

令和6年度環境省委託業務

令和6年度＜脱炭素型循環経済システム構築促進事業＞

(うち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業)

(水回り製品の製造廃材による再生プラスチックに関する事業)

委託業務

## 成果報告書

令和7年3月

代表者（受託者） TOTO株式会社

# 1. 要約

本実証事業は TOTO 株式会社（以下「TOTO」という）の製造拠点より排出される陶器屑、廃木材、廃プラスチックによる新素材を開発し、自社プラスチックの資源循環の可能性を検証したものである。本事業は資源の有効活用と、原材料および部品からの CO2 排出削減を目的とする。

令和 6 年度は便器焼成時に排出される陶器屑および便座製造工程で排出される難燃 PP の再利用について実証検討を行った。陶器屑複合プラスチック（熱可塑性樹脂）については PP、ABS について基本処方と自社工程端材を導入する PIR 処方を開発した。陶器屑複合プラスチック（熱硬化性樹脂）については廃 PET ボトル由来の不飽和ポリエステル（熱硬化）の活用検討を行った。

便座工程端材についてはスプール、ランナー等を原料とする 100% PIR 材を開発し、所望の製品性能と量産性を見極めを行った。

加えて関連する技術動向および法令動向の調査を併せて実施した。

本年度、開発を行った 4 材料についての概要と進捗を下図に表記する。（図 1-1）

		現行処方	開発処方	進捗
陶器屑複合再生プラスチック	PP			令和 7 年度 材料の量産性確認 と製品実装検証
	ABS			商品化について 企画検討中
	不飽和ポリエステル (熱硬化)			
便座工程端材による再生プラスチック	便座工程端材			令和 7 年度 量産化、実装予定

図 1-1. 開発材料の概要と進捗

## Summary

This demonstration project verified the potential for resource circulation of the company's plastics by developing new materials using ceramic waste, waste wood and waste plastic generated by the manufacturing sites of TOTO Ltd. (hereinafter referred to as "TOTO"). The project aims to promote the effective use of resources and the reduction of CO2 emissions from raw materials and components.

In fiscal year 2024, TOTO implemented a demonstration study on the reuse of ceramic waste generated during toilet firing, and flame-retardant polypropylene (PP) waste generated in the toilet seat manufacturing process. For ceramic waste composite plastic (thermoplastic resin), the company developed both a basic formulation using PP and ABS, and a PIR (post-industrial recycled) formulation incorporating in-house process scraps. It also carried out a study on the use of unsaturated polyester derived from recycled PET bottles for ceramic waste composite plastic (thermosetting resin).

TOTO developed a 100% PIR material using spools, runners and other production waste as raw materials for toilet seat production, and assessed the desired product performance and potential for mass production.

In addition, the company conducted a survey on related technological trends and legal developments.

An overview and the progress of the four materials developed this fiscal year are shown in the figure below (Figure 1-2).

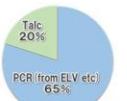
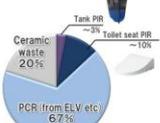
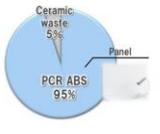
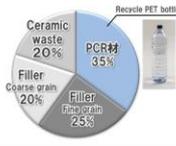
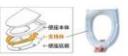
		Current prescription	Development Formulation	progress
Ceramic waste composite Recycled plastic	PP 			2025 Confirmation of mass production of material and product implementation verification
	ABS 			Commercialization planning underway
	Unsaturated polyester (thermosetting) 			
process scraps from the toilet seat manufacturing process 			2025 Mass production and implementation planned	

Figure 1-2. Overview and Progress of Developed Materials

## 目次

1. 概要	
・日本語サマリー	1
・英語サマリー	2
2. 業務の目的	4
3. 陶器屑複合再生プラスチックの開発	
(1) 陶器屑の原料開発	6
(2) TOTO 工程端材(PP)を用いた陶器屑複合 PP の開発	13
(3) TOTO 工程端材(ABS)を用いた陶器屑複合 ABS の開発	27
(4) 廃 PET ボトル由来の再生不飽和ポリエステルを用いた 陶器屑複合不飽和ポリエステルの開発	38
4. 便座端材による再生プラスチックの開発	
(1) 便座端材による原料開発	49
(2) 便座端材による再生 PP 開発	52
5. 開発材の LCA 評価	58
6. 開発材の見込コスト、特許等の状況	69
7. 温水洗浄便座の市場回収による PCR 材の開発について	71
8. 動向調査	
(1) 廃棄物利用のための動向および技術調査	77
(2) プラスチック削減に関する法令調査	98

## 2. 業務の目的

現在、TOTO 工場で生産される陶器、プラスチック、木材等の端材や不良品は産業廃棄物として取り扱われ、埋立てやサーマルリサイクル、他用途への展開が殆どで、製品や副資材等への資源循環がなされていない。本事業は、製造拠点から排出される端材や不良品のリサイクルのスキームや体制構築を行い、主に TOTO 製品として再利用する事を目的としている。本事業により、原材料の省資源化を図り、調達時の原材料、部品の CO2 排出削減に結びつける。また、陶器屑や木材等により複合化された再生プラスチックのエコシステムについて併せて検討し技術検討を行うことである。(図 2-1)



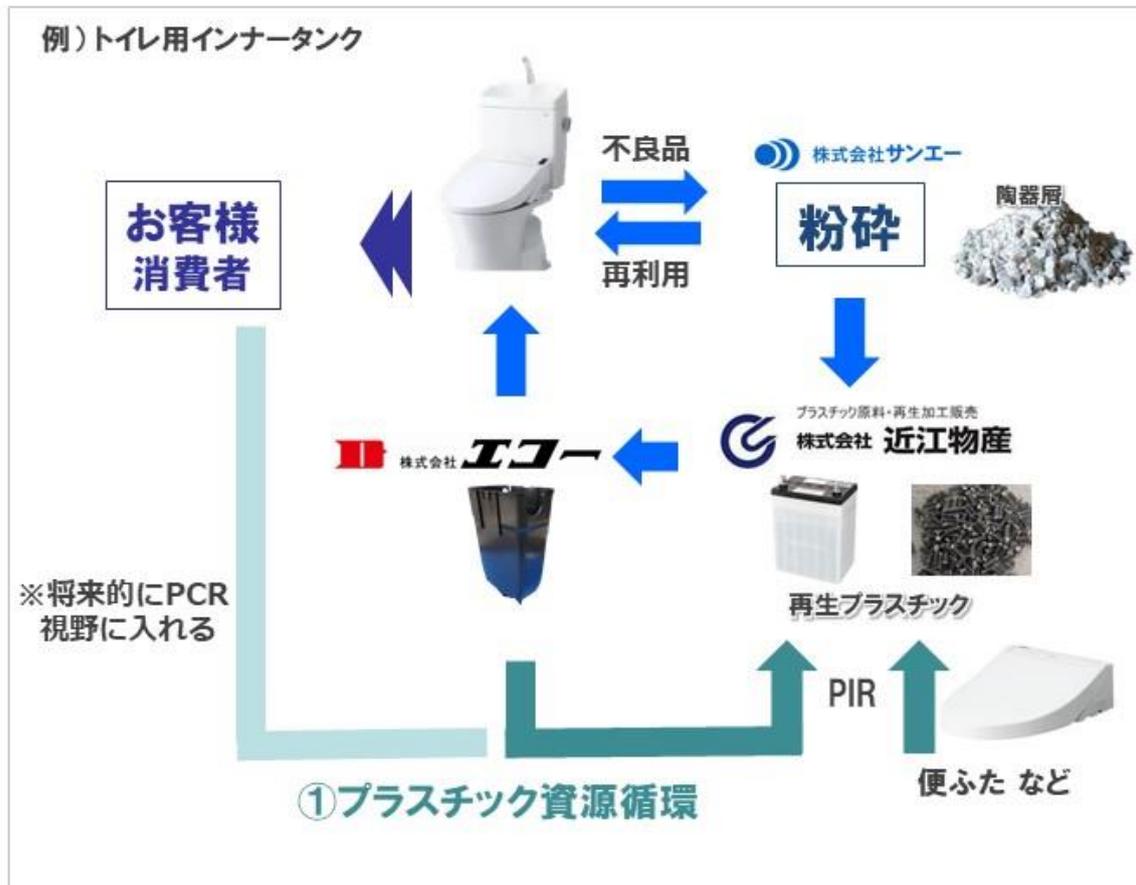
図 2-1. 業務の目的

令和 6 年度は TOTO で排出される廃材の内、陶器屑および温水洗浄便座部品の工程端材の再利用を目的とし再生プラスチックの開発と製品検証を進めた。

図 2-2 は陶器屑とプラスチック（ポリプロピレン樹脂、以下 PP）の循環スキームである。便器焼成時の不良品を由来とする陶器屑を粉砕し、樹脂（再生材）と複合させタルク入り PP の代替検討を行った。さらに TOTO のプラスチック資源循環については温水洗浄便座部品である便ふた等の工程端材を再生プラスチック処方に導入し自社ポストアインダストリアルリサイクル（以下 PIR）材料の開発を進めた。

図 2-3 は便座端材（PP）の循環スキームである。便座は難燃性を付与した PP を活用している。便座成形時に発生するスプール・ランナー等を原料とし便座内部の難燃性が必要な構成部品へ 100%活用する材料開発、スキーム構築を行い、製品化検証を行った。

## ① 陶器屑複合再生プラスチックの開発



### 陶器屑を原料とする再生プラの外観・機能部品への展開

図 2-2. 陶器屑複合再生プラスチックの開発

## ② 便座端材による再生プラスチックの開発



### 外観・難燃樹脂の工程内リサイクルスキームの確立と部品開発

図 2-3. 便座端材による再生プラスチックの開発

### 3. 陶器屑複合再生プラスチックの開発

#### (1) 陶器屑の原料開発… 仕様書 3. (1) ①

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

配合する陶器屑の原料開発のため、陶器製造時の不良品を回収し、再生原料の粉砕工程を検討し品質を見極める。粉砕工程の検討に当たっては、粉砕機の選定及び分級等の加工条件を整理する。また、粉砕した陶器屑の成分、粒度等を分析することで品質の確認を行う。

#### 陶器屑の数量と活用について

弊社では衛生陶器の製造を行っており、製造過程で割れ・異物等によって不良品が発生し、社内全体で毎月約 250t の陶器屑が発生している。滋賀・愛知エリアの衛生陶器の製造工場では毎月約 90t の陶器屑を排出している。滋賀・愛知エリアで発生した陶器屑は骨材メーカーへ売却し、粉砕・分級を行い、粒径 1.5～5mm の陶器屑に関しては、再び陶器原料に混ぜて使用し、原料リサイクルを行っている（図 3-1）。粒径 1.5～5mm は陶器屑全体の 55%程であり、残りの 45%の 1.5mm アンダー品は粉砕の際のコンタミネーションのため、陶器原料へのリサイクルはできず、一部は公園の路盤材等として活用されているが、大部分は活用されていない。

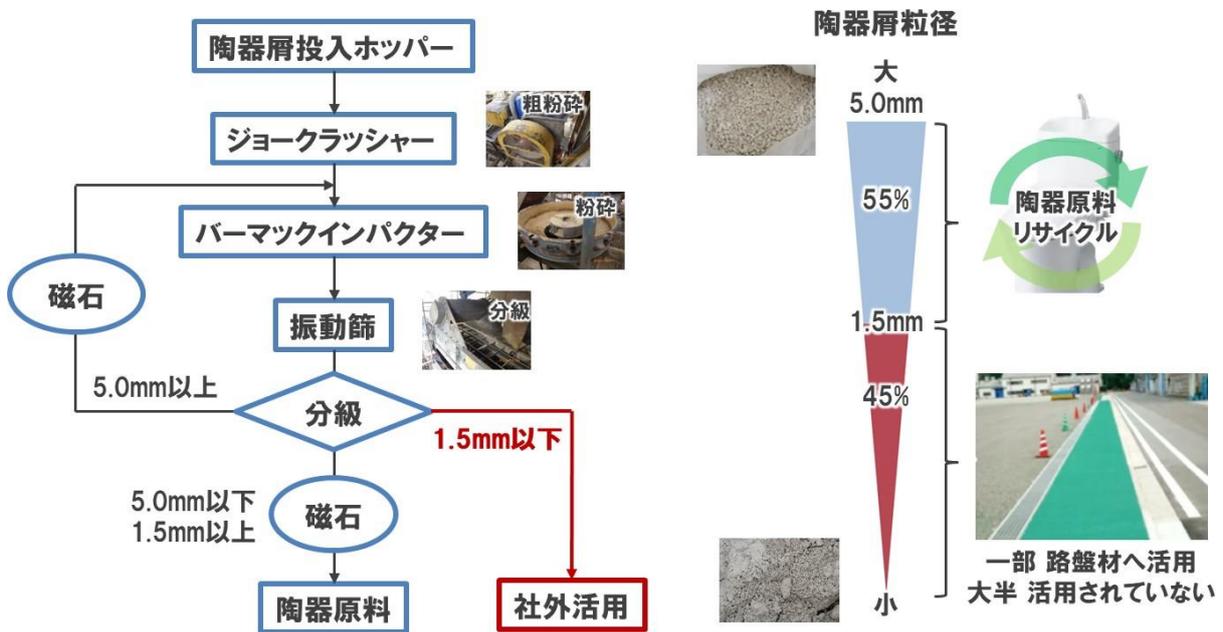


図 3-1. 現状の陶器屑リサイクルスキーム

本事業では、これまで活用されていない部分の陶器屑を再生プラスチックと混合し、社内部品へのリサイクルができないか検討を行った（図 3-2）。



図 3-2. 本事業の検討スキーム

### 活用方法について

滋賀エリアでは、陶器内に水を貯めるタンク部品（以下インナータンク）の材料ペレットの製造（㈱近江物産）、並びにインナータンクの成形（㈱エコー）を行っている。インナータンクは、車のバッテリー由来の再生プラスチックに、補強材としてタルクを混ぜたものを使用している。本事業ではこのタルクの部分を陶器屑に置き換えることにより、廃棄物の削減を目指している（図 3-3）。

活用されていない陶器屑は 1.5mm 以下となっており、ミクロンレベルの粒子のものもあれば、1.5mm と大きい粒子もあり粒径のばらつきが大きいものとなる。これをそのまま使うと、材料を作る設備（押出機）・部品を作る設備（射出成形機）が破損する恐れがあるため、より細粒化を行う必要がある。

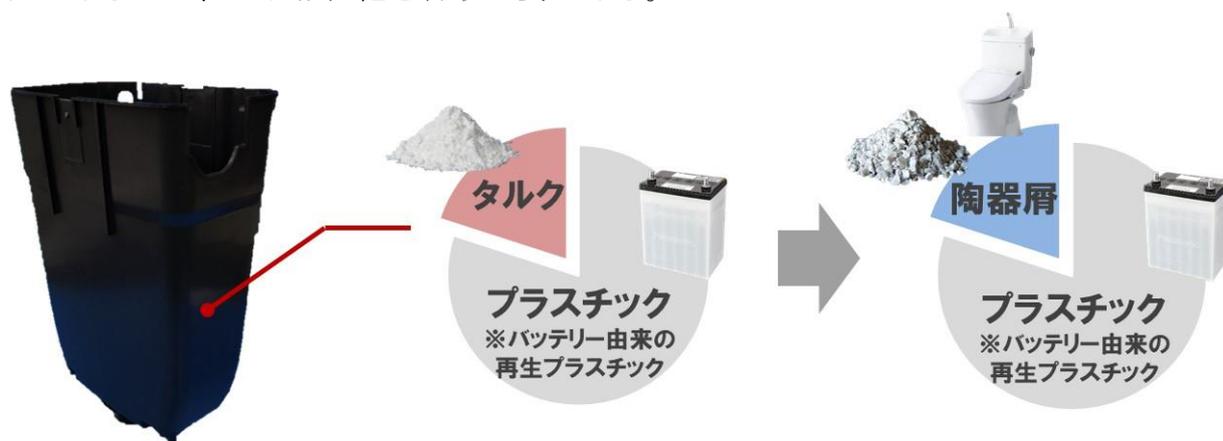


図 3-3. 本事業の狙い

## 粉砕方法について

今回、陶器屑を粉砕する手法として、乾式粉砕と湿式粉砕の2種類を選定した。乾式粉砕とは、粉砕対象物を空気中もしくは不活性ガス中で粉砕する方法であり、破碎～微粒子までのミクロンレベルまで粉砕することが可能である。また、粉砕前後での工程は特になく、他の粉砕手法に比べるとコストが低くなる手法となっている。一方、湿式粉砕は水などの液体中で粉砕する方法であり、サブミクロンレベルの微粒子まで粉砕することが可能である。しかし、粉砕前にスラリー化が必要であったり、粉砕後に乾燥工程が必要になったりするため、コストがかさみやすい(表 3-1)。

表 3-1. 粉砕方法

	乾式粉砕	湿式粉砕
粉砕雰囲気	空気もしくは不活性ガス中	水など液体中
必要工程(粉砕前後)	特になし	粉砕前: スラリー化 粉砕後: 乾燥
粉砕状態	破碎～微粒子 (ミクロンレベル)	微粒子・超微粒子 (サブミクロンレベル)
コスト	比較的低コスト	高コスト

### ① 乾式粉砕

陶器に戻すことができない 1.5mm 以下の陶器屑を(株)サンエーに依頼し、レイモンドミルにて粉砕を実施した(図 3-4)。レイモンドミルの内部にはローラー(図 3-4. 中央写真の拡大図)が複数本入っており、内部側壁とローラーの間で対象物をすり潰すことで粉砕を行っている。レイモンドミルは上部で粉砕品の吸引を行っており、吸引圧が大きいと粗い粒子も含んだ粉砕品が取れ、吸引圧を小さくすればするほどより細かな粒子のみの粉砕品を回収することが可能となる(図 3-4. 粉砕イメージ)。吸引圧は時間処理量と直結しており、今回は3条件で陶器屑を作成した。詳細については、「陶器屑の粉砕品質(11 ページ)」にて後述する。

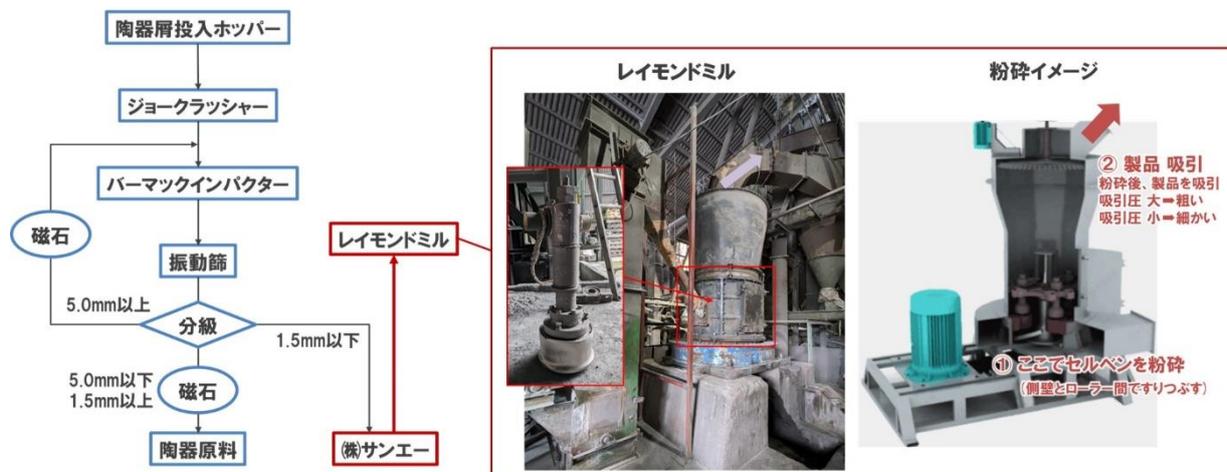


図 3-4. 乾式粉砕

## ② 湿式粉砕

乾式粉砕と同様に 1.5mm 以下の陶器屑を(株)サンエーに依頼し、ボールミル粉砕を実施した (図 3-5)。ボールミル粉砕とは、ドラムの中に粉砕したい対象物と硬質ボールを入れ、ドラムを回転させることによって、ボール同士がぶつかり合い、粉砕していく仕組みになっている。今回、ボールミルはラボ機を使用し、陶器屑 150kg に対し水 125kg を 1 バッチ (粉砕時間: 45 時間) とし、3 バッチ合計 450kg の陶器屑を粉砕。次に#500 メッシュの振動篩工程を挟み、乾燥工程 (スプレードライヤー: 量産機を使用) を実施した。スプレードライヤー後、回収できた陶器屑は約 75kg (収率約 17%) であった。

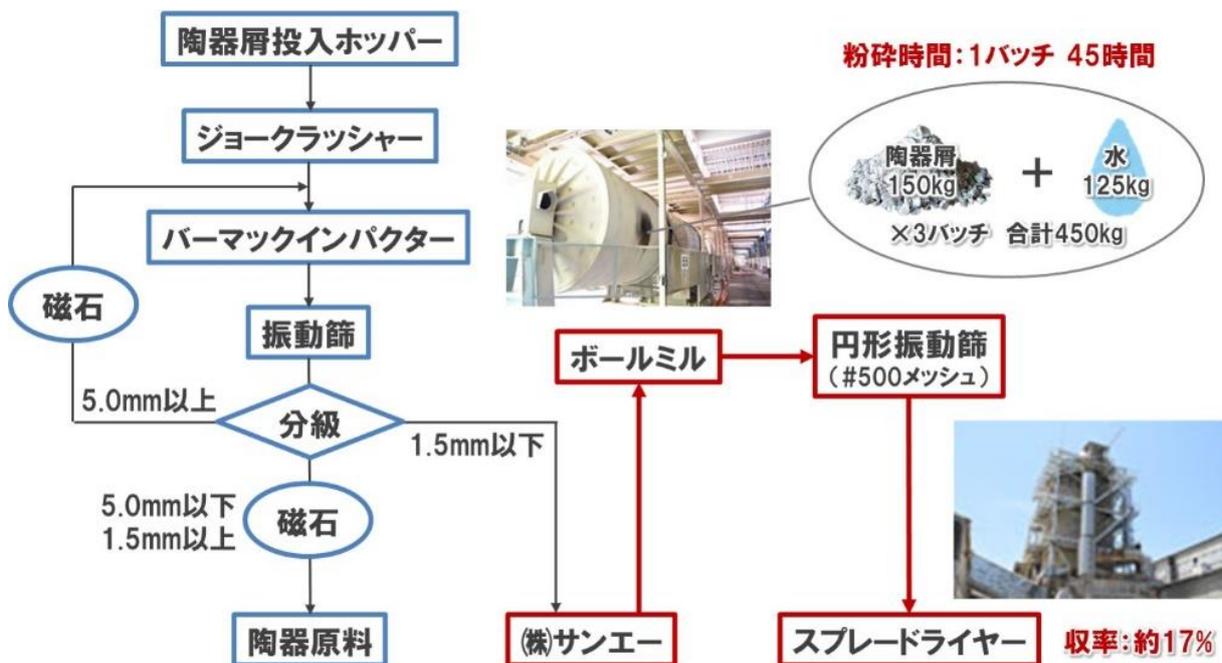


図 3-5. 湿式粉砕

## 陶器屑の粉碎品質について

（株）近江物産の協力の元、材料ペレットを作成する量産機（押出機）を使用し、陶器屑の粉碎品質の見極めを行った（図 3-6）。本設備は通常、インナータンク向けのタルク含有再生プラスチックを量産している設備である。



図 3-6. (株)近江物産保有 押出機

押出機は「材料投入部」「材料溶融部」「材料冷却部」「ペレタイザー」の4つの構成部となっている（概略図：図 3-7）。材料投入部には投入口（フィーダー）が3か所あり、トップフィーダーから再生プラスチック、サイドフィーダー①から添加剤、サイドフィーダー②から陶器屑を投入して試作を行った。元々、（株）近江物産では自動車のバッテリー由来の再生プラスチックを取り扱っているため、ハーネス等の金属異物を除去する目的で目開き  $80\mu\text{m}$  ほどのメッシュ（スクリーンチェンジャー）が溶融部と冷却部の間に設置されている。

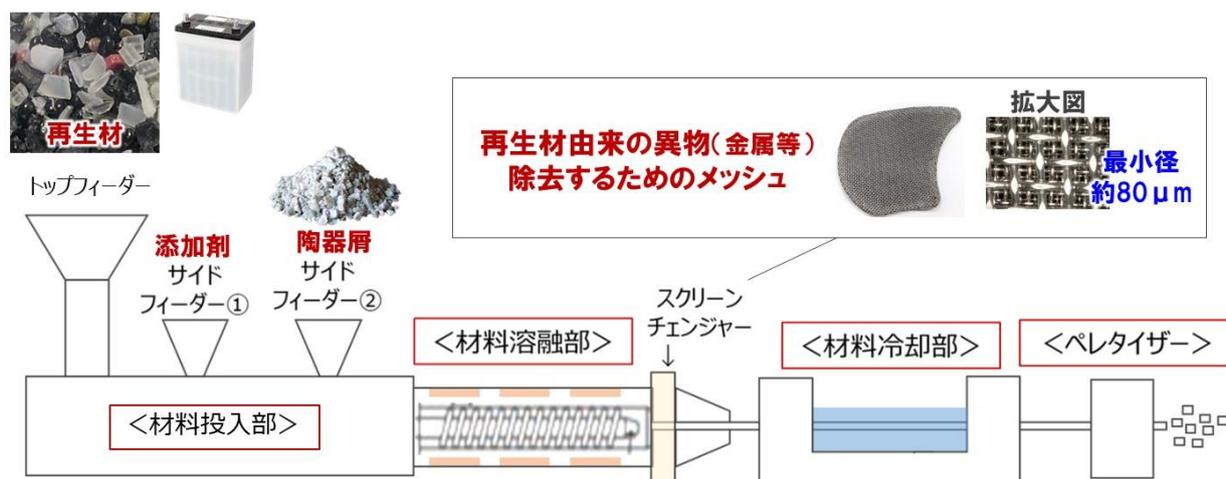


図 3-7. 押出成形機の概略図

今回、試作で使用した粉砕陶器屑は合計 4 種類であり、その内訳はレイモンドミルを活用した乾式粉砕 3 種類 (T0, T1, T2)、ボールミルを活用した湿式粉砕 1 種類となる (表 3-2)。それぞれの粒度分布を、福岡県工業技術センター保有の粒度計 (堀場製作所 Partica LA-960V2) にて測定した (図 3-8)。

表 3-2. 試作時に使用した粉砕陶器屑

		粉砕設備	時間処理量	平均粒径	最大粒径
未粉砕品		—	—	—	1.5mm
乾式	T0	レイモンドミル	1200kg/h	46 $\mu$ m	262 $\mu$ m
	T1	レイモンドミル	400kg/h	21 $\mu$ m	88 $\mu$ m
	T2	レイモンドミル	300kg/h	12 $\mu$ m	39 $\mu$ m
湿式		ボールミル	—	11 $\mu$ m	51 $\mu$ m

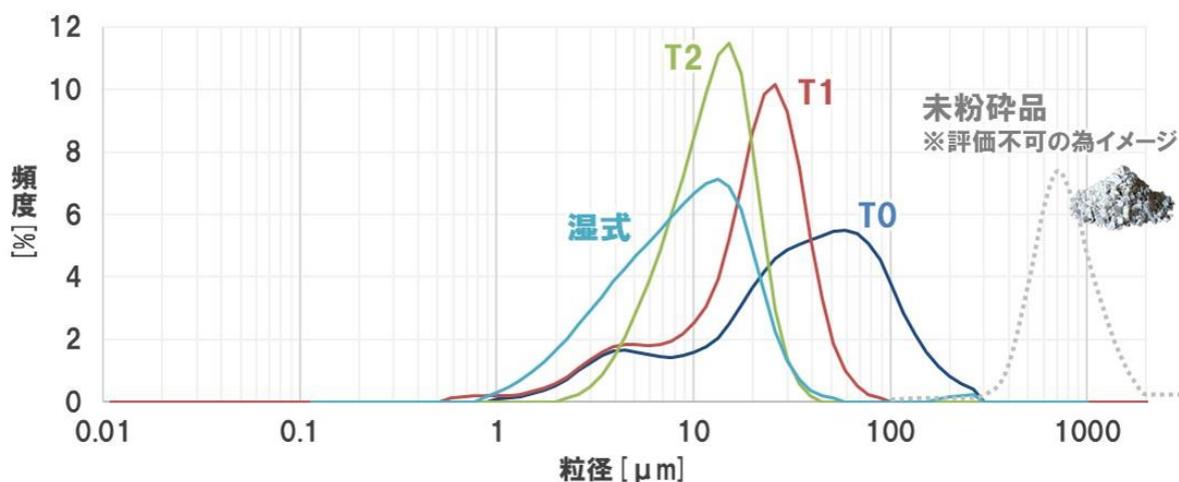


図 3-8. 試作に使用した粉砕陶器屑の粒度分布

乾式粉砕 (レイモンドミル) では吸引圧を下げることによって微粒子のみを集めることができると「粉砕方法について (9 ページ)」にて記載したが、実際に吸引圧を下げ、時間処理量を調整することによって、平均粒径・最大粒径共に減少していく傾向をつかむことができた。また、乾式粉砕での時間処理限界 (T2 品) と湿式粉砕は、平均粒径はほぼ同等になることがわかった。

量産設備に各粉碎陶器屑（表 3-2）を使用して押出を実施すると、T0 品のみ異物除去用メッシュで詰まりが発生し、材料を作成することができなかった（図 3-9）。T0 品の平均粒径は  $46\mu\text{m}$  だが、分布図（図 3-8）を見ると  $80\mu\text{m}$  を超えるものも多く含まれており、その部分が異物除去メッシュに詰まってしまったと考察している。一方、T1, T2 品は問題なく材料の作成ができた（表 3-3）。よって、量産設備を使用し、熱可塑性樹脂に陶器屑を混ぜる上で、粉碎陶器屑の平均粒径は  $21\mu\text{m}$  以下、最大粒径は  $88\mu\text{m}$  以下であると見極めた（表 3-3）。



図 3-9. T0 試作時のメッシュ詰まり

表 3-3. 試作状況

	平均粒径	最大粒径	量産設備
T0	$46\mu\text{m}$	$262\mu\text{m}$	NG
T1	$21\mu\text{m}$	$88\mu\text{m}$	OK
T2	$12\mu\text{m}$	$39\mu\text{m}$	OK

また、陶器屑をより細かく粉碎できることを見込んで湿式粉碎を試みたが、乾式粉碎設備（レイモンドミル）の処理限界（T2 品）と平均粒径はほぼ同等であり、時間当たりの処理量・収率等の兼ね合いから乾式粉碎品のみで以降の検証を進めていく（表 3-4）。

表 3-4. 粉碎手法による違い

粉碎手法	平均粒径	最大粒径	時間処理量	収率
乾式（T2）	$12\mu\text{m}$	$39\mu\text{m}$	$300\text{kg/h}$	100%
湿式	$11\mu\text{m}$	$51\mu\text{m}$	$(3.3\text{kg/h})$	17%

※湿式粉碎はラボ機使用のため処理時間は()書きとしている

### 陶器屑複合再生 PP、ABS の開発… 仕様書 3. (2) ①

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

陶器屑を配合した PP 樹脂、ABS 樹脂の開発のため、添加剤、充填剤等の材料を組み合わせ、最適な配合比を決定する。配合検討については再生原料の添加量、相溶化剤処方の要否を見極めること。また試作品を作成し樹脂の性能を確認する。

コンパウンド処方が確定した後、その製品を大量生産するための技術を開発する。これには製造ラインの設計、生産工程の最適化、品質管理の体制構築等が含まれる。

### (2) TOTO 工程端材(PP)を用いた陶器屑複合 PP の開発

#### 材料開発の狙い

仕様書に則り、陶器屑を配合した PP 樹脂の開発においてはトイレ部品であるインナータンク（図 3-10）に使用している材料の代替を狙いとし処方開発を推進した（図 3-11）。現行の材料はタルク 20%配合のバージン PP 樹脂及びタルク 20%配合の再生 PP 樹脂が使用されている。開発においては当該樹脂の物性を指標に、陶器屑の配合比率や相溶化剤の添加について検討を進めた（表 3-5）。



図 3-10. トイレ部品 インナータンク



図 3-11. 材料開発の狙い

表 3-5. 現行材の物性

		現行材 再生プラスチック	現行材 バージンプラスチック	開発品
引張	強度 (MPa)	26.0	27.0	検討
曲げ	強度 (MPa)	37.0	43.0	
	弾性率 (MPa)	1769	2668	
シャルピー衝撃強さノッチ有 (kJ/m <sup>2</sup> )		3.8	3.6	

## 設備、製造条件について

試作検証においては図 3-6、7 に示した押出機を用いて製造を行った。製造条件は、押出機の方法溶融部のバレル部 10 か所、スクリーンチェンジャー部 3 か所、ダイス部 1 か所の温度調整およびスクリー回転数となる。今回の製造条件として、スクリー回転数を 885rpm とし、温度条件はバレル部～ダイス部までを一律 210℃ と設定した。(図 3-12)。

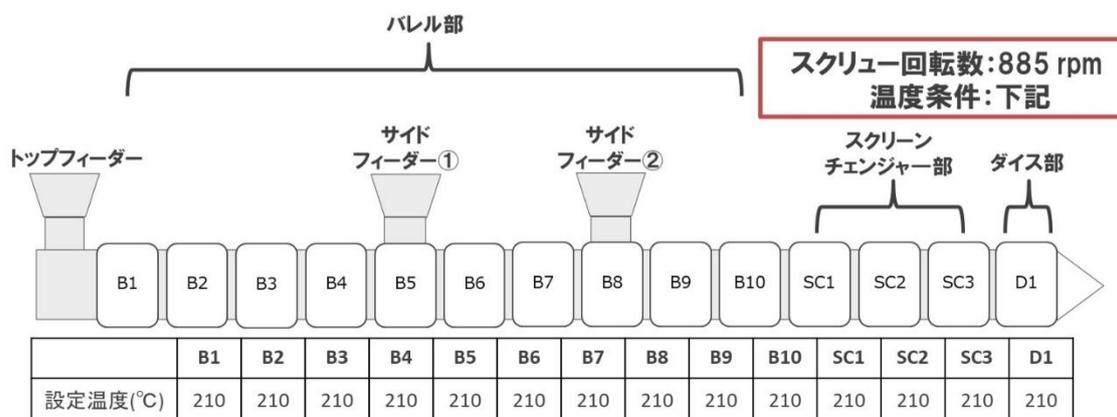


図 3-12. 製造条件

## 材料処方 of 検討について

### <相溶化剤の要否検討>

押出機を用いて陶器屑 (T1) 及び第 3 成分の添加について処方を検討した。まず、第 3 成分として相溶化剤の要否を表 3-6 に示す。なお、相溶化剤には理研ビタミン(株)の MG-400W を検討した。

表 3-6. 相溶化剤の検討

検討材		相溶加剤無し	相溶化剤有り
ベースPP		70部	70部
陶器屑 (T0、平均径50 μ m)		30部	30部
相溶化剤	MG-400W	無	2部

相溶化剤の添加による物性及び生産性への影響を表 3-7、応力-ひずみ曲線を図 3-13 にまとめた。相溶化剤を添加することで、引張強度、曲げ強度ともに大幅な向上が確認され、現行同等レベルまで改善された。また、コンパウンド時の生産性についても糸切れが見られず、スムーズな生産が可能になった。

表 3-7. 相溶化剤の添加効果

			相溶化剤		現行材
			無	あり(2部)	
物性	引張	強度 (MPa)	19.0	27.0	26.0
	曲げ	強度 (MPa)	28.0	36.0	37.0
		弾性率 (MPa)	1383	1481	1769
	シャルピー衝撃強さ ノッチ有 (kJ/m <sup>2</sup> )		2.1	3.4	3.8
樹脂の生産性			悪い 糸切れ多発	基準同等	基準

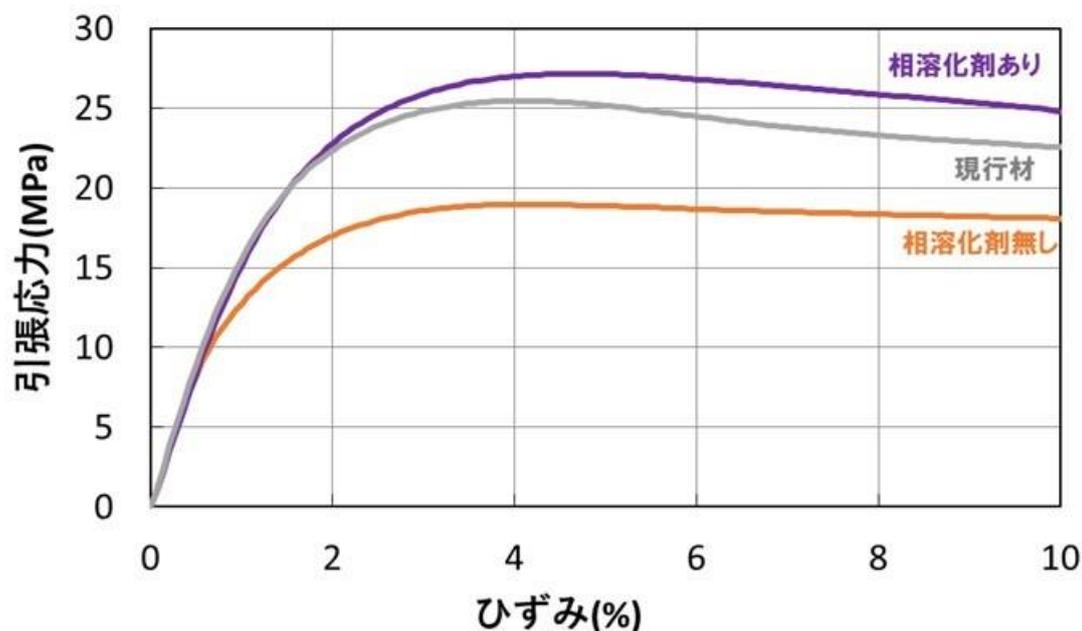


図 3-13. 応力-ひずみ曲線

### <再生プラスチックの品質分析>… 仕様書 3. (2) ④

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

再生原料及び再生プラスチックの成分分析のため、各種分析機器の構造因子分析を行うこと。

相溶化剤添加に伴う物性の向上を、SEMを用いた表面観察に基づいて考察した。陶器屑の表面露出状態を観察したSEM像を図3-14, 15に示す。図の白点が陶器屑であると想定された。相溶化剤あり(図3-15)では無しの場合(図3-14)と比較して、表面へ露出した陶器屑の個数が減少している。また、さらに高倍率で観察したSEM像(図3-16)より、相溶化剤ありでは陶器屑特有の角ばった形状が見られなかったことから、陶器屑表面が樹脂で覆われていることが判った。このことから、相溶化剤により陶器屑とPPの親和性が向上し、陶器屑-PP界面の密着状態が改善されていることが想定された。以上の結果より、相溶化剤の添加が物性や生産性の向上に寄与しているものと考察する。以降、相溶化剤ありで検討を進めていく。

