を占めていることが分かる。なお、近赤外線法による簡易判別のため、樹脂表示のない黒色製品を不明として扱わざるを得なかったが、大半が PP であると推測される。

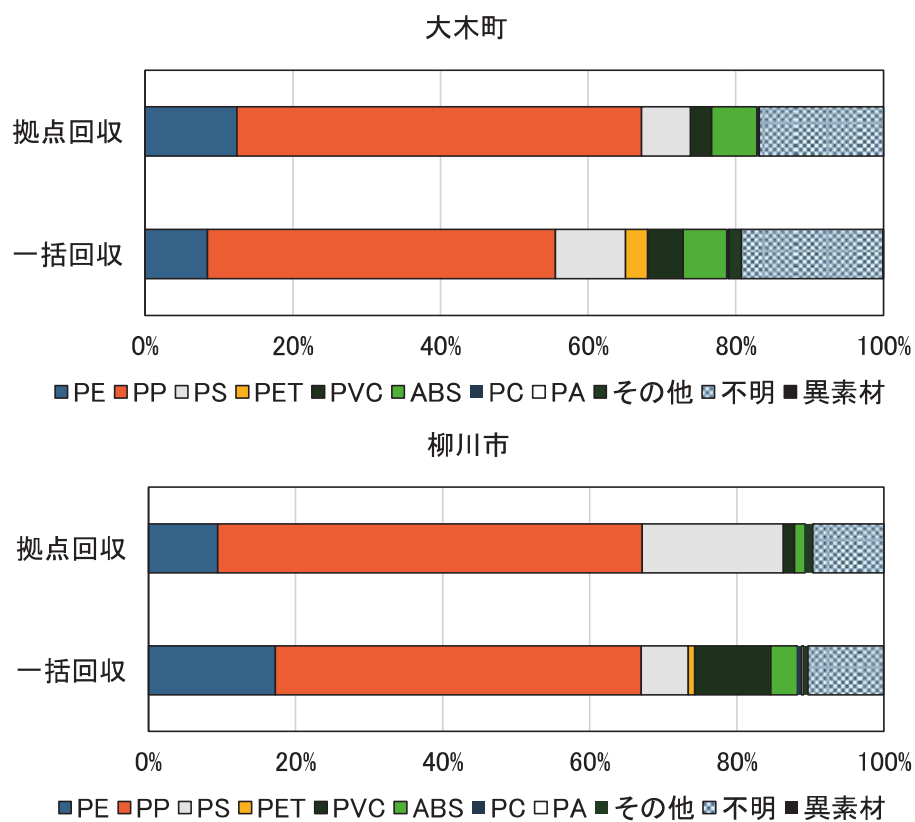


図 5.2-5 樹脂組成割合

(3) 一括回収と拠点回収の違い

排出実態を踏まえ、一括回収と拠点回収の違いをまとめる。図 5.2-6 に大木町における受入時から出荷時に至るまでの資源回収量の推移、図 5.2-7 に柳川市における資源回収量の推移を示す。受入量、出荷量については 2023 年度実績を代用した上で、2024 年度調査結果をもとに資源回収量の推移を試算したものである。ここで青色箇所は資源として回収されたもの（水色箇所はペットボトル、PP バンド）、網掛け箇所が資源化対象から除外されたものを示している。受入時の重量に対して、製品プラ、その他の資源（ペットボトル、PP バンド）、異物等（CD・DVD 等、可燃、不燃、指定袋）の内訳を右隣に示している。続いて、製品プラをさらに選別し、資源化対象になったものと可燃扱いされたものを区別して示している。そのうち手選別により除去しきれなかった異素材複合樹脂製品の有無による内訳を示し、出荷時において PE, PP, PS の存在量が分かるようにほかの樹脂製品と区別して示したものである。

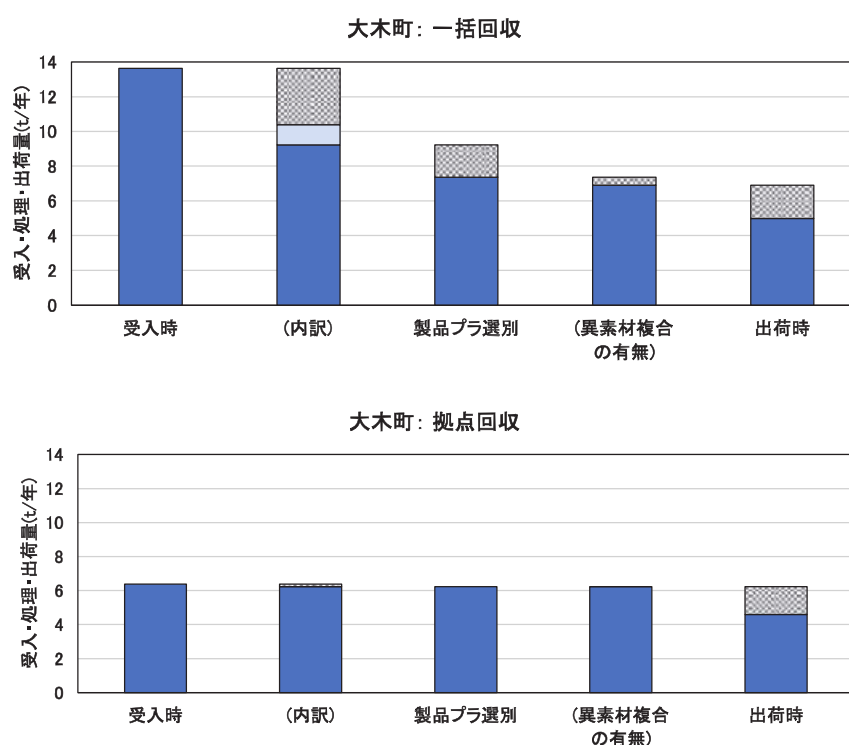


図 5.2-6 受入時から出荷時までの資源回収量の推移(大木町)

大木町においては一括回収では 13.64t、拠点回収では 6.38t の受入量であり、2 倍程度の重量差があるものの、一括回収方式では異物等の混入が多くみられること、可燃扱いされる製品プラも多いことから手選別終了後には、それぞれ 6.90t、6.23t の資源回収量となり、2 つ方式の違いがほとんど見られない。なお、参考として PE, PP, PS の出荷量は、それぞれ 4.99t, 4.58t である。

一方、柳川市においては、一括回収では 64.85t、拠点回収では 17.37t の受入量であり、4 倍程度の重量差がある。一括回収方式では、大木町と同様に異物等の除去、可燃扱いされる製品プラの除去により資源回収量は大きく低下するものの、手選別終了後にそれぞれ 31.28t、17.02t を示しており、2 倍弱の重量差とはいえ、一括回収による資源回収量の方が多い。参考として、PE, PP, PS の出荷量はそれぞれ 25.62t、14.62t である。

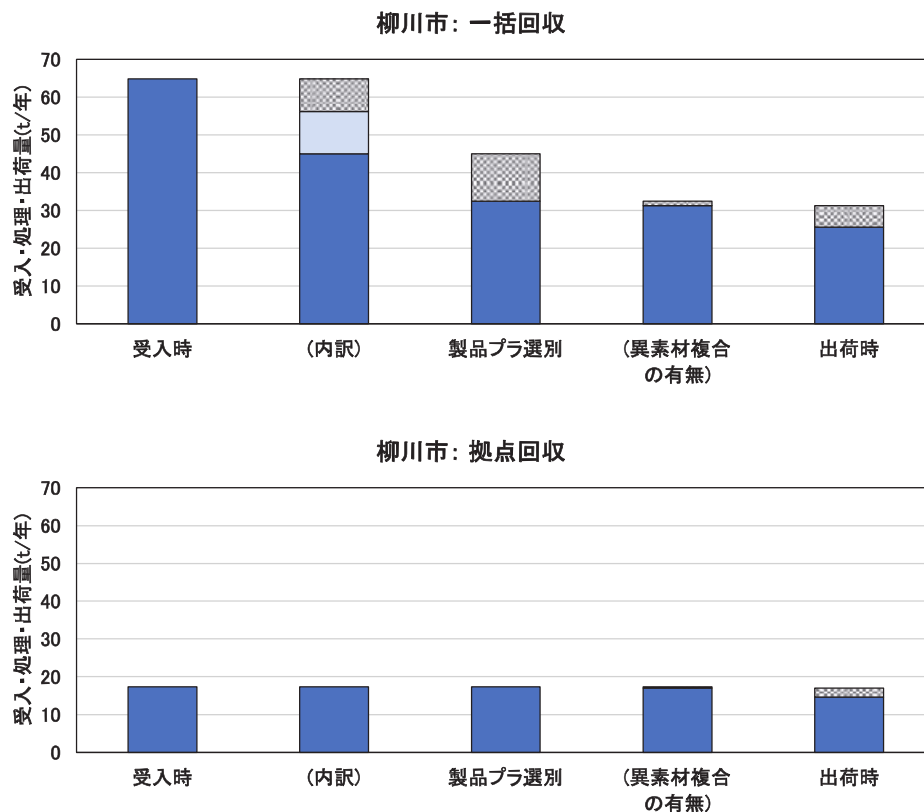


図 5. 2-7 受入時から出荷時までの資源回収量の推移(柳川市)

ここで、手選別において可燃物扱いされた製品プラの割合が高かったことに注目し、図 5. 2-8 に手選別時の資源回収率を樹脂別に示す。大木町、柳川市いずれも PP については 9 割程度の高い回収率を示しているのに対し、PE についてはいずれも 6～7 割程度の低い回収率にとどまっていること、PS については大木町では 9 割程度、柳川市では 5 割程度と回収率のばらつきが大きいことが分かる。一方、PVC については大木町、柳川市いずれも 2 割前後の回収率を示しており、むしろ禁忌品に近い扱いで除去している様子が伺われる。PET については、大木町で 4 割弱、柳川市では 8 割弱の回収率を示しており、PS と同様に回収率のばらつきが大きい。

また、樹脂の構成および異素材の有無に着目してそれぞれの除去率を図 5. 2-9 に示す。異素材複合樹脂製品については、大木町、柳川市いずれも 6～7 割程度の除去率を示しており、異素材を含んだものを意図的に除去している様子が伺われる。複合樹脂製品については、大木町では 6 割強、柳川市では 5 割程度の除去率である。単体樹脂製品については 1～2 割程度を除去している様子である。汚れの付着が目立つものなどが除去されている様子であるが、詳細については十分に確認できていない。

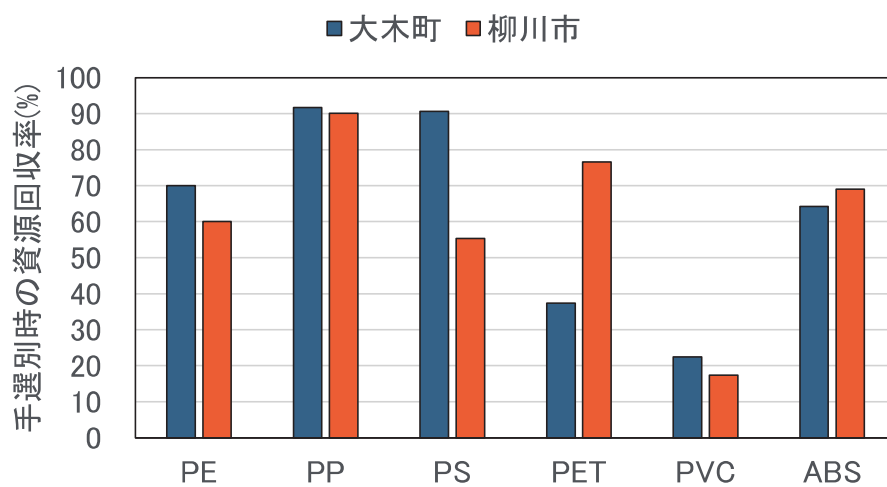


図 5.2-8 手選別時の資源回収率

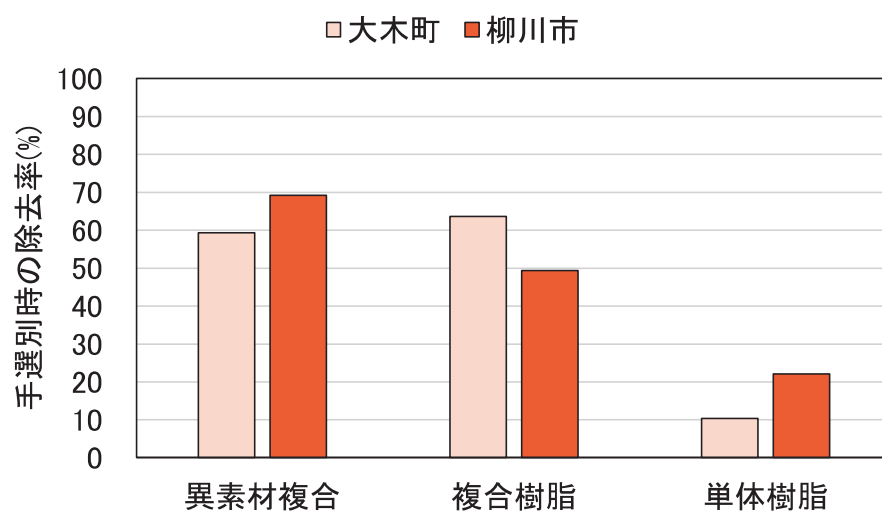


図 5.2-9 手選別時の除去率

5.3. 選別システム評価

(1) 選別の合理化について

廃プラスチック選別の合理化に関しては、ミクロ的な個社の視点と、マクロ的な全体の視点の2つが存在する。ミクロ的な視点であれば、現在まちまちである各自治体の処理が一括回収及び容リ協会経由での処理に統一されれば、株式会社 YK クリーン個社としての業務は効率化する。もう一方のマクロ的視点である今後の容リプラのリサイクル促進という観点から考察すると、株式会社 YK クリーンで行っている各自治体への廃プラの分別基準や異物、発火事故などの情報を全国的に市町村を超えた形で統一化することができれば、より精度と効率性の高い広報活動が可能となる。全国の自治体で一括回収が加速し、統一化することで家庭での分別精度が高まり、異物の混入が減り、やがては各個社における選別負荷が低減し合理化は促進される。また将来的に労働人口の減少が続いていくことを考えると、株式会社 YK クリーンのような一次選別事業者も含めた機械化は大変重要な課題となる。各家庭からパッカー車で収集し、一次選別事業者で一次選別を行い、再生事業者でリサイクルするプロセスを考えると、再生事業者へ運搬する際の輸送効率の面でのバール化は必須であり、また火災事故防止や選別装置のダメージリスク低減を考えると一次選別事業者の業務も重要となる。このような現状で合理化できる点とすればやはり機械化であり、一次選別事業者であっても再生事業者であっても機械化は極めて重要な点となる。とは言え、一次選別事業での選別業務などは全てを機械化することが難しく、またそのための設備投資が厳しいという現実があり、本来であれば日本政府や行政が財政的な後押しをする必要がある。

(2) プラスチックリサイクルシステムの基本的事項

(2) -1. サーキュラーエコノミー（循環型経済）・クローズドループリサイクル

サーキュラーエコノミーとは、限りある資源を無駄（最終処分、焼却・埋立）にせず、可能な限り再利用・再生しながら経済を回していく仕組みのこと。従来の“生産・消費・廃棄”というリニアエコノミー（直線型経済）と異なり、資源の消費を最小限に抑え、廃棄物を資源として活用することを目指している。

エレン・マッカーサー財団によるサーキュラーエコノミーの3つの基本原則は

1. 廃棄物と汚染を出さない設計
2. 製品や資源を使い続ける
3. 自然のシステムを再生する

というものであり、持続可能な社会の実現にむけて企業・政府・消費者が協力して取り組むべき重要な概念

また、クローズドループリサイクルとは、使用済み製品や素材を同じ製品や素材に再生して再利用するというリサイクル手法。廃棄物を資源として活用し、資源の循環を閉じたループ（閉鎖型循環）として維持する仕組みのため、サーキュラーエコノミーの重要な要素の一つで目指すべき形。クローズドループリサイクルの特徴としては下記が挙げられる。

1. 同じ用途で再利用 廃棄物として回収した製品や素材を元と同じ製品に戻す
2. 品質劣化を避ける 繰り返しリサイクルしても素材の品質を維持
3. 新たな資源の投入を削減 新たに採掘する資源の量を減らし環境負荷を軽減

動静脈産業が一つのゴール（マテリアルリサイクル）のために協力し、意思疎通を図り資源循環（クローズドループリサイクル）に努めることが重要となる。

つまり、特定地域において生産または流通・消費されたプラスチックが効率よく回収され、かつ、なるべくグレードを落とすことなく水平リサイクルさせることが求められる。

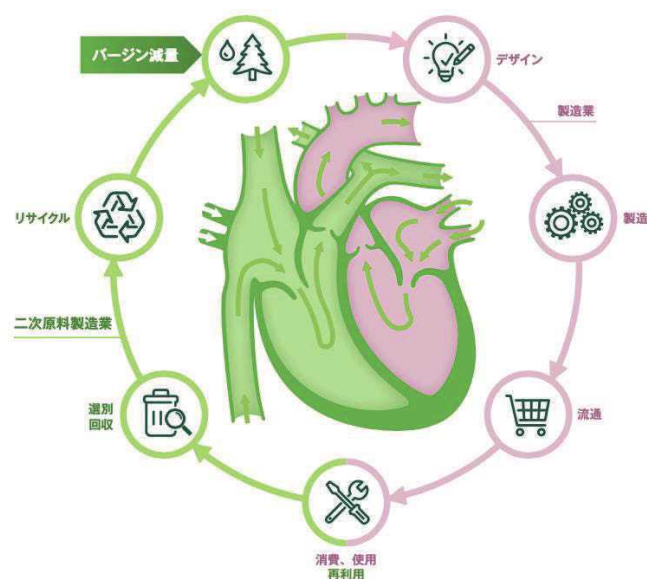


図 5.3-1 静動脈産業のクローズドループ

出所：EEFA 作成

サーキュラーエコノミーを実現するためには生産者（動脈）・消費者・行政・リサイクル業者（静脈）が同じ目標に向かってコミュニケーションを取りながら、それぞれの役割を最大限に果たす必要がある。

つまり、生産者は自社製品がリサイクルされた原料を主に使用し、現在のリサイクルシステムにおいてリサイクル可能な素材・設計で製造されていることを確認し、消費者は積極的にリサイクル材使用製品を選択し、行政はなるべく多くの資源をリサイクルフローに戻すことを目的とした回収フローをデザインし、リサイクル業者はあらゆる技術を使ってなるべく多くのものなるべくクローズドループリサイクルを目指して再生・循環させ、二次原料を製造することである。

