

令和五年度 革新的技術・ビジネスモデル推進プロジェクトに係る事業

みんなでボトルリサイクルプロジェクト

実施報告書

ユニリーバ・ジャパン株式会社

花王株式会社

P&Gジャパン合同会社

ライオン株式会社

目次

1. 背景.....	2
2. 目的.....	2
3. 事業体制.....	3
4. 事業内容	3
-1 事業内容とスキームの紹介	
-2 回収ボックスの設置	
5. 回収実績	6
-1 回収自治体の基本情報	
-2 廃棄物処理状況	
-3 施策と実績	
6. リサイクル技術検証	10
-1 ポリエチレン（PE）リサイクル技術検証	
-2 PETボトルリサイクル技術検証	
7. 本事業からのラーニング共有.....	17
-1 提言書作成に向けて	
-2 提言内容	
8. 本事業の今後について.....	25

1. 背景：本事業の実施について

近年、プラスチックの生産量は着実に増加しており、2018 年 6 月に発表された国連環境計画の報告書「シングルユースプラスチック」によれば、日本の人口 1 人あたりのプラスチックごみの廃棄量は米国に次いで世界 2 位の 32kg であり、多くのプラスチックごみを排出している。

また、リサイクルされている割合はプラスチック総使用量の 25% (熱回収除く)¹と低く、ワンウェイプラスチックとしての利用にとどまっているのが現状である。さらに、これまで廃プラスチックの輸出先であった中国が 2018 年以降廃プラ輸入規制に踏み切り、廃プラスチックを含む固体廃棄物の中国への輸出が禁止されることになったことに加え、リサイクルに適さない汚れたプラスチックごみがバーゼル条約の規制対象に追加されたことから、我が国では、容器のコンパクト化によるプラスチック使用量削減、詰め替え・付け替え用製品などによる容器材料・包装の削減だけでなく、発生した廃プラスチックを国内でリサイクルすることが急務となった。

日本では、リデュースに関して様々な環境負荷低減の取り組みがある一方で、リサイクルに関しては今までポストコンシューマー材料（ペットボトル以外のその他プラスチック）はパレットや土木材等、限定された用途にしかマテリアルリサイクルされてこなかったため、今後さらにリサイクルを推進するにあたっては、より高度なリサイクルを実現させることが重要となる。

2. 目的

本事業（名称：「みんなでボトルリサイクルプロジェクト」）では、日用品業界の競合である 4 社、ユニリーバ・ジャパン（以下「ユニリーバ」）/花王株式会社（以下「花王」）/P&G ジャパン合同会社（以下「P&G」）/ライオン株式会社（以下「ライオン」）が日用品業界における資源循環を目指し、プラスチックのボトル容器からボトル容器への水平リサイクルを実証するものとする。

本事業では、下記を目的に、調査分析及び実証を進めるものとする。

- 1) 消費者・行政・企業の連携による、日用品の容器の分別回収・リサイクルの仕組みを検討すること
- 2) 回収した使用済み容器を活用し、ボトル容器からボトル容器への水平リサイクル技術を検証すること

なお、本事業は日用品メーカー各社に加え、プラスチックのマテリアルリサイクル技術を有するヴェオリア・ジェネッツ株式会社（以下「ヴェオリア」）とも主に技術面で連携する。さらに、ボトル成形に関しては、ボトル成形メーカーの吉野工業所と技術面で連携している。

本事業では上記取組を通じ、東京都をはじめとした国内のプラスチック（PE/PET 共に）

¹ 「プラスチックリサイクルの基礎知識 2021」一般社団法人プラスチック循環利用協会
<https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf1.pdf>

の水平リサイクル技術の確立と実装に貢献したい。

3. 事業体制

消費財メーカー：ユニリーバ・花王・P&G・ライオン、リサイクラー：ヴェオリア、データ分析：digglue と協働自治体：東京都、東大和市、狛江市、国立市、常総市（茨城県）からなる協業体制にて、本事業を実施した。

国立市は今年度4月より本事業へ新たに参加することとなった。また、これまで協業自治体からの要望でつめかえパウチの回収も行ってきたが、本事業の目的であるボトルの水平リサイクル検証に注力するため、今年度4月よりつめかえパウチを回収対象外品とし、回収対象品をボトルのみとしている。

事業全体の流れとしては図3-1に示すように、協働自治体が回収場所の提供・発送業務の対応・市民への広報活動を行い、リサイクラーが回収品の仕分け・分析・トレーサビリティシステムへの開発と登録・再生ペレットの開発・製造、消費財メーカーが全体の仕組み作りと管理・ボトルサプライヤーと連携し技術検証、広報活動を行う。

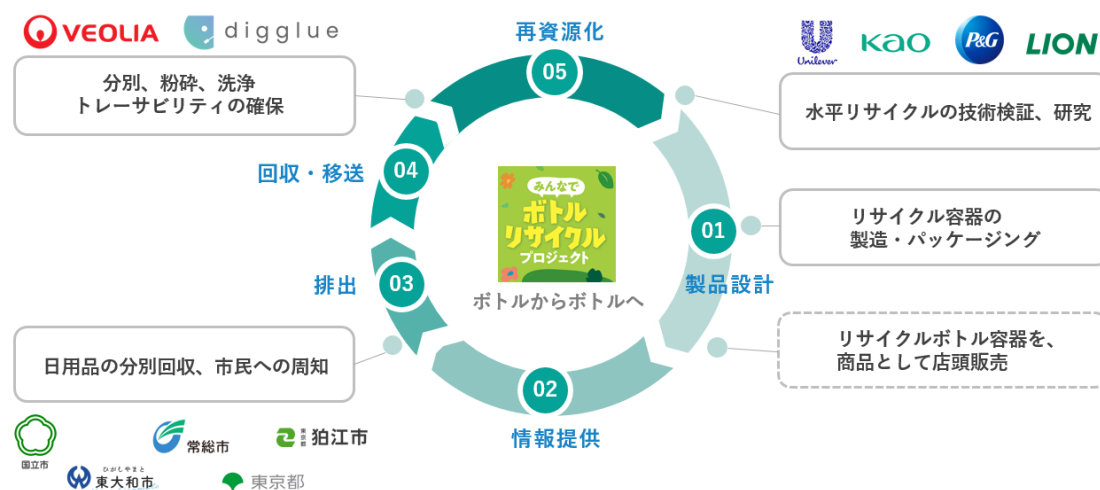


図3-1 事業の連携体制

4. 事業内容

4-1 事業内容とスキームの紹介

本事業は、回収からリサイクルまでのスキームについて法的根拠と各関係自治体の理解を得た後、資源（消費財メーカーの所有物）として容器の自主回収を行い、水平リサイクル技術の検討を進める内容となっている。本事業のスキームを図4-1に示す。

具体的には、自治体で回収された使用済みプラスチック容器は、プラスチックリサイクル工場に配送される。回収ボックスは各拠点に設置しており、箱が一杯になり次第、回収された使用済みプラスチック容器は回収ボックスの内箱に詰められて各回収拠点より宅急便に

て発送される。リサイクル工場に到着した回収品は仕分け・粉碎洗浄・ペレット化の順に再生ペレットの製造検証、ボトルの製造検証に活用した。



図4-1 回収からリサイクルまでのスキーム

回収対象は日用品の使用済みプラスチック容器（ボトル）とした。ボトルの洗い方を図4-2に、回収対象品の具体例を図4-3に示した。



図4-2 回収容器の洗い方

回収対象品目 (一例)

