

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研 究 区 分 : 環境問題対応型研究（技術実証型）

研 究 実 施 期 間 : 2022（令和4）年度～2024（令和6）年度

課 題 番 号 : 3G-2202

体 系 的 番 号 : JPMEERF20223G02

研 究 課 題 名 : 地域特性によるプラスチック回収資源化システムのモデル・シナリオ形成

Project Title : Model and Scenario Formation of Plastic Recycling System Based on Regional Characteristics

研 究 代 表 者 : 鈴木 慎也

研 究 代 表 機 関 : 福岡大学

研 究 分 担 機 関 : 九州大学、北九州市立大学

キ ー ワ ー ド : プラスチック組成分析、リユース・リサイクル「見える化」、家庭系ごみ・事業系ごみ、回収・資源化システム

2025（令和7）年11月



目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書	1
研究課題情報	3
<基本情報>	3
<研究体制>	3
<研究経費>	4
<研究の全体概要図>	4
1. 研究成果	5
1. 1. 研究背景	5
1. 2. 研究目的	5
1. 3. 研究目標	6
1. 4. 研究内容・研究結果	7
1. 4. 1. 研究内容	7
1. 4. 2. 研究結果及び考察	17
1. 5. 研究成果及び自己評価	43
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献	43
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価	44
1. 6. 研究成果発表状況の概要	47
1. 6. 1. 研究成果発表の件数	47
1. 6. 2. 主要な研究成果発表	47
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動	47
1. 7. 国際共同研究等の状況	47
1. 8. 研究者略歴	48
2. 研究成果発表の一覧	49
(1) 研究成果発表の件数	49
(2) 産業財産権	49
(3) 論文	49
(4) 著書	49
(5) 口頭発表・ポスター発表	50
(6) 「国民との科学・技術対話」の実施	51
(7) マスメディア等への公表・報道等	52
(8) 研究成果による受賞	52
(9) その他の成果発表	52
権利表示・義務記載	52

Abstract

研究課題情報

<基本情報>

研究区分：	環境問題対応型研究（技術実証型）
研究実施期間：	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
研究領域：	資源循環領域
重点課題：	【重点課題10】地域循環共生圏に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発
行政ニーズ：	（3-3）地域特性に合わせた廃棄物分別・回収システム構築及びモデル化
課題番号：	3G-2202
体系的番号：	JPMEERF20223G02
研究課題名：	地域特性によるプラスチック回収資源化システムのモデル・シナリオ形成
研究代表者：	鈴木 慎也
研究代表機関：	福岡大学
研究分担機関：	九州大学、北九州市立大学
研究協力機関：	

<研究体制>

サブテーマ1「行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	九州大学	大学院芸術工学研究院環境デザイン部門	教授	近藤加代子	
分担者	九州大学	洋上風力研究教育センター	教授	早瀬百合子	

サブテーマ2「民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	福岡大学	工学部社会デザイン工学科	教授	鈴木慎也	

分担者	福岡大学	工学部社会デザイン工学科	研究支援者	菊澤育代	
-----	------	--------------	-------	------	--

サブテーマ3「最適社会システムのモデル化に関する研究」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

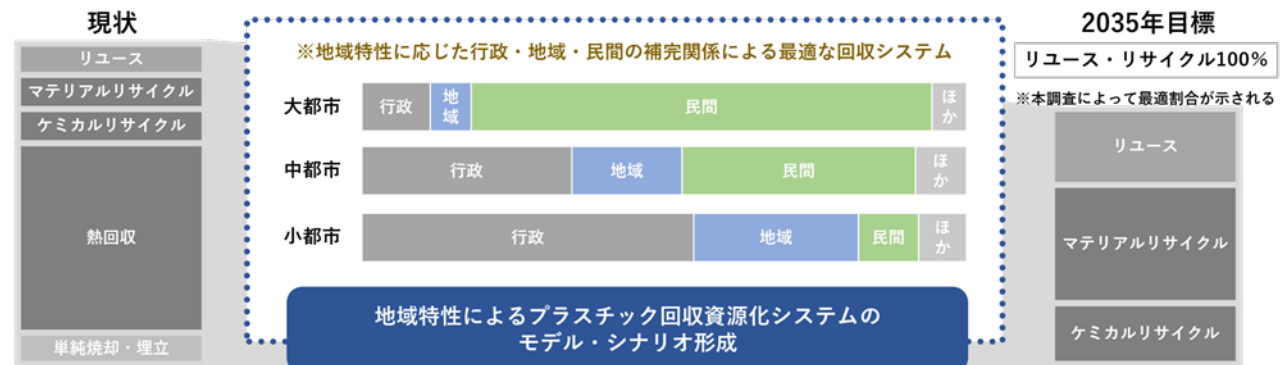
役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	北九州市立大学	環境技術研究所	教授	松本亨	
分担者	北九州市立大学	環境技術研究所	准教授	藤山淳史	

<研究経費>

<研究課題全体の研究経費（円）>

年度	直接経費	間接経費	経費合計	契約上限額
2022	6,866,150	2,059,845	8,925,995	8,926,000
2023	6,963,075	2,088,922	9,051,997	9,052,000
2024	5,420,770	1,626,230	7,047,000	7,047,000
全期間	19,249,995	5,774,997	25,024,992	25,025,000

<研究の全体概要図>



サブテーマ1：九州大学

行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究

1. プラスチックごみの樹脂別組成分析、基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理（材料リサイクルに適したプラスチック構成材に対する知見の獲得）
2. プラスチック再生化への取り組み（先行研究）をもとに再生品を試作、リサイクルの「見える化」による分別協力度の向上効果の検証
3. 市民アンケートを踏まえた3地域の現状の回収システムの改善による回収率向上のための有効な施策の提示
4. 容リプラ、製品プラ回収の増加、または特定プラスチックの回収を組み込んだ場合の回収システムのモデルおよび市民協力の可能性についての提示

サブテーマ2：福岡大学・福岡アジア都市研究所

民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究

1. プラスチックごみの樹脂別組成分析基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理（家庭系ごみとの発生特性の違いの明確化）
2. 再生材使用の取り組み現状調査、商業施設・オフィス等で発生する廃プラスチックの特性・量等の傾向把握、優先回収を行うプラスチックの特定、事業者に対するリユース・リサイクルの「見える化」の実現方策の策定
3. 事業者アンケートを踏まえた施設間協力を可能にするための回収モデルの構築

サブテーマ3：北九州市立大学 最適社会システムのモデル化に関する研究

1. 樹脂別組成分析結果をもとにしたコストならびにCO2排出量の観点から材料リサイクル優位となる回収システムの評価・提案
2. 統計データおよびヒアリング等から得たデータをもとにした特定地域の廃プラスチック賦存量の推計、選別・回収にかかるコストならびにCO2発生量の算出
3. 3自治体における調査結果等をもとに、高度機械選別導入が優位となる事業規模の損益分岐点の提示
4. 上記をもとに、優先的に回収すべきプラスチック、最適な回収域、回収主体を地域別に特定

1. 研究成果

1. 1. 研究背景

世界経済フォーラム(2024)によれば、プラスチックの生産量は過去50年間で急増し、1964年の1500万トンから2014年には3億1100万トンに達し、今後20年間でさらに倍増すると予想されている。近年、プラスチックによる海洋汚染が世界的な課題となり、また中国をはじめとしたプラスチックの輸入規制によりプラスチック国内資源循環の必要性の高まり、地球温暖化対策の観点からも、プラスチックについて総合的な対策を行うことが不可欠となった。2019年5月に策定された「プラスチック資源循環戦略」においては、3R+Renewableの基本原則と、6つの野心的なマイルストーンが目指すべき方向性として掲げられた。リユース・リサイクルを視野に入れたマイルストーンとしては、(2) 2025年までにリユース・リサイクル可能なデザインにすること、(3) 2030年までに容器包装の6割をリユース・リサイクルすること、(4) 2035年までに使用済プラスチックを100%リユース・リサイクル等により、有効利用することが示されている。

これらマイルストーンとして示された目標を達成するためには、廃プラスチックの最適域での分別回収・選別・資源化のシステムの抜本的な改善と構築が必要である。2022年4月に「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行された。この法律によれば、市町村の努力義務ではあるものの、容器包装プラスチック（以下、“容器包装プラ”）のみならず製品（以下、“製品プラ”）を含めたプラスチック使用製品廃棄物の分別収集およびリサイクルが求められている(平尾, 2022)。その際、容器包装リサイクル協会にリサイクルを委託する方法だけでなく、リサイクル事業者と連携して再商品化計画を策定し、国の認定を受けることで、市町村による選別・梱包等を省略してリサイクルを実施する方法が設けられた。2022年度においては3件、2023年度においては11件の計画が認定されており(月刊廃棄物編集部, 2024)、今後さらなる増加が見込まれる。こうした先進事例を踏まえた課題の整理を進めるべきである。

その際、まず「材料リサイクル」を念頭に入れることが重要である。加茂(2021)によれば、プラスチックは原油からナフサを経てプラスチックを製造する際に多くのエネルギーが投入されるが、化合物内にエンタルピーとしては蓄積されていないこと、このため純度や化学構造を維持したまま再利用するマテリアルリサイクルが、プラスチックの特徴を活かした利用法と指摘している。

さらにプラスチックの資源循環を効果的に進めるためには、製品の製造段階、利用段階だけでなく廃棄段階まで踏まえたマテリアルフローに関する検討が求められる(平田ら, 2023)。異物等の除去だけでなく、徹底した樹脂選別が不可欠である。とはいえ、従来の物理組成とは異なり樹脂組成の把握は困難であり、基礎的な知見に乏しい現状がある。また、ラミネートフィルム等の存在が指摘されており、資源化を進める上ではその障害が多いことも懸念される。さらに、樹脂構成部材に含まれるハロゲン元素の含有、カーボンブラックに代表される顔料の凝集問題、重金属等の環境負荷物質に伴う材料としての安全性評価なども考慮に入れなければならない。

何より、地域住民・事業者の協力が不可欠である。「福岡筑後プラスチック・リサイクルループ推進協議会」(地域循環共生圏プラットフォーム構築支援事業)における我々のこれまでの活動を踏まえれば、住民・事業者の協力を促すために再生材をもう1度日用品に戻すなどリユース・リサイクルの「見える化」が決定的に重要である。福岡県0町においては、民間の再生加工事業者等の協力を得て生ごみ分別用バケツの試作までが行われている。こうした「材料リサイクル」の可能性を追求しうる分別・回収システムの構築を念頭に入れるべきである。ただし、都市の規模等によって、回収システムの最適解が異なることから、地域特性に応じたプラスチックの回収・資源化システムの構築が求められる。また、自治体による回収にとどまらず、拠点回収や民間事業者による自主回収等を含め、多様な回収方法の最適な組み合わせを導出し、回収品目や回収エリアなどのカバー率を高める工夫が有効である。

大規模都市の事業系ごみについては商業施設や物流拠点等、特定の施設の集積があることから、廃プラスチックの中でも言わば“上澄み”にあたる、状態の良いもの、単一素材による品目を効率的に回収できる可能性が示されている。(本研究グループの研究活動の一環として、福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究開発事業「プラスチック再生材の市場・利用可能性に関する研究会」(令和3～4年度)にて事業系廃プラスチックの排出傾向ならびに再生可能性を評価した。)また、スーパーなどの回収拠点や民間事業者が独自に行う品目別回収(衣料品・化粧品包材等)へのアクセスが良く、スケールメリットが期待できることから、家庭系ごみ・事業系ごみいずれの回収拠点としても活用が期待される。一方、小規模都市では、高いコミュニティ力を活かした効率的な回収、分別項目の細分化、高い分別協力率といった特性が期待される。

1. 2. 研究目的

本研究の目的は、3つの異なる都市特性と回収・資源化システムを持つ地域において、プラスチックを中心とする広域あるいは組織横断的な資源循環システムのモデル構築を行い、2035年100%リユース・リサイクル目標に至るシナリオを評価分析することである。

本研究課題は重点課題⑩「地域循環共生圏形成に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発」に該当し、行政要請研究テーマ(行政ニーズ)としては(3-3)「地域特性に合わせた廃棄物分別・

回収システム構築及びモデル化」に該当する。そのため、各地域が、地域特性や地域の課題に応じて、ステップバイステップで取り組んでいく課題を明確にすることに重点を置いた。そして、都市規模だけでなく、既存の回収システムやその他の都市特性等の地域要素と組み合わせを提示し、地域循環共生圏形成に取り組む全国の各地域に普遍的に適用されるモデルを構築する。

1. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

研究課題名	地域特性によるプラスチック回収資源化システムのモデル・シナリオ形成
全体目標	対象となる3つの地域における樹脂別の組成分析データをもとに材料リサイクル可能な廃プラスチックの賦存量を把握する。先行するプラスチック再生化への取り組みをもとに再生プラスチック製品の試作を行い、住民の反応やさらなる要望をもとに地域内プラスチック・リサイクルループを形成する。さらに効率的な回収ならびに高品質な再資源化を実現する回収システムモデルを構築することにより、回収と再生の相乗効果を実現する。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究
サブテーマ1実施機関	九州大学
サブテーマ1目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. プラスチックごみの樹脂別組成分析を行い、プラスチックごみに対する基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理を行う。特に材料リサイクルに適したプラスチック構成材に対する知見を得る。 2. 先行して取り組みを進めているプラスチック再生化への取り組みをもとに生ごみ分別用バケツなどの試作を行う。住民へのリサイクルの「見える化」による分別協力度の向上効果の検証を行う。 3. 市民アンケートを踏まえて、3地域の現状の回収システムの改善による回収率向上のための有効な施策の提示。 4. 行政回収における容リプラ、製品プラ回収の増加、または特定プラスチックの回収を組み込んだ場合の回収システムのモデルおよび市民協力の可能性についての提示。必要な行政施策の提示。

<サブテーマ2の研究目標>

サブテーマ2名	民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究
サブテーマ2実施機関	福岡大学
サブテーマ2目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. プラスチックごみの樹脂別組成分析を行い、プラスチックごみに対する基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理を行う。事業系ごみについては家庭系ごみよりさらに基礎的知見に乏しいため、特に家庭系ごみとの発生特性の違いを明らかにする。 2. 物流パレットやコンテナなど、既に実施されている再生材使用の取り組みなどの現状を明らかにする。都心部の商業施設・オフィス等で発生する廃プラスチックの特性・量等の傾向を把握し、優先的に回収すべきプラスチックを特定、事業者に対するリユース・リサイクルの「見える化」を実現する方策を策定する。 3. 事業者アンケートの結果も踏まえつつ、施設間協力を可能にするための回収モデルを構築する。

<サブテーマ3の研究目標>

サブテーマ3名	最適社会システムのモデル化に関する研究
サブテーマ3実施機関	北九州市立大学
サブテーマ3目標	1. 樹脂別組成分析結果をもとに、コストならびにCO ₂ 排出量の観点から材料リサイクル優位となる回収システムの評価・提案を行う。 2. さらに統計データおよびヒアリング等から得たデータをもとに特定地域の廃プラスチック賦存量を推計し、選別・回収にかかるコストならびにCO ₂ 発生量を算出する。 3. 3自治体における調査結果等をもとに、高度機械選別導入が優位となる事業規模の損益分岐点を明らかにする。 4. 上記をもとに、優先的に回収すべきプラスチック、最適な回収域、回収主体を地域別に特定する。

1. 4. 研究内容・研究結果

1. 4. 1. 研究内容

本研究課題では、3つの異なる都市特性と回収・資源化システムを持つ地域において、プラスチックを中心とする広域あるいは組織横断的な資源循環システムのモデル構築を行い、2035年100%リユース・リサイクル目標に至るシナリオを評価分析した。

日本国内の自治体においては、プラスチックをはじめとする各種資源を回収するためのシステムが試行錯誤的に導入・整備されている。本研究課題においては、環境省「市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針」（2025）に示されている回収方法の分類を参考に、表1に示す通り資源回収方法に関する用語整理を行った。収集日が決められ、該当日に収集時間までに住民が指定場所にごみを排出し、収集を行う方法を「定期回収」とし、回収容器が常設されている「拠点回収」と区別した。

さらに定期回収においても住民が各戸別にごみを排出する「戸別回収」に対し、複数世帯で共用する集積所まで排出する場合には「ステーション回収」と呼んで区別した。「拠点回収」についても、専用の敷地等の確保あるいは施設整備を伴う場合には特に「分散型資源回収拠点」と呼んで区別した。なお、資源回収方法については、行政が回収主体となるだけでなく、各種地域団体等、各種民間事業者が回収主体となることもある。そのため、回収主体に応じて「行政拠点回収」、「民間拠点回収」等と呼んで区別するものとした。

表1 資源回収方法に関する用語整理

回収方法		特徴	回収容器	施設整備
定期回収	戸別回収	収集時間までに住民が各戸別にごみを排出し、収集を行う方法。ステーション回収のように地域の連携を取らず、排出者個人の責任が明確なので、住民同士や収集する市町村とのトラブルが少ないのが特徴。ごみを出す側にとっては、ごみ集積所にごみを運ぶ手間が少なく利便性が高い。ごみを収集する側にとっては、排出者責任が明確になることでごみ出しルールを守ってもらいやすいという利点がある一方、ステーション回収よりも収集効率が落ちるというデメリットもある。	設置なし	なし
	ステーション回収	収集時間までに定められた集積所まで住民がごみを運び、収集を行う方法。多くの市町村で原則として利用者がごみ集積所の設置・管理を行うことになっており、ごみ集積所の設備の設置をするのは自治会、管理組合、住民グループ、土地の開発事業者、アパートの所有者や管理会社など様々である。	設置なし (臨時に設置)	なし
拠点回収	(専用の施設整備を伴わない場合)	回収ボックス(回収箱)を住民の往来の多い既存施設など様々な地点に常設し、排出者が直接投入する方法。回収ボックスの設置場所として公共施設(役所等)、スーパー、家電販売店、ホームセンター、ショッピングセンター、郵便局、学校、駅、駐輪場等が挙げられる。	常設	なし
	分散型資源回収拠点 (専用の施設整備を伴う場合)	専用の敷地等あるいは施設を設けて、コンテナやフレコンバッグ等が設置され、利用時間帯を広く設定し、一定の時間内に住民が多品目を排出できる方法。 同時に複数品目の回収が行える方法であり、ステーション回収・戸別回収や集団回収では回収していない品目も含めて多品目の回収による資源化も可能となる。	常設	あり

(環境省(2025)「市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針(令和7年3月一部改訂版)」をもとに筆者作成)

表1の用語整理に従って、福岡県内の60自治体を対象にプラスチック類資源回収の実施状況を整理した。本研究課題開始年度に相当する令和4年度(2022年度)の環境省一般廃棄物処理実態調査結果(2024)をもとに、ごみ処理状況データの「ごみ処理概要」ワークシートに記載の「総人口」をもとに各自治体の人口規模を確認した。続いて総務省の地方公共団体の区分を参考に、類型1(人口10千人未満: 9自治体)、類型2(10千人以上50千人未満: 31自治体)、類型3(50千人以上200千人未満: 17自治体)、類型4(200千人以上500千人未満: 1自治体)、類型5(500千人以上: 2自治体)に区分した。本研究課題は、地域特性の違いを踏まえた回収・資源化システムのあり方を問うものであり、政令指定都市規模の自治体と、中核市規模の自治体、それ以外の自治体とでは都市特性が大きく異なるものと考えた。そのため、本研究課題においては類型1～3まで(人口200千人未満)を「小規模自治体」、中核市規模の類型4(人口200千人以上500千人未満)を「中規模自治体」、指定都市規模の類型5(50万人以上)を「大規模自治体」と定義した。

続いて環境省一般廃棄物処理実態調査結果(2024)より、ごみ処理体制データの「収集運搬(生活系)」ワークシートに記載の資源ごみのうち、「ペットボトル」、「白色トレイ」、「容器包装プラ」、「製品プラ」、「その他プラスチック(以下、“その他プラ”)」の回収回数(回収頻度)および収集方式を確認した。さらに各自治体の公式ウェブサイト参照し、「有色トレイ」、「(発泡スチロール等の)梱包材」を対象品目として追加した。また、環境省一般廃棄物処理実態調査結果は、表1に示す定期回収の実施状況をもとにまとめられていることを踏まえ、拠点回収の実施状況についてもあわせて公式ウェブサイトを確認した。

調査結果をもとに福岡県内の60自治体におけるプラスチック類資源回収の実施状況をまとめたものを表2に示す。ペットボトルの資源回収を行っているのは57自治体であり、大半の自治体が資源回収を行っている。それに対し、容器包装プラの資源回収を行っているのは37自治体に過ぎず、白色トレイの32自治体とほぼ同数である。容器包装プラの資源回収を行っているのは、類型1では4自治体、類型2では20自治体、類型3では11自治体など、人口規模類型によらず、該当自治体の半数前後が資源回収を行っている状況である。またプラスチック資源循環促進法施行直後でもあるため、製品プラの資源回収を行っているのは13自治体に過ぎない。類型1では2自治体、類型2では7自治体、類型3では3自治体、類型5で1自治体という内訳である。

表2 福岡県内の60自治体におけるプラスチック類資源回収の実施状況(2022年度)

(単位: 自治体数)

回収品目	類型1 ～10千人 (9自治体)	類型2 10～50千人 (31自治体)	類型3 50～200千人 (17自治体)	類型4 200～500千人 (1自治体)	類型5 500千人～ (2自治体)	合計 (60自治体)
ペットボトル	8	29	17	1	2	57
白色トレイ	6	12	11	1	2	32
有色トレイ		2	2			4
梱包材	1	3	2		1	7
その他プラスチック	2	8	3	1		14
容器包装プラスチック	4	20	11	1	1	37
製品プラスチック	2	7	3		1	13

続いて、容器包装プラ、製品プラを対象に、該当自治体における資源回収方法の整備状況をまとめたものを表3に示す。表3-a)に示す通り、容器包装プラの資源回収を行っている37自治体中、28自治体が定期回収のみ整備しているが、残りの8自治体は拠点回収と組み合わせた資源回収方法を整備している。さらに1自治体では拠点回収のみ整備している。表3-b)の製品プラにおいては、13自治体中9自治体は定期回収のみ整備しており、さらに3自治体が拠点回収と組み合わせて整備している。また1自治体が拠点回収のみ整備している。なお、2022年度時点において、容器包装プラと製品プラの一括回収を行っているのは類型2では3自治体(0町、M市、C市)、類型3では2自治体(Y市、OM市)の計5自治体であった。類型5のK市においては、2022年度時点では容器包装プラの資源回収のみ行われていたが、2023年10月から一括回収が導入されている。

表3 福岡県内の該当自治体における資源回収方法の整備状況(2022年度)

a) 対象品目: 容器包装プラスチック

(単位: 自治体数)

定期回収	拠点回収	拠点回収 (分散型)	類型1 ～10千人 (9自治体)	類型2 10～50千人 (31自治体)	類型3 50～200千人 (17自治体)	類型4 200～500千人 (1自治体)	類型5 500千人～ (2自治体)	合計 (60自治体)
有	有			1	2			3
有		有		2	3			5
有			4	16	6	1	1	28
	有			1				1
		有						0
小計			4	20	11	1	1	37

b) 対象品目: 製品プラスチック

(単位: 自治体数)

定期回収	拠点回収	拠点回収 (分散型)	類型1 ～10千人 (9自治体)	類型2 10～50千人 (31自治体)	類型3 50～200千人 (17自治体)	類型4 200～500千人 (1自治体)	類型5 500千人～ (2自治体)	合計 (60自治体)
有	有							0
有		有		1	2			3
有			2	6	1			9
	有							0
		有					1	1
小計			2	7	3	0	1	13

さらに、容器包装プラスチックの資源回収を行っている自治体を対象に、定期回収の回収頻度をまとめたものが表4である。1ヶ月あたりの回収回数で7回以上は2自治体、4回は6自治体、3回も2自治体に過ぎない。一方、2回が15自治体、1回が12自治体となっており、回収頻度は高くない。

表4 福岡県内の該当自治体における容器包装プラスチック定期回収の回収頻度

(単位: 自治体数)

回収頻度 (回/月)	類型1 ～10千人 (9自治体)	類型2 10～50千人 (31自治体)	類型3 50～200千人 (17自治体)	類型4 200～500千人 (1自治体)	類型5 500千人～ (2自治体)	合計 (60自治体)
7回以上	1		1			2
4回		3	2		1	6
3回		1	1			2
2回	2	11	1	1		15
1回	1	5	6			12
小計	4	20	11	1	1	37

以上を踏まえ、ペットボトルに対しては大半の自治体が資源回収を実施しているものの、容器包装プラに対しては半数強が実施しているに過ぎず、製品プラに対しては大半の自治体が今後どのように資源回収を進めるべきかを模索している段階にある。プラスチック資源循環促進法の施行を踏まえ、これまで以上に積極的なプラスチック資源回収が求められる。

福岡県内においては、大規模自治体はF市、K市の2自治体、中規模自治体はR市の1自治体、小規模自治体は残りの57自治体という状況である。小規模自治体にも実際には類型1（10千人未満）から類型3（50～200千人）に至るまで人口規模が異なるため、福岡筑後プラスチック・リサイクルループ協議会の参画自治体であり、先行的に多くの取り組みを進めている南筑後地域の自治体の実証型研究の対象として適切であると考え、本研究対象とした。南筑後地域において類型1に該当する自治体は存在しないものの、0町の人口は14千人であり、ほぼ類型1に該当する人口規模であると想定した。南筑後地域においては、拠点回収を通して資源化された製品プラによってつくられた生ごみ分別用バケツが試作されており、これらのモニター調査を通じて材料リサイクルを通じた「見える化」とその効果の実証が可能な状況であった。

以上を踏まえ、本研究課題においては以下に示す3つのサブテーマに分け、相互に連携を図りつつ研究を進めた。表5に調査対象自治体の概要を示す。いずれの調査においても、人口規模による違いを比較考察できるように、また体系的に整理できるように配慮した。