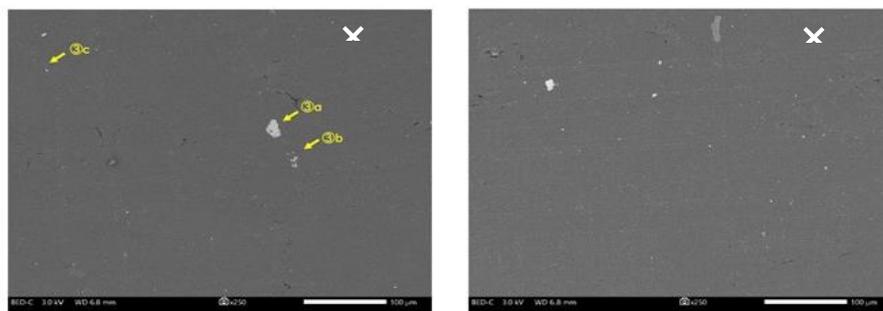


図 3-14. 相溶化剤無し SEM 像

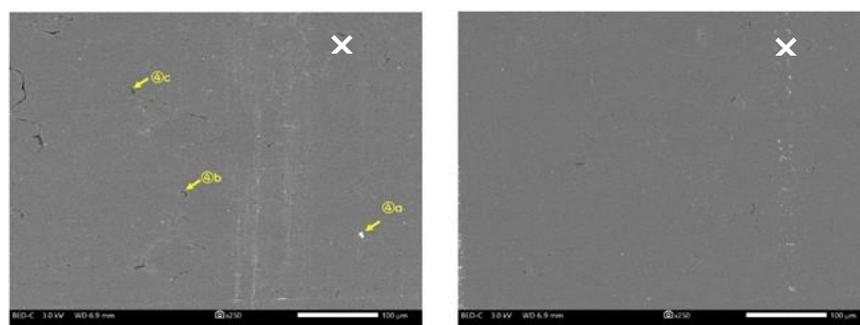


図 3-15. 相溶化剤有り SEM 像

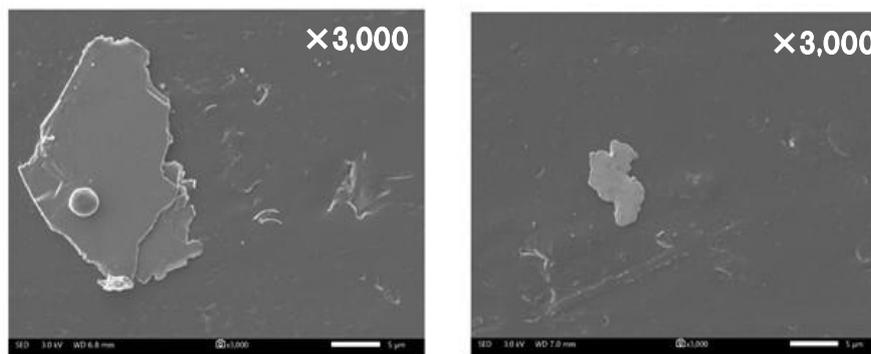


図 3-16. 相溶化剤無し (左)、有り (右) SEM 像

### <陶器屑の処方量について>

次いで、陶器屑（T0）を0，15，20，30%の割合で配合し、配合率による物性の変化を評価した。結果を図 3-17 に示す。剛性を曲げ弾性率、靱性をシャルピー衝撃強度にて評価した。陶器屑の配合率の増加に伴い剛性は向上するが、靱性は低下していくことが分かった。剛性、靱性ともに現行材同等の基準を満たす配合率は存在しないことから、物性バランスの取れた10～30%の間で検討を進めていくこととした。

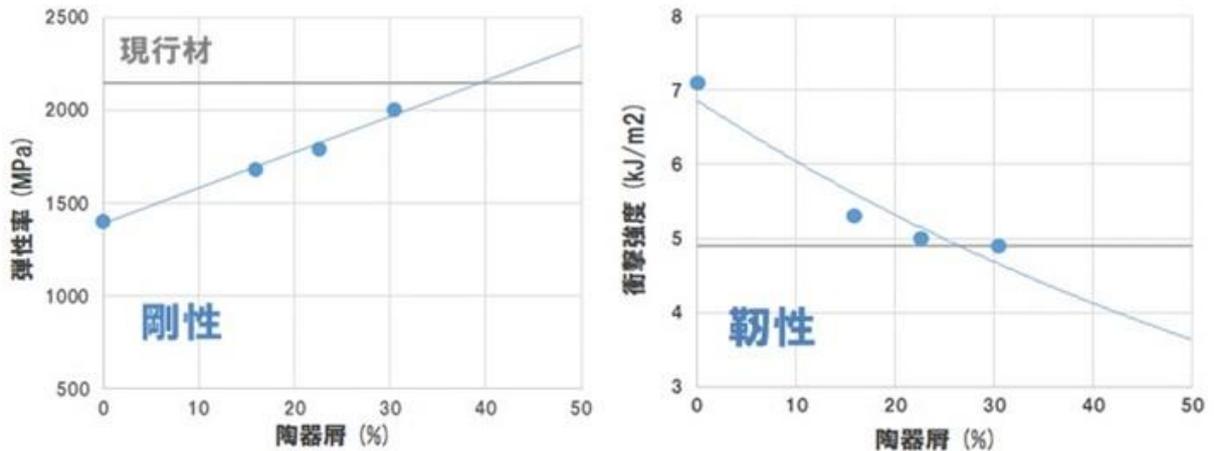


図 3-17. 陶器屑複合 PP の物性

### <止水性能による陶器屑処方量の設定>

インナータンクとしての製品品質において、現行材に配合されているタルク（7 $\mu$ m）に対し、前項の通り開発材に配合する陶器屑の平均径がやや大きくなることから製品の止水性能の低下が懸念された。止水機構について図 3-18 に示す。使用時にインナータンク止水部の凸部にパッキンが密着し、パッキンが受ける貯水圧力により止水をしている。平均径が粗くなることで凸部の表面粗さが大きくなった際、パッキンとタンク止水部間がしっかりと密着せず、水が漏れ出てしまうことを懸念し品質の確認を実施した。

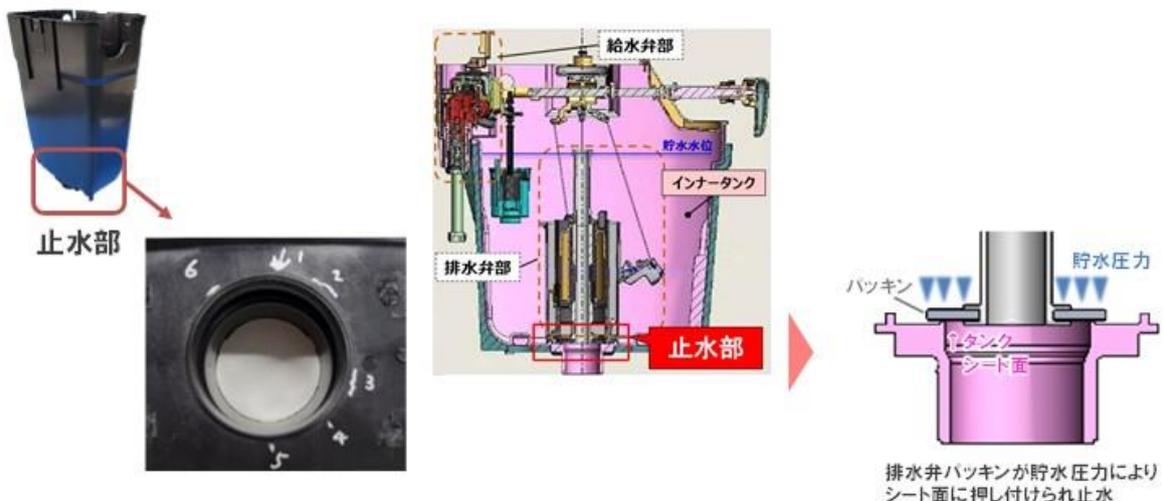


図 3-18. インナータンクの止水機構について

これまでの処方検討を踏まえ、陶器屑 T1, T2 それぞれ 10, 20, 30% の割合で配合し、平均径と配合率による表面粗さ (Rz) への影響を評価した。結果を図 3-19 に示す。陶器屑の粒径が細かく、さらに配合率が少ないほど表面粗さは減少することが判った。止水部の部品については、十分な止水性を確保するために Rz 値が 6.3 未満であることが求められている。評価の結果、いずれの陶器屑を配合した場合においても 30% 以上の配合比率では規定値を超えるため、止水性能の観点からは 20% 以下の配合が必要であることが判った。

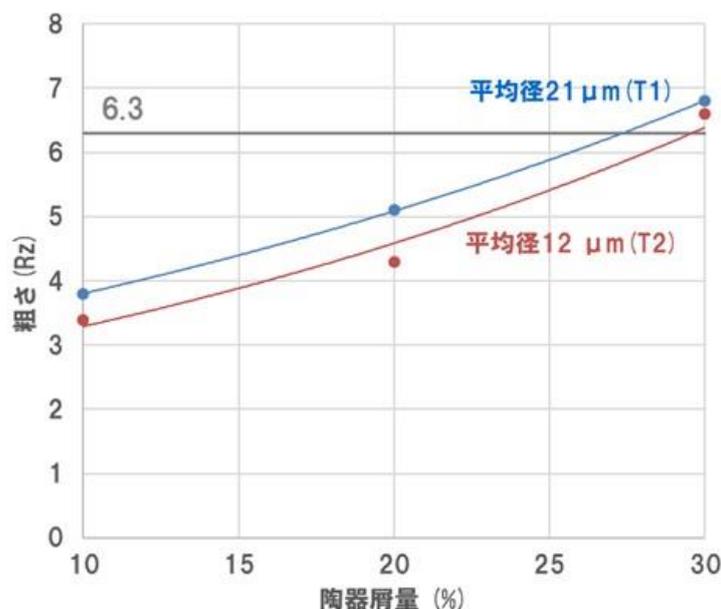


図 3-19. 陶器屑複合 PP の表面粗さ

上記の材料処方検討と資源環境の観点から、物性バランスを保ちつつ、より多くの陶器屑を配合した陶器屑 20% の配合比率で、さらに相溶化剤を加えた材料処方が最適であるとした。以降、この処方で検証を推進していく (図 3-20)。

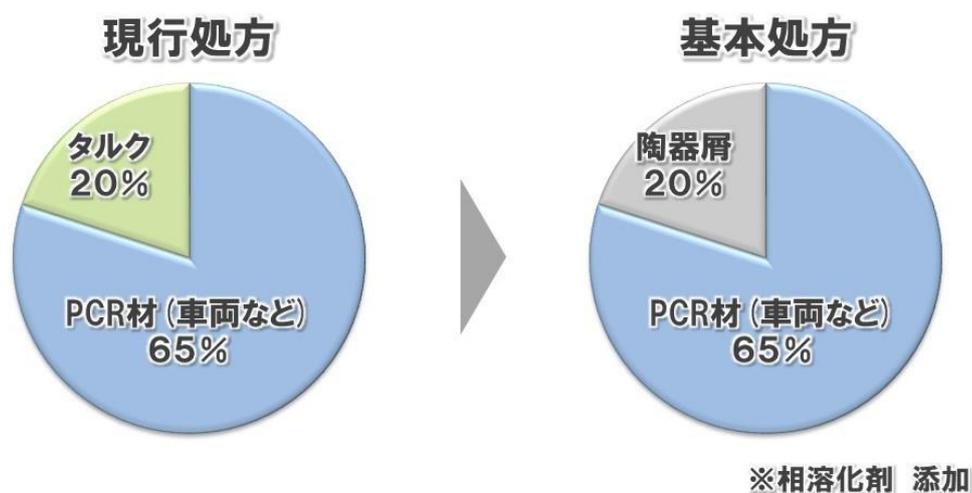


図 3-20. 基本処方

## 自社プラスチックの資源循環について

陶器屑を複合した樹脂の処方開発が完了したため、続いて開発材のマテリアルリサイクルの検証を進めた。(図 3-21) 検証にあたっては TOTO および関係各社でのプラスチック製品製造時の端材を活用した PIR 材の開発検討を実施した。



図 3-21. プラスチックの資源循環スキームの検討

PIR 処方の開発においては、TOTO の基幹製品である温水洗浄便座を構成する外郭部品である便ふた、便座および電子機構部を収納しているケースカバーの成形品、さらに本実証事業での検討部品であるインナータンクの工程端材を含む処方検討を進めた。

## 工程端材の最大処方量について

PIR 処方の開発においては、開発材の流通時の最大使用量と国内製造拠点での工程端材の発生量から材料処方に組み込むことの出来る最大の処方率を算定した。

まず、図 3-22 に示す通り温水洗浄便座の外郭部品において開発材と同種の PP 樹脂が使用されている部品は便ふた・便座・ケースカバーの 3 部品である。これらの国内製造拠点での部品製造量が約 500t/月であり、製造工程における工程端材の発生量を全体の良品率から逆算し、発生率を 1~3%と見積もった。その結果、温水洗浄便座由来の PP 樹脂の工程端材の発生量は 5~15 t/月程度と想定した。同様に図 3-23 に示す通り、インナータンクの国内製造量は 100t/月で工程端材の発生量を 1~3t/月程度と想定した。

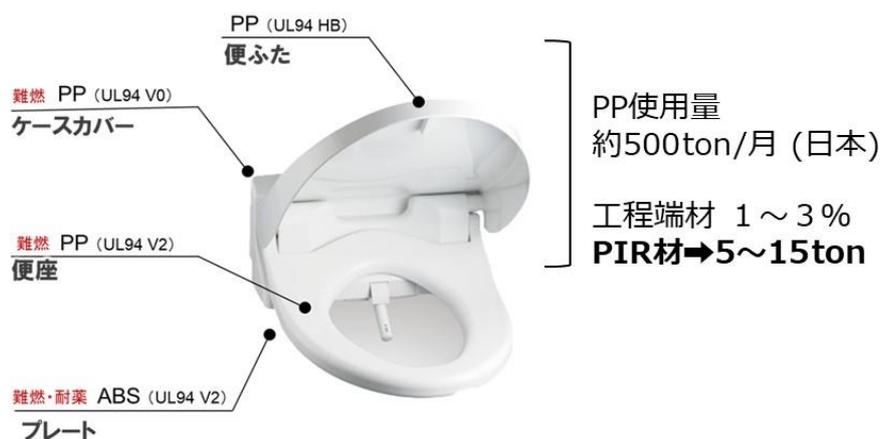


図 3-22. 温水洗浄便座外郭部品の工程端材発生量



図 3-23. インナータンクの工程端材発生量

開発材の流通時の使用量は最大で 100t/月を見込んでいる。上記の温水洗浄便座部品の工程端材の発生量より、工程変動を鑑みて最大で 10%程度の工程端材の活用となると見積もった。インナータンク部品の工程端材についても最大で 3%程度の活用となると考え、図 3-24 に示す通り、開発材に占める TOTO 製品の工程端材の循環率は最大でも 13%程度となると想定した。

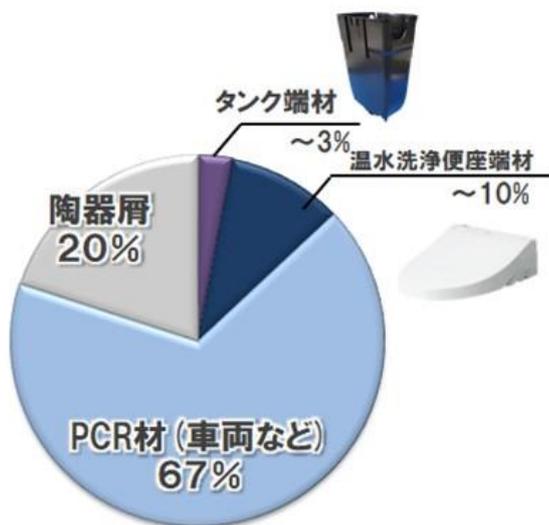


図 3-24. 工程端材の処分量について

### 開発材の処方と物性について

PIR 材処方の開発においては、まずは開発した基本処方をレファレンスとし、基本処方に対して便ふた・便座・ケースカバーの工程端材が均等に 10%含有した処方にて表 3-8 の通り樹脂物性の確認を行った。陶器屑は前記 T2 (平均径 12 μm) を活用し、樹脂に対し 20%配合、相溶化剤を 2%配合した処方系にて検討を実施した。表 3-8 の通り、樹脂の基本物性は温水洗浄便座の工程端材を最大の 10%配合しても殆ど変化が無いことが判った。

表 3-8. 工程端材の検討比率

処方	温水洗浄便座 工程端材		①	②
			0%	便ふた4% 便座3% ケースカバー3%
物性	引張	強度 (MPa)	26.8	27.0
		破壊呼び歪み (%)	13	14
	曲げ	強度 (MPa)	38.0	37.1
		弾性率 (MPa)	1551	1506
	シャルピー衝撃強さ ノッチ有 (kJ/m <sup>2</sup> )		6.0	6.1

さらに実際の工程端材活用においては、生産の変動により便ふたが多く供給される場合や便座が多く供給されるケースが想定される。工程端材の共有が最も偏ったケースを想定し、表 3-9 の通り 3 部品をそれぞれ 10%処方した系においても同様に物性を確認した。結果として③～⑤のいずれかの部品を最大量配合した系においても殆ど物性が変わらないことを確認した。

以上より工程端材の 10%添加で物性面においては問題無きことを確認した。

表 3-9. 工程端材の供給が偏ったケースを想定した樹脂物性

処方	温水洗浄便座 工程端材		②	③	④	⑤
			便ふた4% 便座3% ケースカバー3%	便ふた 10%	便座 10%	ケースカバー 10%
物性	引張	強度 (MPa)	27.0	27.8	26.7	27.0
		破壊呼び歪み (%)	14	13	13	12
	曲げ	強度 (MPa)	37.1	39.2	37.5	37.5
		弾性率 (MPa)	1506	1585	1512	1512
	シャルピー衝撃強さ ノッチ有 (kJ/m <sup>2</sup> )		6.1	6.0	6.0	5.8

### 工程端材含有 PIR 材の成形データについて

開発した材料の成形データ（メルトフローレイト（以下 MFR）、収縮率）について表 3-10 に示す。MFR 値は開発材でやや流動性が高いことを示す結果となったが、射出成形時の条件調整にて対応出来るレベルと考えられる。収縮率については現行材に対し、やや開発材の方が収縮しやすい特徴が見られた。ベース樹脂 PP の収縮率は殆ど変わらないと推測されるため、活用した充填剤の粒子径やアスペクト比の差によるものと想定される。

表 3-10. 開発材の成形データ

			現行材	開発材	
				基本処方	PIR処方
材料 処方	ベース材	車両由来 PCR材	80%	80%	70%
		温水洗浄便座 工程端材	0%	0%	10%
	充填剤		タルク 20%	陶器屑 20%	陶器屑 20%
成形 データ	MFR (g/10min)		27.1	31.6	33.8
	収縮率 (%)	MD	1.08	1.38	
		TD	1.22	1.24	

### 陶器屑複合再生プラスチック（熱可塑）の成形品質の確認… 仕様書 3.（3）①

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

陶器屑を配合した熱可塑性樹脂の成形品質の確認のため、TOTO 製品金型、試作金型での成形品質の確認を行う。成形品質の確認についてはトイレ部品の成形試作（実施例：インナータンク）、水栓金具部品（実施例：ハンドシャワー）を実施する。

#### 確認モデルについて

陶器屑を配合した PP 樹脂の成形品質の確認についてはトイレ部品であるインナータンクをモデルとして進めた（図 3-25）。



図 3-25. 確認モデルについて

#### 成形品質の確認方法について

(株)エコーにて図 3-26 に示す 850t 成形機を使用して成形品の試作を実施した。なお金型については現行の量産に使用している金型にて成形試作を行った。



850t成形機

図 3-26. 成形設備

## 成形性の確認について

開発した材料にて成形試作を実施し、成形条件の調整により問題なく成形品が得られることを確認した。表 3-11 に成形の量産条件と条件調整後の試作条件を示す。

量産では MFR が約 27 のタルク 20%配合の再生 PP を活用している。試作では、MFR が約 34 g/10min の PIR 処方(陶器屑 20%配合)を活用した。

成形機の温度設定並びに金型温度については量産条件と同様な温度設定にて問題なく試作が可能であった。保圧や冷却時間の設定についても量産同様の条件にて試作を行うことが出来た。射出速度の設定についてのみ、量産条件に対し微調整を行うことで成形品が得られた。

表 3-11. 成形条件について

			量産条件	試作条件	
材 料	充填剤		タルク 20%	陶器屑 T2 20%	
	MFR	g/10min	27.1	33.8	
成 形 条 件	成形温度	NH	℃	227	227
		H5	℃	215	215
		H4	℃	215	215
		H3	℃	215	215
		H2	℃	207	207
		H1	℃	192	192
	金型温度		℃	25	25
	射出速度		mm/sec	初速 10mm/s 2速 21mm/s 3速 15mm/s	初速 9mm/s 2速 25mm/s 3速 20mm/s
	保圧		MPa	35	35
	冷却時間		sec	45	45

### 製品品質の確認について

樹脂への充填剤の代替により前記の通り、止水性への影響が懸念された。そのため、製品にてエアリーク試験および実際にタンクに貯水しての水漏れ確認試験を実施した。

エアリーク試験では試作したインナータンクにパッキンを密着させ、一定の吸引圧に達した後、吸引を止めて規定時間後に一定の吸引圧以上を保持するか確認する。現行品にて水漏れに至らないよう規定時間後に保持した吸引圧に閾値を設けており、製品ごとに定められた社内基準に照らし合否判定を実施した。

水漏れ確認試験では試作したインナータンクにパッキンを密着させ、タンクに一定水位まで水を溜め、基準とする時間までに水が漏れないか確認を行った。

各試験の結果について図 3-27 に示す。いずれも社内基準に対し合格であり、懸念した止水性は問題ないことが判った。

	量産品	試作品
充填剤	タルク 20%	陶器屑 T2 20%
エアリーク試験 	基準	合格
水漏れ確認試験 	基準	合格

図 3-27. 止水性確認結果

## 製品寸法について

PIR 処方にて試作したインナータンクの寸法確認結果を図 3-28 に示す。製品図面の公差内に収まる項目はあるものの、排水部の銹間寸法やインナータンクの入水部高さ寸法、排水部の口径など一部寸法が公差下限外れとなった。

上記となった要因について、タルク配合の現行材と比較し収縮率が大きく、成形品の収縮が現行より進んだためと想定される。本検討では現行材料の収縮率にて設計された金型を用いて試作検証を行っている。実用化に向けては図面の訂正や、開発材に併せた金型の製作により対応を進める予定である。

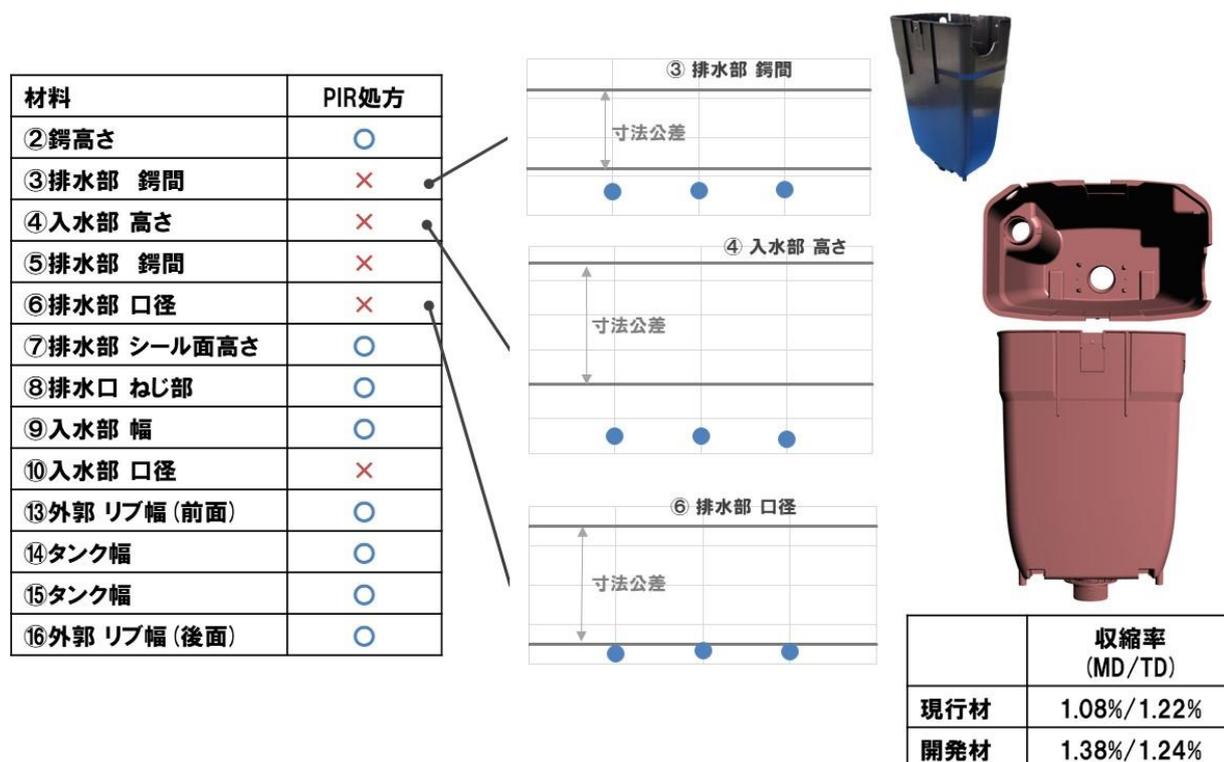


図 3-28. 開発材での製品寸法評価結果

### (3) TOTO 工程端材(ABS)を用いた陶器屑複合 ABS の開発… 仕様書 3. (2) ①

#### ABS 材料開発の狙い

陶器屑を配合した ABS 樹脂の開発においては、機器水栓の商材であるハンドシャワー（図 3-29）に使用している材料の代替を視野に、処方開発を推進した。現行材にはバージン材の耐薬 ABS を使用している。開発においては当該樹脂の物性を指標に、陶器屑の配合比率や相溶化剤の添加について検討を進めた（表 3-12）。



図 3-29.  
ハンドシャワー

表 3-12. 現行 ABS の物性

		バージン材	開発品
物性	引張強度 (MPa)	43.8	検討
	シャルピー衝撃強さ ノッチ有 (kJ/m <sup>2</sup> )	20.1	
	臨界ひずみ (%)	>1.5	

#### 処方検討、製造について

試作検証は(株)近江物産のラボ試作用押出機を用いて実施した（図 3-30）。陶器屑（T0 品、平均径 50 μm）を 1, 3, 5, 10, 30 部の割合で配合し（図 3-31）、ペレット作製と試験片成形を実施した。ここでは PP 開発の検討を基に相溶化剤を添加し、ABS 用の相溶化剤として市販されている理研ビタミン(株)の KBM-503 を配合した。なお、温度条件は一律 230℃と設定した。



図 3-30. ラボ試作用押出機

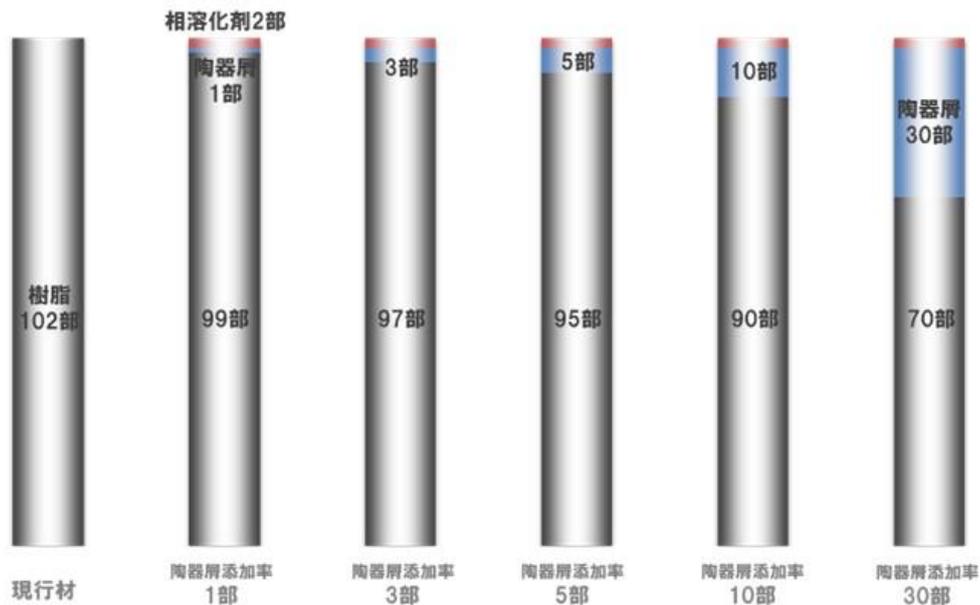


図 3-31. 陶器層複合 ABS の処方検討

### 機械物性評価

物性及び生産性への影響を表 3-13、図 3-32・33 にまとめた。陶器層の割合が増大するほど引張強度は低下した。陶器層 1~5 部までは、コンパウンド時に糸切れが見られずスムーズな生産が可能であった。陶器層 10 部以降、シャルピー衝撃強さも下がっていくことから、ABS への陶器層添加量は 5 部程度までであると見極めた。

表 3-13. ABS 試作材の引張強度と生産性

陶器層割合	現行	1部	3部	5部	10部	30部
引張強度 (MPa)	44	43	43	42	39	29
樹脂の生産性	-	問題なく押出可能			糸切れ多発	

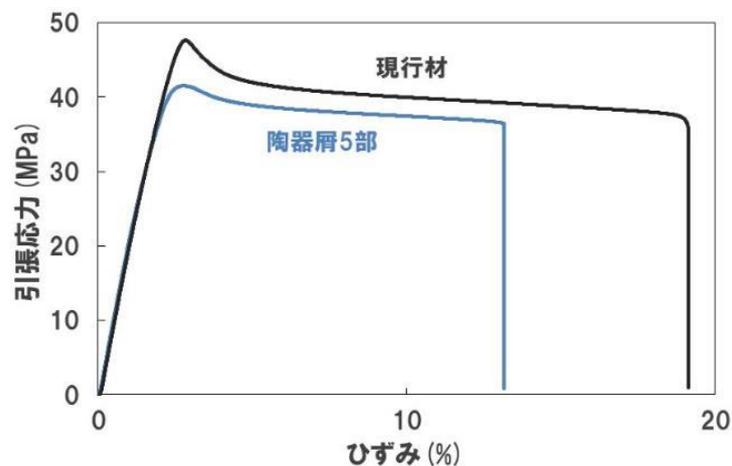


図 3-32. 現行材との応力-ひずみ曲線の比較

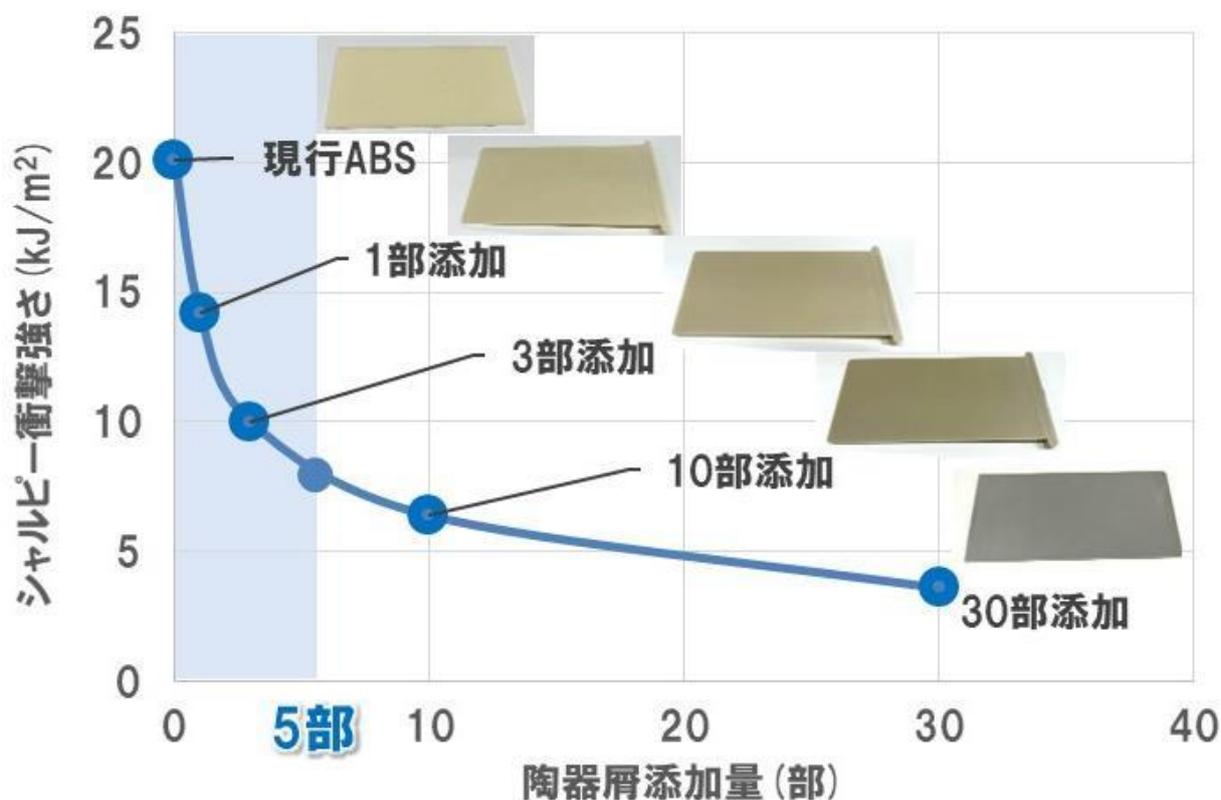


図 3-33. 陶器屑の配合量によるシャルピー衝撃強さの変化

### 耐薬品性評価

ABS 材料の懸念点として、応力による変形と薬液の複合作用で割れが発生するソルベントストレスクラック (SSC) がある。SSC を生じさせないためには設計する部品の使用環境で、接触・蓄積する薬剤との間において「臨界ひずみ」>「発生ひずみ」の関係である必要があり、使用する樹脂の薬品に対する臨界ひずみを把握しておくことは重要である。図 3-34 のようにインボリュート曲線治具に成形した短冊型試験片を曲率に沿って固定する。図 3-35 のように試験片に薬剤を塗布し、一定時間経過後のクラックの発生状況を測定し、下式に従って臨界ひずみを算出する。本検討では浴室での使用を想定し、薬剤に中性洗剤を用いて試験を実施した。

$$\varepsilon(\%) = \frac{t}{(2a\theta_3 + t)} \times 100 \quad \theta_3 = \left\{ \frac{2(x_0 + x)}{a} \right\}^{-\frac{1}{2}}$$

$\varepsilon$  : 臨界ひずみ       $a$  : インボリュート曲線基準円半径 (mm)

$t$  : サンプル厚み (標準 2 mm)       $\theta_3$  : クラック臨界点角度 (rad)

$x$  : ひずみ最大位置からクラック臨界点までの距離 (mm)

$$x_0 : \frac{a\theta_1^2}{2}$$

$\theta_1$  : ひずみ最大位置の角度 (rad)

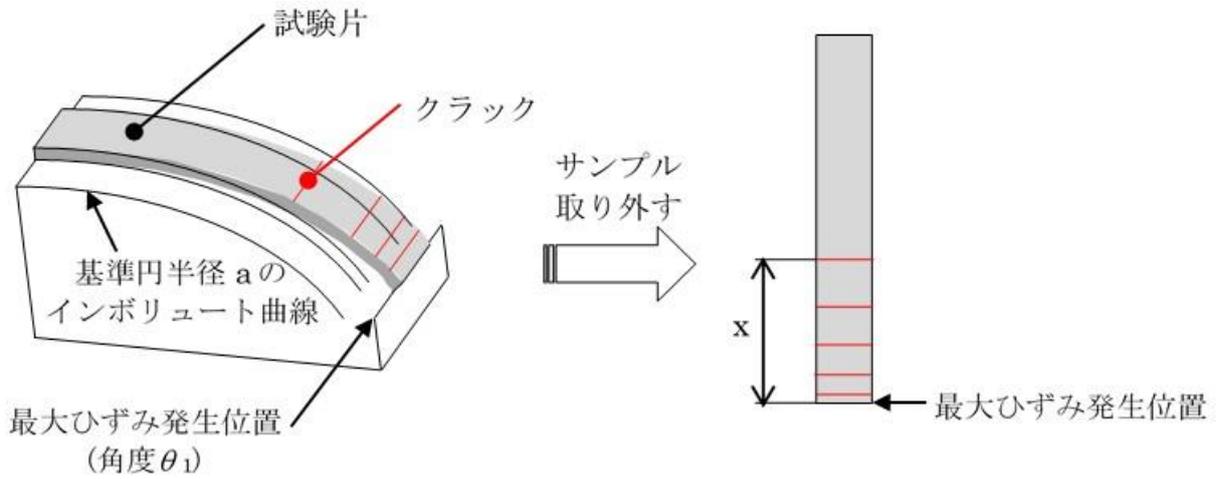


図 3-34. 臨界ひずみの測定方法

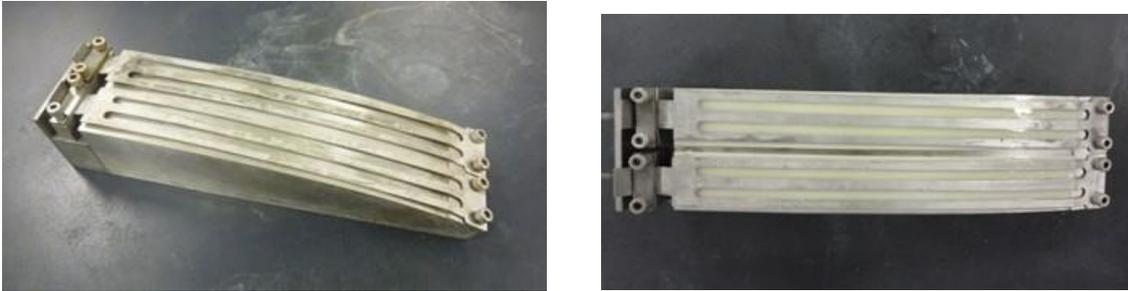


図 3-35. (左)臨界ひずみ試験治具 (右)試験片をセットした様子

現行材と陶器屑 5 部配合 ABS に対して、臨界ひずみ試験を実施した結果を図 3-36 に示す。いずれも 1.5%以上の臨界ひずみがあることから、陶器屑を配合しても十分な耐薬性を保持しているといえる。

材料	ABS (耐薬グレード)	ABS + 陶器屑 5 部
	 ABS	 ×  ABS 陶器屑
中性洗剤①	>1.5%	>1.5%
中性洗剤②	>1.5%	>1.5%

図 3-36. 臨界ひずみ試験の結果

以上の結果から、ABS に陶器屑を 5 部程度配合しても材料の諸元は全て充足することが明らかとなった。以降、陶器屑を 5 部配合した処方での検討を推進していく。

## 自社のプラスチックの資源循環について

陶器屑を5部まで配合しても製造や物性に問題がないと判断できたため、ABSを再生プラスチック化しても物性が損なわれないか検証した。用いる再生プラスチックとして、TOTOプラテクノ(株)にて洗面パネルの製造時に発生する不良品や工程端材が適用できないか検討した。洗面パネルにもハンドシャワーの現行ABSが用いられているため、製品仕様を満たすような物性が得られるのではないかと考えた。具体的な材料供給スキームを図3-37に示す。洗面パネルの不良品や工程端材を豊通ケミプラス(株)経由で回収する。回収した材料を粉砕・リペレット化し、PIR材としてTOTOプラテクノ(株)に戻すことで、ハンドシャワーの原料として再利用するスキームを考案した。



図 3-37. 洗面パネル部品の工程内端材の再利用検討

上記のスキームで入手した再生プラスチックを用いて、機械物性・耐薬品性評価を実施した結果を表3-14に示す。バージン材と比較して、基本的な機械物性や耐薬品性には問題はなかった。

表 3-14. 再生 ABS の機械物性

		バージン材	開発品
物性	引張強度 (MPa)	43.8	43.1
	シャルピー衝撃強さ ノッチ有 (kJ/m <sup>2</sup> )	20.1	19.4
臨界ひずみ (%) ※バスマジックリン、バスピカ		>1.5	>1.5

また、粉砕・リペレット化による熱履歴により、耐薬品性を出すために必要な添加剤が減少していないか確認するため、添加剤の定量分析を実施した。現行材と PIR 材に対して高速液体クロマトグラフィー (HPLC) と熱分解ガスクロマトグラフ質量分析 (Py-GC/MS 分析) を実施した結果を表 3-15・図 3-38 に示す。

表 3-15. 各材料の添加剤成分 ペレット抽出液の HPLC 定量結果

添加剤種類	酸化防止剤	光安定剤
	ヒンダードフェノール系	低分子HALS
添加剤製品 グレード (相当品)	IRGANOX 1076	Tinuvin 770
バージン材 含有量	1,000 ppm	2,900 ppm
再生プラスチック 含有量	1,100 ppm	2,600 ppm