ボトル



回収できません

つめかえ/チューブ製品/オイル製品/スプレー缶/ジフ/ドメスト/ヴァセリン



図 4 - 3 回収対象品の例

4-2 回収ボックスの設置

本事業は 2021 年 6 月 1 日から東京都東大和市を最初の実証地域とした。東大和市は、市のごみアプリやホームページ、地域紙等を通じ、地域の消費者に対し本事業への協力依頼を行った。東大和市民は 10 箇所の市内の公民館や市民センターに設置した回収ボックス(図 4-4) に、各家庭で洗浄・乾燥させた使用済みプラスチック容器を持参する。



図 4-4 回収ボックスイメージ

2021 年 9 月より茨城県常総市にて 2 箇所、2021 年 11 月より東京都狛江市にて 8 箇所、2023 年 4 月より東京都国立市にて 7 箇所の回収拠点を拡大し、2024 年 3 月時点も継続してこれらの拠点にて回収を行っている。

5. 回収実績

5-1. 回収自治体の基本情報

回収実績を検討するに際し、各自治体の状況を取りまとめた。

5-1-1. 人口および世帯数

表 5-1 回収自治体の基礎統計

		令和 4 年 1 月 1 日住民基本台帳				
都道府県名	市区町村名	人口（男）	人口（女）	人口（計）	世帯数	平均世帯人数
東京都	狛江市	40,175	42,847	83,022	43,134	1.92
東京都	東大和市	41,846	43,439	85,285	40,049	2.13
東京都	国立市	37,105	39,212	76,317	38,957	1.96
合計		119,126	125,498	244,624	122,140	2.00

表 5-1 に回収自治体の基礎統計を示す。これによれば本プロジェクト対象物である使用済み容器の排出能としては狛江市、東大和市、国立市はほぼ同等といえる。

5-2. 廃棄物処理状況

環境省廃棄物処理技術情報令和 3 年時点調査結果と各市 HP をもとに整理した。

(https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/r3/index.html)

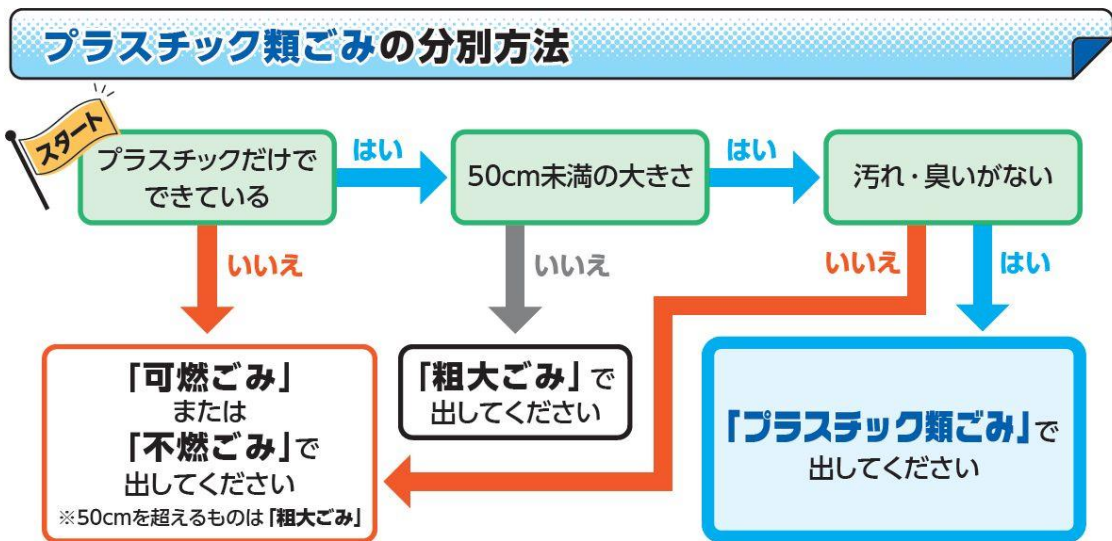
5-2-1. 各市廃棄物行政概況

①【狛江市】

プラスチック類の廃棄方法

- ・日用品製品本体ボトル : プラスチック類ごみ
- ・日用品製品つめかえパック : プラスチック類ごみ
- ・プラスチック製品 : プラスチック類ごみ

狛江市は各戸収集方式を採用している。また容器包装プラは製品プラスチックと一括して有償袋で回収を行っている。なお、可燃ごみ袋・不燃ごみとの価格差はない。



狛江市 プラスチック類ごみ分別ガイドより

<https://www.city.komae.tokyo.jp/index.cfm/41,126272,c,html/126272/20230202-133620.pdf>

②【東大和市】

プラスチック類の廃棄方法

・日用品製品本体ボトル	: プラスチック類ごみ	自宅前
・日用品製品つめかえパック	: プラスチック類ごみ	自宅前
・プラスチック製品	: 可燃ごみ	自宅前

東大和市は各戸収集方式を採用している。また容器包装プラは単独で有償袋で回収を行っている。なお、可燃ごみ袋・不燃ごみとの価格差はない。

③【国立市】

プラスチック類の廃棄方法

・日用品製品本体ボトル	: プラスチック類ごみ	ステーション
・日用品製品つめかえパック	: 可燃ごみ	ステーション
・プラスチック製品	: 不燃ごみ	ステーション

国立市はステーション収集方式を採用している。また容器包装プラは単独で有償袋を用いて回収を行っている。なお、容器品袋は可燃ごみ袋・不燃ごみの半額に設定されている。

5-2-2. 各市容リ協引取量 令和4年度実績

各市の容リ協との取引実績（令和4年度）実績は表5-2の通りである。

表5-2 容リ協との取引実績（令和4年度）

	狛江市	東大和市 小平・村山・大和衛生組合として	国立市
地域人口	83,022 人	352,518 人	76,317 人
容リ協引取実績 その他プラ	-	3359.06 トン	530.24 トン
人口当たり引取量	-	9.53kg	6.95kg

5-3. みんなでボトルリサイクルPJ 施策と実績(2023年12月末時点)

5-3-1. 施策概況

①ボックス配置概要

各市の回収ボックス配置概要は表5-3の通りである。

表5-3 各市のボックス配置概要

自治体名	回収ボックス 設置数	人口	面積	人口/ 回収ボックス	面積/ 回収ボックス
単位	個	人	km ²	人/個	km ² /個
狛江市	10	83,022	6.39	8,302	0.64
東大和市	8	85,285	13.42	10,661	1.68
国立市	7	76,317	8.15	10,902	1.16

②ボックス配置場所

各市の回収ボックス配置場所は表5-4の通りである。

表5-4 回収ボックス配置場所

狛江市	東大和市	国立市
岩戸地域センター	狭山公民館	国立市役所 本庁舎
ビン・缶リサイクルセンター	向原市民センター	くにたち北市民プラザ
市民総合体育館	桜が丘市民センター	くにたち南市民プラザ
上和泉地域センター	上北台市民センター	公民館
西河原公民館	清原市民センター	くにたち中央図書館
中央公民館	蔵敷公民館	西福祉館
南部地域センター	中央公民館	下谷保地域防災センター
野川地域センター	奈良橋市民センター	
	南街市民センター	