ここでいうリサイクルとは“マテリアル（メカニカル）リサイクル”であり、マテリアル（メカニカル）リサイクルこそ第一に優先されるべきという共通認識が欧州にはある。次にケミカルが来るが、ケミカルリサイクルと呼ぶのはプラスチックとして再生する場合のみで、ガス化やオイル化などはリサイクル率には入れないことが確認されている。ケミカルは必要なエネルギー量・排出炭素の観点から見てもリーズナブルな手段ではないと考えられている。さらに最後の手段がサーマルリカバリーで焼却による発電がこちらに入る。

(2) -2. 一般廃棄物における回収システムデザインの重要性

一般廃棄物の回収責任は各自治体にあるが、何をどのように回収するかでその後のリサイクル率に大きく影響する。例えば現在“可燃”と区分されているものに入っているプラスチックはほぼ再生される機会を失い焼却される。また、PET ボトルとして回収されているものに混入している PP または PE のボトルについても多くの場合異物残渣と振り分けられ処分対象となっている。つまり、分別回収がなければ、どんなに良いリサイクル対象材でも焼却されるし、分別回収において回収対象項目を増やしたり、条件設定を厳しくしたりすればするほど混入異物として処分されてしまう率（マテリアルロス）は大きくなるという現状がある。

欧州においても一般廃棄物はこれまでその国、もしくは自治体ごとに回収形態が異なっていたが、現在では全体適正とリサイクルされた二次原料の品質の均一化を目的とし以下のように統一され始めている。

A) デポジットマテリアル

ビン・カン・PET ボトルをデポジット制にし、国内で製造・販売・消費されたものに関して、販売店に持っていくことで機械または店員から直にデポジットが返却される

B) 容器包装全てのプラスチック容器包装（PET ボトル含む）

飲料パックが家庭より分別回収され、ソーティングセンターによってマテリアルごとに選別され資源化へリカバリーされる

注）古紙・段ボールやビン・カンなどが容器包装として含まれる自治体もある

C) オーガニック

食品残渣や庭木剪定物などの有機物

D) 古紙・段ボール

E) ガラス瓶・カン

F) Municipal Solid Waste (MSW)

家庭ゴミ（一般廃棄物） 上記に当てはまらないもの

この A～F の区分（振り分け内容）を統一することで、リカバリーされた資源が同じ基準を採用している EU 内のどのリサイクル施設へ納品されてもロスを少なくまたリカバリー率をあげることに貢献している。この他に特にアメリカなどで採用されているシングルストリームという方法がある。これは、家庭での分別を行わないで^{※1}全て一括で回収し、ソーティングセンターにて全てを選別するもの。住民の負担とロジスティックスにかかるコストは軽減されるが施設規模は巨大化する傾向にある。

(2) -3. 回収後のマテリアルトリートメント

EU において家庭より回収された廃棄物のうち、分別回収された A) デポジットマテリアル D) 古紙・段ボール E) ガラス瓶・カン の3つはそれぞれ資源としてそのままそれぞれのマテリアル専門リサイクル業者に送られる。

B) 容器包装については、家庭から回収された形態のままソーティングセンターと呼ばれる選別施設に搬入され、そこで素材別に選別されたのちそれぞれのマテリアル専門リサイクル業者に送へ原料として販売される。

C) オーガニックは最終的にはコンポスト・燃料としてのガス化・発電にしようされるが、その過程に資源のリカバリーとしてプラスチック・缶類を回収。異物としてインナート（石・ガラス・コンクリートなど）が除去されるが、さらにそこからリサイクル目的でガラスがリカバリーされる。

F) Municipal Solid Waste (MSW) からはまずオーガニックとノンオーガニックに分けられ、オーガニックは上に記した方法がとられる。ノンオーガニックからは紙・段ボール・飲料パック・プラスチック・缶・その他メタル類がリカバリーされ、最終的に残ったもののみが廃棄すべきものとして焼却（発電）や埋立となる。

^{※1} シンクにディスポーザーが備え付けられていることが多く食品残渣の多くはこちらで除去される。また、リサイクル対象物（紙類・プラスチック類・ビン・缶など）のみを一括に入れる形態をシングルストリームと呼ぶ場合もある

表 5.3-1 マテリアルトリートメントの流れ

		ソーティングセンター	素材別リサイクラー	コンパウンダー
A	デポジット	—————	ベールにて受け入れ	主にフレークで受け入れ
B	容器包装	袋のまま直投 素材別に選別	ベールにて受け入れ	フレークで受け入れ
C	オーガニック	袋のまま直投 プラスチック・メタル 回収後、素材別に選別 オーガニックはガス・ コンポスト・発電へ	ベールにて受け入れ	—————
D	古紙・段ボール	—————	そのまま受け入れ	—————
E	ガラス瓶・カン	—————	そのまま受け入れ	—————
F	MSW	袋のまま直投 プラスチック・メタル 回収後、素材別に選別 オーガニックはガス・ コンポスト・発電へ	—————	—————

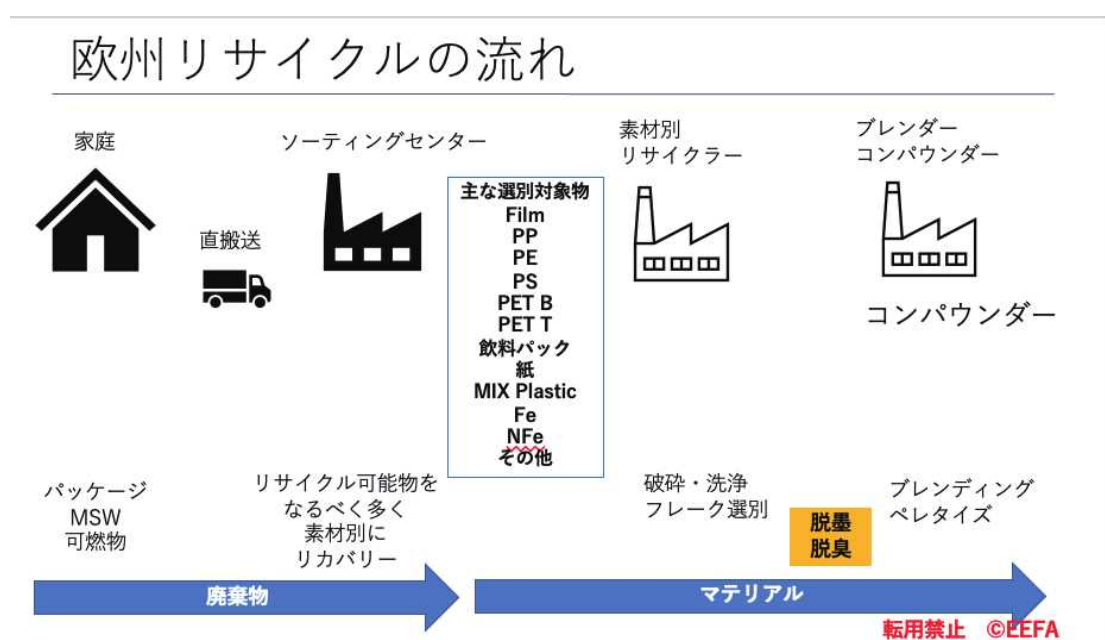


図 5.3-2 欧州リサイクルの流れ

(2) -4. ソーティングセンター

ソーティングセンターとは家庭から排出されたリサイクル対象物が含まれる廃棄物を途中でベール化することなくそのまま搬入し、素材別（必要であればさらに色別）に選別し、それぞれの素材別リサイクラーへ資源として流していくもの。

良いものだけをとるのではなく、なるべく多くのものを資源の循環サークルに戻し、廃棄する絶対量を減らすことが目的。

ここでは以下のように選別される。

- ・ フィルム いわゆる 2D 品

- ・ PE・・・色別（ナチュラル/色付き）に分けられることもある
- ・ PP・・・色別（ナチュラル/色付き）に分けられることもある
- ・ PET ボトル
- ・ PET トレー
- ・ PS
- ・ 飲料パック
- ・ 紙類
- ・ 缶（鉄製）
- ・ 缶（アルミ製）
- ・ ミックスプラスチック・リサイクル可能品・・・主に複合材、その他のプラ
- ・ ミックスプラスチック・リサイクル不適合品・・・黒色プラ、PVC、その他
- ・ その他 残渣

このように多種に選別するためには非常に多くの NIR（近赤外線選別機）が必要になり、そのコストを回収するためにもプラントを休ませず常にデザインされた処理量で稼働させておくことが大切になる。欧州の多くのソーティングセンターは 24 時間稼働で週 6 + 清掃メンテに 1 日を費やしている場合が多い。このオペレーションを可能にするため、そして多種多様なマテリアルを間違いなく選別・回収するためにもフルオートメーション（無人化）が進んでいる。

ドイツでは一つのソーティングセンターが半径 100 キロ範囲を受け持つこともある。この場合回収されたマテリアルは中継地で大きなトレーラーに積み替えられて搬入。デザインされたプラントキャパシティに沿って一定投入し、稼働時間を上げることが最も経済的であるため昨今では施設の巨大化がますます進み、容器包装を扱うソーティングセンターで毎時 20~25 トン、また MSW では毎時 100~120 トンを扱うところも珍しくない。

(2) -5. 素材別リサイクラー

素材別リサイクラーとは特定のマテリアルに特化し、必要に応じて異物除去・グレード分け選別・粉碎・洗浄・乾燥・フレーク選別を行う専門性の高いリサイクラーである。何をどのレベルに仕上げれば再生材として循環する（購入される）のか熟知しており、コンパウンダーと密接なコミュニケーションをもって使われる素材へと仕上げていく。当然必要機器も多く、投資額も高額となるためソーティングセンター同様にデザインキャパシティにて稼働時間を上げることが必要。

そのためには 1 箇所のソーティングセンターからだけではなく数カ所からマテリアルを得ている。ソーティングセンターで選別されたものは原料であり輸送に制限がないため、国を超えてマテリアルを確保することも多い。技術的に特筆すべきは洗浄とフレーク選別である。洗浄はホットウォッシュというケミカルを循環させての方法で、こちらを必要に応じて数回行うことで汚れ・臭気、そして一部脱墨の効果も発揮する。汚れ・付着物が比較的多い MSW からリカバリーされたものもこの工程を通してで分別回収されたものと同様にマテリアル化されている。フレーク選別はフレーク用の NIR 選別機を用いて異物（対象外となる色）を積極的に除去する。

日本でも破碎・洗浄の工程は存在するが、あくまでも登録再生処理業者が自ら選別して回収した原料にて行うため、どうしても量が少なく、専門性に欠けることが否めない。またここでの異物除去は水槽での比重分離に頼っているため、詳細選別という意味ではまだ課題がある。

(2) -6. コンパウンダー

欧州のマテリアルリサイクルフローにおいて非常に大切な役目を担っているのがコンパウンダーで、ブランドオーナー（パッケージ製造者）と密にコミュニケーションを取り、素材別リサイクラーより購入したフレークをブレンドして市場要求に合ったスペックのペレットを作り上げている。一つのサプライヤーに頼らないことで、さまざまなグレードのフレークを最大

限有効活用し、良いものから良いものへとグレードを落とすことなく再生可能にしている。動脈との繋ぎ目であり、資源循環の鍵の一つである。

(3) 今回のプロジェクトに関する提案

(3) -1. 排出量とマテリアルバランス

基本事項で述べたように、効率的にかつ経済的にリサイクルするためにはある程度のボリュームが必要である。日本の容器包装を主とするプラスチック類を選別原料とし、かつ、使用機器の処理能力を考慮するとライン 1 本あたりの時間投入量としては 3～4 トンが適切と考える。こちらは製品プラの割合が増えれば投入量は上に振れていく。

日本容器包装リサイクル協会による調査レポート“プラスチック種類別の有効利用率の推定”令和 6 年 9 月 9 日付によると市町村よりの取引ベールに含まれるプラスチックの構成の推定は下の表の通り（重量比（％））：

表 5.3-2 容器包装プラスチックの構成

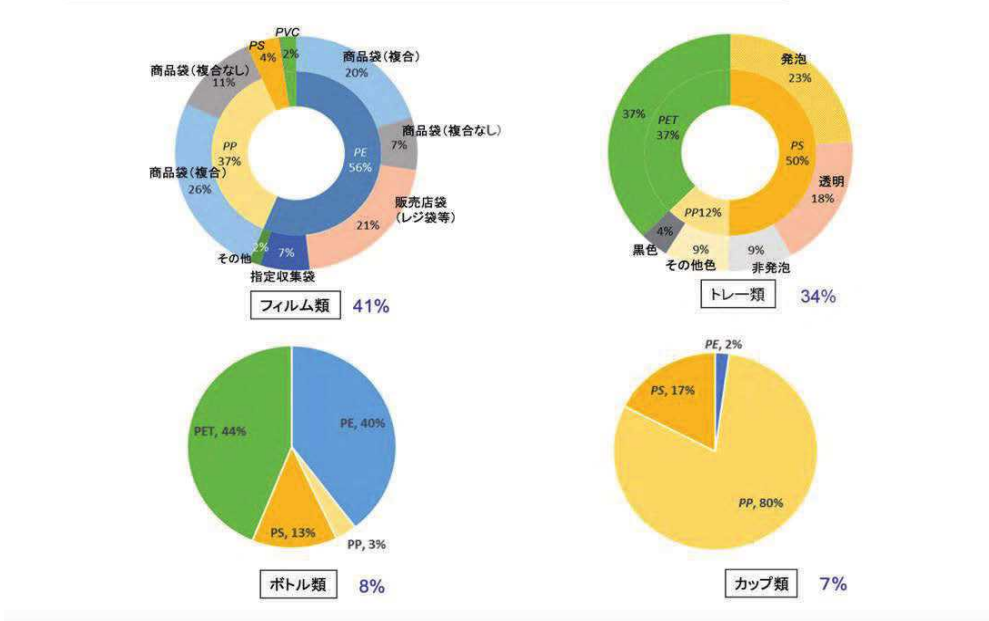
調査等		樹脂種	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	合計
① 5 施設の ベール調査	分別基準適合物		39	20	18	18	2	3	100
	分別収集物		36	23	18	17	2	4	100
② 樹脂別包装・容器出荷数量 から推定した構成比			40	22	19	15	2	2	100
上記の平均			38	22	18	17	2	3	100

推移トレンドとして考慮にいれるべき項目

- ・ — 製品プラスチックの含有量が高くなると PP・PE・その他回収量が増える
- ・ — PS の割合が減少傾向 代わりに PET の割合が増加傾向
- ・ — 容器包装の軽量化に伴い、比重が下がるとともに残渣率が増加

また回収した容器包装プラスチックの形状別材質比率は以下のとおり（図 5.3-3）。なお、本事業にける 3.2 容リ・製品プラ組成調査では、今年度、製品プラの組成調査を実施しており、以下の図は容リプラを含めたデータを示すため、日本容器包装リサイクル協会より入手したグラフを用いている。

2-1. 回収した容リプラの内容-1（形状別材質比率）



プラスチック製容器包装に纏わる実証試験結果報告 公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会 （2014. 07. 30）

図 5.3-3 容リプラの形状別材質比率

これらの情報をまとめると、2D と呼ばれるフィルム系と 3D と呼ばれるトレー・ボトル・カップなどの素材別割合は以下となる（重量：％）：

表 5.3-3 2D・3D 容器の素材別割合

	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	計
総合	38	22	18	17	2	3	100
2D	22.9	15.2	1.6	0	0.8	0.8	41.3
2D モノ	8.4	10.7					
2D 複合	14.5	4.5					
3D	15.1	6.8	16.4	17	1.2	2.2	58.7

該当地域においての PET ボトルを除く廃プラスチック（容器包装・製品プラ）搬入及び処理実績と（株式会社 YK クリーン）と人口を以下にまとめた（表 5.3-4）。

表 5.3-4 該当地域の人口および搬入・処理実績

		人口	プラ発生量 t/Y	地域発生量 (t/Y)		
A	大木町	13,907	140	1,114	1,940	2,382
B	みやま市	35,788	391			
C	柳川市	63,566	583			
D	筑後市	48,458	276			
E	大牟田市	106,597	531			
F	大川市	31,600	19			
G	大刀洗町	15,502	100			
H	うきは市	26,399	171			
I	鹿島市	26,463	171			
合計		368,280	2,382			

*G H I の発生量については実績なしのため予測数字

日本は1人あたりのプラスチック容器包装の廃棄量はおよそ 32 キロ（2023.08.24 付 経産省 METI Journal Online）である。また全国清涼飲料連合会によると日本人は1日あたり1人1本分のペットボトルを消費しており、仮に 500ml のペットボトルの重さを 22.7g^{※2}とすると今回対象に入らないペットボトルを除くプラスチック容器包装の予測最大排出量/年/人は以下のようになる。

$22.7 \times 365 = 8,285\text{g}$ 約 8.3Kg

$32 - 8.3 = 23.7$

日本人一人当たりの年間ペットボトルを除くプラスチック容器包予測最大装排出量 23.7kg

各地域における排出実績と上記の予測値をまとめると

表 5.3-5 プラ容器の排出実績および予測最大発生量

	人口	実績ベース発生量 (t/y)	予測最大発生量 (t/y)
A～C	113,261	1,114	2,684
A～F	299,916	1,940	7,108
A～I	368,280	2,382	8,728

この試算から、実績よりも倍以上の容器包装が可燃ゴミとして償却されている可能性がみとれる。

人口の多くない地域でのリサイクルにおいて、対象となるものをより多く集めることが機械化をした際の処理単価を下げる要因になる。

^{※2} PET ボトルリサイクル推進協会 指定 PET ボトル・主要 17 種の軽量化目標と実績（2023 年度） 清涼飲料水 耐圧 500mg の 2025 年目標より算出

(3) -2. 理想的な処理量とライン規模

選別ラインをデザインする上で、導入機械のスループット（処理可能量）を合わせていき、無駄・無理を防ぐことが大切。

まずは作業時間（仮）を算出。

土日・祝日等を除いた日数 247 日（2025 年ベース）からメンテナンス日を引き年間稼働日を 240 日 とする。

休憩・清掃などを除いた 1 日の稼働時間 7 時間

上記の A～C A～F A～I の対象エリア 3 つにおいて現実的なコンセプトを考えてみた。

表 5.3-6 対象地域別予測最大発生量

対象地域 A～C の場合

	実績ベース発生量	予測最大発生量
年間	1,114 t/y	2,684 t/y
時間処理量	0.66 t/H	1.60 t/H
想定ライン	1t/H	2t/H

対象地域 A～F の場合

	実績ベース発生量	予測最大発生量
年間	1,940 t/y	7,108 t/y
時間処理量	1.15 t/H	4.23 t/H
想定ライン	2t/H	3t/H にて 1.5 シフト