表5 調査対象自治体の概要

人口規模	対象自治体	人口類型	ペットボトル	白色トレイ	容器包装 プラスチック	製品 プラスチック	サブテーマ1		サブテーマ2		サブテーマ3	
							アンケート 調査	モニター 調査	家庭系 プラスチック 樹脂組成調査	家庭系 製品プラスチック 排出調査	フロー 推計	LCA・ コスト評価
小規模 自治体	O町	類型2 (14千人)	・定期回収 (月1回) ・拠点回収	・定期回収 (月4回) ・拠点回収	・定期回収 (月4回) ・拠点回収	・定期回収 (月4回) ・拠点回収	○	○	○	○	○	○
	O市	類型2 (32千人)	・定期回収 (月2回)	・定期回収 (月2回)	・定期回収 (月2回)						○	○
	M市	類型2 (35千人)	・定期回収 (月2回) ・拠点回収※1	・定期回収 (月4回)	・定期回収 (月4回) ・拠点回収※1	・定期回収 (月4回) ・拠点回収※1	○	○	○		○	○
	C市	類型2 (49千人)	・定期回収 (月2回)		・定期回収 (月2回)	・定期回収 (月2回)					○	○
	Y市	類型3 (63千人)	・定期回収 (月3回) ・拠点回収		・定期回収 (月3回) ・拠点回収	・定期回収 (月3回) ・拠点回収			○	○	○	○
中規模 自治体	R市	類型4 (303千人)	・定期回収 (月2回) ・拠点回収	・定期回収 (月2回) ・拠点回収	・定期回収 (月2回)		○	○	○		○	○
大規模 自治体	K市	類型5 (931千人)	・定期回収 (月4回) ・拠点回収	・拠点回収	・定期回収 (月4回)	・定期回収 (月4回)	○	○	○		○	○
	F市	類型5 (1,631千人)	・定期回収 (月1回) ・拠点回収	・拠点回収		・拠点回収				○	○	○

※1: ごみ処理施設への直接搬入を前提した回収を行っている。

【サブテーマ1： 行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究】

サブテーマ1においては、行政・地域による回収システムのあり方、住民協力の可能性を検討した。福岡県における大規模自治体（K市）、中規模自治体（R市）、小規模自治体（O町・M市）を対象に、環境先進自治体のプラスチック回収システム、住民の行動および意識の特性を明らかにし、各地域を応じて最適な回収システムを検討した。また、O町とM市においてリサイクルされたプラスチック製の生ごみ分別用バケツを配布するモニター実験（1ヶ月）を行い、実験地域と未実験地域との比較を通じて、循環の見える化が住民の行動や意識にどのような変化が生じるのかを検証した。

（1）回収システムおよび住民の分別協力度の評価

図1にアンケート調査の仮説と質問項目の構成図を示す。これまでの住民意識と環境行動の研究は、すべて日常生活における環境問題に関する意識、知識、態度、実践、および政策に対する評価を尋ねることによって、プラスチックの使用量を軽減するための可能な行動要因を検討している。環境配慮行動について既存のモデルがある。日本では、社会心理学の研究は個人よりも集団的な行動に焦点を当てているが、個人レベルでは、Ajzen (1991) の計画行動理論 (TPB) が最も広く利用されている社会心理学的モデルの一つである (Ulker et al., 2020)。計画的行動理論 (TPB) は、態度、主観的規範、知覚された行動制御が協力して行動意図に影響を与え、それが実際の環境行動として現れると提唱している。TPBは、環境配慮マインドセット、ソーシャルメディアの利用、ソーシャルメディア・マーケティングなどの追加変数をTPBモデルに組み込むことで、ソーシャルメディア (SM) の領域における消費者のグリーン購入意向 (GPI) を評価し、その範囲を拡大することができる (Nekmahmud et al., 2022)。

日本では、広瀬 (1994) の環境配慮行動の要因モデルは、計画行動理論 (TPB) を基づいて、環境問題についての認知と環境配慮行動の評価をめぐって、目的意図と行動意図の形成を通じて環境配慮行動を行うがよく使われる2段階モデルである。その中に、環境配慮行動は実行可能性評価、便益・費用評価と社会規範評価の三つの範囲に分けられる。このモデルは、子どもたちが環境配慮行動をとる要因を探るために用いられた (依藤, 2023)。また、省エネ行動を解明し、大学生の省エネ実践の意思決定に影響を与える要因を突き止めるモデルとしても機能している (鈴木, 2023)。

今回の研究は自治体が地域循環と集団的な行動を実践する環境先進自治体を対象に、個人的な環境行動要因を探究するだけでなく、個人が協力して共同の目標を達成するための集団的な行動要因にも探究する。既存の欧米の個人レベルの環境行動研究を補完するため、日本の自治体地域コミュニティ絆が強い現状を踏まえ、「プラスチック地域循環」と「社会関係資本・地域愛」を二つ要因として、仮説の中に入れる。

プラスチックリサイクルの分別行動

		質問項目
属性等	環境意識	海洋プラスチック問題は深刻だ 人々の行動がプラスチック環境問題を引き起こしている 取り組みによってプラスチックの環境問題は解決できる
	地域愛着	地域に愛着を感じる 地域に誇りを感じる
	社会関係資本	NPOに協力するほうだ 町内会活動に参加するほうだ 自治会に協力するほうだ 行政に意見を伝えるほうだ 近所の人がやっているから自分もやりたい
プラスチックリサイクル意識	プラスチック循環意識	リサイクルは地域経済をよくする リサイクルを積極的に推進してほしい リサイクル商品をもっと増やしてほしい プラスチック環境問題の知識を勉強している 自分の地域の廃プラで作るリサイクル品を使う プラスチックごみのゆくえに対する認知度
	リサイクルのやりがいと実感	プラスチックリサイクルのやりがいを感じる プラスチックがリサイクルされていると感じる
	情報、効果の希望	リサイクルに関する情報をもっと提供してほしい リサイクルの効果をもっと知らせてほしい
プラスチックの回収システム	回収システム (定期回収、拠点回収、民間回収)	回収頻度 回収場所 ごみ袋の値段
	実行可能性	紙と金属などについている時出し方迷う 家にたまるのがいやだ 分別が簡単 汚れたプラごみの出し方迷う 水を使ってプラスチックを洗うのが抵抗

図1 アンケート調査の仮説と質問項目の構成

表6にアンケート調査の概要を示す。K市では、代表性を有する回答者属性となるように標本を抽出し、2024年2月に該当世帯に対してポスティングを実施することにより回答を得た。回収率は16.4%であった。R市で2023年1月に無作為抽出により1000通の調査票を郵送することにより、回答を得た。回収率は38.2%であった。O町、M市においては後述するモニター調査と連動させて2024年8月に調査を実施した。代表性を有する行政区を2箇所ずつ選定し、該当自治体ならびに行政区関係者と協議の上、標本の偏りを避けるようにモニター世帯と、非モニター世帯に区分した。そのうち非モニター世帯の回答をまとめた。回収率は、それぞれ非モニター世帯で85%、モニター世帯で84%であった。

アンケートでは、まず住民のプラスチックリサイクルに関するやりがいと実感を究明した。分別行動については、行政定期回収、行政拠点回収、民間回収（民間拠点回収）、ネット回収・譲渡の利用状況、利用条件、利用についての要望等に対する回答を得た。その上で、基本的属性、環境意識・行動、費用便益等の環境配慮行動への規定因、社会関係資本、地域愛などを聞いている。プラスチックについては、プラスチックの環境問題、関連する3R行動、分別のやりがいや実感、地域効果、情報取得、説明会参加、再生商品の購買意欲、購買条件等について聞いている。住民たちの環境行動に与える影響要因の解明を目的とし、その達成のためにプラスチック製容器包装のリサイクルを実施している地域を調査対象とし、リサイクルに必要な措置および住民たちの環境行動に係る実証、調査、検討を行った。

表6 プラスチックリサイクルに関するアンケート調査の概要

人口規模	自治体名	調査時期	配布数	回収率
大規模自治体	K市	2024年2月	2143通	16.4%
中規模自治体	R市	2023年1月	1000通	38.2%
小規模自治体	O町 M市	2024年8月	200通 150通	85%(非モニター世帯) 84%(モニター世帯)

【サブテーマ2： 民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究】

サブテーマ2においては、「家庭系プラスチック樹脂組成調査」ならびに「家庭系製品プラスチック排出実態調査」、さらに「事業系プラスチック排出実態調査」を実施し、プラスチックごみに対する基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理を行った。事業系プラスチックについては、得られた試料をもとにペレタイズ（樹脂をペレット状に加工する工程）を実施し、その物性評価などをもとに「事業系プラスチックの再生可能性」についても検討を行った。さらに、家庭系・事業系の廃プラスチックを念頭に置き、再生樹脂加工業者、成型加工・二次加工業者、樹脂製品製造事業者、販売・その他加工業者等を対象に実施したアンケート調査結果をもとに「再生プラスチックの利用実態と課題の把握」を行った。最終的に「全体最適の視点」として「バリューチェーン上の課題とフレームワークの構築」を念頭に入れつつ、民間回収・地域回収のモデル構築およびシナリオ分析、バリューチェーン分析に基づく廃プラスチックの回収・再資源化の評価を行った。

(1) 家庭系プラスチック樹脂組成調査

表7にプラスチック樹脂組成調査の概要を示す。小規模自治体のO町（類型2）、M市（類型2）、Y市（類型3）、中規模自治体のR市（類型4）、大規模自治体のK市（類型5）を対象に家庭系プラスチック樹脂組成調査を行い、プラスチック類の排出実態に対する基礎的な知見を得た。研究対象は行政により定期回収される一括回収用もしくは容器包装プラ用の指定袋であるが、O町、M市、Y市、K市については一括回収が行われているのに対し、R市では容器包装プラのみの回収である。それぞれの回収方式と頻度は表7に示した通りである。

調査の実施にあたっては、専門事業者に委託し技術指導を受けながら本研究課題の構成員ならびに補助作業員により分類作業を行った。専門事業者との事前協議の上、代表性を損なわずに調査結果を得られる最低限の試料重量を確認の上、試料重量を決定した。ただし、一括回収プラに含まれる製品プラの割合が少なく、代表性を得られるとは言えないため、製品プラの排出実態については別途調査することとした。1日あたり15～20人程度の作業員を確保し、1日～3日間で調査を実施した。

表7 家庭系プラスチック樹脂組成調査の概要

人口規模	調査実施日	対象自治体	人口類型	対象試料	回収方式	試料重量	異物等の混入割合	樹脂組成割合	試料の汚れ具合	排出量と回収率
小規模自治体	2023年 2月22日(水) ～24日(金)	O町	類型2 (14千人)	定期回収プラ (一括回収)	ステーション回収 (月4回)	10 kg	○	○	○	○
				可燃ごみ	ステーション回収 (月4回)	100 kg		○		○
		M市	類型2 (35千人)	定期回収プラ (一括回収)	ステーション回収 (月4回)	10 kg	○	○	○	
		Y市	類型3 (63千人)	定期回収プラ (一括回収)	戸別回収 (月3回)	10 kg	○	○	○	
中規模自治体	2022年 11月19日(土)	R市	類型4 (303千人)	定期回収プラ (容器包装のみ)	ステーション回収 (月2回)	40 kg	○	○		
大規模自治体	2024年 3月2日(土) ～3日(日)	K市	類型5 (931千人)	定期回収プラ (一括回収)	ステーション回収 (月4回)	40 kg	○	○		○
				可燃ごみ	ステーション回収 (月8回)	200 kg		○		○

図2にプラスチック樹脂組成調査の手順を示す。まず対象試料を容器包装プラ、製品プラ、プラスチック以外の試料(以下、“プラ以外”)に分類した。続いて形状別分類を行い、その後の樹脂別分類については、専門事業者に委託して樹脂の判別をしつつ、必要に応じてハンディ判別機((株)リコー製樹脂判別ハンディセンサーB150)を用いた。形状別に分類した各試料に対し、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)、その他(複合樹脂含む)に分類した。ただし、ポリ塩化ビニリデン(PVDC)についても、便宜的にPVCに含めて分類した。製品プラについては、「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・その他」の用途別に分類した後、樹脂別に分類した。指定袋も別途計量した。

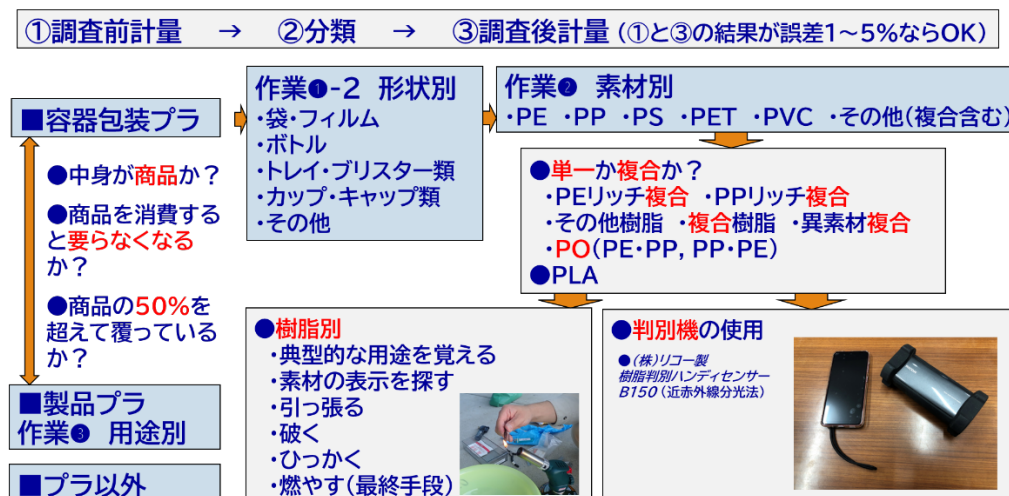


図2 プラスチック樹脂組成調査の手順

(2) 家庭系製品プラスチック排出実態調査

表8に家庭系製品プラスチック排出実態調査の概要を示す。目的は、異物等の混入割合ならびに樹脂組成

割合を調査し、回収方式による排出実態の違いを明らかにすることである。0町においては選別施設に搬入される前に資源回収拠点の専従職員による事前選別が行われていることを踏まえ、その事前選別前後による異物等の混入割合の状況を確認した。また、製品プラについてはフィルム類のようなごく軽量の試料の排出は少ないこと、相対的に大型の試料の排出が多くみられたことから、試料1片ずつに対し計量を行い、1個あたり重量の度数分布を確認した。なお、手作業で容易に取り外し可能なもの（例えばタッパー容器の蓋と本体など）、破碎処理等を受けて断片化されているものも便宜的に1個として計数した。さらに0町、Y市の2自治体については、各自治体の年間処理実績量データを入手し、樹脂別の年間処理実績量の推計を行った。

表8 家庭系製品プラスチック排出実態調査の概要

人口規模	対象自治体	人口類型	対象試料	調査実施期間	試料重量	異物等の混入割合	樹脂組成割合	1個あたり重量の度数分布	年間処理実績量
小規模自治体	O町	類型2 (14千人)	定期回収プラ (一括回収)	2024年 7月24日(水) ～12月20日(金)	61 kg	○	○	○	○
			拠点回収プラ	2022年 12月6日(火) ～12月13日(火)	事前選別前 79 kg	○	○		
				2022年 12月6日(火) ～12月13日(火)	事前選別後 66 kg	○	○		
				2023年 7月14日(金) ～12月8日(金)	96 kg	○	○	○	
				2024年 7月24日(水) ～12月20日(金)	87 kg	○	○		○
	Y市	類型3 (63千人)	定期回収プラ (一括回収)	2024年 7月24日(水) ～12月20日(金)	117 kg	○	○	○	○
			拠点回収プラ	2022年 11月29日(火)	83 kg	○	○		
				2023年 7月14日(金) ～12月8日(金)	67 kg	○	○	○	
				2024年 7月24日(水) ～12月20日(金)	83 kg	○	○		○
大規模自治体	F市	類型5 (1,631千人)	拠点回収プラ	2023年 7月14日(金) ～12月8日(金)	304 kg	○	○	○	

(3) 事業系プラスチックの排出特性および再生可能性

事業系ごみは家庭系ごみと比べて基礎的知見が不足しており、発生源・品目構成・分別状態などの特性を明確にすること求められる。プラスチック資源循環を推進するためには、排出段階での効率的な回収・分別が不可欠であり、その前提として業種や用途建築物（例：商業施設、オフィス等）ごとに発生する廃プラスチックの特性、量、組成を把握することが重要となる。こうした認識のもと、本研究では、商業施設等を対象に廃プラスチックの排出状況および組成の実態を明らかにした。加えて回収後に想定される再生材（ペレット）の物性評価および食品衛生上の適合性についても検討を行った。これにより、優先的に回収・再資源化すべき品目の特定と、今後の効率的な回収スキーム構築に向けた基礎的知見の整備を進めた。本研究ではF市内の大規模商業施設6施設に対し、廃プラスチックの分別に関してヒアリングおよび実地調査を行った。6施設は、いずれも延べ床面積3,000m²以上の大規模商業施設であり、物販、サービス、飲食など異業種のテナントが入居する。

(4) 再生プラスチックの利用実態と課題の把握

再生樹脂の利用可能性およびバリューチェーンに内在する課題を明らかにすることを目的に、再生樹脂関連事業者を対象にアンケート調査を実施した。調査にあたっては、発泡スチロール協会、一般社団法人日本プラスチック食品容器工業会、日本ポリエチレン製品工業連合会、日本ポリオレフィンフィルム工業組合など、全国規模の業界団体に所属する会員企業計499団体（表9）に対して調査票を郵送し、回答は郵送・メール・Googleフォームの3通りから選択可能とした。調査期間は2022年4月14日から同月28日までであり、最終的な回収数は74件、回収率は15%であった。回答のあった事業者は、再生樹脂加工業（ペレット製造等）19社（21%）、成形加工・二次加工業21社（23%）、樹脂製品製造業37社（40%）、販売・その他加工業7社

(7%)、その他業種8社(9%)に分類された。

表9 アンケート配布先団体一覧

団体名	会員数
発泡スチロール協会	14
一般社団法人日本プラスチック食品容器工業会(同)	38
日本ポリエチレン製品工業連合会特別会員	8
日本ポリエチレン重包装袋工業会	9
日本ポリエチレン重包装袋工業会特別会員	1
日本ポリエチレンラミネート製品工業会	27
日本ポリエチレンラミネート製品工業会賛助会員	19
日本ポリエチレンブロー製品工業会	15
日本ポリエチレンブロー製品工業会賛助会員	1
発泡スチレンシート工業会	18
日本ポリオレフィンフィルム工業組合	165
日本ポリプロピレンフィルム工業会	10
PETトレイ協議会	44
全日本プラスチックリサイクル工業会	123

(5) 全体最適の視点： バリューチェーン上の課題とフレームワークの構築

バリューチェーンの異なる工程に関わる事業者らがどのような課題感を持っているか検討を行った。さらに抽出された課題を踏まえ、事業者に対するリユース・リサイクルの「見える化」を実現する方策の構築、ならびに施設間協力を可能にするための回収モデルの構築を視野に入れたヒアリング調査を行った。ヒアリング先は、プラスチック製品等のバリューチェーンに関わる、「排出事業者(2件)」、「回収事業者(7件)」、「樹脂製造事業者(2件)」、「メーカー(5件)」、「商社(1件)」、「コンバーター(2件)」に加え、プラスチック循環に精通する「コンサルタント(1件)」および「専門家(7件)」の計27件である。ヒアリングから得られた課題は、プラスチック資源のバリューチェーンの工程として、「消費」、「回収」、「処理・再生」、「製造」と、全体に係る「管理・制度」に整理された。

さらに、関係団体、企業、自治体等へのヒアリングおよび現地調査を実施し、製造、利用・消費、回収・運搬、処理・再生に分類されるプラスチックのバリューチェーンにおける課題を抽出した。課題の整理手法としてサーキュラービジネスモデル(CBMs)を用いた。CBMsは、サーキュラーエコノミーを実現するビジネスモデルであり、シェアリングエコノミーやPaaS(Product as a service)など製品やサービスの提供方法に着目したもの(P. Lacy *et al.*, 2020)、顧客への新しい価値の提案や組織内外の対話などバリューネットワークを軸にしたビジネスモデル(A. Urbinati *et al.*, 2017)など、視点も様々である。本研究では、抽出された課題をバリューチェーン上で整理・評価する手法として、サーキュラービジネスモデル(CBM)の一つである「サーキュラリティ・マトリックス(CM)」(A. Atasu *et al.*, 2021)を参照した。CMは、個々の廃プラスチック製品を対象に、それらの「回収容易性」および「価値抽出の容易性(価値の取り出しやすさ)」の2軸で、4つのカテゴリー(象限)に分類するものである(A. Atasu *et al.*, 2021)。

【サブテーマ3： 最適社会システムのモデル化に関する研究】

(1) 廃プラスチックフローの模式化

本研究は、大規模都市(F市、K市)、中規模都市(R市)、および南筑後地域の小規模自治体(0町、Y市、C市、O市、M市)を対象に、家庭系および事業系を含む廃プラスチックの処理フローを推計し、資源化率や最終処分率、LCAに基づくCO₂排出量の評価を通じて、高度機械選別の導入が優位となる事業規模の損益分岐点を導出することを目的とした。

廃プラスチックの処理フローを検討するためには、まず現状の処理状況を考慮する必要があるため、一般的な廃プラスチックの処理フローを図3のように整理した。図3に示す概念図のように、排出者自ら処理を実施することとなる事業系の廃プラスチックと市町村が処理責任を有する家庭系の廃プラスチックに大別され、それ以外としては店頭回収されるものがあることがわかる。このような区分が存在することから、区別に応じた推計手法を既往の研究事例も踏まえ、検討した。

大規模都市としてF市とK市、中規模都市としてR市、小規模都市として南筑後地域(0町、Y市、C市、O市、

M市)を設定し、整理した推計手法をもとに、対象地域別に現状の廃プラスチックフローを推計した。

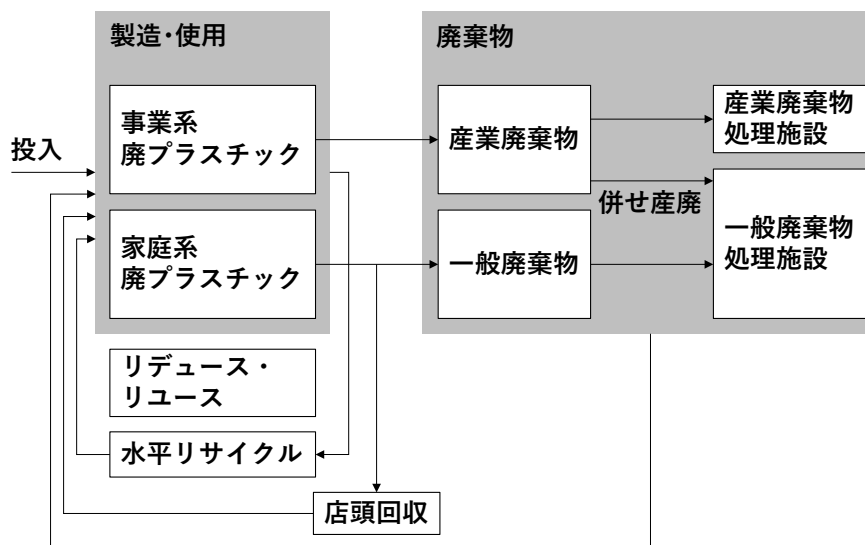


図3 廃プラスチックフローの概念図

(2) 廃プラスチック賦存量の推計

(2-1) 家庭系廃プラスチックフローの推計手法

家庭系廃プラスチックは、家庭ごみとして排出される一般廃棄物中の廃プラスチックを対象とし、一般廃棄物処理実態調査に基づく市町村別の可燃ごみ量(直営+委託+許可)に、一般廃棄物中に占める廃プラスチックの割合を乗じて推計した。この割合には、表10に示す循環利用量調査で用いられている組成比率(環境省, 2022a)を適用した。なお、含水率はプラスチック26.1%、PETボトル8.4%、付着物割合はプラスチック12%、PETボトル0%とした。

地域別賦存量[t] = 地域別家庭系ごみ収集量[t](環境省, 2024a) × 一般廃棄物に占める廃プラスチックの割合(環境省, 2022a) × (1 - 含水率[%](国立環境研究所, 2024)) × (1 - 付着物割合[%]) (2.3-1)

表10 収集区分別組成比率(生活系ごみ)(環境省, 2022a)

	混合ごみ	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	粗大ごみ
プラスチック	14.4%	14.7%	10.2%	9.8%	6.5%
PETボトル	0.3%	0.3%	0.1%	14.3%	0.0%

(2-2) 事業系廃プラスチックフローの推計手法

事業系廃プラスチックは、事業系一般廃棄物、産業廃棄物、ならびに法律上の廃棄物に該当しない循環資源に含まれる廃プラスチックを対象とし、以下の方法で推計を行った。事業系廃棄物中に占める廃プラスチックの割合については、表11に示す循環利用量調査に基づく組成比率を用いた。なお、含水率はプラスチック26.1%、PETボトル8.4%とした。

地域別賦存量[t] = (a)地域別事業系廃プラスチック量 + (b)地域別産業廃プラスチック量 + (c)地域別“等”廃プラスチック量 (2.3-2)

(a)地域別事業系廃プラスチック量 = 市町村別・事業系ごみ搬入量(環境省, 2024a) × プラスチック割合(環境省, 2022a) × (1 - 含水率[%](国立環境研究所, 2024)) (2.3-3)

(b)地域別産業廃プラスチック量 = 全国・業種別産業廃プラスチック発生量(福岡県, 2021) × (地域別の業種別従業員数(経済センサス, 2016) / 全国の業種別従業員数(経済センサス, 2016)) × (1 - 含水率[%]) (2.3-4)

(c)地域別“等”廃プラスチック量 = 全国・“等”廃プラ発生量 × (地域別の業種別従業員数(経済センサス, 2016) / 全国の業種別従業員数(経済センサス, 2016)) (2.3-5)

表11 収集区分別組成比率(事業系ごみ)

	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	粗大ごみ
プラスチック	12.9%	6.8%	5.8%	15.0%
PETボトル	0.2%	0.3%	5.0%	0.0%

(2-3) 店頭回収量の推計手法

F市の店頭回収量については、調査データ(F市, 2024)が存在するため、その値を採用した。一方、調査データのないR市および南筑後地域については、下記の式(環境省, 2024b)より推計を行った。店頭回収量中のプラスチックの組成割合は、全国の組成別店頭回収量データから割合を算出した。

地域別店頭回収量 = 全国店頭回収量(日本チェーンストア協会, 2024) × (各地域小売店舗数(福岡県, 2016) / 全国小売店舗数(経済産業省, 2022)) (2.3-6)

