令和四年度 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	. 5
	-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	. 8
	-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	17
	-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.	本事業の今後について	27

#### 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)

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> 「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

図 3-1 のように全体の関係者、すなわち消費財メーカー: ユニリーバ・花王・P&G・ライオン、リサイクラー: ヴェオリア、と協働自治体: 東京都、東大和市、狛江市、常総市(茨城県)からなる協業体制にて、本事業を実施した。

#### <回収・リサイクル事業>

#### <u>事業主体</u>

ブランドオーナー:ユニリーバ・花王・P&G・ライオン 自治体:東京都

	業務委託
回収	リサイクル
回収ボックス発注先: 大日本印刷株式会社	回収品保管・仕分け:
回収拠点: 東大和市・狛江市・常総市(茨城県)	ヴェオリア
回収品発送:ヤマト宅急便 (ヴェオリア経由)	PEボトルリサイクル樹脂生産: ヴェオリア (日本シーム・アーステクニカ 石塚化学産業) *担当プランドオーナー:ユニリーバ・花王
(アエカラア 陸山)	PETボトルリサイクル樹脂生産: ウツミリサイクルシステムズ (まるは化学) *担当ブランドオーナー: P&G・ライオン
回収トレーサビリラ	ティシステム開発:

#### <回収品のボトル成形事業>

#### <u>事業主体</u>

ヴェオリア digglue

ブランドオーナー:ユニリーバ・花王・P&G・ライオン



リサイクル	ボトル成形
	PEボトル成形:
	吉野工業所
リサイクル技術提供:	(業務委託)
ヴェオリア	PETボトル成形: P&G

図 3-1 事業の外注先を含めた体制

事業全体の流れとしては図 3-2 に示すように、(1) 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、(2) 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の確立と登録・再生ペレットへの加工、(3) 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 3-2 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 4-1-1 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・粉砕洗浄・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 4-1-1 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(ボトルと詰め替えパウチ)とした。今 回使用した回収ボックスと、ボトルと詰替えパウチの洗い方を図 4-1-2 に、回収対象品の具 体例を図 4-1-3 に示した。



内容物が手についたり、万が一目や口に入った場合は、製品に記載の応急処置に従って処置をしてください。お子様がプロジェクトに参加される際は、保護者の方が十分に注意し、不安のある作業は大人の方が実施してください。

図 4-1-2 回収ボックスと回収容器の洗い方



図 4-1-3 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4-2-1)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。

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箇所の 回収拠点を拡大し、2023年2月時点も継続してこれらの拠点にて回収を行っている。



図 4-2-1 回収ボックスイメージ

#### 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。

#### <人口および世帯数>

		令和 4 年					
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	
茨城県	常総市	31, 318	30, 739	62, 057	25, 190	2. 46	

令和4年1月1日住民基本台帳人口・世帯数、令和3年(1月1日から同年12月31日まで)人口動態(市区町別)(総計)

表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、東大和市はほぼ同等と言える。常総市は前記 2 市に比し 70%強のレベルであることが推定される。

#### 5-2 廃棄物処理状況

環境省廃棄物処理技術情報令和2年時点調査結果をもとに整理した。

(https://www.env.go.jp/recycle/waste\_tech/ippan/r2/index.html)

#### 〈各市廃棄物行政概況〉

#### ・狛江市

	混合ゴミ	可燃ごみ	不燃ごみ	
収集の有無	なし	あり	あり	
手数料		排出量単純比例型	排出量単純比例型	
収集回数		2 回/週	2 回/月	
収集方式		各戸収集方式	各戸収集方式	
資源物 収集力	元式:各戸収集方式			
紙類	無料収集	容器包装プラ	取集なし	
紙パック	無料収集	プラスチック類	取集なし	
紙製容器包装	無料収集	布類	無料収集	
金属	無料収集	生ごみ	取集なし	
ガラス類	無料収集	廃食用油	取集なし	
ペットボトル	無料収集	剪定枝	無料収集	
白色トレイ	収集なし	小型家電	取集なし	

狛江市は各戸収集方式を採用している。また容器包装プラの分別収集はしていなため、 容器系廃棄物は焼却処分されていると考えられる。

#### ・東大和市

	可燃ごみ	不燃ごみ	容器包装プラスチック		
収集の有無	あり	あり	あり		
手数料	排出量単純比例型	排出量単純比例型	排出量単純比例型		
収集回数	2 回/週	1回/月	1 回/週		
収集方式	併用方式	併用方式	併用方式		