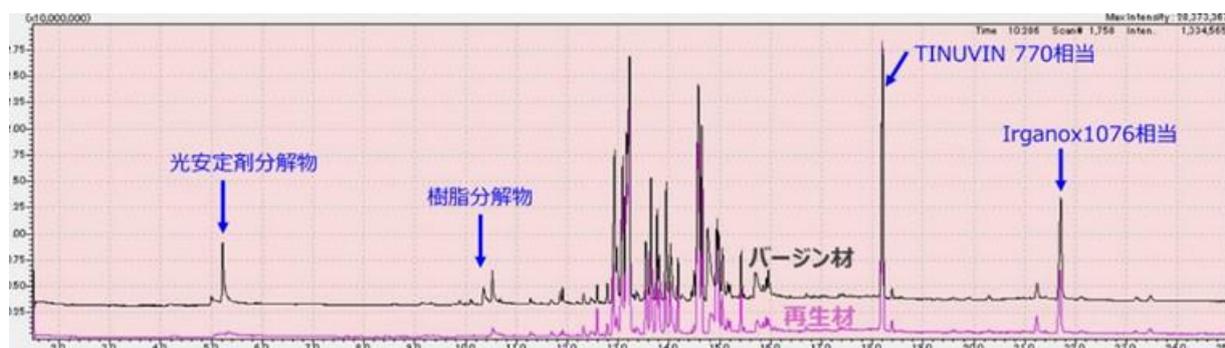


図 3-38. Py-GC/MS のチャート比較

酸化防止剤と光安定剤について HPLC で定量分析したところ 10%程度の差はあるが、ロットや分析作業でのばらつきの範囲内であり、成形や再生工程での熱履歴ではほとんど減少していないと考えられる。多段階リサイクルを実施しても機能発現に必要な添加剤の減少は軽微であると想定され、仮に減少しても酸化防止剤、光安定剤の追加添加により材料として使用できるものと想定される。また、Py-GC/MS での成分比較においても、特異的な成分もなくほぼ同等であった。

上記の材料処方検討と資源環境の観点から、物性バランスを保ちつつ、より多くの陶器屑を配合した陶器屑 5 部の配合比率で、さらに相溶化剤を加えた材料処方が最適であるとした。以降、この処方でハンドシャワーの試作検証を推進した (図 3-39)。

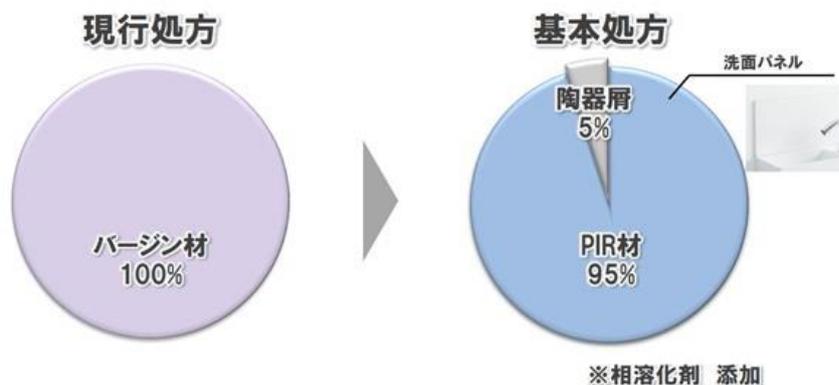


図 3-39. 陶器屑複合再生 ABS の基本処方

### 確認モデルについて

陶器屑を配合した ABS 樹脂の成形品質の確認については、機器水栓部品であるハンドシャワー（図 3-29）をモデルとして進めた。

### デザイン検討

3. (2) ①項の検討より、ABS に陶器屑を 5 部配合した材料を用いてハンドシャワーを成形することとした。しかしながら、ABS に陶器屑を配合させると図 3-40 のように、外観部品に用いるには意匠性が悪くなる。そこで、シャワーヘッドの加飾検討を実施し、図 3-41 のようなマーブル調の模様を選定した。強い色味・コントラストをぶつけることで強い素材感を表現し、空間でのアクセント表現としての活用を図ったデザインである。



図 3-40. 陶器屑配合 ABS 平板サンプル



図 3-41. マーブル調の加飾

市販のマーブル着色マスターバッチを入手し、マスターバッチ濃度の最適化のために平板成形で事前検証を実施した。マスターバッチ濃度を 0.5%、1.0%、2.0%と振り、再生 ABS の平板（100 mm×50 mm）を成形して意匠を確認した。成形したサンプルを図 3-42 に示す。いずれの濃度でも成形ができたが、2.0%についてはやや柄が強い印象となった。実機試作では、成形品の肉厚が大きくなって柄が薄くなる可能性があることも踏まえ、マスターバッチ濃度は 1.0%を目安に実施することとした。

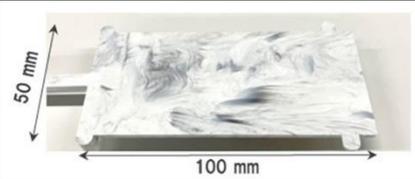
着色濃度	平板外観
0.5 %	
1.0 %	
2.0 %	

図 3-42. マーブル着色平板サンプル

### 成形品質の確認方法について

(株)エコーにて 350 t 成形機 (図 3-43) を使用して成形品の試作を実施した。なお金型については、旧品番の量産にて使用していた遊休型 (縦 650 mm×横 500 mm×厚み 405 mm) を使用して成形試作を実施した。



図 3-43. 350 t 成形機

### 成形性の確認

開発した材料にて成形試作を実施した。表 3-16 に再生 ABS 単独での成形条件と、陶器屑・マーブルマスターバッチ含有材料での成形条件を示す。試作では、MFR が約 11 g/10min の PIR 処方を活用した。金型温度や保圧、冷却時間については、量産条件と同様の温度設定にて問題なく試作が可能であった。射出速度の設定については、量産条件に対し微調整を行うことで成形品が得られた。成形機の温度については再生 ABS 単独の条件で実施した場合、マーブル模様の全体への広がりが悪かったため、230℃まで昇温してサンプルを得た。

試作により得たサンプルを図 3-44 に示す。再生プラスチックを用いたサンプルについては、狙いどおりにマーブル模様のついた白色のハンドシャワーを成形することができた。陶器屑配合材を用いた場合、マスターバッチなしでは平板でも確かめられたとおりに意匠性に乏しかった。マスターバッチを加えることで、陶器屑を配合してもデザイン性のあるハンドシャワーにすることが可能となった。

表 3-16. 成形条件

				充填剤なし	充填剤あり
材料	材料名			PIR処方	
	充填剤			—	陶器屑T0品5部 マーブルマスター バッチ1%
成形条件	成形温度	NH	°C	210	220
		H5	°C	220	230
		H4	°C	220	230
		H3	°C	215	225
		H2	°C	195	205
		H1	°C	185	195
	金型温度		°C	80	
	射出速度		mm/s	初速 45 mm/s 2速 55 mm/s 3速 45 mm/s 4速 20 mm/s 5速 25 mm/s	初速 40 mm/s 2速 50 mm/s 3速 40 mm/s 4速 15 mm/s 5速 20 mm/s
	保圧		MPa	120	
冷却時間		s	80		



図 3-44. 再生 ABS のハンドシャワー成形品

開発材検討金型の製作について

本委託事業にて開発した材料について TOTO 製品への展開、活用を狙いとし、下記のような要素形状を含む試作金型を製作し、射出成形機にて試作品を成形した。(図 3-45)

図 3-45 の①、②は製品の要素形状を念頭に製作した。①は製品とした際の外観 R 面に対する見栄えを評価するための形状で、②は箱型とした際の反りや外観を確認することを狙いとした。③、④は TOTO 水栓金具のレバーハンドルを樹脂化した際の見本作成を狙いとし、製作した。

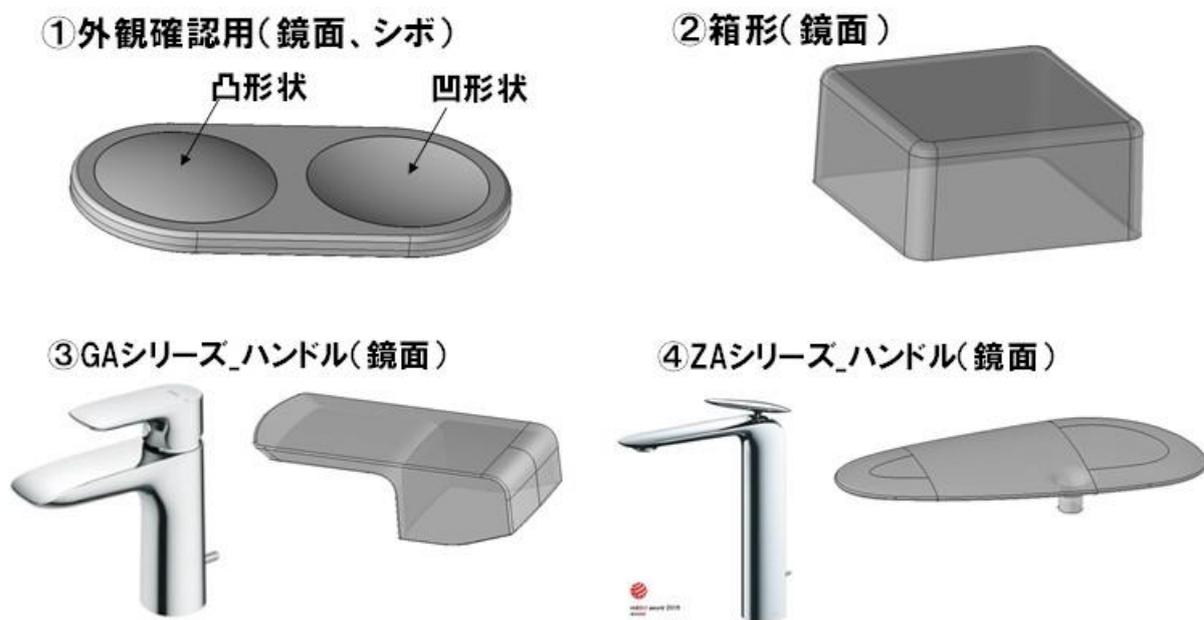


図 3-45. 試作金型の形状

## 試作結果

前項にて製作した金型を活用し、開発した以下の材料で成形試作を行った。  
成形については TOTO 保有の 180ton 成形機を用いた。  
成形条件調整等により図 3-46 の通りの成形試作品を得ており、今後社内製品への材料展開における見本とし、さらなる製品展開の検討を予定している。

陶器屑複合再生プラスチック（熱可塑性樹脂） 開発材

- ・陶器屑複合 PP 樹脂（PIR 処方）
- ・陶器屑複合 ABS 樹脂（PIR 処方）



図 3-46. 各開発材による成形試作品

#### (4) 廃PETボトル由来の再生不飽和ポリエステルを用いた陶器層複合不飽和ポリエステルの開発… 仕様書 3.(2)②

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

陶器層を配合した不飽和ポリエステルの開発のため、添加剤、充填剤等の材料を組み合わせて最適な配合比を決定する。配合検討については再生原料の添加量を見極める。また試作品を作成し樹脂の性能を確認する。

#### 陶器層の熱硬化性樹脂への活用について

TOTO プラテクノ（株）では熱硬化性樹脂を用いたカウンター等も製造している（図 3-47）。カウンター製造方法として、熱硬化性樹脂の不飽和ポリエステルを金型に注いで硬化させる注型技術がある。カウンターの製造方法を図 3-48 に示す。調合する原料には、不飽和ポリエステルの他に硬化剤・充填剤がある。現在は樹脂にバージン材を使用し、充填剤には水酸化アルミニウムを用いている。本項目では、充填剤を自社廃材の陶器層へ代替し、熱硬化性樹脂の不飽和ポリエステルを再生プラスチック化できるか検討した。陶器層を配合した不飽和ポリエステルが自社製品に見合った物性を確保できるか確かめ、添加剤・充填剤等の材料を組み合わせて適切な陶器層の配合比を求めた。加えて樹脂の再生プラスチック化による品質への影響を検証した。



図 3-47. TOTO プラテクノ（株）での洗面カウンター・ボウルの生産イメージ



図 3-48. 注型による ML カウンターの製造工程

#### 充填剤への陶器層の適用検討

本検討では粉碎陶器層に、3.(1)①項の表 3-2 に示す平均粒径 50  $\mu\text{m}$  の T0 品を使用した。現行では充填剤に水酸化アルミニウムの粗粒と微粒を用いているが、粒径の観点から粗粒部分について陶器層で代替できないか検討した。陶器層の配合比を製品全体に対して 1~40wt% の範囲で振り、どの程度陶器層を配合可能か検証した（図 3-49）。まず、樹脂と水酸化アルミニウム、陶器層を混ぜて樹脂粘度を調べた。粘度は JIS

K 6901:2008「液状不飽和ポリエステル樹脂試験方法」5.6 に則り、高い回転数で3分間回転させた時の示度と、5分間静置した後に低い回転数で3分間回転させた時の示度を読み取ることで測定した。そして、樹脂と硬化剤、充填剤を所定の配合で調合し、試作用に100 mm×100 mmの型に注型した。硬化後脱型し、研磨などで表面を加工し、仕上げを実施した。

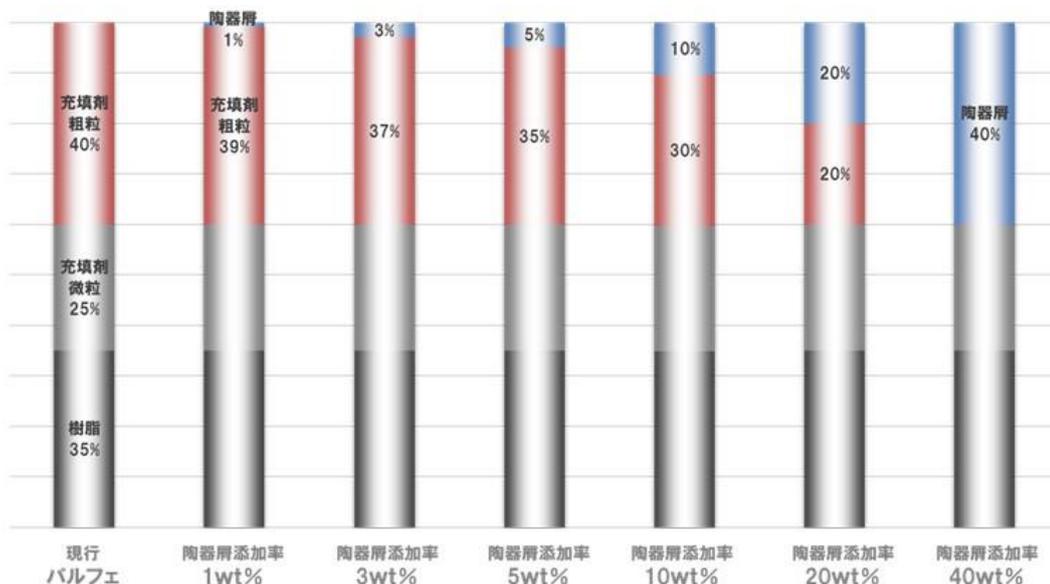


図 3-49. 不飽和ポリエステルへの陶器屑の配合比検討

陶器屑配合による樹脂粘度への影響を図 3-50 に示す。陶器屑 20wt%までは型に注型できる粘度であったが、40wt%では注型できないほど粘度が高かった。ゆえに、粘度の閾値は約 1000 dPa・s であると判断し、陶器屑は製品に対して 20wt%まで配合できることが分かった。

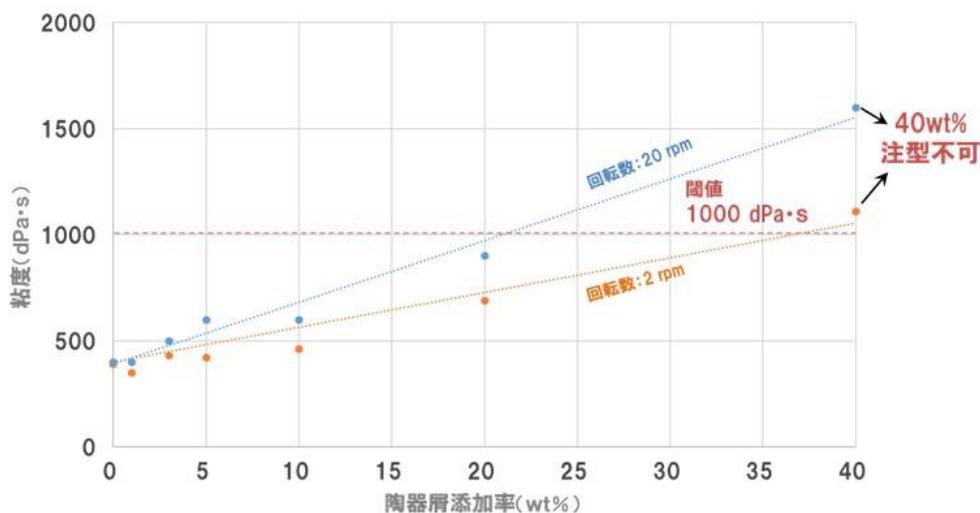


図 3-50. 陶器屑添加率と樹脂粘度の関係性

注型できた試作材（陶器屑 5, 10, 20wt%）と現行品（0wt%）の物性評価の比較を、図 3-51 に示す。

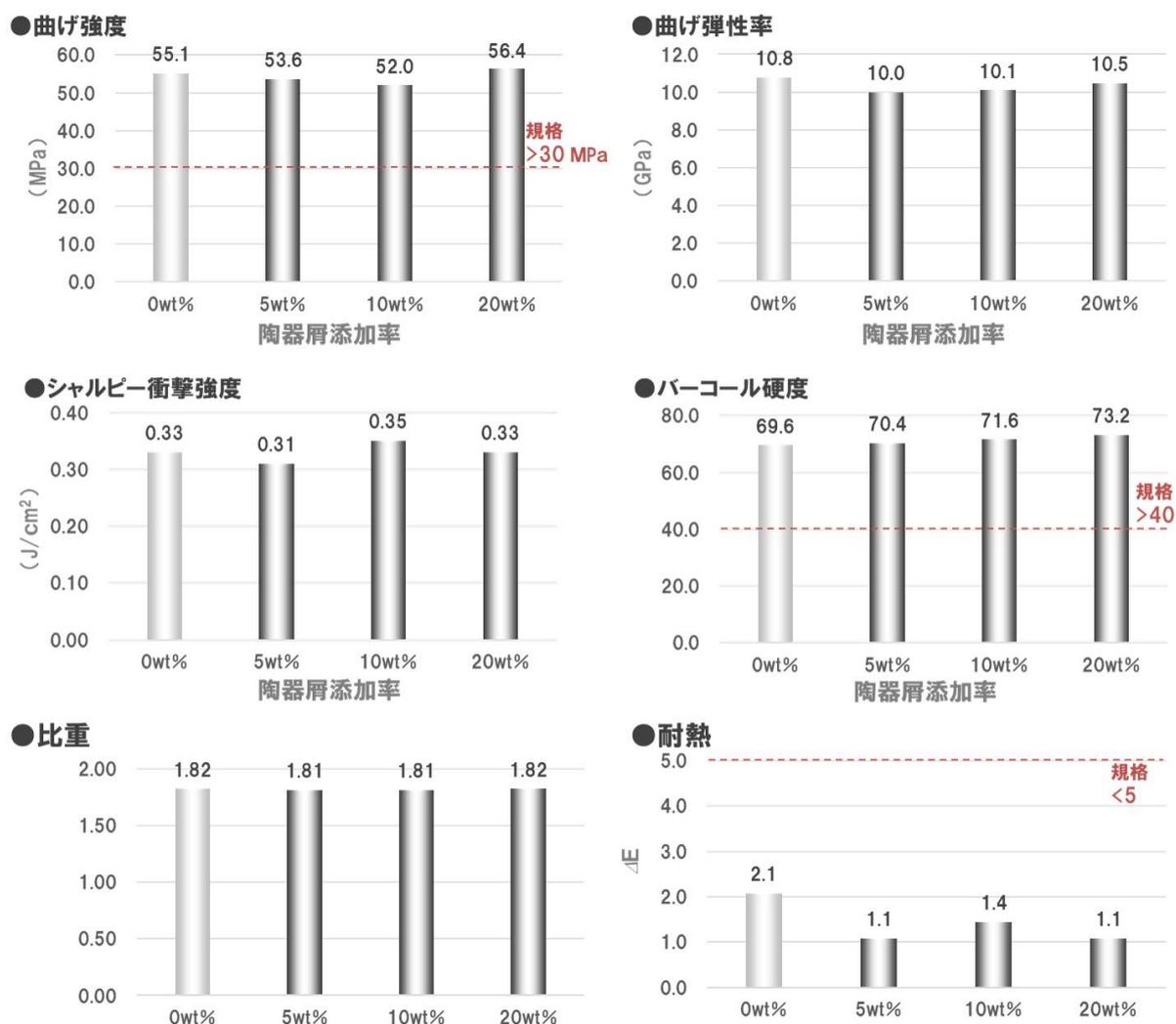


図 3-51. 陶器屑配合材の物性評価結果

陶器屑 20wt%まで強度・硬度・耐熱性は規格を満足しており、現行品と比較しても遜色のないことが分かった。また、比重は水酸化アルミニウムを配合した現行品との差は確認されず、熱による色変化も規格の範囲内に収まっていた。よって、陶器屑を加えることによる特異性は確認できなかった。

## 熱硬化性樹脂の再生プラスチック化

陶器屑を 20wt%まで配合しても製造プロセスや品質に問題がないと判断できたため、不飽和ポリエステルを再生プラスチック化しても品質が損なわれないか検証した。本検討では回収 PET 樹脂のケミカルリサイクル材と、半導体洗浄液に使用された再生グリコールを配合した再生樹脂を使用した (図 3-52)。図 3-53 に示すように、現行品に対して、①樹脂を再生樹脂に置換したもの、②樹脂を再生樹脂に置換し、さらに充填剤を 20wt%陶器屑に置換したものを作成した。図 A-54 に各サンプルの粘度を示す。いずれのサンプルも 2 節で明らかとなった閾値 1000 dPa・s を下回っており、現行と比較しても大きく変化していないことから、注型に問題のないことが確かめられた。次に、各材料を注型して成形した (図 3-55)。



図 3-52. 再生不飽和ポリエステル

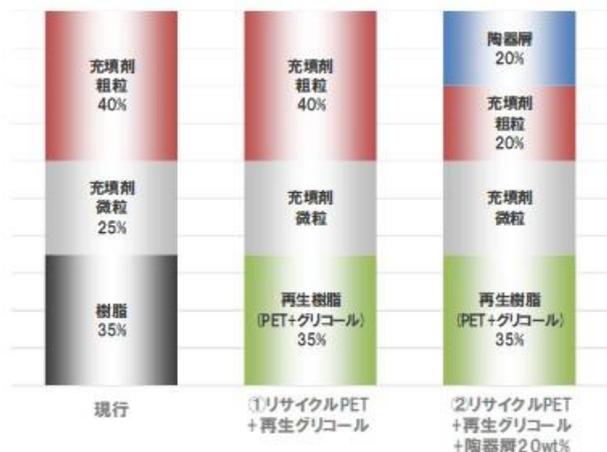


図 3-53. 再生樹脂と陶器屑の配合比

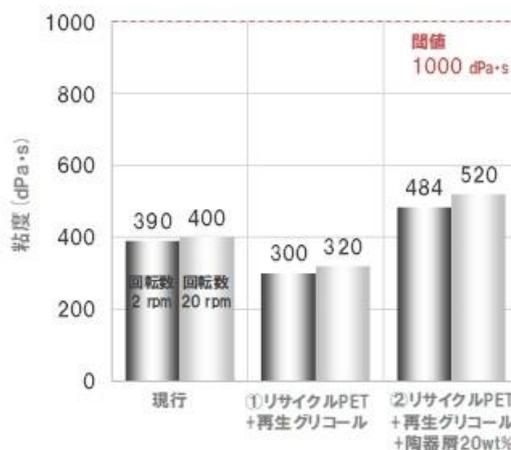


図 3-54. 再生樹脂の粘性

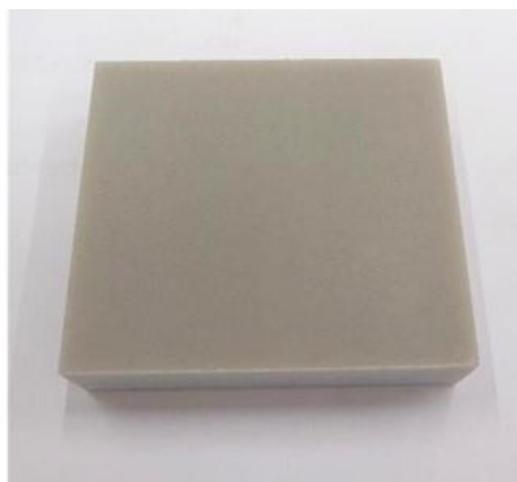


図 3-55. 再生樹脂サンプルの外観 (左)①陶器屑非含有、(右)②陶器屑配合

成形したサンプルに対し、物性評価を実施した結果を図 3-56 に示す。強度・硬度・耐熱性は規格を満足しており、現行品と比較しても遜色のないことが分かった。また、比重も現行品との差は確認されなかった。また、熱による色変化も規格の範囲内に収まっていた。したがって、今回用いた再生不飽和ポリエステルはバージン材と比較して、成形・品質に問題のないことが明らかとなった。

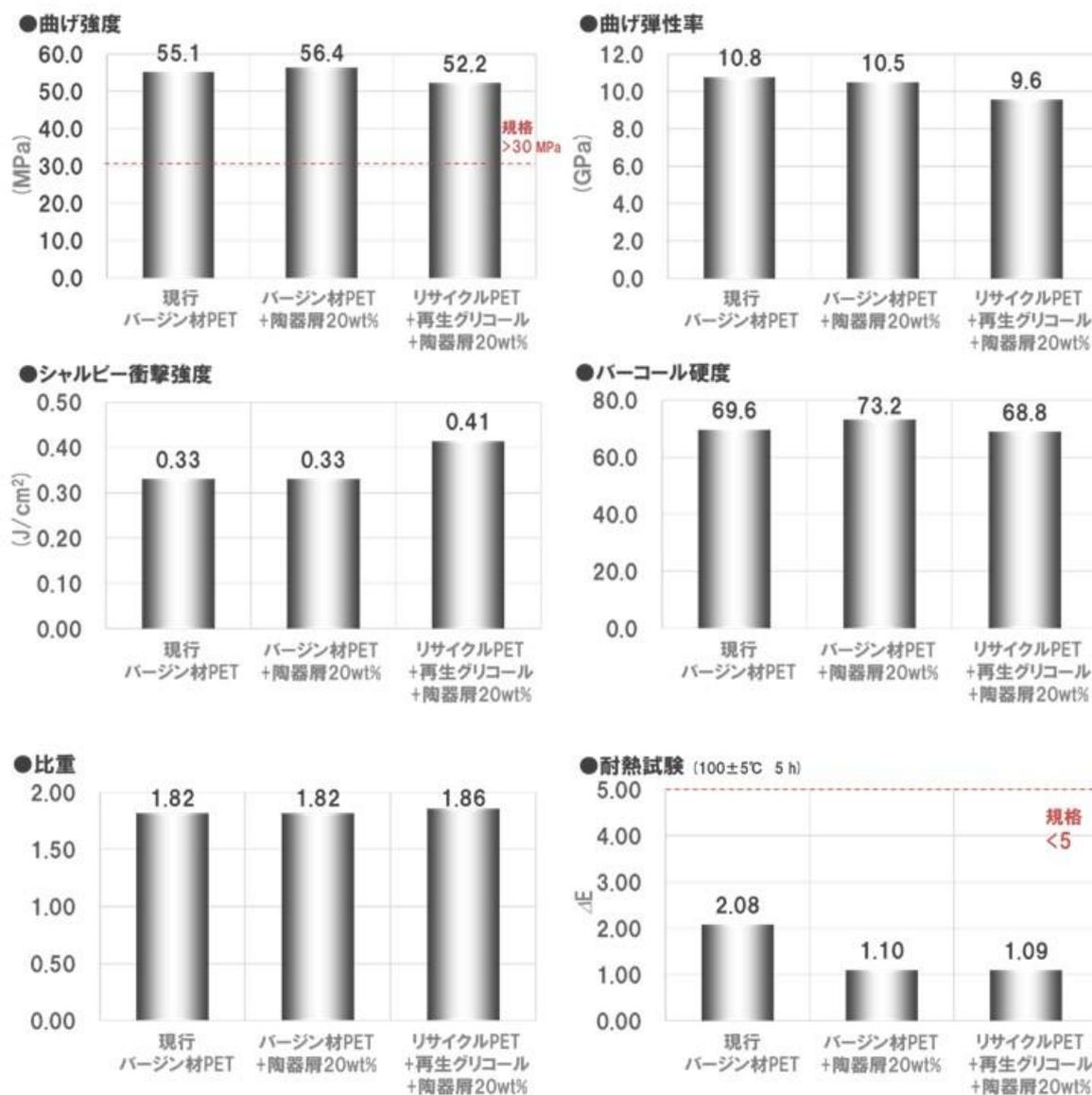


図 3-56. 再生不飽和ポリエステル材の物性評価結果

以上の結果から、廃材である陶器屑を熱硬化性樹脂製品の充填剤に再利用することができ、かつ不飽和ポリエステル樹脂も再生プラスチック化できる可能性が見出された。材料処方検討と資源環境の観点から、物性バランスを保ちつつより多くの陶器屑を配合した陶器屑を20%配合した材料処方が最適であるとした。以降、この処方で検証を推進していく（図 3-57）。

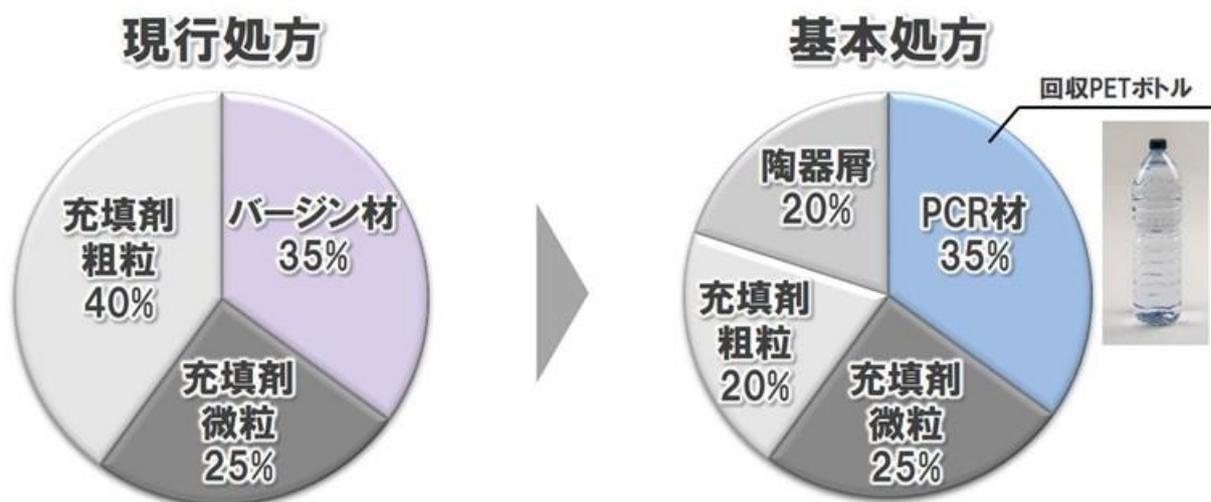


図 3-57. 陶器屑複合再生熱硬化性樹脂の基本処方

### 成形陶器屑複合再生プラスチック（熱硬化）の成形品質確認… 仕様書 3.（3）②

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

陶器屑を配合した熱硬化性樹脂の成形品質の確認のため、TOTO 製品金型、試作金型での成形品質の確認を行う。成形品質の確認については洗面化粧台部品の成形試作（実施例：洗面ボウルカウンター）を実施する。

#### 実施の目的

3.（2）②項で試作・評価した熱硬化性樹脂の成形品質の確認のため、試作金型での成形品質の確認を実施し、調合・注型時等の成型工程における課題の有無を確認した。本検討では、洗面化粧台部品であるカウンターの成形試作を実施した。また、カウンターのデザイン性向上のため新規の意匠を考案し、材料処方を検討の上、カウンター成形を実施して製造課題および品質の確認を実施した。

#### 陶器屑含有カウンターの成形

本検討ではTOTO プラテクノ（株）保有の試作型を用い、縦600 mm×間口500 mmのエプロン・バックありのカウンター成形を実施した。

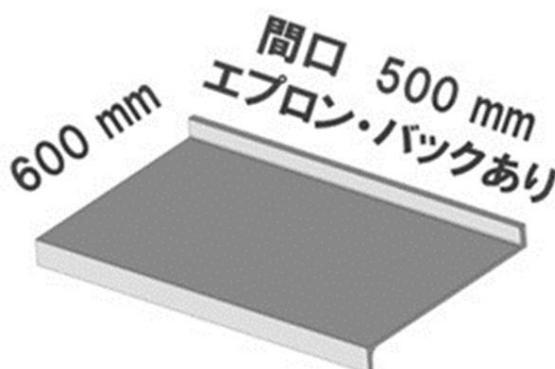


図 3-58. 試作金型と形状・寸法

3. (2) ②項での検討より、陶器屑 (T0 品) を注型可能な粘度の範囲内である原料全体の 20wt%まで配合した。図 3-59 に示す工程でカウンター成形を実施した。注型後、硬化が進んで脱型できたため (図 3-60)、陶器屑を配合しても成形性に問題のないことが確かめられた。

次いで、樹脂を再生プラスチック化させて成形した。3. (3) ②項で検討した回収PET樹脂のケミカルリサイクル材と、半導体洗浄液に使用された再生グリコールを配合した再生樹脂を使用し、①樹脂を再生樹脂に置換したもの、②樹脂を再生樹脂に置換し、さらに水酸化アルミニウム充填剤を 20wt%陶器屑に置換したものを成形した (図 3-61)。



図 3-59. カウンターの成形工程

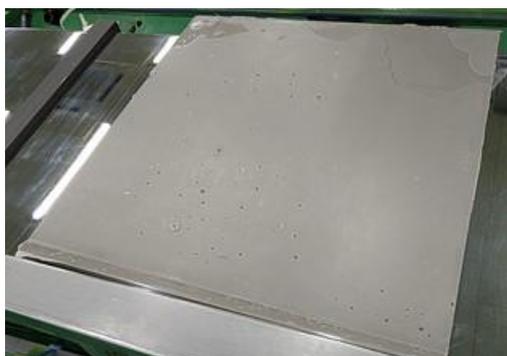


図 3-60. 陶器屑配合カウンター



図 3-61. (左)再生樹脂の注型  
(右)再生樹脂+陶器屑の注型

注型後、再生熱硬化性樹脂も硬化が進んで脱型できたため (図 3-62)、樹脂を再生プラスチック化させても成形性には問題のないことが確かめられた。



図 3-62. 再生樹脂カウンターの外観 (左)陶器屑非含有、(右)陶器屑配合

## デザイン検討

自社廃材を用いたカウンターに対し、デザイン性向上のための意匠検討を実施した。図 3-63 に今回狙いとした意匠を示す。

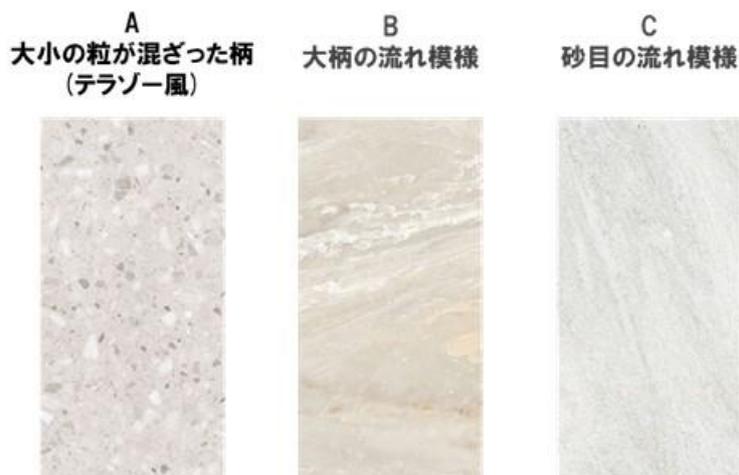


図 3-63. 狙いとした意匠

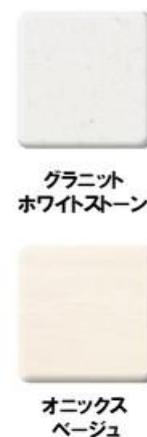


図 3-64. カウンターの柄

カウンターの色のラインナップとしてはグラニット、オニックス等の柄（図 3-64）があるが、サステナブル素材で高級感のある柄を検討した。具体的には、A. 混練した大小の骨材がランダムにちりばめられているテラゾー風の柄、B. 複数の色が混ざったマーブル模様にある程度粒感が混ざった柄、C. 細かな砂目・凹凸・気泡によって流れの陰影を感じる柄の 3 種類を検討した。

## テラゾー風の処方検討

テラゾー風の大小の粒感を再現するため、まずは表 3-17 の処方を検討した。陶器屑 T0 品を小粒として用いるほかに、粒径 10 mm 以下の大粒の陶器屑を用いることで、テラゾー風の意匠が再現できないか検討した。

試作型で 400mm×300mm のカウンターを成形した（図 3-65）。成形の際に確認した製造課題を図 3-66 に示す。

表 3-17. 大粒の陶器屑を用いた  
テラゾー風処方検討

樹脂 (%)		22
充填剤 (%)	水酸化アルミニウム 粗粒	25
	水酸化アルミニウム 微粒	15
	陶器屑 ~10mm	26
	陶器屑 T0品	11



図 3-65. 陶器屑を用いた  
テラゾー風試作品

## 注型製造工程



図 3-66. 陶器屑配合テラゾー風柄の製造課題

今回用いた大粒の陶器屑により、調合・注型の際に設備に傷が入る等の問題が生じることが分かった。成形品には陶器屑原料由来と考えられる黒色等の異物が混入した。また、大粒の陶器屑は注型後沈降し、成形品には8 mm程度の反りが発生した。以上の結果から、陶器屑を大粒の意匠として用いることは困難と判断した。

## 流れ模様の処方検討

流れ模様を再現するため、柄材に対して図 3-67 の処方を検討した。トナーで色をベージュにするとともに、陶器屑を加えることで粒感が出る効果を狙った。図 3-68 に示すように白色の柄材を基材に対して線状に調合し、100 mm×100 mmの型を用いて注型を実施した。

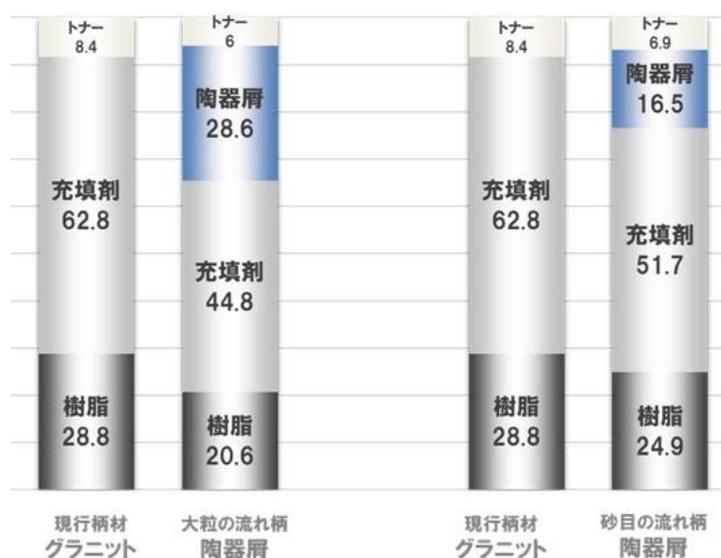


図 3-67. 流れ模様の処方検討

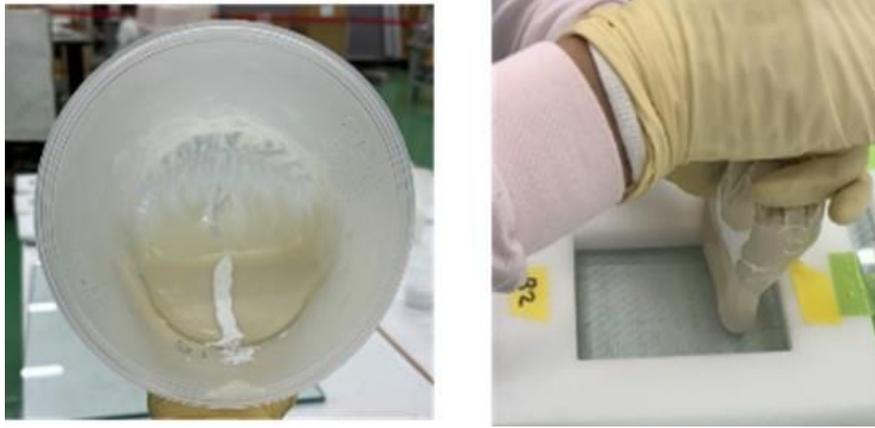


図 3-68. 流れ模様の注型

図 3-69 に試作したサンプルを示す。製造工程上、流れ模様のサンプルは問題なく成形することができた。意匠面に関しては、いずれのサンプルも陶器屑による粒感は少なく色が単調である。黄色や赤色の柄材をさらに 1 本追加で足す等の対策で、より深みのある意匠に近づけられるのではと考えている。