(2-4) リデュース、リユース、水平リサイクル量の推計

リデュース、リユース、水平リサイクル量については、福岡県の市町村別年間分別基準適合物量および再商品化事業者への引渡量(日本チェーンストア協会, 2024)を基に推計した。

(2-5) 廃プラスチックフローの推計方法

家庭系および事業系一般廃棄物のフローは、「一般廃棄物処理事業実態調査」の集計結果および「ごみフローシート」のデータを参考にし、推計値を分配して作成した。資源ごみについては、品目別資源化量の実績値が存在したため、これを用いた。産業廃棄物のフローは、「福岡県廃棄物処理計画」の「産業廃棄物の処理フロー」を基にし、処理内訳の割合を活用して推計した。

(2-6) 推計結果とプラスチック樹脂組成調査結果の比較

対象地域で実施したプラスチック樹脂組成調査結果と比較することで、上記推計値の精度について考察した。推計値については、フローの各断面に対して、廃プラスチックの樹脂別組成比率を乗じることで、廃プラスチックの組成に分解した。樹脂別組成比率は、環境省(2022b)の調査、東京23区清掃一部事務組合(2024)の組成調査の分類に対して、プラスチック循環利用協会(2024)が公表する資料より樹脂名を類推することで設定した。

(3) 家庭系廃プラスチックフローのLCA

CO₂排出量の原単位は、「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)」(海洋プラスチック問題対応協議会, 2019)および「グリーン・バリューチェーンプラットフォーム排出原単位データベース」(環境省, 2024c)に基づき設定した。発電焼却については、発電効率の違いにより2種類の原単位を用い、焼却炉の基数に応じて、効率25%をF市に、効率12.81%をR市および南筑後地域に適用した。また、R市およびK市のCRはコークス炉化学原料化、南筑後地域のCRは油化による再資源化とした。

(4) シナリオ分析

廃プラスチックの選別効率および精度を大幅に向上させる高度機械選別技術の導入において、事業規模の損益分岐点を分析した。高度機械選別としては、容器包装プラスチックを任意の2種類の素材に分別可能な光学選別機を対象とし、紺野ら(2011)を参照して分析に必要なパラメータを設定した。さらに、広域化による廃プラスチック収集量の増加および収集運搬距離の変化を考慮するため、南筑後地域単独、および南筑後地域にR市を加えた2つの広域化ケースを設定し、分析を行った。

(4-1) 事業採算性分析

事業採算性分析では、廃プラスチックの選別効率と精度を大幅に向上させる高度機械選別技術の導入が優位となる事業規模の損益分岐点について分析した。

固定費は、減価償却費および人件費を考慮して設定した。減価償却費は、光学選別機1台あたりの購入価格を2,500万円(紺野ら, 2011)とし、償却期間は8年とした。また、人件費は機械1台あたり5,000円/日(紺野ら, 2011)、年間300日稼働と想定した。

変動費については、電気代と維持費、残渣処理費、収集運搬費を設定した。まず、高度機械選別の電気代は、消費電力を25kWh、電力単価を20円/kWhとし、年間240日稼働と仮定して算出した。維持費は、設備投資額の年2%/台と設定した(松藤, 2005)。残渣処理費は、選別内容に応じた残渣率(M. Kawai et al., 2022)を用い、発生した残渣はすべて焼却処理されるものとした。さらに、収集運搬費は、走行距離を基に収集車両の燃料費および人件費を算出した。

収集運搬費における走行距離については、グリッドシティモデル(GCM)を用いて推計した。以下に推計式(藤山ら, 2012)を示す。

$$GCM_i = \sqrt{area_i \times A''} \times \left(n'' \times \sqrt{station_i} + \frac{2 \times d_i}{T'' \times r''} \right) \quad (2.3-7)$$

ここで、 GCM_i は対象地域*i*におけるGCMの関数であり、収集距離である。 $area_i$ は対象地域*i*の面積、 A'' は可住

地面積率、 n'' は年間の収集回数、 $station_i$ は対象地域 i の収集ステーション数、 d_i は対象地域 i の廃棄物排出量であり、対象自治体ごとの値を用いた。なお、車両積載量 T'' は2t(藤山ら, 2012)、積載率 r'' は0.85(藤山ら, 2012)と仮定し、収集ステーション数 $station_i$ については以下の式(藤山ら, 2012)より推計した。

$$station_i = 0.014 \times population_i \quad (2.3-8)$$

収入については、再生材売上および処理受託費用を考慮した。再生材売上は、廃プラスチックの組成ごとの売価を、プラスチック製容器包装に係る実証試験(平成24年4月～平成26年3月実施)(環境省, 2024d)に基づき設定した。処理受託費用は、日本容器包装リサイクル協会による再商品化委託単価データ(日本容器包装リサイクル協会, 2025)を用いて設定した。

(4-2) 標準値を用いたシナリオ分析

令和4年度の容器包装リサイクル法に基づく分別収集量(環境省, 2024)および対象人口(環境省, 2024)から、一人あたりの廃プラスチック収集量を推計した。製品プラスチック収集量については、令和4年度「プラスチックの資源循環に関する先進的モデル形成支援事業」の各自治体の結果概要(日本容器包装リサイクル協会, 2025)をもとに、一人あたりの製品プラスチック排出量を設定した。一人あたりの廃プラスチック収集量と製品プラスチック排出量を合算し、自治体の人口を乗じることで、人口にもとづく廃プラスチック収集量を推計した。この推計値を「標準値」と設定した。

1. 4. 2. 研究結果及び考察

全体の研究目標に関わる結果としては、下記のようにまとめられる。

- サブテーマ3の廃プラスチックフローをもとに、サブテーマ2の樹脂組成調査結果を組み合わせ「材料リサイクル可能な」廃プラスチック賦存量が把握された。
- サブテーマ1のモニター調査をもとに、小規模自治体においては住民の反応や要望を踏まえた地域内プラスチック・リサイクルループが形成された。大規模自治体では、サブテーマ2でインタビューを行った仙台市では既に再生品の市販も確認された。K市においては製品プラを原料とする再生学用品の販売が予定されていること、サブテーマ2では民間回収でもいくつかの事例が確認された。
- サブテーマ1によれば、プラスチックはごみ全体の容積に占める割合が高く、かさばることから、住民からはできるだけ移動距離が短く、回収頻度の高い回収システムが求められていることが確認された。そのため行政による定期回収は必須と結論づけられた。ただし、サブテーマ2によれば現状で最も回収率が高い自治体でも50%程度に過ぎず、さらなる資源回収を進めるには定期回収を補完する別の回収システムを組み合わせることが必須と考えた。サブテーマ2によれば、行政回収におけるトレイ類の回収率が他に比べて高い値を示していることから、民間回収による周知効果の存在が推測された。行政回収と民間回収等を組み合わせることで、回収率の向上が期待される。サブテーマ1の結果によれば、やりがいや実感が伴うことで行政拠点回収、民間拠点回収いずれも利用頻度の向上につながることを示唆された。衣装ケースをはじめとする大型プラスチック製品の拠点回収を推進すれば、高品位な原料を効率的に回収することが可能であり、必ずしも高度機械選別に頼らずとも日用品等に再生できることが実証的に示された。

人口規模別に考察した内容は下記の通りである。

(1) 大規模自治体

サブテーマ1の結果によれば、行政拠点回収に対する協力度は低い。サブテーマ2でもそれを裏付ける実績データが入手されている。一方、小売店等が多く立地しており、サブテーマ1の結果によれば行政拠点回収よりも民間拠点回収に対する協力度がやや高いことが示されている。行政拠点回収に限らず、民間拠点回収による周知効果ならびに回収率の向上が期待される。サブテーマ2によれば、価値抽出の容易性に優れた品目は比較的多いものの、回収の容易性に優れた品目は限られることから、回収効率に優れた大規模自治体において優先的に自主回収を推進することが求められる。サブテーマ2では、商業施設で多く排出される軟質系プラスチック(包材など)の再生可能性が確認されている。事業所から排出されるプラスチックについては、既にオフィス文具の回収事業などの展開も見られており、家庭系プラスチックに先行して循環利用が進められることが先決であると考えた。

回収と再生の相乗効果を発揮するには、サブテーマ2によれば帰り便を利用するなどして回収容易な製品を対象に、民間回収による「見える化」を進めることが有効である。ハンガー等を例にとっても、サブテーマ2では自社製品を対象を限定し、ポストコンシューマーリサイクル(PCR)材だけでなくポストインダストリーリサイクル(PIR)材に近いものも含めたクローズドループの形成が有効であることが示された。なお、サブテーマ2によれば情報連携の推進、業界横断的な規格化の推進、修理サービスの普及等を図り、プラスチック製品の価値抽出の容易化に努めるべきである。行政はその周知・啓発に協力するのが望ましい。サブテーマ1によれば、大規模自治体においてはプラスチックリサイクルに対する実感を得られてない住民

が多い。対象品目が少ないと周知効果が限定されるため、多様な品目に対して幅広く展開されることが不可欠である。

（２）中規模自治体

サブテーマ1の結果によれば、小規模自治体ほどではないものの行政拠点回収に対する協力度も期待できる。民間回収による回収率の向上も期待できる反面、その効果は大規模自治体ほどではないという位置づけとなる。サブテーマ3によれば、周辺の小規模自治体との広域的な連携がなされれば、高度機械選別施設導入の事業採算性を確保できる可能性が示されている。中規模自治体がイニシアティブをとるか、もしくは周辺の小規模自治体との連携体制を構築することが求められる。行政拠点回収の整備を進めるなどしつつ、周辺自治体との情報交換が先決である。

回収と再生の相乗効果を発揮するには、行政拠点回収によって高品質原料を確保しつつ、材料リサイクルによる「見える化」を進め、地域住民にやりがいや実感をもたらす回収・資源化が求められる。行政はそのための製品の選定のみならず、周知・啓発を主導的に実施することが望ましい。小規模自治体を含めた周辺自治体との連携強化が求められる。

（３）小規模自治体

サブテーマ1によれば、行政拠点回収に対する協力度が高く、移動距離が長くても参加する様子がみられる。サブテーマ2でもそれを裏付ける結果が得られている。一方で店舗数が限られることから、民間回収に対する協力度の向上は期待しにくい。

回収と再生の相乗効果を発揮するには、行政拠点回収によって高品質原料を確保しつつ、材料リサイクルによる「見える化」を進め、地域住民にやりがいや実感をもたらす回収・資源化が求められる。行政はそのための製品の選定のみならず、周知・啓発を主導的に実施することが望ましい。中規模自治体を含めた周辺自治体との連携強化が求められる。

以上の結論を踏まえつつ、本研究課題の結論に至った各サブテーマの研究結果及び考察を述べる。

【サブテーマ1： 行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究】

（１）回収システムおよび住民の分別協力度の評価

（１－１）プラスチックごみ分別協力度

図4にプラスチックごみ分別協力度を示す。プラスチックごみの分別協力度を概観すると、回収制度の実施期間が長いほど、分別協力度が高くなる傾向が示唆された。ペットボトルに対する分別協力度は全て9割前後の高い値を示しており、住民の分別行動として定着していることを示している。そのため、現在分別協力度が低い製品プラスチックについても、今後回収制度が継続・拡充されることで、住民の行動変容が進み、分別協力度が高まる可能性が示唆された。

容器包装プラスチックに対する分別協力度では、0町・M市（76.91%）やK市（76.11%）が高い一方、R市は67.77%と低い。このことから、一括回収制度が分別意識の向上に寄与している可能性が考えられる一方、R市における定期回収の回収頻度（R市のみ2週に1回、0町・M市・K市は週1回）の低さが影響していることなども考えられ、断定はできない。製品プラスチックに対する分別協力度では、0町・M市（68.22%）が最も高く、K市（55.03%）、R市（55.71%）がそれに続く。K市では2023年10月からプラスチックの一括回収が始まった直後の調査結果であるため、今後の分別協力度の変化には注目すべきである。一方、R市ではもともと製品プラスチックの回収制度が整備されていないにも関わらず、半数以上の住民から分別協力の意思が見られたことにも注目すべきである。

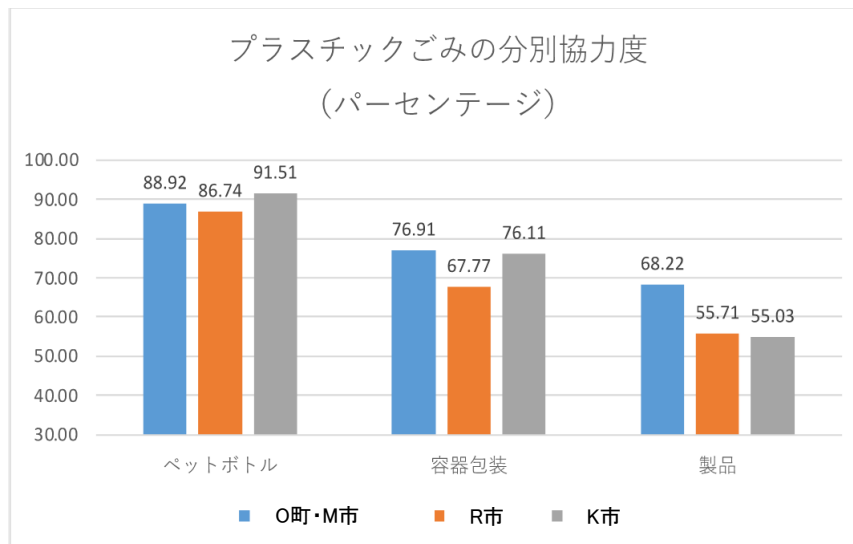


図4 プラスチックごみ分別協力度

(1-2) 回収方法ごとの利用頻度

図5に回収方法ごとの利用頻度を平均値で示す。行政定期回収に対する利用頻度は、K市、O町・M市では週1回が最も多く、R市では2週に1回が最も多い。K市とO町・M市では、プラスチック資源の回収頻度は週1回と設定され、R市では月2回と設定されている。行政が設定した定期回収の回収頻度に依存して利用頻度が決まることを裏付ける結果が得られている。

行政拠点回収に対する利用頻度では、人口規模が大きくなるほど利用頻度が低下する傾向が如実に見られた。特に、K市においては住民の66.5%が「全く出さない」と回答し、3地域で最も利用率が低いことが明らかとなった。R市では「全く出さない」と答えた住民が39.0%とK市よりは低いものの、半数以上が月1回以下しか利用していないことが分かる。一方、O町・M市では行政拠点の利用頻度は高い。人口規模の小さい自治体ほど、行政拠点回収がよく利用される傾向を示している。

一方、民間拠点回収では、R市とO町・M市では「全く出さない」割合がそれぞれ34.2%、30%に対し、K市では21.7%とやや低い値を示した。K市での利用頻度は、他の自治体と比べるとやや高い値を示した。

以上を踏まえると、行政定期回収の利用頻度が特に高いことが確認された。民間拠点回収がそれに続き、最も利用頻度が低いのは行政拠点回収という結果であった。なお、小規模自治体では、行政拠点回収、民間拠点回収いずれも同程度の利用頻度を示している。人口規模が大きくなるにつれて、行政拠点回収に対する利用頻度は低下傾向を示し、民間拠点回収に対する利用頻度は増加傾向を示す点には注目すべきである。

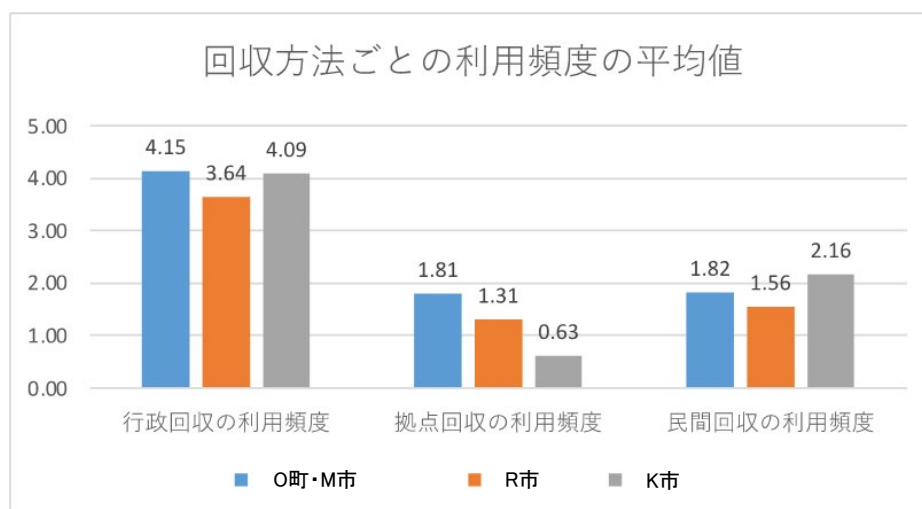


図5 回収方法ごとの利用頻度の平均値

(1-3) 回収場所までの距離

図6に回収場所までの距離を示す。行政定期回収の場所は、3地域全体で住民の生活圏に近い位置に配置されており、全ての地域で9割以上の住民がプラスチックごみの回収場所に100m未満の移動距離でアクセスできることが示されている。

行政拠点回収については、0町・M市では「場所を知らない」割合は5.5%に過ぎず、100m 未満から1 km未満の割合は53.2%で、小規模自治体における行政拠点回収の体制整備・周知が進んでいることを裏付ける結果が得られている。K市とR市では「場所を知らない」割合は23.1%、29%と、大きな違いはない。ただし100m 未満から1 km未満の割合がK市では55.2%と高く、R市では27.9%と低い。R市では、行政拠点回収に対する周知の必要性が高く、K市では行政拠点回収に対する周知の不足だけでなく、身近な場所に回収拠点が整備しきれていない様子が見受けられる。

民間拠点回収について、K市では、民間拠点回収の設置場所が広範囲に設置されていることが示唆された。大規模自治体としての物流インフラや商業施設の発展が、住民の生活圏内に多くの回収地点を設置する基盤となっていると考えられる。R市では、100m 未満から1 km未満の距離に回収地点があると回答した住民の割合が41.1%であり、K市に比べると低いが、0町・M市を大きく上回っている。しかし、「場所を知らない」割合が17.7%と3都市中で最も高い。この状況から、R市では民間拠点回収の設置場所は整備されているが、情報提供や広報活動の不足が課題となっていると推察される。小規模自治体の0町・M市では、民間拠点回収の設置場所が少ないことが分かる。

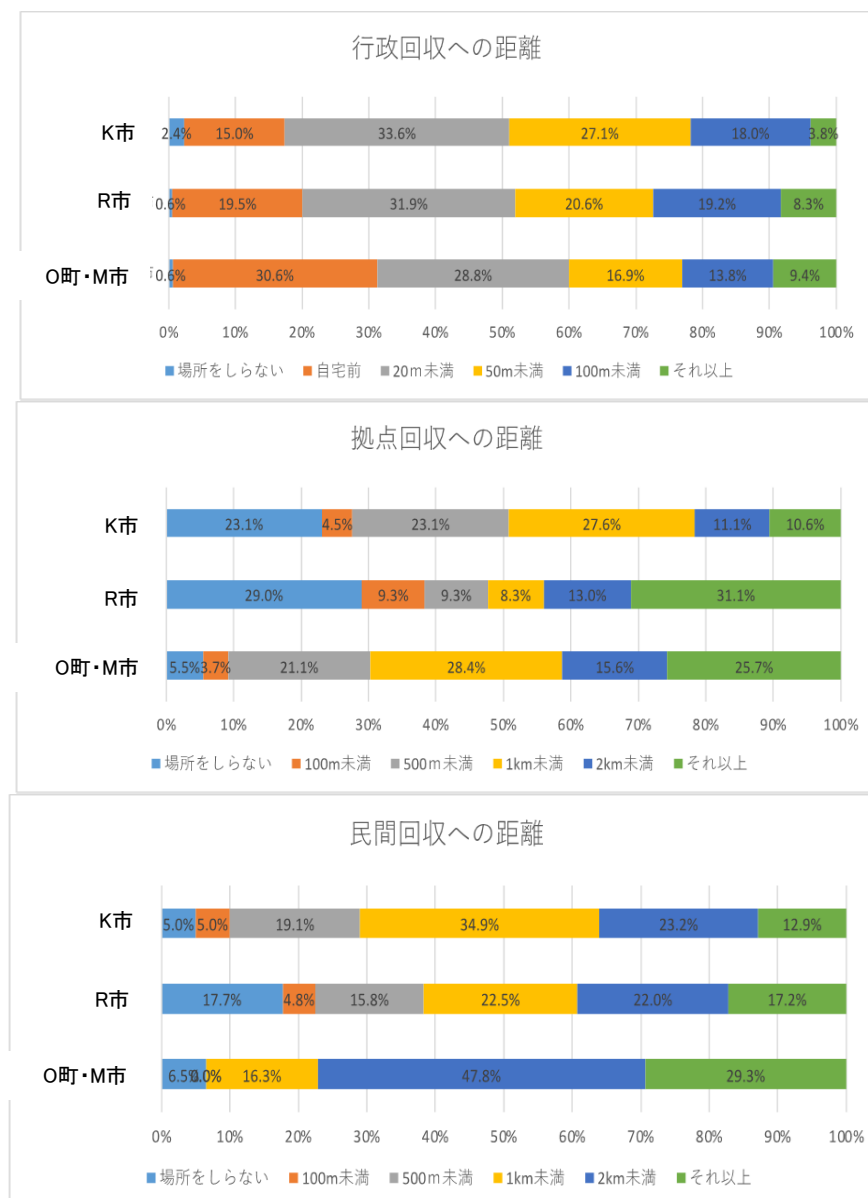


図6 回収場所までの距離

(1-4) 回収システムの評価

図7に回収システムの評価を示す。住民の回収システムに対する評価を分析すると、自治体ごとの回収システムへの認識や改善の要望に違いが見られる。

まず、民間拠点回収について、R市では周知が十分に行われておらず、住民の認知度が低いことが示唆された。また、民間拠点回収の設置場所が少なく、住民の利便性が十分に確保されていない可能性がある。行

政拠点回収については、「行政回収拠点でプラ回収を知っている」という項目に対し、0町・M市で特に高い回答率を示している。これは、行政拠点回収の存在が住民に広く周知され、活用されていることを示している。行政定期回収では、R市で「行政回収頻度の増加」を求める声が多い。これは、R市が月2回の回収頻度であるため、週1回収を実施している他自治体と比較して、利便性が低いと住民が感じている可能性が考えられた。

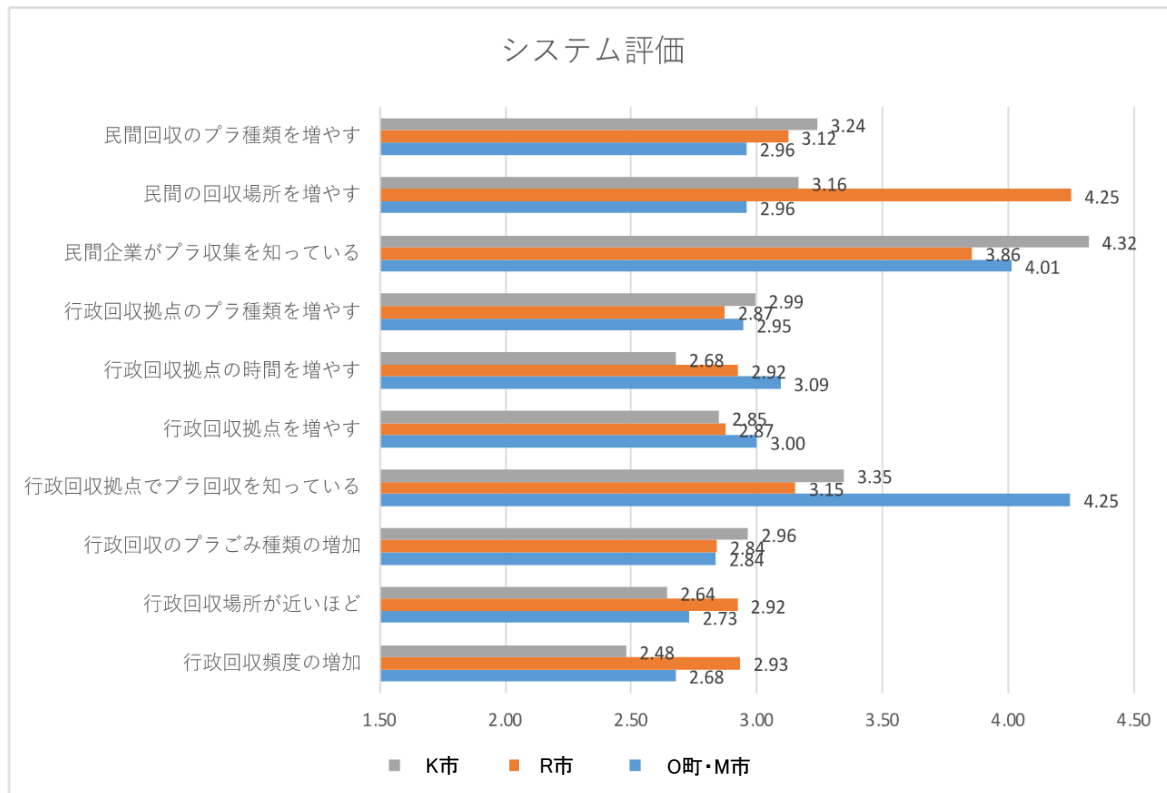


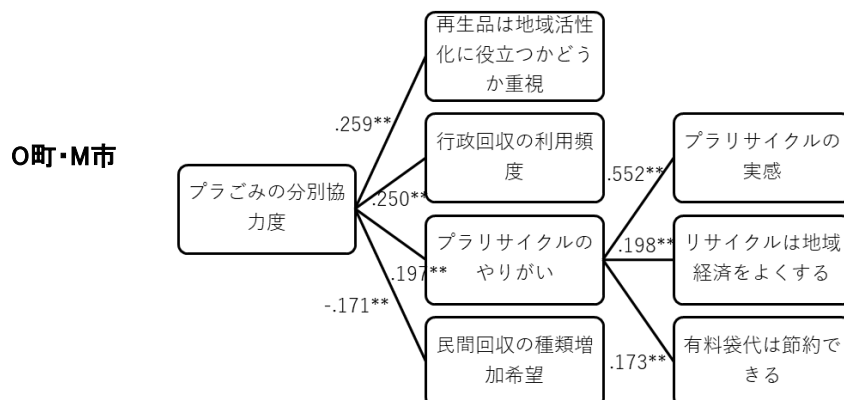
図7 回収システムの評価

(2) 高品質材料リサイクル「見える化」の効果

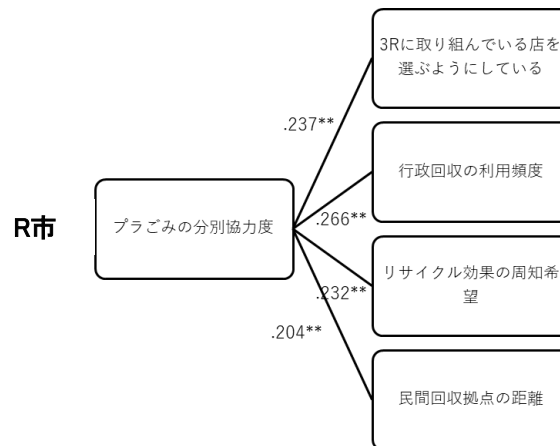
(2-1) プラスチックリサイクルに対するやりがい・実感と分別協力度の関係

さらに、「プラスチックごみの分別協力度」、「やりがい」を目的変数とする重回帰分析を行った。最も有意な変数を1つずつ追加し安定なモデルが徐々に構築されていく変数増加法で重回帰分析を行ったものである。回収方式の設定条件に関する項目としては、3地域いずれも「行政（定期）回収の利用頻度」が有意な従属変数として示されている。また、K市においては「プラごみを出せば有料袋代を節約できる」も有意な変数として選択されている。また、0町・M市、K市については、「やりがいを感じる」も有意な変数として選択された。