資源物 収集方式:ステーション方式(原則)

紙類	無料収集
紙パック	中が銀色の物は可燃
	ごみとして有料収集
	中が白色の物は収集
	せず、リサイクル協
	力店などで回収
紙製容器包装	無料収集
金属	収集なし
ガラス類	収集なし
ペットボトル	無料収集
白色トレイ	収集なし

容器包装プラ	有料収集
プラスチック類	有料回収
布類	無料収集
生ごみ	取集なし
廃食用油	取集なし
剪定枝	一部無料収集
小型家電	無料収集
	不燃ごみとしても排出可

東大和市は、可燃ごみ、不燃ごみ、容器包装プラスチックごみの3種類を有料品目として規定し、指定収集袋を使用して収集している。

有料品目3種類については原則として自宅前での戸別収集、そのほかの品目については ステーション収集を行っている。

例外として、以下のパターンが存在する。

- ① 集合住宅はすべての品目を敷地内の集積所に排出
- ② 宅地開発地域は、当該地域専用の集積所を作成して、すべての品目を集積所に排出 (少数)
- ③ その他、地域の特性を考慮して集積所への排出を行う場合(ごく少数)

#### ・常総市

	混合ゴミ	-	可燃ごみ	不燃ごみ
収集の有無	なし	,	あり	あり
手数料		2	無料	無料
収集回数		2	2 回/週	4 回/月
収集方式			ステーション方式	ステーション方式
資源物 収集力	万式:ステーション方式	ı		
紙類	無料収集		容器包装プラ	無料収集
紙パック	無料収集		プラスチック類	取集なし
紙製容器包装	収集なし		布類	無料収集
金属	無料収集		生ごみ	無料収集
ガラス類	無料収集		廃食用油	取集なし
ペットボトル	無料収集		剪定枝	収集なし
白色トレイ	無料収集		小型家電	無料収集

常総市はステーション方式を採用している。また容器包装プラの分別収集を無償で行っている。ボトル、パウチとも回収対象物とされている。

## 〈各市容り協引取量 令和3年度実績〉

	狛江市	東大和市 小平·村山·大和衛生組合として	常総市 常総地方広域市町村圏 事務組合として
地域人口	83,022 人	352, 518 人	290, 459 人
容り協引取実績	_	3354, 520 №	720. 810 þ
その他プラ	_	5554. 520 N	720. 810 N
人口当たり引取量	-	9. 51kg	2. 48kg

## 5-3 みんなでボトルリサイクルプロジェクト 施策と実績(22年12月末時点) 〈施策概況〉

## ・ボックス配置概要

市区町村名	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	$\mathrm{km}^2$	人/個	km²/個
狛江市	8	83, 022	6. 39	10, 378	0.80
東大和市	10	85, 285	13.42	8, 529	1. 34
常総市	2	62, 057	123. 64	31, 029	61.82

#### ・ボックス配置場所

狛江市	東大和市	常総市
狛江市岩戸地域センター	東大和市狭山公民館	常総市市役所
<b>狛江市ビン・缶リサイクルセンター</b>	東大和市向原市民センター	常総市石下庁舎
狛江市市民総合体育館	東大和市桜が丘市民センター	
狛江市上和泉地域センター	東大和市上北台市民センター	
狛江市西河原公民館	東大和市清原市民センター	
狛江市中央公民館	東大和市蔵敷公民館	
狛江市南部地域センター	東大和市中央公民館	
狛江市野川地域センター	東大和市奈良橋市民センター	
	東大和市南街市民センター	
	東大和市役所(ごみ対策課)	

#### 主要計数の実績

主要計数	データ	コメント
総回収質量	1,277kg	
回収箱数	465 箱	
箱当たり平均質量	1. 987g	対象期間を通じた1箱当たり平均重量は1,987g
		であり、2022 年 12 月は 2,005g であった。
総回収ボトル数	17,363本	
総回収パウチ数	29,716 枚	