図 3-69. 流れ模様の試作サンプル (左)大粒の流れ柄 (右)小粒の流れ柄

## 4. 便座端材による再生プラスチックの開発

### (1) 便座端材の原料開発… 仕様書 3. (1) ②

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

熱可塑性樹脂の原料開発のため、便座製造時の端材や不良品を回収し、再生原料の粉碎工程を検討し品質を見極める。粉碎工程の検討に当たっては、粉碎機の選定及び分級などの加工条件を整理する。また、粉碎品の成分、粒度等を分析することで品質の確認を行う。

### 便座端材の数量と活用について

現在、TOTO(株)工場で生産されるプラスチック等の端材や不良品は産業廃棄物として取り扱われ、埋立てやサーマルリサイクル、多用途への展開が殆どで、製品への資源循環がなされていない。TOTO プラテクノ(株)荻田工場では 361t/年のプラスチックが排出される。その中でもPPは141t/年と多くを占める。さらにその内、温水洗浄便座の便座端材(便座本体、便座底板)だけで 72t/年廃棄される(図 4-1)。そのため、廃棄されるPPの50%を占める便座端材のリサイクルスキームや体制構築を行い、TOTO 部品に再利用し、原材料の省資源化やCO<sub>2</sub>排出削減に結びつける。本事業では、便座端材を社内部品へ 100%PIR ができないか検討した(図 4-2)。



スプール,ランナー 検査不合格品

図 4-1. TOTO プラテクノ(株)から排出される便座端材



図 4-2. 本事業の検討スキーム

## 活用方法について

活用先の社内部品は、便座端材からの供給量や物性、特性(環境特性、難燃性、長期特性)、色等を考慮し、温水洗浄便座の便座内部部品の支持体を選定した(図 4-3)。支持体の役割は、便座厚みを薄くするため、着座する荷重を受ける補強材である。非外観ではあるが機能部品になるため、開発材ではリペレット工程を追加し品質担保を確実にした(図 4-4)。

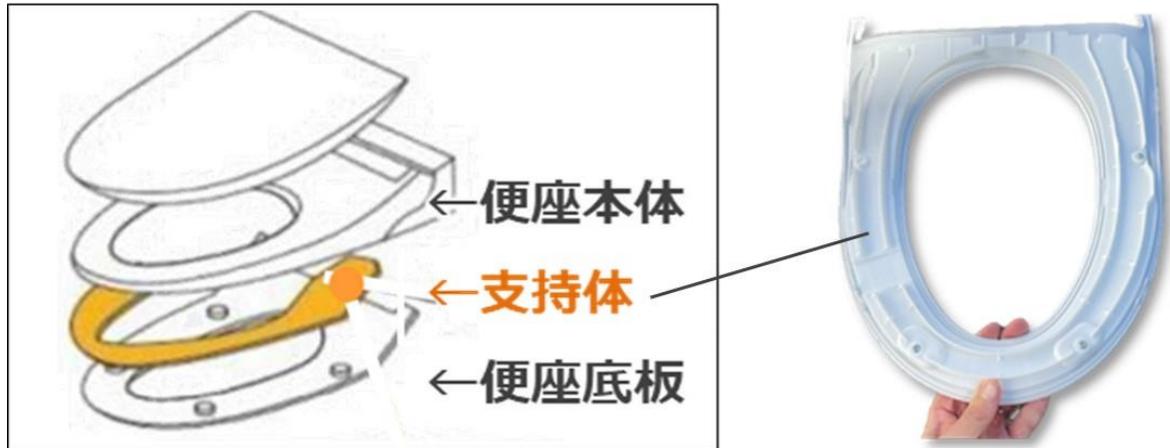


図 4-3. 温水洗浄便座の便座内部部品の支持体

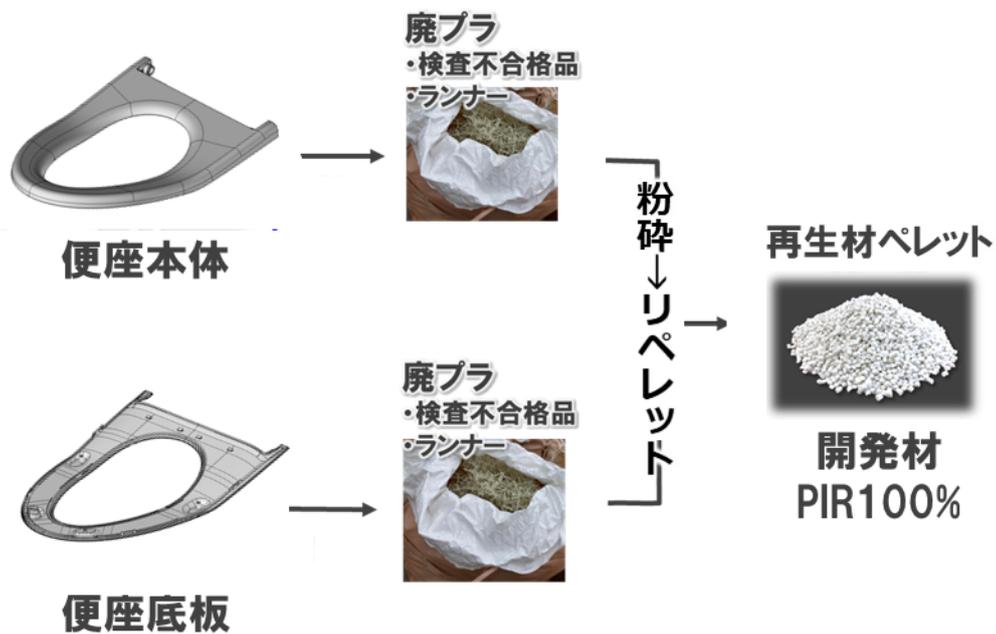


図 4-4. 開発材の工程

## 破碎方法について

便座端材の破碎は、豊通ケミプラス株式会社のローター式(回転式)破碎機を使用する(図 4-5)。ローター式破碎機は、最も一般的で広く使用されているプラスチック破碎機の 1 つで、主に PP、ABS 等の一般的な熱可塑性樹脂にて使用される。このタイプの破碎機は、回転するローター(羽根や刃)を使ってプラスチックを破碎する仕組みである。

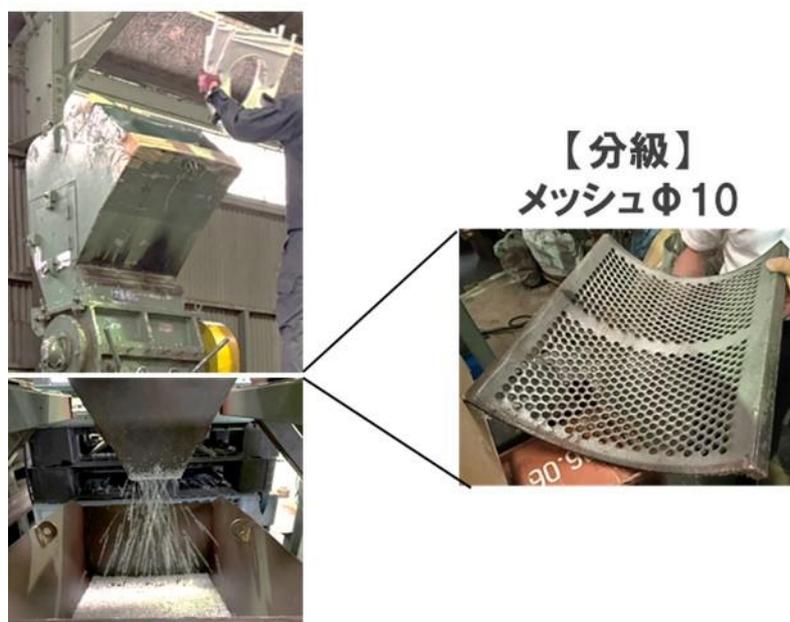


図 4-5. 使用したローター式破碎機

## 便座端材の破碎品質について

豊通ケミプラス(株)の材料ペレットを作成する押出機を使用し、便座端材の破碎品質を見極めた。破碎品質は、押出機でペレット作成できることにて確認した。その結果、破碎機のメッシュ径  $\phi 10$  に決定した。

## (2) 便座端材による再生PPの開発… 仕様書 3.(2)③

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

便座成形工程端材の再生PPの開発のため、添加剤、充填剤等の材料を組み合わせ、最適な配合比を決定する。配合検討については試作品を作成し樹脂の性能を確認する。

### 材料開発の狙い

便座端材の再生プラスチックにおいて、温水洗浄便座の便座内部部品である支持体(図 4-6)に使用している材料の代替を狙いとし処方開発を推進した(図 4-7)。現行材はバージンPP(難燃性UL94 規格V-2)を使用している。開発においては現行材の物性を指標に、便座端材の配合比について検討した(表 4-1)。



図 4-6. 支持体

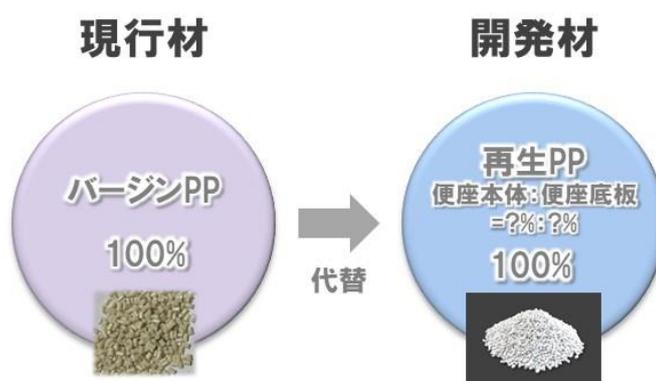


図 4-7. 狙い

表 4-1. 現行材の物性

物性		現行材	開発材
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		0.92	検討
MFR (g/10min)		31	
引張	強度 (MPa)	24	
	伸び (%)	57	
曲げ	強度 (MPa)	37	
	弾性率 (MPa)	1450	

## 設備について

試作検討においては、豊通ケミプラス㈱の押出機を用いて製造した(図 4-8)。



図 4-8. 試作に使用した押出機

## 材料処方検討について

便座本体端材と便座底板端材の配合比を検討した。便座本体端材と便座底板端材の廃棄量は同等のため、便座本体端材:便座底板端材=50:50 に配合し、現行材と物性を比較した(表 4-2)。その結果、現行材と開発材(便座本体端材:便座底板端材=50:50)の物性に大きな差はなかった。材料代替の最終判断は、支持体の製品評価にて行った。

表 4-2. 現行材と開発材(便座本体端材:便座底板端材=50:50)物性比較

物性		現行材	開発材 便座本体 : 便座底板 = 50 : 50
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		0.92	0.96
MFR (g/10min)		31	31
引張	強度 (MPa)	24	30
	伸び (%)	57	44
曲げ	強度 (MPa)	37	43
	弾性率 (MPa)	1450	1692

環境特性についても確認した(表 4-3)。その結果、開発材は環境特性の仕様を達成した。環境特性による懸念はないと思われる。

表 4-3. 開発材の環境特性

環境特性試験		仕様	開発材
洗剤塗布試験	酸性洗剤	△E<3	0.33
	アルカリ性洗剤		0.13
	塩素系洗剤		0.17
	研磨剤入り 中性洗剤		0.24
高温放置試験		△E<3	0.50
		拭き取り 目視確認	○
耐候性試験		△E<3	1.61
			2.26
暗所黄変試験		△E<3	1.06

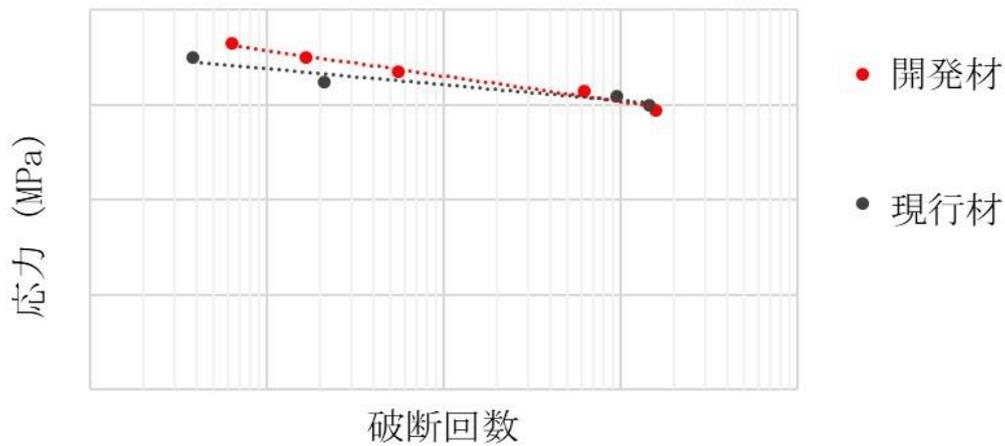
次に難燃性を UL94 規格にて確認した(表 4-4)。その結果、開発材は現行材同様 V-2 であった。難燃性による懸念はないと考える。

表 4-4. 現行材と開発材の難燃性比較

燃焼性試験	現行材	開発材
UL94規格 (3mm厚)	V-2	V-2

長期特性(疲労、クリープ)についても確認した(図 4-9)。その結果、疲労特性については現行材と同等であった。クリープ特性については、現行材に比べやや劣るが、支持体にて製品寿命を評価した結果、仕様達成できることを確認した。長期特性(疲労、クリープ)における懸念はないと予想する。

## 疲労特性



## クリープ特性

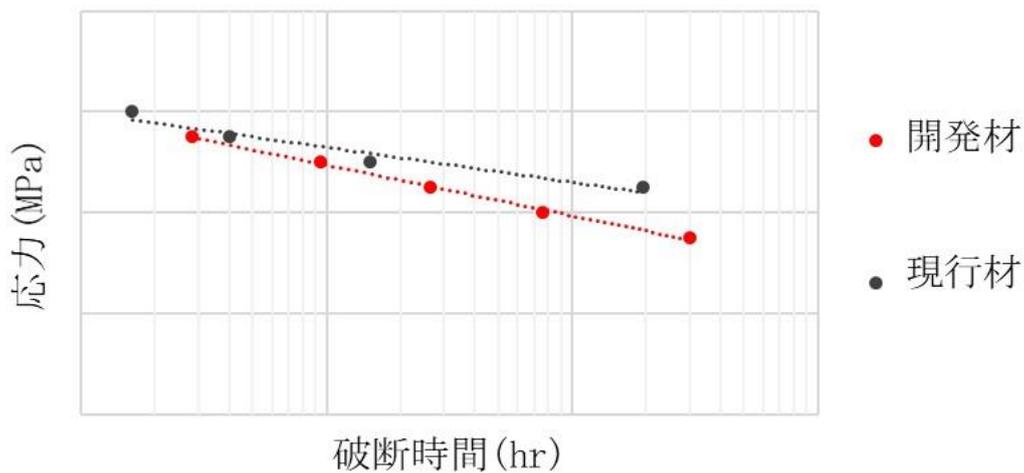


図 4-9. 現行材と開発材の長期特性比較  
(上) 疲労特性、(下) クリープ特性

開発材はリペレット工程があり、現行材に比べ熱履歴が多い。そのため、添加剤分析を行い、現行材と開発材の酸化防止剤や光安定剤等の減量を見た。その結果、酸化防止剤を0.15%追添することとした。

上記より物性、環境特性、難燃性、長期特性において開発材は現行材と同等であった。さらに、現行材よりコストダウンできることを確認。開発材の配合比を便座本体端材:便座底板端材=50:50 にすることで、支持体の現行材に代替可能であることがわかった。

### 便座端材の再生 PP の成形品質の確認… 仕様書 3. (3) ③

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

便座成形工程端材の再生 PP の成形品質の確認のため、TOTO 製品金型、試作金型での成形品質の確認を行う。成形品質の確認については温水洗浄便座部品の成形試作（実施例：便座内部部品）を実施する。

#### 確認モデルについて

便座端材の再生 PP の成形品質の確認については、温水洗浄便座の便座内部部品である支持体をモデルとして進めた(図 4-6)。

#### 成形品質の確認方法について

TOTO プラテクノ(株)の 450t 成形機(図 4-10)の成形機を使用し成形品を試作した。金型については、現行の量産型を使用した。



図 4-10. 試作に使用した成形機

#### 成形性の確認について

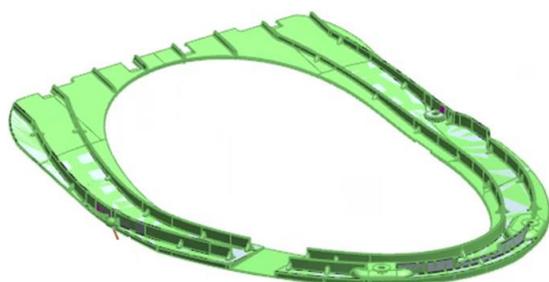
開発材にて成形試作し、成形条件の調整により問題なく成形品が得られることを確認した。その結果、現行条件から変更せず良品が取れることがわかった(図 4-11)。



図 4-11. 成形条件

### 製品寸法について

開発材にて試作した支持体の重要寸法の結果(N3)を図 4-12 に示す。図 4-12 より、重要寸法の全てで寸法公差内に入っていた。その結果、開発材による製品寸法に懸念がないことがわかった。



	開発材 N1	開発材 N2	開発材 N3
寸法 No.	□1	○	○
	□2	○	○
	□3	○	○
	□4L	○	○
	R	○	○
	□5L	○	○
	R	○	○
	□6	○	○
	□1L	○	○
	R	○	○
	□2	○	○

図 4-12. 開発材での製品寸法結果

### 製品品質の確認について

開発材における支持体の製品品質を確認した。製品品質は様々な使用シーンを想定した社内の評価基準に則り、割れや変形などが無いかを確認した。その結果、全ての製品評価項目にて仕様達成した。開発材による支持体の製品品質に懸念がないことがわかった。

便座端材における原料開発、材料開発、成形品質を検討した結果、開発材における支持体の量産化の目途が立った。今後は 25 年度上期の量産開始に向け、引き続き推進していく。

## 5. 開発材の LCA 評価

### LCA の検証・評価… 仕様書 3. (4)

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

LCA の手法は ISO14040:2006 (LCA-原則及び枠組み)、ISO14044:2010 (LCA-要求事項及び指針) に準拠し実施する。検証・評価としては ISO14040:2006 より、4つのフェーズで行う。

- ・第1フェーズ：目的及び調査範囲の設定  
何のためにその製品を評価するのか目的を決め、その目的に応じてどの程度の詳細さでLCAを実施するかを決める。
- ・第2フェーズ：ライフサイクルインベントリ分析  
対象製品のライフサイクルで環境から採掘した資源の量と環境へ排出した物質の量を計算する。
- ・第3フェーズ：ライフサイクル影響評価  
インベントリ分析で計算された結果を用いて、環境への影響を評価する。
- ・第4フェーズ：ライフサイクル解釈  
本実証事業での精緻化された数値から、優位なりサイクルスキームや事業化に向けた課題を整理する。

令和6年度は「陶器屑の再生プラスチックの開発」「熱可塑性樹脂(便座)端材複合再生プラスチックの開発」にてLCAを実施する。ここでは、各工程毎(保管→輸送→粉砕→輸送→再コンパウンド)のフォアグラウンドデータ(一次データ)は実運用に近い値を情報収集していく。具体的には、輸送工程では輸送距離(保管工場→粉砕工場、粉砕工場→コンパウンド工場等)や使用トラック重量、粉砕工程では粉砕機の使用電力量や歩留まり、再コンパウンド工程ではコンパウンド機の使用電力量や歩留まりの実運用値を収集し、信頼性の高いLCAを実施する。

### 狙い

開発材(4廃材リサイクル)が普及した場合のCO<sub>2</sub>削減量を算出する。

算出方法

- ・算出範囲：上流 Scope3、Scope1、Scope2(原料～弊社出荷)まで
- ・原料のバックグラウンドデータ参照先：IDEA v3.1.0、環境省 DB v3.3
- ・各CO<sub>2</sub>削減量は、バージン材から各開発材のCO<sub>2</sub>排出量の差分から算出

### **PP(陶器屑)におけるCO<sub>2</sub>削減量**

開発材であるPP(陶器屑)と現行材バージンPPのLCA算定を行い、CO<sub>2</sub>削減量を算出した。開発材と現行材のライフサイクルフロー(図5-1)、LCA算定(表5-1)、CO<sub>2</sub>削減量(表5-2)を以下に示す。LCA算定では現行材と開発材のCO<sub>2</sub>排出係数[kg-CO<sub>2</sub>/kg]を算出。CO<sub>2</sub>削減量は、実証事業終了時点と普及段階(2030年時点)の現行材と開発材のCO<sub>2</sub>排出量の差分から算出した。

表5-1より、開発材であるPP(陶器屑)は、全体の20%を占める陶器屑のCO<sub>2</sub>排出係数が0.01[kg-CO<sub>2</sub>/kg]と非常に小さいため、現行材より排出係数は小さくなったと考える。

表5-2より、PP(陶器屑)を使用することで、普及段階である2030年時点で719[t-CO<sub>2</sub>/年]の削減が見込める。

### **ABS(陶器屑)におけるCO<sub>2</sub>削減量**

開発材であるABS(陶器屑)と現行材バージンABSのLCA算定を行い、CO<sub>2</sub>削減量を算出した。開発材と現行材のライフサイクルフロー(図5-2)、LCA算定(表5-3)、CO<sub>2</sub>削減量(表5-4)を以下に示す。LCA算定では現行材と開発材のCO<sub>2</sub>排出係数[kg-CO<sub>2</sub>/kg]を算出。CO<sub>2</sub>削減量は、実証事業終了時点と普及段階(2030年時点)の現行材と開発材のCO<sub>2</sub>排出量の差分から算出した。

表5-3より開発材であるABS(陶器屑)は、陶器屑(0.01[kg-CO<sub>2</sub>/kg])と再生ABS(1.4[kg-CO<sub>2</sub>/kg])のCO<sub>2</sub>排出係数がバージンABS(3.12[kg-CO<sub>2</sub>/kg])より小さいため、現行材より排出係数は小さくなった。

表5-4より、ABS(陶器屑)を使用することで、普及段階である2030年時点で18[t-CO<sub>2</sub>/年]の削減が見込める。

### **熱硬化(陶器屑)におけるCO<sub>2</sub>削減量**

開発材である熱硬化(陶器屑)と現行材のLCA算定を行い、CO<sub>2</sub>削減量を算出した。開発材と現行材のライフサイクルフロー(図5-3)、LCA算定(表5-5)、CO<sub>2</sub>削減量(表5-6)を以下に示す。LCA算定では現行材と開発材のCO<sub>2</sub>排出係数[kg-CO<sub>2</sub>/kg]を算出。CO<sub>2</sub>削減量は、実証事業終了時点と普及段階(2030年時点)の現行材と開発材のCO<sub>2</sub>排出量の差分から算出した。

表5-5より、開発材である熱硬化(陶器屑)は、全体の37%を占める陶器屑のCO<sub>2</sub>排出係数が0.01[kg-CO<sub>2</sub>/kg]と非常に小さいため、現行材より排出係数は小さくなったと考える。

表5-6より、熱硬化(陶器屑)を使用することで、普及段階である2030年時点で15[t-CO<sub>2</sub>/年]の削減が見込める。

## 便座端材(再生プラスチック)におけるCO<sub>2</sub>削減量

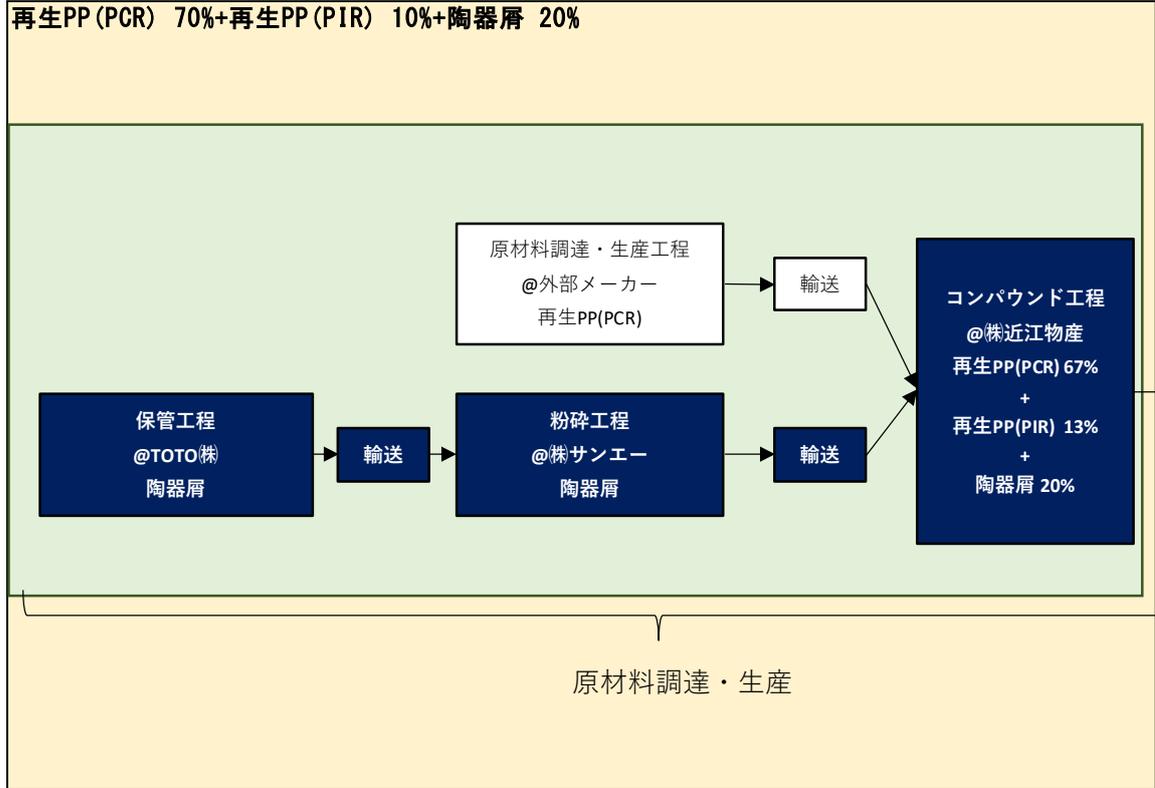
開発材である便座端材(再生プラスチック)と現行材バージン PP の LCA 算定を行い、CO<sub>2</sub>削減量を算出した。開発材と現行材のライフサイクルフロー(図 5-4)、LCA 算定(表 5-7)、CO<sub>2</sub>削減量(表 5-8)を以下に示す。LCA 算定では現行材と開発材の CO<sub>2</sub>排出係数 [kg-CO<sub>2</sub>/kg] を算出。CO<sub>2</sub>削減量は、実証事業終了時点と普及段階(2030 年時点)の現行材と開発材の CO<sub>2</sub>排出量の差分から算出した。

表 5-7 より、開発材である便座端材(再生プラスチック)は、全体(100%) を占める廃プラ(0.52[kg-CO<sub>2</sub>/kg])の CO<sub>2</sub>排出係数がバージン PP(2.0[kg-CO<sub>2</sub>/kg])に比べ小さいため、現行材より排出係数は小さくなったと思われる。

表 5-8 より、便座端材(再生プラスチック)を使用することで、普及段階である 2030 年時点で 126[t-CO<sub>2</sub>/年]の削減が見込める。



<評価対象製品>



<ベースライン>

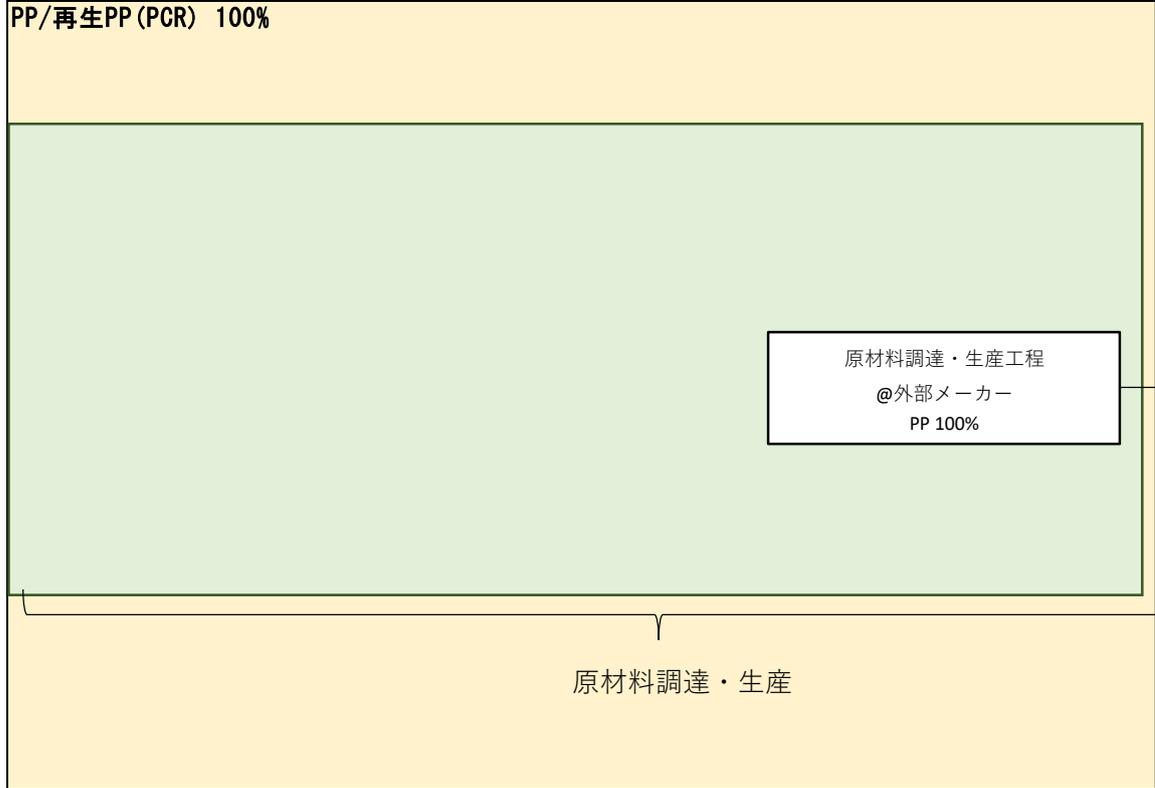


図 5-1. ライフサイクルフロー

表 5-1. LCA 算定

【ベースライン】PP 100%

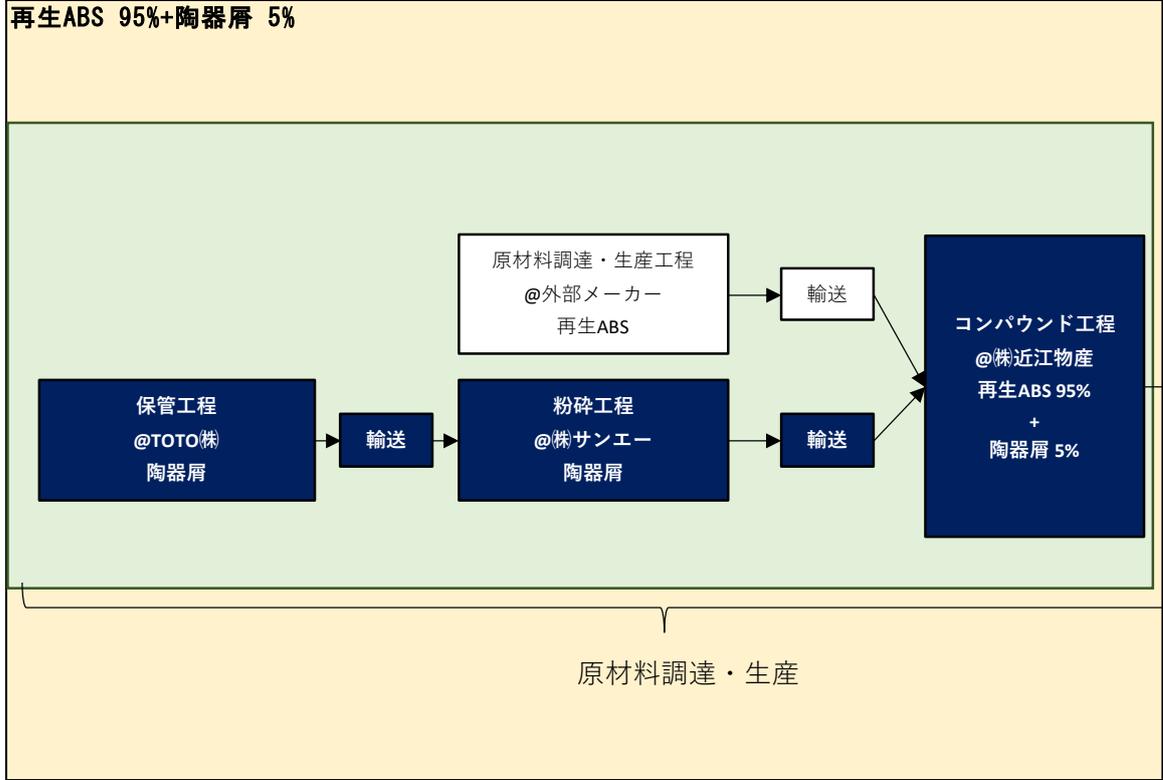
工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[kg-CO2] (100年指数 IPCC 2013)	GHG排出量 単位 (活動量×原単 位)	単位
PP	-	-	-	ポリプロピレン	IDEA v3.1.0 163518000pJPN	2.00 kg	-	kg-CO2
							CO2排出係数	2.00 kg-CO2/kg
【評価対象】再生PP(PCR) 67%+再生PP(PIR) 13%+陶器屑 20%								
工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[kg-CO2] (100年指数 IPCC 2013)	GHG排出量 単位 (活動量×原単 位)	単位
保管	陶器屑	2.00 t	1000	ガラス陶磁器くず(廃棄物輸送段階除く)	環境省DB v3.3 [9] 廃棄物種類別	0.01 kg	23	kg-CO2
輸送		112.00 km	1	トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16 tkm	36	kg-CO2
粉碎	電力	600.00 kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57 kWh	339	kg-CO2
	歩留まり	0.98						
	粉碎フレーク出来高	3.23 t						
輸送		805.00 km	1	トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16 tkm	421	kg-CO2
コンバウンド	再生PP(PCR)	6.70 t	1000	再生POハレット	IDEA v3.1.0 185112105pJPN	1.40 kg	9407	kg-CO2
	再生PP(PIR)	1.30 t	1000	便座端材 PP	参照 便座端材(再生プラスチック)	0.95 kg	1233	kg-CO2
	電力	##### kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57 kWh	2036	kg-CO2
	歩留まり	0.97						
	樹脂出来高	9.64 t	1000					
							合計	13496 kg-CO2
							CO2排出係数	1.40 kg-CO2/kg

表 5-2. CO2 削減量

				実証事業終了時点				普及段階 2030年時点			
		CO2排出係数 [kg-CO2/kg]	CO2排出係数 [kg-CO2/kg]	CO2排出量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]	CO2排出量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]
PP(陶器屑)	ベースライン	PP 100%	2.00	10,000	20,000	240	72	100,000	200,000	2,400	719
	開発材	再生PP(PCR) 67%+再生PP(PIR) 13%+陶器屑 20%	1.40	10,000	14,006	168		100,000	140,062	1,681	



<評価対象製品>



<ベースライン>

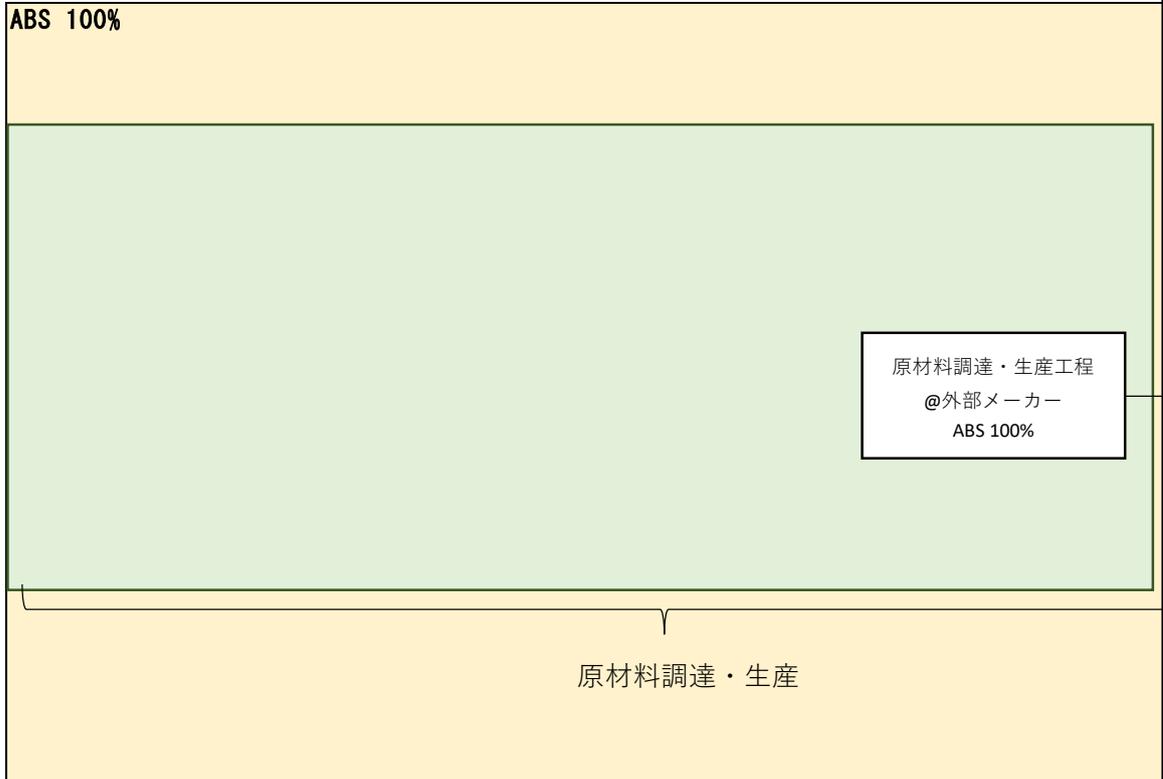


図 5-2. ライフサイクルフロー

表 5-3. LCA 算定

【ベースライン】ABS 100%

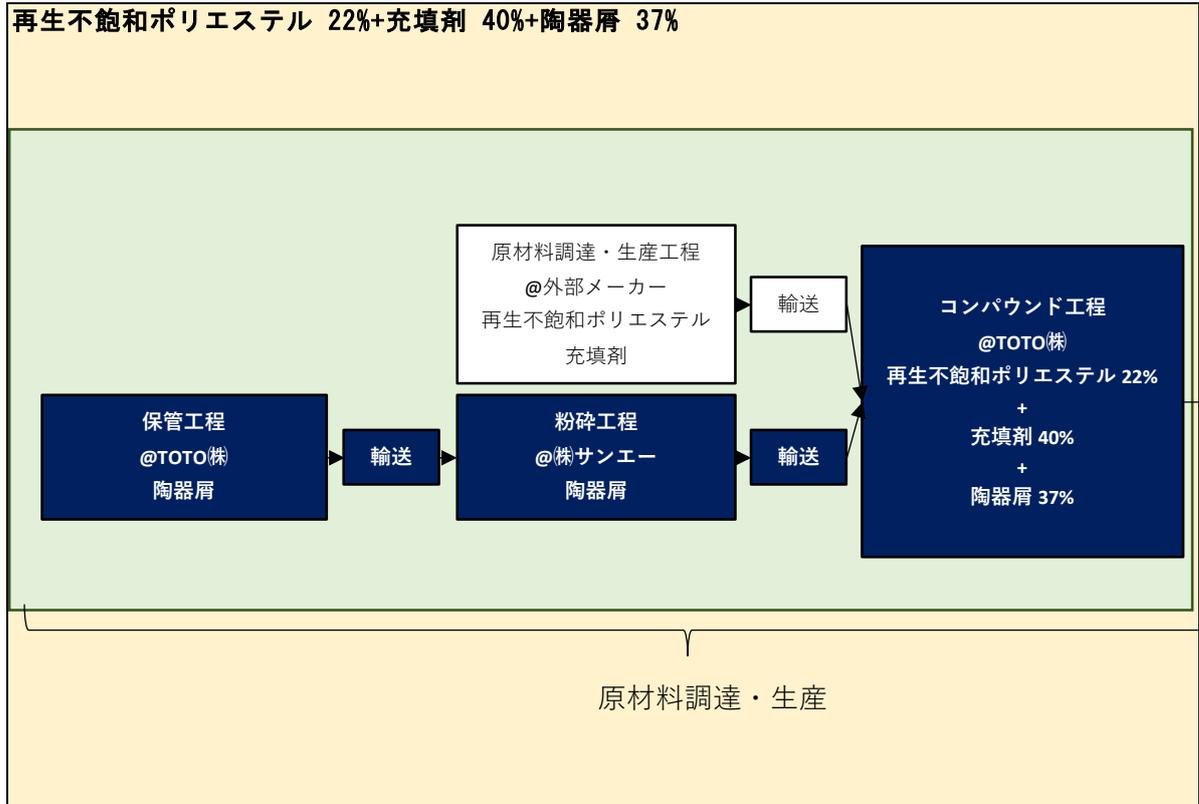
工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[kg-CO2] (100年指数 IPCC 2013)	GHG排出量 (活動量×原単 位)	単位	
ABS	-	-	-	ABS樹脂	163517106pJPN	3.12	kg	- kg-CO2	
						CO2排出係数	3.12	kg-CO2/kg	
【評価対象】再生ABS 95%+陶器屑 5%									
工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[kg-CO2] (100年指数 IPCC 2013)	GHG排出量 (活動量×原単 位)	単位	
保管	陶器屑	0.50	t	1000	ガラス陶磁器くず(廃棄物輸送段階除く)	環境省DB v3.3 [9] 廃棄物種類別	0.01	kg	6 kg-CO2
輸送		112.00	km	1	トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16	tkm	9 kg-CO2
粉砕	電力	600.00	kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57	kWh	339 kg-CO2
	歩留まり	0.98							
	粉砕フレイク出来高	0.49	t						
輸送		805.00	km	1	トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16	tkm	64 kg-CO2
コンパウンド	再生ABS	9.50	t	1000	再生POペレット	IDEA v3.1.0 185112105pJPN	1.40	kg	13338 kg-CO2
	電力	3600.00	kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57	kWh	2036 kg-CO2
	歩留まり	0.97							
	樹脂出来高	9.69	t	1000					
							合計	15792	kg-CO2
							CO2排出係数	1.63	kg-CO2/kg

