

ポリスチレン（PS） リサイクルの 現状について

－ プラエ連・プラスチック資源循環委員会の活動より －

2025年3月13日

日本プラスチック工業連盟

PS-WGリーダー 出村

PS-WG啓発Gリーダー 石橋

PS-WG回収Gリーダー 大野

- 0) ポリスチレン（PS）の特長
- I) PS-WGの目的と目標
- II) 啓発グループの活動状況
- III) 回収グループの活動状況
- IV) メンバー企業・団体

0) ポリスチレン（PS）の特長

ポリスチレンは、**1830年代**にシモン（独）によって、天然樹脂から抽出され発見された。1920年代にスチレンが鎖状に結合した高分子と判明。日本では、1950年代に工業化が開始された。

その特長は、

- ① 形をつくりやすい。
- ② 無味無臭である。
- ③ 透明性が良い。
- ④ 発泡させやすい。
- ⑤ ゴム変性すると衝撃強さと堅さのバランスがとれている。
- ⑥ 電気を通さない。
- ⑦ 着色が容易にできる。
- ⑧ リサイクルがしやすい。

PSがリサイクルがしやすいのは？

- (1) 見た目が判りやすい
(食品トレイ、発泡スチロール)
- (2) 単一素材でできている製品が多い
のでマテリアルリサイクルできる
- (3) リサイクル手法の豊富さ
(ケミカルリサイクルしやすい)

これらの特徴により、身近なところでたくさん使われており、私たちの暮らしに役立っています。

①食品包装材 ～ 色々な形にできます

冷菓の容器



肉や魚などのトレイ（発泡）



食品容器



乳酸菌飲料容器



- ②家の中にあるもの
冷蔵庫の棚板（透明）やエアコン
など家電製品の部材、緩衝材、
住宅の断熱材



冷蔵庫の棚板、卵ケース等

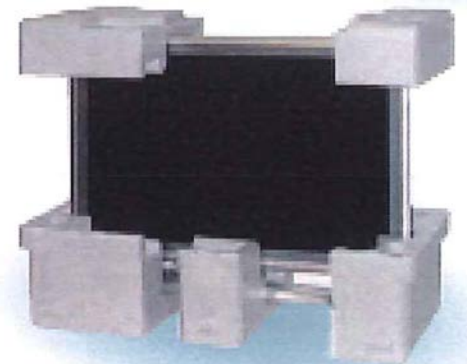
- ③お店にあるもの



魚箱



住宅の断熱材



テレビの緩衝材

④工事現場で



配管断熱
(パイプカバー)



盛土ブロック
(土木ブロック)