5-3-2. 回収実績

図5-1、2は2023年1月からの自治体別月次回収量を示したものである。なお、本事業では当初は使用済みのボトルとパウチを回収していたが、2023年4月よりパウチの回収を中止した。しかし、市民への周知の遅れなどにより、引き続きパウチは投函されていたが、2023年12月を以てパウチの回収はほぼなくなった。

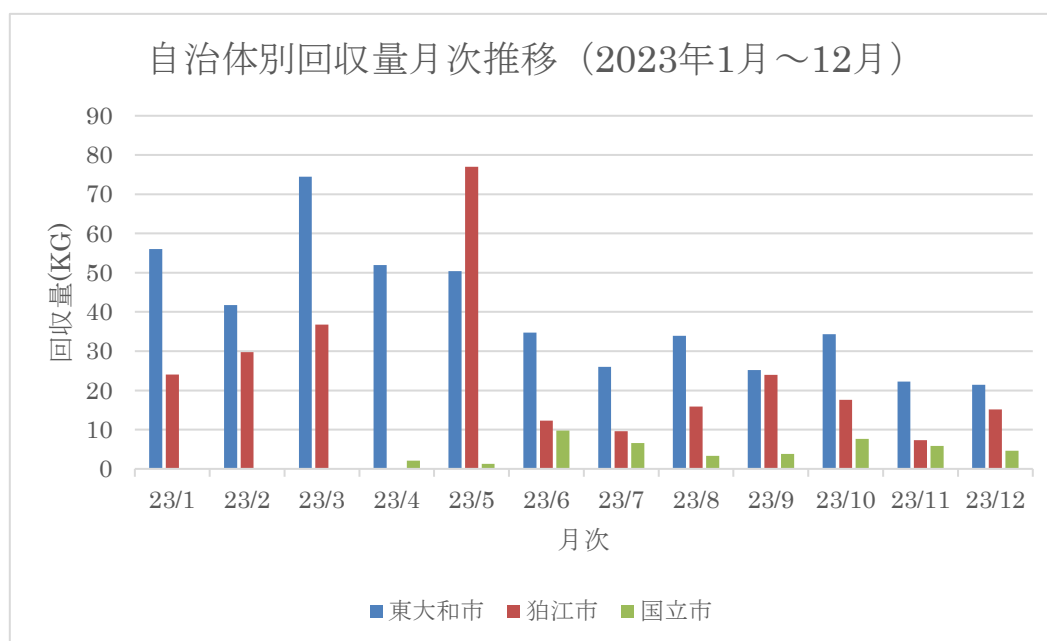


図5-1 自治体別月次回収量 (kg)

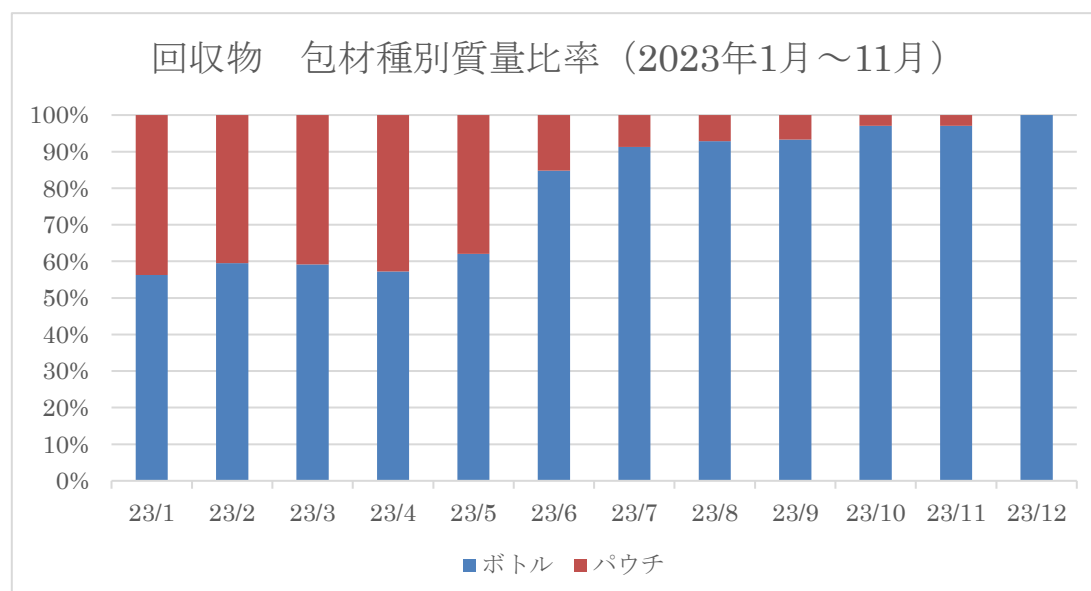


図5-2 自治体別月次回収量 (%)

6. リサイクル技術検証

6-1 ポリエチレン (PE) リサイクル技術検証

令和3年度に、自治体にて回収した PE ボトル容器を用いて破碎、選別（比重選別のみ）、洗浄、ペレット化、リサイクル材を約 50%使用したボトル容器の成形を行い、容器物性上問題ないボトルを得たが、選別（異物の除去）と脱臭（香料臭の除去）が大きな課題であることを報告した。² そこで、令和4年度では、選別工程に近赤外選別を加え、脱臭においては湿式での破碎と、ペレット時の減圧により改善を試みた（表 6-1-1）。³

選別：近赤外による光学選別

脱臭：破碎洗浄（湿式での摩擦洗浄破碎）、ペレット化時の減圧操作

表 6-1-1 ペレット化までの工程（第1回目と第2回目の違い）

工程	仕分け	破碎	選別	ペレット化
第1回リサイクル試験 (令和3年度)	手作業	乾式	ラボ比重選別	ラボ押出機
第2回リサイクル試験 (令和4年度)	手作業	湿式	光学選別 and/or 実機比重選別	実機相当押出機 (減圧対応)

実際に令和4年度に行ったペレット化までの工程を図 6-1-1 に示した。

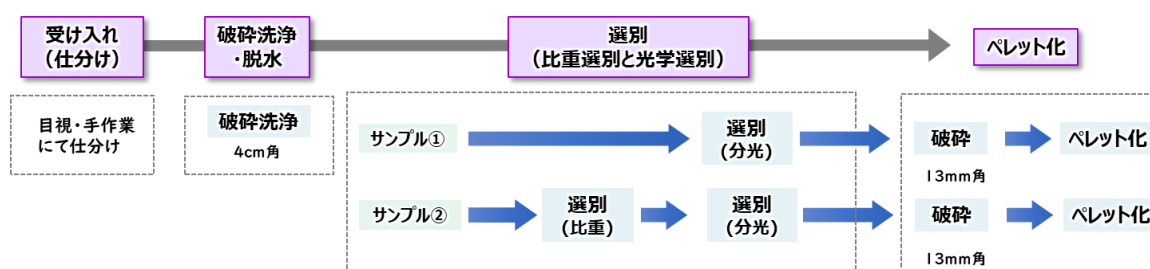


図 6-1-1 第2回リサイクル実験の工程（ペレット化まで）

令和5年度は、令和4年度で得られた2種類のペレットを用いて、吉野工業所にて成形テストを行い、メッシュの異物量と成形性の確認を行った。

成形テストの層構成案

サンプル②（選別2回）とサンプル①（選別1回）の成形テスト案を表 6-1-2 に示した。

サンプル②：比重選別後に近赤外選別

サンプル①：近赤外選別のみ

² R3 年プラスチック資源循環に向けた革新的技術・ビジネスモデル推進プロジェクトの報告書
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/kankyo/single_use_plastics-circular_innovation-files-bottlerecycleproject_report