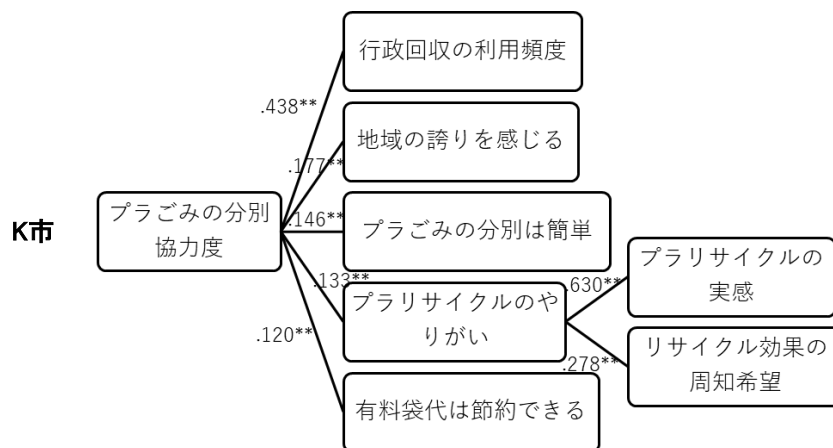
そのため、やりがいを目的変数として重回帰分析を再度実施し、パス図にまとめたものが図8である。いずれも共通して「プラリサイクルの実感」が変数として選択されており、やりがい・実感が関連性の高い変数であることが分かる。ほかには0町・M市において「リサイクルは地域経済をよくする」、「有料袋代は節約できる」、K市では「プラスチックリサイクル効果の周知希望」が変数として選択されている。



a) 0町・M市における重回帰分析結果



b) R市における重回帰分析結果



c) K市における重回帰分析結果

図8 分別協力度の重回帰分析

(2-2) プラスチックリサイクルに対する分別協力度の構造分析

R市の調査結果については、容器包装プラスチックリサイクルの行動要因を探求する目的で、因子分析を行った。主因子分析とバリマックス回転を用いて仮説の中に含まれる環境意識、実行可能性(行動条件評価)、費用便益、社会関係資本、地域意識、プラスチック地域循環などの変数を分析した。因子分析の結果、6つの因子が抽出された。内的一貫性(内的整合性)も高い3つの因子、すなわち第1因子に「Social capital」、第2因子に「Information」、第4因子に「Regional love」と命名した。これらの第1因子、第2因子と第4因子を独立変数として、「プラ包装材をリサイクルに出す」を目的変数にして重回帰分析を行った結果、「Social capital」と「information」のみ有意な変数として選択された。「Regional love」変数は棄却された。

「Social capital」と「information」の2変数を潜在変数として扱い、SPSS Amosで構造方程式モデリング(SEM)を作成した(Nobs = 511, $\chi^2(16) = 197.653$, $p > 0.01$, CFI = 0.896, RMSEA = 0.074, AIC = 273.253)(図9)。パス係数から見ると、「Social capital」が「Information」に対して正の係数を持つ場合、それぞれの潜在変数間に直接的な関連性が示唆された。それは、社会関係資本の高い人々は情報を提供する傾向があると考えられる。つまり、社会的ネットワークや関係性が強い人々は、情報を共有し、他者に情報を提供することが期待される。また、「Information」はプラスチックリサイクル行動に対する重要な要因の一つと考えられる。したがって、「Social capital」が「Information」に正の影響を与えることは、情報が適切に受容され、利用されることがリサイクル行動を促進する上で重要であることを示唆している。この結果を実務的な応用につなげると、社会関係資本の向上や社会的ネットワークの構築がプラスチックリサイクル行動を促進するための有効な戦略となり得ることが考えられる。地域コミュニティでの情報共有活動や啓発キャンペーンなどが挙げられる。

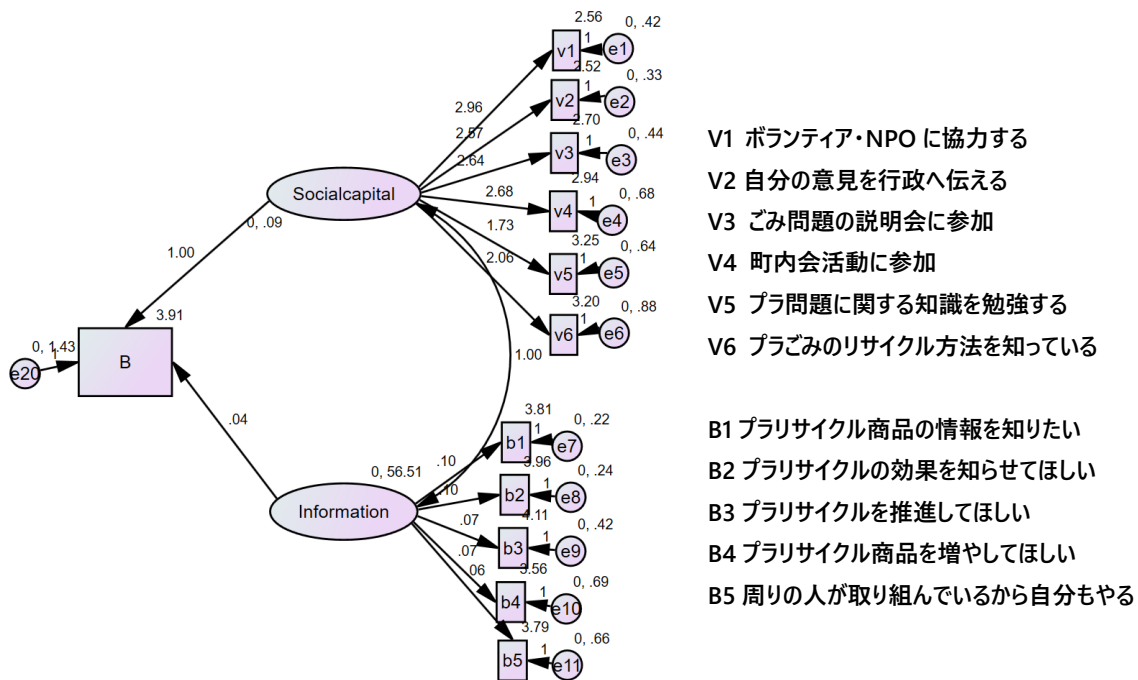


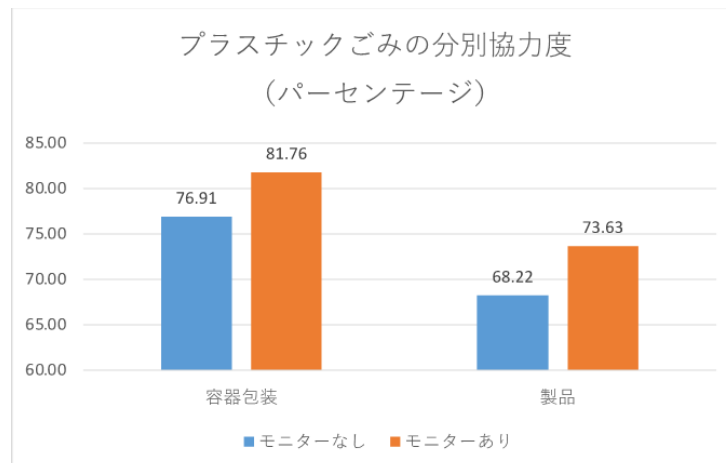
図9 構造方程式モデリングの解析結果（R市）

（３）高品質材料リサイクル「見える化」の効果の検証

（３－１）プラスチックリサイクルに対するやりがい・実感と分別協力度の関係

図10にやりがいと実感・プラスチックごみに対する分別協力度の調査結果を示す。プラスチックごみに対する分別協力度、5段階評価による分別程度については、いずれもモニター調査の実施世帯では、非実施世帯に比べて有意に高い回答率が示されていることが分かる。モニター調査で使用された生ごみ分別用バケツは、拠点回収によって回収された製品プラを原料とするものであったが、容器包装プラに対しても、製品プラに対しても、分別協力度もしくは分別程度を向上させる効果があったことが確認されている。資源回収制度の実施期間が短い製品プラの方が、容器包装プラに比べて低い値を示しているものの、高品質材料リサイクル「見える化」により、その協力度が大きく向上している点に注目すべきである。

やりがいと実感に対する評価結果においても、モニター調査実施世帯では、非実施世帯よりも有意に高い値を示している。特に「やりがい」に対する評価点の向上効果が高いことに注目される。高品質材料リサイクル「見える化」を通じて、プラスチックリサイクルが実現されていることを「実感」する効果はみられるものの、その効果の度合いはそこまで大きくない。非実施世帯の平均3.79点に対し、モニター世帯の平均3.84点に向上したに過ぎない。一方、プラスチックリサイクルに対する「やりがい」については、非実施世帯の平均3.84点に対し、実施世帯の平均4.01点であった。高品質材料リサイクル「見える化」の実現は、プラスチックリサイクルに対するやりがい・実感の向上に寄与する取組であるが、実感を伴うこと以上にやりがいを持たせる取組であることが示唆された。



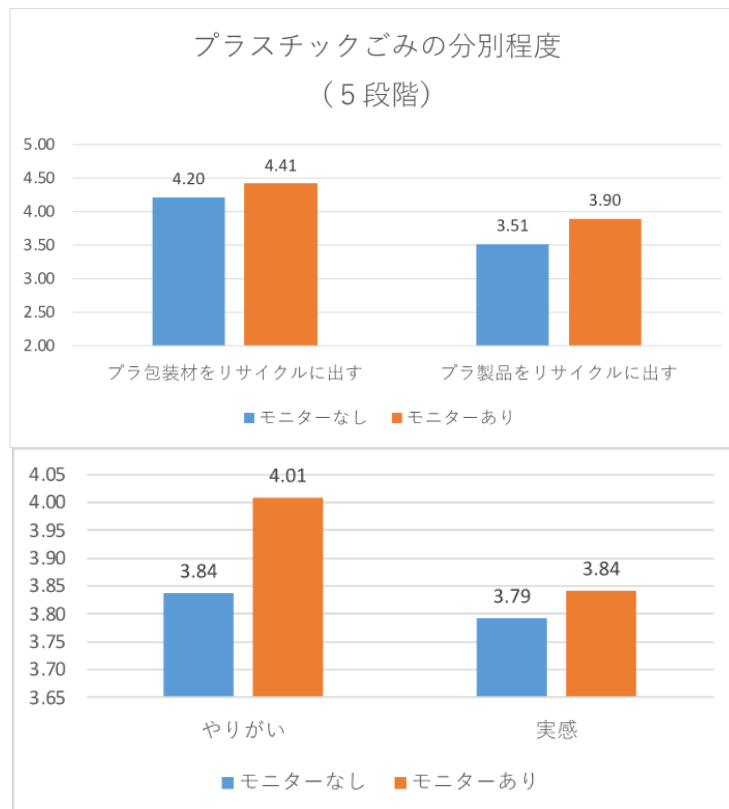


図10 やりがいと実感・プラスチックごみに対する分別協力度

(3-2) プラスチック分別行動への影響要因

図11にプラスチック分別行動への影響要因を示す。モニター調査の非実施世帯に対して実施世帯が有意に高い回答率を示した項目には*を付して示している。有意差が見られた項目は、「取組によって環境問題の解決が可能である」、「分別したら有料袋代節約」、「プラ分別は簡単」、「周囲の取組に同調」、「プラリサイクルは地域経済活性化」の5項目であった。

この結果は、高品質材料リサイクル「見える化」の直接的な寄与により、「取組による環境問題の解決が可能である」ことを理解できるようになったことが考えられる。同様に、リサイクルのために地域で回収されたプラスチックがリサイクルされて日用品として戻ってくることにより、「プラスチックリサイクルが地域経済活性化」につながる取組であると想起されるようになったと解釈される。一方、それ以外の3項目については、必ずしも高品質材料リサイクル「見える化」の直接的な寄与でないものが挙げられる。例えば「分別したら有料袋代が節約」になることは、むしろ費用便益評価に関わる評価点が向上したことを意味する。「プラ分別は簡単」であることも、実行可能性評価が向上したことを示すものである。さらに「周囲の取組に同調」は、社会規範評価に関わると位置づけられる。

以上を踏まえると、高品質材料リサイクル「見える化」は、地域で回収・資源化されたプラスチック原料を日用品として地域に還元することに対する直接的な効果がまず挙げられる。さらに、地域住民に対しプラスチック地域循環のやりがいを大きく向上させ、環境配慮行動の規定因子となる多くの項目に対し、より肯定的に評価するきっかけを与える可能性が考えられる。

特に「周囲の取組に同調」の評価点が有意に高くなった点については、図9の構造方程式モデリングの解析結果と合わせて考察する。図9によれば、行動規定因はあくまでも「Social capital」と「Information」である。すなわち、高品質材料リサイクル「見える化」は、社会関係資本の形成と情報取得に対する動機付けに影響を与えることが考えられる。0町、M市における生ごみ分別回収は、両自治体の環境行政を象徴する取組の1つであり、行政・地域が一体となって取組を継続・発展させることが望ましいものである。これらの取組の過程で行政から無償配布される生ごみ分別用バケツが再生樹脂製品として手元に戻ってくることにより、社会関係資本の構築・形成に影響を与え、地域にとって重要な取組として再認知され、取組自体の肯定感の向上につながると推察された。また、再生樹脂原料をもとにプラスチック製品が手元にあることで、リサイクル商品の情報、リサイクルの効果、リサイクル商品の増加の様子などが分かりやすく目に見える形で情報化されることを意味すると推測された。

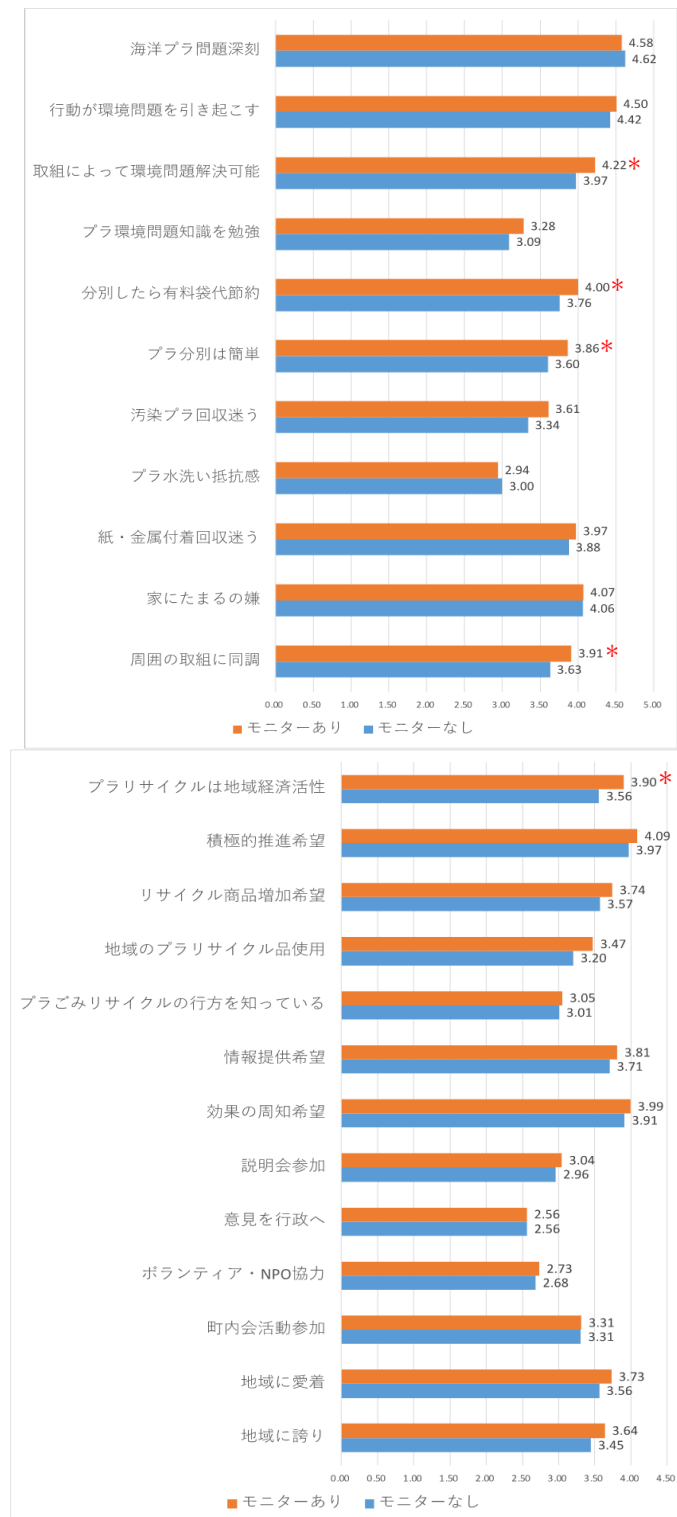


図11 プラスチック分別行動への影響要因

(3-3) 生ごみ分別用バケツに対する評価

図12に生ごみ分別用バケツに対する評価を示す。全体として、住民はリサイクル品による生ごみ分別用バケツとモニター協力自体に対して肯定的な評価を示していた。特に「地元自治体に対して誇り(4.28)」を抱いており、この取組を「もっと進めた方がよい(4.14)」と考えている。さらに「貢献したいという気持ちを持った(3.97)」という評価が得られており、プラスチックリサイクルのための分別行動に対する意欲を高めることに直接貢献していることも示唆された。一方、「リサイクル意欲が強くなった(3.76)」、「友人・知人にも勧めたい(3.61)」などについては、相対的には高い評価点が得られていない。

製品としての生ごみ分別用バケツに対する評価としては、「買ってよい(3.86)」、「他の製品もしてほしい(3.95)」など購買意欲をかき立てるものであることが示されている。今後については「黒が気にならない(3.82)」という評価がある一方で、「色々な色ができたらよい(4.04)」という評価も見られており、色彩

については今後の検討課題として残されている。「耐久性がある(4.07)」ことに高い評価点がつけられているが、再生樹脂製品に対する固定観念を覆すものであることが推測される。

今後はより多様な製品展開や住民の関心を高める施策を導入することで、リサイクル行動のさらなる促進が期待できる。

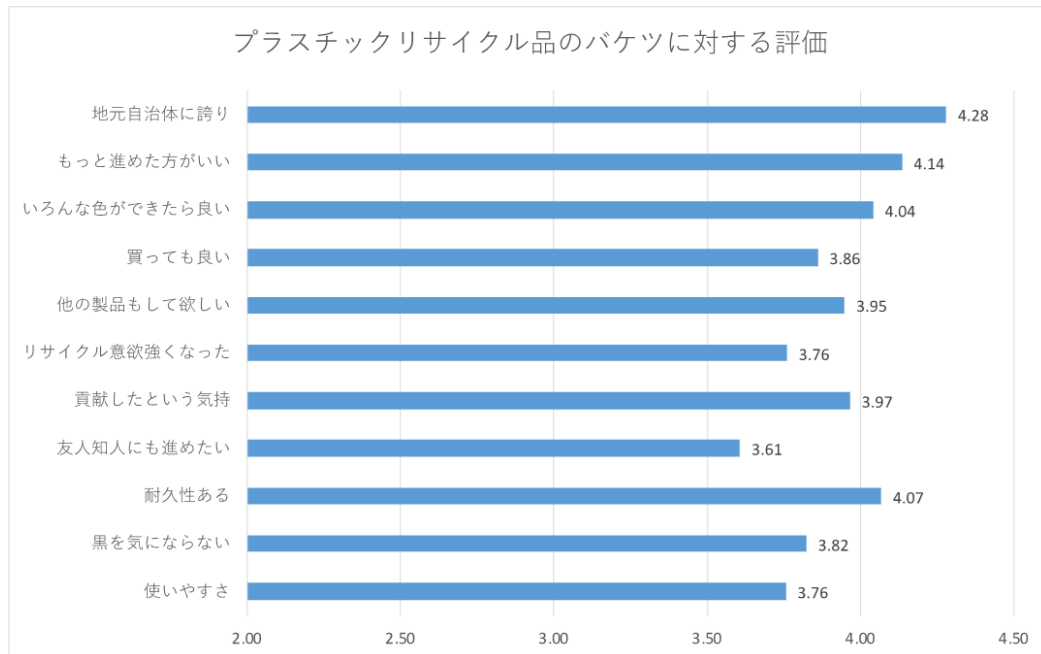


図12 生ごみ分別用バケツに対する評価

(4) まとめ

(4-1) 地域特性に応じた回収システムのあり方

プラスチックリサイクルに対するやりがいと実感は分別行動に有意に影響することが明らかになった。人口規模が小さいほど高くなる傾向があることも明らかにされた。また、人口規模が大きくなるほど、プラスチックリサイクルに対する情報および効果に対する要望が強く、効果的な周知・広報啓発が有効に寄与する可能性が示唆された。一方、人口規模が小さいほど、社会関係資本の形成が有効であることも示唆された。

人口規模が大きくなるほど拠点回収の利用頻度が低いことが示された。ただし、行政拠点回収に対しては人口規模が多くなるにつれて利用頻度が顕著に低下する傾向が見られたのに対し、民間拠点回収に対しては人口規模が大きくなるにつれて上昇傾向が見られた。小規模自治体のO町・M市については行政拠点回収に対する周知が進んでいる一方、中規模自治体のR市、大規模自治体のK市では周知が不足している点は否めない。中規模自治体のR市では、民間拠点回収の設置場所は多いものの、周知が不足しており、必ずしも利用頻度の増加には結びついていない。プラスチック分別協力度とプラ再生品使用の影響要因については、人口規模によって違うことが確認された。

(4-2) 高品質材料リサイクル「見える化」の効果

再生樹脂製品を利用すると、プラスチックリサイクルに対する実感を得られるが、それ以上にやりがいを感じられるようになり、プラスチックリサイクルに対する分別協力度の向上に寄与することが示された。再生樹脂製品の利用世帯は、環境意識とプラスチック循環意識が高い。モニター調査の結果によれば、再生樹脂製品とモニター事業への評価は高く、今後他の地域への導入が期待される。

【サブテーマ2： 民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究】

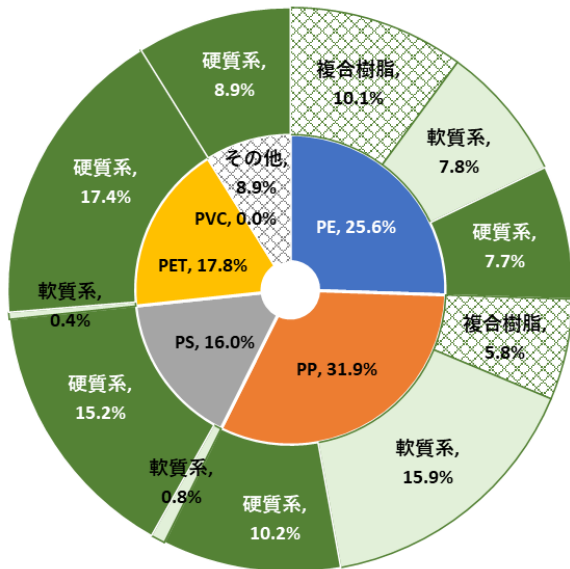
(1) 家庭系プラスチック樹脂組成調査

(1-1) 選別技術の動向を踏まえた樹脂組成割合の評価

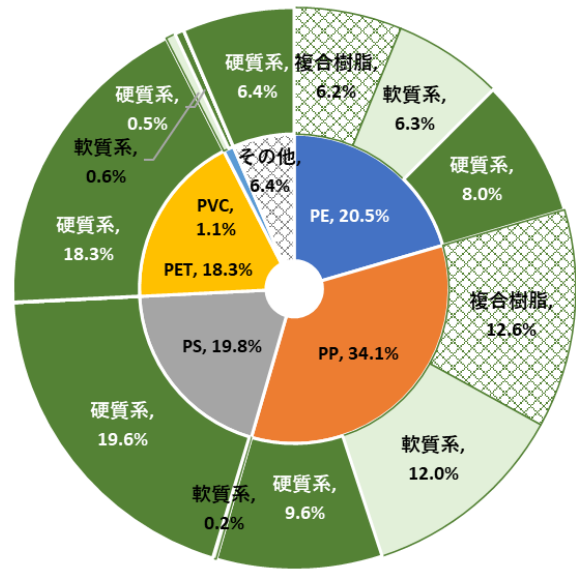
選別技術との関連性も含めて考察した。調査対象としたO町、M市、Y市のプラスチックを受け入れているO町の選別施設では、福岡筑後地域の家庭系プラスチックを広域的に受け入れ、選別を行っている施設である。一括回収用の指定袋に投入された容器包装プラと製品プラ、拠点回収によって回収された製品プラなどの選別を行う。磁力選別機を導入している以外は、全て手選別による選別が行われている。一方、調査対象としたK市を含む4箇所の施設では、樹脂選別は手選別ではなく光学選別機による。異物等の混入を想定した磁力選別機の導入もなされている。そのほか、仙台市、富山市では、樹脂選別精度を向上させるための湿式