対象地域 A～I の場合

	実績ベース発生量	予測最大発生量
年間	2,382 t/y	8,728 t/y
時間処理量	1.42 t/H	5.19 t/H
想定ライン	2t/H	3t/H にて 2 シフト

(3) -3. 選別対象物と選別の目的、全体の工程

再資源化を狙うためにまず行わなければならないことは、サーキュラーエコノミーに則って何に戻すかを考えた上で選別フローをデザインすることである。

現在の容器包装リサイクル法によると再生事業者はあくまでも最終製品を作ることが求められており、そのためには以下の工程が必須となる。

選別：選別原料をマテリアルごと、特徴ごとに選別

破碎：選別した原料を小さく破碎する

洗浄：洗って汚れと臭気を落とす。またここで質量の違うプラスチックを異物として除去することができる

脱水・乾燥：水分をとる

ペレタイズ：押出機によってペレット化

それぞれの原料を適切にマテリアルリサイクルしようとする、特に注目を浴びることが多い選別だけではなく、洗浄・ペレタイズの項目にも欧州で通常使われている技術を導入すべきである。特に洗浄工程については、素材ごとの最適化に加え、現行の水洗浄から「ホットウォッシュ」への転換が求められる。特に洗浄工程については、素材ごとの最適化に加え、現行の水洗浄から「ホットウォッシュ」への転換が求められる。これらの投資を各々の選別施設に求めるのは経済的にみて妥当ではない。（選別後の先細った量に対して、それぞれの種類に特化した設備導入が必要なため）専門性を持ったマテリアル別リサイクル工程に集約させるべきである。

特に人口の少ない地域での選別は、マテリアル化しやすいように（売れるように）選別し、

出荷していくことが大切である。

以下が容器包装材を主としたプラスチック廃棄物の選別対象とその選別の目的；

表 5.3-7 プラの選別対象とその選別の目的

選別対象	詳細	選別（再生）目的	最適工程
PE	2D モノ	ごみぶくろ	施設内で最終製品化
PE	2D 複合	2DPP 複合と合わせ P0	ベール出荷
PE	3D	ボトルなど	ベール出荷
PP	2D	2DPE 複合と合わせ P0	ベール出荷
PP	3D	ボトルなど	ベール出荷
PS	PS	カップなど	ベール出荷
PS	EPS	インゴット	施設内で最終製品化
PET	ボトル	ペットボトル	ベール出荷
PET	トレイ	ペットトレイ 卵パック	ベール出荷
その他 ミックス プラ	PVC 以外 再生可能プラ	油化などケミカル	ベール出荷
残渣			焼却

(3) -4. 規模別フローと操業プラン

対象地区 A～C、A～F、A～I において様々な条件下での想定ラインの適正処理量は 1t/H、2t/H もしくは 3t/H であることを先に記した。それぞれを実装するにあたり最小限の投資で最大限の効果が得られるフローを考えてみる。

1t/H フロー

A～C 地区実績ベース発生量 1,114t/Y 時間処理量 0.66t/H のマテリアルバランス（23t/W）

表 5.3-8 1t/H フローのマテリアルバランス

23t/W	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	計
総合	8.74t	5.06t	4.14t	3.91t	0.46t	0.69t	23t
2D	5.27t	3.50t	0.37t	0	0.18t	0.18t	9.5t
2D モノ	1.93t	2.46t					
2D 複合	3.34t	1.04t					
3D	3.47t	1.56t	3.77t	3.91t	0.28t	0.51t	13.5t

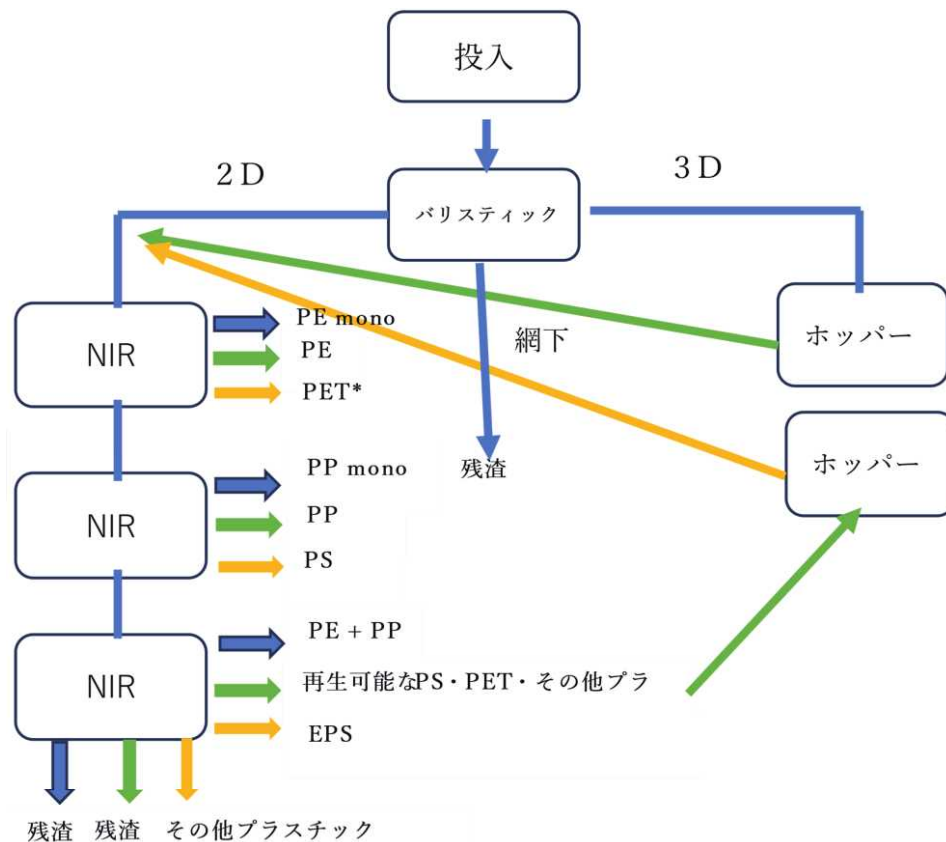


図 5.3-12 1t/H フローの操作プラン

PET * ボトルもトレーも同時に取り、トレー向け再生材として出荷 もしくは手選別にて PET ボトル回収

第一ステップ (青ライン)	23 / 1 = 23 時間		
第二ステップ (緑ライン)	13.5 / 1 = 13.5	約 14 時間	
第三ステップ (黄ライン)	8.47 / 1 = 8.47	約 9 時間	合計 46 時間
稼働週 5 日	9.2 時間/日		
稼働週 6 日	7.6 時間/日		

2t/H フロー

対象地域 2t/H 推奨ケース 3つのうち最大のもの 対象地域 A~C の予想最大発生量 2,684t/Y
時間処理量 1.6t/H のマテリアルバランス (56t/W)

表 5.3-9 2t/H フローのマテリアルバランス

56t/W	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	計
総合	21.28t	12.32t	10.08t	9.52t	1.12t	1.68t	56t
2D	12.82t	8.51t	0.9t	0	0.45t	0.45t	23.13t
2D モノ	4.7t	5.99t					
2D 複合	8.12t	2.52t					
3D	8.46t	3.81t	9.18t	9.52t	0.67t	1.23t	32.87t

1t/Hのラインで上記を処理すると

第一ステップ (青ライン)	56/ 1= 56	約 56 時間	
第二ステップ (緑ライン)	32. 87/ 1=33	約 33 時間	
第三ステップ (黄ライン)	8. 47/ 2 = 4. 24	約 4. 5 時間	合計 約 94 時間
稼働週 5 日	18. 8 時間/日	2. 5 シフト/日で可能	
稼働週 6 日	15. 6 時間/日	2 シフト/日で可能	

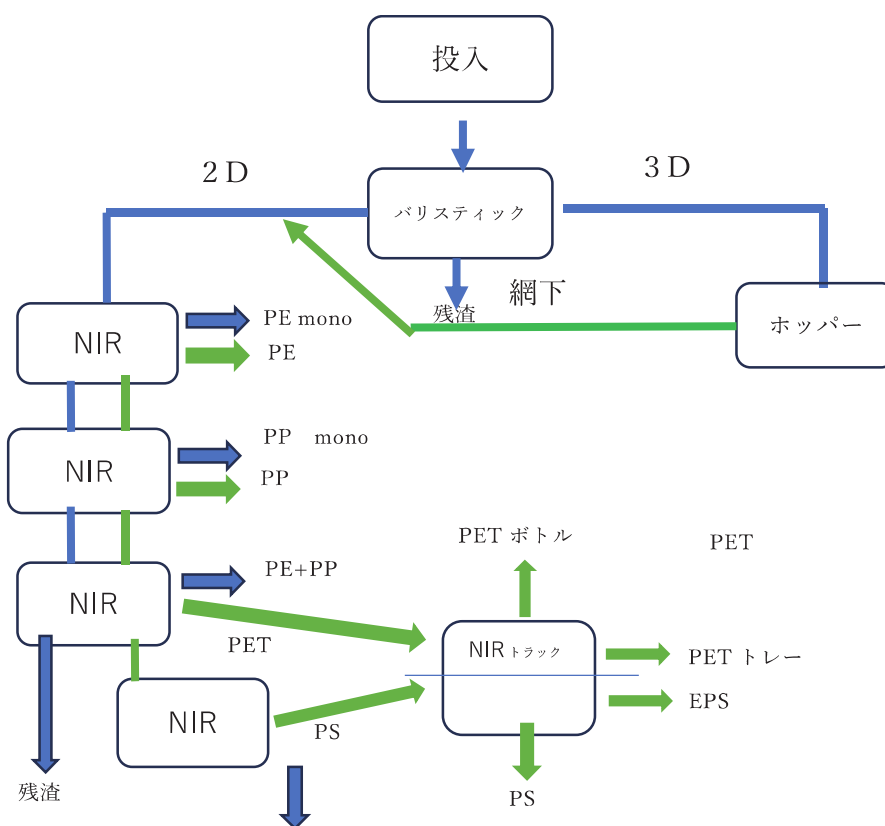


図 5.3-13 2t/H フローの操作プラン

第一ステップ (青ライン)	56/ 2= 28	約 28 時間	
第二ステップ (緑ライン)	32. 87/2=16. 4	約 17 時間	合計 45 時間
稼働週 5 日	9 時間/日	1. 3 シフト/日で可能	
稼働週 6 日	7. 5 時間/日	1 シフト/日で可能	

3t/H フロー

対象地域 3t/H 推奨ケース 3 つのうち最大のもの 対象地域 A~C の予想最大発生量 8, 728t/Y
時間処理量 5. 19t/H のマテリアルバランス (182t/W)

表 5.3-10 3t/H フローのマテリアルバランス

182t/w	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	計
総合	69. 16t	40. 04t	32. 76t	30. 94t	3. 64t	5. 46t	182t
2D	41. 68t	27. 66t	2. 91t	0	1. 46t	1. 46t	75. 17t
2D モノ	15. 29t	19. 47t					
2D 複合	26. 39t	8. 19t					
3D	27. 48t	12. 38t	29. 85t	30. 94t	2. 18t	4. 0t	106. 83t

2t/H のラインで上記を処理すると

第一ステップ（青ライン） $182 / 2 = 91$ 約 91 時間
 第二ステップ（緑ライン） $106.8 / 2 = 53.4$ 約 54 時間 合計 145 時間
 稼働週 7 日 21 時間/日 3 シフト/日で可能

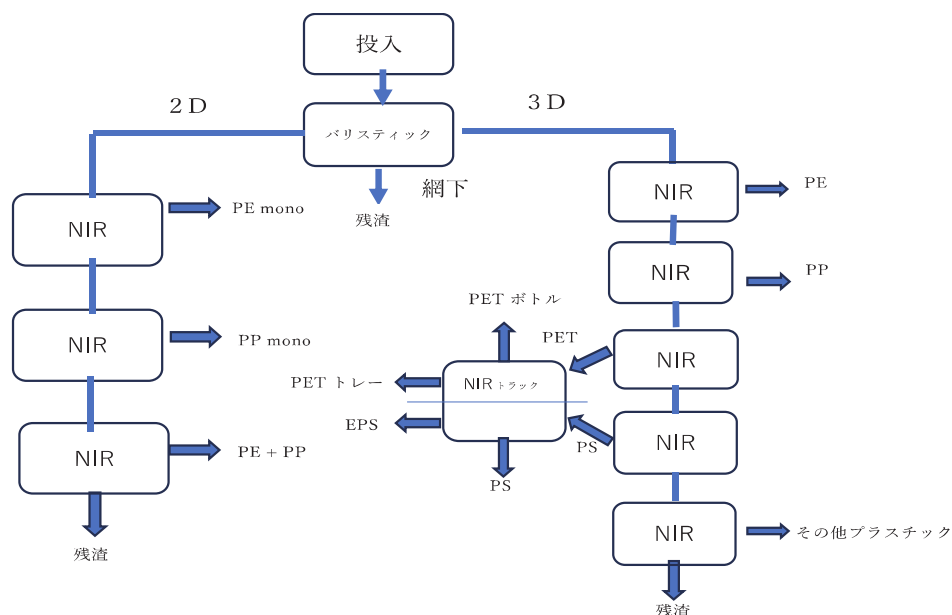


図 5.3-14 3t/H フローの操業プラン

第一ステップ（青ライン） $182 / 3 = 60.6$ 約 61 時間
 稼働週 5 日 12.2 時間/日 1.5 シフト/日で可能
 稼働週 6 日 10.1 時間/日 1.5 シフト/日で可能

(3) -5. 施設規模別コスト

表 5.3-11 施設規模別コスト

1t/H 施設

目的	機械	個数	
投入	ドーピング	1	
	破袋・収袋機	1	
2D・3D 選別	バリステックセパレーター	1	
選別	NIR	3	
一次保管	バンカー	2	
ペール	ペーラー	1	
			約 6,000,000 Euro

2t/H 施設

目的	機械	個数	
投入	ドーピング	1	
	破袋・収袋機	1	
2D・3D 選別	バリステックセパレーター	1	
選別	NIR	5	
一次保管	バンカー	1	
ペール	ペーラー	1	
			約 8,000,000 Euro

3t/H 施設

目的	機械	個数	
投入	ドーピング	1	
	破袋・収袋機	1	
2D・3D選別	バリスティックセパレーター	W x 1	
選別	NIR	9	
ベール	ベラー	2	
			約 11,000,000 Euro

これらの施設において稼働に必要な人員

- 投入 x 1
- 選別後マテリアル排出 x 1

(3) -6. 袋のまま投入するメリット

現在の容器包装リサイクル法では自治体の一次保管施設にてベール化された選別原料が入札により中間処理業者へ引き渡される。ベール化することで軽く・様々な形状のプラスチック容器をより効率的に運ぶことができるという利点があるが、その反面、バージンで作ったフィルムのワンウェイ使用が問題であるとともに、汚れ・匂いを沈着させてしまうという欠点がある。

また、一度圧縮しているプラスチックを一つ一つ剥がすことは極めて難しく、これが選別純度に大きく影響している。

回収したプラスチックをベール化することなくそのまま選別ラインに投入することによって；

- 臭気沈着の予防
- 選別精度向上・歩留減少が見込める。

(3) -7. 容器包装材のトレンド（欧州と日本）

日本の容器包装はバージン材の使用削減のために軽量化に特化しており、そのため多層材や複合材が多用されている。欧州においてはリサイクルのしやすさが第一に考慮されているため、2D フィルム系はモノが主流でアルミ蒸着も年々減少しており、3D においても EPS はほとんどなく、質量がしっかりとあるものが多い。そのため日本のプラスチック容器包装廃棄物は同じ重さの欧州のものに比べて個数が多く、時間あたりの処理量が少なくなる。

今後欧州はさらにモノマテリアル化が進むことは間違いない。

日本においては残念ながら本来のサーキュラーエコノミーを視野に入れたパッケージ作りにシフトされていない。このまま複合材や多層材の使用が進むと、マテリアルリサイクル不適合材がさらに増加することになり、リサイクル率を低下させる要因につながる。

(3) -8. 再生材をつかった製品例（欧州、2024 年）

PP

スーパーやドラッグストアで販売されているショッピングバック（€1~2 程度）サイズによる

表 5.3-12 再生材をつかったショッピングバック



上は 100% リサイクル材を使用

PE / PP/ PET

ドイツではPBブランドのトイレタリー製品ボトルのほとんどに再生材が使用されている。

表 5. 3-13 再生材をつかったトイレタリー製品ボトル



PP

生活用品・インテリア

表 5. 3-14 再生材をつかった生活用品・インテリア



(4) 選別回収の在り方検討

難処理樹脂のリサイクルをテーマとする本事業において、PP樹脂の成果を活かしてどのように展開していくかという課題に対し、難処理樹脂の事例として、容器包装リサイクルプラスチックの内の株式会社富山環境整備が生産しているポリプロピレンを選別したポリプロピレン混合を取り上げた。当該容リプラスチックの製品用途への展開が困難となっている原因としては、①数百ミクロン程度の異物が数多く混入していること、②熔融粘度が高く、射出成形用途に適用できないこと、③異臭が残っていること、があげられる。

この内①に関しては、例えばペレタイズ時に60メッシュ程度のフィルターを通すことで、厚みのある製品の多い射出成形製品に対しては適用ができる可能性のあることが、2024年度前期の検討で明らかにすることができた。しかし、②の課題が解決できない限り、実用用途展開を図ることが困難であるということも課題となった。

しかし2024年度後期の検討で、当該容リプラスチックの粘度を大きく低下させ、一般の射出成形グレード同等に改質できる技術を開発することに成功した。これにより、フィルター精度

も高くでき、バージンプラスチックを使用した時と物性が遜色ない射出成形製品が生産できることを明らかとした。すなわち本成果はこれまで用途展開が困難な難処理樹脂を、多種多様な射出成形品に適用できる道筋を切り開いたものである。

この成果からは、現状の選別回収であっても、後工程での技術革新により、大幅にリサイクルプラスチックの用途を拡大することが可能であることを示している。但し、③の臭いの問題と再ペレタイズ過程でのフィルタープロセスの煩雑さは解決が必要な課題であると考えられる。従って、リサイクラーでの溶融ペレタイズの事前での洗浄をより強化することと、溶融ペレタイズプロセスで複数のフィルターを使用した異物除去プロセスを追加するなどの処置を行い、これが残った課題を低減しておくことが望ましい。

また日本の選別センターでは、高性能機を導入し適切に PP, PE, PS などと選別されていても、PP のみに需要が集中し、他が余るために、ミックス材として販売しているところが少なくない。選別機械や選別システムのみでなく、PE, PS などの再生材需要の拡大を行っていくことが望ましい。本事業では PP 材高度利用について開発を行ったが、PE 材、PS 材についても取り組む必要がある。