³ R4 年プラスチック資源循環に向けた革新的技術・ビジネスモデル推進プロジェクトの報告書
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/kankyo/single_use_plastics-circular_innovation-files-r4_7_bottlerecycleproject

表 6 - 1 - 2 成形テストの層構成案

サンプル種	Run	成形パターン	単層 /積層	スクリー1	スクリー2		スクリー3	PCR 比率	ボトル重量 (目標)
				内層	中間層		外層		
				バージン	PCR	バージン	バージン		
サンプル②	Run1	バージン100	単層			100		0	19g
	Run2	PCRバージンのドライブレンド (40/60)	単層		ブレンド PCR/バージン=40/60			40	19g
	Run3	内層PE5/中間層90 (ブレンド*) /外層PE5 PCR 30%	積層	5 (25μ狙い)	ブレンド PCR/バージン=40/60		5 (白) (25μ狙い)	33	19g
	Run4	PCRバージンのドライブレンド (60/40)	単層		ブレンド PCR/バージン=60/40			60	19g
	Run5	内層PE5/中間層90 (ブレンド*) /外層PE5 PCR 50%	積層	5 (25μ狙い)	ブレンド PCR/バージン=60/40		5 (白) (25μ狙い)	54	19g
	Run6	PCRバージンのドライブレンド (36/64)	積層	5 (25μ狙い)	ブレンド PCR/バージン=60/40		5 (白) (25μ狙い)	54	31g
	Run9	PCR材100%	単層		100			100	19g
サンプル①	Run7	PCRバージンのドライブレンド (40/60)	単層		ブレンド PCR/バージン=40/60			40	19g
	Run8	内層PE5/中間層90 (ブレンド*) /外層PE5 PCR 30%	積層	5 (25μ狙い)	ブレンド PCR/バージン=40/60		5 (白) (25μ狙い)	33	19g

今回使用したペレット樹脂量は、サンプル①が約 30kg、サンプル②が約 93kg である。近赤外選別のみ行っているサンプル①は異物が多いことが予測できたため、サンプル②のボトル成形を中心に行い、サンプル①はメッシュ詰まりの比較として行った。メッシュの交換は Run1、Run3、Run9、Run8 の後に行った。⁴サンプル①とサンプル②のメッシュ詰まりを比較するため、同等の樹脂量を使用して比較した。樹脂量は、Run2 と 3、Run7 と Run8 でそれぞれ約 10kg である。令和 3 年度に実施した成形テストでは、今回と同じ大きさ 300ml の金型を用いたが、厚みが想定より厚かったため（ボトル重量 31g）、今回は標準的な厚みに変更した（ボトル重量 19g）。ただし、前回との比較のため、Run6 では前回と同じ厚みの成形を行った。

成形テストの条件

試作形状；汎用 300ml 容器

成形温度；押出スクリーン 約 200℃、ダイ 約 200℃

成形テストの結果

(1) ボトルの外観について

成形した容器の一部の外観を図 6 - 1 - 2 に示した。外層を白色で覆っていない Run2 は多少の黒点はあったものの、均一で問題ないと考えられた。外層を白色で覆った Run3 は少し白色の筋ムラは見られたが、調整可能なレベルであると考えられた。

⁴ 成形は以下の順番に行った。Run1→Run2→・・・→Run6→**Run9**→Run7→Run8

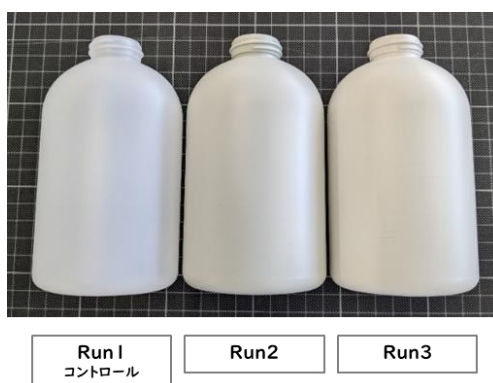


図 6 - 1 - 2 成形ボトルの外観写真

(2) ボトルの強度について

成形した容器の強度の評価を表 6 - 1 - 3 に示した。試験は（株）吉野工業所にて行った。表から、いずれの容器も強度については問題ないことが分かる。

(3) メッシュ詰まりについて

Run 2, Run 3 後、Run 4~Run6 と Run9 後、Run, 7, Run 8 後のメッシュの写真を図 6 - 1 - 3 に示す。使用した樹脂量は、それぞれ、約 10kg, 約 28kg、約 10kg である。メッシュ A とメッシュ C を比較すると、メッシュ A の方が異物は非常に少ないことが分かるが、サンプル②も使用する樹脂量を増やすとメッシュ B に示すようにメッシュに詰まるものが増えており、ロングランで実施するには厳しい結果であった。さらなる改善が必要である。

表 6 - 1 - 3 成形テストで得られた容器の強度の評価

サンプル種	Run	成形パターン	単層/積層	ボトル重量 (目標)	空座屈強度 (N)	落下強度 (5℃1m)	ESCR (65℃)
サンプル②	Run1	バージン100	単層	19g	316.1	破瓶無し	破瓶無し
	Run2	PCRバージンのドライブレンド (40/60)	単層	19g	307.4	破瓶無し	破瓶無し
	Run3	内層PE5/中間層90 (ブレンド) /外層PE5 PCR 30%	積層	19g	321.5	破瓶無し	破瓶無し
	Run4	PCRバージンのドライブレンド (60/40)	単層	19g	313.5	破瓶無し	破瓶無し
	Run5	内層PE5/中間層90 (ブレンド) /外層PE5 PCR 50%	積層	19g	320.0	破瓶無し	破瓶無し
	Run6	PCRバージンのドライブレンド (36/64)	積層	31g	600.9	破瓶無し	破瓶無し
	Run9	PCR材100%	単層	19g	317.7	破瓶無し	破瓶無し
サンプル①	Run7	PCRバージンのドライブレンド (40/60)	単層	19g	316.6	破瓶無し	破瓶無し
	Run8	内層PE5/中間層90 (ブレンド) /外層PE5 PCR 30%	積層	19g	310.8	破瓶無し	破瓶無し



図 6-1-3 メッシュの外観写真

(3) 匂いについて

匂いについては、官能評価であるが、トイレタリー充填品由来と思われる臭いがあるものの、臭気の強い海外リサイクル材よりは少ないことから、リサイクル率によっては使えるレベルになったと考えられた。しかしながら、リサイクル率を上げる場合には、さらなる脱臭が必要である。

成形テストのまとめ

これまでの検討から、市場での使用済み PE ボトルを水平リサイクル際に、異物の除去と脱臭が大きな課題であったため、その改善を試み、ボトルに成形することでその効果を確認した。選別工程において、比重選別と近赤外線選別を組み合わせることで異物は少なくなったが、成形でロングランを行うにはまだ改善が必要であることが明らかとなった。脱臭においては、湿式での洗浄と混錬時の減圧により効果は認められたが、リサイクル率を上げるためには、さらなる脱臭が必要であることが分かった。