比重差選別機も組み合わせている。また、4箇所全ての施設で、風力選別機を組み合わせた揺動選別機が導入されているのも特徴である。選別事業者にインタビューを行った結果では、樹脂選別を効果的に行うためには重量物と軽量物の事前選別は極めて重要であるとのことであった。欧州におけるプラスチック選別の動向に詳しい民間事業者にインタビューを行った結果においても、樹脂選別の前段に揺動選別機を導入するのは不可欠であるとの見解を聞いた。

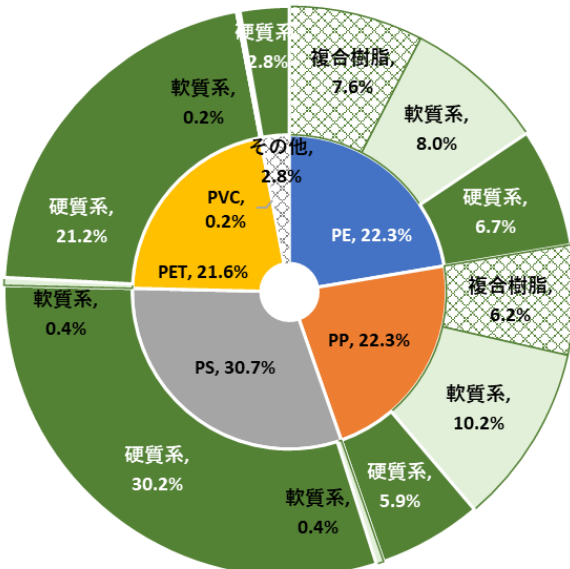
以上の選別施設の見学結果を踏まえ、形状別分類の調査結果および樹脂分類の調査結果を組み合わせ、軟質系（本調査においてはフィルム類のみ）、硬質系（ボトル類、トレイ・ブリスター類、カップ・キャップ類）に分けてそれぞれ集計した上で、各樹脂組成割合を図13に示す。さらに、複合樹脂フィルム類の大半がPE主体複合樹脂もしくはPP主体樹脂であり、湿式比重差選別や光学選別を行ってもPEもしくはPPに混ざって選別される可能性が高いことを踏まえ、複合樹脂の組成割合も合わせて示す。PE、PPについては、いずれの自治体においても軟質系、硬質系いずれの排出も見られる。さらにPE複合樹脂、PP複合樹脂の組成割合も高いことが分かる。これに対し、PS、PETについては、大半がトレイ・ブリスター類として排出されているため、ほぼ硬質系の排出のみであることが分かる。PVCについては、ごくわずかな重量割合を示しているにすぎないが、ポリ塩化ビニリデン（PVDC）製のラップ類の排出が見られることを踏まえれば、軟質系のPVC/PVDC製品が多いと考えられる。また、その他の大半は硬質系に分類されるものが多いことが分かる。従って、回収後の樹脂選別を効果的に進めるためには、軟質系（軽量物）と硬質系（重量物）の選別が有効であることが確認された。



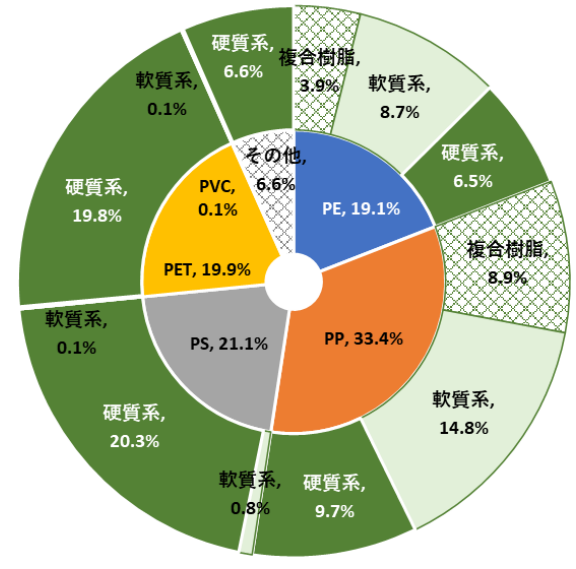
定期回収 (0町 : 10.44 kg)



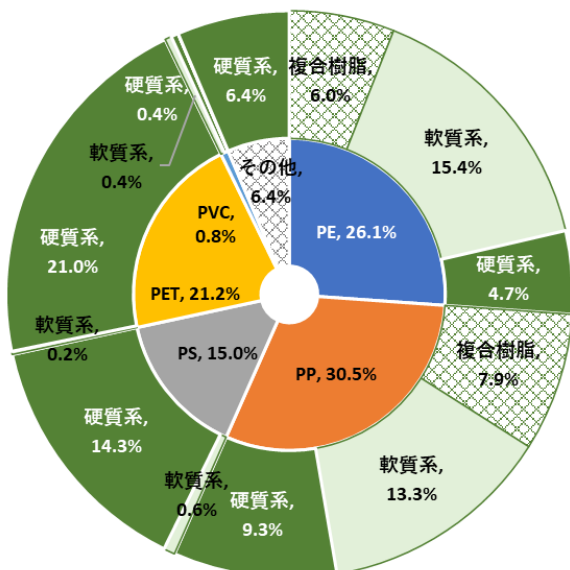
定期回収 (M市 : 10.45 kg)



定期回収 (Y市 : 11.30 kg)



定期回収 (R市 : 38.80 kg)



定期回収 (K市 : 39.59 kg)

図 13 軟質・硬質別にみた主要樹脂 (PE, PP, PS, PET, PVC) の割合 (湿潤重量ベース)

(1-2) 人口規模による排出実態

人口規模による排出実態の違いにも注目した。環境省「プラスチック資源循環に関する先進的モデル形成支援事業」(2024)の結果等をもとに、他自治体分と合わせて異物等の混入割合と人口規模との関係を図14に示す。本調査結果を見る限りにおいては人口規模による違いは見られなかった。人口規模以上に、自治体による分別区分の経緯、分別指導等が調査結果に影響する可能性がある。また、0町とK市の調査結果を見る限りにおいては、自治体による異物等の混入割合、樹脂組成割合の違いは大きくないと考えられる一方、資源回収に対する住民の協力度が自治体によって大きく異なる可能性は考えられた。すなわち、小規模自治体においては、行政による定期回収に対する分別協力度の高さが期待できる一方、大規模自治体においては、行政による回収のみでは住民に分別協力を得られる可能性が低く、複数の回収主体による資源回収システムを導入する必要性が示唆された。

なお、異物等の混入割合は定期回収(0.4~11.1%)に比べると拠点回収(0.3~2.7%)の方が低い傾向を示す。以上から、高品質材料リサイクルによる「見える化」を視野に入れる際には、定期回収に限らず拠点回収との併用を推進していくことが望ましいと考えられた。

これらの定期回収と拠点回収への住民の分別協力度が人口規模によって異なる可能性がある。特に拠点回収については、小規模自治体では自家用車や自転車・バイク等による外出機会のついでに資源を持ち寄ることが容易に想定される一方、大規模自治体では自家用車での利用は渋滞等に遭遇する可能性も高く移動時間が長くなりやすい。また公共施設のみならず商業施設も多く立地し、外出機会の目的地もより多様化しやすい。そもそも資源回収拠点の存在に対する周知も困難であることが推測される。そのため、拠点回収に対する住民協力度については、特に人口規模による違いが大きいと考えられた。

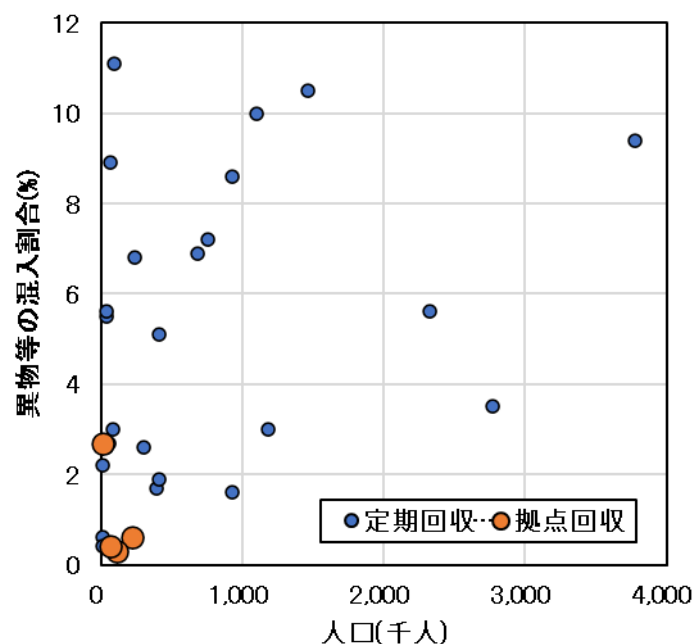


図14 人口規模と異物等の混入割合の関係

(2) 家庭系製品プラスチック排出実態調査

(2-1) 異素材複合樹脂製品の排出実態

製品プラには単一樹脂製品だけでなく、複合樹脂製品、異素材複合樹脂製品も含まれて排出されるものも多く、その内訳については注目すべきである。比較のためプラスチック樹脂組成調査によって得られた容器包装プラの内訳をあわせて図15に示す。定期回収の場合、複合樹脂製品は製品プラ全体の6.8%, 7.6%の重量割合を占めている。また、異素材複合樹脂製品は、製品プラ全体の12.6%, 8.3%を占めている。なお、まれに木材との複合製品などの排出も見られるとはいえ、異素材の大半は金属ねじ、ヒンジ等の金属類である。

拠点回収の場合、複合樹脂製品は製品プラ全体の4.2%, 5.9%, 5.7%を占めており、定期回収の場合と同様の重量割合を示している。これに対し、異素材複合樹脂製品については3自治体で重量割合が大きく異なっており、0町で0.1%, Y市で10.4%, F市で5.4%を示している。各資源回収拠点における専従職員等の常駐の有無、分別指導方針の違いなどが影響していると考えられるため、0町では資源回収拠点の専従職員による事前選別前後の重量割合を比較した。その結果、異素材複合製品については、事前選別前39.3%に対し、事前選別後に0.1%の重量割合を示し、事前選別による効果が大きく表れている。F市の資源回収拠点において

も、シルバー人材センター派遣職員が常駐し、分別指導にあたっている。異素材複合樹脂製品については受入れをしないことを住民に伝えているため、その割合は5.4%にとどまっている。Y市については、敷地を提供する民間事業者の職員による目視のみであり、異素材複合製品の割合は10.4%と3自治体の中では最も高い。拠点回収の場合、異物等の混入が皆無である点には注目すべきである。

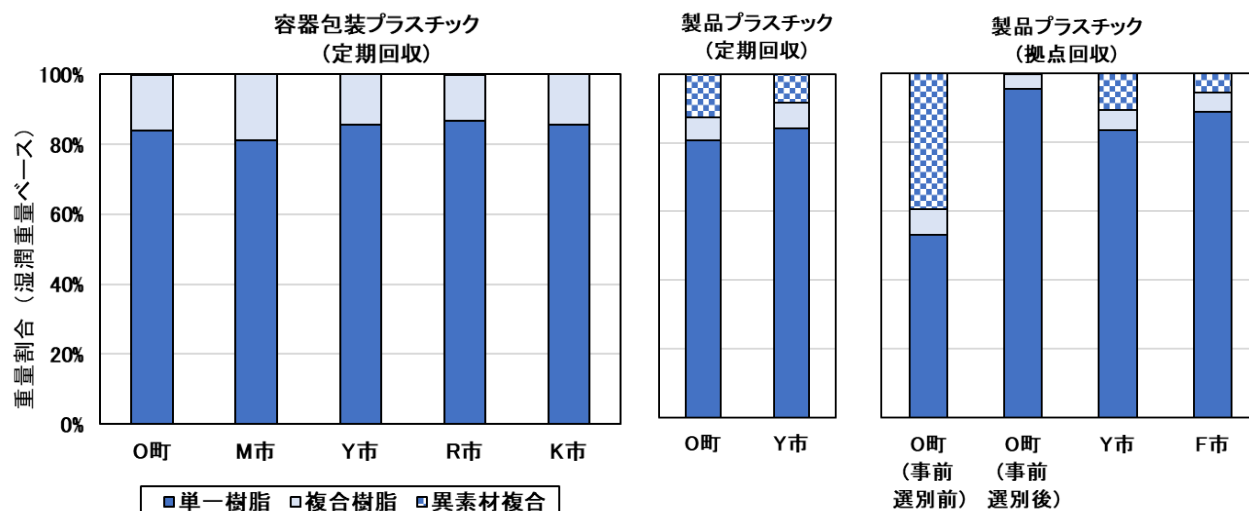


図15 単一樹脂・複合樹脂・異素材複合樹脂製品の内訳（湿潤重量ベース）

（2-2）製品プラスチックの樹脂組成割合

続いて図16に樹脂組成割合を示す。拠点回収・定期回収に分けて製品プラの樹脂組成割合の違いを示しているが、比較対照として、プラスチック樹脂組成調査結果をもとに容器包装プラの樹脂組成割合を並べて示している。

図を見ると、容器包装プラではPE、PP、PS、PETの4種類がそれぞれ2割前後の重量割合を占めているのに対し、製品プラではPPが特に高い重量割合を占める傾向にある。拠点回収では42.4%、49.4%、57.9%を占め、定期回収においても47.2%、49.7%を占めており、容器包装プラに比べ、製品プラの方がPPの割合が高い。なお、PSの重量割合は容器包装プラよりも低く、PETについてはほぼ製品プラとしての排出は見られないことが分かる。ただし、PVCについては、拠点回収ではほとんど排出は見られないが、定期回収では4.8%、10.3%の排出が見られている。プラスチック樹脂組成調査においても排出が確認されたラップ類をはじめ、塩化ビニル製のバッグ等の排出が見られたことを踏まえると、製品プラスチックの定期回収を導入する場合、PVC製の製品プラの排出には注意が必要である。

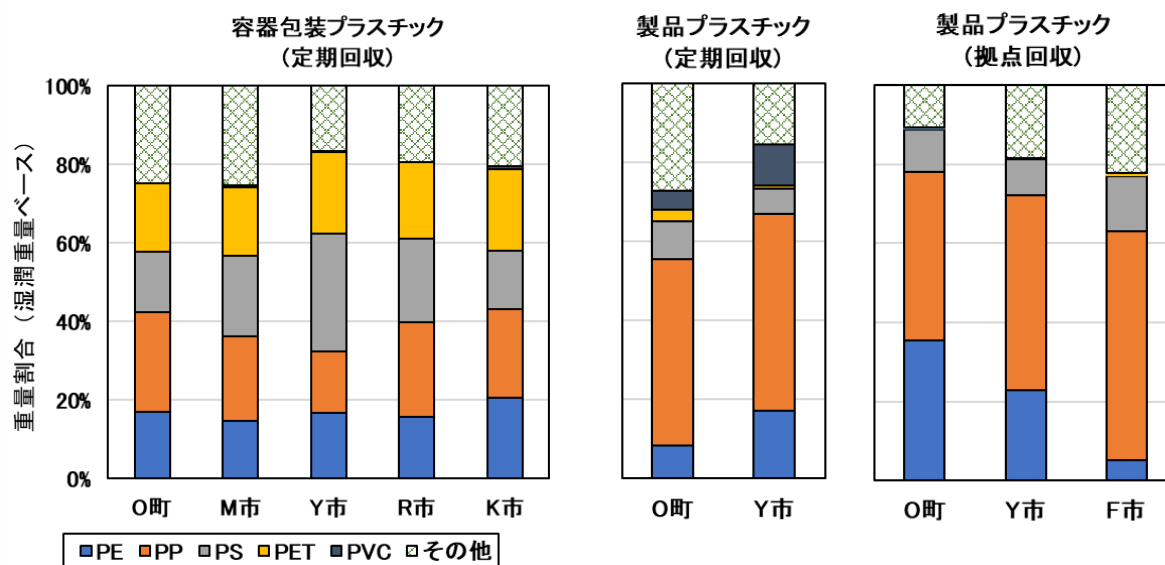


図16 樹脂組成割合の比較（湿潤重量ベース）

（2-3）樹脂別回収量の推計

プラスチック樹脂組成調査ならびに製品プラスチック排出実態調査の結果、各自治体の年間処理実績量データをもとに、容器包装プラ、定期回収プラの樹脂ごとの年間回収量推計値を求めた（図17）。

容器包装プラと製品プラでは、容器包装プラによる回収量の方が多いことが分かる。容器包装プラ全体の資源回収量は、高い順にO町 9.11 kg/人・年、M市 8.70 kg/人・年、Y市 8.24 kg/人・年、K市 6.94 kg/人・年、R市 2.08 kg/人・年 であり、R市の回収量が少ないことが分かる。これは、他の4自治体の回収頻度が月4回もしくは月3回であるのに対し、R市の場合は月2回の回収頻度に過ぎないことが影響していると考えられる。サブテーマ1の結果を踏まえると、容器包装プラは軽量で非常にかさばるため、自宅内での長期間の貯留保管が難しいことが要因であると考えられる。容器包装プラについてはできるだけ高い回収頻度を設定することが望ましいと考えられる。また、容器包装プラでは、複合樹脂を含む軟質系のPE、PPが多く回収されることが分かる。軟質系プラスチック類の多くは、PE主体複合樹脂、PP主体複合樹脂であり、PE、PPについてはさらにそれを上回る軟質系プラスチックが回収されている。対照的に、PS、PET、その他の大半が硬質系にほぼ限定される。揺動選別機等による重量物と軽量物の選別を行えば、PS、PETの大半を重量物として回収できるため、まず樹脂の事前選別効果が期待される。また、PE、PPについても複合樹脂フィルム類を軽量物として分離回収できるため、硬質系PE、PPとの選別効果が期待される。

製品プラでは、高い順にO町 1.12 kg/人・年、M市 1.09 kg/人・年、Y市 0.99 kg/人・年、K市 0.66 kg/人・年である。図を見ると明らかなように、PPの回収量が多く、PP全体の2～3割程度を占めていることが分かる。高い順に、O町0.60 kg/人・年、Y市 0.59 kg/人・年、M市 0.54 kg/人・年、K市 0.40 kg/人・年、R市 0.02 kg/人・年である。対照的に、本調査時点で材料リサイクルが困難なPE、PP、PS以外の樹脂については回収量が少ない。一括回収をはじめとする製品プラの回収を進めることにより、材料リサイクル容易なPPをはじめとする樹脂種をより多く資源回収に回せる可能性が示された。

容器包装プラスチック・製品プラスチック
(定期回収・拠点回収)

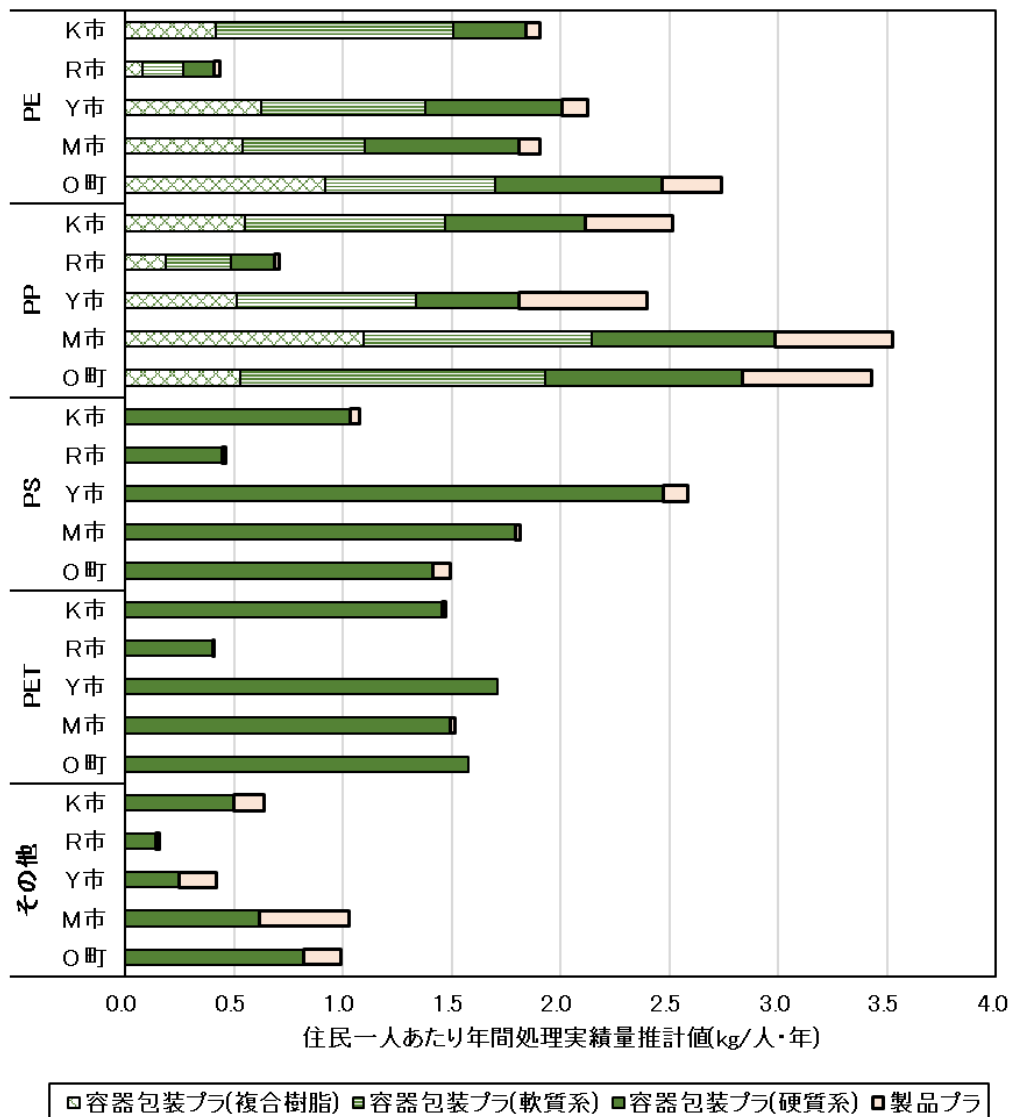


図 17 各樹脂の資源回収の年間処理実績量推定値に基づく、容器包装プラと製品プラの内訳

(3) 事業系プラスチックの排出特性および再生可能性

(3-1) 事業系プラスチックの排出特性

複数の施設で分別排出が認められた軟質系プラスチックおよび輸送用のプラスチックハンガーについて、施設Dから排出された試料を対象に物性調査を行なった。軟質系プラスチックは、衣料や雑貨類の梱包材として利用され、商品の陳列時に廃棄されるものである。輸送用ハンガーは、工場から店舗に輸送される際に利用されるハンガーで、店舗にて陳列用ハンガーへの掛け替えが行われるものである。

軟質系プラスチックはほぼ全て透明であり、樹脂組成としては直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）、高密度ポリエチレン（HDPE）、ポリプロピレン（PP）であった。本実証では、①LLDPEのみのフィルム試料と②PEおよびPPの混合フィルム試料の2パターンを準備した（表12）。樹脂判別にはラマン識別機を用い、PE・PPそれぞれの樹脂見本を準備した上で、中間処理施設の作業員が色や素材の質感を確認しながら手選別を行った（一次選別）。次に、リサイクラーにて一次選別後の試料のペレタイズ加工を行なった。ペレタイズ加工の条件は表12の通りである。押出機への投入前に、樹脂に精通した作業員による二次選別を実施した結果、①LLDPEフィルム102kgのうち、異物1.0kg、異樹脂0.9kg、②PE・PP混合フィルム107kgのうち、異物・異樹脂3.9kgが除去された。

表 12 ペレタイズ加工の条件および結果

素材	①LLDPEのみのフィルム素材 102kg	②PE・PP混合フィルム素材 107kg
条件	作業員：選別および投入 3名、機械オペレーション 1名 メッシュ：#20-#200-#20	
結果	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹脂の割合は、LLDPE：HDPE：PP=6：1：3（目視確認） 	
	①LLDPEのみ <ul style="list-style-type: none"> ● 異物：1.0kg・異樹脂0.9kgを除去。異物は、紙シール、乾燥剤、輪ゴムなど、異樹脂は全てPP ● ロス量：なし ● 色目：若干の黄変 ● 臭気：若干の焼けた臭い 	②PE・PP混合 <ul style="list-style-type: none"> ● 異物：3.9kgを除去。異物は、紙シール、乾燥剤、紙タグ、ゴム手袋、樹脂クリップ、PS襟型、ボールペン、ナイロン袋など ● ロス量：4.7kg発生 ● 色目：若干の黄変（①より濃い） ● 臭気：若干の焼けた臭い（①より強い）
	● 色目の黄変、臭気の焼けた臭いともに透明テープが原因と考えられる	

(3-2) 事業系プラスチックの再生可能性

色目、物性、食品衛生等の評価結果を総合的に見た結果、商業施設で多く排出される軟質系プラスチックの再生可能性が確認できた。今回の実証で回収された軟質系プラスチックは、ほぼ透明で、油・液体等の汚れの付着がなく、対象以外の樹脂が除去されており、輪ゴム・乾燥剤等の細かな異物も取り除かれている。再生材を市場に戻すには、これらの条件を揃えることに加え、一定の量を確保することが求められる。回収物の組成や状態は、施設に入居する店舗の業種や施設の分別状況・選別の精度等によって変わってくるものの、軟質系プラスチックは、服飾雑貨等の梱包において、いずれの商業施設でも排出されることが予想される。アパレル等の店舗を中心に回収を行うことで、汚れの少ない、高い品質のペレットを生成することは可能であると考えられる。

(4) 再生プラスチックの利用実態と課題の把握

回答事業者の取扱樹脂の種類については、PEが26%と最も多く、次いでPPが21%、PSが13%、ABSが12%、PETが12%、PVCが4%、その他が8%を占めた。PEおよびPPが主要な取扱樹脂であることがわかる。次に、製品の供給先については、食品分野が31%と最大であり、工業・建築分野が20%、家庭用品・日用品が16%、自動車分野が11%、卸売が13%、医療分野が9%を占めた。食品分野への供給が最も多いことが示されている。再生樹脂の利用状況については、「利用している」と回答した事業者が全体の8割にのぼり、再生樹脂の活用が広く浸透している実態が示された。一方で、本調査からは、実際に使用している再生樹脂の割合や、その由来がポストコンシューマー（PCR）由来かポストインダストリアル（PIR）由来かについては明らかになっていない。再生樹脂の利用意図については、「利用したい」と回答した割合が39%で最も多く、「取引先・顧客からの要望があれば利用したい」が27%、「取引先・顧客からの要望に関わらず利用したい」が18%、「利用の予定はない」が9%、「利用したくない」が9%、「その他」が25%であった。再生樹脂の利用に対して積極的な姿勢を示す事業者は一定数見受けられるものの、その意向は顧客からの要請といった外的要因に左右される傾向がある。市場任せの自主的な取組だけでは再生樹脂の利用拡大には限界があると考えられ、サプライチェーン全体における利用促進の働きかけや、制度面での支援が今後の普及において重要な役割を担うと考えられる。