5.4. 福岡県全体の自治体における回収システムの評価

(1) 概要

株式会社 YK クリーン（福岡県三潴郡大木町に位置する廃プラスチック選別・油化・マテリアルリサイクル企業）に搬入している自治体およびそれ以外周辺自治体（筑後地域）のプラスチック回収状況について、量および回収システムを情報収集し分析を行った。

さらに再生プラスチック生産を支える良質の素材を安定的に確保するためには、株式会社 YK クリーンに搬入されるものだけではなく広域で安定的に確保する必要があり、福岡県全体の自治体に対してプラスチックの回収状況についてアンケート調査を行い、分析をおこなった。

さらに株式会社 YK クリーン搬入自治体、周辺自治体、それ以外について、代表的自治体について分別行動について調査分析を行い、自治体の分別回収システムの改善方向について考察した。

また良質の材料でありながら、焼却処分されている衣装ケースについて、全県アンケートで取り扱い状況とリサイクル意思を尋ねた。資源化に前向きな自治体を訪問して新しい回収システムについて調整を行ったが、全体のシステムを動かすことがすぐには難しいため、本年度中にはよい反応を得られなかった。ただし太宰府市では衣装ケース回収に取り組むことになり、今後のモデルケースとなりうる。また福岡市は行政として取り組むには難しい状況であったが、指定管理者に委託している二つのリサイクルセンターで、市民団体と協力して衣装ケースの集積を実証モデルとして来年度から行うことで合意された（ただし本実証事業は本年度末で終了する）。

(2) 株式会社 YK クリーンを利用している自治体のプラスチック回収量（搬入量）

当初は、大木町、みやま市、柳川市が参加する形で平成 30 年に始まった株式会社 YK クリーンにおけるプラスチックの資源化であるが、現在は 9 自治体に広がっている。大木町が筑後地区全体の自治体に働きかけた成果でもあるし、国全体でプラスチックの資源化を進めた成果であると考えられる。

株式会社 YK クリーンに搬入している自治体の回収状況は表 5.4-1 のとおりである。平成 30 年から令和 5 年までに、当初の自治体の大木町、みやま市、柳川市は搬入量が増大した（表 5.4-2）。特に柳川市は令和 3 年に約 3 倍に増えた。これは柳川市が焼却場新設に伴い生ごみ分別で搬入量が少ないみやま市との間の経費分担の削減のために可燃ごみの削減に積極的に取り組んだ成果である。

表 5.4-1 株式会社 YK クリーン搬入量

		大木町	みやま市	柳川市	筑後市	大牟田市	大川市	大刀洗町	うきは市	鹿島市	計
平成 30年度 (2018)	搬入量	122,200	276,100	146,860							545,160
	容器プラ	110,750	241,550	126,860							479,160
	製品プラ	7,660	24,230	8,830							40,720
	その他	3,790	10,320	11,170							25,280
	製品プラ単独	5,380	570	15,640							21,590
平成 31年度 (2019)	搬入量	130,030	334,320	175,220							639,570
	容器プラ	120,160	299,830	142,360							562,350
	製品プラ	4,910	17,310	9,540							31,760
	その他	4,960	17,180	23,320							45,460
	製品プラ単独	7,870		21,750							29,620
令和 2年度 (2020)	搬入量	146,060	366,450	259,070	272,290	76,480	25,520				1,145,870
	容器プラ	128,410	319,060	222,540	247,620	72,110	25,510				1,015,250
	製品プラ	8,220	21,060	11,570	11,290	3,270	0				55,410
	その他	9,430	26,330	24,960	13,380	1,100	10				75,210
	製品プラ単独	14,900		32,870				2,000			49,770
令和 3年度 (2021)	搬入量	147,040	395,130	571,390	279,370	323,320	23,910				1,740,160
	容器プラ	136,810	355,150	510,780	252,740	314,490	23,910				1,593,880
	製品プラ	6,790	23,010	26,080	14,330	6,470	0				76,680
	その他	3,440	16,970	34,530	12,300	2,360	0				69,600
	製品プラ単独	13,770		24,990	790			2,660	84,580		126,790
令和 4年度 (2022)	搬入量	143,560	396,930	586,360	284,010	491,260	21,080				1,923,200
	容器プラ	130,560	349,270	519,270	260,970	474,880	21,080				1,756,030
	製品プラ	9,230	28,250	48,660	16,580	10,750	0				113,470
	その他	3,770	19,410	18,430	6,460	5,630	0				53,700
	製品プラ単独	12,720	4,360	20,310				2,170	73,280	3,300	116,140
令和 5年度 (2023)	搬入量	140,410	390,550	582,560	276,310	531,180	18,840				1,939,850
	容器プラ	126,770	332,690	517,710	246,720	504,570	18,840				1,747,300
	製品プラ	10,360	38,940	44,120	22,690	19,020	0				135,130
	その他	3,280	18,920	20,730	6,900	7,590	0				57,420
	製品プラ単独	6,380	5,710	17,370				2,860	74,650	3,520	110,490

※その他は可燃・不燃残渣、ペットボトル、指定袋、PPバンド、CD・テープ類の合計

表 5.4-2 株式会社 YK クリーン搬入量の変化倍率（平成 30 年度から令和 5 年度）

大木町	みやま市	柳川市	全体
1.1	1.4	4.0	3.6

(3) 周辺自治体の回収量および株式会社 YK クリーン搬入自治体・周辺自治体の分別システムの比較分析

表 5.4-3 は、株式会社 YK クリーンを利用している自治体とそれ以外の周辺自治体（筑後地域）の容器包装プラスチックと製品プラスチックの収集状況である。

株式会社 YK クリーン搬入自治体は、製品プラスチックの回収を行っているところが多く、そうでないところは、容器包装プラスチックのみの場合が多いなどの違いがある。さらに収集回収（月 4 回から月 1 回）、収集方法（戸別回収、ステーション回収、拠点回収）、費用（有料か無料か）などの違いがある。

それらについて、一人当たりの回収量で比較したものが表 5.4-4 である。

表 5.4-3 容器包装プラと製品プラの収集状況

地域		容器包装プラ			製品プラ			
		回収方法						
		頻度	収集場所	指定袋の値段	頻度	収集場所	指定袋の値段	
YKクリーンに搬入している自治体	大木町	月4回	ステーション	10円(中35L)・15円(大50L)	月4回	ステーション	10円(中35L)・15円(大50L)	30円(小15L)・60円(中35L)
	みやま市	月4回	戸別収集	10円(中30L)・15円(大50L)	月4回	戸別収集	10円(中30L)・15円(大50L)	35円(中30L)・50円(大45L)
	柳川市	月3回	戸別収集	5円(小25L)・10円(大50L)	月3回	戸別収集	5円(小25L)・10円(大50L)	20円(小15L)・40円(大30L)
	筑後市	月2回	戸別収集	10円(小30L)・20円(大60L)	月2回	戸別収集	10円(小30L)・20円(大60L)	20円(小20L)・40円(大50L)
	大牟田市	月4回	ステーション	なし、無料	月4回	ステーション	なし、無料	34円(中28L)・48円(大40L)
	大川市	月2回	拠点	なし、無料				20円(小)・33円(大)
	大刀洗町	月1回	ステーション	25円				15円(小)・25円(大)
	うきは市	月1回	ステーション	なし、無料	月1回	ステーション	なし、無料	20円(小18L)・35円(大30L)
地域		容器包装プラ			製品プラ			
		回収方法						
		頻度	収集場所	指定袋の値段	頻度	収集場所	指定袋の値段	
上記の周辺自治体(筑後地区)	小郡市							31円(小)・52円(大)
	広川町							なし(10キロ150円の手数料)
	八女市	月1回	拠点	なし、無料				30円(小27L)・40円(大45L)
	久留米市	月2回	ステーション	なし、無料				20円(小18L)・35円(大30L)

表 5.4-4 一人当たりの回収量の比較

		収集場所	頻度	自治体	一人当たり回収量(kg/人) (ペットボトル除く)	回収量平均		
YKクリーンに搬入している自治体	一括	戸別収集	月4回	みやま市	10.7261	8.2629	7.2915	5.6847
			月3回	柳川市	8.3109			
			月2回	筑後市	5.7516			
		ステーション	月4回	大木町	11.2771	6.3201		
			月4回	大牟田市	5.0675			
			月1回	うきは市	2.6156			
	容りのみ	ステーション	月1回	大刀洗町	1.1273	1.1273	0.8644	
		拠点	月2回	大川市	0.6015	0.6015		

		収集場所	頻度	自治体	一人当たり回収量(kg/人) (ペットボトル除く)	回収量平均		
上記の周辺自治体 (筑後地区)	容りのみ	ステーション	月2回	久留米市	2.6412	2.6412	1.3372	0.6808
		拠点	月1回	八女市	0.0332	0.0332		
	回収なし			小郡市	0.0336	0.0244		
				広川町	0.0152			

大木町周辺の筑後地区でプラスチック回収にある程度前向きな自治体はすでに、上述の大木町からの働き掛けもあって、株式会社 YK クリーン搬入自治体になっており、製品プラスチックの回収に取り組んでいる自治体が多い。

そのうえで、一人当たり回収量の比較を見ると、株式会社 YK クリーン搬入自治体が高い。そして、回収頻度は、月4回(毎週1回)が高く、月1回が低い。さらに戸別回収、ステーション回収、拠点回収と、回収量は低くなる。容器包装プラスチックだけは、一括回収自治体より低い。

(4) 住民行動分析

大木町・みやま市において、2024 年 8 月に、アンケートを実施した。大木町では地域で協力してもらい 200 通のアンケートを配布、回収率は 85%（非使用世帯）。みやま市では、150 通のアンケートを地域で配布。回収率は 84%。再生プラスチックの生ごみ回収バケツを 1 カ月使用してもらった世帯（モニター）、使用しない世帯で、比較分析を行った。

プラスチックごみの分別協力量は、モニター世帯の方が高い（図 5.4-1）。そしてやりがい意識も高い（図 5.4-2）。

分別行動を目的変数とする重回帰分析では、地域活性化に役立つこと、やりがい、行政回収の利用頻度などが有意であった（表 5.4-5、表 5.4-6）。

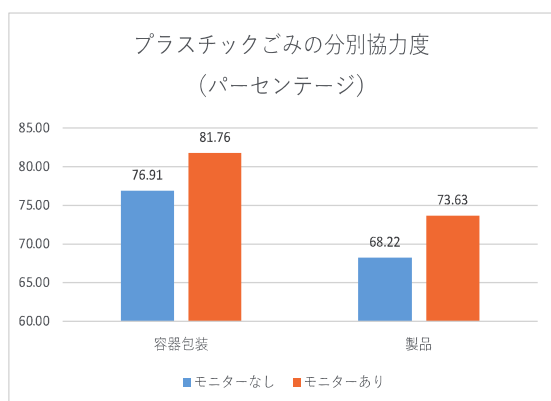


図 5.4-1 プラスチックごみの分別協力度

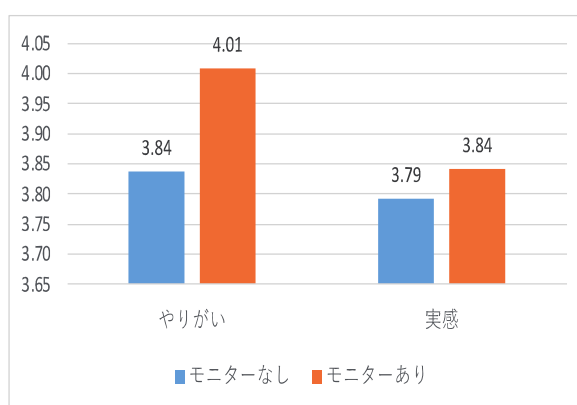


図 5.4-2 やりがいと実感

表 5.4-5 プラスチックごみの分別協力度の重回帰分析

プラスチックごみの分別協力度を目的変数とする重回帰分析 (大木町・みやま市)					
モデル	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	17.489	12.055		1.451	0.150
リサイクル品は地域活性化に役立つかどうか重視	6.186	2.277	0.259	2.717	0.008
行政回収の利用頻度	5.366	1.852	0.250	2.897	0.005
やりがいを感ずる	5.390	2.530	0.197	2.130	0.035
民間回収種類増加希望	-3.727	1.848	-0.171	-2.017	0.046

表 5.4-6 やりがいの重回帰分析

やりがいを目的変数とする重回帰分析 (大木町・みやま市)					
モデル	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	17.489	12.055		1.451	0.150
プラリサイクルの実感	0.507	0.065	0.552	7.769	0.000
リサイクルは地域経済をよくする	0.167	0.062	0.198	2.683	0.008
有料袋代は節約できる	0.146	0.060	0.173	2.451	0.016

行政回収の利用しやすさを改善しつつ、地域活性に役立っていることを知らせること、やりがいを持つことなどが重要であり、生活に戻す形でリサイクル品をつかうことは、それらの認識を改善して、分別回収行動を改善する傾向があると考えられる。

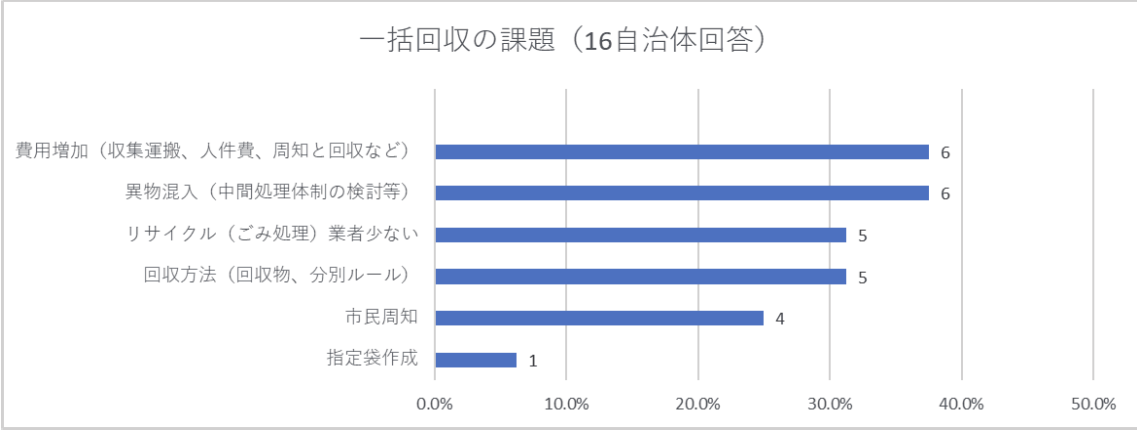


図 5.4-3 一括回収の課題

(5) 福岡県自治体アンケート調査

令和 6 年 8 月に福岡県の 60 自治体を対象にし、アンケートを郵送した。32 自治体（から回答が得られた。回収率は 53.4%。調査の項目は、A. プラスチックごみの回収現状、B. プラスチックごみ回収率を高める取り組み、C. プラスチック製衣装ケースの材料リサイクルの可能性 の三つで構成した。

(5)-1. プラスチックごみの回収現状

A) プラスチックごみの分別回収実施状況

表 5.4- 7 プラスチックごみの分別回収実施状況

プラスチックごみの分別区分	
容器プラスチック	18自治体
製品プラスチック	3自治体
一括プラスチック	2自治体

福岡県内で容器包装プラスチックの分別回収を実施している自治体は 18 自治体である（表 5.4-7）。これは回答が得られた 32 自治体のうち約 56%にあたり、福岡県内の半数以上の自治体が容器包装プラスチックの分別回収を行っていることになる。

B) 一括回収の実施状況と課題

容器包装プラスチックの分別が進んでいる一方、他区分のプラスチック分別回収が課題として残っている状況が見受けられる。製品プラスチックを分別回収している自治体と一括回収を行ってい

表 5.4- 8 一括回収の実施状況

一括回収の実施状況	
開始する予定がある	3自治体
検討している	11自治体
今後検討したい	8自治体

る自治体は32中3と2にとどまったが、一括回収の実施状況のアンケート結果（表5.4-8）によると、今後回収を実施する自治体が増加する見込みである。

一括回収を促進するための現状の課題と、課題として予想されることを自由記述の形で回答してもらった。全体的な傾向を把握するために、自由記述をトピック別に分類してまとめた。

16自治体からの回答をもとに分類したグラフ（図5.4-3）から、主な課題が明らかになった。最も多くの自治体が挙げた課題は「費用増加」と「異物混入」で、それぞれ6自治体（約37.5%）が課題としている。具体的には、収集や運搬、人件費、周知活動にかかるコスト増が大きな負担となること、また、異物が混入することでリサイクル効率が低下するため、中間処理体制の検討なども課題として挙げられた。

次いで、「リサイクル業者が少ない」ことと「回収方法や分別ルール不明確さ」が5自治体（約31.3%）から挙げられており、処理施設の不足や分別ルールの定義の難しさがリサイクルの障害になっていることが分かる。また、「住民への周知不足」が4自治体（約25%）で課題とされており、適切な分別や出し方を住民に浸透させるための広報活動が求められていることが分かった。

C) プラスチックごみの収集方法

どのような収集方法が回収率につながるかを検証するために、容器包装プラスチックや製品プラスチック、一括回収プラスチックの収集方法を伺った。

図5.4-4から、プラスチックごみの収集方法として「ステーション回収」が最も多く採用されている。容器包装プラスチックが回収されている18自治体のうち、13自治体がステーション回収を採用しており、6自治体が拠点回収を採用し、2自治体が戸別回収を行っている。製品プラスチックも一括回収も、ステーション回収であった。全体として、プラスチックごみの収集は効率重視でステーション回収に依存しており、戸別回収はコストや手間がかかるため、採用が少ない傾向が見られる。