今後は、レーザーフィルターによる異物の除去や、EREMA 社製の Refresher による脱臭の検討を行う予定である。

6-2 PET ボトルリサイクル技術検証

本年度、令和 4 年度に再ペレット化された再生 PET 樹脂（以下 r-PET 樹脂とする）を使用した最小規模ボトル成型実験を実施し、成型適正予備観察をした。活用したペレットは比重選別なし、ポリオレフィンの混合率が約 10%、再ペレット後の再結晶化工程はおこなって

いない。(詳細は表 6-2-1 のとおり)

表 6-2-1 PET ボトルリサイクル技術検証

ボトル回収	ボトル選別	破砕・洗浄	再ペレット化
東大和市 狛江市 常総市	ヴェオリア社	日本シーム社	ウツミ社
令 4 年 4 月-6 月	令 4 年 8 月	令 4 年 9 月	令 5 年 2 月
回収ボトル重量 190 k g	選別ボトル重量 70 k g	粉碎フレーク重量 66 k g	再生 PET ペレット重量 50 k g
 		 	 

(1) ボトル成型実験設備

ボトル成型実験には小型インジェクションブロー成型機を使用、満中容量 6 2 0 mL の PET ボトル一個取金型を取り付けた。

(2) PET 樹脂配合・樹脂特性

ボトル成型試験はフレッシュ PET 樹脂に対し、r-PET 樹脂 0 %、2 5 %、5 0 %、7 5 %、1 0 0 % (フレッシュ PET 樹脂 0 %) 配合のトライアル 1 よりトライアル 5 の 5 段階で行った。再生樹脂の低 IV 値はポリオレフィン混入のためと考えられ、また再結晶化工程を経ていないため、結晶化度、結晶化温度値は不明である (表 6-2-2)。

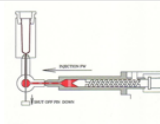
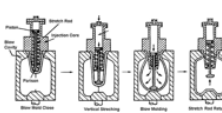
表 6-2-2 PET 樹脂配合比率と樹脂物性

PET 樹脂配合比率	フレッシュ PET	東京 rPET
トライアル 1	1 0 0 %	0 %
トライアル 2	7 5 %	2 5 %
トライアル 3	5 0 %	5 0 %
トライアル 4	2 5 %	7 5 %
トライアル 5	0 %	1 0 0 %
PET 樹脂物性	フレッシュ PET	東京 rPET (100%)
IV (Intrinsic Viscosity)	0.80 (0.78-0.82)	0.587
結晶化度	>45%	NA
熔融温度ピーク	245-255°C	240-260°C
結晶化温度理論値	140°C	NA
ガラス転移温度	70-80°C	86.2°C
1 0 0 ケあたりペレット平均単重量	1.6g (1.4-1.8)	1.0-2.0g

(3) ボトル成型工程・設定条件

ボトル成型に先立ち、r-PET 樹脂は卓上オーブン内 140 度にて 4 時間乾燥させた。乾燥中、樹脂ペレットの溶融、結合は見られなかった。 プリフォーム射出成型、ボトル延伸ブロー成型ともにトライアル 1 よりトライアル 5 の配合 5 種類間で設定条件を変更することなくボトル成型は可能であった。 全ての配合において、形の上では同一ボトルが成型できた。 成型工程においても全ての配合で異常、問題は見られなかった（表 6-2-3）。

表 6-2-3 PET ボトルの成型工程

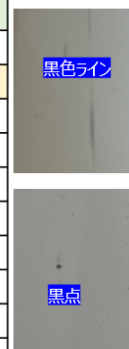
成型工程		
成型前樹脂乾燥		
乾燥温度	140℃	
乾燥時間	4時間	
プリフォーム射出成型		
バレル部温度	270-300℃	
ノズル温度	270℃	
冷却水温度	10℃	
冷却時間	2.2秒	
プリフォーム温度	45-55℃	
ボトル延伸ブロー成型		
プリフォーム加熱温度	220℃	
ブローエア圧	4.06 PSI	
ブロー時間	2.0秒	
冷却水温度	10℃	
ボトル温度	30-40℃	
その他		
成型サイクルタイム	2.6秒	
成型トライアル時間	各10-15分（樹脂2-3kg使用）	

(4) 成型ボトル評価

トライアル 1 よりトライアル 5 のすべての試験で外観上ほぼ同等品質の PET ボトルを成型することができた。 再生 PET 樹脂配合品には異物またはオレフィン樹脂混入が原因と考えられる、少数で小さな黒色ラインと黒点がボトル表面で観察された。 また r-PET 樹脂配合率が多いほど、ボトル表面の艶減少が観察された。 これもオレフィン樹脂混入のためと考えられる。 どの再生 PET 樹脂配合ボトルも純粋 PET ボトルと同等の圧縮強度、環境応力（耐ストレスクラッキング）性能を示した（表 6-2-4）。

表 6-2-4 成型ボトル評価

トライアル番号	1	2	3	4	5
フレッシュ：rPET比率	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
ボトル観察					
成型性	コントロール	良	良	良	良
外観形状	コントロール	良	良	良	良
色調	無色透明	つや有り白色不透明 → つや無し白色不透明			
黒色ライン	-	5（8ヶ中）	8（11ヶ中）	4（10ヶ中）	2（9ヶ中）
黒点	-	3（8ヶ中）	5（11ヶ中）	4（10ヶ中）	3（9ヶ中）
におい	なし	なし	なし	なし	なし
垂直圧縮強度 (N) 各 2ヶ測定	508	574	588	718	591
50℃ストレスクラッキング (液洗)	0（1ヶ中）	0（3ヶ中）	0（3ヶ中）	0（3ヶ中）	0（3ヶ中）



(5) 再生PET樹脂追加測定

r-PET 樹脂のボトル成型性が良かった理由を探るため、フーリエ変換赤外分光と示差走査熱曲線の追加樹脂分析測定を行った。赤外分光表で r-PET 樹脂へのポリエチレン樹脂混入が確認された (図 6-2-1)。

FT-IR (フーリエ変換赤外分光法)

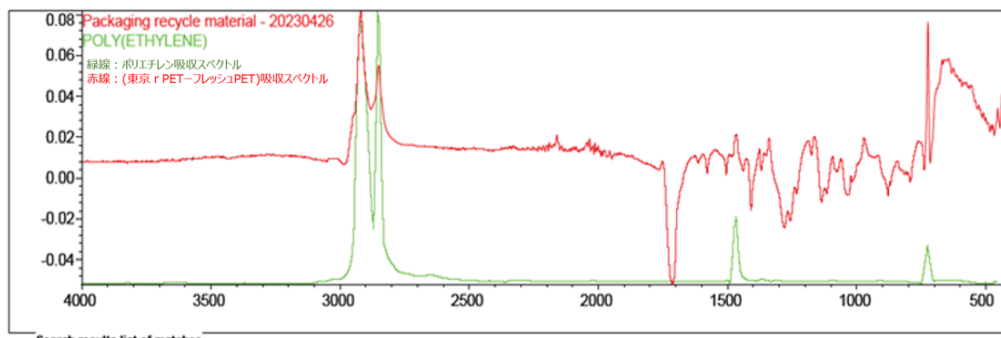


図 6-2-1 赤外分光測定結果

また示差走査熱曲線では図 6-2-2 の上図のような通常の PET 樹脂 120 度前後で現れる結晶化点が、r-PET 樹脂では見られなかった (図 6-2-2 の下図)。一方、130 度前にポリエチレンと思われる樹脂溶融点を確認された。PET の結晶化点が現れなかったため、r-PET 樹脂は結晶度 40 % を超える高結晶化樹脂と推測される。