- ・ 再生樹脂を取り扱う際の条件のうち、物質的条件について尋ねたところ、バージン材と同等の物性や食

品衛生検査基準等の特定の条件を満たしていれば、再生樹脂を使用したい（71%）との意向が示された。

- ・ バージン材より安ければ使用したいという層が81%、同価格帯であれば検討する（33%）がそう思わない（41%）を下回った。
- ・ 再生材を使用する際の不安・懸念事項として、品質のばらつき、樹脂の由来、安定調達への懸念が最も高いことが示された。
- ・ 再生樹脂活用が今後進むべきだと思うかという質問については、8割以上が肯定的であり、再生樹脂関連産業は今後成長が見込まれるという認識も示された。相関分析により再生樹脂の利用意図別の傾向を見ると、再生樹脂を利用したい事業者とそうでない事業者の二極化が確認された。

（５）全体最適の視点： バリューチェーン上の課題とフレームワークの構築

（５－１）バリューチェーン上の工程別にみた再生材利用に関する課題の整理

表13にバリューチェーン上の工程別の再生材料に関する課題をまとめた。個別技術の開発に傾倒するのではなく、業界横断的な対話を加速化させるとともに、業界を超えた縦のラインでの協議が廃プラスチックの回収に必須であることが示された。本調査からは、個別の企業努力がシステムとして活かされていない現状が確認され、技術や制度の現場での運用状況の把握と見直しが必要となっていることが浮かび上がっている。食品の長期保存が可能な包材など食品ロスの削減に貢献する技術が開発される一方で、包材の簡素化が求められ、トレードオフの関係性が指摘された。一方で、食品ロスへの対応については、食品包装技術の高度化だけでなく、商習慣の転換などウィン・ウィンの関係をもたらしくみの構築も可能であるということも示唆され、個別技術を突き詰める前に消費スタイルの簡素化など合理的選択が存在することが指摘された。リサイクルを前提としたしくみの中では、廃プラスチックを資源として扱うことへの意識の転換が必要であり、商品と同等の情報戦略が展開されることが期待される。また、再生材の利用が、環境対応としてのコストではなく、企業戦略として認識される必要があり、サーキュラーエコノミー（循環経済）のコンセプトの理解が指摘された。以上のように、バリューチェーン間のコミュニケーションの強化、全体的合理性の選択、経済戦略としての資源循環性の理解が必要であることが明らかとなった。

表 13 工程別の再生材利用に関する課題

消費	<ul style="list-style-type: none"> ・ 根本的なリデュースの促進 ・ 消費者意識の把握・働きかけ
回収	<ul style="list-style-type: none"> ・ 分別排出の最適解の模索 ・ 資源の付加価値創出、ビジネスモデルの形成
処理/再生	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理技術の選択 ・ 再資源化を前提とした仕組みの構築 ・ 既存システムを活用した効率的な回収の模索
製造	<ul style="list-style-type: none"> ・ 業界横断的な連携
管理/制度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報連携の重要性 ・ 制度的課題

（５－２）バリューチェーン分析に基づく廃プラスチックの回収・再資源化の評価

上述の考察をもとに、関係団体、企業、自治体等へのヒアリングおよび現地調査を実施し、製造、利用・消費、回収・運搬、処理・再生に分類されるプラスチックのバリューチェーンにおける課題を抽出した⁽³⁾。あわせて、家庭系廃プラスチックの組成調査により、排出時の形態や状態の確認も行なっている⁽⁶⁾。廃プラスチックの回収・再資源化における現場の実態や、業界横断的な連携の必要性、さらに技術開発と消費スタイルの関係性など、全体最適の観点から多様な示唆が得られた。特に、個別技術の導入や制度の整備だけでは十分ではなく、バリューチェーン全体での合意形成と戦略的思考が求められていることが明らかとなった。こうした課題意識を踏まえ、バリューチェーン分析により製品別に廃プラスチックの回収・再資源化の現状と可能性を評価する手法について検討を行った。

次に、得られた評価の妥当性を検討するため、各分野の専門家に対しヒアリングを実施した。ヒアリングの主な論点は、評価項目の妥当性（対象製品に適用できない項目の有無、重複等）、評価基準の妥当性（1～4点の基準が実態に即しているか）、評価値の妥当性（実態と乖離していないか）、評価手法全体についての意義や構成の4点である。これら予備調査およびヒアリングは、50件の関係者を対象に実施した。

表14に評価結果を示す。結果、包装資材製造事業者による食品トレイの自主回収（店頭回収）、衣料量販店による商品陳列用ハンガーの自主回収、ならびにPETボトル回収は、回収および価値抽出の両面において評価が高く、図中右上に位置づけられた（図18）。一方で、おもちゃや、容器包装リサイクルルートを通じて回収される詰め替えパウチ等は、いずれの観点からも困難さが認められ、図中の左下に位置づけられた。

表 14 回収・再資源化システムの評価結果

対象製品	評価概要	回収の 容易性平 均值	価値抽出 の容易性 平均値
ハンガー（クリーニング 用：クリーニング店）	・ 排出拠点が分散しており、リサイクル拠点への運送費用が高いことから回収が困難。また、海外製品の混在により、回収製品から高品質な PP のみの取り出しが困難。取り出すことができれば、再生 PP の需要は高い。	2.8	3.4
ハンガー（陳列ハンガ ー：衣料量販店）	・ ハンガーの素材統一と店頭での分別回収を徹底し、商品納品後の帰り荷を活用して効率的に回収。圧縮機設置により輸送効率も向上。クローズドループを実現し、製造量の約 60% を再資源化、再生材需要も安定的に確保している。	3.4	4.0
衣装ケース（行政回収： 東京都実証回収）	・ 粗大ごみとして排出されていた大型の収納用品を東京都が実証的に回収を実施。樹脂量が多く、PP 主体のため価値は取り出しやすい。	2.4	2.2
衣装ケース（民間自主回 収：服飾雑貨小売）	・ 基準クリア品はメーカーがリユース販売し、中古市場も存在。店舗で回収し、帰り荷で運搬することで回収コストを削減。排出は小規模・不定期だが、異物汚れは少なく、単一素材で手解体・選別が容易。	2.4	3.8
梱包用フィルム（産廃回 収）	・ 分別ルールが定まっておらず、施設ごとに契約する許可業者が指定する方法で回収。	1.6	2.6
梱包用フィルム（民間回 収：環境ソリューション 事業者）	・ 衣類や雑貨の輸送用梱包材で、汚れの付着が少なく、PE の割合が高いなど品質は高いが、街中の小売店で分散して排出されるため効率的な回収が困難。施設横断的な回収スキームの構築と許認可の取得によりビジネス性を担保。	2.8	3.2
食品トレイ（容り回収）	・ 容り回収されることで異樹脂や汚れが混入しやすく、さらに容り全体に占める PS 発泡トレイの比率が低いため、単独で選別・再資源化するインセンティブが生まれにくい。	2.4	3.4
食品トレイ（民間自主回 収：包装資材・フィルム 製造業者）	・ 家庭から排出された食品トレイのスーパー回収が習慣化され、回収拠点の整備と効率的な運送スキームが構築。汚れの付着は少なく単一素材のため価値の回収は比較的容易。	3.4	3.8
詰め替えパウチ（容り回 収）	・ 容器包装としての排出頻度は低く、複層構造であることから主要素材である PP や PE に分類される傾向があるが、他樹脂の混入による品質劣化が避けられず、用途は希釈材や複層素材の中間層に限定される。	2.2	1.8
詰め替えパウチ（民間自 主回収）	・ 容器包装としての排出頻度が低いことに加え、自主回収の取り組みはなお発展途上にあり、現時点での回収量は限られる。複層構造の剥離技術の開発は進行中だが、その実用性や他製品への応用可能性には不確実性が残る。	1.4	3.0
おもちゃ（家庭排出一 般）	・ 排出頻度が低く、回収システムも存在しない。PP・ABS 等が主であるが、金属等の混入が多く、パーツによって異なる樹脂が使用されており価値の取り出しが困難。	1.2	1.4
惣菜等容器・蓋（容り回 収）	・ 耐熱性や耐冷性、コスト、見た目などの特性によって、外観が同じ容器でも素材は多様である。家庭で排出された場合、約 7 割の自治体で容器リサイクル回収が可能だが、家庭外で排出された場合の回収スキームは存在しない。	2.6	2.2
弁当箱（製品プラ回収）	・ 容器は主に PP 製、蓋は PE 製が多く、これらを分けて回収することで再商品化の可能性があるが、再生材が再び同用途に使われた実績はない。製品プラの回収スキームを持つ自治体は限定的で、周知も不十分。	1.6	3.0
PET ボトル（民間・行政 回収）	・ 分別回収の認知が浸透し、高い回収率が維持されている。広範な分別回収体制が整備されており、水平リサイクルへの取り組みも進展している。	3.4	3.6

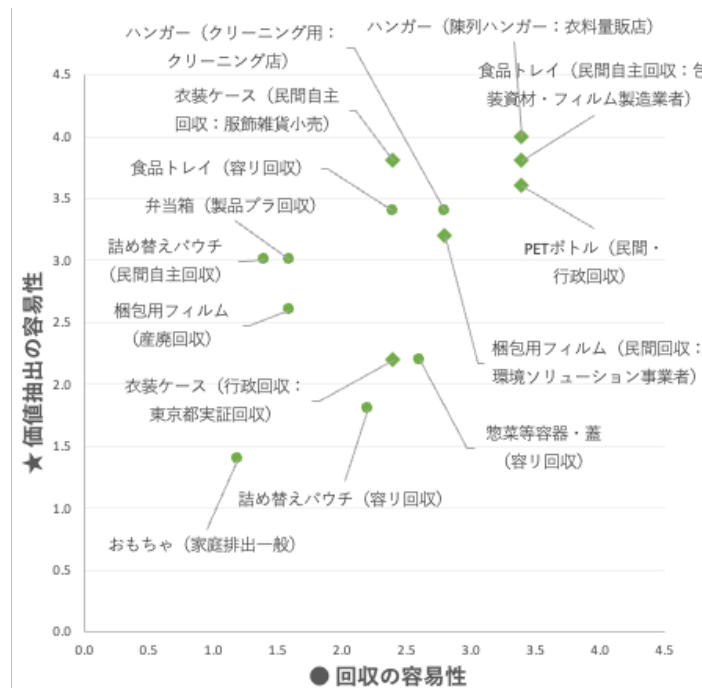


図18 評価結果の散布図

注：容器包装リサイクルによる回収を「容リ」と表記

回収・価値抽出の両面で高評価を得た事例として、包装資材製造事業者による食品トレイの自主回収や、衣料量販店による陳列用ハンガーの自主回収が挙げられた。これらはいずれも大規模または市場シェアの高い企業による取組であり、輸送の合理化や、再資源化を前提とした製品設計・規格化の徹底により、事業性が確保されている点が特徴である。

単独企業ではなく業界全体で成功している例として、PETボトルの水平リサイクルがある。これは、ボトルの素材をPETに統一し、着色を避けるなどの仕様統一を業界内で合意した結果、回収・再資源化の効率を高め、大量かつ高品質なリサイクルが可能となっている。しかし、PETボトル以外を見ると、規格化・標準化の不在が、資源循環を阻害する要因であることが確認された。包装分野では、製品の差別化や機能向上を目的とした独自設計や複合素材の使用が進んでいることが組成調査からも確認されている。こうした多様な設計・素材は、企業の競争力の源泉ともなっている一方で、リサイクル工程の複雑化を招き、結果として静脈側（回収・再資源化）の標準化・効率化を阻む要因となっている。製品の完全な統一化には限界があるものの、再資源化時の状態を判断基準とした素材・構造の標準化や、使用樹脂・グレードによる分類によって、再生材の品質と流通の安定化が期待される。また、単独企業によるクローズドループでは素材情報のトレーサビリティが確保される一方、横断的な流通を前提とする場合には、標準化と連動したDPP（デジタル製品パスポート）のような情報連携が不可欠である。これらを組み合わせることで、自動選別の高度化も可能となり、製造側の設計意図に沿ったリサイクルの実現や、由来の明確な再生材の供給が可能となる。

さらに、プラスチックの回収に関わる許可や認定制度が、回収・リサイクルの実現可能性に大きく影響していることも明らかとなった。大手事業者はスケールメリットを活かし、有価取引を成立させている一方、中小事業者では有価取引による採算性の確保が困難であり、加えて許認可の取得負担や運搬・保管に関する制度的制約が、事業化および継続性の重大な障壁となっている。加えて、回収・運搬の合理性や安定供給を可能にする規模の確保が一つの重要な要因であることが示唆された一方で、衣装ケースの自主回収のように、小規模な循環であっても、再資源化樹脂の用途や売り先（出口）を設計することで、回収の持続性や採算性が確保される可能性があることも確認された。国内におけるプラスチック資源循環は、薄肉化や異素材混合を含む石油由来原料の「使用抑制」に重点が置かれてきたが、循環型スキームの構築は依然として不十分である。近年、再生材利用の促進に向けた政策的議論が進行するなかで、本研究では、出口戦略の強化を基軸とし、再資源化時点での状態を基準とした製品の規格化や回収・運搬の合理化を支える制度設計の必要性が示唆された。

さらに、本稿では、廃プラスチックの回収および再資源化の容易さを「サーキュラーマトリックス」により整理し、得られた知見をもとに有効な戦略の検討に着手している。CBM (Circular Business Models) の視点からは、製品所有権の保持、製品寿命の延長、回収・リサイクルを見据えた設計など⁽⁹⁾が方策として位置付けられる。今後は、これらの戦略を、国内の廃プラスチック排出実態や社会的文脈と照らし合わせながら、質量の両面で循環性を高めるための要素を明確化し、CBM、デジタル管理手法、規制によるインセンティブ設計などと有機的に結びつけることが重要である。

【サブテーマ3： 最適社会システムのモデル化に関する研究】

(1) 廃プラスチックフローの推計

(1-1) 推計結果

F市を一例に家庭系廃プラスチックフローを推計した結果を図19に示す。F市における家庭系廃プラスチックの年間排出量は、混合ごみとして年間25,381tが排出されており、その全量が焼却処理されている。一方で、資源ごみとして年間1,135tが回収されており、さらに店頭回収では年間1,442tが回収されている。これらはいずれも資源化施設に搬入され、全量が資源化されていることから、家庭系廃プラスチックの資源化率は約9.2%となっている。最終処分量は年間1,418tであり、家庭系廃プラスチック全体に対する最終処分率は約5.1%となっており、排出量全体に対しては比較的小さい割合となっている。事業系では、混合ごみとして年間17,675tが排出・焼却されており、資源ごみとしては年間2,726tが回収・資源化されていることから、事業系における資源化率は約13.4%となっている。最終処分量は年間1,029tであり、家庭系に比べるとやや高い傾向にある。

事業系廃プラスチックフローを推計した結果を図20に示す。F市における事業系廃プラスチックの年間発生量は約11万9,000tであり、このうち自己再生利用量（約1万1,000t）と再生利用量（約5万2,000t）を合計した資源化量は年間66,650tとなっている。その結果、資源化率は約55.8%となり、事業系廃プラスチックの半分以上がリサイクルされていることがわかる。一方、最終処分量は年間3,583tで、発生量に対する最終処分率は約3.0%となっている。

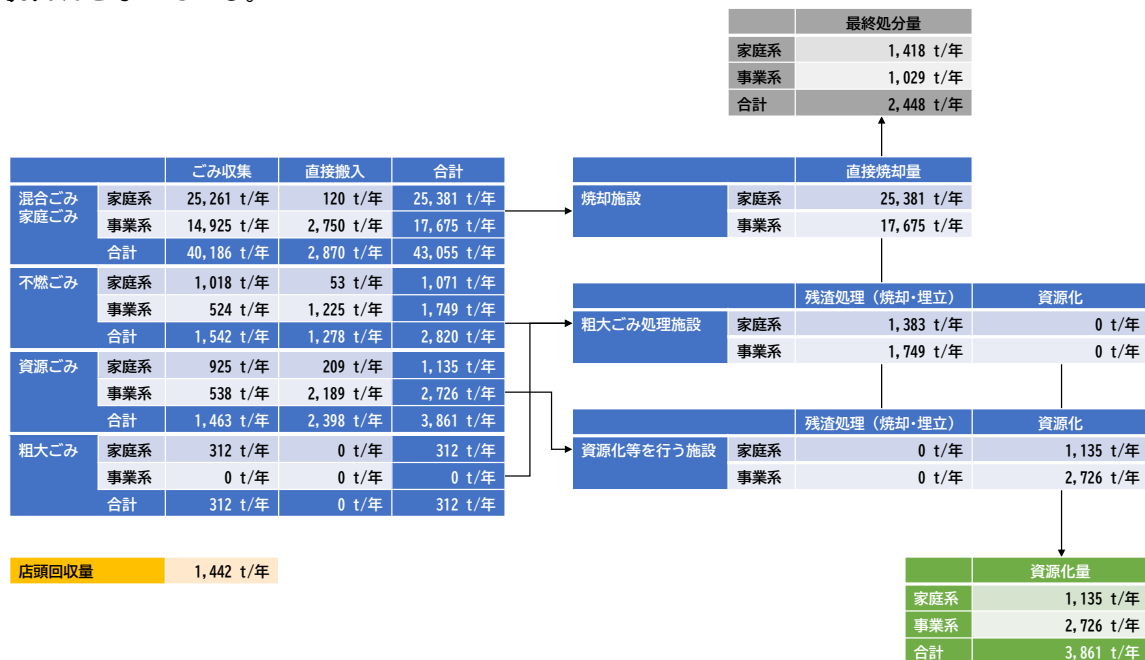


図19 家庭系廃プラスチックフロー推計結果 (F市)

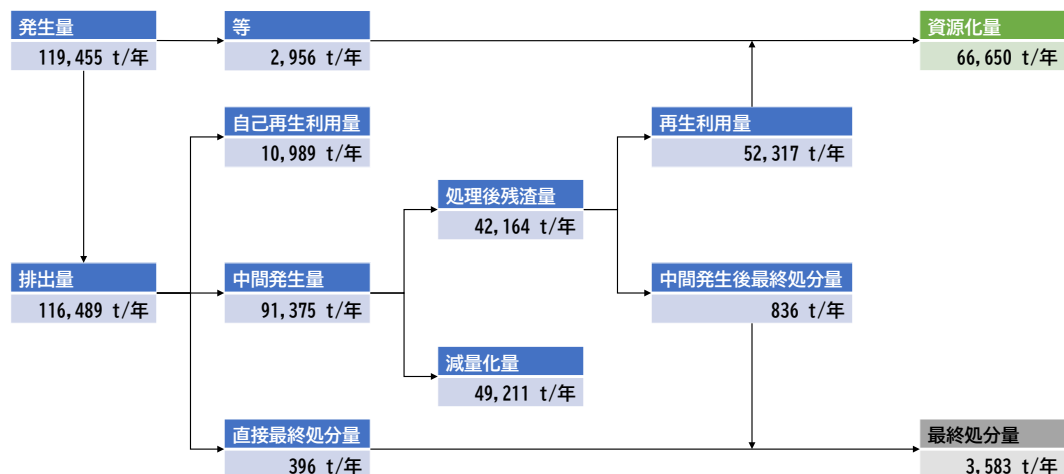


図20 事業系廃プラスチックフロー推計結果 (F市)

8自治体における家庭系廃プラスチック処理のフローには、いくつかの共通した特徴が見られた。まず、多くの自治体で容器包装プラスチックや製品プラスチックが混合ごみとして排出され、焼却処理されている点が挙げられる。これは、収集体制や市民の分別ルールの違いを問わず、依然として焼却を中心とした廃プラスチック処理が主流であることがわかった。また、資源ごみ（主に、PETボトルや一部の容器包装プラ）は、分別収集・店頭回収を通じて資源化されるルートが整備されていることも共通しており、多くの自治体で資源ごみの資源化率は比較的高い傾向にあることがわかった。さらに、最終処分量は全体の数%程度にとどまっており、焼却後の残渣などは埋立処分されている。一方で、家庭系廃プラスチック処理には自治体間で明確な相違も存在する。最も顕著な点としては、混合ごみの排出量に対する資源ごみ・店頭回収ごみの割合の違いである。例えば、M市やO町では、混合ごみ量よりも資源ごみや店頭回収量の方が多く、高い資源化率（30～50%）が実現されているのに対し、F市やR市では、混合ごみが全体の大半を占め、資源化率が10%前後にとどまっている。また、最終処分率にも差があり、O町（約3.1%）やM市（約4.1%）のように低く抑えられている自治体もあれば、F市やR市のように5%を超える自治体もある。これは、分別回収の精度や焼却後の選別処理の有無、処理インフラの差によるものと考えられる。さらに、拠点回収やモデル事業の有無、粗大ごみ処理の取り扱い方なども自治体ごとに異なっており、制度面・運用面の違いが廃プラスチックフローに影響していることが確認できる。政令市ではスケールメリットを活かした一括処理が可能である一方、小規模自治体では地域密着型の分別・回収体制によって高い資源化率が実現されている傾向が見られる。このように、8自治体における家庭系廃プラスチック処理は、焼却処理の依存度が高いという共通点を持ちながらも、分別回収の度合い（住民の協力度の違い）により、資源化率や最終処分率に大きなばらつきがあることがわかった。

8自治体における事業系廃プラスチックの処理フローには、いくつかの明確な共通点が見られる。まず、すべての自治体において資源化率が概ね55%前後であり、事業系廃プラスチックの多くが再資源化されていることがわかる。これは、自己再生利用や再生利用のいずれか、またはその両方の値が大きくなっており、事業者による分別・排出の効果によるものと考えられる。また、最終処分率はすべての自治体で約3.0%以下となっており、焼却後の残渣や再資源化困難物の適正処理が実施されていることが確認できる。一方で、各自治体間には処理量やフロー構成において明確な相違も存在する。まず、年間発生量には顕著な差があり、F市（約120,000万t）やK市（約60,000t）のような政令指定都市では事業活動が集積しているために発生量が大きくなっており、小規模自治体であるO町やM市では年間1,000～3,000t程度にとどまっている。また、自己再生利用と再生利用のバランスにも差があり、例えばF市やO町では自己再生利用の割合が比較的大きいのに対し、Y市やC市などでは再生利用の方が大きい傾向にある。さらに、中間処理工程における処理後残渣量や減量化量の割合にも自治体間の差があり、設備構成や委託処理体制の違いがフロー全体に影響しているものと考えられる。このように、8自治体における事業系廃プラスチック処理は、全体として高い資源化率と、低い最終処分率という共通した特徴を有しながらも、発生規模や処理プロセスの違いにより、自治体ごとの相違点も確認された。

（１－２）推計結果とプラスチック樹脂組成調査結果の比較

設定した廃プラスチックの樹脂別組成比率を表15に、O町の推計結果と組成調査の比較結果を表16に示す。容器包装プラについては、複合樹脂素材を考慮した組成調査の結果と推計結果は概ね近い傾向であることが確認されたが、製品プラについては異なる傾向となった。これまで容器包装プラについては、詳細に調査されたデータが存在する一方で、製品プラについては調査データが少ないことが影響していると推察される。使用した調査データの組成についても、製品プラをどこまで把握できているか、またどの排出区分で排出されたものか不明であり、それも推計結果に影響していると考えられる。

表15 廃プラスチックの樹脂別組成比率

家庭系			事業系			
分類		割合	分類	可燃ごみ	不燃ごみ	資源
容器包装プラ		85.8%	容器包装プラ	70.2%	54.7%	87.5%
	PET	14.2%	PET	5.8%	2.7%	52.6%
	PS	14.5%	PS	6.8%	3.4%	8.0%
	PE	27.0%	PE	26.4%	23.4%	11.8%
	PP	25.3%	PP	31.2%	25.3%	15.1%
	PVDC	2.7%	容器包装以外のプラ	29.8%	45.3%	12.5%
	その他	2.0%	その他	29.8%	45.3%	12.5%
容器包装以外のプラ		14.2%				
	PE	4.7%				
	その他	9.5%				

表16 推計結果と組成調査の比較（0町）

容器包装プラ

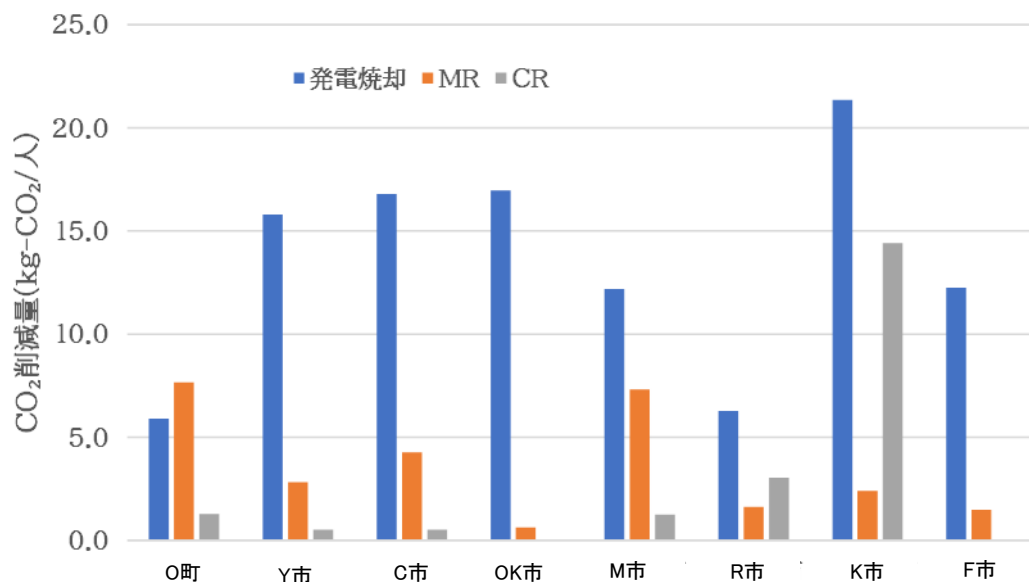
	推計結果	組成調査結果	
		単体のみ	複合込み
PET	16.5%	15.8%	15.8%
PS	16.9%	18.3%	18.3%
PE	31.5%	15.6%	25.7%
PP	29.5%	24.3%	30.0%
PVDC	3.1%	—	—
その他	2.4%	26.1%	10.3%
合計	100.0%	100.0%	100.0%