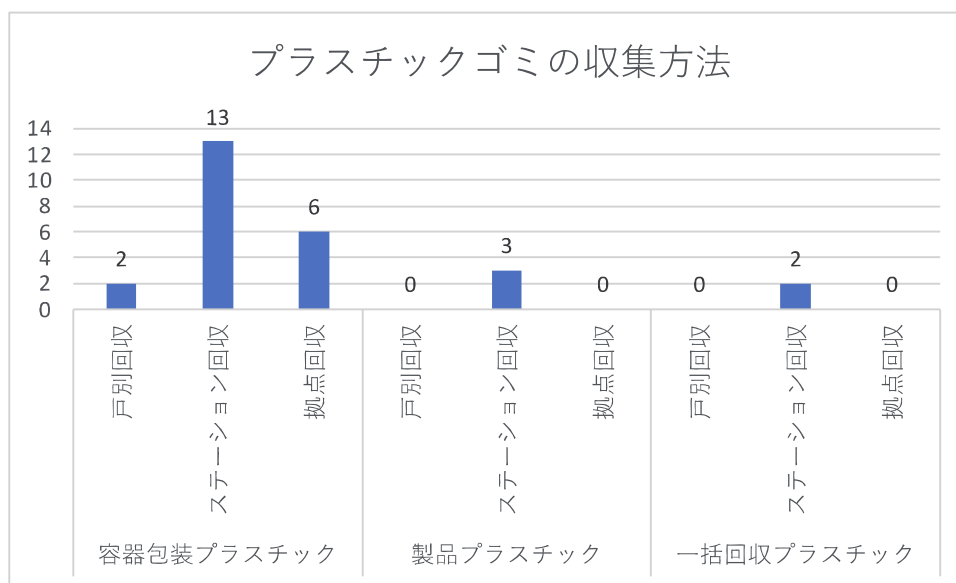


図5.4-4 プラスチックごみの収集方法

D) プラスチックの民間回収

民間主導で回収しているプラスチックごみの実態について伺った。

図5.4-5から、プラスチックの回収場所は主にスーパーに設置されており、特に「白トレイ」（12自治体）や「ペットボトル」（9自治体）の回収が多くの市町で行われていることがわかる。

次いで、イオン（6自治体）やセブンイレブン（4自治体）といった大手チェーンでも設置が進んでおり、住民がアクセスしやすい場所での回収が推進されている。また、パイロット（文具類）やJINS（メガネ）など、特定のアイテムに特化した回収も進んでいるが、全体として、スーパーがリサイクルの主要拠点となっており、特定製品の回収はまだ限定的であることがうかがえた。

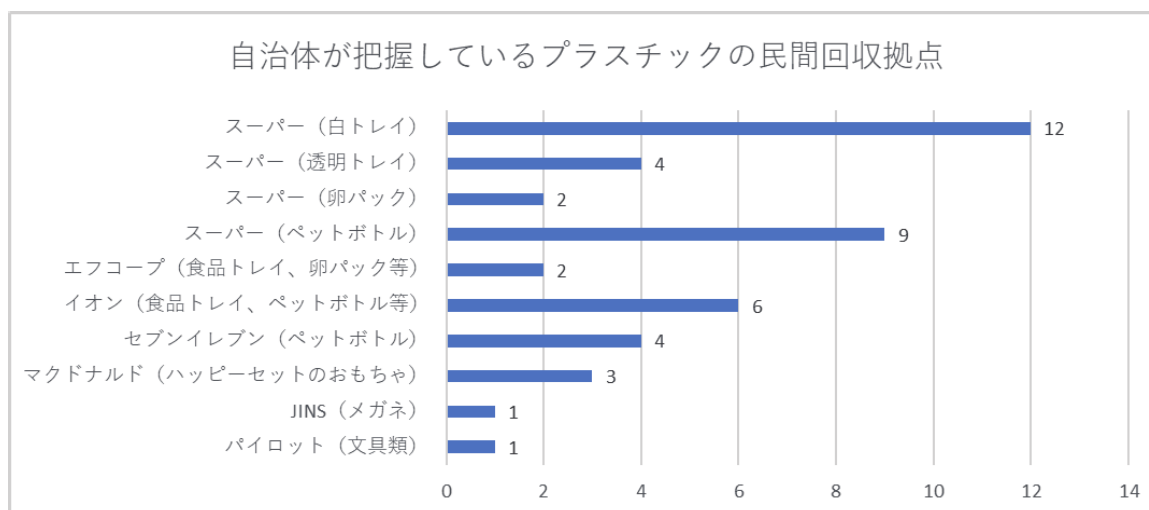


図 5. 4-5 自治体が把握している民間回収拠点

(5)-2. プラスチックごみ回収率を高める取り組み

A) 回収率を上げる工夫と課題

プラスチックごみの回収率向上に向けた施策について、市民周知のための「回覧板のお知らせ」「リーフレット配布」「説明会開催」と、回収システムの「回収頻度の増加」「回収場所の増加」「指定袋の価格差による分別誘導」「効果の周知」「実感・やりがいを感じてもらう」の8つの視点で、実施状況と今後の予定を自治体ごとに伺った。

図 5. 4-6 から、回収率向上のための施策を「今後検討したい」と高い関心を示している自治体が多いことがわかる。特に「効果の周知」（64. 3%）、「実感・やりがいを感じてもらう」（60. 7%）について今後検討したいとする自治体が多く、住民の実感や理解を深める施策が重視されている。

「回覧板のお知らせ」や「リーフレット配布」、「説明会開催」などの市民周知に関する施策は労力やコストがかかるため、慎重に検討されている様子が見られるが、いずれも 60%以上の自治体が今後実施する見込みである。

回収率向上に向けて自治体が直面している主な課題は「分別ルール of 徹底と分かりやすさ」と「住民意識」の向上であることがわかる（図 5. 4-7）。これらはそれぞれ 4 自治体から課題として挙げられており、明確な分別ガイドラインの整備と、住民へのリサイクル啓発活動の強化が求められている。また、「啓発方法・手段」も 2 自治体が課題としており、効果的な情報提供の仕組みが必要とされている。さらに、「財政支援」や「回収後のリサイクル製品の使途」についてもそれぞれ 1 自治体が課題としており、十分な予算と情報の透明化が、持続可能なリサイクルシステムを構築する上で重要であることが示されている。

一方で、回収場所や回収頻度の改善については、検討する予定がないが、顕著に高かった。すでに述べたように、回収場所と回収頻度は非常に重要である。戸別回収がもっともよく、拠点回収が最も劣る。量がかさむプラスチックごみなので、近いところで、可燃ごみと同じ条件（場所と頻度）で出せることが望ましい。

B) 再生プラスチック製品の公費購入の意欲

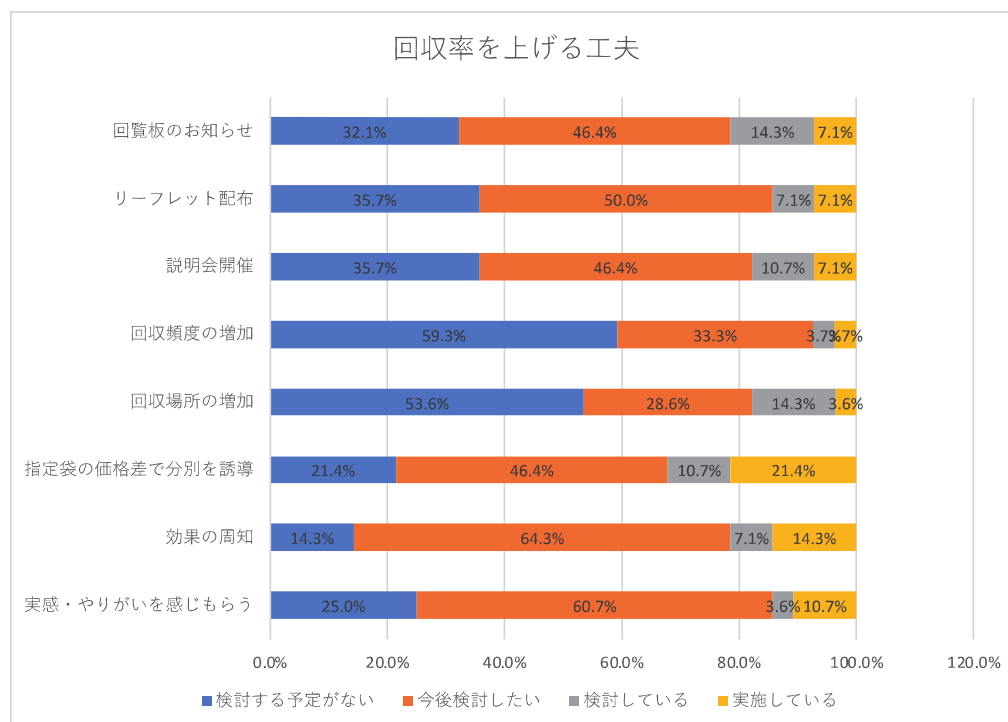


図 5.4-6 回収率を上げる工夫

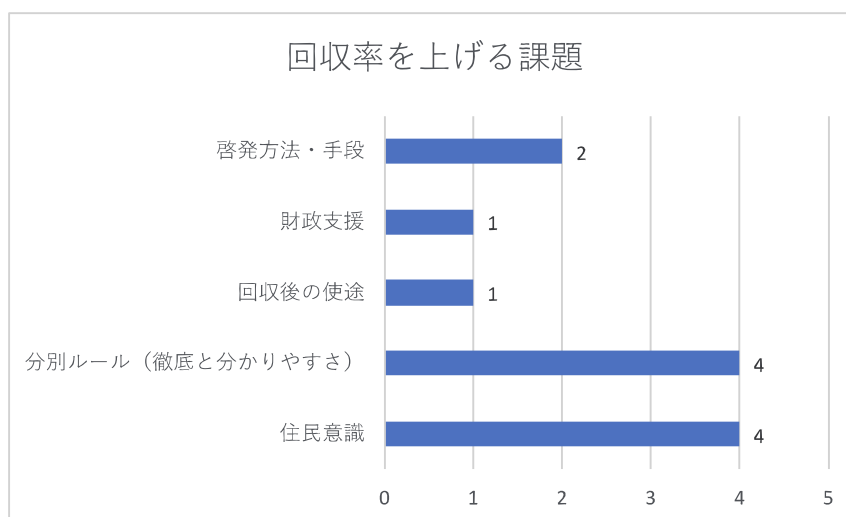


図 5.4-7 回収を上げる課題

地域での資源循環の一環として、住民から回収したプラスチックを再生し引き出しや公共のごみ箱など公共施設で活用できる製品に還元する取り組みが環境負荷の低減や資源循環を広く普及させるために望ましいといわれていることから、住民から回収したプラスチックを使用した再生製品の活用に関して、自治体に「ごみ箱を公共施設や学校で使用する」と「机の引き出しを学校等で使用する」との意欲を伺った（図 5.4-8）。

価格や強度は一般品と同じであると仮定したとき、「ごみ箱」と「引き出し」について多くの自治体が高く評価しており、それぞれ 15 の自治体が「素晴らしいと思う」と回答している。また、「今後検討したい」とする自治体も多く、「ごみ箱」は 13 自治体、「引き出し」は 11 自治体が今後の購

入を前向きに検討していることがわかる。

一方で、「検討する予定がない」とする自治体も「ごみ箱」で6自治体、「引き出し」で7自治体ある。全体として、どちらのアイテムも高評価であるものの、購入には慎重な姿勢が見られる。

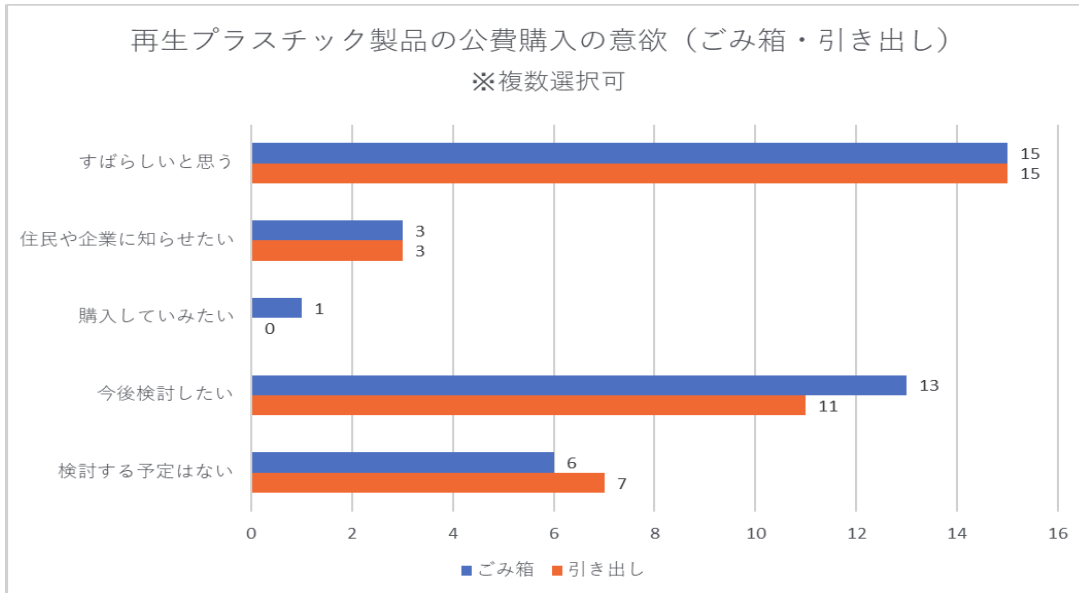


図 5.4-8 再生プラスチック品の公費購入の意欲

C) プラスチック製衣装ケースの材料リサイクルの可能性

上記全県自治体アンケートにおいて、持込ごみと粗大ごみとして捨てられた衣装ケース等のプラスチック製品のリサイクル率を高めるような仕組みの構築の実現性を調査するため、自治体ごとの処理状況、今後の展望、懸念や課題について調査した。

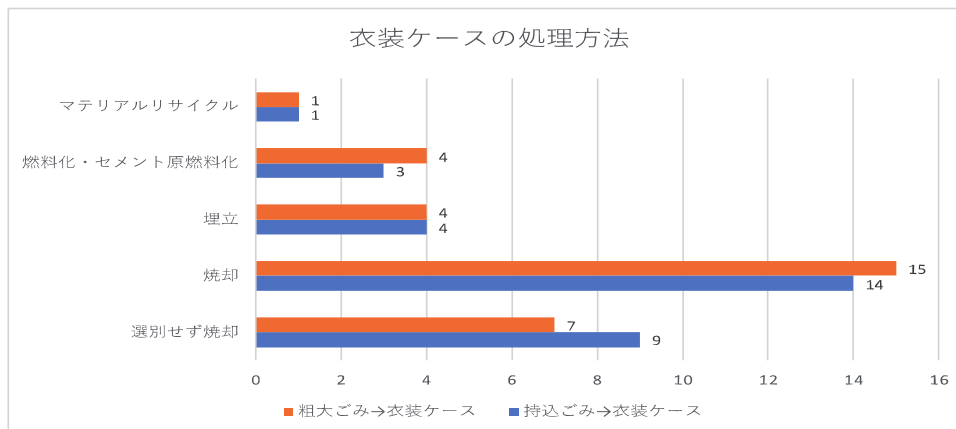


図 5.4-9 衣装ケースの処理方法

持込ごみと粗大ごみとして捨てられた衣装ケースをどのように処理しているのか伺った。

図 5.4-9 から、衣装ケースの処理方法として最も多く採用されているのは「焼却」で、粗大ごみとして 22 自治体、持込ごみとして 23 自治体が焼却処理を行っている。このうち、「選別を行わず直接焼却」するケースも多いことがわかる。次に、「燃料化・セメント原燃料化」について、粗大ごみで 4 自治体、持込ごみで 3 自治体が採用しており、エネルギーリサイクルの一環として一部で活用

されている。しかし、「マテリアルリサイクル」を採用しているのは粗大ゴミ・持込ゴミ共に 1 自治体に留まり、衣装ケースの再資源化が進んでいない現状が示されている。

全体として、衣装ケースの処理は「焼却」が主流である。

衣装ケースなどの特定のプラスチック製品が有価で売却できるとき、自治体において選別の可否、保管の可否、破碎の可否、運搬の可否について伺った。

対象ゴミの選別可能性（表 5.4-9）について、32 自治体のうち、粗大ゴミから選別可能な自治体は 10 自治体、持込ゴミから選別可能な自治体は 15 自治体あり、ある程度の回収が可能とされている。しかし、一部だけでも選別するのが難しいとする自治体も 15 自治体あり、選別体制の課題があると考えられる。

表 5.4-9 衣装ケースの選別の可能性

粗大ゴミから選別可能	10自治体
持込ゴミから選別可能	15自治体
一部だけでも選別するのは難しい	15自治体

保管可能な形態・保管量（表 5.4-10）について、フレコンバッグやアームロールコンテナなどを利用して保管できるとする自治体も存在するものの、19 自治体が「保管することが難しい」と回答しており、保管場所の確保は大きな課題であり、保管スペースや適切な設備が必要であることが考えられる。

表 5.4-10 衣装ケースの保管の可能性

フレコンバッグ等に入れて保管可能	5自治体
売却先が貸し出すアームロールコンテナに入れて保管可能	5自治体
30 m ³ （又は 10 トン）程度まで保管可能	1自治体
15 m ³ （又は 5 トン）程度まで保管可能	1自治体
3 m ³ （又は 1 トン）程度まで保管可能	2自治体
保管することは難しい	19自治体

表 5.4-11 衣装ケースの破碎で引き渡しの可能性

衣装ケースだけを分けて破碎してから引き渡すことができる可能性がある	2自治体
破碎して引き渡すことは難しい	23自治体

表 5.4-12 衣装ケースの運搬の可能性

事業者が引取に来てくれる場合のみ可能性がある	16自治体
近隣の指定場所まで運搬できる可能性がある	2自治体

破碎処理（表 5.4-11）について、衣装ケースを破碎してから引き渡すことが可能な自治体はわずか 2 自治体にとどまり、大多数の 23 自治体が「破碎して引き渡すことは難しい」としている。

運搬（表 5.4-12）について、自主的に近隣の指定場所まで運搬できる自治体はわずか 2 自治体で、運搬手段の確保が大きな課題であることが示されているが、事業者によって有償引き取りが可能な場合に協力する自治体は 16（50%相当）であった。現在、県内での回収事業構築可能性について検討を始めている。特定プラスチック製品の売却を進めるにあたり懸念することや課題について

(図 5.4-10)、「保管する場所を確保すること」(24 自治体)や「抜き取る工程を新たに設けること」(23 自治体)が最大の課題として挙げられている。また、「組合や他市町の協力が必要」(19 自治体)や「事務的なコストがかかる」(17 自治体)といった懸念も多く、組織的な支援や予算の調整が求められている。多くの自治体が保管場所や破砕処理の設備に不足を感じており、特定プラスチック製品の売却に向けた工程の整備や他市町との協力が不可欠であると考えられる。