I) PS-WGの目的と目標

1. 目的

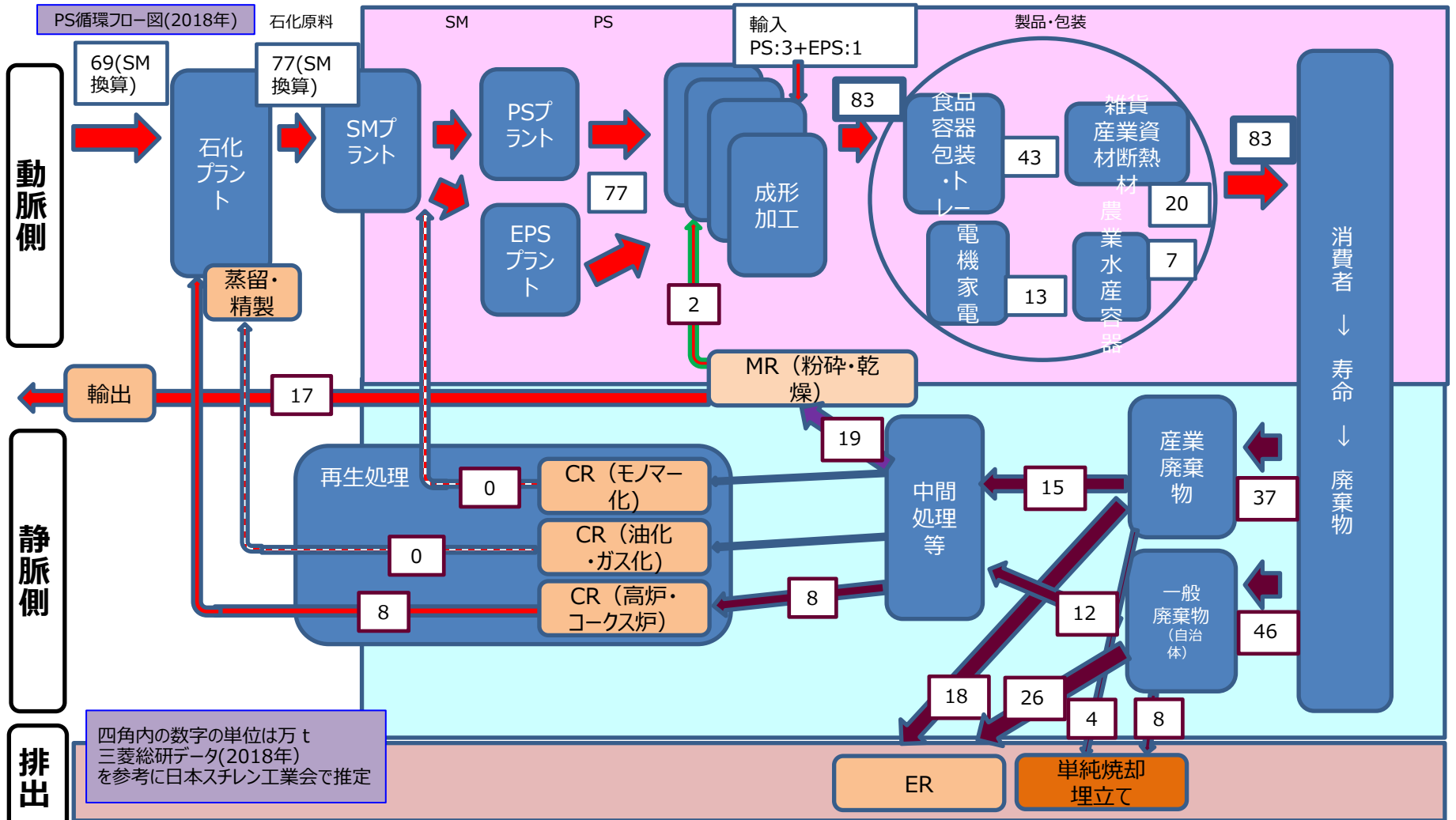
ポリスチレン製品は、既に材料リサイクルしている事、原料に戻し資源循環出来る事をPR・実証し消費者に浸透させることを目的とする。

(解説) 限りある資源を有効に活用していくサステナブルな社会の実現は、地球規模で直面する様々な問題解決のためには避けて通れない。その中で資源循環が比較的容易なPSの資源循環性をより一層高めることは必須要件。業界として何ができるか、社会とどのように協働していけばよいかを明らかにし、これを共有し、サステナブルな社会の実現へ貢献する。

2. 目標 (※2022年11月作成のPSリサイクルロードマップによる)

- ・PSの単純焼却、埋め立て率を0とする。
- ・消費後のPSのエネルギーリカバリー(ER) での有効利用量をマテリアルリサイクル(MR)、ケミカルリサイクル(CR) にシフトさせることで物としての資源循環率を高める。(ER率の半減 53% (2018)→24%(2050))

ポリスチレンのマテリアルフロー



PS リサイクルロードマップ°

		2018年	2030年	2050年 ありたい姿	対象製品群
マテリアルリサイクル (MR)		23%	30%	40%	PSP,BOPS,EPS単品回収から プラスチック全般一括回収から
ケミカルリサイクル (CR)	モノマー化	0%	5%	10%	
	油化・ガス化	0%	3%	20%	
	高炉・コークス炉還元	10%	8%	6%	
エネルギーリカバリー (ER)		53%	46%	24%	
単純焼却・埋め立て		14%	8%	0%	
実現すべき事		(MRには輸出も含む)	・モノマーCRプラント稼働 ・BOPSのMR (分別回収高度化)	・家電、雑貨からのPS分別回収促進	

マテリアルリサイクル(MR)とは

材料リサイクルとも言われます。

使用済みプラスチックを粉砕した後溶解、再加工し、プラスチック製品に再生する手法です。広く用いられていますが、不純物の混入が防ぎにくく、リサイクルを繰り返す中でプラスチックの性能が低下するため、**品質的な理由で用途に制限がある場合があります。**

例えば、魚や肉を売るときに使われている発泡白色トレイを回収して、リサイクルトレイに再生している例もあります。

ケミカルリサイクル(CR)とは

化学的リサイクルとも言われます。

使用済みプラスチックを熱分解し、化学原料に戻した後、再度プラスチックを合成します。**新品同等の物性で用途に制限なく、何度でも再生可能です。** ポリスチレンはケミカルリサイクルしやすいプラスチックの一つです。