表 5-4. CO2 削減量

			実証事業終了時点				普及段階 2030年時点				
			CO2排出係数 [kg-CO2/kg]	使用量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]	使用量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]
ABS(陶器屑)	ベースライン	ABS 100%	3.12	500	1,560	19	9	1,000	3,120	37	18
	開発材	再生ABS 95%+陶器屑 5%	1.63	500	815	10		1,000	1,630	20	



<評価対象製品>



<ベースライン>

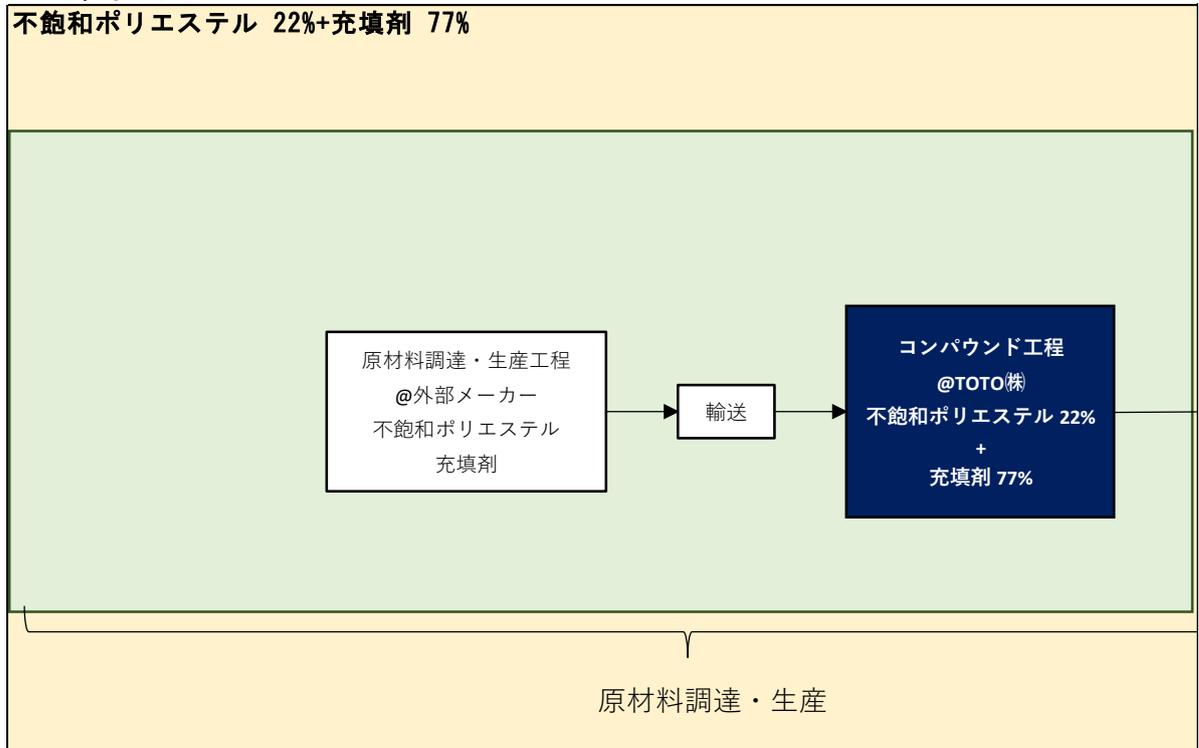


図 5-3. ライフサイクルフロー

表 5-5. LCA 算定

【ベースライン】 不飽和ポリエステル 22%+充填剤 77%

工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[kg-CO2]		GHG排出量		
						(100年指数 IPCC 2013)	単位	(活動量×原単位)	単位	
コンパウンド	不飽和ポリエステル	2.20	t	1000	不飽和ポリエステル樹脂	IDEA v3.1.0 163514000pJPN	3.59	kg	7898	kg-CO2
	充填剤	7.70	t	1000	水酸化アルミニウム	IDEA v3.1.0 231312000pGLO	0.59	kg	4543	kg-CO2
	電力	3600.00	kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57	kWh	2036	kg-CO2
	歩留まり	0.97								
	樹脂出来高	9.60	t	1000						
合計									14477	kg-CO2
CO2排出係数									1.51	kg-CO2/kg

【評価対象】 再生不飽和ポリエステル 22%+充填剤 40%+陶器層 37%

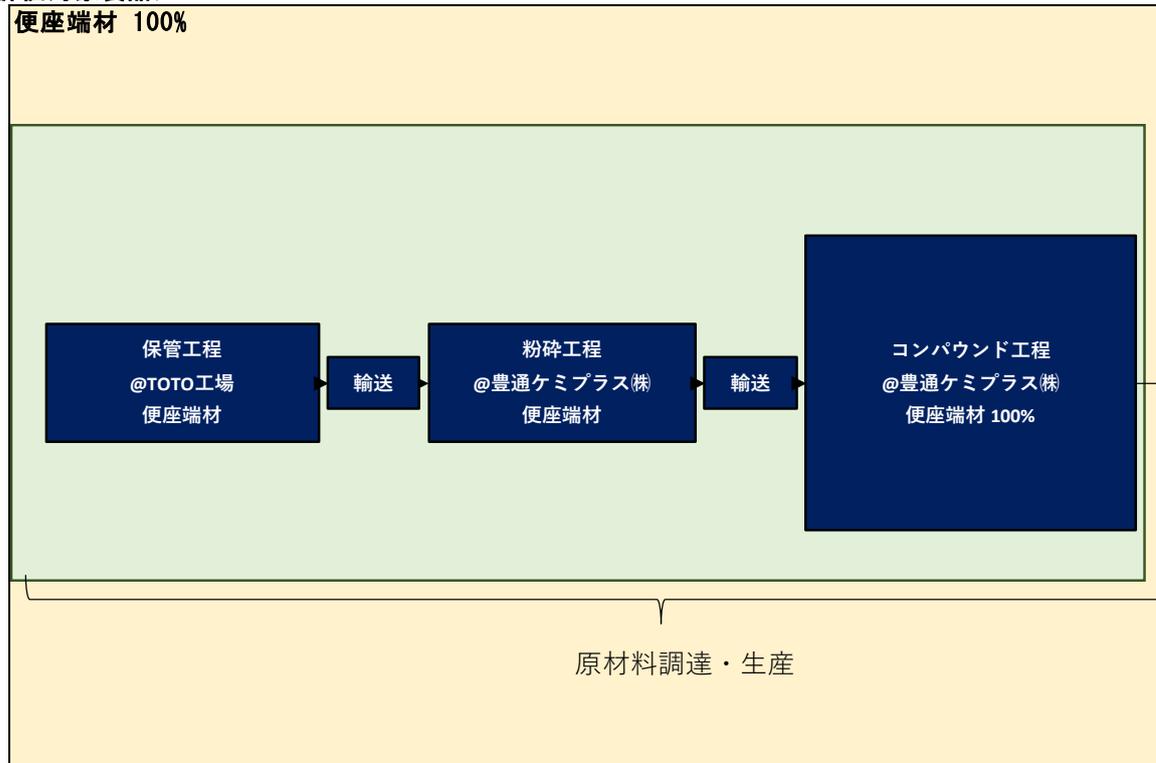
工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[kg-CO2]		GHG排出量		
						(100年指数 IPCC 2013)	単位	(活動量×原単位)	単位	
保管	陶器層	3.70	t	1000	ガラス陶磁器くず(廃棄物輸送段階除く)	環境省DB v3.3 [9] 廃棄物種類別	0.01	kg	43	kg-CO2
輸送		112.00	km	1	トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16	tkm	67	kg-CO2
粉砕	電力	600.00	kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57	kWh	339	kg-CO2
	歩留まり	0.98								
	粉砕フレーク出来高	3.63	t							
輸送		805.00	km	1	トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16	tkm	473	kg-CO2
コンパウンド	再生不飽和ポリエステル	2.20	t	1000	再生POバレット	IDEA v3.1.0 185112105pJPN	1.40	kg	3089	kg-CO2
	充填剤	4.00	t	1000	水酸化アルミニウム	IDEA v3.1.0 231312000pGLO	0.59	kg	2360	kg-CO2
	電力	3600.00	kWh	1	発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57	kWh	2036	kg-CO2
	歩留まり	0.97								
	樹脂出来高	9.53	t	1000						
合計									8407	kg-CO2
CO2排出係数									0.88	kg-CO2/kg

表 5-6. CO2 削減量

			実証事業終了時点					普及段階 2030年時点			
			CO2排出係数 [kg-CO2/kg]	使用量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]	使用量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]
熱硬化(陶器層)	ベースライン	不飽和ポリエステル 22%+充填剤 77%	1.51	1,000	1,508	18	8	2,000	3,015	36	15
	開発材	再生不飽和ポリエステル 22%+充填剤 40%+陶器層 37%	0.88	1,000	882	11		2,000	1,764	21	



<評価対象製品>



<ベースライン>

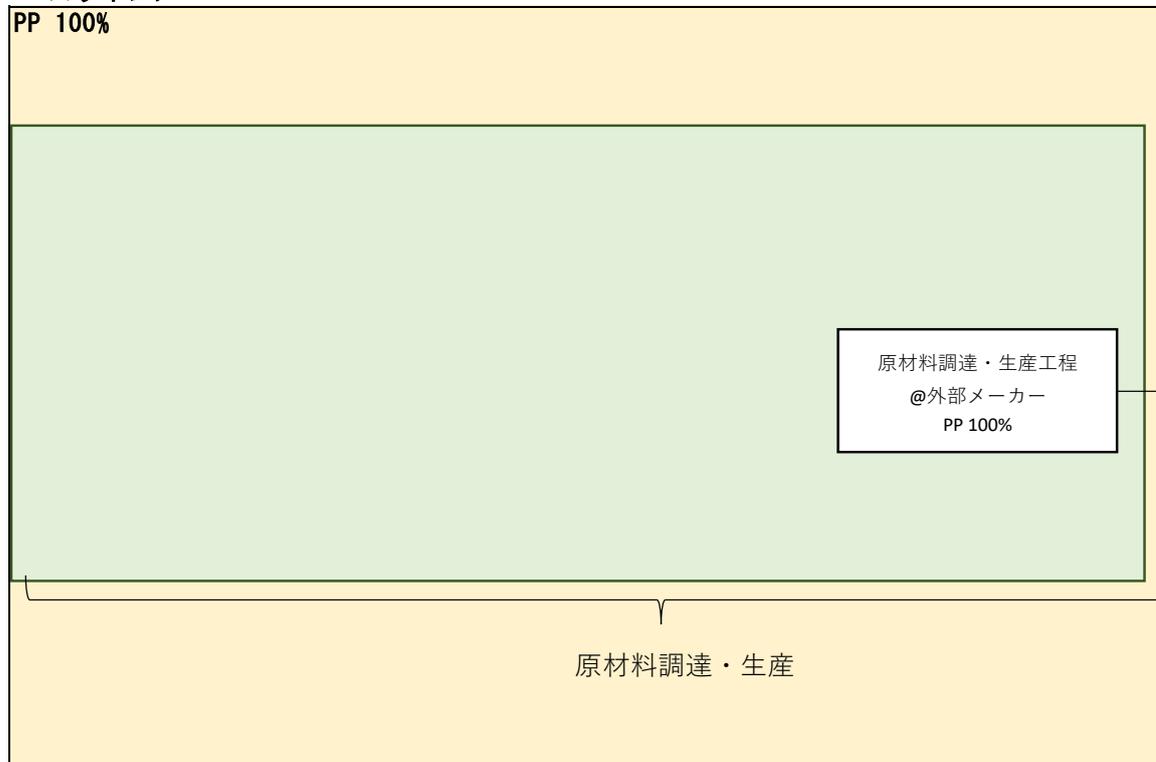


図 5-4. ライフサイクルフロー

【ベースライン】PP 100%

表 5-7. LCA 算定

工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[ kg-CO2] (100年指数 IPCC 2013)	GHG排出量 (活動量×原単 位)	単位
PP	-	-	-	ポリプロピレン	IDEA v3.1.0 163518000pJPN	2.00 kg	-	kg-CO2
						CO2排出係数	2.00	kg-CO2/kg
【評価対象】便座端材 100%								
工程	活動量	単位	単位変換係数	適用する原単位名	品目コード	原単位[ kg-CO2] (100年指数 IPCC 2013)	GHG排出量 (活動量×原単 位)	単位
保管	便座端材(PP)	10.00 t	1000	廃プラスチック製品の製造, 4桁	IDEA v3.1.0 185200000mJPN	0.52 kg	5182	kg-CO2
輸送		112.00 km		1トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16 tkm	181	kg-CO2
粉砕	電力	600.00 kWh		1 発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57 kWh	339	kg-CO2
	歩留まり	0.98						
	粉砕フレーク出来高	9.80 t						
輸送		805.00 km		1トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均(62%)	IDEA v3.1.0 441111234pJPN	0.16 tkm	1277	kg-CO2
再コンパウンド	電力	3600.00 kWh		1 発電, 日本平均, 2018年度	IDEA v3.1.0 331131018pJPN	0.57 kWh	2036	kg-CO2
	歩留まり	0.97						
	樹脂出来高	9.51 t	1000					
						合計	9016	kg-CO2
						CO2排出係数	0.95	kg-CO2/kg

表 5-8. CO2 削減量

			実証事業終了時点				普及段階 2030年時点				
			CO2排出係数 [kg-CO2/kg]	使用量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]	使用量 [kg/月]	CO2排出量 [kg-CO2/月]	CO2排出量 [t-CO2/年]	CO2削減量 [t-CO2/年]
便座端材	ベースライン	PP 100%	2.00	1,000	2,000	24	13	10,000	20,000	240	126
	開発材	便座端材 100%	0.95	1,000	948	11		10,000	9,484	114	

## 6. 開発材の見込コスト、特許等の状況

### コストについて

開発した各樹脂材料に対する見込みコストを表 6-1 に示す。

3.(2)①にて開発した陶器屑複合再生プラスチック（PP 樹脂）に関しては、インナータンクに現行使用されているタルク 20%複合再生 PP 樹脂の代替を狙って推進した。開発材の目標価格として現行材以下を目標とし、現段階では現行材と同等価格となる見込である。今後、設備投資や PIR 材運用スキームの最適化を進め、目標価格を目指す。また、陶器屑複合再生プラスチック（ABS 樹脂）に関しても、目標価格を現行材同等以下と設定した。現状では現行材よりコスト増の見込であり、PP 樹脂同様に運用スキームの最適化等により事業性を見極めを進める。

3.(2)②にて開発した陶器屑複合再生プラスチック（熱硬化性樹脂）に関しては、キッチンや手洗いのカウンターを狙いとし推進をした。目標価格として現行以下と設定したが、現行よりコスト増となる見込みである。TOTO 製品における外観部品であり、陶器屑の粒子径や配合濃度により外観が大きく変動するため、デザイン性の観点からも、さらに処方最適化を進める予定である。

3.(2)③にて開発した便座端材による再生プラスチックについては、現行価格以下の目標設定に対し、達成出来ており引き続き量産化に向けて推進を予定するとともに活用拠点の拡大により数量増を狙う。

表 6-1. 各開発材の見込コスト

		現行素材	代替素材		今後の取り組み
			見込価格	目標価格	
3(2)①	PP (陶器屑)	PP (タルク20%)	現行価格同等	現行以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・陶器屑、粉碎設備投資の検討</li> <li>・自社PIR材の運用スキームの最適化</li> <li>・採用スケジュールの検討</li> </ul>
	ABS (陶器屑)	耐薬ABS	現行よりコスト増	現行以下	
3(2)②	熱硬化 (陶器屑)	不飽和ポリエステル	現行よりコスト増	現行以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・商品化に向けたデザイン検討</li> <li>・処方の見極め</li> </ul>
3(2)③	便座端材 再生プラスチック	PP・難燃	現行以下	現行以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活用数量、拠点の拡大</li> </ul>

## 開発材の技術的特徴

3. (3) ①にて開発した陶器屑複合再生プラスチック (PP 樹脂) に関して現行使用している材料に対して、熱伝導率を 10%程度抑制出来ることが判った。現行材でのインナータンクにおいては使用時等で結露が発生することにより断熱材を使用しており、開発材での熱伝導率の抑制により結露の抑制に繋がると想定している。

また 3. (3) ①にて記載の通り、本事業の開発において相溶化剤を第三成分として追加することにより、樹脂としての機械物性の大幅な改善が認められた。さらに樹脂の製造時において相溶化剤無しでは糸切れ (ストランド切れ) が多発し、製造が止まっていたことに対し、相溶化剤を追加することにより糸切れが改善し安定生産が可能となることが判っている。

これら事業推進により得られた技術的特徴により特許の出願を計画している。

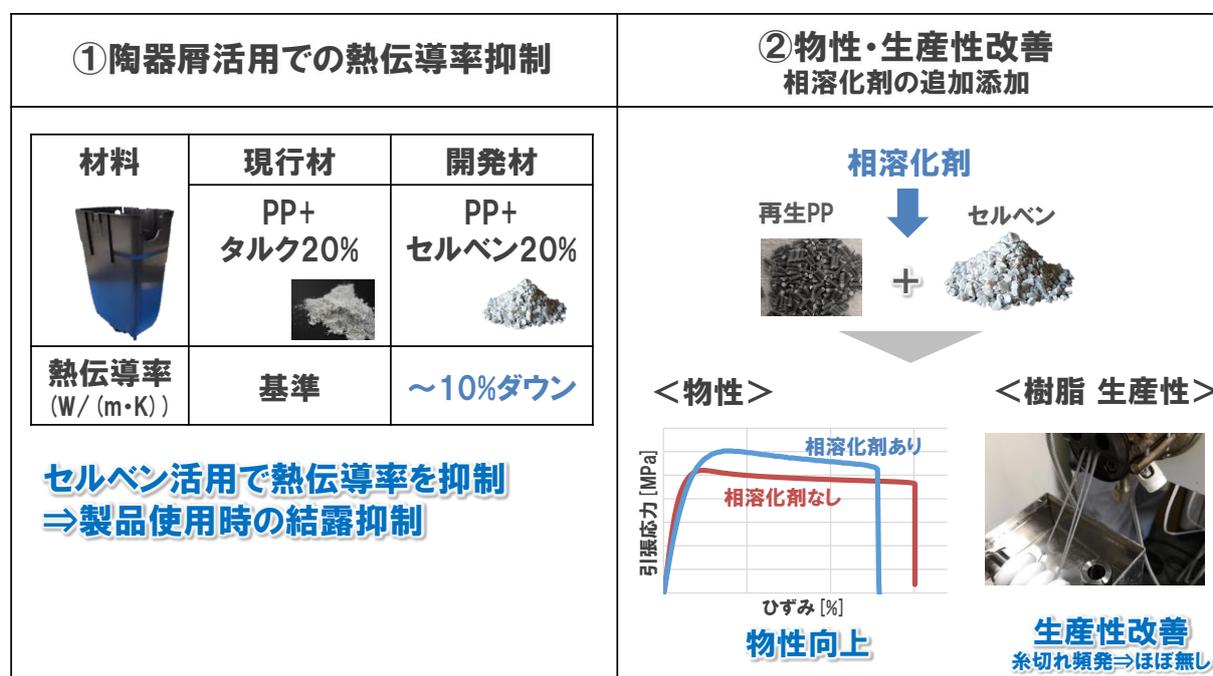


図 6-1. 開発材の技術的特徴

## 7. 温水洗浄便座の市場回収による PCR 材の開発について

本委託事業において 2024/11/28 に実施した中間報告会にて審査委員より以下のコメントを頂いた。

### 中間報告会 委員コメント

- ・現在の生産工程内の端材リサイクルだけでは絶対的なリサイクルの量が不足しているため、リサイクル量を確保可能な実証課題やスキームを検討すること
- ・上記については、今年度は次年度で実証する陶器複合プラの事前準備と理解したが、PIR 及び PCR にてプラスチックのリサイクル材料を確保すること
- ・PCR や多回リサイクル、エシカルブランドの訴求等、単なる工程内端材の活用ではなく、付加価値を見出すスキームを検討すること

PIR 材開発については前記の通りであるが、上記コメントを受けてさらに温水洗浄便座の市場回収による PCR 材について以下、検討を進めた。



図 7-1. プラスチック資源循環検討スキーム

## 温水洗浄便座(ウォシュレット)の市場回収による PCR 材 (陶器複合再生 PP) の開発

プラスチックにおける PCR 材の検討を進める際、まずはどのように市場から関係製品を集めるかを検討しなければならない。住宅設備の回収(廃棄)のタイミングは、主に家屋のリフォームや解体工事、新築時の設備交換時が想定される。

エアコンや洗濯機などの家電については平成13年4月の「家電リサイクル法」施行に伴い、自治体の粗大ごみ回収、不用品回収業者をへて、専門のリサイクル業者によって手作業による分解と機械的な破碎・選別工程を組み合わせ、プラスチックの回収と再利用化が進んできている。

一方でトイレ、給湯器、システムキッチン、ユニットバスなどの水回り製品の殆どが老朽化した設備として取り扱われ、自治体の粗大ごみ回収や住宅設備専門の回収業者による引き取りなどにより産業廃棄物として処理されている。

本実証事業において、令和6年11月28日の中間報告における委員コメントを受け、自社独自で展開し得る温水洗浄便座の回収スキームとプラスチックリサイクルの活用課題について社内外の関係者と検討を進めた。

回収スキームについては図7-2の通り、TOTOの販社にて施工時に回収された温水洗浄便座(回収①)や動作不良等により全国のメンテナンス会社より回収された故障品(回収②)の活用を想定し数量調査を行った。



図 7-2. 市場回収品について

回収①については関西圏での関係販社での温水洗浄便座の回収量を調査した（図 7-3）。その結果、大阪、神戸を中心とする 6 社の関係企業（関係販社）で製品施工時に使用済み製品を年間で 5000 台程度回収し、廃棄していることが判った。これをプラスチックリサイクルに活用しようとするると 1 台あたりの樹脂数量が約 3kg 程度であると想定されるため、年間で約 30 トン、月当たり 2.4 トンの再生プラスチックの供給が可能であろうと予測された。仮に同様の取り組みが全国各エリアに普及しても月当たり数十トンレベルの供給量と予想されるが、輸送コストを考慮すると再生プラスチックの生産拠点近くのエリアでの市場品回収が妥当であると考ええる。

運用数量回収②の故障品については、温水洗浄便座の回収量としては年間 36 トン、月当たり 3 トン程度である。樹脂量としては月当たり 1.5 トン程度と想定される。



図 7-3. 販社での温水洗浄便座回収量（関西圏）

上記の調査結果に基づき、陶器屑複合再生 PP（仕様書 3.（2）①）へ市場回収ウォシュレット由来のプラスチックを導入する事を想定し処方を見積もった。前提としては陶器屑複合再生 PP の生産数量を 100 トン/月と想定し、市場回収プラスチックについては関西エリアの回収①による PP を 1.2 トン/月、回収②による PP を 0.75 トン/月とし、開発処方に組み込んだ。その結果、配合率は図 7-4 の通りとなり、PCR 比率としては全体の 2%程度と予想された。

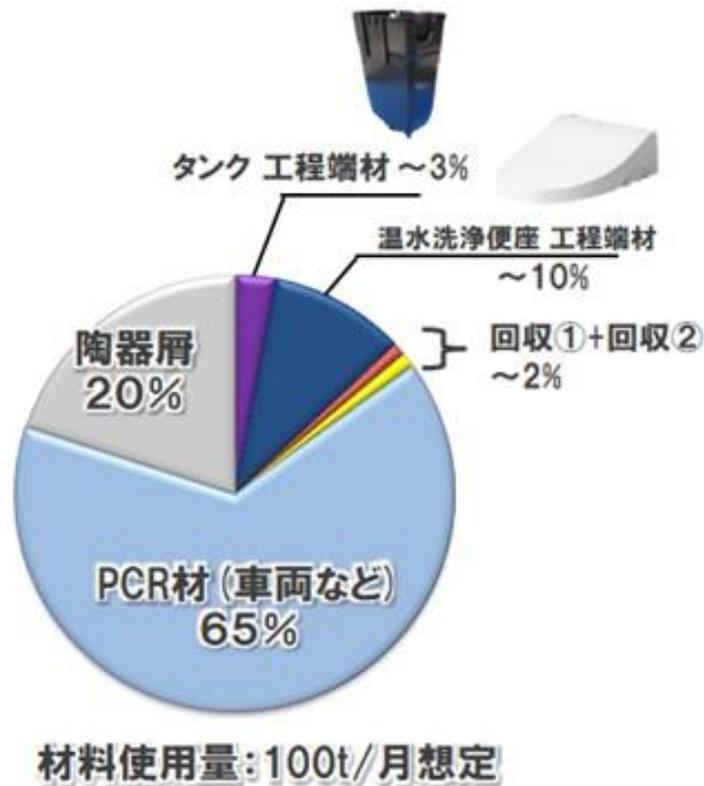


図 7-4. PCR 材処方

つぎに回収された温水洗浄便座を産業廃棄物ととらえると、産廃処理は法令に基づいて適切に分別・処理された再資源化が必要となる。そのため「産業廃棄物収集運搬業」や「産業廃棄物処分業」の許可を持つ業者に依頼しなければならないが、本事業における令和6年12月から令和7年1月までの探索の結果、北部九州エリアには前記のような許認可を有し、汚泥などの下水処理に対応できる業者を探索する事はできなかった。

また仮に対応業者が存在したとしても、各販社等から洗浄メーカーへの運送や運送後の部品別への分解、並びに分解品の洗浄が必要となるため、市場回収の温水洗浄便座から再生プラスチックを得る場合は、原料化プロセスとして回収費用と分解・洗浄費用が掛かってくる事となる。このようなクローズドのリサイクルプロセスによる再生プラスチックの原料化コストは既に流通する類似のバージン材や再生プラスチックと比較する場合、高コストとなる事が予想され、製品へのリサイクル活用としては経済合理性がなく、事業性に乏しいと言わざるを得ない結果が想定された。

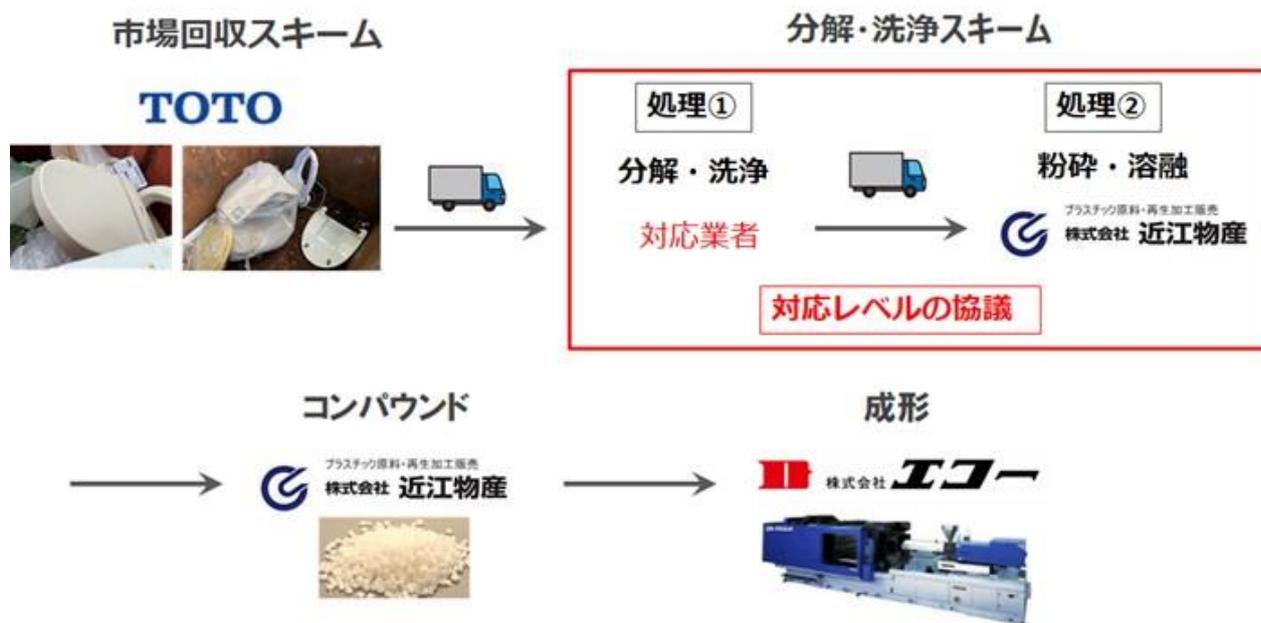


図 7-5. PCR 活用スキームについて

近年、自動車分野では、プラスチックの再生と利用拡大が進んできており、資源循環の観点においても日本国内で先進的な産業であると考えた。2025年2月、本実証事業の共同実施者である豊通ケミプラス株式会社の調整もと、静岡県御前崎市に本社と工場を構える株式会社プラニックを訪問し現状を視察し、合せて愛知県刈谷市において開催された豊田通商機械協力会（展示会）に参加し再生プラスチックに関する関連設備を見学した。



豊田通商機械協力会  
ものづくりサポートフェア

廃車から回収されるプラスチック部品は多種多様であり、従来は材質ごとの選別が困難であったため焼却処分（熱回収）に頼らざるを得ない状況であった。またプラスチック部品には金属やゴム、塗装などの異物が付着している場合が多く、これらをマテリアルリサイクルする場合、効率的に除去する必要がある、それらへの対応技術が求められていた。

株式会社プラニックでは廃車由来のプラスチックリサイクルの諸課題に対して、最新の選別技術や独自の異物除去技術を導入し、自動車部品由来のミックスプラスチックを原料とした「Car to Car」リサイクルを実現しており、同社御前崎工場は年間約4万トンの廃プラスチックを受け入れ、約3.2万トンのリサイクル原料の生産を目指しているとの事であった。

本実証事業で検討した水回り製品の「プラスチック資源循環」については自社の工程端材を活用するPIRの導入開発に留まった。水回りの事業分野でPCRに踏み込んで材料開発を進める場合、先述の通り小規模の取り組みとなってしまうと経済合理性が乏しくなり、結果として普及や展開が難しくなる。PCRは単一の企業や業界での取り組みではどうしても規模がコストに跳ね返ってしまうため、より大きな産業分野や行政や自治体の取り組みなどへの合流も視野に入れた検討や貢献が必要になろうと考えられた。またプラスチックリサイクル関係企業の技術動向にも目を向け、市場回収製品からの再生プラスチックの原料化プロセスにおける分別、粉碎、洗浄など、水回り製品分野の特異性への対応についても議論を進めるために、ミックスプラ原料の関係知識や知見を集めていく重要性について改めて認識した。今後も継続して調査を進めていく予定である。

## 8 動向調査

### (1) 廃棄物利用のための動向および技術調査

#### 廃棄物の利用のための技術調査と分析… 仕様書3.(5)(ア)①

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

廃棄物の利用のための技術調査と分析 (MarketsandMarkets Ltd.)

TOTO 工場廃材の活用のために、委託先でリサイクルの技術調査と分析、及び再生原料との混合の再生プラスチックの活用方法について分析を行う。

#### 調査の背景

近年、持続可能な社会の実現に向けた取り組みが加速しており、製造業においても環境負荷の低減が求められている。特に、製品のライフサイクル全体を通じた資源の有効活用と廃棄物の削減は重要な課題である。TOTO においても、環境負荷低減を目的とした取り組みを強化しており、製造過程で発生する廃材のリサイクル技術の確立および再資源化の推進が求められている。」

TOTO 工場からは、セラミック、木材、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂といった多様な廃棄材料が排出される(図 8-1)。

- ・セラミック：主に衛生陶器(便器)から排出される陶器廃材
- ・木材チップ：主にキッチン/洗面(キャビネット)製品から排出される木材廃材
- ・熱可塑性樹脂：例えばトイレ部品やシャワーヘッドから排出される熱可塑性樹脂廃材
- ・熱硬化性樹脂：主に、キッチン/洗面(カウンターやボウル)製品から排出される熱硬化性樹脂廃材

各材料は、それぞれ特有の物性を持つため、適切なりサイクル技術の開発が必要である。そこで、技術調査機関(MarketsandMarkets Ltd.)に各材料におけるリサイクル技術の調査を委託した。



図 8-1. TOTO 工場から排出される廃棄材料

## 調査の目的

セラミックス、木材、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂の各材料のリサイクル方法やその課題を明確にすることを目的とした。さらに、他社企業がこれらのリサイクル技術をどのように製品に活用しているのかを調査し、TOTO 製品への活用可能性を検討することを目的とした。

## 要約

各材料のリサイクル技術に関する現状と課題を整理した。(表 8-1)

他社企業が実施している事例と TOTO 製品への活用可能性を整理した。(表 8-2)

表 8-1. TOTO 工場廃材のリサイクル技術と課題

	リサイクル技術	リサイクル技術の内容	設備	課題
セラミック	マテリアルリサイクル	粉砕により粉末化して再利用 ⇒タイル、コンクリート骨材 プラスチック充填剤 ⇒プラスチック複合化	設備が容易 低コスト 低エネルギー	品質のばらつき 異物混入 強度低下
	ケミカルリサイクル	化学薬品や熱処理により 分解し、成分を回収 ⇒電子部品やセラミックコート材	高コスト、高エネルギー 環境負荷(酸・アルカリ使用) スケールアップの問題(設備投資大)	
木材	マテリアルリサイクル	粉砕・破砕してチップ化して再利用 ⇒パーティクルボード、MDF ⇒プラスチック複合化	設備が容易 低コスト 低エネルギー	品質のばらつき 異物混入 強度低下 (湿気やカビ)
	ケミカルリサイクル	・熱分解、ガス化、薬品処理 ⇒セルロース抽出	高コスト、高エネルギー 環境負荷(薬品の取り扱い複雑) スケールアップの問題(設備投資大)	
熱可塑性樹脂	マテリアルリサイクル	破砕⇒再熔融⇒再加工 リサイクルしやすい素材 ⇒プラスチック製品全般	最も容易な設備	汚染・品質バラツキ 熱劣化 混合による物性ばらつき
	ケミカルリサイクル	熱分解、ガス化、加水分解 ⇒モノマー化、ポリマー化	高コスト、高エネルギー スケールアップの問題(設備投資大)	
熱硬化性樹脂	マテリアルリサイクル	粉砕・粉末化して再利用 ⇒コンクリートの骨材や熱可塑性樹脂 へのフィラーや補強材	設備が容易 低コスト 低エネルギー	強度低下 品質バラツキ 異物混入
	ケミカルリサイクル	溶媒分解、加水分解 ⇒モノマー、オリゴマー化	高コスト、高エネルギー 環境負荷(廃液処理) スケールアップの問題 (設備投資大、大量処理)	

表 8-2. 他社企業の事例と TOTO 製品への活用可能性

	リサイクル技術	他社企業動向	TOTO製品への活用検討
セラミック	マテリアルリサイクル	VitrA、KOHLER 洗面ボウル SOMANY、LIVDEN、KOHLER タイル	陶器製品：衛生陶器・洗面ボウルなど プラスチック複合化
	ケミカルリサイクル		
木材	マテリアルリサイクル	kronospan、KASTAMONU、arauco、 uniBOARD、EGGER ボード	木質製品：キャビネットなどのボード類 プラスチック複合化
	ケミカルリサイクル	Metsa	
熱可塑性樹脂	マテリアルリサイクル	GEBERIT：フラッシュバルブ JOFEL；トイレディスペンサー hansgrohe：シャワー	プラスチック製品全般
	ケミカルリサイクル		
熱硬化性樹脂	マテリアルリサイクル	ERCOM Phoenix Fiberglass BMC、SMCに活用	熱硬化性樹脂への充填剤 ⇒キッチンカウンター、洗面ボウル 熱可塑性樹脂への充填剤 ⇒プラスチック製品全般
	ケミカルリサイクル	BASF(ウレタンフォーム)	

各材料のリサイクル技術の現状と課題を整理し、有効なリサイクル手法と TOTO 製品への活用可能性を検討した。リサイクル技術の適用にはコスト・品質・エネルギー消費といった課題があるが、いずれの材料もマテリアルリサイクル技術を中心とした製品開発が有効であると考えられる。さらに、異素材(主に熱可塑性樹脂)との複合化技術や品質管理技術(ばらつき、異物、物性低下など)の向上が重要であると把握することができた。

## 各材料のリサイクル技術動向について

### セラミックのリサイクル

セラミックは、高い耐熱性、耐摩耗性、化学的安定性を持つため、建築材、衛生陶器、電子部品など、さまざまな製品に利用されている。しかし、その特性ゆえに廃棄後のリサイクルが困難であり、埋め立てや焼却に頼ることが多い。特に、製造過程で発生する廃棄セラミックや、使用済みの衛生陶器の廃棄は、環境負荷の増加や資源の浪費につながっている。

近年、循環型経済の推進や資源の有効活用を目的として、セラミックのリサイクル技術の開発が注目されている。セラミックのリサイクル方法、用途、課題、およびTOTO製品への活用可能性について考察した。

### セラミックのリサイクル技術と課題

セラミックのリサイクル方法はマテリアルリサイクルとケミカルリサイクルに分類される。

#### ・マテリアルリサイクルのプロセス

マテリアルリサイクルは、廃棄セラミックを粉砕・粉末化して再利用する方法である。具体的には、廃棄されたセラミックを破砕機で粉砕し、微細な粉末に加工する。その後、新たな製品の成形材料として利用される。この方法は、低コストでエネルギー消費が少なく、環境負荷が低いため、広く利用されている。