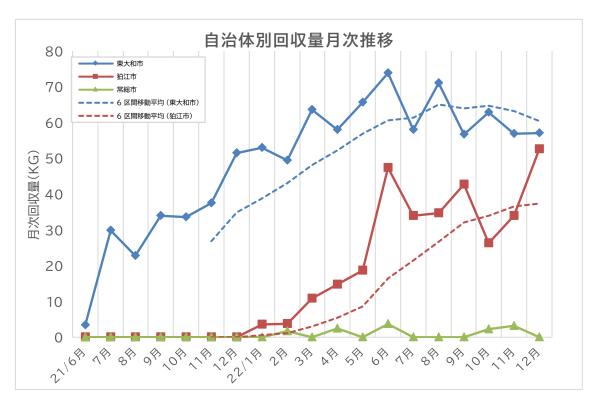


図 5-3-1 自治体回収量月次推移

図 5-3-1 は 21 年 6 月からの自治体別月次回収量を示したものである。点線は 6 区間の 移動平均を示している。東大和市は順調に拡大してきたが 22 年後半より伸びがなくなって いる状況である。狛江市においては概ね拡大基調を維持している。

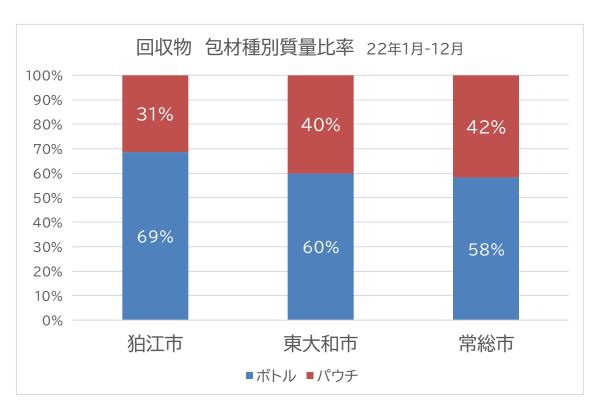


図 5-3-2 回収物 包材種別質量比率

図 5-3-2 は 22 年 1 月-12 月の回収物の包材種別質量比率である。東大和市、常総市はほぼ同等の構成であるのに対し、狛江市はボトル質量が多い傾向にある。

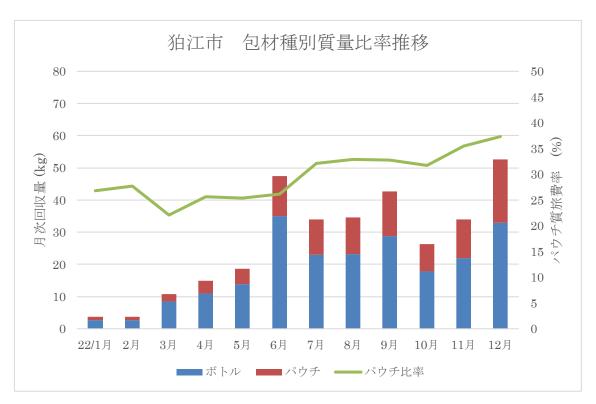


図 5-3-3 狛江市 包材種別質量比率推移

図 5-3-3 は狛江市回収物の包材種別質量とそのパウチ比率を示している。1月のスタートより徐々に増大し、6月に著しく増加した後、伸びは止まっている。パウチ構成比は当初低かったものの、40%弱のレベルに達しつつある。

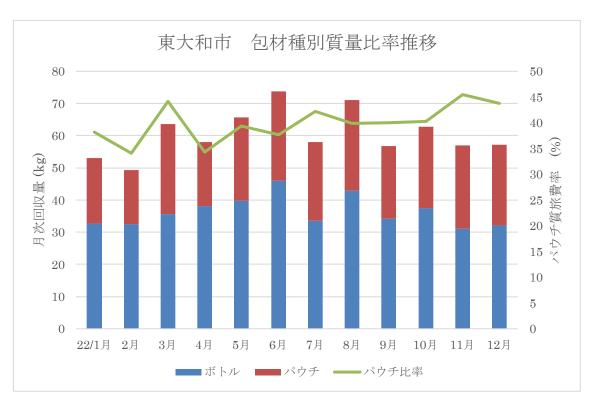


図 5-3-4 東大和市 包材種別質量比率推移

図 5-3-4 は東大和市回収物の包材種別質量とそのパウチ比率を示している。同市は前年度より本回収を行っており、既に市民への周知は一定レベルに達しているといえる。本年の回収量は月次による量的変動も少なく、パウチ質量比率の変化も小さい。