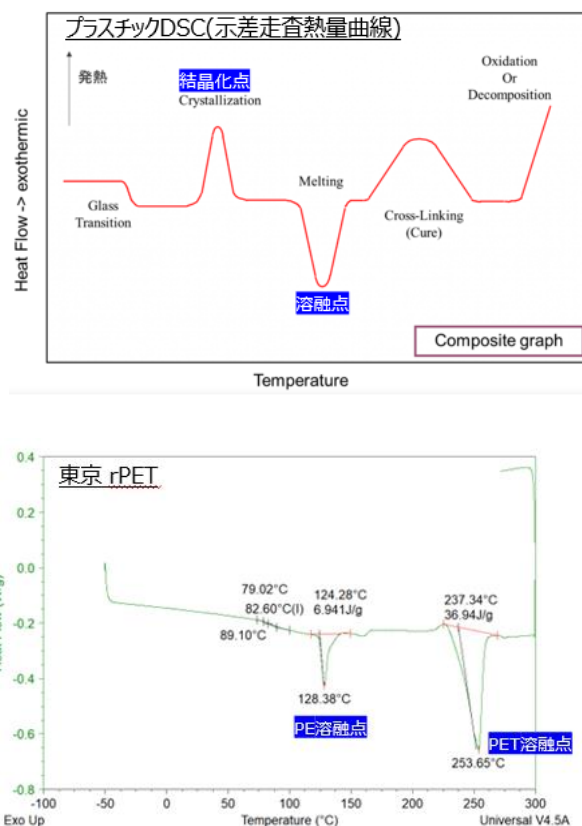


図 6-2-2 示差走査熱曲線測定結果

(6) まとめ

- r-PET 樹脂は配合比率に関わらず成型性が良く、フレッシュ PET 樹脂と同成形条件で同等外観のボトルを成型できた。
- 乾燥時の観察、DSC 分析結果より r-PET 樹脂はフレッシュ PET 樹脂並の結晶化度と考えられる。
- 混入しているオレフィン樹脂が再ペレット化中、核化剂的に樹脂に作用したと想像される。
- 一方、回収ボトルのフレーク裁断時よりの混入物により再生ボトルで黒点が少なからず確認された。

以上、令和 5 年度最小規模ボトル成型実験では r-PET 樹脂の PET ボトルへの成型性は再ペレット化前の比重選別によるオレフィン類除去、再ペレット後の再結晶化工程なしでも良好な予備的観察を持てた（図 6-2-3）。PET 容器水平リサイクルの実現可能性追求には、さらなる規模（例えば回収ボトル 700 kg 相当使用）の技術実証試験が必要と考える。



ペレット	乾燥中	乾燥後	プリフォーム	ボトル
				

図 6-2-3 PET ボトルリサイクル技術検証の各工程の写真

7. 本事業からのラーニング共有

7-1 提言書作成に向けて

これまでに本事業にて得られたラーニングを提言書としてまとめることを考えた。提言書を作成するにあたり、現状の整理から始めた（表 7-1）。その際に、主体が誰なのか、ライフサイクルで整理できるのではないかとという視点で考えた。主体としては、製品メーカー、包材・材料・樹脂メーカー、販売店、生活者、輸送業者、再生事業者、自治体、国等があげられた。ライフサイクルとは、製品を製造して再資源化するまでの工程である。その工程としては、製品の仕様ガイドライン、製品設計、製造、マーケティング、販売、使用、排出、回収、移送、中間処理、再生処理、再製品化があげられた。現状や課題、その課題の要因、考えられる解決策等を議論した結果、①製品ガイドライン系、②消費者行動の変容、③店頭回収の推進、④再生処理の効率化・高度化、⑤リサイクラーからメーカー、⑥メーカーから

リサイクラーへの要望、⑦国・業界団体に対する提言の7つにグループ分けできることが分かった。

表 7-1 提言書作成に向けた作業工程図

ライフサイクル	製品分設計・開発関係	製品メーカー	原材料・材料・樹脂メーカー	廃材の処理メーカー	販売店	生活者	自治体	輸送事業者	中間処理・リサイクル	再生事業者	国	資源リサイクル協会
仕様ガイドライン/規格やルール	<P&G> 「工業会ガイドライン(環境配慮型設計ガイドライン)」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
製品設計	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
製造(情報)	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
マーケティング	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
販売	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
使用	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
排出	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
回収	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
移送	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
中間処理/リサイクル	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
再生処理	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定
再製品化	<P&G> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<BO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<Unilever> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定	<KAO> 「工業会ガイドライン」の策定

そして、さらに議論を重ねた結果、ライフサイクルにおける提言として、(1) 製品設計、(2) 製造・マーケティング・販売における情報提供、(3) 排出、(4) 回収・移送、(5) 再資源化の4つと、前述のグループ分けを考慮して(6) 消費者の視点からだけでなくメーカー・リサイクラー視点を含む“行動変容”、(7) 国・業界団体に関わる“ルールの見直し”の2つと、そして最後に(8) 目指す姿とその道程、の合計8つを選定し提言書に章立てることにした。

・7-2 提言内容

下記の通り、ライフサイクルにおける提言を本事業からのラーニングとしてまとめた。

(1) 製品設計

01_製品設計(メーカー)

課題

製品によって日用品ボトルの色や材質がバラバラであるため、分別・再資源化ともに難しくなっている(素材の区別が付きづらい)

それはなぜ?

製品を差別化するために、設計段階でデザインが多様化している(材質、色、印刷、ラベルの付け方 など)

目指す姿

リサイクル可能なレベルで材質や色などが揃い、まずは分別・再資源化しやすいものに

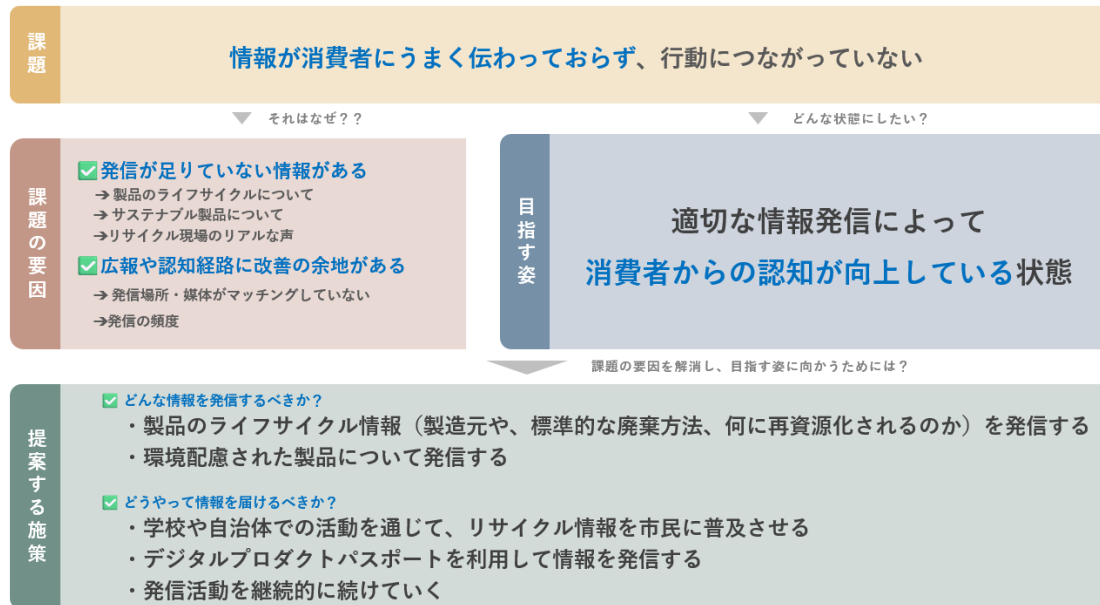
課題の要因を解消し、目指す姿に向かうためには?