#### ・マテリアルリサイクルの用途

⇒タイルや床材：粉砕したセラミックを焼成して新しいタイルに加工する。

⇒断熱材や吸音材：微細な気泡を含むセラミック粉末は、

優れた断熱・吸音性能を持つため、建築用の断熱材として利用される。

⇒コンクリート・アスファルトの骨材：粉砕セラミックをコンクリートやアスファルトに混合することで、強度の向上と軽量化が可能である。

⇒プラスチック製品：破砕、粉砕したセラミックを熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂に添加しプラスチック複合材として使用される。

#### ・マテリアルリサイクルの課題

⇒品質のばらつき：廃棄元や製品の種類によって、化学成分や物性が異なるため、リサイクル後の製品品質にばらつきが生じる。

⇒異物混入：使用済みのセラミックには、塗料、接着剤、金属部品が含まれていることがあり、これらを除去する工程が必要である。

⇒強度の低下：粉砕工程でセラミックの結晶構造が損なわれ、強度が低下することがある。

### ・ケミカルリサイクルのプロセス

ケミカルリサイクルは、セラミックを化学薬品で分解し、成分を回収する方法である。酸やアルカリを用いて化学反応を引き起こし、酸化アルミニウムや酸化シリコンなどの基礎化学物質に分解する。その後、これらの成分を精製して新たなセラミック製品の原材料として利用する。

### ・ケミカルリサイクルの用途

⇒高機能セラミック材料：回収された酸化アルミニウムや酸化シリコンを利用して、電子部品や耐熱材などの高機能セラミック製品を製造する。

⇒ガラス製品：化学処理で得られたシリカを用いて、ガラス繊維やガラス容器の製造に利用する。

### ・ケミカルリサイクルの課題

⇒高コスト・高エネルギー消費：化学反応に必要な薬品のコストが高く、エネルギー消費も多いため、経済性が低い。

⇒環境負荷：酸やアルカリを使用するため、廃液処理が必要であり、環境汚染のリスクがある。

⇒スケールアップの問題：大量の廃棄セラミックを処理するための設備投資が大きく、工業規模での導入が難しい。

## 他社事例と TOTO 製品への活用可能性

図 8-2 にセラミックを再活用した他社事例を示す。  
セラミック廃材の再活用は、多くはタイルや洗面ボウルへの活用がされていることが確認された。



図 8-2. セラミックを再活用した他社事例

リサイクルされたセラミックは以下の TOTO 製品への活用可能性があると考えます。

- ・浴槽、洗面ボウル、衛生陶器などに再利用。  
廃棄セラミックを粉砕しバージンセラミックと混合することで、強度を維持しながら環境負荷を低減できる可能性がある。
- ・プラスチック全般製品に再利用。  
廃棄セラミックを破砕または粉砕し、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂に添加することで再利用できる可能性がある。

以上より、セラミックのリサイクルは、環境負荷の低減、資源の有効利用、CO<sub>2</sub>排出削減に貢献することが可能で、マテリアルリサイクルが最も有効であると考えます。これは、低コスト、低エネルギー消費、既存設備の活用が可能なためである。一方、ケミカルリサイクルは高機能製品の製造に有効だが、高コスト・高エネルギー消費が大きな課題である。今後、マテリアルリサイクルの品質安定化技術の開発と、ケミカルリサイクルの設備に関わるコスト削減が進めば、セラミックのリサイクル率がさらに向上することが期待される。

## 木材のリサイクル

木材は再生可能な資源であり、建築廃材、家具廃棄物、製材所の木くずなど、様々な形態で廃棄されている。従来、これらの廃棄物は焼却や埋め立てによって処理されていたが、二酸化炭素の排出、埋め立て地の逼迫、資源の浪費といった環境問題を引き起こしている。しかし、木材は再利用することで新たな資源として活用可能であり、リサイクル技術の確立は循環型経済の推進に貢献する。

また、木材のリサイクルは、二酸化炭素の排出削減や資源の有効利用に寄与することから、地球温暖化対策の観点からも注目されている。リサイクル方法、用途、課題、および TOTO 製品への活用可能性について考察した。

## 木材のリサイクル技術と課題

木材のリサイクル方法はマテリアルリサイクルとケミカルリサイクルに分類される。

### ・マテリアルリサイクルのプロセス

マテリアルリサイクルは、廃材や木くずを粉碎・破砕してチップ化し、パーティクルボードや MDF（中密度繊維板）などに加工する方法である。この方法は比較的 low コストでエネルギー消費も少なく、製造過程がシンプルであるため広く利用されている。

### ・マテリアルリサイクルの用途

- ⇒パーティクルボードや MDF：家具、収納ボックス、建築内装材（壁材や天井材）に利用されている。
- ⇒断熱や吸音材：リサイクルされた木くずは断熱材や音響材として利用され、建築物の省エネ効果を高める。
- ⇒バイオエネルギー：木質ペレットやバイオ燃料として、発電や暖房に利用される。
- ⇒プラスチック製品：破砕、粉碎した木材を熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂に添加しプラスチック複合材として使用される

### ・マテリアルリサイクルの課題

- ⇒異物混入：廃材には釘、プラスチック、塗料などが含まれている場合がありこれらを取り除くためのクリーニングが必要である。
- ⇒品質のばらつき：原材料の違いや劣化状態により、リサイクル後の製品品質が一定しない場合がある。
- ⇒強度低下：粉碎や繊維の劣化により、強度や耐久性が低下する。特に、湿気やカビに対する耐性が弱くなることが課題である。

### ・ケミカルリサイクルのプロセス

ケミカルリサイクルは、木材を化学処理によって分解し、セルロース、リグニン、ヘミセルロースなどの成分に分けて再利用する方法である。代表的な技術には、リグニン除去（セルロースを高純度で抽出する）、溶剤分解（溶媒を用いて木材を溶かし、成分を分離する）などがある。

### ・ケミカルリサイクルの用途

⇒セルロース繊維：バイオプラスチックやバイオエタノールなどのバイオ燃料、衣料品用の再生繊維（レーヨン、テンセル）に再利用される。  
⇒リグニン：樹脂や接着剤の原料、カーボンファイバーの前駆体として利用される。

### ・ケミカルリサイクルの課題

⇒高コスト・高エネルギー消費：化学処理には高温・高圧が必要であり、エネルギー消費が大きく、コストも高くなる。  
⇒化学薬品の使用：溶媒や薬品の取り扱いが複雑で、環境負荷や安全管理の課題がある。  
⇒スケールアップの問題：大量処理が難しく、工場の設備投資が大きいことが課題である。

## 他社事例と TOTO 製品への活用可能性

図 8-3 に木材を再活用した他社事例を示す。

木廃材の再活用は、多くは MDF やパーティクルボードへの活用がされていることが確認された。



図 8-3. 木材を再活用した他社事例

リサイクルされた木材は以下の TOTO 製品への活用可能性があると考えます。

- ・洗面台やキッチンの収納キャビネットや壁パネルに再利用。

リサイクル木材をパーティクルボードや MDF に加工し再利用できる可能性がある。

- ・プラスチック全般製品に再利用。

廃棄木材を破砕または粉砕し、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂に添加することで再利用できる可能性がある。

以上より、木材のリサイクルは、環境負荷の低減や資源の有効利用につながり、循環型経済の実現に貢献する。マテリアルリサイクルは比較的 low コストで広く利用されているが、品質のばらつきや強度の低下が課題である。一方、ケミカルリサイクルは高品質な材料を得られるが、高コスト・高エネルギー消費が大きな問題である。現時点では、マテリアルリサイクルが最も有効である。これは、低コストで大規模な処理が可能であり、既存の設備を活用できるためである。しかし、ケミカルリサイクルは、より高品質な製品を求められる用途に対して有望であり、今後の技術革新により経済性が向上すれば、主要なリサイクル手法となる可能性がある。

## 熱可塑性樹脂のリサイクル

熱可塑性樹脂は、加熱すると柔らかくなり、冷却すると再び固化する性質を持つ材料である。この特徴を利用して、再溶融・再成形が可能であり、リサイクルに適した材料とされている。代表的な種類として、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレンテレフタレート（PET）などがあり、包装材、自動車部品、電子機器、建築資材など、幅広い用途で利用されている。しかし、使用済みの熱可塑性樹脂の廃棄は、環境汚染や資源の浪費を引き起こしており、効率的なリサイクル技術の開発が求められている。リサイクル方法、用途、課題、および TOTO 製品への活用可能性について考察した。

## 熱可塑性樹脂のリサイクル技術と課題

熱可塑性樹脂のリサイクル方法はマテリアルリサイクルとケミカルリサイクルに分類される。

### ・マテリアルリサイクルのプロセス

マテリアルリサイクルは、廃棄された熱可塑性樹脂を収集、選別、洗浄、粉砕し、新たな製品に再成形する方法である。代表的なリサイクル工程として、プラスチックの粉砕やペレット化があり、これらは新たな成形材料として利用される。この方法は、低コストでエネルギー消費が少なく、環境負荷が低いため、広く利用されている。今回調査した中で最も再利用が容易な材料である。

### ・マテリアルリサイクルの用途

- ⇒建築資材：配管、断熱材、床材として利用される。
- ⇒自動車部品：バンパー、内装材、エンジンカバーに利用される。
- ⇒包装材：ボトル、フィルム、容器などに再成形される。

### ・マテリアルリサイクルの課題

- ⇒品質のばらつき：廃棄元や製品の種類によって化学成分が異なり、リサイクル後の製品品質にばらつきが生じる。
- ⇒異物混入：使用済みの樹脂には塗料、金属部品が含まれていることがあり、これらを除去する工程が必要である。
- ⇒強度の低下：熱履歴の影響でマテリアル強度や耐久性が低下することがある。

### ・ケミカルリサイクルのプロセス

ケミカルリサイクルは、熱可塑性樹脂をモノマーや基本化学物質に分解し、再重合することで新たな材料を製造する方法である。主な手法には、熱分解、ガス化、加水分解がある。これにより、バージン品質の樹脂を得ることができる。

### ・ケミカルリサイクルの用途

⇒新たな樹脂の製造：回収したモノマーを再重合し、  
バージン品質の樹脂を製造する。

⇒化学品の原料：溶剤、洗浄剤、接着剤などの化学品の原料として利用する。

### ・ケミカルリサイクルの課題

⇒高コスト、高エネルギー消費：高温・高圧の処理が必要であり、  
経済性が低い。

⇒環境負荷：化学薬品の使用による廃液処理が必要であり、  
環境汚染のリスクがある。

⇒スケールアップの問題：大量処理が難しく、専用設備の設置が必要である。

## 他社事例と TOTO 製品への活用可能性

図 8-4 に熱可塑性樹脂を再活用した他社事例を示す。  
熱可塑性樹脂廃材の再活用は、様々なプラスチック製品への活用がされていることが確認された。



図 8-4. 熱可塑性樹脂を再活用した他社事例

リサイクルされた熱可塑性樹脂は TOTO 製品のプラスチック製品全般への活用可能性があると考えられる。例えば、トイレの内部部品、シャワーヘッドなどが候補となり得る。

以上より、熱可塑性樹脂のリサイクルは、TOTO 工場から排出される廃材の中で最もリサイクルが容易な材料である。また、その手法はマテリアルリサイクルが最も経済的かつ難易度が低いと考える。品質のばらつきや強度の低下が課題であるため、製品設計において十分な検証をすべきである。

## 熱硬化性樹脂のリサイクル

熱硬化性樹脂 (Thermoset Resins) は、加熱することで化学的に硬化し、再び溶融することができない構造を持つ樹脂である。この特性は、高い耐熱性、強度、化学的安定性を実現するが、同時にリサイクルの難しさを伴う。代表的な材料には、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン、シリコン樹脂などがある。これらは、自動車部品、電子機器、建築材料、スポーツ用品などの分野で広く利用されている。しかし、廃棄された熱硬化性樹脂は焼却や埋め立てによって処理されることが多く、環境汚染や資源の浪費につながっている。

近年、循環型経済の推進と環境負荷の低減を目的として、熱硬化性樹脂のリサイクル技術の開発が注目されている。リサイクル方法、用途、課題、および TOTO 製品への活用可能性について考察した。

## 熱硬化性樹脂のリサイクル技術と課題

熱硬化性樹脂のリサイクル方法は、マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルに分類される。

### ・マテリアルリサイクルのプロセス

熱硬化性樹脂は架橋構造のため、リサイクルが困難だが、マテリアルリサイクルにおいて、低速クラッシャーやハンマーミルで廃材を破碎・粉砕することで、充填剤やファイラー（補強材）として再利用する。

### ・マテリアルリサイクルの用途

- ⇒建築資材：コンクリートやアスファルトの骨材として利用され、強度の向上と軽量化が可能である。
- ⇒プラスチック製品：破碎、粉砕した熱硬化性樹脂を熱可塑性樹脂に添加しプラスチック複合材として使用される

### ・マテリアルリサイクルの課題

- ⇒強度の低下：粉砕過程で繊維が短くなり、強度が低下する。
- ⇒品質のばらつき：廃棄物の出所や使用環境により、化学成分や物性が異なるため、品質の安定化が課題である。
- ⇒異物混入：金属部品や塗料の残留物が混入することがあり、除去が必要である。

### ・ケミカルリサイクルのプロセス

ケミカルリサイクルは、熱硬化性樹脂の架橋構造を化学反応によって分解し、モノマーやオリゴマーとして回収する方法である。主な手法には、ソルボリシス（溶媒分解）、加水分解、再重合がある。これにより、バージン品質の原料を得ることができ、新たな製品に利用可能である。

### ・ケミカルリサイクルの用途

- ⇒新たな樹脂の製造：回収したモノマーを再重合することで、バージン品質の樹脂を製造する。
- ⇒化学品の原料：回収した化学成分を溶剤、接着剤、塗料などの原料として利用する。

### ・ケミカルリサイクルの課題

- ⇒高コスト、高エネルギー消費：高温・高圧の処理が必要であり、経済性が低い。
- ⇒環境負荷：化学薬品の使用による廃液処理が必要であり、環境汚染のリスクがある。
- ⇒スケールアップの問題：大量処理が難しく、工業規模での導入が課題である。

## 他社事例と TOTO 製品への活用可能性

他社事例について調査を行ったが、熱硬化性樹脂は一般的にリサイクル難易度が高く、事例を確認することがなかった。しかしながら、リサイクルされた熱硬化性樹脂は以下の TOTO 製品への活用可能性があると考えられる。

- ⇒キッチン、洗面カウンター：廃棄熱硬化性樹脂を破砕・粉砕し、熱硬化性樹脂に充填剤として添加することで活用できる可能性がある。
- ⇒プラスチック全般製品に再利用。  
廃棄熱硬化性樹脂を破砕または粉砕し、熱可塑性樹脂に添加することで再利用できる可能性がある。

以上より、熱硬化性樹脂はマテリアルリサイクルが最も有効と考える。これは、低コスト、低エネルギー消費、既存の設備を活用できるためである。一方、ケミカルリサイクルは高品質な材料を得られるが、高コスト・高エネルギー消費が課題である。今後、マテリアルリサイクルの品質安定化技術の開発と、ケミカルリサイクルのコスト削減が進めば、熱硬化性樹脂のリサイクル率がさらに向上することが期待される。

## 工程端材のリサイクルを念頭にしたエコシステム構築に関する調査

### … 仕様書 3. (5) (ア) ②

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

木質循環複合材料や強化繊維による複合材料の研究成果の知見を得るため、国立研究開発法人産業技術総合研究所中部センター（以下「産総研」という。）へのヒアリングを行い、研究動向の把握と応用について協議する。

なお、産総研において有用な研究テーマがある場合は令和 7 年度以降の本事業に加える。

令和 6 年 7 月、中部産業技術総合研究所（産総研）へのヒアリング調査を行い、本事業で再利用を目的としている弊社工場から排出される樹脂や木材、陶器に関する資源循環技術、プラスチックの多回リサイクル技術についてヒアリングと意見交換を行った。結果としては本実証事業における直接的な知見は得られなかったが、工場廃材のプラスチック活用の切口について、木質資源循環への合流の可能性があると感じた。

### プラスチック多回リサイクルに関する知見

2024 年 7 月時点でのヒアリングでは中部産総研の取り組み事例としては CFRP の再利用技術の研究概要を教えて頂いた。その後、東北大学、滋賀県立大学、株式会社ブリヂストンと共同で、ポリオレフィン系プラスチックのマテリアルリサイクル技術の確立などの活動について知り得ることができた（2024 年 11 月頃）。この研究では、ポリエチレンとポリプロピレンの界面を強化することで、繰り返しリサイクル可能な新しい資源循環型ポリオレフィン材料の開発を開始したというものであった。

### 木材の資源循環に関する知見

スギからのリグニンの抽出とプラスチック活用に取り組んでいる。例えば、森林総合研究所との共同研究で、スギから抽出した改質リグニンを樹脂成分として使用したガラス繊維強化プラスチック（GFRP）を開発の事例があった。この GFRP は、自動車の内外装部品として実車に取り付けられ、評価試験が行われているが、従来の GFRP と比較して、引張弾性率が 10～20%向上し、耐久性や環境負荷の低減にも寄与する事が期待されている。

また、木質資源の循環利用と CO<sub>2</sub> の分離・回収・資源化（CCUS）技術の研究開発の取り組みについて紹介を受けた。当該活動は廃木材を効率的に選別・再資源化し、高付加価値な用途へとアップグレードリサイクルする技術を開発するものである。高度選別技術として、センシング技術や機械学習を活用し、チップ化前の木材の特性を識別するデータベースを拡張し、新規のソーティングシステムを構築した。プラスチック分野では福岡大学と協業したウッドプラスチックの開発などについての実施例もご教示頂いており、木材とプラスチックの混錬型複合材の多回リサイクル手法の取り組み情報についても意見交換を行った。

## 木質資源循環に関する他社品の調査について

産総研での木質循環調査と併行し、フィンランドの woodio 社より木材とプラスチックの複合製品が上市されている情報を得た。令和7年度に予定している社内廃木の活用検討の事前調査として同社製品を入手し調査を進めた。

### woodio 社とは

木質循環複合材料や強化繊維による複合の具体的な知見を得るため、世界初の100%防水の木質複合材商品を展開している woodio 社に着目した(図8-5)。

woodio 社は、フィンランドの企業で、革新的な木質複合素材を使用した製品を展開している。特に、地元のアスペン材と持続可能なポリマーを組み合わせた水に強い固形木質複合素材が特徴であり、この素材はリサイクル可能で環境に優しい。

製品の多くは、洗面ボウルやバスルームアクセサリなど、シンプルで洗練されたデザインが特徴である。「ソフト」や「キューブ」などの製品があり、色や仕上げのバリエーション(光沢、マット)も豊富である。製品はすべてフィンランドでデザイン・製造されており、木材の自然な風合いと高い品質が際立っている。持続可能性を重視し、伝統的な木材産業と最新技術を融合させた製品作りを行っている。



図 8-5. woodio 社

## 製品分析について

実際に woodio 社の「キューブ 40」(図 8-6)を購入し、製品分析を行った。断面結果を図 8-7 に示す。断面はデジタルマイクロスコープ (KEYENCE 社製 VHX-X1 EA-300) にて撮影。断面図より、コーティング層が 100  $\mu\text{m}$  程度あることがわかった。成分分析 (赤外顕微鏡 Theemo Fisher SCIENTIFIC 社製 Nicolet iN10) の結果 (図 8-8)、コーティング層はポリエステル系複合材であった。中間層はアルキド樹脂であり、ポリエステルをベースにした合成樹脂の一種で、主に塗料、接着剤、電気絶縁材、コーティングなどに使用される。油や脂肪酸を含むため、乾燥が早く、塗膜の光沢や耐久性が高いのが特徴である。



図 8-6. キューブ 40 の外観

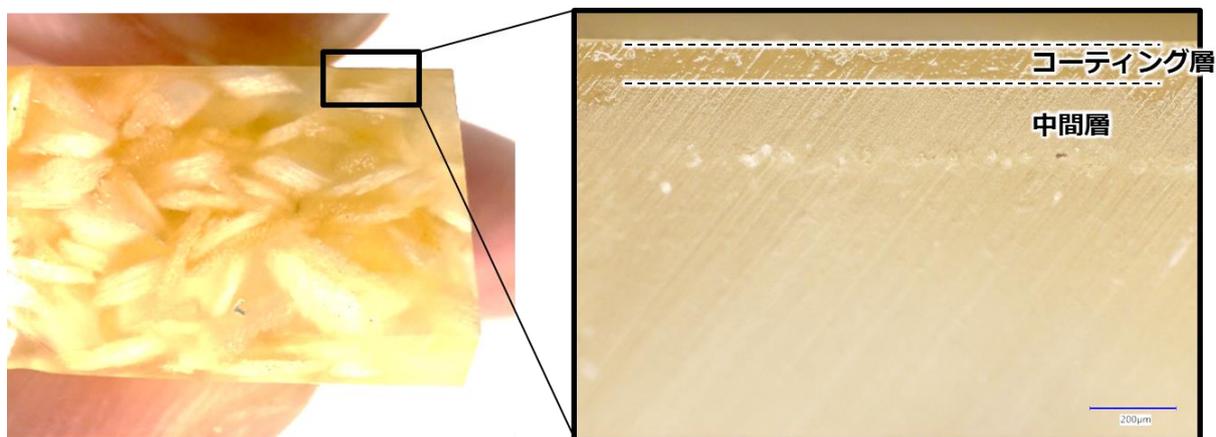
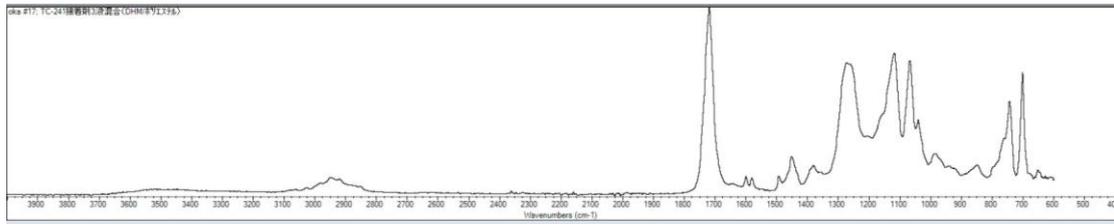
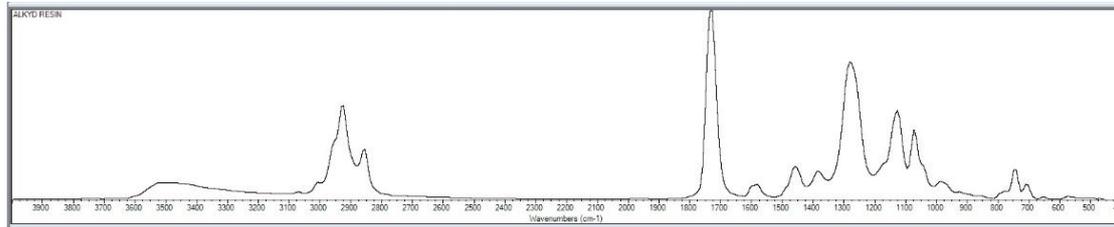


図 8-7. 断面図



コーティング層



中間層

図 8-8. 成分分析結果

### TOTO 製品への活用について

woodio 社「キューブ 40」を製品分析することで、具体的な知見を得ることができた。そのため、今後はリサイクル木材を TOTO 製品へ活用のする最適な方法として、以下を検討していく。

- キッチン、洗面のキャビネットや収納棚

リサイクル木材を活用した MDF やパーティクルボードを開発し、洗面台やキッチンのキャビネットや収納棚に活用を検討する。

- 手すりや棚板

リサイクル木材と熱可塑性樹脂を組み合わせた複合プラスチックを開発し、手すりや棚板への活用を検討する。

## 廃棄物の利用のための技術調査と分析… 仕様書 3. (5) (ア) ③

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

リサイクル樹脂に関する材料技術動向調査及び加工設備の調査を行う。調査に当たってはサステナブル・サーキュラエコノミー等廃棄物利用に関する展示会への視察を行う。

### 第4回サステナブルマテリアル展 (24/10/30, 31 視察)

「第4回サステナブルマテリアル展」は、サステナビリティに焦点を当てた素材や技術を紹介する展示会である。この展示会は、企業や研究機関が取り組む環境に優しい素材や製品、エコロジカルな技術の最前線を知る機会となる。再生可能素材、リサイクル技術、環境負荷の少ない製品の開発など、サステナビリティを実現するための取り組みを紹介する企業や団体と直接交流することが可能である。

本実証事業を推進するために、各社の素材や技術情報を収集することを目的に展示会視察を実施した。



### 視察したメーカーと情報について

主に本委託事業に関係する樹脂材料のマテリアルリサイクルに関する各社取組について下記の通りヒアリングし、情報収集した。

表 8-3. サステナブルマテリアル展 ヒアリング

No	カテゴリー	社名	各社取組、ヒアリング内容
1	木粉+熱可塑性樹脂	トヨタ車体	木は強度と軽量性を兼ね備え、プラスチックに混ぜることで軽量で強いパーツが作れる。TABWDは植物繊維と熱可塑性樹脂を複合化し、木粉粒径は80メッシュ以下。耐熱・耐水性に優れるが、コストはPPの約2倍。トヨタでは外観部品への採用はない。
2	再生熱可塑性樹脂	住友化学	Hondaが24年秋発売予定のN-VAN e:のフロントグリル向けに、当社のマテリアルリサイクル技術を用いた「ノーブレン®Meguri®」を提供。住友化学のリサイクル技術で生産したプラスチックブランドであり、業界初の外観部材適用と考えられる。
3	セルロース繊維+熱可塑性樹脂	巴川コーポレーション	「グリーンチップ® CMF®」は、木材由来セルロースを55%配合したバイオマス複合樹脂で、石油由来樹脂の使用量削減に貢献。セルロース51%以上で紙として廃棄可能。自動車メーカーに売り込み中だが採用実績なし。スズキと廃木コンパウンド樹脂部材を試験開発中。
4	再生ABS、ASA樹脂	テクノUMG	テクノUMGは2024年3月18日付で、ABS系樹脂・ASA樹脂事業において宇部事業所のISCC PLUS認証を取得。欧州では循環経済推進の流れでマスバランス方式の有用性が認められている。ABSに木粉を混ぜるとシャルピー強度が大幅に低下する。ABSめっきのめっきを剥がし、再利用の検討も進んでいる。
5	アクリル注型	WAAZWIZ JAPAN	特殊アクリル注型樹脂は廃材添加が可能で、セルベン沈降は半硬化で解決の可能性あり。ただし冷却に一晩かかり高コスト。アクリル廃材は成形しやすく試作も可能。木材をコンパウンドしたベレット販売も行い、TOTOの廃材対応の可能性もある。
6	CO2排出低減する添加剤	中島金属箔粉工業	日本で開発された次世代エコ技術により、機能性マスターバッチを約3%添加するだけで、焼却時のCO2排出を約35%削減可能。価格は4000~5000円/kg、効果測定は約10万円。ニチバンやセブンイレブンで採用実績あり。
7	再生樹脂を押し固めて製品化	新興プラスチックス	100%廃棄プラスチックから製造し、バージンプラスチック不使用。再生熱可塑性樹脂を押し固めて製品化し、独自技術で色味を活かしたカラフルなラインナップを実現。海洋プラスチックなども活用可能。

中でも、ホンダがフロントグリルに魅せる再生 PP 樹脂(住友化学開発)を軽自動車に採用することは、市場の受容性動向を要注視していく必要があると考えている。

## エコプロ 2024 について (24/12/6 視察)

「エコプロ 2024」は、日本で開催される環境関連の展示会の一つで、持続可能な社会の実現に向けたさまざまな技術や取り組みが紹介される場である。このイベントでは、企業や団体が自社の環境技術や製品、サービスなどを展示し、最新の環境問題への対応策やソリューションが議論される。

エコプロは毎年開催されており、環境保護や持続可能性に関心のある多くの来場者や専門家が参加する。具体的な内容としては、再生可能エネルギー、リサイクル技術、省エネルギー、環境教育などさまざまなテーマが取り上げられる。

本実証事業の推進に際し、各社のリサイクル技術の収集を目的とし、展示会を視察した。



## 視察したメーカーと情報について

主に本委託事業に関係する樹脂材料のマテリアルリサイクルに関する各社取組について下記の通りヒアリングし、情報収集した。

表 8-4. エコプロ 2024 ヒアリング

No.	社名	各社取組、ヒアリング内容
1	田中産業	PPを活用したシートの展示。表層にバージンPPを使用した3層シート(バージン/再生/バージン)。シートへの印刷性の確保の為、表層のみバージン材としている。
2	エコマテリアル	家電製品のマテリアルリサイクルの取組みについて情報収集。
3	花王	アスファルトの骨材バインダとして再生PETの改質剤が紹介されており、アップサイクルの参考例としたい。なお、現状再生PETの確保が課題となっている。
4	川上産業	気泡緩衝材(プチプチ)のリサイクル取組みに関しての情報収集。
5	TRIFE DESIGN	使用済みのストレッチフィルムを回収、ペレット化しフィルム加工、カバンの表面ラミネートに活用。

## グリーンマテリアル展 2025 について (25/1/29 視察)

グリーンマテリアル展 2025 は、環境負荷の低減と持続可能な社会の実現を目的とした素材・技術の専門展示会である。2025 年 1 月 29 日から 31 日まで東京ビッグサイトで開催され、サステナブルなものづくりを推進する企業や研究機関が会した展示会となる。



### セミナー聴講

- クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス (CLOMA)  
「リサイクラーから新しいバリューチェーンを考える」



従来のプラスチックリサイクルは、使用済みプラスチックの回収・分別を行い、再資源化した後に製品化する流れが一般的であった。しかし、このプロセスでは、リサイクル材の品質のばらつきや経済性の確保が課題となっていた。また、消費者や企業がリサイクルの必要性を認識していても、実際の市場におけるリサイクル製品の受け入れが進まないという問題も存在した。このような状況を踏まえ、CLOMA ではリサイクラー（リサイクル事業者）を起点とした新たなバリューチェーンの構築を目指している。リサイクラーは単なる廃棄物処理業者ではなく、資源を再生し、新たな価値を生み出すプレイヤーとしての役割を果たすことが期待されているという講演内容であった。

- リグニンネットワーク公開セミナー  
高機能リグニン系材料の最前線



リグニンは、植物の細胞壁を構成する主要成分の一つであり、木質資源の約 20～30% を占める重要な高分子である。これまで、製紙産業やバイオマス利用の過程で副産物として大量に排出されてきたが、近年ではその化学的特性を活かした新しい高機能材料としての活用が進んでいる。リグニンの構造は複雑であり、芳香族化合物を豊富に含むため、耐熱性や耐酸化性に優れた素材として注目されている。

リグニンは植物細胞壁の主要構成成分であり、芳香族高分子としての特性を有する。これまで副産物として処理されることが多かったが、近年ではその化学的特性を活かし、高機能材料への応用が進んでいる。特に、改質リグニンは、化学的または物理的処理によって分子構造を調整し、目的に応じた特性を付与したものであり、様々な産業分野での利用が期待されている。改質リグニンの活用分野としては、バイオベースの樹脂や接着剤、コーティング剤などがある。フェノール樹脂やポリウレタンの代替材料としての応用が進み、石油由来製品に比べて環境負荷の低い持続可能な素材として注目されている。今後、改質リグニンのさらなる高機能化と実用化を進めることで、持続可能な資源循環型社会の構築に貢献することが求められる。

**(2) 法令調査… 仕様書 3. (5) (イ)**

本委託業務の仕様書にて定められた内容は下記の通りである。

プラスチック削減に関する法令動向について調査をする。TOTO が流通経路を持ち、リサイクルスキーム構築実現性の高い国を対象とする。

**法令調査の背景**

近年、再生プラスチックの活用や環境配慮設計といった、製品設計面に対するプラスチック規制が諸外国で進んでいる。例えば、EU では自動車に対し、再生プラスチックの最低含有要件を含む ELV (End-of-Life Vehicle) 規則案が 2023 年に公表されている。ELV 規則案では、自動車に使うプラスチックの最低 20% を再生プラスチックにし、その内の 15% (全体の 3%) を廃車由来の再生プラスチック (PCR 材) とすることを案として挙げている (図 8-9)。

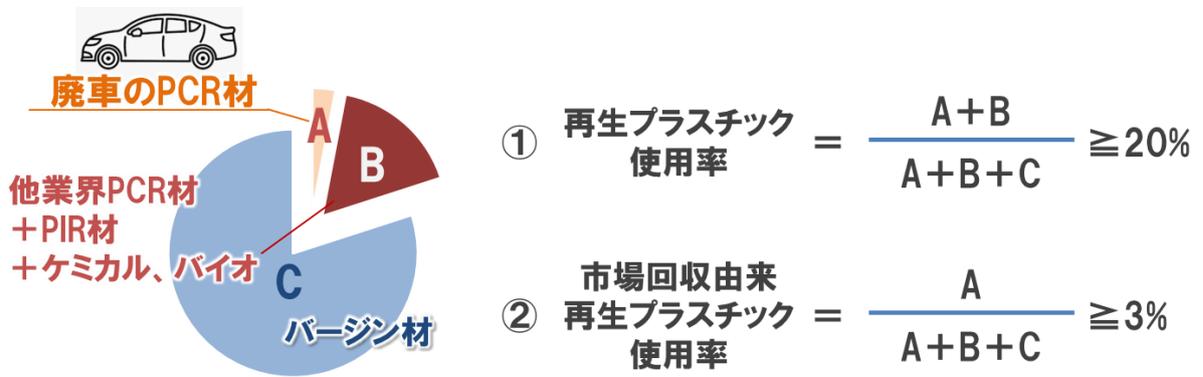


図 8-9. ELV 規則案

また、中国では 2025 年 3 月から特定の製品分野で、再生プラスチックの使用率によってはグリーン製品として認証する推奨国家標準 (GB/T) を施行予定である (表 8-5)。

表 8-5. 再生材を規定している推奨国家標準

推奨国家標準	対象製品	PCR 材の割合
グリーン製品評価 プリンター及び複合機 (GB/T 44447-2024)	プリンター	2%以上 もしくは 製品の任意の部品 (50g 以上) で含有量 5g 以上
グリーン製品評価 コンピューター (GB/T 44443-2024)	ノートパソコン	2%以上
	デスクトップ PC モニター	5%以上

他にも中国家電協会から、「団体標準 家電再生プラスチック使用技術規範 (T/CHEAA 0034-2024)」が公布され、2025 年 1 月から施行されている。この団体標準では対象となる製品への再生プラスチック (PCR 材) の目標添加割合が明示されている (表 8-6)。

表 8-6. 家電製品への再生プラスチック

家電製品の種類	製品中の PCR 材 目標添加割合
冷蔵庫	10%以上
洗濯機（ドラム式洗濯機）	10%以上（5%以上）
エアコン	10%以上
電気給湯器	20%以上

ここ数年で急速にプラスチックに対する規制は進んでおり、2024年には国際的なプラスチック条約の動きもあり、今後より活発に動いていくことが予想される。自動車や家電といった主要な製品だけでなく、ゆくゆくは水回り製品にもその規制が波及すると考えられる。そのため、海外環境法規制分野の専門家を多数有するコンサルタント企業（有限会社エンヴィックス）へ調査依頼を行った。以下、「調査結果（102ページ）」にてエンヴィックス社の調査結果を示す。

結論として、現段階で水回り製品を設計・製造する段階への強制的な制限はなかったが、概念的な努力義務（環境配慮設計推奨、再生プラスチックの使用推奨など）が各国で明文化されており、今後変化が起こった際にすぐに対処ができるよう継続的に法令の調査を行っていきたい。

### 調査内容

弊社製品のうち6製品（トイレ、洗面所、浴室、キッチン、福祉機器、包装材）に係る可能性が高いプラスチック規制の動向情報を収集すること。対象となる環境規制テーマは以下の4つとする。※含有物質など化学物質規制は対象外

- ① 使い捨てプラスチック規制
- ② 包装材の回収・再利用・ラベル表示
- ③ エコデザイン（環境配慮設計）
- ④ 廃プラスチックの回収、再利用（再生材利用等）

### 調査対象国

対象はEUおよびドイツ、アメリカ、中国、韓国、ベトナム、台湾とした。  
 ※EU、ドイツ、アメリカ、中国に関しては2023年度までの動向情報のまとめとして概略のみ記載する。また、要求事項に関しては製造者の義務のみの調査である。

## 調査結果

次ページより、(有)エンヴィックスの調査報告書の概略を記す。

対象国	まとめ
EU	プラスチックに特化した戦略や行動計画を立てており、調査対象国の中で一番進んでいる。
ドイツ	EUの指令を受けて様々なプラスチック規制の法令を作成。
アメリカ	連邦レベルでプラスチック政策的な枠組みがあるのみ。 各州で独自の取組を行っている。
中国	再生プラスチックの割合を引き上げるため、関連標準への使用要求を明記し始めている。
韓国	プラスチックを使用する電気・電子製品に対し、処分からリサイクルへ方向転換の動きがある。
ベトナム	使い捨てプラスチック、包装材に関して法律が動き始めている。
台湾	リサイクルへの概念的な法律が存在するが、対象製品は公告されていない。

<EU>

法体系の枠組み

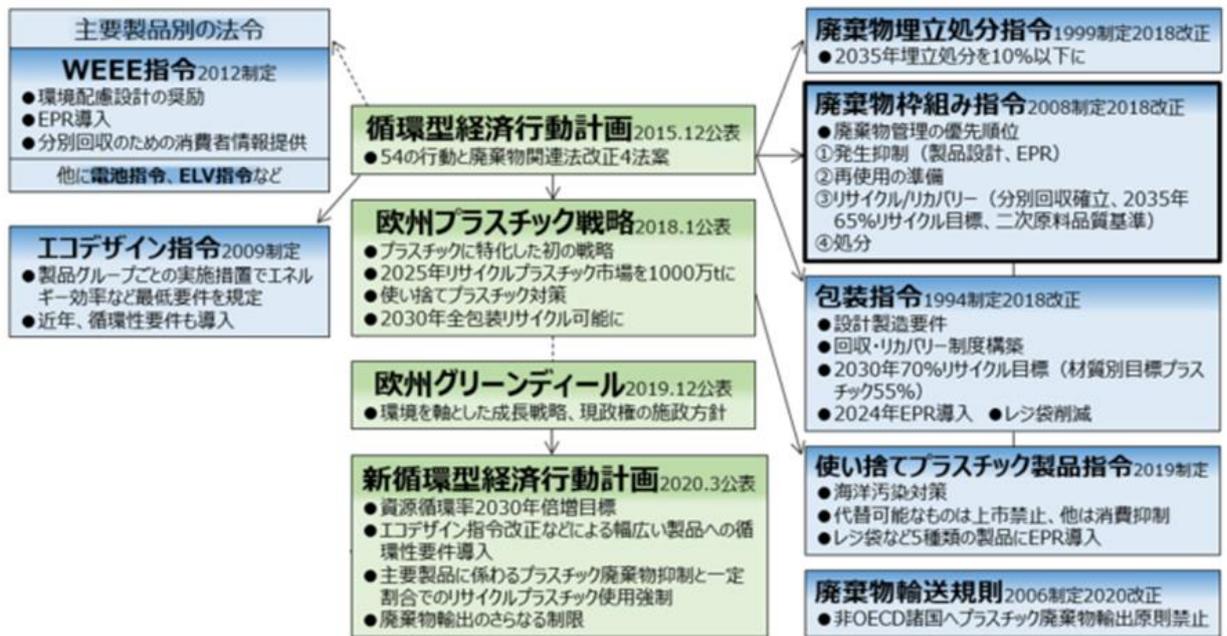


図 8-10. EU の法体系

EUの多くの法令は「規則 (Regulation)」または「指令 (Directive)」の形を取る。前者は、EU 全域で直接適用される一方、後者は達成すべき結果について加盟国を拘束しつつ手段は加盟国に委ねるものである。指令は、その性質上、加盟国に一定の目的を実現する措置を求める内容が大半を占め、事業者の義務を直接規定する部分は少ない。

プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針等

名称	循環の環の完成に向けて－EU循環型経済行動計画
公表日	2015年12月2日
<p>概要：欧州委員会が 2020 年までに適切な規制枠組みの確保に向けて取るべき 54 の行動や廃棄物目標などを示し、経済事業者や社会全体に明確な方向性を発信。優先 6 分野の筆頭として「プラスチック」を取り上げ、これが EU プラスチック政策の起点。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「循環型経済における欧州プラスチック戦略」を採択し、リサイクル可能性、生分解性、有害懸念物質、海洋汚染などに対応</li> <li>・ より野心的なプラスチック包装リサイクル目標を提案</li> <li>・ 製品設計：エコデザイン要件により製品の修理、アップグレード、リサイクル可能性、耐久性などの促進等</li> </ul>	

名称	循環型経済における欧州プラスチック戦略
公表日	2018年1月16日
<p>概要： EU 初のプラスチックに特化した戦略。プラスチック汚染（特に海洋）の抑制と関連技術開発の促進に向け、「プラスチックおよびプラスチック製品の設計と生産においてリユース、修理、リサイクルのニーズが十分に尊重され、より持続可能な材料が開発・促進されるような、新プラスチック経済への基礎を築くもの」。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラスチックリサイクルの経済性、品質改善</li> <li>・ 製品設計：①エコデザインの枠組みの下でリサイクル可能性を支援 ②包装指令改正を通じ、全包装をリユース/リサイクル可能にする</li> <li>・ リサイクル材使用：リサイクルプラスチックに関する品質基準の開発</li> </ul>	

名称	廃棄物に関する指令 2008/98/EC（通称：廃棄物枠組み指令）
公表日	2008年11月22日（2018年7月5日に最新の改正法公布）
<p>概要：EU の廃棄物管理全般についての枠組みを定める指令。改正法が 2018 年に成立した結果、「廃棄物を減らす製品設計」など、資源効率・循環性の要素が反映された。対象には当然、プラスチックも含まれるため、本指令は「EU のプラスチック規制の法的枠組み」でもある。その柱は、「廃棄物ヒエラルキー」と「汚染者負担の原則」である。</p>	

名称	欧州グリーンディール
公表日	2019年12月11日
<p>概要：環境を軸とする EU の成長戦略。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ リサイクル以前に材料の削減とリユースを優先、拡大生産者責任も強化</li> <li>・ 特に建設、電子機器、プラスチックに重点を置く。特にマイクロプラスチックへの対策に焦点を当てる。EU で流通する全包装を 2030 年までにリユース/リサイクル、使い捨てプラスチック対策を講じる。</li> <li>・ 包装材、自動車、建設資材などへリサイクル材の使用義務付けにより、二次原料市場を活性化させるよう検討。</li> </ul>	

名称	新循環型経済行動計画—よりクリーンで競争力ある欧州に向けて
公表日	2020年3月11日
<p>概要：特に製品を主眼に、設計を含む各プロセスで循環性を高め、持続可能な消費を促し、廃棄物の発生を抑制し、使われる資源を可能な限り長く EU 経済内にとどめるための 35 の行動を示す。製品関連のプラスチック規制の具体的方針を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラスチック：包装材や建材、車両など主要製品に係わるプラスチック廃棄物の抑制とリサイクルプラスチックの一定割合以上での使用義務付けを提案する。マイクロプラスチック対策も強化。バイオベースまたは生分解性のプラスチックの調達・使用に関する政策的枠組みを作成する。</li> </ul>	

名称	廃棄物輸送規則 (EC) No 1013/2006
公表日	2006年7月12日 (2020年12月22日に最新の改正法公布)
<p>概要：環境保護と健康リスク低減を目的に、EU 域内での/域外への廃棄物越境輸送を監督・管理する制度を定める。有害廃棄物の越境移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約の義務、ならびに OECD 圏内でのリカバリー目的の廃棄物輸送の管理制度を定める 2001 年 OECD 決定の規定を EU 法化するものでもある。放射性廃棄物など一部を除き、プラスチックを含む、ほぼ全タイプの廃棄物が対象。</p>	

## 関連現行法令

### ①使い捨てプラスチック規制

名称	特定プラスチック製品の環境影響低減に関する指令 (EU) 2019/904 (通称：使い捨てプラスチック製品 (SUP) 指令)
公表日	2019年6月12日
<p>対象製品：本指令は、使い捨てプラスチック製品、酸化型分解性プラスチックで作られた製品、プラスチックを含む漁具に適用される (2 条)。食器 (フォーク、ナイフ、スプーン、箸、皿、ストロー、マドラー)、綿棒の芯、風船の持ち手、食品容器と飲物用容器・カップ (蓋など含む)、生理用品、フィルター付きタバコ、ウェットティッシュ、軽量レジ袋、風船、食品の包み。</p>	
<p>要求事項：加盟国に下記措置を求めている</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 比較的容易に代替可能なもの：上市を禁止</li> <li>・ 容易代替が厳しいもの：消費削減策を講じる</li> <li>・ 軽量レジ袋を含む 5 品種：拡大生産者責任 (EPR) 制度</li> <li>・ 飲料ボトル：回収目標 (2025 年までに 77%、2029 年までに 90%)、リサイクルプラスチック含有目標 (PET 飲料ボトルは 2025 年までに 25%、すべての飲料ボトルは 2030 年までに 30%)</li> <li>・ 酸化型分解性プラスチック製の製品：上市禁止</li> </ul>	

### ②包装材の回数・再利用・ラベル表示

名称	包装および包装廃棄物に関する指令 94/62/EC (通称：包装指令)
公表日	1994年12月31日 (2018年6月14日に最新の改正法公布)
<p>対象製品：域内で上市される全包装が対象。</p>	
<p>要求事項：包装が基本要件を満たすようにすること、そして EU 官報で番号が公示された欧州整合規格を遵守する包装は基本要件を満たしていることを見なすことを加盟国に求めている (9 条)。</p> <p>&lt;包装の製造要件&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 梱包される製品や消費者にとって必要な水準の安全性、衛生状態、受容性を保てる最低限度まで容積と重量を減らすように製造</li> <li>・ 再使用やリカバリー (リサイクルを含む) を行えるように、また処分や処理残</li> </ul>	

<p>渣の環境影響を最小限にするように設計、生産、商品化          &lt;リサイクル目標（重量ベース）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2025 年末までに全包装廃棄物の 65%、2030 年末までに同 70%をリサイクル</li> <li>・ 材質別で、プラスチックは 2025 年末までに 50%、2030 年末までに 55%をリサイクル</li> </ul> <p>このほか、包装廃棄物の発生抑制（4 条 1 項）、プラスチック製軽量レジ袋の消費削減（4 条 1a 項）、再使用可能な包装の促進（5 条）、リサイクル材の使用促進（6 条）、包装の材質表示（8 条）等を加盟国に求めている。</p>
---

### ③エコデザイン（環境配慮設計）

名称	エネルギー関連製品（ErP）のエコデザイン要件を定めるための枠組みを確立する指令 2009/125/EC（通称：エコデザイン指令）
公表日	2009年10月31日
対象製品：エネルギー関連製品（ErP：Energy-related Products）が対象。	
<p>要求事項：主な要求事項は次のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実施措置の対象となる製品は、上市および/または供用開始の前に、CE マークの貼付と EC 適合宣言書の発行が必要。</li> <li>・ 製造者への要件：製品設計を通じて大きく変わり得ることが実施措置で特定された個々の環境的側面について、製造者は、製品モデルの全ライフサイクルを通じた評価を通常の条件および使用目的を現実的に仮定して実施し、同評価に基づき製品のエコロジカル・プロファイル（EP）を作成する。EP は全ライフサイクルにおける環境の点から重要な製品特性およびインプット/アウトプットに基づく。製造者は当該評価を、代替的な設計とそれがベンチマークに対し達成する環境性能の評価に活用する。</li> <li>・ 製造者は、適用される実施措置に基づき、適切と見なす形で、消費者に次の情報を確実に提供する</li> </ul>	

名称	廃電気電子機器（WEEE）に関する指令 2012/19/EU（通称：WEEE指令）
公表日	2012年7月24日
対象製品：すべての電気電子機器（EEE）が対象。	
<p>要求事項：WEEE の生産者は、その適切な処理処分に貢献すべく、主に次のような事項が求められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ EEE を流通・販売する各国の当局への登録</li> <li>・ EEE 製造/流通/販売量（タイプ別）に関する定期報告書の各国当局への提出</li> <li>・ 自社製品の回収、処理、リサイクル、リカバリーの費用負担または手配</li> <li>・ RoHS 指令 2011/65/EU の遵守（製造者の場合）</li> <li>・ 製品設計：加盟国は、WEEE の再使用、分解、リカバリーの促進を視野に入れた設計・製造を促す措置、WEEE の再使用と処理を促進する要件が適用されるようにするための適切な措置を講じること（4 条）</li> </ul>	

- 情報提供：加盟国は、一般家庭ユーザー・処理業者へ適切な情報の提供を確保すること。
- WEEE ラベル：加盟国は、分別回収を促進すべく、生産者が附属書 IX に示すシンボルマーク（右記）を上市する EEE に見やすく、読みやすく、消えないように貼付すること（14 条）。
- 適切な処理：加盟国は、分別回収された WEEE に対する適切な処理を確保すること（8 条）。



<ドイツ>  
法体系の枠組み

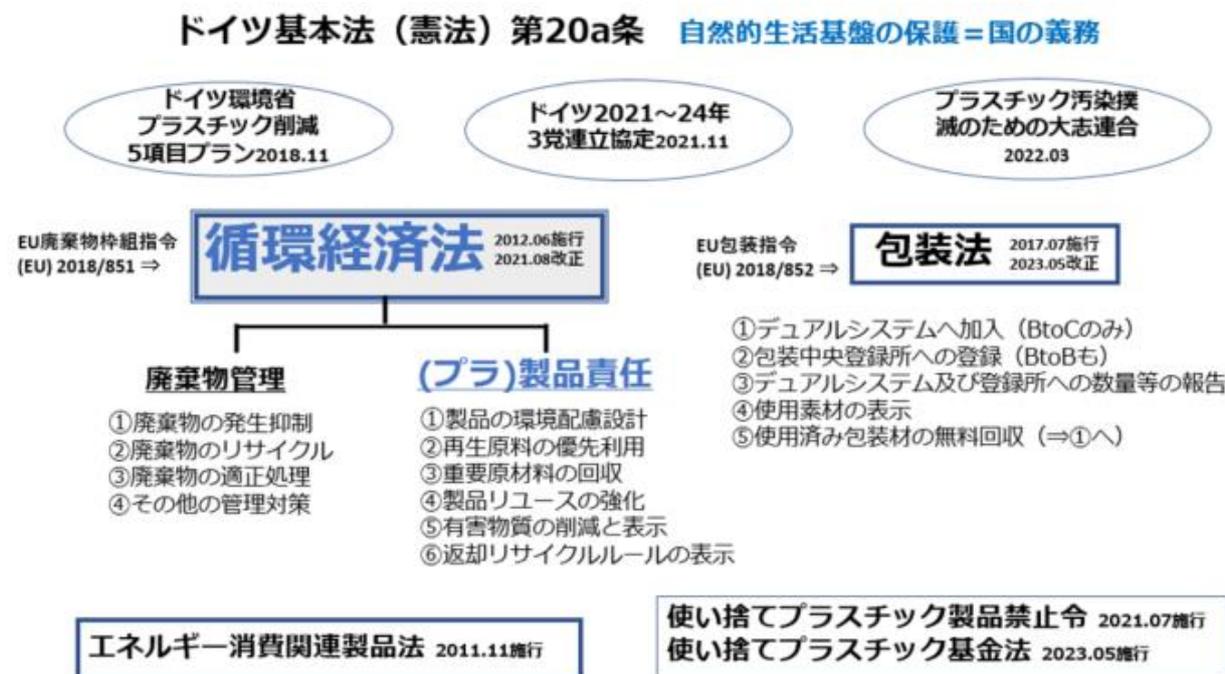


図 8-11. ドイツの法体系

プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針等

名称	プラスチックを減らしリサイクルを増やすための5項目プラン（ドイツ連邦環境省）
公表日	2018年11月26日
<p>概要：ドイツ連邦環境省は、自国のみならず、できる限り欧州全体でも消費を持続可能なものとし、不要な製品や包装が発生するのを抑制していく方針であり、次のような5項目プランを発表した。ドイツのプラスチック政策の大方針を示したもの。</p> <p>① 余計な製品や包装を避ける。          ② 包装その他の製品を環境に優しく設計する。          ③ リサイクルを強化し、再生品をたくさん利用する。          ④ 生ごみにプラスチックが混じるのを避ける。          ⑤ 海洋廃棄物に反対し、プラスチックを持続可能な形で扱う国際的取り組みを進める。</p>	

名称	『もっと進歩を；自由・公正・持続可能性の同盟－2021～25年連立協定』（連立与党）
公表日	2021年11月24日
<p>概要：社会民主党の0・シヨルツ党首を首班とするドイツの現連立政権の政策の根幹をなすもの。「循環型経済・製品・廃棄物」に関する政策は次のとおりである。</p> <p>(1) 循環型経済の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 循環型経済を促進する際の目標として、①一次原料消費量の削減・②閉鎖系の物質循環を掲げる。</li> <li>・ 「国家循環型経済戦略」を策定し、そこで既存の原料政策の戦略をきちんと整理する。</li> </ul> <p>(2) 製品政策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製品は、長寿命・リユース・リサイクル可能・修理可能でなければならない。</li> <li>・ 欧州レベルで拡大生産者責任を強化。</li> <li>・ 「デジタル製品パスポート」を導入する。</li> </ul> <p>(3) 廃棄物政策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物の発生抑制をさらに徹底するため、目標を法律で定めつつ、各システム（繰返し使用、返却、デポジット）を促進し、あわせて業界内取り決めなどを活用していく。</li> <li>・ 返品商品の廃棄量を削減する。</li> <li>・ 基金モデルの創設</li> <li>・ リサイクルラベルを導入する。</li> <li>・ 欧州レベルで、リサイクル率を引き上げ、製品毎の最低リサイクル率を定める。</li> <li>・ 包装法で、「ケミカル・リサイクリング」も採用する。</li> <li>・ 家庭（一般）廃棄物の埋立を欧州全域で中止する。</li> <li>・ 諸外国とともに、違法な廃棄物輸出に決然として立ち向かう。</li> <li>・ 再生プラスチック市場で公平な競争の場を確保していく。</li> </ul>	

名称	プラスチック汚染撲滅のための大志連合（ドイツ連邦政府）
公表日	2022年8月22日
<p>概要：国際社会におけるドイツのプラスチック汚染対策の動向を示すもの。2040年までにプラスチック汚染を撲滅する。大志連合は、諸国民の自然な生活を守るため、次の3つの戦略的目標を定めている。</p> <p>① プラスチックの消費と生産を持続可能なレベルに抑える。</p> <p>② プラスチックの循環型経済を構築する。</p> <p>③ プラスチック廃棄物の環境に配慮した管理を確保する。</p>	

## 関連現行法令

### ①使い捨てプラスチック規制

名称	特定の使い捨てプラスチック製品及びオキシ分解性プラスチックの上市禁止に関する政令（使い捨てプラスチック製品禁止令）
公表日	2021年7月3日
<p>対象製品：EUの「使い捨てプラスチック製品指令(EU) 2019/904」の一部をドイツで実施するもの。</p> <p>&lt;上市の制限&gt;</p> <p>綿棒、カトラリー（特にフォーク、ナイフ、スプーン、箸）、皿、飲料用のストロー、攪拌棒、風船の棒、発泡ポリスチレン製の食品容器、発泡スチロール製の飲料容器（栓や蓋も含む）、発泡スチロール製の飲料カップ（栓や蓋も含む）、オキシ分解性プラスチック製の製品</p>	

名称	使い捨てプラスチック基金に関する法律（使い捨てプラスチック基金法）
公表日	2023年5月16日
<p>対象製品：食品容器、包装紙などの柔軟な素材で作られた、食品を入れる袋やフィルム包装、3L以下の容量の飲料容器、飲料用コップ（蓋と蓋を含む）、軽量プラスチック製キャリーバッグ、ウエットティッシュ、風船、タバコ製品</p>	
<p>要求事項：街路や公園等の公共空間に溜まった使い捨てプラスチック廃棄物の清掃や収集等にかかる費用を、同生産者が負担するよう義務付けるものである。「特定のプラスチック製品による環境影響の低減に関するEU指令(EU) 2019/90」の第8条（拡大生産者責任）第1項から第7項までを国内実施するもの。</p>	

### ②包装材の回数・再利用・ラベル表示

名称	包装法（包装の上市、引取、及び高価値のリサイクルに関する法律）
公表日	2017年7月12日（2023年5月11日最終改正）
<p>対象製品：すべての包装。ドイツの場合、包装は以下に二分される。</p> <p>※システム：公式の認可を受けた使用済み包装材回収事業者「デュアルシステム」</p> <p>システム加入義務のある包装 商品を梱包する販売用・再梱包用の包装で、典型的には私的な最終消費者が使ったあと廃棄物になるもの（すなわち BtoC）</p> <p>システム加入義務のない包装 販売用・再梱包用の包装であるが、典型的には私的な最終所有者以外の者が使ったあと廃棄物になるもの等（すなわち BtoB）</p>	

要求事項：生産者の主な義務は次のとおりである。

- ・デュアルシステムへの加入
- ・上市前に監督当局である登録所への登録
- ・システム加入義務のある包装材の登録番号、材料種、数量、システムの名称等を登録所に報告
- ・年に1度「完全性宣言」を作成し、提出し、監査を受ける
- ・有害物質（鉛、カドミウム、水銀、六価クロム）の濃度が100mg/kgを超えるものは上市禁止
- ・包装材の素材を示す略字と番号を表示する
- ・上市した包装を回収し、再使用/リサイクルする

名称	EU使い捨てプラスチック製品指令とEU廃棄物枠組み指令をドイツ包装法において実施するための法律（改正包装法）
公表日	2021年6月14日
<p>主な要求事項（製造者の義務のみ）：主な要求事項は次のとおりである。</p> <p>(1) 廃棄物管理の目標（プラスチック飲料容器 リサイクル目的の分別収集割合） 2025年1月1日から最低77重量%、2029年1月1日から90重量%</p> <p>(2) 包装生産者のシステム加入義務</p> <p>(3) 引き取りとリサイクルに関する生産者と販売者の義務</p> <p>(4) 特定の使い捨てプラスチック飲料容器における再生プラの最低比率 2025年1月1日以降 最低25重量%含まれている飲料容器しか上市できない。 2030年からは最低30重量%、対象をすべての使い捨てプラスチック飲料容器へ拡大</p> <p>(5) 使い捨てプラスチック飲料容器に対するデポジット・引き取り義務 2022年1月1日から、すべての使い捨て飲料容器（プラスチック、缶）を対象に、預かり金（デポジット）の預託を義務付ける。</p> <p>(6) 使い捨てプラスチック食品容器及び同飲料容器の代わりとなる繰り返し使える容器のオプション 2023年1月1日以降、使い捨て包装で提供する商品を、繰り返し使える包装でも提供できるようにしなければならない。その際、繰り返し使用可能な容器を使った商品が、使い捨て容器を使った商品より高価であってはならない。</p>	

### ③エコデザイン（環境配慮設計）

名称	循環経済法（循環経済の促進及び環境に適した廃棄物管理の確保に関する法律）
公表日	2012年2月24日（最終改正2021年8月10日）
<p>対象製品：本法の規定を以下に適用する。</p> <p>1. 廃棄物の発生抑制、2. 廃棄物のリサイクル、3. 廃棄物の適正処理、及び4. その他の廃棄物管理対策</p>	

要求事項：本法は、EU 廃棄物枠組み指令 2008/98/EC を国内実施するもの。従来の①廃棄物管理（循環型経済の促進）と、新しい要素②製品責任（拡大生産者責任）の2階建てになっている。

#### ① 廃棄物管理（循環型経済の促進）

##### 第7条 循環型経済の基本的義務

- ・ 廃棄物発生抑制に関する義務は、今後連邦政府が発布する政令に従う
- ・ 廃棄物の発生者/所有者に廃棄物リサイクルを義務づける。処分よりもリサイクルを優先すること
- ・ 廃棄物のリサイクルは適正かつ無害に実施すること
- ・ 廃棄物をリサイクルする義務を果たすのは、技術的に可能・経済的に採算が合う場合に限る

#### ②製品責任（拡大生産者責任）

製品に対する生産者等の責任を定めた第23条（製品責任）は次のとおりである。

##### 第23条 製品責任

- ・ 製品を開発/製造/加工/販売するものは、循環型経済の目標達成のため、製品責任を負う。生産/使用時の廃棄物を減らす、使用後製品を環境に配慮した方法でリサイクルし処分できるような製品設計をしなければならない。
  - ・ 製品責任とは、以下のことをいう。
- (1) 資源効率が高く、繰り返し使用可能で、技術的に耐久性があり、修理可能で、かつ使用後にルールどおりの無害で高品質なリサイクルや、環境に配慮した処分に適した製品を開発し、製造し、上市すること。
  - (2) 製品の生産に際しては、再生原料など、リサイクル可能な廃棄物または二次原料を優先的に利用すること。
  - (3) 重要原材料を節約して使うとともに、製品に含まれる重要原材料を表示すること。
  - (4) 製品のリユースを強化すること。とくに、リユースや修理のための仕組みをサポートすること。
  - (5) 有害物質の含有量を減らすとともに、有害物質を含む製品を表示すること。
  - (6) 製品の返却、リユース、リサイクル、処分の可能性や、それらの義務とデポジット（預託金払い戻し）のルールを、製品に表示すること。
  - (7) 製品や製品使用後に発生した廃棄物を引き取ること。そのあと環境に配慮したリサイクルや処分を行うこと。
  - (8) 製品使用後に発生した廃棄物の管理に対して、金銭的責任または金銭的組織的責任を負うこと。
  - (9) 分別回収に対する要求事項や環境汚染防止対策など、廃棄物の発生抑制、リサイクル、処分の可能性について、住民に情報を提供し助言すること。
  - (10) 製造者や販売者が上市した製品から発生した廃棄物に係る環境浄化や、それに続く環境に配慮したリサイクルと処分のために、公共廃棄物処理事業者その他公法上の法人が支出する費用を分担すること。
  - (11) 販売した製品に対する注意義務を果たすこと。

名称	エネルギー消費関連製品の環境に適した設計に関する法律（エネルギー消費関連製品法）
公表日	2011年11月24日
<p>対象製品：本法の対象製品は次の2つに分別されている。</p> <p>① エネルギー消費関連製品</p> <p>② エネルギー関連製品に取り付ける用途の部材及びアセンブリ</p>	
<p>要求事項：本法は、EUの改正エコデザイン指令（2009/125/EC）をドイツ国内で実施するものである。</p>	

## <アメリカ（連邦）>

※政策的枠組みはあるが、連邦レベルでのプラスチック設計に係る法律は無い。

### プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針等

名称	非営利組織「米国プラスチック協定」のロードマップ
公表日	2021年6月15日
<p>概要：米国で2025年までにプラスチックの循環型経済を実現することを目的とした戦略。米国プラスチック協定の署名機関が取り組むべきこと、および目標を達成するために米国プラスチック協定が外部のステークホルダーをどのように巻き込んでいくか、を概説している。</p> <p><u>4つの目標</u></p> <p>2021年まで：問題のある、あるいは不要な包装のリストを定義し、2025年までにそれらを排除するための措置を講じる。</p> <p>2025年まで：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラスチック包装材の100%を再利用・リサイクル・堆肥化可能にする。</li> <li>・ プラスチック包装材の50%を効果的にリサイクルまたは堆肥化するための積極的な行動をとる。</li> <li>・ プラスチック包装材の平均リサイクル率、責任ある方法で調達されたバイオマスの含有率を30%にする。</li> </ul>	

名称	プラスチック・イノベーション戦略（SPI）
公表日	2023年1月
<p>概要：米国エネルギー省（DOE）は2023年1月、プラスチック廃棄物削減に関するDOEの共同研究開発（R&amp;D）の指針となる新しい「プラスチック・イノベーション戦略（SPI）」を発表した。SPIでは、プラスチック廃棄物削減に関する4つの戦略的目標を提示し、DOEが既存のインフラを活用して当該目標を達成するための道筋を概説している。プラスチック廃棄物を削減し、プラスチックの生産および再利用がエネルギーに与える影響を低減する、革新的な科学技術ソリューションを提供することが目的である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ディコンストラクション：プラスチックを効率的に分解し有用な化学中間体を得るための開発を行う</li> <li>・ アップサイクル：廃プラスチックを価値ある新素材に変換するために不可欠な新しい戦略を特定、開発する</li> <li>・ リサイクル可能な設計：ゲノム科学、合成生物学、計算生物学の進歩を利用し、有利な特性と優れた使用済みオプションを持つ新規プラスチック材料を生産する目的での生物学的システムの設計</li> <li>・ 規模の拡大および普及：リサイクル業者が経済的、環境的に最も効率の良い方法で廃棄物を処理できるような、混合プラスチック廃棄物の仕様の策定</li> </ul>	

名称	国家リサイクル戦略
公表日	2021年11月15日
<p>概要：米国が直面するリサイクルの課題に取り組み、より強力で強靱性があり費用対効果に優れた米国の一般固形廃棄物のリサイクル・システムを作り出すのに必要な戦略的目標とアクションを特定するものであるが、プラスチックに特化したものではない。EPA 長官からの書簡：2021 年国家リサイクル戦略の紹介では、この戦略は、5つの目標の下で概説されたアクションを通じて、リサイクル・システムの課題に対応していると述べられている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● リサイクル商品の市場を改善する</li> <li>● 回収量を増やし、材料管理インフラを改善する</li> <li>● リサイクル材料の流れにおける汚染を減らす</li> <li>● 循環を支える政策とプログラムを強化する</li> <li>● 測定を標準化し、データ収集を増加させる</li> </ul>	

名称	新国家リサイクル目標
公表日	2020年11月17日
<p>概要：本リサイクル目標はプラスチックに特化したものではないが、2030 年までに全米のリサイクル率を 50%に引き上げるという EPA 初の国家リサイクル目標を発表した。その目標を支援し、実績を評価するための3つの施策を発表した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. リサイクルにおける汚染削減</li> <li>2. リサイクル処理システムをより効率的に</li> <li>3. 再生材の経済市場の強化</li> </ol>	

名称	「プラスチック汚染防止のための国家戦略」案 (Draft National Strategy to Prevent Plastic Pollution)
公表日	2023年4月21日
<p>概要：プラスチック廃棄物に対処するための包括的な国家戦略で、EPA の、2040 年までに、陸上から環境中へのプラスチックやその他の廃棄物の排出を完全に根絶するという目標を達成するために米国の組織が実施できる自主的な行動および戦略的目標を特定している。ポストコンシューマー材料や使い捨てプラスチックなど、自治体の固形廃棄物のフローに乗ると予想されながら、流出したりポイ捨てされたりしてしまう品目を対象としている。</p>	

<中国>  
法体系の枠組み

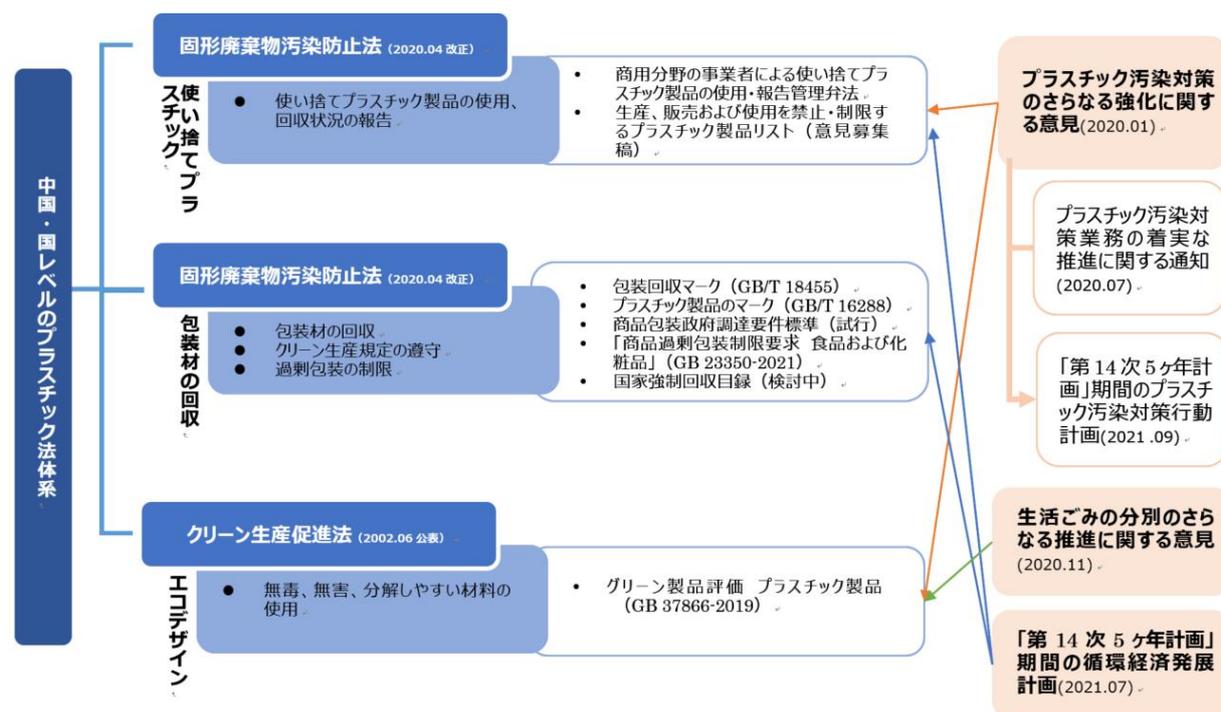


図 8-12. 中国の法体系

プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針など

名称	プラスチック汚染対策のさらなる強化に関する意見
公表日	2020年1月16日
<p>概要：プラスチック汚染対策を強化するために、段階的な目標を立てて、一部プラスチック製品の生産、販売、使用の禁止、制限、およびグリーン製品提供の増加などの対策が打ち出された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製造、販売を禁止するプラスチック製品 レジ袋（厚さ 0.025mm 未満）、PE 製フィルム（厚さ 0.01mm 未満）、使い捨ての発泡プラスチック食器、マイクロプラスチックを含む日用化学製品</li> <li>● 使用を禁止、制限するプラスチック製品 非分解性レジ袋、使い捨てプラスチック食器、旅館やホテルで使用する使い捨てプラスチック製品、宅配用プラスチック包装</li> <li>● グリーン製品供給の増加 プラスチック製品の製造者に以下のことを求めている。 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 法規制に違反した有害な化学添加剤を添加してはいけない。</li> <li>2. グリーン設計を推進し、安全性および回収利用性能を向上させる。</li> <li>3. リサイクル可能、分解可能な代替材料・製品の開発に注力。</li> </ol> </li> <li>● 廃プラスチックの回収利用レベルの向上 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 環境に優しい製品を使用するよう消費者に奨励する。</li> <li>2. 廃プラスチックの資源化利用の産業化発展を推進する。資源化利用に適さない廃プラスチックに対し、エネルギー化利用を強化する。</li> </ol> </li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>● 関連法規制度・標準体系の構築・改善             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 関連法律法規の改正を推進し、プラスチック汚染防止を関係法令に盛り込む。</li> <li>2. 禁止・制限プラスチック製品リストを適時に更新・公開し、プラスチック製品グリーンデザインガイドラインを制定する。</li> <li>3. 再生プラスチックの品質管理基準を改善し、再生プラスチックの使用を規範化する。</li> <li>4. 分解性の材料・製品の標準化ラベルを制定する。</li> <li>5. 廃プラスチックの資源化・エネルギー化利用に関する環境保護標準を制定する。</li> </ol> </li> </ul>
--

名称	プラスチック汚染対策業務の着実な推進に関する通知
公表日	2020年7月10日
<p>概要：上述の「プラスチック汚染対策のさらなる強化に関する意見」で定めた2020年末までに達成すべき目標を予定通り遂行できるように策定されたものである。同計画では、各地方政府や主管機関に対し、それぞれの対策業務内容が明示された。</p> <p>また、本通知には、「関連プラスチック製品禁止制限管理詳細化標準（2020年版）」が添付されており、禁止、制限の対象となるプラスチック製品の範囲が定められている。</p>	

名称	「第14次5ヶ年計画」期間の循環経済発展計画
公表日	2021年7月1日
<p>概要：同計画は、「中華人民共和国循環経済促進法」の要求を徹底的に実施し、循環経済の発展をさらに推進するために策定されたものである。2025年までの目標、重点課題および重点プロジェクトが明記されている。具体的な対象製品範囲は定められていないが、プラスチック汚染対策、廃プラスチックの回収等が強調される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要目標             <p>2025年までに、主な資源の生産率を2020年比で20%引き上げる。粗大固形廃棄物および建築ゴミ総合利用率で60%以上を達成する。古紙利用量6000万トン以上、廃鉄鋼利用量3.2億トン以上を達成する。再生非鉄金属の生産量2000万トン以上を到達させる。リサイクル産業の生産総額で5兆元（約85兆円）を達成する等。</p> </li> <li>● 重点課題             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 資源循環型の産業体系を構築し、資源利用効率の向上を図る。（重点製品のグリーンデザインの推進など）</li> <li>○ 廃品リサイクル体系を構築し、資源循環型社会を構築する。（廃品回収ネットワークの整備、再生資源の加工・利用の強化など）</li> </ul> </li> <li>● 重点プロジェクト             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 循環経済の主要技術や装備のイノベーション</li> <li>○ プラスチック汚染の全過程対策特別行動</li> </ul> </li> </ul>	

。 廃電気電子機器リサイクル品質向上行動 等

名称	「第14次5ヶ年計画」期間のプラスチック汚染対策行動計画
公表日	2021年9月8日
<p>概要：中国では、2020年1月に国務院が「プラスチック汚染対策のさらなる強化に関する意見」を発表した後、各地でプラスチック汚染対策が進められている。本計画には、発生源および回収・処理・リサイクルに関し、2025年までの目標および具体的な取り組みがそれぞれ定められている。具体的な内容は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 発生源に関する対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ プラスチック製品のエコデザインを押し進める</li> <li>○ 使い捨てプラスチック製品の使用量削減措置を継続実施する</li> <li>○ プラスチック製品の代替製品の普及を促進する</li> </ul> </li> <li>● 回収・処理・リサイクルに関する対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ プラスチック廃棄物の回収率を引き上げる。</li> <li>○ プラスチック廃棄物の再利用を強化する。</li> <li>○ ゴミ焼却施設の建設を全面的に押し進め、プラスチックゴミの無害化処理レベルを引き上げる。</li> </ul> </li> </ul>	

## 関連現行法令

### ①使い捨てプラスチック規制

名称	固形廃棄物汚染防止法
公表日	1995年10月30日（最新改正日2020年4月29日）
<p>対象製品：非分解性プラスチック袋などの使い捨てプラスチック製品の生産、販売、使用を禁止・制限する。</p>	
<p>要求事項：本法では、使い捨てプラスチックに関し、商品小売店、デリバリー企業等が、プラスチック袋などの使い捨てプラスチック製品の使用、回収状況を報告することと規定されており、製造者への要求事項は特にない。</p>	

### ②包装材の回数・再利用・ラベル表示

名称	固形廃棄物汚染防止法
公表日	2020年4月29日
<p>対象製品：「国家強制回収目録」に記載されている包装材を生産する企業は、国の関連規定に従って包装材を回収することが要求。※国家強制回収目録：未公布</p>	
<p>要求事項：製造者に対し、以下の義務事項が規定されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 国の関連規制に従って包装材を回収すること。</li> <li>● 包装材の設計、製造は、国より制定したクリーン生産規定を遵守すること。</li> <li>● 包装材を設計、製造する際、過剰包装をしないこと。</li> </ul>	

名称	包装回収マーク (GB/T 18455-2022)
公表日	2022年7月11日
対象製品：対象製品範囲について特に規定していない	
<p>要求事項：本標準は、強制国家標準から推奨国家標準に変更された。製造者は、プラスチック包装材に回収マークを表示すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● プラスチック包装の回収マーク基本図形 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 回収マークは、基本図形、コードおよび略語で構成される。</li> </ul> </li> <li>● 表記要求 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 表記が許可される条件：リサイクル可能か評価し、可能な場合マーク表記</li> <li>○ 規格寸法：マークの規格は、製品の寸法に基づき確定</li> <li>○ 色：マークの図形ははっきり目立ち、容易に退色したり脱落したりしない</li> <li>○ 数量： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1つの包装に1つの回収マークを表記すること。</li> <li>● 包装が複数種類の異なる材質の包装部品で構成されている場合、リサイクル可能な各包装部品に包装回収マークを表記すること。</li> </ul> </li> <li>○ 位置：マークを表記する位置は、包装上の容易に識別できる目立つ位置</li> <li>○ 作成：マークは、印刷、吹付塗装、貼付、型押しなどの方法を用いて作成できる。また、包装回収マークは、製品の性能を損なわないこと。</li> </ul> </li> </ul>	

名称	プラスチック製品のマーク (GB/T 16288)
公表日	2008年4月11日
対象製品：全てのプラスチック製品に適用される。	
<p>要求事項：本標準は国家推奨標準であるため、企業は自主的に以下の要求事項に従って製品にマークを貼付する。プラスチック製品のマークは、プラスチック種類の略語、材料の番号、図形、機能説明および補助説明で構成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 各種類のプラスチックの略語、名称および番号：付録 A</li> <li>● 規格寸法：包装回収マークの規格は、GB/T 16903.1-1997 に従って設計すること。</li> <li>● 色：基本的には黒色で、その他の目立ちな色も使用できる。</li> <li>● 数量：1つの包装に1つの回収マークを表記すること。</li> <li>● 位置：プラスチック製品の目立つところに表示すること。</li> <li>● 作成：印刷、吹付塗装、型押しなどの方法を用いて作成できる。</li> </ul>	

③エコデザイン（環境配慮設計）

名称	クリーン生産促進法
公表日	2002年6月29日
対象製品：本法の第3条は、中国国内で生産やサービス提供活動を行う事業者は本法に従ってクリーン生産を実施することと規定している。具体的な製品は規定されていない。	
<p>要求事項：製造者に対し、以下の要求事項が定められている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製品/包装の設計は、無害、分解容易、リサイクル容易を優先的に選択</li> <li>・ 製品を合理的に包装する</li> <li>・ 「国家強制回収目録」は、使用后、当該製品・包装材を回収する義務</li> </ul>	

名称	生態設計製品評価規範 第2部分：分解性プラスチック（GB/T 32163.2-2015）
公表日	2015年10月13日
対象製品：本標準は分解性プラスチックのエコデザインの評価に適用される。	
<p>要求事項：本標準は国家推奨標準であるため、製造者は自主的に遵守する。本標準では、分解性プラスチック製造者に対し、汚染防止対策や、環境管理システムの構築などの要求事項が定められている。</p>	

名称	グリーン製品評価 プラスチック製品（GB/T 37866-2019）
公表日	2019年8月30日
対象製品：全てのプラスチック製品	
<p>要求事項：本標準は自主的な標準であるが、グリーン製品認証を取得している製品はグリーン認証マークを貼付でき、製品の市場競争力を向上させることができる。また、政府の優先調達対象になるなどのインセンティブもある。</p> <p>グリーン製品評価に参加する製造者は、以下の要求事項を満たす必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 汚染物の排出状況：関連する環境保護法規、国家標準、地方標準の要求を満足する</li> <li>・ 汚染物排出総量：国や地方の汚染物質排出総量制限要求を満足する</li> <li>・ 企業管理：関連する国家標準に基づき、各管理体系を構築し実施されている</li> <li>・ 定期的に企業の環境情報を開示している</li> <li>・ 製品品質：関連する製品標準の要求を満足する</li> <li>・ 水消費量：関連法規の要求を満たし、業界で先進レベルに達している</li> </ul>	