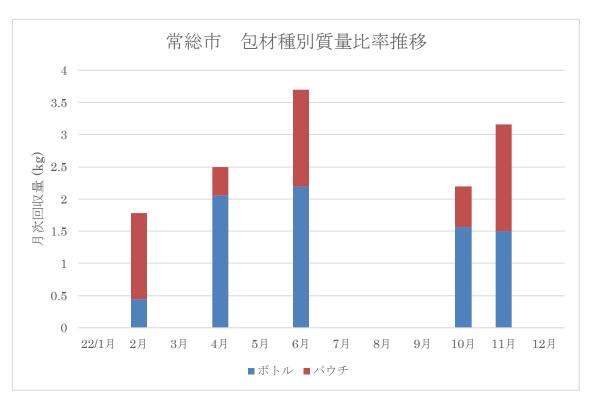


図 5-3-5 常総市 包材種別質量比率推移

図 5-3-5 は常総市回収物の包材種別質量を示している。同市は本年度より本回収を始めたが回収量が相対的に小さく、また送付頻度も低い為パウチ比率のトレンドは表示していない。



図 5-3-6 回収ボックスあたりの回収質量

図 5-3-6 は狛江市と東大和市回収物の回収ボックスあたりの回収質量を示している。回収質量は、その質量は 2kg 前後で一定しており、何れの市においてもボックスがいっぱいになった時点で発送されていると推定される。本プロジェクトでは 1 次移送に宅配便を使用しており、現状は¥500/kgの一次移送費用が生じていることとなる。

#### 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ポリエチレンボトル容器(ラベルは付いたまま)を用いて破砕、選別、洗浄、ペレット化を経て、ボトル容器の成形を行い、リサイクル材を約50%使用した場合に容器物性上問題ないボトルを得られることを報告した。2一連の水平リサイクルの工程を実施したことで、特に選別と脱臭が大きな課題であることが明らかとなった。前回の第1回リサイクル実験では、仕分けは手作業で実施し、乾式での破砕後、洗浄と選別を兼ねて3回比重選別機を通し、ペレット化を行った。その結果、メッシュに詰まるものが多く、通常の運転は厳しいため、精密に選別する必要があった。また、得られたペレットは、原料である日用品ボトルの内容液由来の香料成分の匂いがした。簡単な洗浄では除去で

17

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> 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 BottleRecycleProject report.pdf (tokyo.lg.jp)

きず、リサイクル材として使用するためには使用可能な製品カテゴリーが限定される等の 懸念があるため、積極的に脱臭する必要があった。

そこで、今回の第2回リサイクル実験では、以下の対応による選別と脱臭の効果検証を行った。

選別:近赤外による光学選別

脱臭:破砕洗浄(湿式での破砕)、ペレット化時の減圧操作

工程	仕分け 📗	破砕	選別	ペレット化
第1回リサイクル試験	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	手作業	湿式	光学選別 and/or	実機相当押出機
			実機比重選別	(減圧対応)

#### 〈第2回リサイクル実験の工程〉

各工程を図 6-1 に示す。ヴェオリアにて目視・手作業にて PE ボトルのみを仕分けたものを、日本シーム株式会社にて破砕洗浄・脱水を行った。今回は選別工程で近赤外による光学選別を実施するため、4cm 角の大きさに破砕した。次の選別工程であるが、今回近赤外のみの選別と間に比重選別を入れたものを検討した。比重選別は破砕洗浄に引き続き日本シーム株式会社で、近赤外による選別はトムラ社製の選別機を保有する株式会社アーステクニカで実施した。それぞれの選別工程を経たものを、石塚化学産業株式会社にてペレット化を行った。

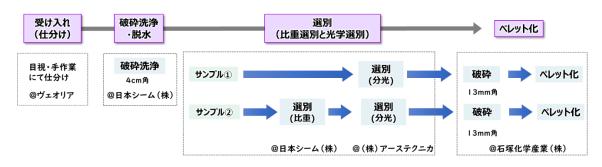


図 6-1 第2回リサイクル実験の工程(ペレット化まで)

#### 〈実証実験の結果〉

#### (1) 受け入れ(仕分け) 工程

ヴェオリア茨城工場にて回収された使用済みプラスチック容器から、PE ボトルのみを目 視評価にて手作業にて仕分けを行い、276kg の PE ボトルを得た。得られた PE ボトルは、色 分けせず、ラベルは付いたままの状態(ただし、キャップやポンプは無い状態)で、次工程 へと進めた。

#### (2) 破砕洗浄工程

276kg の PE ボトルをサンプル①の 128kg と、サンプル②の 148kg に分けた。それぞれのサンプルを破砕洗浄し、遠心脱水を行った。それぞれの収量は、サンプル①が 127kg (99.2%)、サンプル②が 144kg (97.3%) で、水分量は、サンプル①、②の両サンプルとも 1.0%であった。容器に洗剤等が多く残る場合は、破砕洗浄機の排水口にて泡立ちが多く観察されるが、今回自治体にて回収した使用済み容器を破砕洗浄した際には泡立ちが確認されず、ご家庭で良く洗浄されたものであったためと考えられた。一方、廃水を確認すると白い 固形物が観察されたため、付着物は存在すると考えられた。破砕後のフレーク写真を図 6-2 に示した。