II) 啓発グループの活動状況

リーダー : 石橋 (DIC) 、サブリーダー : 辻脇 (発泡スチレン工業会)
 コアメンバー : 山田 (サティック) 、長野 (日本プラスチック食品容器工業会)
 山田 (発泡スチロール協会) 、金子 (東洋スチレン) 、大野 (PSジャパン)
 事務局 : 出村 (日本スチレン工業会) 、清水 (日本プラスチック工業連盟)
 永野 (日本プラスチック工業連盟) 、清川 (日本プラスチック工業連盟) ≪敬称略≫

活動内容

- ・コアメンバー会議 2023年5月から計10回開催
- ・フルメンバー会議 2023年10月から計3回開催

1. 「啓発」Gの活動

何を

- ・PSの「有用性」と「リサイクル性」のPR

2. 啓発内容の発信先

誰に

- ・一般消費者(優先第一)
- ・行政、自治体

3. 啓発内容のアウトプット

どのように

- ・市町村(東京・神奈川・埼玉・千葉)の容器包装リサイクルプラスチック保管施設(以下: プラ保管施設)の見学者に伝える



(日本スチレン工業会 ホームページより)

2023年11月に回収Gで訪問した日野クリーンセンターヒヤリング時、「見学者からのプラスチックに関するシンプルな質問への回答に困っている。」とのお話があり、まさに絶好の「啓発」機会と考え、類似の要望の有無を調査した。

1. プラ保管施設（関東近辺の10施設）調査

- 見学受入れプラ保管施設の確認
- 見学受入れ者数の多い（1,000人以上）プラ保管施設の調査を実施
- 結果

日野市クリーンセンター以外は、見学者質問対応の要望は無し。
そもそも質問を記録していないケースも多かった。

プラスチックへの質問よりも施設に関する質問が大半との事。

2. プラスチック類資源保管施設まで範囲を拡大して調査。前調査同様、見学者コースのある施設にヒヤリング

- プラスチック類資源保管施設（関東近辺の23施設）調査
- 結果

白色トレイ指定保管施設は、殆どが中間保管でリサイクル施設が無い。
また、見学もごみ焼却施設の見学が中心でプラ資源リサイクルに関する質問もなかった。

- 唯一東京都青梅市役所が興味を示していただいた。

プラスチック循環利用協会、発泡スチロール協会、日本プラスチック食品容器工業会が行っている出前授業とデンカ株式会社千葉工場でのポリスチレンリサイクル工場の見学問い合わせ先をご紹介した。

啓発の機会として容器包装リサイクルプラスチック保管施設やプラスチック類資源保管施設に来られる見学者をターゲットにするアイデアは、残念ながら不発となった。

2023年11月に訪問した日野クリーンセンター見学者への模範解答集については、メンバーにて回答を作成し、2024年9月に提出した。

(回答集抜粋)

No	質問	回答（簡易版）	回答（詳細版）
3	PETマークの容器とプラマーク容器を同じように回収出来ない違いは何ですか？	PETマークは「指定PETボトル」に表示されるマークで、リサイクルしやすいように、ボトルへの着色を禁止したり、PET樹脂以外を使わないようにしています。その結果世界的に見てもまれにみるレベルでリサイクルされています。	PETマークは「指定PETボトル」に表示されるマークで、リサイクルしやすいように、ボトルへの着色を禁止したり、PET樹脂以外を使わないようにしています。その結果世界的に見てもまれにみるレベルでリサイクルが成されています。
	 		
4	マテリアルリサイクルとは何ですか	使用済プラスチックを材料として再利用するのがマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルになります。使用済みプラスチックを燃料として利用するのがサーマルリサイクル（エネルギーリカバリー）です。リサイクルに使用される使用済みプラスチックの状態（不純物、汚れの有無）によって、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクル（エネルギーリカバリー）を使い分けることが大切になります。	リサイクル方法に優劣はありません。使用済みプラスチックを材料として再利用するのがマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルになります。使用済みプラスチックを燃料として利用するのがサーマルリサイクル（エネルギーリカバリー）です。使用される使用済みプラスチックの状態（不純物混入度合い、汚れの有無）によって、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクル（エネルギーリカバリー）を使い分けることが大切です。資源循環の観点で見ると、マテリアルリサイクルまたはケミカルリサイクルを行うのが良いと思われませんが、カーボンニュートラルの観点から見ると、発電のために使用する重油や天然ガスなどの燃料を削減する意味では、サーマルリサイクル（エネルギーリカバリー）も価値があります。リサイクルして再度プラ製品にするためのエネルギー消費の観