製品プラ（容器包装以外のプラ）

	推計結果	組成調査結果	
		単体のみ	複合込み
PE	33.3%	8.6%	—
その他	66.7%	91.4%	—
合計	100.0%	100.0%	

（2）家庭系廃プラスチックフローのLCA

8市町の一人あたりCO₂削減量の推計結果を図21に示す。結果から、0町におけるMRによるCO₂削減量が他地域と比較して大きいことが確認された。処理方法別の削減量を見ると、CRの割合はK市が38%、R市が28%と他市に比べて高く、MRの割合は0町が52%と最も高い。これは、それぞれの自治体における再資源化ルートの違いによるものである。

図21 一人あたりCO₂削減量

（3）シナリオ分析

（3-1）実測値によるシナリオ分析結果

実測値をもとに、廃プラスチックの年間処理量に対する費用および収入の関係を示した結果を図22に示す。年間処理量の増加に伴い、費用は急速に低減する傾向が確認され、ある一定の処理量を超えると費用の低下の幅が縮小することが確認された。特に、年間処理量が1,000tを下回る範囲では、1tあたりの処理コストが高く、スケールメリットの影響が顕著に表れている。一方、収入は処理量に対してほぼ一定に推移しており、費用のような顕著な変化は確認されなかった。つまり、小規模自治体が単独で高度機械選別設備を導入する場合には、収支が悪化しやすく、広域的な処理連携や施設の共同利用による規模拡大を実現できた場合は、経済的に成り立つ可能性があることが示唆された。なお、費用と収入の近似式の交点から、今回の枠組みにおいて、損益分岐点は年間処理量が943tとなることがわかった。

以上のことから、高度機械選別技術の導入にあたっては、導入規模と処理量に応じた費用構造の分析が不可欠であり、対象とする地域の廃プラスチック発生量を踏まえた詳細な評価を行う必要があるものと考えられる。

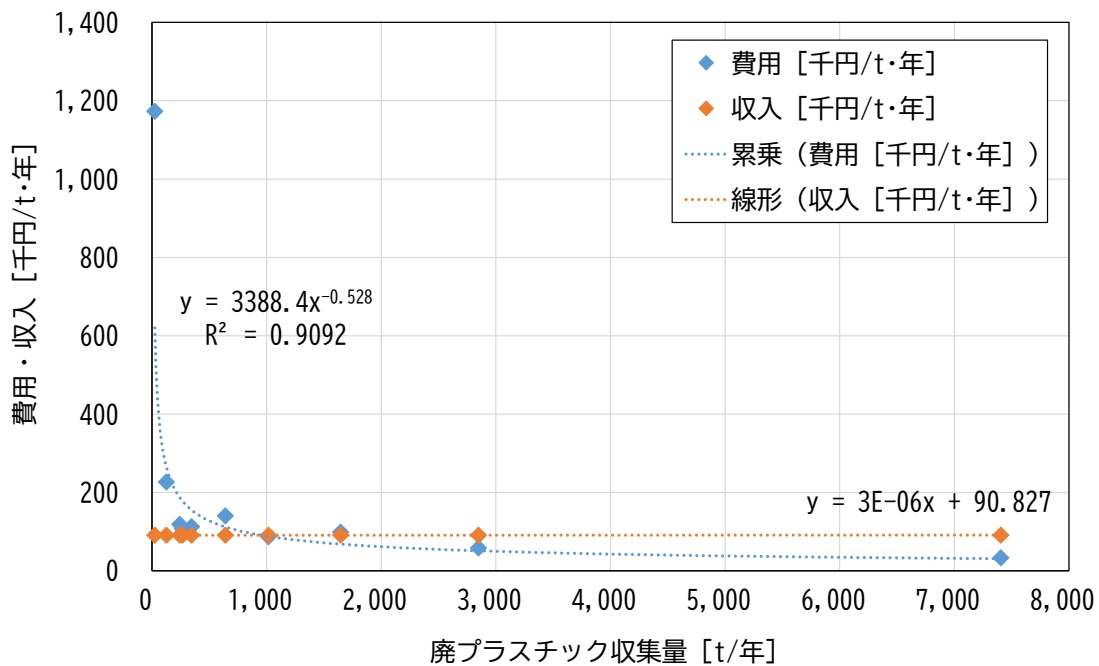


図22 実測値をもとにした損益分岐点の推計結果

(3-2) 標準値によるシナリオ分析結果

標準値をもとに、廃プラスチックの年間処理量に対する費用および収入の関係を示した結果を図23に示す。実測値の結果と同様に、年間処理量の増加に伴い、費用は急速に低減する傾向がある一方で、収入は処理量に対してほぼ一定の推移が確認された。なお、費用と収入の近似式の交点から、今回の枠組みにおいて、損益分岐点は年間処理量が617tとなることがわかった。

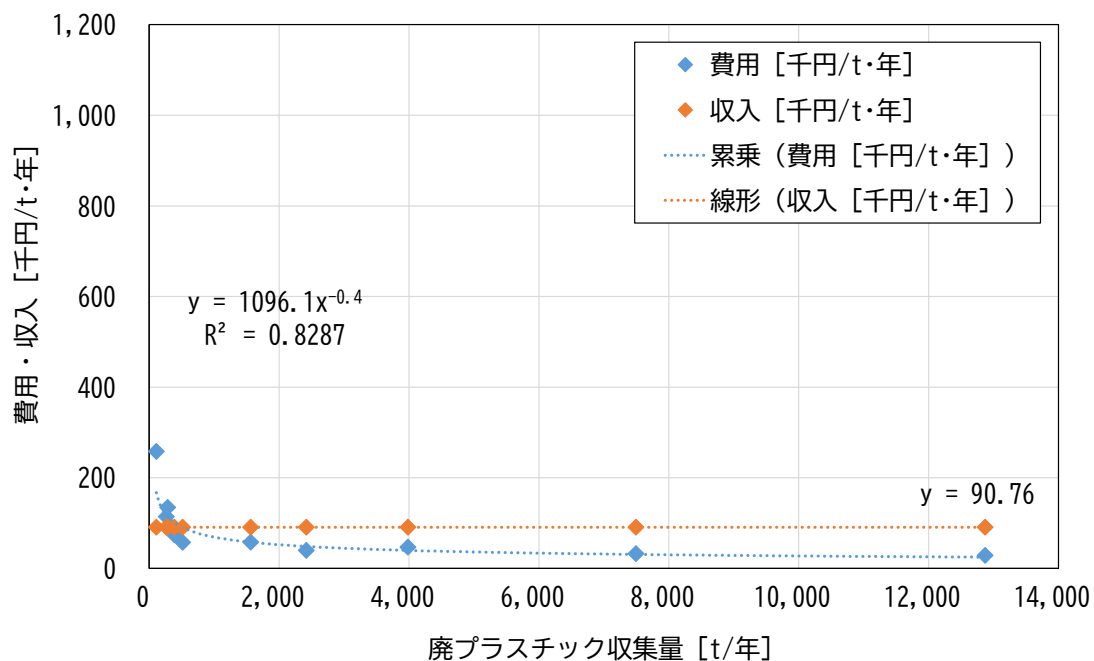


図23 標準値をもとにした損益分岐点の推計結果

(3-3) 高度機械選別

LCAの現状評価と高度機械選別導入後のCO₂削減効果について、高度機械選別の導入有無による比較を行った。比較対象の自治体は、損益分岐点をもとに導入可能性があると判断された自治体とした。実績値に基づくLCA現状評価と導入後のCO₂削減効果の比較を図24に示す。

導入前では、K市のCO₂削減効果が約16kg-CO₂/人と最も高く、F市では約2kg-CO₂/人未満と低かった。導入後は、K市の削減効果が約12kg-CO₂/人に減少し、F市ではわずかに増加した。特にK市では、高度機械選別の導入によって削減効果が約4kg-CO₂/人低下したことが確認された。一方、F市では導入による効果の向上は見られ

るものの、顕著な変化は認められなかった。これらの結果から、CO₂削減効果は自治体ごとに異なり、K市では高度機械選別の導入が必ずしも効果的でない可能性が示唆された。

また、標準値に基づく同様の比較結果を図25に示す。K市を除く自治体では、導入後にCO₂削減効果が向上した。一方、K市では、CR（コークス炉化学原料化）の原単位がMRより高く設定されており、CR量も多いため、導入前の方が削減効果の大きい結果となった。

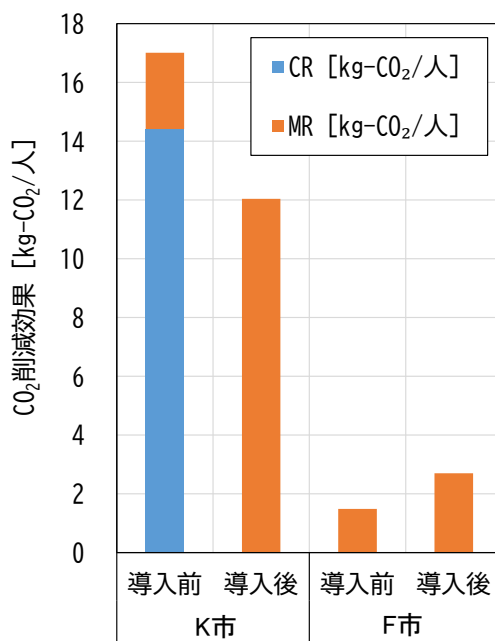


図24 実績値をもとにしたLCAの現状評価と高度機械選別導入後のCO₂削減効果の比較

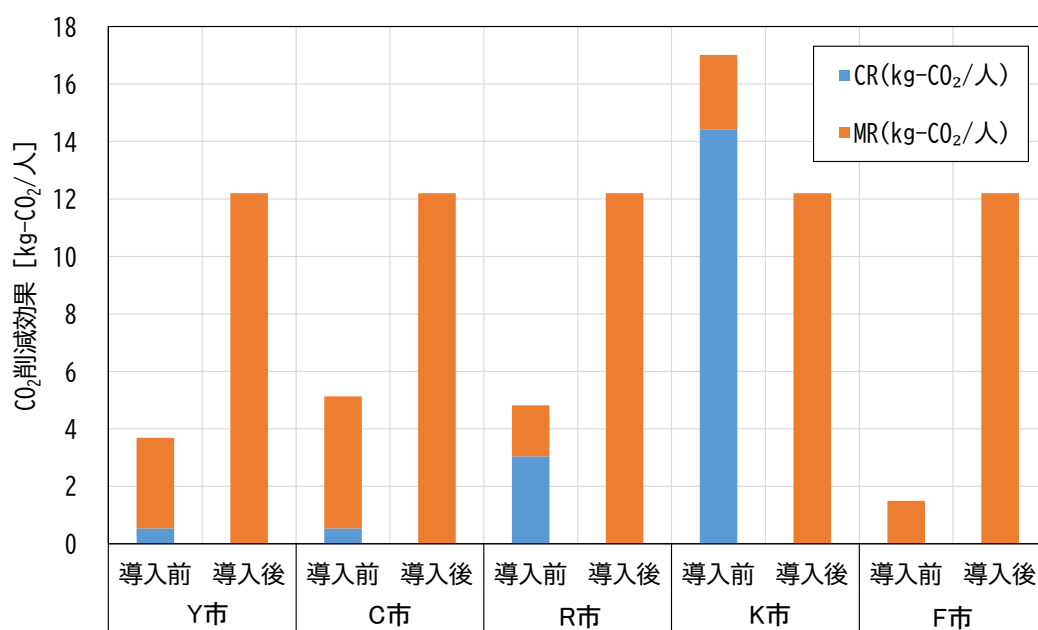


図25 標準値をもとにしたLCAの現状評価と高度機械選別導入後のCO₂削減効果の比較

(3-4) 広域化

本研究では、廃プラスチックの実測値および標準値に基づき、南筑後地域の広域化およびR市+南筑後地域の広域化について、費用およびCO₂削減効果の観点から評価を行った。

図26には、実測値をもとにした広域化前後における高度機械選別導入の収支を示す。南筑後地域およびR市+南筑後地域の広域化後における収支は地域ごとに差が見られ、0町では1,227円/年・人の赤字、0市820円/年・人、M市207円/年・人、R市105円/年・人と、いずれも赤字であった。一方、広域化後のR市+南筑後地域では16円/年・人の黒字、南筑後地域でも20円/年・人と、わずかながら収支が改善された。

また、実測値をもとにした広域化前後および高度機械選別導入前後におけるMRによるCO₂削減効果を図27に示す。削減効果には地域差があり、M市が8.10kg-CO₂/人と最も高く、南筑後地域7.92kg-CO₂/人、0町7.67kg-

CO₂/人がこれに続いた。一方、O市は0.64kg-CO₂/人と最も低く、R市1.78kg-CO₂/人、R市+南筑後地域3.18kg-CO₂/人も比較的低い結果となった。

図28には、標準値をもとにした広域化前後の高度機械選別導入による収支を示す。広域化前は地域ごとに収支にばらつきがあり、一部の自治体では大きな負担が発生していた。対して、広域化後の南筑後地域およびR市+南筑後地域では収支が大幅に改善し、単独運営が難しい自治体にとって、広域化によるコスト削減と運営効率の向上が効果を発揮していることが確認された。

さらに、標準値を用いた広域化前後および高度機械選別導入前後におけるMRによるCO₂削減効果を図29に示す。広域化前は削減効果に地域差があり、O町やM市では高い削減効果が確認された一方で、O市では低い効果にとどまった。広域化後の南筑後地域およびR市+南筑後地域では、削減効果が12.2kg-CO₂/人と大幅に向上し、広域化前の自治体と比べて顕著な改善が見られた。これは、広域化による処理効率の向上により、廃プラスチックの適正処理量が増加したためと考えられる。一方、広域化前の自治体の中にも、個別の取り組みによって一定の削減効果を達成している例があり、広域化の影響は地域により異なることが示唆された。

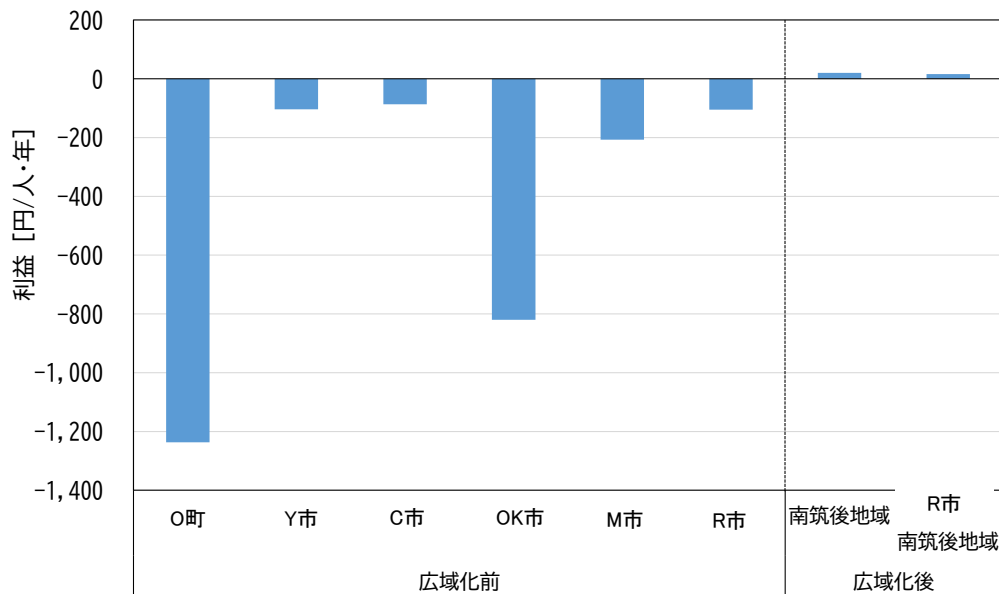


図26 実測値をもとにした広域化前後の高度機械選別導入の収支

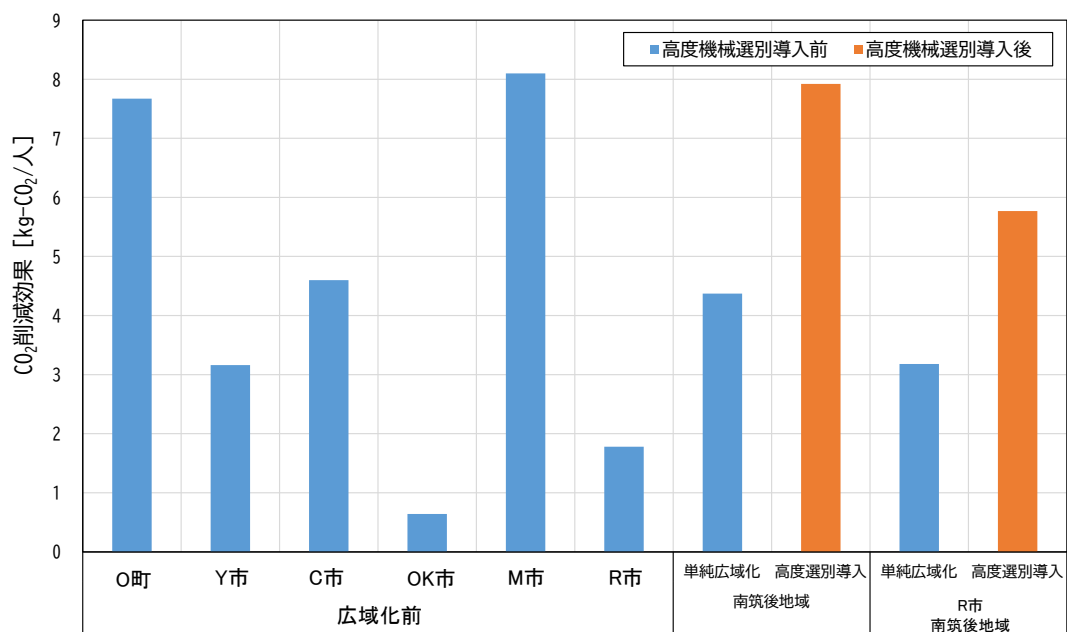


図27 実測値をもとにした広域化前後と広域化後の高度機械選別導入前後のMRによるCO₂削減量

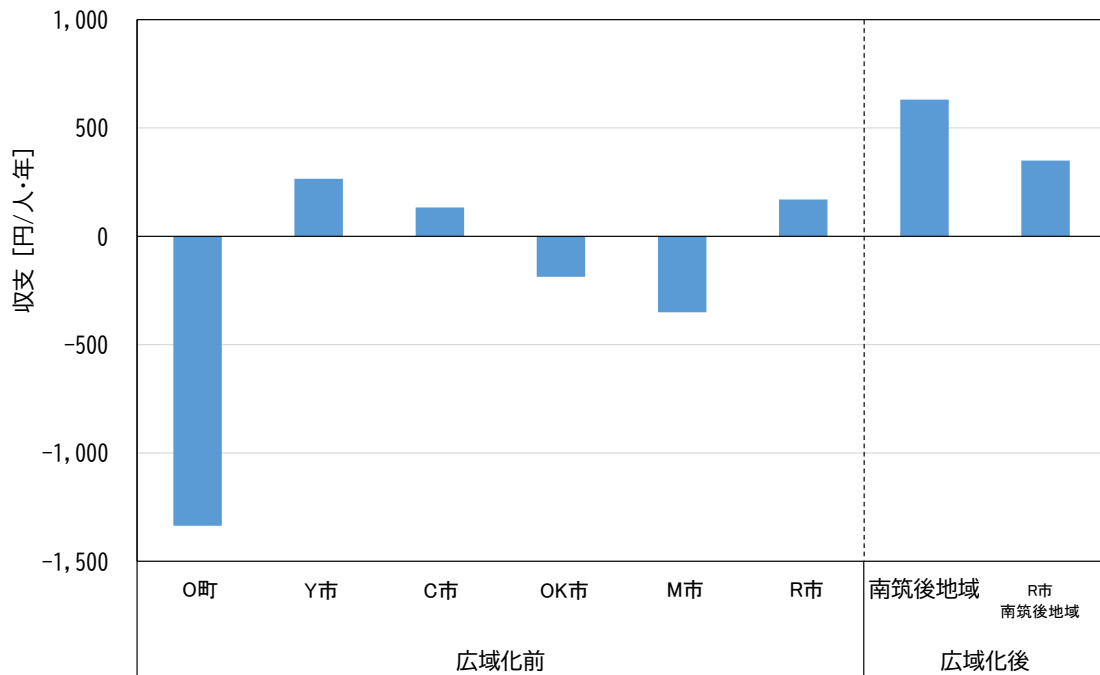
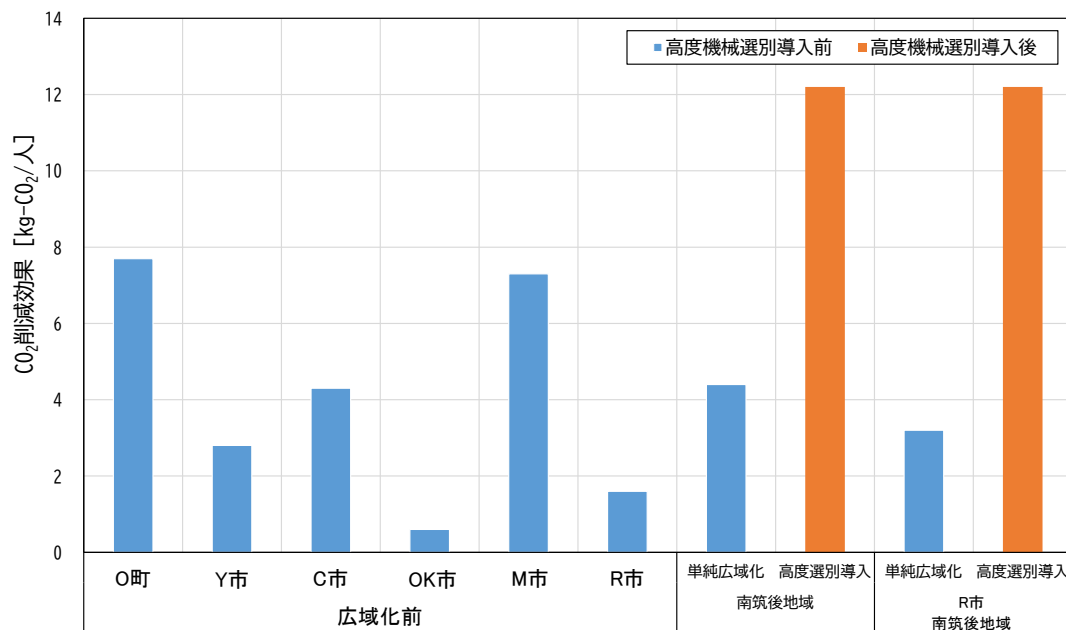


図28 標準値をもとにした広域化前後の高度機械選別導入の収支

図29 標準値をもとにした広域化前後と広域化後の高度機械選別導入前後のMRによるCO₂削減量

【参考文献】

- 一般社団法人プラスチック循環利用協会(2024): プラスチックリサイクルの基礎知識2023.
 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.
 加茂徹(2021): 廃プラスチックの現状と循環利用への課題・持続可能な社会におけるプラスチックの使い方・場の科学, Vol.1, No.1, pp.28-44.
 環境省(2025): 市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針(令和7年3月一部改訂版).
 環境省(2024a): 一般廃棄物処理実態調査.
 環境省(2024b): 容器包装リサイクル法に基づく分別収集等の実績について.
 環境省(2024c): グリーン・バリューチェーンプラットフォーム排出原単位データベース.
 環境省(2024d): プラスチック資源循環に関する一括回収等への移行に向けた市区町村向け手引き(令和6年6月).
 環境省(2022a): 廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書.