図 6-2 破砕洗浄後の 4cm 角のフレーク

#### (3)比重選別(選別工程)

破砕したフレークのうちサンプル②を用いて、比重選別を実施した。収量は 134kg で、 ラベル等の沈殿物は 5kg であった。比重選別を実施した後のフレークの水分量は 2.7%で多 めであったため、自然乾燥を行った。

#### (4)近赤外による選別(選別工程)

サンプル①と②について近赤外(NIR)を用いた選別を行った。イメージ図を図 6-3 に示した。事前に処理条件検討を行い、処理量は 0.25t/h、処理回数は 2 回とした。ソータの速度は約  $2\sim3m/s$  である。取り除きたいものを設定し、それ以外は全て回収するという装置である。

選別工程のフローを図 6-4 に示した。今回のサンプルには、異物として PET (ポリエチレンテレフタレート) や PS (ポリスチレン) が混入していると考えられるため、異物側として PET と PS を設定し、それ以外を製品側として選別を行った。

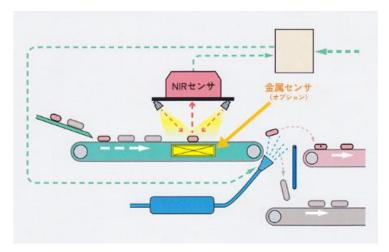


図 6-3 近赤外による選別装置のイメージ

(https://www.earthtechnica.co.jp/recycling/k13/)

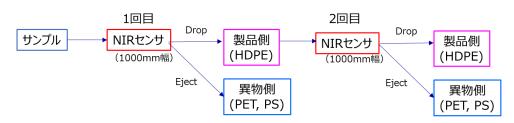


図 6-4 近赤外による選別工程

それぞれのサンプル 8kg について少量テストを実施した後、残り全量の選別を実施した。 全量の選別結果を表 6-1 に示した。表 6-1 から、比重選別をかけたサンプル②の方が異物側の量が少なく、PET と PS が比重選別で取り除かれたと考えられた。

サンプル名	比重選別	製品側 or	NIRセンサ	NIRセンサ	合計	
ソフノル石	山里思加	異物側	1回目	2回目	重量(kg)	歩留り(%)
サンプル①	なし	製品側	113.5	111.0	111.0	90.3
		異物側	9.3	2.5	11.8	
サンプル②	あり	製品側	127.2	127.0	127.0	99.3
		異物側	0.7	0.2	0.9	

表 6-1 全量選別テスト結果

それぞれのサンプルについて、NIR センサ 2 回目パス後の製品側のサンプルについての中身について定性的な観察を行った。サンプルの中身を見ると、比重選別なしのサンプル①には PET 素材が見られたが、比重選別ありのサンプル②では PET 素材は見られなかった。近赤外はサイズが小さいものが不得意であるため 4cm 角のサイズに破砕したが、実際は小さいサンプル(9mm以下)も混入していた。小さいサンプルのみ水中で攪拌したところ、比重選別なしのサンプル①のみ沈むサンプルが見られたため、近赤外では小さいサンプルは

分けられないことが確認できた。

#### (5) ペレット化

選別工程を経たサンプル①と②のほぼ全量を用いてペレット化を行った。近赤外選別の ためフレークが大きい状態であったため、ペレット化の前に 13mm に破砕した。

ペレット化の際の設定温度は、PE の融点を考慮して 220 Cに設定し、メッシュは 20  $\sim$  60mesh の 3 枚重ねとした(おおよその目開きの大きさは、20mesh は 0.88mm、60mesh は 0.25mm)。サンプル①のペレット化を開始して 5 分経過後メッシュの詰まりが確認されたため、メッシュを 20mesh の 2 枚重ねに変更した。メッシュを交換して 45 分経過後再びメッシュの詰まりが確認されたため、再び 20mesh の 2 枚重ねに交換した。最初のメッシュ詰まりの写真を図 6-5 に示す。収率は 82.8%であった。