提案する施策

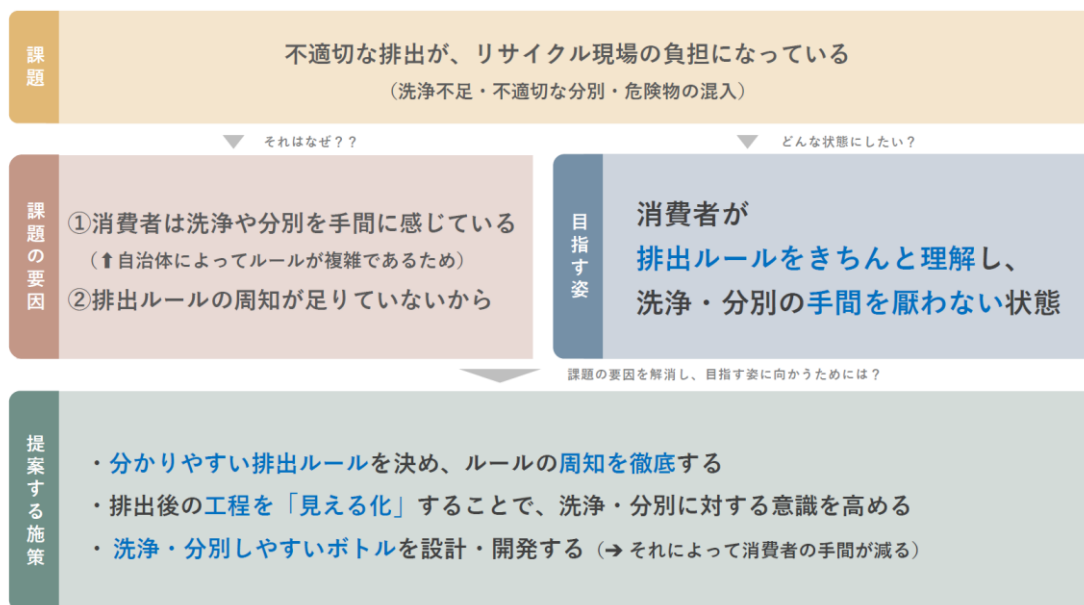
- 日用品ボトルにおける業界標準を確立し、ガイドラインに沿った、容器の製品設計を行う
- 環境情報の公開ルール設定と表記の統一を進める
- 可能な限り、有色ボトルをなくす
- ナンバリングの刻印をつけることで、素材を区別しやすくする(PETは1番など)