- 環境省(2022b)：容器包装廃棄物の使用・排出実態調査の概要（令和3年度）。
- 経済産業省(2021)：大規模小売店舗内小売商店（商店数）。
- 経済センサス(2016)：産業（小分類）別民営事業所数及び従業者数—全国、都道府県、市区町村。
- 月刊廃棄物編集部(2024)：再商品化・自主回収・再資源化計画の認定状況，月刊廃棄物 2024 年 5 月号，pp. 20-21.
- 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス(2024)：日本国温室効果ガスインベントリ報告書。
- 紺野聖人，中谷隼，森口祐一：容器包装プラスチックリサイクルにおける大規模選別施設の導入の評価，第7回日本LCA学会研究発表会，2011.
- 東京二十三区清掃一部事務組合(2024)：事業系一般廃棄物組成調査。
- 日本チェーンストア協会(2024)：会員企業における回収量の合計値。
- 日本容器包装リサイクル協会：再商品化実施委託単価・抛出委託単価
https://www.jcpra.or.jp/specified/specified_data/tabid/133/index.php (2025/02/06参照)。
- 平尾禎秀(2022)：「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」について，環境情報科学，Vol.51，No.1，pp.71-74.
- 平田一馬，中谷隼，林徹，藤田壮(2023)：物質フロー分析に基づく使い捨てプラスチック利用の削減可能性の検討，日本LCA学会誌，Vol.19，No.3，pp.143-157.
- 広瀬幸雄(1994)：環境配慮行動の規定因について，社会心理学研究，Vol.10，No.1，pp.44-45.
- 福岡県庁(2016)：商業統計。
- 福岡県廃棄物処理計画(2021)：産業廃棄物の種類別・業種別の排出量（県内合計）。
- 福岡市役所(2024)：ふくおかの環境・廃棄物データ集。
- 藤山淳史，松本 亨：地域特性および品目特性を考慮した資源循環の最適空間規模導出モデルの提案，土木学会論文集 G（環境），Vol.68，No.6（環境システム研究論文集 第40巻）2012.
- 松藤敏彦，都市ごみ処理システムの分析・計画・評価，技報堂出版，(2005)。
- Atasu A, Dumas C, Van Wassenhove LN(2021): The Circular Business Model Pick a strategy that fits your resources and capabilities. Harv Bus Rev.
- Elif Ulker-Dermirel, Gulsel Ciftci(2020): A systematic literature review of the theory of planned behavior in tourism, leisure and hospitality management research, Journal of Hospitality and Tourism Management, Vol.43, pp.209-219.
- Icek Ajzen(1991): The theory of planned behavior, Organizational Behavior and Human Decision Processes, pp.179-211.
- Imran Hossain, Fekete Farkas Maria, Md. Nekmahmud Argon(2022): Purchase Behavior of Energy-Efficient Appliances Contribute to Sustainable Energy Consumption in Developing Country: Moral Norms Extension of the Theory of Planned Behavior, Energies, Vol.15, No.13, 4600.
- Lacy P, Long J, Spindler W, アクセンチュア，海老原城一(2020)：サーキュラー・エコノミー・ハンドブック：競争優位を実現する。日経BP日本経済新聞出版本部，日経BPマーケティング。
- Moeko Kawai, Jun Nakatani, Kiyo Kurisu, Yuichi Moriguchi “Quantity- and quality-oriented scenario optimizations for the material recycling of plastic packaging in Japan” Resources, Conservation and Recycling, 2022.
- Urbinati A, Chiaroni D, Chiesa V(2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. J Clean Prod. 2017; 168: 487-98.
- World Economic Forum(2022): The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics, (https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf), (2024 年 7 月 2 日閲覧)

1. 5. 研究成果及び自己評価

1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

<得られた研究成果の学術的意義>

サブテーマ1の「行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究」に関しては、大規模・中規模・小規模自治体の人口規模に依るとともに、統一的な内容により、各種資源回収システムに対する住民の評価、プラスチック資源回収に対する協力度を体系的に明らかにした点に学術的意義が高いと考えられる。また、行政の環境施策との連携を図り、再生プラスチック製品のモニター調査を行い、高品質材料リサイクル「見える化」に基づく住民の資源回収協力度の向上効果を明らかにした点、既存の心理要因モデルに加えて地域循環を促す可能性の高い心理要因の仮説を検証できた点にも学術的意義が高い。

サブテーマ2の「民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究」に関しては、プラスチック樹脂組成調査により、家庭系プラスチックの排出実態を樹脂組成の観点から体系的に整理したことに学

術的意義が高いと考えられる。さらに、定期回収と拠点回収という異なる回収方式による排出特性の違いに言及し、容器包装プラスチックとは異なる製品プラスチックの性状をまとめ、その回収システムのあり方に言及した点にも学術的意義がある。さらに、多種多様なインタビュー調査の実施により、サーキュラティ―・マトリックスに基づく民間事業者自主回収システムの評価を行った点も学術的意義が高いと考えられる。

サブテーマ3の「最適社会システムのモデル化に関する研究」に関しては、家庭系、事業系、店頭回収といった多様なフローを統合的に捉え、樹脂別組成比率を反映した詳細な処理フローを構築する手法を提示した点に意義があると考えられる。特に、各処理段階における物量および組成について、既存統計や調査を基盤に推計する手法を提示し、地域間比較が可能な形式に整理した点は、他地域への展開にも貢献できると考えられる。選別精度の向上を目的とする高度機械選別技術について、事業採算性の面から損益分岐点を分析した点は、技術導入における経済合理性の評価方法の提示として意義があると考えられる。さらに、収集運搬距離や人口規模を考慮した広域化の効果分析により、効率的なインフラ整備の検討に資する分析の枠組みを提示できたことも学術的意義があると考えられる。

<環境政策等へ既に貢献した研究成果>

0町にて、行政拠点回収から得られた再生PPを材料に製造した生ごみ分別用バケツが試作され、モニター住民に配布された。試作された生ごみ分別用バケツのモニター調査により、高品質材料リサイクル「見える化」により住民の資源回収に対する協力度向上効果が確認された。

プラスチック樹脂組成調査の結果を各自治体の担当職員に報告し、本調査結果がプラスチック回収方策の検討資料として使用された。

また、事業系プラスチックの排出特性結果を踏まえ、福岡県にてクリーニングの衣類用カバーの回収・再資源化に関する実証事業が開始された。

<環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果>

材料リサイクルによる「見える化」を進める上で、ポリプロピレン樹脂の重量割合が高いこと、異物等の混入割合が低いことを根拠に、一括回収のみならず拠点回収を併用することの有効性を提示できた。事業系廃プラスチックの中でも包材として使われる軟質プラスチックの材料リサイクルの可能性を明らかにした。さらにBtoCの事業形態であれば、消費者がリサイクル行動に関与することができるため、「見える化」の効果も期待できる可能性を示した。同種のプラスチックの排出が見込まれる業種に対し、回収スキームの構築を促進することの有効性を示した。

1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

<全体達成状況の自己評価>

2. 目標を上回る成果をあげた

「地域特性によるプラスチック回収資源化システムのモデル・シナリオ形成」（福岡大学、鈴木 慎也）

全体目標	全体達成状況
対象となる3つの地域における樹脂別の組成分析データをもとに材料リサイクル可能な廃プラスチックの賦存量を把握する。先行するプラスチック再生化への取り組みをもとに再生プラスチック製品の試作を行い、住民の反応やさらなる要望をもとに地域内プラスチック・リサイクルループを形成する。さらに効率的な回収ならびに高品質な再資源化を実現する回収システムモデルを構築することにより、回収と再生の相乗効果を実現する。	<p>1. サブ3の廃プラスチックフローをもとに、サブ2の樹脂組成調査結果を組み合わせ「材料リサイクル可能な」廃プラスチック賦存量を把握できた。</p> <p>2. サブ1のモニター調査をもとに、小規模自治体においては住民の反応や要望を踏まえた地域内プラスチック・リサイクルループが形成された。大規模自治体では、サブ2でインタビューを行った仙台市では既に再生品の市販も確認された。サブ2では民間回収でもいくつかの事例が確認されている。</p> <p>3. 現状で最も回収率が高い自治体でも50%程度に過ぎず、さらなる資源回収を進めるには別の回収を組み合わせることが求められる。サブ2によれば、行政回収におけるトレイ類（スーパー等での店頭回収が行われている）の回収率が他に比べて高い値を示していることから、民間回収による周知効果の存在が推測される。行政回収と民間回収等を組み合わ</p>

	せることで、回収率の向上が期待される。サブ1の結果によれば、やりがいや実感が伴うことで行政拠点回収、民間回収いずれも利用頻度の向上につながることが示された。
--	--------------------------------------------------------------------------------

＜サブテーマ1 達成状況の自己評価＞・・・・・・・・ 3. 目標どおりの成果をあげた

「行政・地域による回収システムおよび住民協力の可能性に関する研究」（九州大学、近藤加代子）

サブテーマ1 目標	サブテーマ1 達成状況
<p>1. プラスチックごみの樹脂別組成分析を行い、プラスチックごみに対する基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理を行う。特に材料リサイクルに適したプラスチック構成材に対する知見を得る。</p> <p>2. 先行して取り組みを進めているプラスチック再生化への取り組みをもとに生ごみ分別用バケツなどの試作を行う。住民へのリサイクルの「見える化」による分別協力度の向上効果の検証を行う。</p> <p>3. 市民アンケートを踏まえて、3地域の現状の回収システムの改善による回収率向上のための有効な施策の提示。</p> <p>4. 行政回収における容リプラ、製品プラ回収の増加、または特定プラスチックの回収を組み込んだ場合の回収システムのモデルおよび市民協力の可能性についての提示。必要な行政施策の提示。</p>	<p>1. サブテーマ2と連携を図りつつ、プラスチックごみに対する知見を得られた。材料リサイクルに適したプラスチック構成材に対する知見を踏まえ、容器包装プラスチックだけでなく製品プラスチックに対する回収システム評価を実施できた。</p> <p>2. 大木町、みやま市において生ごみ分別用バケツの試作がなされ、住民の分別協力度の向上効果が実証された。既存の心理要因モデルに加えて、地域循環を促す可能性の高い心理要因の仮説を検証することもでき、学術的にも環境政策的にも貴重な分析結果が確認できた。</p> <p>3. 住民のプラスチックリサイクル行動に影響を与える要因は、回収頻度等の社会的条件、住民の環境意識や社会規範に加えて、人口規模が大きい自治体では回収拠点に関する情報、人口規模が小さい自治体では地域への愛着といった要因が行動に影響を与えることが示唆され、都市や人口規模によって、有効的な環境施策が異なることが確認できた。</p> <p>4. プラスチックリサイクルの有効性や効果に関する情報の提示が重要であることを示した。</p>

＜サブテーマ2 達成状況の自己評価＞・・・・・・・・ 2. 目標を上回る成果をあげた

「民間事業者による回収・域内処理システムの構築に関する研究」（福岡大学、鈴木慎也）

サブテーマ2 目標	サブテーマ2 達成状況
<p>1. プラスチックごみの樹脂別組成分析を行い、プラスチックごみに対する基礎的知見の集積ならびにその体系的な整理を行う。事業系ごみについては家庭系ごみよりさらに基礎的知見に乏しいため、特に家庭系ごみとの発生特性の違いを明らかにする。</p> <p>2. 物流パレットやコンテナなど、既に実施されている再生材使用の取り組みなどの現状を明らかにする。都心部の商業施設・オフィス等で発生する廃プラスチックの特性・量等の傾向を把握し、優先的に回収すべきプラスチックを特定、事業者に対するリユース・リサイクルの「見える化」を実現する方策を策定する。</p> <p>3. 事業者アンケートの結果も踏まえつつ、施設間協力を可能にするための回収モデルを構築する。</p>	<p>1. 人口規模の異なる複数の自治体から製品プラスチックの排出実態を明らかにした。容器包装プラスチックと対比させつつ、体系的に知見を得られた。事業系のプラスチックに対しても、複数の商業施設を対象にプラスチックの排出特性に対する基礎的な知見が得られた。</p> <p>2. 複数の商業施設で分別排出が認められた軟質系プラスチックおよび輸送用のプラスチックハンガーについて再生可能性を確認できた。色目、物性、食品衛生等を総合的に評価し、軟質系プラスチックの再生可能性を確認できた。</p> <p>3. 単独企業によるクローズドループでは素材情報のトレーサビリティが確保され、既に回収システムの構築・運用がなされていた。横断的な流通を前提とする場合には情報連携が不可欠であること、合理的な回収・運搬および安定供給が可能な規模が重要要件となることも示した。一方、衣装ケースの自主回収のように、小規模な循環であっても再資源化樹脂の用途や売り先（出口）を設計することで、回収の持続性や採算性が確保される可能性も示した。</p>

＜サブテーマ3達成状況の自己評価＞・・・・・・・・ 2. 目標を上回る成果をあげた

「最適社会システムのモデル化に関する研究」（北九州市立大学、松本亨）

サブテーマ3目標	サブテーマ3達成状況
<p>1. 樹脂別組成分析結果をもとに、コストならびにCO₂排出量の観点から材料リサイクル優位となる回収システムの評価・提案を行う。</p> <p>2. さらに統計データおよびヒアリング等から得たデータをもとに特定地域の廃プラスチック賦存量を推計し、選別・回収にかかるコストならびにCO₂発生量を算出する。</p> <p>3. 3自治体における調査結果等をもとに、高度機械選別導入が優位となる事業規模の損益分岐点を明らかにする。</p> <p>4. 上記をもとに、優先的に回収すべきプラスチック、最適な回収域、回収主体を地域別に特定する。</p>	<p>1. 家庭系および事業系廃プラスチックの樹脂別組成を考慮した処理フローを構築し、それに基づくLCAおよびコスト分析を通して、高度機械選別導入による材料リサイクル比率の向上と、それに伴うCO₂排出量の削減効果および費用面の変化について定量的な評価結果を提示した。</p> <p>2. 統計データおよびヒアリング等から得たデータをもとに特定地域の廃プラスチック賦存量を推計し、選別・回収にかかるコストならびにCO₂排出量を算出した。</p> <p>3. 8自治体と広域化を想定した2ケースを対象に分析を行い、高度機械選別導入が優位となる事業規模の損益分岐点を明らかにした。</p> <p>4. 上記の解析を通じて、高度機械選別の導入が経済的に優位となる事業規模を明らかにした。また、分別区分等の地域特性の影響を排除するため、標準値を設定し、高度機械選別の導入や広域化による効果を定量的な評価結果を提示した。</p>

1. 6. 研究成果発表状況の概要

1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	0
査読無し論文	0
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	8
口頭発表・ポスター発表	19
マスコミ等への公表・報道等	1
成果による受賞	0
その他の成果発表	1

1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」の査読付き論文又は著書から10件まで抜粋)
	特に記載する事項はない。

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

本研究課題での成果普及活動は、合計で8件行った。これらのうち、特に重要なものは、成果20、成果22、成果24である。成果20は、福岡地域のプラスチック・リサイクル・ループ協議会においてなされた講演で、本研究成果を自治体担当職員ならびに住民に説明し、意見交換ができた。成果22では、プラスチック包装材料関連事業者に対し、樹脂組成調査結果を報告し、今後の製品開発、技術開発の参考資料を提供できた。成果24では、同様に各種民間事業者を対象にプラスチック問題の現状と今後の挑戦的課題について議論できた。

1. 7. 国際共同研究等の状況

<国際共同研究の概要>

国際共同研究を実施していない。

<相手機関・国・地域名>

機関名（正式名称）	（本部所在地等の）国・地域名
特に記載する事項はない。	

注：国・地域名は公的な表記に準じます。

1. 8. 研究者略歴

<研究者（研究代表者及びサブテーマリーダー）略歴>

研究者氏名	略歴（学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等）
近藤加代子	研究代表者及びサブテーマ1リーダー 名古屋大学大学院経済学研究科単位取得 博士（工学） 九州大学准教授を経て、 現在、九州大学大学院芸術工学研究院教授 研究テーマは環境行動、環境政策、バイオマス
鈴木慎也	研究代表者及びサブテーマ2リーダー 東京大学院工学系研究科修士課程修了 博士（工学） 福岡大学助手、助教、准教授を経て、 現在、福岡大学教授 研究テーマは廃棄物資源循環工学
松本亨	サブテーマ3リーダー 九州大学大学院総合理工学研究科修士課程修了 博士（工学） 野村総合研究所研究員、九州大学助手・助教授、北九州市立大学助教授を経て、 現在、北九州市立大学環境技術研究所教授 専門は環境システム工学、資源循環、エネルギーマネジメント

2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

(1) 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	0
査読無し論文	0
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	8
口頭発表・ポスター発表	19
マスコミ等への公表・報道等	1
成果による受賞	0
その他の成果発表	1

(2) 産業財産権

成果番号	出願年月日	発明者	出願者	名称	出願以降の番号
	特に記載する事項はない。				

(3) 論文

<論文>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
	特に記載する事項はない。			

(4) 著書

<著書>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない。		

(5) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
1	2022	近藤加代子、張睿、早渕百合子、菊澤育代、鈴木慎也（2022）：プラスチック地域循環（見える化）と市民行動—福岡県筑後地区アンケートから—、第33回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.165-166.	1	無
2	2022	鈴木慎也、早渕百合子、菊澤育代、近藤加代子、久保直紀、立藤綾子（2022）：福岡筑後地域におけるプラスチック樹脂組成調査、第33回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.169-170.	2	無
3	2022	菊澤育代、近藤加代子、久保直紀、鈴木慎也、張睿（2022）：プラスチック製造関係事業者の再生素材の使用に関する実態調査、第33回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.171-172.	2	無
4	2022	日原和香葉、藤山淳史、松本亨、大久保伸、2022年度土木学会西部支部研究発表会（2023）都市特性を考慮した廃プラスチックフローの推計、pp.855-856.	3	無
5	2022	崎田結香、松本亨、藤山淳史（2023）：プラスチックのリサイクルを対象としたライフサイクル評価におけるカーボンニュートラルの考慮、第18回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、1-C1_02-	3	無
6	2023	鈴木慎也（2023）：材料リサイクルによる「見える化」の実現～福岡県南筑後地域におけるプラスチック地域循環の取り組み～、プラスチック成形加工学会第34回年次大会、D-105(2頁)	2	無
7	2023	菊澤育代（2023）：廃プラスチックの循環における情報連携の課題とサーキュラー・エコノミー実現への展望、廃棄物資源循環学会 若手の会・環境技術学会「若手の会」合同セミナー（デジタル技術の環境分野への適用事例と課題）	2	無
8	2023	鈴木慎也、菊澤育代、藤山淳史、早渕百合子、松本亨、近藤加代子（2023）：福岡筑後地域におけるプラスチック樹脂組成調査（第2報）、第34回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.169-170.	2	無
9	2023	菊澤育代、鈴木慎也（2023）：プラスチックの回収システム構築に向けたバリューチェーンの工程別課題に関する研究、第34回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.185-186.	2	無
10	2023	菊澤育代、野崎衛、大村拓輝、田中毅、八尾滋、鈴木慎也（2023）：商業施設の廃プラスチックの回収方法および再生可能性に関する研究、第34回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.189-190.	2	無
11	2023	大久保伸、松本亨、藤山淳史（2023）：市町村レベルの廃プラスチックフロー推計手法の検討、第34回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集、pp.29-30.	3	無

1 2	2023	中隴和大, 川越広大, 藤山淳史, 松本亨 (2023) : 都市別廃プラスチックフローの推計とLCAによる現状評価, 令和5年度土木学会西部支部研究発表会, VII-30.	3	無
1 3	2023	Yuriko Hayabuchi, Youyou Hou, Kayoko Kondo, (2024): Study on public environmental awareness and behaviour towards regional plastic circulation: the case of Kurume City, Proceedings of the 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management,	1	無
1 4	2024	鈴木慎也, 河合俊賢, 菊澤育代(2024): 福岡筑後地域におけるプラスチック樹脂組成調査(第3報)、第35回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集, pp.189-190.	2	無
1 5	2024	菊澤育代, 鈴木慎也(2024): サーキュラービジネスモデルを用いた廃プラスチックの回収・資源化の評価に関する研究、第35回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集, pp.181-182.	2	無
1 6	2024	河合俊賢, 村野陽子, 菊澤育代, 鈴木慎也(2024): 資源回収拠点の利用と健康に関する研究、第35回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集, pp.179-180.	2	無
1 7	2024	川越広大, 藤山淳史, 松本亨(2024): 都市別の廃プラスチックフローの推計とLCAによる現状評価: 福岡県内の自治体を対象としたケーススタディ、第35回廃棄物資源循環学会研究発表会講演要旨集, pp.167-168.	3	無
1 8	2024	川越広大, 藤山淳史, 松本 亨(2025): LCAを用いた都市特性別プラスチック循環システムの評価とシナリオ分析、第20回日本LCA学会研究発表会、2-A1-01.	3	無
1 9	2025	Shinya Suzuki, Ikuyo Kikusawa (2025発表予定): Study on sorting plastic products based on their resin composition, Proceedings of the 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management.	2	無

(6) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
2 0	2022	近藤加代子、「福岡筑後プラグループ協議会の活動報告」、くるくるまわそう意見交換会(主催:福岡筑後プラスチックリサイクルグループ協議会、2022年11月26日、おおき循環センターくるるん環境学習室、観客約40名)にて講演	1
2 1	2022	鈴木慎也、「リサイクルをブランド化する」、福岡大学研究交流会ミニセッション(主催:福岡大学研究推進課、2022年11月30日、福岡大学文系センター棟1階プラザ50、観客約20名)にて講演	2
2 2	2023	鈴木慎也、「樹脂組成割合に基づく家庭系プラスチック類の排出実態」、第178回食品流通包装懇話会(主催:公益社団法人日本包装技術協会、2023年7月6日、ウェブ開催、聴衆30名)にて講演	2

23	2023	鈴木慎也、「地域特性によるプラスチック回収資源化システムのモデル・シナリオ形成」、福岡大学研究交流会ミニセッション（主催：福岡大学研究推進課、2023年11月16日、福岡大学文系センター棟1階プラザ50、観客約20名）にて講演	2
24	2023	菊澤育代、「環境に配慮したプラスチックの削減と循環」、SDGs勉強会：まちにあふれるプラスチック問題への挑戦（主催：あすみん、2024年3月4日）開催にて講演	2
25	2024	鈴木慎也、「プラスチックの材料リサイクルによる「見える化」と業界構図の変貌」、福岡大学研究交流会ミニセッション（主催：福岡大学研究推進課、2024年11月20日、福岡大学文系センター棟1階プラザ50、観客約20名）にて講演	2
26	2024	菊澤育代、「廃プラスチックの実質的リサイクルに向けた社会システムの構築」、福岡大学研究交流会ミニセッション（主催：福岡大学研究推進課、2024年11月20日、福岡大学文系センター棟1階プラザ50、観客約20名）にて講演	2
27	2024	菊澤育代、「Circular Economy in Japan: Lessons from Local Governments and the Private Sector」、中国清華大学との研究交流セミナー（主催：福岡大学水理衛生工学時実験室、2025年1月20日、参加学生15名）にて講演	2

(7) マスメディア等への公表・報道等

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
28	2023	鈴木慎也、RKBテレビ番組「チャギハ」海ラボ、2023年11月19日放送	2

(8) 研究成果による受賞

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない。		

(9) その他の成果発表

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
29	2025	菊澤育代、「プラスチック資源循環のための評価フレームワークの構築：サーキュラービジネスモデルの視点から」、第37回環境工学連合講演会（主催：日本学術会議環境学委員会環境科学・環境工学分科会、2025年5月27日、日本学術会議講堂）にて講演予定	2

権利表示・義務記載

本報告書に表示・記載された企業名・製品名等は、各社の商標又は登録商標である。

この研究成果報告書の文責は、研究課題に参画した研究者にあります。
 この研究成果報告書の著作権は、引用部分及びERCAのロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。
 独立行政法人環境再生保全機構（ERCA）は、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

Abstract**[Project Information]**

Project Title : Model and Scenario Formation of Plastic Recycling System Based on Regional Characteristics

Project Number : JPMEERF20223G02

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : Suzuki Shinya

(PI ORCID) : ORCID0000-0002-1018-2990

Principal Institution : Fukuoka University
Fukuoka City, Fukuoka, JAPAN
Tel: +81-92-863-8238
E-mail: ssuzuki@fukuoka-u.ac.jp

Cooperated by : Kyushu University, The University of Kitakyushu

Keywords : Plastic composition analysis, Reuse and recycling "visualization", Household and business waste, Collection and recycling system

[Abstract]

The objective of this study is to build a model of a wide-area or cross-organizational resource circulation system for plastics in regions with three different urban characteristics and collection and recycling systems, and to evaluate and analyze scenarios leading to the goal of 100% reuse and recycling in 2035. The issues that each region will address step by step according to its regional characteristics and challenges were clarified.

In the first sub-theme, "Research on collection systems by governments and regions and the possibility of resident cooperation," questionnaire surveys and analyses were conducted on residents of multiple municipalities. It was clarified that there was a desire for higher collection frequency and more accessible collection points for plastic containers and packaging. There was a covariance between social capital and information, and correlated variables were extracted (Hayabuchi *et al.*, 2024). It was demonstrated that when recycled resin products are returned to the community as daily necessities, it becomes easier to get a sense of realization and reward for recycling, and the effect of improving residents' cooperation in sorting was verified. In order to increase the frequency of use of administrative drop-off schemes, it is effective to select locations that are close and easily accessible, and to actively and regularly disseminate information in municipalities with large populations.

In the second sub-theme, "Research on the establishment of collection and local processing systems by private businesses," the actual statuses of waste household plastic products through regular collection (door-to-door collection and station collection) and drop-off schemes were

investigated. It was clarified that while polypropylene, which is easy to recycle, accounts for about 50% of the weight of plastic products, composite resin products with different materials are often generated. Although improvement of sorting technology is necessary, it was shown that effective resource recovery is possible if drop-off schemes are used in combination (Suzuki *et al.*,2024).

The characteristics of waste plastics generated at multiple commercial facilities were investigated. Furthermore, pelletizing processing and physical property evaluation provided useful knowledge for promoting material recycling in the future. A framework for evaluating the efforts of businesses was developed based on the circularity matrix. It was shown that a collection model in which a single business or multiple businesses work together to collect, sort, store, distribute, and share information on recyclable materials in an integrated manner improves the recycling rate and resource quality, reduces costs, and ensures traceability (Kikusawa *et al.*,2024). It was shown that it is realistic to introduce minimum common specifications for products with the same use, such as uniformity of materials, labeling specifications, and general shapes, so as not to impede recycling.

In the third sub-theme, "Research on modeling of optimal social systems," presented a method for constructing detailed processing flows that reflect the composition ratios of different resins by integrating various flows such as household, business, and private sector collection. In particular, a method was presented for estimating the volume and composition at each processing stage based on existing statistics and surveys and organized in a format that allows comparison between regions.

The break-even point was analyzed from the perspective of business profitability for advanced mechanical sorting technology aimed at improving sorting accuracy. Furthermore, an analysis of the effects of regional expansion, taking into account collection and transportation distances and population size, showed that regional expansion is more effective than individual operations in terms of collection efficiency, processing costs, and CO₂ reduction effects (Kawagoe *et al.*,2024). For smaller municipalities, the economic and environmental benefits of establishing a regional processing system are significant, and useful information was provided for considering the framework of the optimal circulation system in the future, including regional expansion.

[References]

- Ikuyo Kikusawa, Shinya Suzuki(2024): Study on the evaluation of waste plastic collection and recycling using a circular business model, The 35th Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management, pp.181-182. (*in Japanese*)
- Koudai Kawagoe, Atsushi Fujiyama, Toru Matsumoto(2024): Estimation of Waste Plastic Flows and LCA Evaluation of Current Status by Cities: A case study of municipalities in Fukuoka prefecture, The 35th Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management, pp.167-168. (*in Japanese*)
- Shinya Suzuki, Toshimasa Kawai, Ikuyo Kikusawa(2024): Plastic resin composition survey in the Chikugo area of Fukuoka (3rd report), The 35th Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management, pp.189-190. (*in Japanese*)
- Yuriko Hayabuchi, Youyou Hou, Kayoko Kondo, (2024): Study on public environmental awareness and behavior towards regional plastic circulation: the case of Kurume City, Proceedings of the 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management.

This research was performed by the Environment Research and Technology Development Fund (JPMEERF20223G02) of the Environmental Restoration and Conservation Agency provided by Ministry of the Environment of Japan.