図 6-5 サンプル①のペレット化時のメッシュ詰まり

サンプル②については、20mesh の 2 枚重ねで実施したところ、メッシュの交換をせずにペレット化を終了できた。今回ペレット化したサンプルを図 6-6 に示す。収率は 81.9%であった。匂いは、ペレット化前の破砕サンプルや第1回リサイクル実験のペレットと比較すると匂いの強さが低下していたが、取り切れてはいなかった。今後、定性評価等を行う予定である。

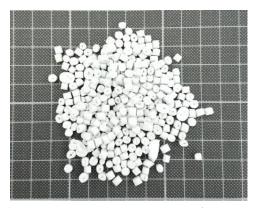


図 6-6 ペレット化サンプル

#### (6) 第2回リサイクル実験(ペレット化まで)のまとめ

今回、第1回実証実験の結果から得られた課題を踏まえ、選別と脱臭について実機相当設備を用いてペレット化までの実験を行った。廃水の泡立ちの状態から、回収ボトルの剤の付着は少ないと考えられた。比重選別では、水に沈むもの(PET等)は高いレベルで選別された。また近赤外選別では小さい(9mm以下)のフレークは分けられないことも確認できた。今回の選別サンプルは、近赤外のみの場合はペレット化時のメッシュ詰まりが多く、実運用は難しそうであることが分かった。フィルム等まだ除き切れていないものがあり、ラベルを高度に選別する必要があると考えられた。今回、減圧装置を有する樹脂押出機を用いたが、匂いは完全には取れなかったため、更なる洗浄工程の工夫、あるいは、匂いの強い処方にはPEボトルを使用しない等の検討が必要であると考えられた。

今後、ペレット化したサンプルを成形し、成形時のメッシュ詰まりについても確認する 予定である。

#### 6-2 PET ボトルリサイクル技術検証

回収後の使用済みボトルをヴェオリア・ジェネッツ株式会社(以下ヴェオリア社)茨城工場にて種別仕分けを実施し、試験的に日本シーム社にて破砕・水洗浄を実施。その後、ウツミリサイクルシステムズ株式会社(以下ウツミ社)協力会社でのペレット化の順に予備検証を行った。年度内の最終目標は再生ペレット化(再結晶処理無し)とした。 尚、再ペレット化前のオレフィン類比重分離は破砕フレークが少量のために、比重選別機での操作は行わず簡易手作業にて行った。

令和5年2月28日までに実施された結果について、以下に報告する。

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	ヴェオリア	日本シーム	ウツミ
常総市			
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	選別ボトル重量	粉砕フレーク重量	再生 PET ペレット重量
190 k g	70 k g	66 k g	50 k g

#### (1) ボトル種別仕分け(選別)

本プロジェクトで令和 4 年 4 月より 6 月までに回収された、シャンプー、ボディーソープ、消毒液、台所用洗剤、洗濯洗剤、柔軟剤等の回収対象 PET ボトル 190 k g(約 4,200 個)を、令和 4 年 8 月にヴェオリア社ヴェオリア・ジェネッツ株式会社茨城工場でボトル種別仕分けを行った。これに先立ち、令和 4 年 7 月 21 日に常総市石下福祉センターにてライオン社、P&G 社で回収 PET ボトルの仕分け条件を下記の様に確認した。

- 1. 白色及び透明ボトルで加飾が巻きラベル (取外し可能): 水平リサイクル対象ボトル
- 2. 有色ボトルで加飾が巻きラベル: 水平リサイクル以外の PET リサイクル検討候補ボトル
- 3. その他、加飾がタックラベル又はダイレクト印刷: 現時点、PET リサイクル困難ボトル

上記条件で仕分け作業を実施した結果、水平リサイクル対象ボトルとして計 70 k g が選別 された。 対象ボトルの巻きラベルは手作業で取り外し、取り外し困難な PP または PE 嵌合部品 (洗剤ボトル注ぎ口等、着色品も含む) は、後工程の比重分離にて取り除くこととした。尚、各条件でのボトル選別結果は下記表の通り。

白色・透明・巻きラベル	有色・巻きラベル	その他
70 k g (40%)	54 k g (31%)	51 k g (29%)
巻きラベル取外し済	巻きラベル取外し済	ラベル又は印刷付

#### (2) ボトル破砕・水洗浄

令和 4年 9月 28日に日本シーム社(埼玉県川口市)にて選別後の白色・透明ボトル(巻きラベル取り外し済み)70kgを破砕・水洗浄処理を行い、10mm以下のフレーク状とした。結果、66kgのフレーク(含水分約 1%)を採取した。 破砕器投入前にライオン社、P&G社により、ボトル全数外観検品を行い若干のPEボトル(<math>11本)、有色PETボトル(2本)、ラベル付PETボトル(1本)、巻きラベル付PETボトル(1本)を検出したため、これらボトルは取り除いた。 主な記録は下記の通り。