→ラベルに素材を記載してもよいが、ラベルが見えなくなってしまうケースがあることから、刻印が望ましい

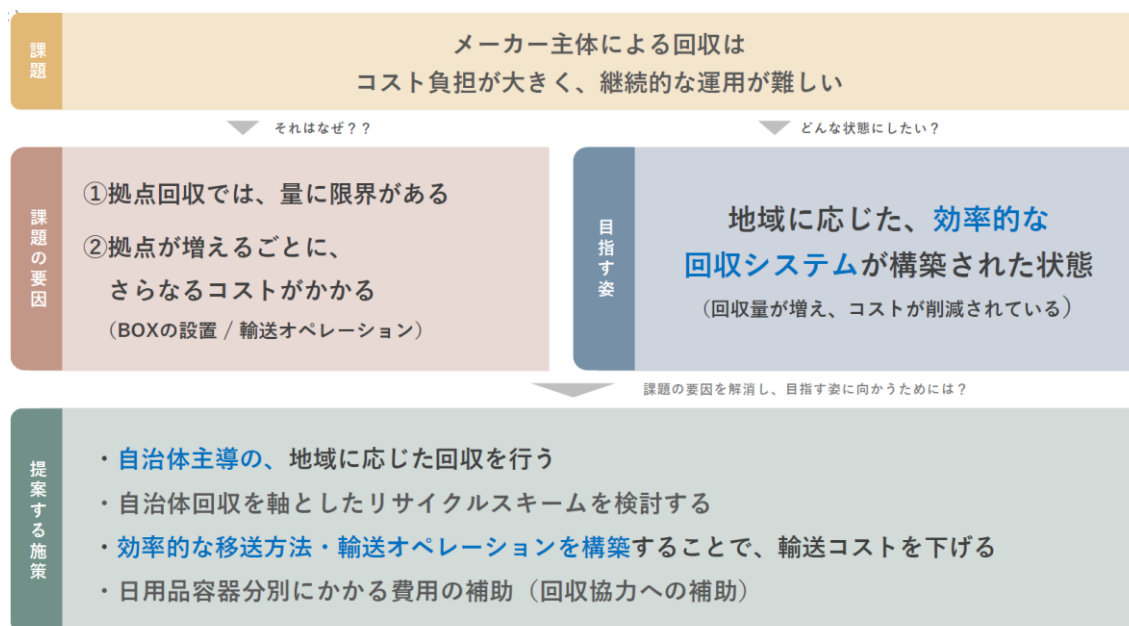
(2) 製造・マーケティング・販売における情報提供



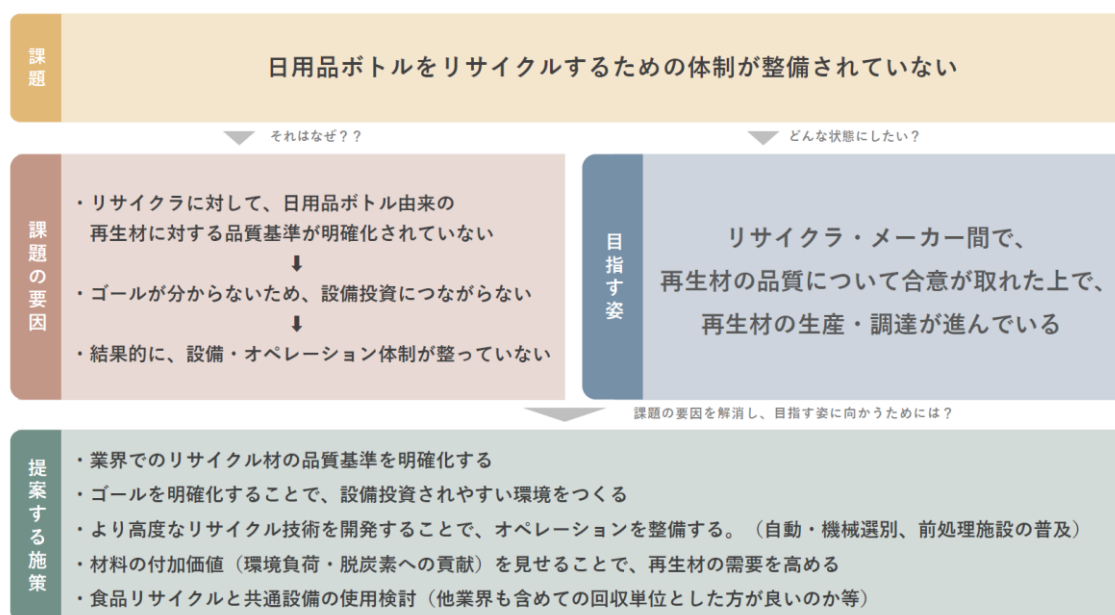
(3) 排出



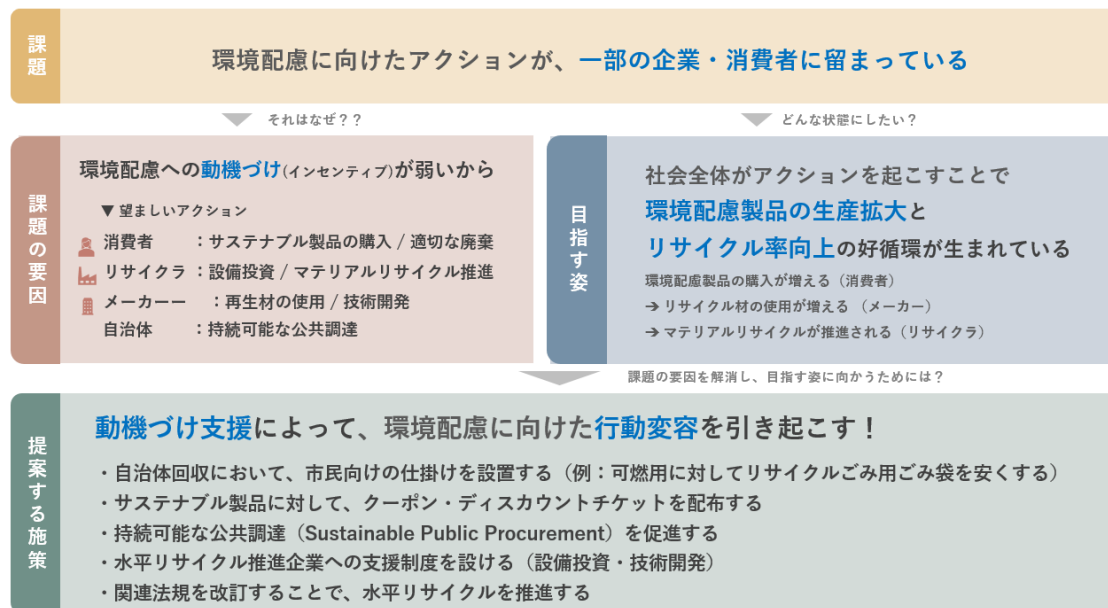
(4) 回収・移送



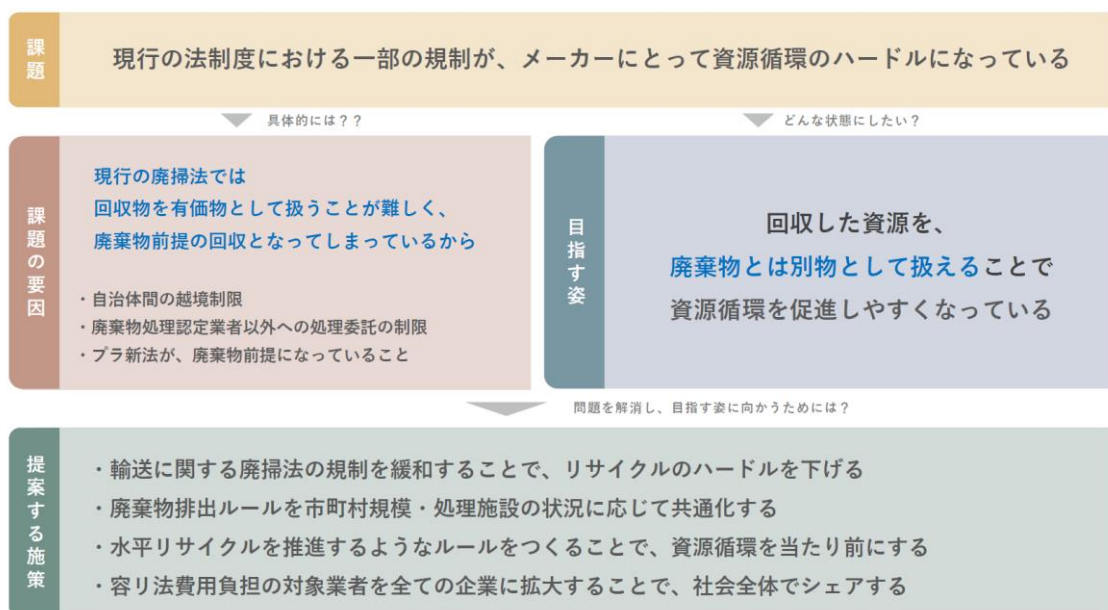
(5) 再資源化



(6) 行動変容（社会全体）



(7) ルールの見直し（国・自治体）



8. 本事業の今後について

本事業の今後の取り組みとして、考えられるものは以下の3つである

(1) 拠点回収以外の使用済みプラスチックの回収ルートの検証

2021 年より本事業において日用品メーカー4 社が回収ボックスの提供、回収物の輸送費用、また回収物の仕分け・リサイクル検証にかかる費用を負担してきたが、現在の回収システムではメーカー側の負担が大きく、これ以上回収拠点を拡大していくことが難しい状況がこれまでの検証を通して見えてきている。今年度は環境省の「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」に採択頂き、自治体が回収した容器包装プラスチックの中から、選別保管施設にて日用品容器のプラスチックボトルのみをピックアップするという検証も実施した。検証の中で、本事業で実施している拠点回収と比較するとより効率的に多くの日用品ボトルを回収できる可能性を見出すことができた。今後も社会実装を視野に入れつつ、地域や期間を拡大して実証検討を行い、拠点回収以外の回収ルートについても東京都や各自治体と連携して引き続き検討を行いたい。

(2) ボトル容器からボトル容器への水平リサイクルの検証

令和5年度も昨年度に引き続き、マテリアルリサイクルの検証を行いPE、PET共にボトル成形までを実施した。PETに関しては、回収容器のリサイクル材を使用した成形テストの結果も概ね良好であり、今後より大規模な技術検証の実施検討と並行して、製品設計や品質基準といったところまで議論を進めたい。一方PEは異物の混入や臭気の問題がまだ残る。今後も選別工程や脱臭工程などを見直し、どういったリサイクルプロセスを経ればより質の高い再生プラスチックを、安定的かつ安価に提供できるか技術検証を続ける。

(3) 日用品容器の資源循環に関する各ステークホルダーとの議論

本事業では令和5年度、前述の通り本事業からのラーニングを提言書という形でまとめ、国・自治体・リサイクラー・業界団体などへの提言書の共有及び意見交換を行った。新たな気付きや立場による考え方の違いなど、様々な課題が新たに浮き彫りになったが、提言書をきっかけに今後も日用品容器の資源循環のあるべき姿について議論を深めていきたい。また、本事業以外にも同様の取り組みを行っている様々な事業があり、取り組みからの学びを持ち寄って議論することで社会インフラのレベルアップにつなげていくことを目指していきたい。