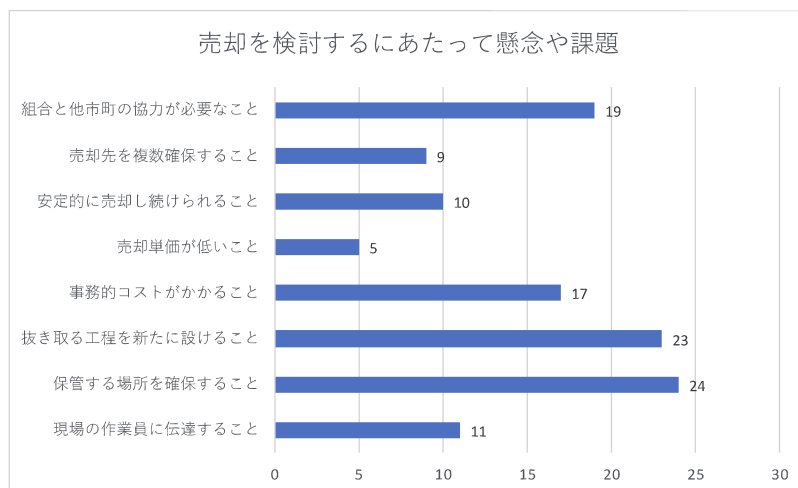


図 5.4- 10 売却への懸念や課題

(6) アンケート踏まえた現地調査

アンケートの結果から、衣装ケース回収に前向きな九州市、古賀市、福岡市、豊前市、豊前市他二町清掃施設組合、太宰府市へ訪問しヒアリングを行った。その結果、粗大ごみをプレスパッカー車により収集している市町村が多かった。プレスパッカー車による収集の場合、衣装ケースは、粉碎されており、木くずなどと混ざりピックアップすることが困難であることがわかった(図 5.4- 11、図 5.4-12)。

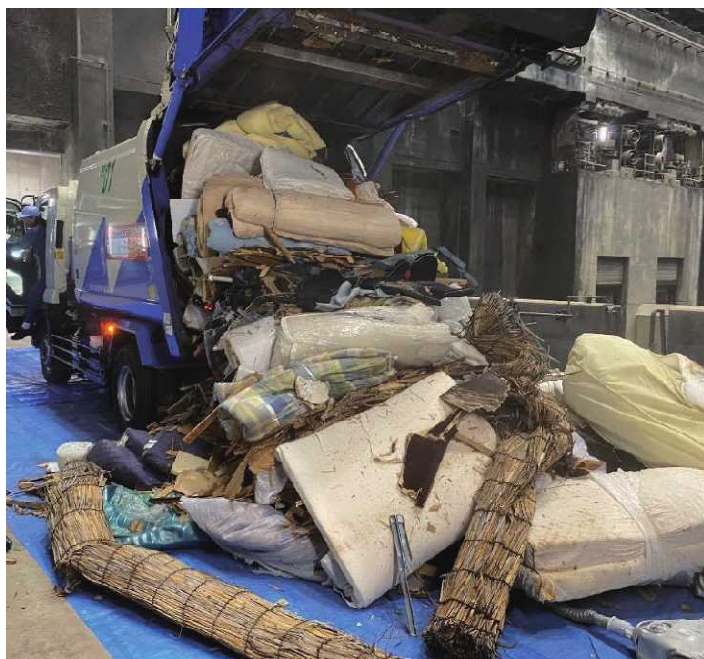


図 5.4- 11 プレスパッカーによる粗大ごみの回収後の状態



図 5.4- 12 プレスパッカー収集後の衣装ケースの状態

そこで、プレスパッカーを用いずに回収協力できる市町村をお願いしたところ、太宰府市が別便による回収実証を協力することになった。粗大ごみの受付時に衣装ケースであると判断した回収案件をトラックで回収し、衣装ケースだけを分別回収できる仕組みを構築し、実証を行った。その結果、2025 年 3 月に衣装ケースを回収することができた。

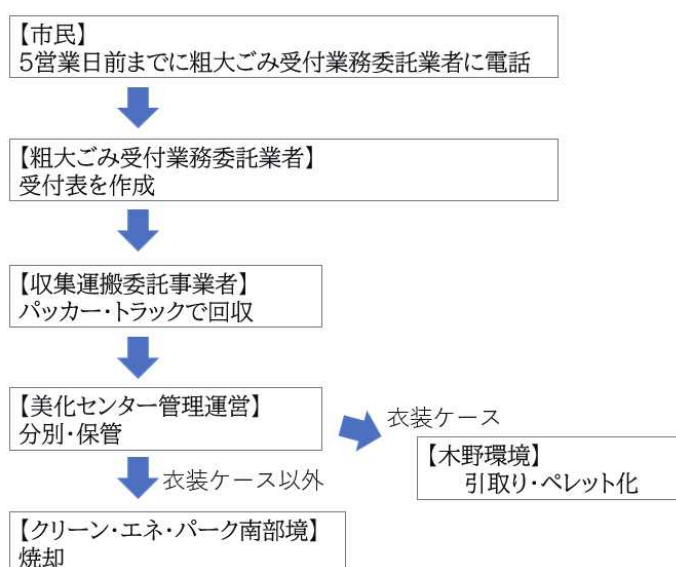


図 5.4- 13 太宰府市における衣装ケース回収のフロー

PP 以外の素材の量は少なかった。また、取っ手などが、ABS である場合が多いが容易に外すことができた。

また、福岡市の2か所あるリサイクルステーションにおいて、市民団体の協力で、衣装ケースの回収（市民の持ち込み）と取り置きが、来年度始まることになった。



図 5.4- 14 本体は PP、取っ手部分は ABS

(7) まとめ

実証プロジェクトで算定した、防災ボックスおよびごみ箱の生産につかう容器包装プラスチックは、それぞれ、45～90 トン、112～140 トンであり、将来（2030 年）は、100～200 トン、134～168 トンである。現在株式会社 YK クリーンに搬入されている量が年間約 2000 トンであり、組成調査から PP は 48.4～58.6%程度であるため、十分にまかなえる。しかし 100%有効活用を目指すプラスチック資源化戦略上、もっと回収量をあげて、多様なリサイクル品を生み出していく必要がある。

それを踏まえるとき、プラスチックごみは、可燃ごみの約半分であるから、最低、週一回の回収が望ましいし、身近な場所で回収することが望ましい。そうでない場合家にためておけないので可燃ごみとして捨てられる割合が大きくなると考えられる。週一回回収を実現できている自治体はまだまだ少ない。改善していくことが望ましい。他方で、行政回収ではなく拠点回収のみの場合は、極端に回収量が落ちる。行政回収を補完する位置づけで拠点回収を考えるべきであり、行政回収の負担回避のための拠点回収とならないことが重要である。

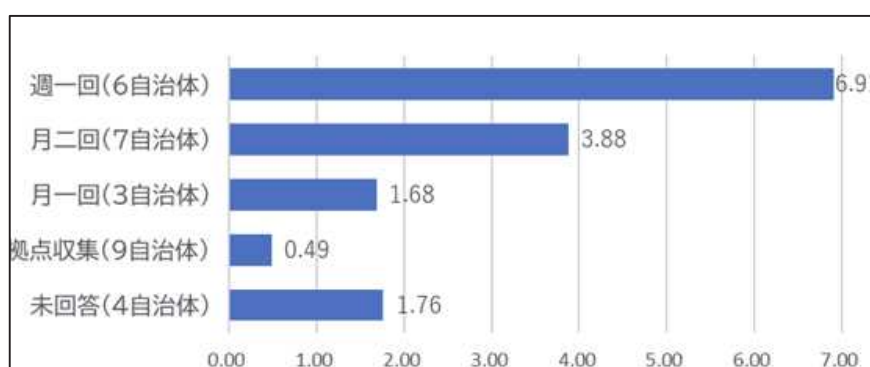


図 5.4- 15 行政回収の頻度別の一人当たり回収量(kg/人)

さらに住民行動からすると、使いやすいシステム構築だけでなく、地域貢献意識が重要であり、地域効果を情報で示したり、地域循環の再生リサイクル品の使用を実現したりすることが、分別行動を改善することが分かった。

また良質の PP 材である衣装ケースが、一括回収の外側で焼却処理されている現状があり、全国的に見ると東京では資源化が進んでいるが、地方ではまだ進んでいない。別ルート of 収集システムをつくらないとほかのごみと破碎して収集されるため資源利用は困難である。行政システムの改革

は難しい側面があり、多くの自治体は、啓発でとどめて、システムの改善はお金と労力がかかるので避けられやすい。うまくいくモデルを身近に作っていくとよいと考えられる。

6. LCA の検証・評価

6.1. LCA 分析

(1) 解析方法

- ・材料リサイクルにおいて、素材の機能代替率向上、寿命延長、多回再生利用を可能とする高品質材料リサイクルのライフサイクル環境負荷削減効果の評価を可能とする LCA モデル構造を検討する
- ・LCA 分析においては評価指標を CO₂ とし、システム境界は、プラスチック製品排出後から再生まで、比較対照（オリジナルシステム）を従来材料リサイクルとする
- ・破碎・選別、輸送、再生原料製造（フレーク、ペレット）、成形・加工、再商品製造、残渣処理等の各プロセスのうち、プロジェクト参画機関をフォアグラウンドデータの対象と想定してデータ収集に着手する
- ・削減可能性を明らかにするために、ホットスポット（エネルギーの使用量が大きい項目、CO₂ 排出量へ影響の大きい項目等）の洗い出しの検討に着手する

これに対して、本研究では、リサイクル事業所のヒアリングによって得られたデータと、業界報告書（2019）²²⁾、（2022）²³⁾をもとに解析を行った。機能単位は廃プラ 1kg（容リプラ x kg と製品プラ $(1-x)$ kg）の処理と設定した。システム境界を図 6.1-1 に、条件設定を表 6.1-1 に示す。

リサイクルシステムで、容器包装プラスチック（容リプラ）と製品プラスチック（製品プラ）を原料としてマテリアルリサイクル（MR）を行い、バージンプラスチックを原料に製造された製品とほぼ同等の品質を持つ製品を製造することを想定した高品質 MR のライフサイクル評価を実施した。

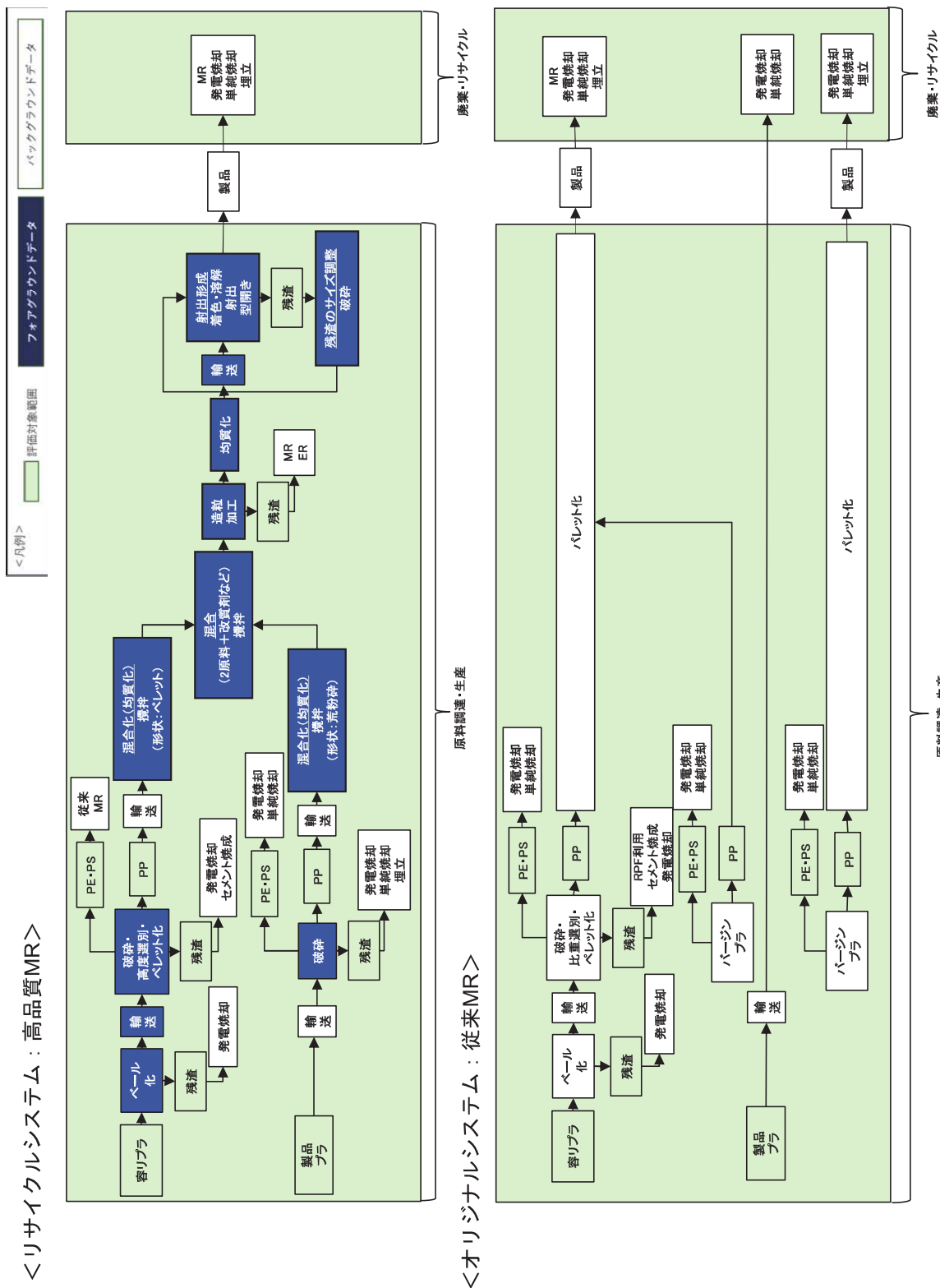


図 6.1-1 システム境界

表 6. 1-1 条件設定

機能単位	- 家庭から排出される廃プラ1kg(容リプラxkg、製品プラ(1-x)kg)の処理 - 高品質MRの最終製品化に仕向けられるプラ量をA:Bにするためにインプットを調整	
プラ組成	容リプラは容リプラのリサイクル事業所の実績値、製品プラは製品プラリサイクル事業所より	
評価対象システム(高品質MR)	容リプラ	- PP,PE,PSをMR→PPは高品質MR、PE,PSは従来MR - ベール化～ペレット化は容リプラのリサイクル事業所、$\text{akg-PPペレット/kg-容リプラ}$、機能代替率は$\alpha$、残渣率は$i$ - 混合化(均質化)攪拌(形状:ペレット)はプラリサイクル事業所、機能代替率はα'、残渣率はii - 最終製品化はプラ製品製造工場、残渣率はiii
	製品プラ	- PP,PE,PSをMR→PPは高品質MR、PE,PSは焼却(一部発電) - 破碎は製品プラリサイクル事業所、$\text{bkg-PPペレット/kg-製品プラ}$、残渣率は$iv$ - 混合化(均質化)攪拌(形状:荒粉碎)はプラリサイクル事業所、機能代替率はβ、残渣率はii - 最終製品化はプラ製品製造工場、残渣率はiii
ベースライン(従来MR)	容リプラ	- PP, PE, PSを従来MR→ペレット化、PPのみ本事業の製品に活用 - 機能代替率は0.5 - 残渣率は0.48(JaIME2019)、残渣処理の仕向け率は容リ協2023
	製品プラ	- 全量分別無で清掃工場で焼却(一部発電) - ペレット化、PPのみ本事業の製品に活用 - 発電装置の設置率は39.8%(環境省R4)、発電効率は12.81%(JaIME2019)

オリジナルシステムでは、容リプラは従来MRでパレットを製造し、機能代替率を考慮するためにバージンプラを混合させ、製品プラは全量を廃棄し、パレット製造をバージンプラから行っている。

実測データを入手した4つの事業所と1つの工場のプロセスを以下に示す。

〈リサイクルシステム〉

容リプラのプロセス：

容リプラリサイクル事業所

ベール化→(輸送)→破碎・高度選別・ペレット化→(輸送)

製品プラのプロセス：

製品プラリサイクル事業所

破碎→(輸送)

容リプラ・製品プラ混合プロセス：

プラリサイクル事業所

容リプラ・製品プラの混合化→混合→造粒加工→均質化→(輸送)

最終製品製造プロセス：

プラ製品製造工場

射出成形

機能単位は、廃プラ1kgであり、その中の容リプラと製品プラの割合は、高品質MRの最終製品化に仕向けられるプラ量を容リプラ:製品プラ=A:Bになるように調整を行った。調整方法は(4)のリサイクルシステムで説明をした。

プラ組成は、容リプラも製品プラも、実際の事業所からヒアリングにより入手した実測データを使用した。

評価対象システム（高品質 MR）の MR プロセスのインベントリデータは、容リプラも製品プラも、実際の事業所からヒアリングにより入手した実測データを使用した。

ベースライン（従来 MR）の容リプラの MR プロセスのインベントリデータは、業界報告書（2019）²²⁾ のリサイクルシステムのインベントリデータを、バージンプラを混合させるインベントリデータは業界報告書（2019）²²⁾ のオリジナルシステムのインベントリデータを使用した。

ベースライン（従来 MR）の製品プラのインベントリデータは、業界報告書（2019）²²⁾ のオリジナルシステムのインベントリデータを使用した。

(2) バックグラウンドデータ

プロセスごとのバックグラウンドデータの情報源を表 6. 1-2 に示す。

表 6. 1-2 バックグラウンドデータの情報源

段階	プロセス	使用データ源	LCAの目的との整合性 (左記データ源使用の理由)	実証事業 終了時点	普及段階
原材料調達・生産(容リ プラ(リサイクルシステ ム))	容リプラ～ペレット 化	容リプラ事業所	実際の組成データ、実 際のインベントリデータ	●	●
原材料調達・生産(製品 プラ(リサイクルシステ ム))	製品プラ～破碎	製品プラ事業所	実際の組成データ、実 際のインベントリデータ	●	●
生産(リサイクルシステ ム)	混合化～均質化	ブラリサイクル事業所	最新の業界公表データ	●	●
生産(リサイクルシステ ム)	射出成型	プラ製品製造工場	最新の業界公表データ	●	●
生産(リサイクルシステ ム)	MR・ER(造粒加工 時発生残渣処理)	海洋プラスチック問題対応協議 会(JaIME): 産業界系廃プラ スチックのLCA 評価, 2022年	最新の業界公表データ	●	●
生産(リサイクルシステ ム)	造粒加工時発生残 渣以外の残渣処理	海洋プラスチック問題対応協議 会(JaIME): プラスチック製容 器包装再エネルギーリカバリー の商品化手法および環境負荷 評価, 2019年	最新の業界公表データ	●	●
廃棄・リサイクル(リサイ クルシステム)	MR・発電焼却・単 純焼却・埋立	海洋プラスチック問題対応協議 会(JaIME): プラスチック製容 器包装再エネルギーリカバリー の商品化手法および環境負荷 評価, 2019年	JaIME 2019, 2022で使 用されている残渣処理 データ元の最新版	●	●
原材料調達(容リプラ(オ リジナルシステム))	容リプラ	容リプラ事業所	実際の組成データ	●	●
原材料調達(製品プラ (オリジナルシステム))	製品プラ	製品プラ事業所	実際の組成データ	●	●
生産(容リプラ(オリジナ ルシステム))	ペール化～パレット 化 バージンプラ～パ レット化	海洋プラスチック問題対応協議 会(JaIME): プラスチック製容 器包装再エネルギーリカバリー の商品化手法および環境負荷 評価, 2019年	最新の業界公表データ	●	●
生産(製品プラ(オリジナ ルシステム))	バージンプラ～パ レット化	海洋プラスチック問題対応協議 会(JaIME): プラスチック製容 器包装再エネルギーリカバリー の商品化手法および環境負荷 評価, 2019年	最新の業界公表データ	●	●
廃棄・リサイクル(オリジ ナルシステム)	MR・発電焼却・単 純焼却・埋立	海洋プラスチック問題対応協議 会(JaIME): プラスチック製容 器包装再エネルギーリカバリー の商品化手法および環境負荷 評価, 2019年	環境省の公開データ	●	●