<韓国>

法体系の枠組み

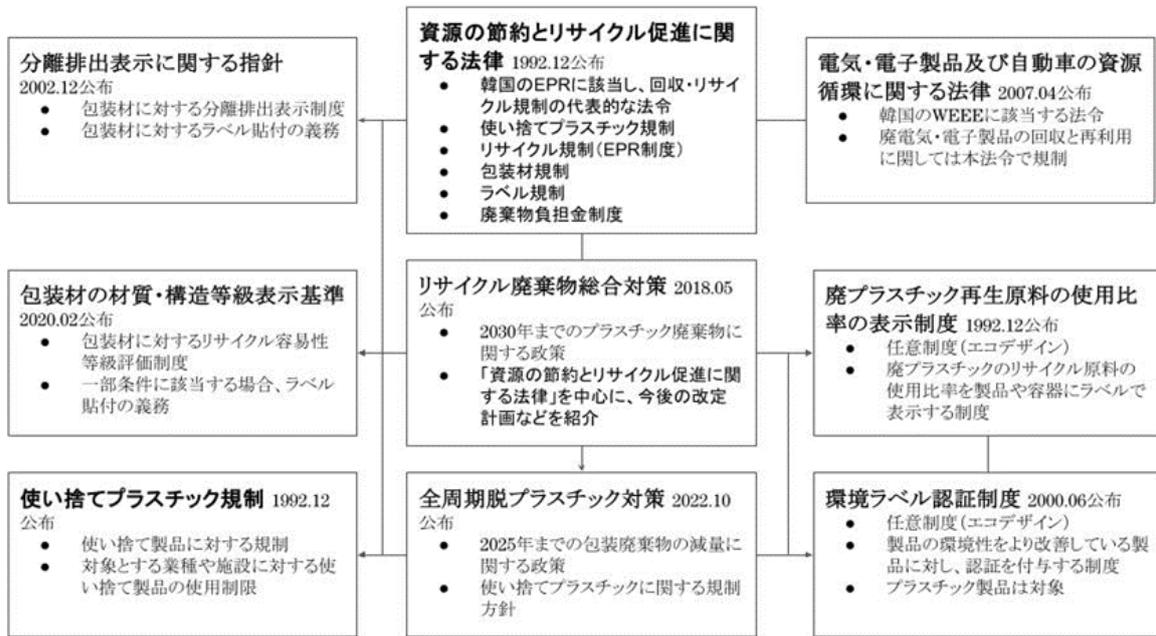


図 8-13. 韓国の法体系

プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針など

名称	リサイクル廃棄物総合対策
公表日	2018年5月10日
<p>概要：中国政府が廃棄物輸入を中断したことをきっかけとし、韓国内で大量の廃棄ビニールが発生し、プラスチック廃棄物を減量することを目的に「リサイクル廃棄物総合対策」を策定した。本対策は2030年までに国家のプラスチック廃棄物の発生量を50%削減し、リサイクル率は既存の34%から70%まで引き上げることを目標。対象は、主に「全ての包装材と容器類、及び韓国で実施しているEPR制度の対象製品」である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製品を設計する時、リサイクルが難しい製品は段階的に生産できないよう規制</li> <li>● リサイクルが義務付けられている包装材や容器類に対し、リサイクル容易性等級評価の実施を義務付ける</li> <li>● 今までリサイクルが義務付けられていないビニールやプラスチック製品を段階的にEPR制度の対象製品として追加し、リサイクルを義務付ける</li> <li>● 製造者がEPR制度により負担するリサイクル分担金の金額を引き上げる</li> <li>● 必要以上に包装材を使用する製品を規制する</li> <li>● 輸送用包装材（段ボールなど）に関して、新たに包装基準を規定する</li> <li>● 製品を市販する前に包装基準の遵守状況を検査することを義務付ける</li> <li>● ビニール袋の使用を禁止するパイロット事業を実施する</li> </ul>	

名称	全周期脱プラスチック対策
公表日	2022年10月20日
<p>概要：新型コロナウイルスにより、配達や輸送の需要が急激に増えたため、包装材と容器の廃棄物の急増がきっかけで策定された政策。そのため、包装材と容器、使い捨て製品が主な対象製品となっている。</p> <p>主な政策は以下の通り四つのカテゴリーに分類されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 使い捨てプラスチックの使用を減らす政策 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 繰り返して使える製品や容器に対し、支援政策を行う</li> <li>➢ 包装空間基準が免除されている農産物に対し、今後基準を適用することを検討</li> <li>➢ 飲食を配達する際に使用する容器に対し、包装材・容器の基準を規定し、プラスチックの使用を制限</li> </ul> </li> <li>● 廃棄プラスチックのリサイクル体系を改善する政策 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ プラスチック製品の生産者に対し、再生原料の使用を義務付けるとともに、再生原料の使用を認証する体系を構築する</li> <li>➢ リサイクル容易性等級評価制度の項目を拡大し、リサイクルが難しい製品に対して公共機関における購入を縮小し、より高いリサイクル分担金を適用する</li> </ul> </li> <li>● 生分解性プラスチックの活性化を支援 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 生分解性プラスチックに対する認証体系に、「一般土壌」と「海洋」の条件を追加する。</li> <li>➢ 環境への流出がやむを得ず、環境汚染の可能性が大きい品目に対して、生分解性プラスチックの活用を誘導する。</li> <li>➢ 生分解性プラスチックの育成分野及び育成製品を具体化し、一般プラスチックに比べてインセンティブを付与することを検討する</li> </ul> </li> <li>● 国際社会の責務の履行 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国際的なプラスチック協約に対応するとともに、プラスチックが海洋へ流入することを防止するために保証金制度や流入の遮断幕の設置を行う</li> </ul> </li> </ul>	

## 関連現行法令

### ①使い捨てプラスチック規制

名称	資源の節約とリサイクル促進に関する法律
公表日	1992年12月8日
<p>対象製品：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使い捨てコップ・お皿・容器</li> <li>2. 使い捨て箸</li> <li>3. 爪楊枝</li> <li>4. 使い捨てスプーン・フォーク・ナイフ</li> <li>5. 使い捨ての広告宣伝物</li> <li>6. 使い捨てのカミソリ・歯ブラシ</li> <li>7. 使い捨ての歯磨き粉・シャンプー・リンス</li> <li>8. 使い捨ての袋・ショッピングバッグ（環境部が別途告知するものは除外）</li> </ol>	

9.	使い捨てのビニールテーブルクロス（生分解性プラスチック製品は除外）
10.	使い捨てのストロー、使い捨てのスティック（合成樹脂材質で製造された者に限る）
11.	使い捨てのビニール傘

要求事項：「食品接客業、食品製造業・加工業、宿泊業（客室 50 人以上）やサウナ業、大規模店舗、体育施設、その他施行令で定める施設又は業種」を営業者は、本法で対象とする使い捨て製品の使用を抑制し、無償で提供してはならない。ただし、使い捨て製品が生分解性プラスチック製品である場合は、無償で提供することができる。

## ②包装材の回数・再利用・ラベル表示

名称	資源の節約とリサイクル促進に関する法律
公表日	1992年12月8日
<p>対象製品：EPR 制度の対象製品は、8 つの製品「電池類、タイヤ、潤滑油、蛍光灯、養殖用浮子（buoy）、サイレージ用フィルム、合成樹脂材質の海苔乾燥機、フィルム類製品」と、4 つの包装材「紙パック、金属缶、ガラス瓶、合成樹脂包装材」が規定。</p> <p>※上記の製品・包装材の製造者・輸入者（包装材の場合、包装材を利用した製品の販売者を含む）を「リサイクル義務生産者」という。</p>	
<p>要求事項：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 上記の EPR 制度の対象製品や包装材の製造者又は輸入者は、製造、輸入、又は販売した製品や包装材の廃棄物を回収しリサイクルしなければならない（第 16 条）。</li> <li>● その他、この法令では「廃棄物負担金制度」について規定している。この制度は、特定大気・特定水質有害物質、及び有毒物質を含有しているか、又はリサイクルが難しく、管理上の問題を起こす可能性がある製品・材料・容器の製造業者と輸入業者を対象に、廃棄物の処理にかかる費用を毎年賦課・徴収する制度である。「殺虫剤、有毒物製品の容器、おむつ、タバコ、ガム、プラスチックを材料として使用した製品（本法施行令別表 1 の 3 で定める業種に該当するもの）、高吸収性樹脂が冷媒として含有されているアイスパック」の 7 品目が、「廃棄物負担金制度」の対象製品と指定されている。</li> </ul>	

名称	包装材の材質・構造等級表示基準									
公表日	2020年2月17日									
<p><b>対象製品：</b>          本法令では、リサイクル容易性等級評価制度について規定している。</p> <p>リサイクル容易性等級評価制度の対象包装材</p> <table border="0"> <tr> <td>包</td> <td>・ 飲食類品類</td> <td>紙パック</td> </tr> <tr> <td>装</td> <td>・ 農・水・畜産物</td> <td>金属缶</td> </tr> <tr> <td>材</td> <td>・ 洗剤類</td> <td>ガラス瓶</td> </tr> </table>		包	・ 飲食類品類	紙パック	装	・ 農・水・畜産物	金属缶	材	・ 洗剤類	ガラス瓶
包	・ 飲食類品類	紙パック								
装	・ 農・水・畜産物	金属缶								
材	・ 洗剤類	ガラス瓶								

<ul style="list-style-type: none"> <li>・化粧品類、ペットボトル用シャンプー、リンス</li> <li>・医薬品及び医薬外品</li> <li>・ブタンガス製品</li> <li>・殺虫剤、殺菌剤</li> <li>・衣服類、紙製品</li> <li>・ゴム袋</li> <li>・不凍液、ブレーキ液及び潤滑油（合成樹脂包装材に限る）</li> <li>・上記以外の製品（合成樹脂包装材に限る）</li> </ul> <p>電気機器類の包装材</p> <p>使い捨て袋</p>	<p><b>合成樹脂包装材</b></p> <p>以下の製品の包装に使用される合成樹脂材質の包装材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<a href="#">「電気用品及び生活用品安全管理法」</a>第2条に基づく安全認証対象電気用品及び安全確認対象電気用品の中で、電気機器、オーディオ・ビデオ応用機器及び情報・事務機器</li> <li>・パソコン（モニターとキーボードを含む）</li> </ul> <p>合成樹脂材質の使い捨て用袋・ショッピングバック</p>
<p>要求事項：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本制度の対象包装材のリサイクル義務生産者（製造者、輸入者、販売者）は、包装材、及びその包装材を利用した製品を製造、輸入、販売する前に、当該包装材に対して、包装材の材質・構造及びリサイクルの容易性に対する評価を実施しなければならない</li> <li>● リサイクル義務生産者は、上記の通り評価を実施した後、<a href="#">「資源の節約とリサイクル促進に関する法律施行規則」</a>別紙第1号の申請書に、以下の書類を添付して韓国環境公団に提出しなければならない。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 包装材の材質・構造評価の結果</li> <li>➢ 包装材の材質・構造評価の結果に関する証明資料（評価を実施した結果、一番低い等級に該当する場合は除く）</li> </ul> </li> <li>● 等級評価は「最優秀、優秀、普通、難」の4段階に分類される。等級が「難」に該当する場合は、当該包装材の表面にラベルを貼り付けることが義務付けられる（「包装材の材質・構造等級表示基準」第4条）</li> <li>● ただし、「難」に該当する場合でも、「分離排出表示に関する指針」で「免除対象」となっている包装材などの場合は、ラベルの貼付義務が免除される場合がある。</li> </ul>	

名称	分離排出表示に関する指針	
公表日	2002年12月24日	
対象製品：	本法令では、「分離排出表示制度」について規定している。	
	<b>分離排出表示制度の対象包装材</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 飲食類品類</li> <li>・ 農・水・畜産物</li> <li>・ 洗剤類</li> <li>・ 化粧品類、ペットボトル</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>用シャンプー、リンス</li> <li>・ 医薬品及び医薬外品</li> <li>・ ブタンガス製品</li> <li>・ 殺虫剤、殺菌剤</li> <li>・ 衣服類、紙製品</li> <li>・ ゴム袋</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>紙パック</li> <li>金属缶</li> <li>ガラス瓶</li> <li>合成樹脂包装材</li> </ul>
包装材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 不凍液、ブレーキ液及び潤滑油（合成樹脂包装材に限る）</li> <li>・ 上記以外の製品（合成樹脂包装材に限る）</li> </ul>	
	電気機器類の包装材	<p>以下の製品の包装に使用される合成樹脂材質の包装材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <a href="#">「電気用品及び生活用品安全管理法」</a>第2条に基づく安全認証対象電気用品及び安全確認対象電気用品の中で、電気機器、オーディオ・ビデオ応用機器及び情報・事務機器</li> <li>・ パソコン（モニターとキーボードを含む）</li> </ul>
	使い捨て袋	合成樹脂材質の使い捨て用袋・ショッピングバック
<b>主な要求事項（製造者の義務のみ）：</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「分離排出表示制度」とは、「包装材」の排出を円滑に行うために実施している制度で、<a href="#">日本の容器包装の職別表示マーク制度</a>と類似した制度である。</li> <li>● 本制度の対象包装材を製造、輸入、販売する事業者は、本法令に従い、包装材に分離排出マークを貼付しなければならない。</li> </ul>		

③エコデザイン（環境配慮設計）

名称	資源の節約とリサイクル促進に関する法律
公表日	1992年12月8日
対象製品：韓国内で発生した廃棄プラスチックにより生産された再生原料（再生原料の使用量は、韓国内で発生した廃棄プラスチックに限って算定する）。	
主な要求事項（製造者の義務のみ）： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「資源の節約とリサイクル促進に関する法律」第33条の2に基づき、「国内で発生した廃プラスチックをリサイクルした再生原料」を一定比率以上に使用した製品や容器の場合、その使用比率を製品や容器にラベルで表示することができる（任意制度）。</li> </ul>	

名称	環境ラベル対象製品及び認証基準
公表日	2000年6月16日
対象製品：「プラスチック製品」と「生分解性プラスチック製品」、「バイオマスから由来したプラスチック製品」は、対象製品として規定されている。	
主な要求事項（製造者の義務のみ）： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「環境ラベル認証制度」とは、「同じ用途の他製品（機器、資材及びサービス）」に比べ、製品の環境性をより改善している製品に対し、認証を付与する任意制度である。</li> <li>● 認証を取得した事業者は、認証を取得した製品に、本制度で定めるラベルを貼り付けることができる。</li> </ul>	

④廃プラスチックの回収、再利用（再生材利用等）

名称	電気・電子製品及び自動車の資源循環に関する法律
公表日	2007年4月27日
対象製品：以下の52種類の電気電子製品	
カテゴリー	対象製品
温度交換機器（冷媒を含める機器）	1. 冷蔵庫、 2. 電気浄水器、 3. 自動販売機 4. エアコン、 5. 除湿機
ディスプレイ（100cm <sup>2</sup> 以上のサイズの画面を含める機器）	6. テレビ、 7. デスクトップ型パソコンの本体とキーボード、マウス、スピーカー、及びケーブルなど、パソコンの部分品又は付属品、 8. ナビゲーション
通信・事務機器	9. デスクトップ型パソコンの本体とキーボード、マウス、スピーカー、及びケーブルなど、パソコンの部分品又は付属品

	<ul style="list-style-type: none"> <li>10. 複写機（交換用トナーカートリッジは除く）</li> <li>11. プリンター（交換用インクカートリッジ及びトナーカートリッジは除く）</li> <li>12. ファクシミリ（交換用トナーカートリッジは除く）</li> <li>13. スキャナー（携帯用は除く）</li> <li>14. プロジェクター（携帯用は除く）</li> <li>15. 有無線共有器</li> <li>16. 携帯電話端末機器（電池及び充電器を含む）</li> </ul>
<p>一般電気電子製品</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>17. 洗濯機（家庭用に限る）</li> <li>18. 電気オーブン</li> <li>19. 電子レンジ</li> <li>20. 飲食物処理機器</li> <li>21. 食器乾燥機・食器洗浄器</li> <li>22. 電気ビデ（温水洗浄便座）</li> <li>23. 空気洗浄器</li> <li>24. 電気ヒーター</li> <li>25. オーディオ（携帯用は除く）</li> <li>26. 電気炊飯器</li> <li>27. 軟水器</li> <li>28. 加湿器</li> <li>29. 電気アイロン</li> <li>30. 扇風機（換気扇は除く）</li> <li>31. ミキサー（Juicerを含む）</li> <li>32. 掃除機</li> <li>33. ビデオプレイヤー（Video Cassette Recorder 及び Digital Video Disk プレイヤーに限る）</li> <li>34. トースター</li> <li>35. 電気ポット</li> <li>36. 電気温水器</li> <li>37. 電気フライパン</li> <li>38. ヘアドライヤー</li> <li>39. ランニングマシン</li> <li>40. 監視カメラ</li> <li>41. 食品乾燥機</li> <li>42. 電気マッサージ機器</li> <li>43. フットバス（足浴器）</li> <li>44. ミシン</li> <li>45. 映像ゲーム機器</li> <li>46. ホームベイカリー</li> <li>47. 電気フライヤ</li> <li>48. コーヒーメーカー</li> <li>49. 薬湯器</li> <li>50. 脱水機</li> <li>51. 自動販売機</li> </ul>

主な要求事項（製造者の義務のみ）：

- 本法の対象となっている電気・電子製品の製造者又は輸入者（以下、電気・電子製品のリサイクル義務生産者）の場合、自身が出庫した製品の廃棄物を回収・リサイクルすることが義務付けられる。ただし、下記の条件のいずれかを満たす事業場に限る。
  - 前年度の電気電子製品の売り上げ：10億ウォン（約1億1000万円）以上
  - 前年度の電気電子製品の輸入額：3億ウォン（約3300万円）以上
- 上述した「電気・電子製品のリサイクル義務生産者」及び「義務履行前年度の売り上げが50億ウォン（約5億5000万円）以上の電気・電子製品の販売業者」は、以下の計画書を環境部に提出し、承認を受ける必要がある。
  - 電気電子製品のリサイクル義務生産者：リサイクル義務履行計画書
  - 電気電子製品の販売業者：回収義務履行計画書
- 上記によりリサイクル義務履行計画書又は回収義務履行計画書を提出し承認を受けた者は、リサイクル義務履行結果報告書又は回収義務履行結果報告書をそれぞれ環境部に提出する必要がある。
- 電気・電子製品のリサイクル義務生産者がリサイクル義務を履行しない場合、リサイクル賦課金が課せられる。

<ベトナム>  
法体系の枠組み

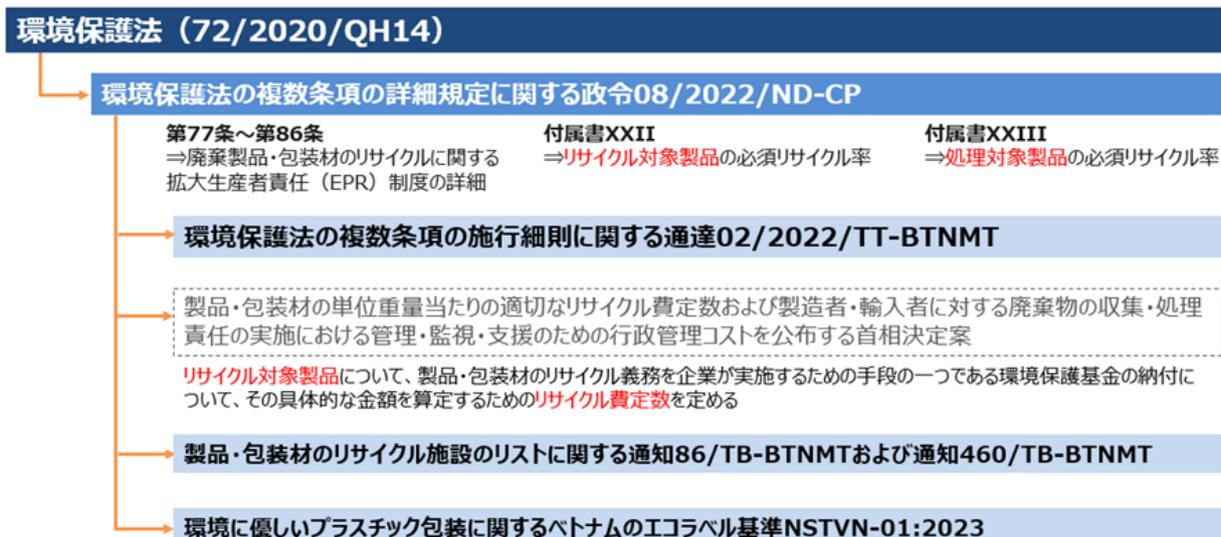


図 8-14. ベトナムの法体系

プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針など

名称	プラスチック廃棄物の管理強化・再利用・再生・処理・削減に関する首相指令33/CT-TTg
公表日	2020年8月20日
概要	<p>本指令は、プラスチック廃棄物の管理を強化することを目的として、各種の関連規制の新規公布または既存法令の改正の方針を示している。その主な内容は、プラスチック廃棄物の管理・再利用・再生・処理・削減に及ぶもので、プラスチックを含有する製品に対する技術基準の策定、プラスチック廃棄物の分類方法の確立、2025年までの固形廃棄物管理に関する国家戦略、2030年までの海洋プラスチックごみ管理の国家行動計画の実施などに関連している。特に、非分解性ビニール袋の管理に関して以下のように提案されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025年までに全てのスーパーマーケット及びショッピングモールにおいて、使い捨て、または非分解性ビニール袋の代替となる環境に優しい包装材を使用する。</li> <li>● 目標として2026年以降、スーパーマーケット及びショッピングモールにおける、非分解性ビニール袋の輸入・製造・提供を制限・禁止する。</li> </ul>

名称	プラスチック廃棄物の管理を強化する計画を承認する首相決定 1316/QD-TTg
公表日	2021年7月22日
<p>概要：本首相決定は、使い捨てプラスチック製品および非分解性ビニール袋の製造・使用を削減し、これらの製品の製造・消費・廃棄に関して人々の意識を向上させることを2025年までの目標としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全てのスーパーマーケットおよびショッピングモールにおいて、非分解性ビニール袋の代替となる環境に優しい包装材を使用する。</li> <li>● プラスチック廃棄物の85%を収集・再利用・リサイクルする。同時に、海洋プラスチック廃棄物の50%を削減する。</li> <li>● 全ての観光地・宿泊施設において、非分解性ビニール袋・使い捨てプラスチック製品を使用しない。</li> </ul>	

## 関連現行法令

### ①使い捨てプラスチック規制

名称	環境保護法の複数条項の詳細規定に関する政令08/2022/ND-CP
公表日	2022年1月10日
<p>対象製品：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2026年1月1日から： サイズ50 cm x 50 cm以下且つ厚み50 μm以下の難分解性ビニール袋の製造・輸入を禁止する。ただし、輸出または他の商品の包装を目的とする場合は除く。</li> <li>● 2030年12月31日から： 以下の製品の製造・輸入を禁止する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 使い捨てプラスチック製品（ただし、ベトナムグリーンラベル認証製品を除く）</li> <li>○ 難分解性プラスチック包装材（難分解性ビニール袋、食品パッキング用の発砲プラスチック容器を含む）</li> <li>○ マイクロプラスチック含有製品（輸出または他の商品の包装を目的とする場合を除く）</li> </ul> </li> </ul>	
<p>要求事項：上記の対象製品およびスケジュールにしたがい、製造／輸入が禁止される。</p>	

名称	環境保護法の複数条項の詳細規定に関する政令08/2022/ND-CP			
公表日	2022年1月10日			
対象製品：プラスチックに係る部分のみ抜粋				
番号	製品・包装種類	形体	容積・サイズ	廃棄物処理 支援費用額
1	農薬の容器包装	ボトル、 プラスチック容器	500 ml 未満	50 ドン/個
			500 ml 以上	100 ドン/個
		包装紙、 包装ビニール、 ビニール袋	100 g 未満	20 ドン/個
			100 以上 500 g 未満	50 ドン/個
			500 g 以上	100 ドン/個
6	プラスチックを使用した製品			
6.1	おぼん、・どんぶり、箸、コップ、カップ、ナイフ、ハサミ、箸、スプーン、フォーク、ストロー、マドラー、タッパー、使い捨てラップ	全て	全て	使用したプラスチック 1 kg あたり 1,500 ドン
6.2	風船、テープ、綿棒、爪楊枝、使い捨て歯ブラシ、使い捨て歯磨き粉、使い切りシャンプー・リンス、使い捨てカミソリ	全て	全て	
6.3	衣服および衣服関連小物	全て	全て	
6.4	皮製品、鞆、靴、サンダル各種	全て	全て	
6.5	各種玩具	全て	全て	
6.6	各種内装用品	全て	全て	
6.7	各種建築資材	全て	全て	
6.8	50cm×50cm より小さく、且つ厚さが 50µm 以下の生分解しないビニール袋	全て	全て	
要求事項：廃棄物処理のための活動を支援することを目的としてベトナム環境保護基金への納付が義務付けられる。納付額の計算については、上記の通り、製品毎に定められた「廃棄物処理支援費用額」に基づく。				

## ②包装材の回数・再利用・ラベル表示

名称	環境保護法の複数条項の詳細規定に関する政令08/2022/ND-CP
公表日	2022年1月10日
<p>対象製品：以下の製品の包装のみが対象となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 食品</li> <li>● 化粧品</li> <li>● 医薬品</li> <li>● 肥料、飼料、動物用医薬品</li> <li>● 洗剤、家庭用品、農業用品、医療用品</li> <li>● セメント</li> </ul>	
<p>要求事項：規制対象となる製品・包装材については、以下①または②のいずれかの方法にしたがい、リサイクルを実施することが生産者／輸入者に義務付けられる。</p> <p>①リサイクルの実施、②ベトナム環境保護基金への納付</p>	

## ③エコデザイン（環境配慮設計）

名称	環境に優しいプラスチック包装に関するベトナムのエコラベル基準NSTVN-01:2023
公表日	2023年11月7日
<p>対象製品：「生分解性プラスチック包装」や「再生プラスチック包装」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 主原料：ポリエチレンプラスチックまたはポリプロピレンプラスチック</li> <li>● 形状：袋状またはフィルム状に覆い</li> <li>● 用途：包み込み、封じ込め、日常生活や工業、農業、建設などの分野における製品や商品の使用価値を保護することができるように製造されたもの</li> </ul>	
<p>要求事項：本エコラベル制度は強制的なものではない。認定を受けたい場合は、「原材料」および「汚染物質」の基準を満たす必要がある。「原材料」に関する基準は以下の通り。</p> <p>(a) バイオプラスチック材料（生分解性プラスチック包装の場合）または再生PEプラスチックおよび再生PPプラスチックに由来し、洗浄済み（再生プラスチック包装の場合）であり、且つ、ベトナムに輸入および使用が禁止されている物質を含まない添加剤を使用している。</p> <p>(b) パッケージ製造に関する環境規制および安全衛生規制にもとづき制限されているインク、染料、顔料、その他の添加物を使用していない。</p> <p>また、後者の「汚染物質」に関する基準は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 国家基準または同等の国際基準に従った品質保証が行われている。</li> <li>● 生分解性プラスチック包装の場合、包装の生分解率は、自然環境、コンポストまたは固形廃棄物の埋立地において2年間で少なくとも90%でなければならない。</li> <li>● 再生プラスチック包装の場合、包装材料の少なくとも20%が再生プラスチックで作られており、厚さが50 μm以上であり、最小サイズが各辺50 cm以上でなければならない。</li> <li>● 包装材中の重金属、非金属、フッ素の最大許容含有量が基準を満たす。</li> </ul>	

<台湾>

法体系の枠組み

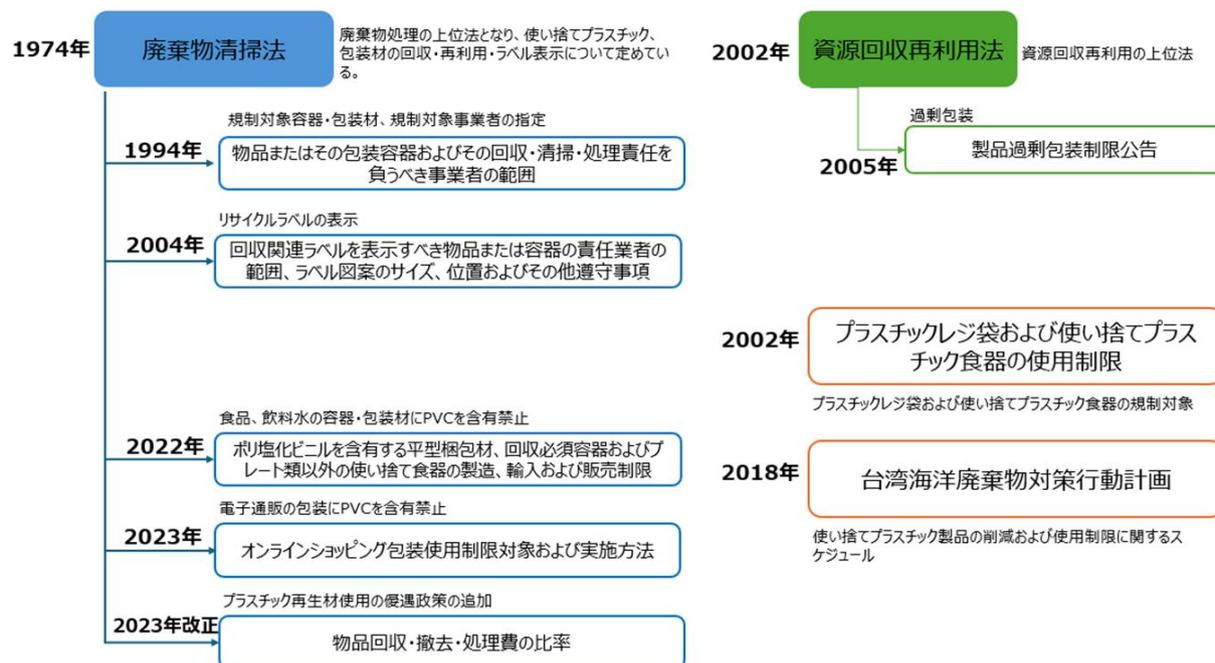


図 8-15. 台湾の法体系

プラスチック規制の政策的枠組み、戦略、方針など

名称	プラスチックレジ袋および使い捨てプラスチック食器の使用制限政策
公表日	2002年3月19日
<p>概要:プラスチック廃棄物の発生を削減するために、台湾行政院環境保護署は2002年3月に同「プラスチックレジ袋および使い捨てプラスチック食器の使用制限」政策を打ち出した。プラスチックレジ袋およびプラスチック食器の使用制限の要求事項は以下の通り。</p> <p><b>(一) プラスチックレジ袋</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリスチレン (PS)、ポリ塩化ビニル (PVC) などを含む厚さ 0.1mm 未満のレジ袋は提供禁止。</li> <li>● ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリスチレン (PS)、ポリ塩化ビニル (PVC) などを含む厚さ 0.1mm 以上のレジ袋は無料提供禁止。</li> </ul> <p>※以下のプラスチックレジ袋は規制対象外。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陳列するために、商品を包装するもの。</li> <li>● 生鮮食品または食品を直接入れるもの。</li> <li>● 工場で製造される製品の包装。</li> <li>● 病院や薬局で提供する薬袋。</li> </ul> <p><b>(二) 使い捨てプラスチック食器</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 規制対象事業者は、使い捨てプラスチック食器を提供しないこと。</li> </ul>	

名称	台湾海洋廃棄物対策行動計画		
公表日	2018年2月13日		
概要：海洋廃棄物の発生量削減や廃棄物が海洋環境に与える影響の低減を目標とした各種行動計画が示されている。その中で、使い捨てプラスチック製品の削減および使用制限に関するスケジュールが下記のように記されている。			
プラスチック製品	2020年	2025年	2030年
レジ袋	使用制限範囲を拡大(レシートくじを発行するすべての店舗など)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全面的に使用制限。</li> <li>• 価格引き上げによる数量制限。</li> </ul>	全面的に使用禁止。
使い捨て食器	すでに使用が制限されている事業者の場合、消費者が店内で飲食する際、使い捨てプラ製食器の提供禁止。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全面的に使用制限。</li> <li>• 価格引き上げによる数量制限。</li> </ul>	全面的に使用禁止。
使い捨てテイクアウト飲料用カップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• タンブラーなど飲料容器を持参した消費者に対する優遇サービスの強化。</li> <li>• 価格引き上げによる数量制限。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全面的に使用制限。</li> <li>• 価格引き上げによる数量制限。</li> </ul>	全面的に使用禁止。
使い捨てストロー	飲食業者の店内で飲用する飲料に対する使い捨てプラ製ストローの提供禁止。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全面的に使用制限。</li> <li>• 価格引き上げによる数量制限。</li> </ul>	全面的に使用禁止。
<p>企業の拡大生産者責任についても、下記の計画が記されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>プラスチック循環型経済の廃棄物ゼロ原則</u>に基づき、関連政策に商品の<u>使い捨て梱包材や容器の廃棄ゼロ設計原則</u>を追加するとともに、代替材質の研究開発を奨励し、関連技術や法規制度の普及を図る。</li> </ul>			

## 関連現行法令

### ①使い捨てプラスチック規制

名称	廃棄物清掃法
公表日	1974年7月26日公布、2017年6月14日改正
対象製品：一般廃棄物および事業廃棄物	
要求事項：一般廃棄物および事業廃棄物の清掃、処理などの要求事項が定められている。また、製品やその包装、容器の製造者・輸入者・販売者の責任事項も定められている。 使い捨てプラスチック製品の製造者に対しては、以下の要求事項が定められている。 <ul style="list-style-type: none"><li>● 環境に深刻に汚染する可能性がある物品、あるいはその包装、容器は、中央主管機関が公告した後、その製造、輸入、販売、使用が禁止、制限される。（第21条）</li></ul> 現時点（2024年10月末）では、下記の4種類の使い捨てプラスチック製品の提供が禁止されると規定している。 レジ袋、使い捨てプラスチックストロー、使い捨て食器、使い捨てコップ	

### ②包装材の回数・再利用・ラベル表示

名称	廃棄物清掃法
公表日	1974年7月26日公布、2017年6月14日改正
対象製品：廃棄物を効果的に清掃・処理し、環境衛生を改善するために制定された法規。 規制対象としては包装材が挙げられ、下記のような性質の包装・容器が対象となる（第15条）。 <ul style="list-style-type: none"><li>● 清掃、処理が難しい</li><li>● 長期にわたって分解しにくい成分を含有する</li><li>● 有害物質を含有する</li><li>● リサイクル、再利用価値がある</li></ul>	
要求事項：責任事業者の登録、リサイクル料金の納付、リサイクルラベル表示、関連禁止制限令の遵守	

名称	物品またはその包装容器およびその回収・清掃・処理責任を負うべき事業者の範囲
公表日	1997年8月4日、2023年5月19日改正
<p>対象製品：規制対象包装材および容器は以下のとおり。</p> <p>● (1) 規制対象包装材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>板状容器</u>：下記の(2)「規制対象容器」の対象紙やプラスチック、バイオプラスチックの板で加工・作った箱、蓋、トレイ、インスタント食品用容器、使い捨て食器などの容器と指す。</li> <li>● <u>プラスチックライナー</u>：充填物の緩衝および保護用として使用し、その他の外部包装を必要とし、かつ、単独で物品を充填して商品とすることができないフタなしの包装材。</li> <li>● <u>ブリスターパック</u>：プラスチックの板を加工し、充填する物品または製品の緩衝および保護用として使用して、商品を陳列・展示するのに便利な包装材。</li> </ul> <p>● (2) 規制対象容器</p> <p>次の1種類以上の材質で作られた、袋、フィルム、布、箔の形ではない、かつ指定される物品を入れる容器。</p> <p>a. <u>容器の材質</u>：鉛、鉄、ガラス、紙（蠟の浸透処理、プラスチックフィルムまたはアルミニウム箔をコーティングまたはラミネートした紙を指す）、アルミニウム箔パック（紙、アルミニウム箔およびプラスチックの複合材料を含む）、<u>プラスチック</u>（PET、PS発泡、PS未発泡、PVC、PE、PP、その他のプラスチック）、植物繊維、バイオプラスチック</p> <p>b. <u>容器に入れる内容物（一部の抜粋）</u>：食品、乳製品、調味料、食用油、清涼飲料水、飲用水、お酒、薬酒、アミノ酸・マルチビタミン内服液、化粧品（メイクアップ製品(仕上げ化粧品)を除く）、体清潔用品、オイルおよび樹脂状物質、香水、消臭剤、海水、塩、清潔剤、アルコール</p> <p>要求事項：容器・包装材の製造者、容器に入れる商品の製造者の義務事項は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 規制対象包装材の製造者：製造量を申告し、リサイクル料金を納付する。</li> <li>● 規制対象容器の製造者：容器の製造量および販売先を申告する。</li> <li>● 規制対象容器に入れる商品の製造者：容器の使用量を申告し、リサイクル料金を納付する。</li> </ul> <p>また、<u>輸入品に規制包装材を含む場合、その輸入者が責任事業者となるため、規制対象包装の輸入量を申告し、リサイクル料金を納付する義務がある。</u></p>	

名称	回収関連ラベルを表示すべき物品または容器の責任業者の範囲、ラベル図案のサイズ、位置およびその他遵守事項
公表日	2004年1月9日、2010年1月8日改正
対象製品：規定対象範囲は、「廃棄物清掃法」の第15条で定める範囲と一致	
要求事項：リサイクル料金の納付責任者（容器に入れる商品の製造者、包装材の製造者）は、同法規の第16条に従った登録完了の3ヶ月後の翌日までに、包装材・容器に以下の回収マークを表示すること。包装材・容器の材質がプラスチックの場合、以下の「プラスチック材質回収識別コード」も表示する必要がある。	

名称	製品過剰包装制限公告
公表日	2005年7月1日
対象製品：お菓子、化粧品、酒類および加工食品のギフトボックス、パソコン用プログラムの光ディスク	
<p>要求事項：規制対象製品の製造者の義務事項は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● お菓子の包装は3層以下、化粧品・酒・加工食品の包装は2層以下、パソコン用プログラムの光ディスクの包装は3層以下であること。</li> <li>● プラスチック材質の包装に関して、同一種類のプラスチックを使用し、プラスチック材質回収識別コードを表示すること。</li> </ul>	

名称	ポリ塩化ビニルを含有する平型梱包材、回収必須容器およびプレート類以外の使い捨て食器の製造、輸入および販売制限
公表日	2022年4月29日
<p>対象製品：以下の商品を充填する際にポリ塩化ビニルを含有する包装材・容器の使用が禁止される。</p> <p>食品/動物食品、乳製品、調味料、食用油、清涼飲料水、飲用水、お酒、薬酒、マルチビタミン栄養ドリンク</p>	
要求事項：上記の内容物を充填する製品の製造者は、2023年7月1日よりポリ塩化ビニルを含有する包装材・容器を使用しないこと。	

名称	オンラインショッピング包装使用制限対象および実施方法
公表日	2023年2月16日
対象製品：オンラインショッピングで使用される包装材	
<p>要求事項：主にオンラインショッピングサービスを提供する事業者が包装材の使用に対して要求事項を定めている。しかし、製品の出庫時の梱包が直接、オンラインショッピング製品の包装として利用される場合、以下の要求事項を遵守する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 包装材には、ポリ塩化ビニル（PVC）材質を含有するものを含有しないこと。</li> </ul>	

### ③エコデザイン（環境配慮設計）

名称	資源回収再利用法
公表日	2009年1月21日
対象製品：特に指定はないが、台湾で製造・販売する全ての製品と考えられる。	
<p>要求事項：製品使用後の廃棄物を削減するために、公告された製造者は以下の要求事項を遵守する必要がある（第11条）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 指定された再生資源の種類を回収し、リサイクル方法に従う。</li> <li>● 製品に使用する材料および再生材の割合を表示する。</li> <li>● 製品にリサイクル標識を表示する。</li> </ul> <p>また、公告された製品の製造者は、以下の要求事項を遵守する必要がある（第12条）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 分解・解体、またはリサイクル・再利用しやすい材料、規格、または設計を使用する。</li> <li>● 一定の割合または量の再生材を使用する。</li> <li>● 詰め替え可能な容器を使用する。</li> </ul>	

### ④廃プラスチックの回収、再利用（再生材利用等）

名称	物品回収・撤去・処理費の費率
公表日	2006年11月3日、2023年4月27日改正
対象製品：タイヤ、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、扇風機、ノートパソコン、ディスプレイ、マザーボード、ハードドライブ、ケース、電源装置、プリンタ、キーボード	
<p>要求事項：製造者は、同法規の付表1に定めた比率でリサイクル料金を納付する必要がある。</p> <p>リサイクル料金には、通常料金とグリーン料金が設置されている。改正で、グリーン料金にプラスチック再生材料使用製品料金という優遇料金が追加。規制対象製品に25%（重量比）以上のプラスチック再生材料を添加すると、同グリーン料金の優遇料金が適用される。</p> <p>台湾は、このようなりサイクル料金の優遇政策を設置することにより製品へのプラスチック再生材の使用を推進している。</p>	

以上