使用機器: 1) PFS-40型粉砕機+SW-408型脱水機(洗浄粉砕・脱水の連結ユニット)

2) ブロワ空送後フレコン回収

流水量: 未確認 対象物: 約70kg メッシュ: 10 mm φ

スクリーンメッシュ: 1.5mm φ

機器運用の状態:

前日に小型家電類の破砕を実施。プラ種別は雑多。同日 AM に可能なレベルでの内部清掃を 実施。但し、メンテ出来ない部分もあるとのこと。

要員: 2.5名

a: フレコンからボトルを掬う

b: 粉砕機へボトルを投入

c: 洗浄済排水のフィルタ管理

破砕時間: 約30分

破砕状態: 概ね白色フレーク。一部着色 PP 類(嵌合キャップ)を含む

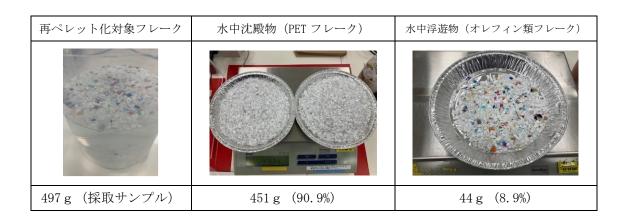
排水: 排水は概ね白濁、臭い・ヌメリ等は強くない

排水中には多量の破砕粉を含む(投入量の1%程度が通常のPET破砕)

収量: 66.5kg 水分量: 1.04%

#### (3) 比重選別

比重選別機による、PET フレークとオレフィン類フレークの分離は行われなかった。 代わって、ヴェオリア社により簡潔手動作業にて水槽内でのオレフィン類フレーク除去を行った。 結果、約5 kg (7.6%)が取り除かれ PET 再ペレット化には61 kg (92.4%)のフレークがウツミ社に送られた。 また、ウツミ社に送られたフレークより約500gサンプル採取し、P&G 社神戸実験室で水中での沈殿物 (PET フレーク)、浮遊物 (オレフィン類フレーク)の重量測定を行った。 この結果 (下表参照)、約9重量%のオレフィン類フレークが検出されウツミ社での再生ペレット行程に混入したと考えられる。



#### (4) 再ペレット化

令和5年2月21日にウツミリ社の大阪市内協力会社にてPET再ペレット化試験をウツミ社、ヴェオリア社、ライオン社、P&G社立会いで行った。 結果、50kgの再生PETペッレトを得た。 ただし、今回は装置によるフレーク比重選別を行っていないために再生PETペレットには約9%のオレフィン類 (PE、PP) が含まれると推測される。 主な記録は下記の通り。

	 出機・ペレタイザー(能力: 50kg~	 ペレット/時間)
ホットホッパー(加水分解対策)	無	
加熱シリンダー・バレル温度	上流より 210/230/250/260℃	
押出しスクリュータイプ	一軸 径 40mm	
押出しスクリュー回転数	ストランド長: 4m‐5m/分	
水蒸気・ガス脱気口	有	
金属スクリーン・メッシュサイズ	60 メッシュ x 2 枚	
押出しダイス径	3mm x 7 □	as a second
ストランド長	約 3 m	
ストランド温度	ダイス出口 240℃、水槽出口 60℃	
水槽温度	約 30℃	
写真(左上より下へ) ホッパー、加熱シ	リンダー・バレル部、試験後メッシュ上流側、	メッシュ下流側、温度設定、押出し口、水槽、

写真(左上より下へ) ホッパー、加熱シリンダー・バレル部、試験後メッシュ上流側、メッシュ下流側、温度設定、押出し口、水槽、カッター部、ペレット出口

再生 PET ペレット観察						
個重量 (g)	最大径 (mm)	全長 (mm)	その他			
20 ケ x 10 回	30ヶ 平均	30ヶ 平均	<u>再ペレット収量</u> : 50kg			
平均			(フレーク使用内訳)			
			全量	調整用	ペレット化使用	再ペレット時ロス
	A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH	60kg	6kg	54kg	6kg	
		ペレット臭気: なし ペレット色調: 白色 (L82.30 異物混乱: 射出成型のよる:				
作動時 0.02	2. 9 (2. 7-3. 1)	3. 2 (3. 2-3. 3)	――――――――――――――――――――――――――――――――――――			
中間 0.01	2.0 (1.8-2.5)	3. 2 (3. 0-3. 3)				
終了時 0.01	2. 2 (1.8-2.5)	3. 2 (3. 1-3. 3)				