表 6.1-3 一般廃棄物のプラの処理処分

リサイクル手法		2023年値
マテリアルリサイクル	再生利用	19%
ケミカルリサイクル	高炉・コークス炉原料 /ガス化(化学原料利用) /油化	7%
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	ガス化(燃料利用)	1%
	固形燃料/セメント原・燃料	9%
	発電焼却	49%
未利用	熱利用焼却	3%
	単純焼却	9%
	埋立	3%
合計		100%

出所:一般社団法人プラスチック循環利用協会発行のプラスチックのマテリアルフローのマテリアルフロー図(2023 年)より作成

(3) フォアグラウンドデータ

つぎに、フォアグラウンドデータとして使用した実測データを、プロセス別に次に示す。
 <リサイクルシステム>

容リプラリサイクル事業所のインベントリデータ:

容リプラの組成割合、ベール化、輸送、残渣処理の仕向割合、
 破碎・高度選別・ペレット化、

製品プラリサイクル事業所のインベントリデータ:

製品プラの組成割合、破碎、残渣処理の仕向項目

容リプラ・製品プラ混合プロセスのインベントリデータ:

容リプラと製品プラそれぞれの混合化、混合、造粒加工、均質化、輸送、
 残渣処理の仕向項目

最終製品製造工場のインベントリデータ:

射出成形、残渣処理の仕向割合

残渣処理や製品使用後の処分の仕向割合の求め方を以下に示す。

一般廃棄物扱いの場合(リサイクルシステムの製品プラの破碎からの残渣、オリジナルシステムの製品プラ、使用後の製品):

・リサイクルシステムの製品プラの破碎からの残渣は可燃・不燃という項目に分けられるという実測データを入手したため、表 6.1-3 の数字を用いた以下の式で、残渣を可燃・不燃に分けたのち、可燃を発電焼却有・無に分ける計算を行った。

可燃 = 96.2% = (サーマルリサイクル(エネルギー回収) + 未利用の単純焼却) / (サーマルリサイクル(エネルギー回収) + 未利用)

発電有 = 可燃プラの発電焼却実施率 = 86.9% = サーマルリサイクル(エネルギー回収) / (サーマルリサイクル(エネルギー回収) + 未利用の単純焼却) = (1% + 9% + 49% + 3%) / (1% + 9% + 49% + 3% + 9%)

発電無 = 13.1% = 100% - 発電有(可燃プラの発電焼却実施率)

不燃 = 3.8% = 100% - 可燃

・オリジナルシステムの製品プラは、発電焼却・単純焼却処理を行うため、環境省（R4）³⁾ をもとに一般廃棄物の発電焼却実施率を求めた。

一般廃棄物の発電焼却実施率 = 39.8% = 404 施設/1016 施設=発電設備を有するごみ焼却施設数/ごみ焼却施設数

・使用後の製品

製品の使用後の処理は、表 6.1-3 の数字を用いた以下の式で、MR と発電焼却と単純焼却と埋立の項目に分けた。

MR = 20.5% = 19% / (19%+1%+9%+49%+3%+9%+3%) = マテリアルリサイクル / (マテリアルリサイクル+サーマルリサイクル (エネルギー回収) +未利用)

発電焼却 = 66.4% = (1%+9%+49%+3%) / (19%+1%+9%+49%+3%+9%+3%) = マテリアルリサイクル +サーマルリサイクル (エネルギー回収) / (マテリアルリサイクル+サーマルリサイクル (エネルギー回収) +未利用)

単純焼却 = 10% = 9% / (19%+1%+9%+49%+3%+9%+3%) = 未利用の単純焼却 / (マテリアルリサイクル+サーマルリサイクル (エネルギー回収) +未利用)

埋立 = 3.06% = 3% / (19%+1%+9%+49%+3%+9%+3%) = 未利用の埋立 / (マテリアルリサイクル+サーマルリサイクル (エネルギー回収) +未利用)

産業廃棄物扱いの場合（リサイクルシステムの造粒加工の残渣）

・リサイクルシステムの造粒加工の残渣は、MR と ER の項目に分けられるという実測データを入手したため、表 6.1-4 の数字を用いた以下の式で、計算を行った。

MR = 31% = マテリアルリサイクル / (マテリアルリサイクル+サーマルリサイクル (エネルギー回収))

ER = 69% = 100% - MR

(4) リサイクルシステム

リサイクルシステムでは、高品質 MR を実現するために、容リプラと製品プラの適切な割合を考慮する必要がある。製品に使用される容リプラ由来 PP 重量と製品プラ由来 PP 重量をA:Bにするために、下記の式を用いて Input 容リプラ重量と Input 製品プラ重量を求めた。

Input 容リプラ : xkg

Input 製品プラ : (1 - x)kg

表 6.1-4 産業廃棄物のプラの処理処分

リサイクル手法		2023年値
マテリアルリサイクル	再生利用	27%
ケミカルリサイクル	高炉・コークス炉原料	0%
	/ガス化(化学原料利用)	
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	/油化	2%
	ガス化(燃料利用)	40%
	固形燃料/セメント原・燃料	10%
	発電焼却	8%
未利用	熱利用焼却	4%
	単純焼却	8%
	埋立	100%
合計		

出所：一般社団法人プラスチック循環利用協会発行のプラスチックのマテリアルフローのマテリアルフロー図(2023 年)より作成

容リプラ由来の PP 重量を a kg-PP/kg-容リプラ、製品プラ由来の PP 重量を b kg-PP/kg-製品プラとすると、下記の関係が成り立つ。

$$x * a : (1 - x) * b = A : B$$

この式を変形すると、

$$\text{Input 容リプラ } x = A * b / (A * b + B * a)$$

$$\text{Input 製品プラ } (1 - x) = 1 - \{A * b / (A * b + B * a)\}$$

(5) オリジナルシステム

オリジナルシステムでは、容リプラは従来 MR と仮定するため、リサイクルシステムにおける容リプラの機能代替率 α とオリジナルシステムにおける容リプラの機能代替率 0.5 の 2 つを考慮した計算が必要となる。

オリジナルシステムで必要な容リプラは、下記に示す通り、「必要なバージンプラ量＝従来 MR で必要なプラ量－従来 MR で供給可能なプラ量」で算出される。

$$\text{必要なバージンプラ量} = x * \{ (1 - i) * \alpha \} - y * \{ (1 - 0.48) * 0.50 \}$$

x : リサイクルシステムでの Input 容リプラ

y : オリジナルシステムでの Input 容リプラ

i : リサイクルシステムの容リプラのベール化～ペレット化の残渣率

α : リサイクルシステムの容リプラのベール化～ペレット化の機能代替率

0.48 : オリジナルシステムの容リプラの残渣率

(1 - 0.48) : オリジナルシステムの容リプラのリサイクルプロセスで製造されるペレット (PE・PP・PS) の有効重量

0.50 : オリジナルシステムの容リプラの機能代替率

(6) 評価結果

本研究では、容リプラと製品プラを原料とした高品質 MR を想定し、従来 MR との比較を行った。

図 6.1-2 に、廃プラ 1kg の処理による環境負荷削減効果を棒グラフで示す。

機能代替率の向上により、廃棄・リサイクルの項目の環境負荷の減少や、残渣処理を単純焼却からエネルギー回収 (ER) になることで製造の項目の環境負荷の減少が、全体の環境負荷削減効果に影響を与えている。

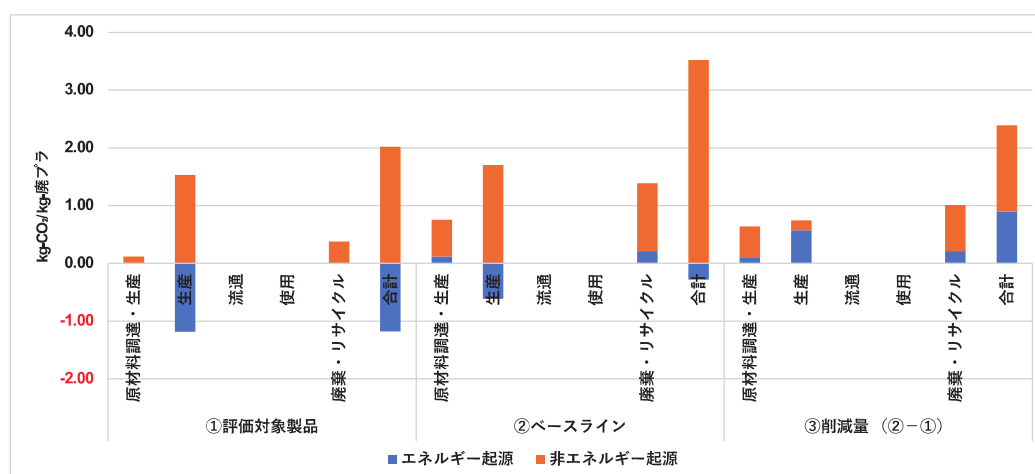


図 6.1-2 評価結果

表 6.1-5 は、廃プラ 1kg の処理による環境負荷削減効果を表で示したものである。
表 6.1-6 は、製品を 1 個に対する環境負荷削減効果を示したものである。

表 6.1-5 評価結果 (kg-CO2/kg-廃プラ)

(単位 kg- CO2/kg- 廃プラ)	①評価対象製品						②ベースライン						③削減量 (②-①)					
	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計
エネルギー 起源	0.01	-1.19			0.00	-1.18	0.12	-0.61			0.21	-0.28	0.11	0.57			0.21	0.90
非エネルギー 起源	0.11	1.53			0.38	2.02	0.64	1.70			1.18	3.52	0.53	0.17			0.80	1.50
合計	0.12	0.35			0.38	0.84	0.76	1.09			1.39	3.24	0.64	0.75			1.01	2.39

表 6.1-6 評価結果 (kg-CO2/製品)

(単位 kg- CO2/ 製品)	①評価対象製品						②ベースライン						③削減量 (②-①)					
	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計
エネルギー 起源	0.13	-19.77	0.00	0.00	0.02	-19.62	1.98	-10.22	0.00	0.00	3.54	-4.70	1.84	9.55	0.00	0.00	3.52	14.92
非エネルギー 起源	1.85	25.53	0.00	0.00	6.31	33.69	10.65	28.40	0.00	0.00	19.59	58.64	8.80	2.87	0.00	0.00	13.28	24.95
合計	1.98	5.76	0.00	0.00	6.33	14.07	12.62	18.18	0.00	0.00	23.13	53.94	10.64	12.43	0.00	0.00	16.80	39.87

表 6.1-7 は、製品の市場規模を 50 万個と予測した場合の実証事業終了時点の環境負荷削減効果を示したものである。

表 6.1-8 は、製品の市場規模を 100 万個と予測した場合の普及段階 2030 年時点の環境負荷削減効果を示したものである。

表 6.1-7 評価結果 (実証事業終了時点(t-CO2/年))
市場規模：50 万個

(単位 t-CO2/ 年)	①評価対象製品						②ベースライン						③削減量 (②-①)					
	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計
エネルギー 起源	66	-9,884			10	-9,808	988	-5,108			1,772	-2,349	921	4,776			1,761	7,4597
非エネルギー 起源	924	12,763			3,157	16,844	5,324	14,200			9,795	29,319	4,400	1,437			6,638	12,476
合計	990	2,878			3,167	7,036	6,312	9,091			11,567	26,970	5,322	6,213			8,400	19,934

表 6.1-8 評価結果 (普及段階 2030 年時点(t-CO2/年))
市場規模：100 万個

(単位 t-CO2/ 年)	①評価対象製品						②ベースライン						③削減量 (②-①)					
	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計	原材料 調達・生 産	生産	流通	使用	廃棄・リ サイクル	合計
エネルギー 起源	132	-19,769			21	-19,616	1,975	-10,217			3,543	-4,698	1,843	9,552			3,523	14,9177
非エネルギー 起源	1,848	25,525			6,314	33,687	10,649	28,399			19,591	58,639	8,801	2,874			13,277	24,951
合計	1,980	5,757			6,335	14,072	12,624	18,182			23,134	53,940	10,644	12,426			16,799	39,869

(7) まとめと課題

本年度の成果を以下にまとめる。

- 材料リサイクルにおいて、素材の機能代替率向上を可能とする高品質材料リサイクルのライフサイクル環境負荷削減効果の評価を可能とする LCA モデル構造を検討した。単位処理量あたりで評価するモデルなので、寿命延長、多回再生利用は直ちには扱えないが、寿命については使用時をシステム境界に含むことで可能となる。多回再生利用は、単位処理量あたりのモデルでは1回再生利用と差を表現できないので、国全体のプラスチック流通を対象とすることで評価可能となることを検討した。
- LCA 分析において、評価指標を CO2 とし、システム境界は、プラスチック製品排出後から再生まで、比較対照を従来材料リサイクルとする LCA モデルを開発した。
- リサイクルシステムについて、破碎・選別、輸送、再生原料製造（フレーク、ペレット）、成形・加工、再商品製造、残渣処理等の各プロセスのデータを本実証参画機関から入手し、評価に用いた。
- 削減可能性を明らかにするために、ホットスポット（エネルギーの使用量が大きい項目、CO2 排出量へ影響の大きい項目等）の洗い出しを行った。その結果、機能代替率、残渣率、残渣処理方法の感度が大きいことが明らかとなった。
 - 今年度は、製品プラの起点を製品プラの選別施設としたが、その前に、他の拠点にて前処理（一次選別）が行われていることがわかっている。その部分を評価に含めることが課題である。

6.2. 企業の脱炭素効果、及び製品デザインの脱炭素効果

(1) 企業の脱炭素、排出量算定の現状

製造プロセスの脱炭素効果において、製造プロセスの改善可能性について、企業や組織から、細かい製造プロセスに関してヒアリングや現地視察を行った。

企業の製造プロセスの脱炭素効果を明らかにするため、現地本社工場、実証参画企業（岐阜プラスチック工業株式会社や株式会社 YK クリーン）を現地視察、ヒアリングを多数回行うことにより、現状の排出量実態と排出量算定の方法論、特に原単位の課題等が明らかになった。

また日本最大級の脱炭素 EXPO やサーキュラーエコノミー EXPO（2025 年 2 月 21 日）の出展企業や組織からも製造プロセスにおけるエネルギー使用について情報収集も行った。

サプライチェーン全体の排出量という観点でみた場合、社内試算の排出量の最も多く占めるのは SCOPE1 と SCOPE3 である。SCOPE3 の中で排出量が多いのが、Cat 1（カテゴリー 1：原材料）であり、次いで Cat11（カテゴリー 11：製品使用）であった。

射出成型におけるプラスチック材料を加熱して溶かし、金型に送り込んだ後、金型内を冷やすことで成型を行うが、射出成型機の設備使用の電気容量では、ヒーター部の電力とモーター部の電力の割合が高かった。

サプライチェーン全体の排出量の算定においては、IDEA（産総研）の原単位を用いているが、素材は多種多様な原単位があり、1つの原単位では様々な工程を内包している場合が多い。加工は複数のプロセスが組み合わせられるが、原単位は数が少なく、1つの原単位で加工すべてをカバーしている現状がある。例えば、加工プロセスにおいて、IDEA が「プレス」の原単位を提供しているが、「抜き」「接合」「組立」においては原単位が無い為、プレスの原単位を基軸として加工を算定している。この場合、自社努力により「抜き」「接合」「組立」の工程でエネルギー消費量を削減したとしても、その削減量は数字として見えないこととなる。

また、成型工程では、エネルギー消費との関連性が強く、成型機のサイズ、成型サイクル、樹脂種類との関係性が高いことが分かってきた。加工プロセスにおける原単位の設定は、現場の業務と環境負荷のつながりが不明瞭でデータ把握や積み上げが困難であり、現場に合った算定方法の検討も必要である。また、SCOPE3 の中で排出量が多い Cat11（カテゴリー 11：製品使用）の使用シナリオについても、廃プラ再生品の流通を見通した検討が必要であることが明らかになった。

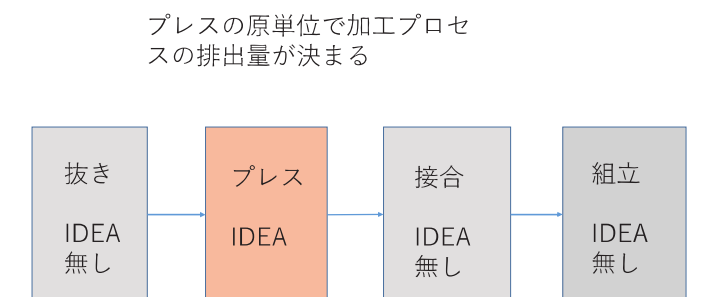


図 6.2-1 加工プロセスにおける IDEA 原単位との関係

(2) 製造プロセスの脱炭素及び改善可能性

自社の削減努力による再生プラや小型軽量化による削減とともに、サプライヤーによる排出量削減も必須となる。特に排出量の多く占める SCOPE3 のカテゴリ1（原料及び加工の排出削減）が重要である。そのためには、サプライヤーの削減努力が反映した排出原単位の作成とカテゴリ1 排出算定への反映が必要となる。

図 6.2-1 と図 6.2-2 から、加工原単位を組み合わせた、サプライヤーと部品別加工原単位を設定するには、「機種×サプライヤー×部品別」の金額原単位からの設定が考えられるが、運用や説明が困難であるため難しいとの見解であった。

次に、事業活動をしている現場での定量化として、特にプラスチック材料を加熱して溶かし、金型に送り込んだあと、金型で冷やす射出成形でのモーター部電力や、ヒーター部の電力を把握するには、業務負荷も大きい見解でもあった。