作動約20分後より、ホッパ内で投入フレークの滞留が見られスランド押出し量が約半分になり再生PETペッレト個重量、外径が減少した。 ホッパサイズを適切化することにより、解決できると思われる。

#### (5) 再生 P E T ペレット IV 値測定結果

PET ボトル成型使用での期待値として IVO. 65 以上に対し、測定値は 0.587 と PET ボトル成型には適さない数値であった。 ウツミ社経験よりの予測値 0.66-0.68 と推測されたが今回の予備検証では比重選別によるオレフィン類分離を行たなかった結果、約 9%のオレフィン類混入が低 IV 値の原因と考えられる。

純粋 PET 通常値	再生 PET 期待値	再生 PET 経験値	再生 PET 予測値	今回測定値
0.75-0.85	0.65-0.68	0. 62-0. 68	0.66-0.68	0. 587

#### (6) <u>まとめ</u>

今回予備検証で得られた再生 PET ペレット視覚観察より、再ペレット化前比重選別でオレフィン類除去を行い適切な IV 値を得るとことよりラベル取外し可能な白色・透明ボトルからの再生 PET 樹脂を PET ボトル成型へ再利用すること(水平リサイクル)の可能性は否定できない。水平リサイクル可能重量率は PET ボトル全回収量の 2 5 %前後が予測される。再生 PET 樹脂の成型適正評価、成型後ボトル性能評価による実用化技術検証は今後の比重選別を含む中規模実証実験(ボトル回収期間 10 ヶ月以上かつ 2,000 k g以上)が必要と考える。

#### 7. 本事業の今後について

本事業の主な効果として考えられるものは以下の4つである(図7-1)

#### (1) 新たな使用済みプラスチックの回収・リサイクルシステムの構築

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。今後リサイクルの規模を拡大して行くためには、自治体で分別回収されたものの中から日用品容器をピッキングしてくるなど、メーカー提供の回収ボックスを設置する以外の回収方法も検討していく必要がある。

本事業の連携のポイントとしては①同業他社による連携、②動脈企業と静脈企業の連携、 ③消費者・行政・企業の3者間の連携の達成となっており、リサイクルシステム構築に必要な各関係者がすべて組み込まれている。この連携を活かし、どこかに偏って負担が生じないサステナブルなリサイクルスキームの構築を目指す。

#### (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 4 年度も昨年度に引き続き、既存の技術を組み合わせたマテリアルリサイクルの検証を行ってきた。PE、PET 共に、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) 企業の意識・行動変革(製品設計に回収・リサイクルの容易性を組み込む)

本事業を通じて得られた知見を活用し、リサイクルしやすい容器設計とはどういったものかを検討する。また、本プログラムに関して、CLOMA(クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス)等において積極的な発信と呼びかけを行なうことで、多様なステークホルダーの理解と協力を得、取組の拡大を図る。さらには、資源循環社会の実現につながる新たなソリューションとして、日本から世界へ発信していくことを目指す。

#### (4) 消費者意識の変革

消費者に本事業の告知を行い、消費者が実際に日用品メーカーの水平リサイクルの取組 に関わることにより、今までよりさらに環境に対する意識を高めることができる。

また、本事業を通してトレースシステムの検討を行うことで、消費者が排出したプラスチックボトルがどのようにリサイクルされているかを知ることができるようになり、プラスチックリサイクルへの意識を高めることが期待できる。

さらに、日用品メーカーは本事業を通じて製造したリサイクルボトルを使用した商品の 販売を通じ、より多くの消費者に対し、環境配慮製品購入の選択肢を提供することができる。

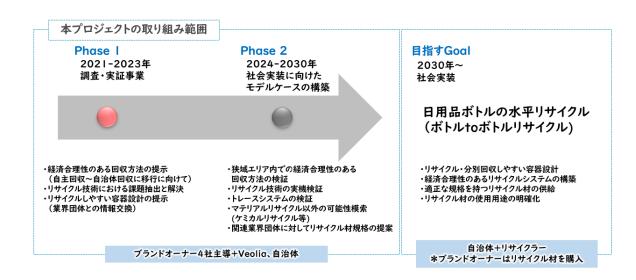


図 7-1 日用品業界でのボトル容器からボトル容器への実装ロードマップ