以上のことから、原単位設定の困難さから、図 6.2-2 における活動量について生産活動項目にわけて、成形機の昇温時間等が把握可能であるため、活動量を活動項目と電力消費量で推計、設定することが考えられる。

これまでの調査から、エネルギー消費は成型機のサイズや、成型サイクル、樹脂種類と非常に関係性があるため、樹脂の射出成形機におけるエネルギー消費量の仮説算定方法を考えていくことが脱炭素製品の製造、デザインにおいて重要ではないかとの示唆が得られた。さらに、同一成型機で部品や素材が異なることによる排出量の差をみることは、型内の冷却時間の差つまり平均電力量の差をみなければならないため、より脱炭素製品としてのデータ把握をするための機材や追加コストも必要である。

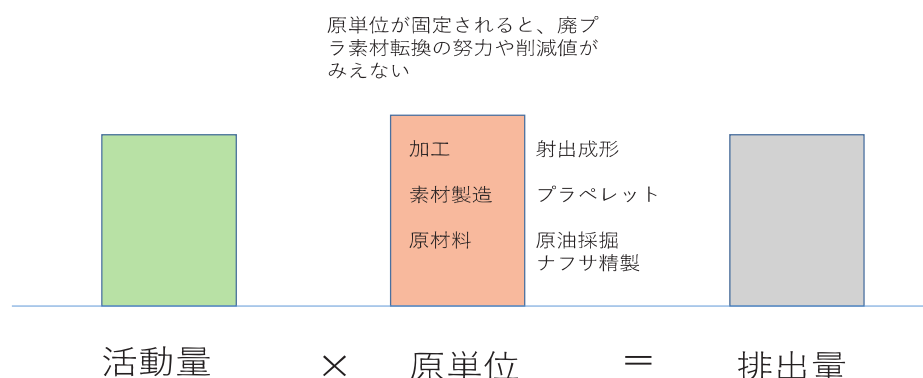


図 6.2-2 業界別平均原単位で排出量を算定した場合の課題

(3) 脱炭素製品デザインとしての課題抽出

製品デザインの脱炭素効果においては、消費者・購買者（ユーザー）の立場に立って課題を発見し解決策を検討、製品デザインや LCA の結果に対する消費者の価値評価や脱炭素効果を明らかにするために必要なパラメータや項目を整理する必要がある。

消費者・購買者（ユーザー）に課題を発見し解決策を検討してもらうために、ワークショップで全国の大学生に集ってもらい、専門家の講演を聴講、グループディスカッションを行い、解決策の検討を行った。

さらに、ワークショップでは、消費者の価値評価や脱炭素効果を明らかにするために、学生が消費者・購買者（ユーザー）としてどのような価値基準や判断基準で脱炭素製品を選択するのか、地域の消費や行動を変えるための具体的な対策やアイデア、提言について話し合い、脱炭素の観点からパラメータや項目の整理を行った。

ワークショップの開催概要は次のとおりである。

2025 年 3 月 10 日～14 日（4 泊 5 日の合宿形式）

炭素に取り組む企業、地方自治体等との意見交換

- ・ グループ内でのテーマ討論（テーマ 4 つ）
- ・ 提言の発表（令和 7 年 6 月、企業や自治体に対して提言発表会を開催）

参加者は全国の大学・大学院生 40 名、テーマを 4 つ設定し、その一つに地域の消費や行動を考えるテーマグループを設定した。

製品デザインや LCA の結果に対する消費者の価値評価や脱炭素効果を明らかにするために必要なパラメータや項目として、次のように整理がなされた。

- ① サステナブルな生産や製品の認証（認証基準・認証ルールの策定）
- ② サステナブルな生産や製品の値段・コスト
- ③ サステナブルな生産や製品の環境影響
- ④ サステナブルな生産や製品の社会的評価（イメージや評判）
- ⑤ サステナブルな生産や製品の信頼性（規格策定）

製品デザインに関わる項目は主に②と④と⑤であり、LCA の結果に対する消費者の価値評価は①と③が大きく関わることが示唆された。本研究結果は、サステナブルな製品や再生品といった商品が、広く社会で受け入れられる要素を抽出されているといえる。引き続き、整理された項目についてより詳細な調査が有効である。

7. 総括と今後の取組み

全体目標

【目標（R6年度）】
本年度は、得られた物性条件をもとに、製造可能な製品リストを明確化し、製品化に向けた消費者の選好要因を踏まえたデザインを行うことを目標とした。また、終了後に速やかに量産化へ移行できるよう、生産計画および販売計画を短期・長期的視点から策定することを目的とした。
【成果と達成度】
当初計画した作業は予定どおり実施され、特に物性改善において大きな成果を得た。物性テストの結果に基づき、製造可能な製品リストを作成し、さらに消費者調査を実施した上で、調査結果を反映した製品デザインを行った。これにより、製品化に向けた基盤が整い、量産化の補助事業へ移行する準備が整いつつある。
【課題】
量産化に向けた最終調整として、各パートでの課題解決が求められる。特に、生産体制の確立や市場投入に向けた販売戦略の策定が今後の重点課題となる。短期および長期的な視点で生産・販売計画を具体化し、実行可能な体制を構築する必要がある。個々の課題における主な概要は以下のとおり。

1 容リ・製品プラ統合物の改質・コンパウンドによる高品質材料リサイクルの開発

【目標（R6年度）】
本年度は、入手した容リプラおよび製品プラをさまざまな比率でコンパウンドし、試験成形加工を実施することを目標とする。試験成形加工の結果をもとに、最適なコンパウンド比率を検討し、特に性能が不十分な場合には、樹脂溜まり部付きの押出機を用いたコンパウンド処理も含め、課題解決策を探る。また、試験成形された製品を対象に、再リサイクル性の評価を実施する。
【成果と達成度】
本年度の取り組みにより、以下の成果が得られた。 ・ 容リ・製品プラ PP の安定的な調達先を選定した。 ・ 各原料のペレット化を実施し、成形条件の選定に必要な物性を評価した。 ・ 小型製品金型を用いた試験成形を実施し、技術的な課題の抽出を行った。 ・ 技術的ブレークスルーを達成し、容リプラスチックの高流動性改質に成功した。 ・ 容リ 100%でもバージン品に匹敵する物性を発現することを確認した。 ・ 現在、リサイクル性および耐久性の評価を進めている。
【課題】
今後の課題として、以下の点が挙げられる。 ・ 耐久性および長寿命性の確認を進める。 ・ 粘度改質容リプラの物性のさらなる高度化と量産化の可能性を検討する。 ・ 改質・高度化容リプラの物性安定性を確認し、ばらつきを抑えるための方策を検討する。 ・ 多種多様な射出成形品への適用範囲を拡大する。 ・ CAE（コンピュータ支援工学）を活用し、金型設計の最適化を行う。

2 製品デザイン検討（再生プラスチック製品デザイン方法論の開発と実証）

【目標（R6年度）】

製品デザインにおけるマテリアル利用を最適化するため、ユーザー理解に基づくデザインエレメントを抽出し、それを活用したワークショップを開催する。ワークショップでは具体的なデザイン案を作成し、他ユニットと連携しながら検証を行う。

【成果と達成度】

本年度は、以下の成果を得た。

- ・ ワークショップを3回実施し、物性テストを基に製品化が可能なリストを作成した。その後、消費者調査を実施し、製品化の対象を決定した。
- ・ 消費者調査の結果、製品の種類によって需要に影響を与える消費者特性が異なることが判明した。また、色や形状、付加機能などのデザイン要素を工夫することで、趣味嗜好や承認欲求に訴求し、需要を開拓できることがわかった。
- ・ 品質（特に耐久性）は消費者にとって重要な共通要因であるため、改質と適切な表示が必要であることを確認した。
- ・ 防災ボックスのコンジョイント分析を実施し、色や付加機能などのデザイン要素が、リサイクルによる費用上昇分を相殺する可能性があることを確認した。
- ・ ターゲット製品として、防災ボックス・ごみ箱・せっけん置きを選定し、成形の難易度が低く、消費者に受け入れられやすい市場性のある製品デザインを提案した。
- ・ 関係企業との連携を通じ、多様なデザイン製品に再生プラスチックを採用できる可能性を検討した。
- ・ 他地域でも活用可能な形で成果を整理し、再生プラスチックの取り組みを促進するための方法を提案した。

【課題】

今回容りの粘度改質に成功したために、容りを主体として射出成形による製品化に大きく前進したと考えられる。今後必要な取り組みとしては

① 耐久性・長寿命性の確認

消費者調査から、耐久性・長寿命性に対する要求ニーズが高いことが判明している。成形法ならびにペレタイズ時の物性改質と大きな関係があるため、以下に示す取り組みの実施時に併せて評価を行う。

② 粘度低減改質を実施した容りプラの物性改質と量産化の検討

表 7.1 のように、現行品はさらに物性を高度化できる可能性が見いだされている。試作条件を元に、物性の高度化プロセス条件の洗い出しを行い、さらに量産化検討を実施する。

③ 改質・高度化容りプラの物性安定性の確認と、ばらつきを抑えるための方策の検討

容りプラ特有の物性のばらつきが改質・高度化でどの程度になるかの評価を行うとともに、製品プラの添加による物性安定化のための施策を検討する。

④ 多種多様な射出成形品へ適用性の拡大

消費者に受け入れられるデザインの自由度を担保できる、適用性の拡大に取り組む。

⑤ CAE による金型設計

速やかな事業化を達成するため、CAE を用いた製品金型の設計を行う。

表 7.1 物性テスト

試料	破断伸び[%]		伸長破壊エネルギー [MJ/m ³]	
	現行品	物性改良試作品	現行品	物性改良試作品
容り/製品プラ=50:50	22	59	3.6	9.3
容り100%	16	25	2.2	3.8

3 回収システム・選別システムの評価

【目標（R6 年度）】
各自治体における廃プラスチックの回収システムの現状を評価し、改善策を検討する。また、選別工程の効率化を図るため、その最適な在り方について検討を行う。
【成果と達成度】
本年度は、以下の成果を得た。 ・ 福岡県内の自治体調査および選別施設の現地調査を実施し、安定的な材料確保のための課題を明確化した。 ・ 良質な PP（ポリプロピレン）を安定的に確保するため、衣装ケースの回収モデルを構築した。 ・ 市民の廃プラスチック分別行動に基づき、効果的な回収システムの提案を行った。さらに再生リサイクル品の地域循環によるやりがいや実感が行動改善することをしめた。 ・ 福岡および愛知において、量産化を支えるための原料調達システムを提案し、広域での資源循環の可能性を検討した。
【課題】
・ 各自治体の分別回収システムの改善は自治体調査より、住民啓発が主であり、実際の回収回数・場所の改善は、後ろ向きのところが多い。自治体を前向きに変えていく誘導を考えていく必要がある。 ・ 選別事業者から PP を確保するには、P E の売り先の確保が求められることがある。P E についての商品化・需要拡大が重要である。

4 LCA の検証・評価

【目標（R6 年度）】
本事業で開発する高品質材料リサイクルの環境負荷を評価するため、ライフサイクルアセスメント（LCA）のプロトタイプモデルを検討する。また、リサイクルにおける環境負荷低減効果を明確にする。
【成果と達成度】
本年度は、以下の成果を得た。 ・ リサイクルに関わる事業者から実データを収集し、それを基に LCA の評価を完了した。 ・ 高品質リサイクルに適した廃プラスチックの流れを分析し、シナリオごとの環境負荷を評価した。 ・ 廃プラスチックの多回リサイクルの可能性について検討し、その環境メリットを明らかにした。
【課題】
今後の課題として、以下の点が挙げられる。 ・ LCA の精度を向上させるため、さらなる実測データの収集および評価手法の改善を行う。 ・ 高品質リサイクル材の用途ごとの LCA 評価を実施し、環境負荷の低減に最も貢献できる活用方法を検討する。 ・ 多回リサイクルの環境メリットを社会実装につなげるため、リサイクルシステム全体の最適化を進める。

8. 共同実施者との打ち合わせ

表 8-1 共同実施者との打ち合わせ

2024 年 4 月 19 日	第 1 回全体会合
開催場所:	Zoom
議題:	全体スケジュール確認後、各グループから活動報告
2024 年 5 月 14 日	第 2 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	今後の事業方針を議論
2024 年 5 月 24 日	株式会社富山環境整備
開催場所:	株式会社富山環境整備
議題:	リサイクル設備見学
2024 年 5 月 31 日	回収・選別に関する検討会
開催場所:	北九州ビートルエンジニアリング SRC、大木町環境プラザ・株式会社 YK クリーン、九州大学大橋キャンパス
2024 年 6 月 28 日	第 3 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	計画策定や進捗確認
2024 年 7 月 23 日	第 4 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	成形トライと試料の進捗
2024 年 8 月 19 日	第 5 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	いその株式会社工場と岐阜プラスチック工業株式会社工場見学
2024 年 8 月 20 日	福岡県庁環境部との協議
開催場所:	福岡県庁環境部
議題:	販路拡大に向けた協議
2024 年 8 月 20 日	北九州市
開催場所:	北九州市庁舎
議題:	意見交換、材料調達に関する打診
2024 年 8 月 29 日	環境省現地視察会
開催場所:	現地:いその株式会社 岐阜プラスチック工業株式会社、オンライン: Zoom
議題:	いその株式会社、岐阜プラスチック工業株式会社の施設視察

2024 年 9 月 17 日	製品検討会
開催場所:	Zoom
議題:	再生材を用いた製品の検討
2024 年 9 月 20 日	第 6 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	中間報告会準備等
2024 年 10 月 7 日	中間報告会
開催場所:	Zoom
2024 年 10 月 21 日	第 7 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	中間報告会の振り返り、今後の方針検討
2024 年 11 月 22 日	第 8 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	進捗、スケジュール確認
2024 年 12 月 25 日	第 9 回幹事会
開催場所:	Zoom
議題:	進捗、スケジュール確認
2025 年 1 月 16 日	全体会合
開催場所:	岐阜プラスチック工業株式会社本社&Zoom
議題:	期末審査に向けた協議
2025 年 2 月 6 日	期末審査会
開催場所:	現地:AP 東京丸の内 H+I ルーム および オンライン

9. 参考文献

- 1) van Oosterhout, L., Dijkstra, H., Borst, D., Duijndam, S., Rehdanz, K., & van Beukering, P. Triggering sustainable plastics consumption behavior: Identifying consumer profiles across Europe and designing strategies to engage them. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 148-160, (2023).
- 2) 浅利美鈴, 西本早希, 安藤悠太, 奥野真木保, 矢野順也, 酒井伸一. プラスチック製品に対する消費者意識・行動の可視化ツール—プラ・イドチャートの提案と意義について. *環境と安全*, 12(1), 1-10, (2021).
- 3) Soares, J., Miguel, I., Venâncio, C., Lopes, I., & Oliveira, M. On the path to minimize plastic pollution: The perceived importance of education and knowledge dissemination strategies. *Marine Pollution Bulletin*, 171, 112890, (2021).
- 4) Laksmawati, W. K., Hsieh, C. M., & Yang, S. H. Social influence and climate change issues affecting consumer behavioral intention toward carbon footprint label: A study of Taiwanese consumers. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141092, (2024).
- 5) Magnier, L., Mugge, R., & Schoormans, J. Turning ocean garbage into products - Consumers' evaluations of products made of recycled ocean plastic. *Journal of Cleaner Production*, 215, 84-98, (2019).
- 6) 石村知子. 地域コミュニティにおけるネットワークが環境配慮行動に及ぼす影響. *地域学研究*, 42(4), 947-961, (2012).
- 7) Huang, L., Solangi, Y. A., Magazzino, C., & Solangi, S. A. Evaluating the efficiency of green innovation and marketing strategies for long-term sustainability in the context of Environmental labeling. *Journal of Cleaner Production*, 450, 141870, (2024).
- 8) 田中大介, Dente, S. M. R., & 橋本征二. プラスチック製品におけるエコマーク・資源循環情報の消費者行動への影響. *廃棄物資源循環学会研究発表会講演集*, 34(A3-3-0), 43-, (2023).
- 9) Dühr, M., Berthold, A., Siegrist, M., & Sütterlin, B. Consumers' knowledge gain through a cross-category environmental label. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128688, (2021).
- 10) Wong, E. Y. C., Chan, F. F. Y., & So, S. Consumer perceptions on product carbon footprints and carbon labels of beverage merchandise in Hong Kong. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118404, (2020).
- 11) Canavari, M., & Coderoni, S. Consumer stated preferences for dairy products with carbon footprint labels in Italy. *Agricultural and Food Economics*, 8(4), (2020).
- 12) Feucht, Y., & Zander, K. Consumers' preferences for carbon labels and the underlying reasoning: A mixed methods approach in 6 European countries. *Journal of Cleaner Production*, 178, 740-748, (2018).
- 13) Ruokamo, E., Räsänen, M., & Kauppi, S. Consumer preferences for recycled plastics: Observations from a citizen survey. *Journal of Cleaner Production*, 379(2), 134720, (2022).
- 14) Testa, F., Gusmerotti, N., Corsini, F., & Bartoletti, E. The role of consumer trade-offs in limiting the transition towards circular economy: The case of brand and plastic concern. *Resources, Conservation and Recycling*, 181, 106262, (2022).
- 15) Polyportis, A., Magnier, L., & Mugge, R. Guidelines to foster consumer acceptance of products made from recycled plastics. *Circular Economy and Sustainability*, 3, 939-952, (2023).
- 16) Hung, X., Tran, H. L., Nguyen, Q. H., Luu, T., Dinh, H., & Vu, H. T. Factors influencing the consumer's intention to buy fashion products made by recycled

- plastic waste. Management Science Letters, 10, 3613-3622, (2020).
- 17) Abraham Harold Maslow. Motivation and Personality. New York, Harper, (first edition: 1954, second edition: 1970)
 - 18) Clayton Alderfer. Existence, Relatedness, and Growth; Human Needs in Organizational Settings. Free Press, (1972).
 - 19) McClelland DC, Burnham DH. Power is the great motivator. Harv Bus Rev, (1976).
 - 20) Douglas T. Kenrick. Sex, murder, and the meaning of life. New York: Basic Books, (2010).
 - 21) 株式会社電通マクロミルインサイト. 「欲望」はいかにして生まれるか？モデル化への挑戦と現代の欲望理論. 電通「心が動く消費調査」, (2022), <https://dentsu-ho.com/articles/8138>
 - 22) 海洋プラスチック問題対応協議会 (JaIME) : プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価 (LCA) の報告書, (2019) , p. 33. 36
 - 23) 海洋プラスチック問題対応協議会 (JaIME) : 産業系廃プラスチックの LCA 評価, (2022) , p33