参加メンバーとの協議およびアンケートを基に、啓発の場を再考した結果、今後の方向として、SNSでの発信の可能性を探索する。

コンテンツの骨子および内容を以下のようなものとし、各メンバーでアイデアをもちより検討する。

- 1) PSの有用点(断熱性、省資源性等)を簡潔に表現。
- 2) PSのリサイクル性(CR,MRに適した素材であること)を表現。
- 3) 1分以内にまとめる。
- 4) 動画、静止動画として作成
- 5) プラスチックの利点 → PSの利点を説明

本活動を通じて、消費者の皆様にPS容器を手にとってもらえる環境を醸成するため、以下の要素も含めて検討する。

*** 既存の動画の研究**

「なるほど！プラスチック/プラスチック循環利用協会」

「エフピコオンラインリサイクル工場見学2024」

etc.

*** 動画制作会社、SEO対策会社の起用も視野に入れる。**

Ⅲ) 回収グループの活動状況

④テーマ「回収」の目的、内容

①関東近辺中間処理施設、再商品化工場見学結果

②PS回収コスト

①テーマ「回収」

テーマ	回収
内容)	分別コスト把握 投入される混合廃プラから不純物・異樹脂を取り除き、純度を100%に近づけるために必要な工程と、その費用(設備費用・運用費用)を把握する。
目的)	分別にかかるコストを把握、理解することで、 より手前で分別することで、社会的コストを低く抑えながら、PSの回収・リサイクル率の向上を図ることができる ことをアピールする。 ◇PSの回収拡大を図ることを想定し、 容器包装(PSP, EPS, OPS, シート, ボトル)をターゲットとすることから、 家庭からの廃プラを対象に考える (家電は既システムあり、雑貨・玩具は次のテーマとしたい)
アウトプット	「分別回収できれば、どれほど後工程のコストが軽くできるか」 ・インプット純度と純度を上げるのにかかる費用との相関性をグラフ化
ゴールのイメージ	記者懇談会、プラ工連HPでの発表。 自治体・行政・流通団体等へのデータ提供 ・インプット廃プラ純度と、素材別に純度を上げるのにかかる費用との相関性のグラフ・データ

①関東近辺中間処理施設、再商品化工場見学結果

12月13日	容リ 再商品化事業者A 工場見学 21名が参加 容リ 23自治体、一括ボールも1自治体进行处理。 容リプラからPE,PP,PSを選別し、PE/PPはパレット製造とペレット販売、PSはフラフ状で外販。 処理コストは容リの入札額内でおさまっている。
2月16日 2月22日	容リ 再商品化事業者B 工場見学 のべ17名が参加 B市の容リ・製品一括回収品と他自治体の容リボールからPE、PP、PSを選別。すべてペレットで販売。入荷量に対し外販ペレット量は47～8%。残りはRPFと産廃。
3月6日	家電リサイクル処理工場見学 9名が参加 35万台/年の家電4品目进行处理。(TV:8万台、冷蔵庫:10.5万台、洗濯機:9万台、エアコン:7.5万台) 金属(鉄・銅・アルミ)、プラ(GPPS,PP,Mixプラ)に選別して外販。 処理コストは家電リサイクル料+処理品外販で賄っている。
4月19日	容リ 再商品化事業者C 工場見学 11名が参加 容リプラ 2.2万t/年进行处理し、PE,PP,PSを選別。 PE/PPはペレット販売、PSはインゴットで外販。 処理コストは容リの入札額内からちょっと足が出るレベル。

①関東近辺中間処理施設、再商品化工場見学結果

4月24日 発泡PS処理専門業者 工場見学 事務局メンバーのみで訪問

自治体Dが回収した発泡PSを処理する施設。自治体Dが12,000箇所のステーションで、発泡PSを250トン/年を回収し、当該施設で選別・ペレット化している。小型トラック30～50台が毎日回収のため走り回っており、自治体の回収委託費は1～1.5億/年。住民の理解と協力がないと続けられる事業ではないという認識

6月4日 PSPリサイクル工場見学 22名が参加

PSPリサイクル工場、透明容器選別工場を見学。

<トレー>

全国のスーパー 10,680/23,000店舗から回収品を引き取っている。

自社の帰り便を使うが、300kg/4トン車しか積めない。

地域の選別工場からリサイクル工場へは、選別品を4倍圧縮したボール状にして輸送。

<透明容器>

全国のスーパー 5,800/23,000店舗から回収品を引き取っている。

光学選別機で選別。3名が整列作業を実施。

PS：PET：PP他＝2：6：2。PS比率が下がってきている。

PSはペレットでPSPに再生。PS以外のものは外部で処理。

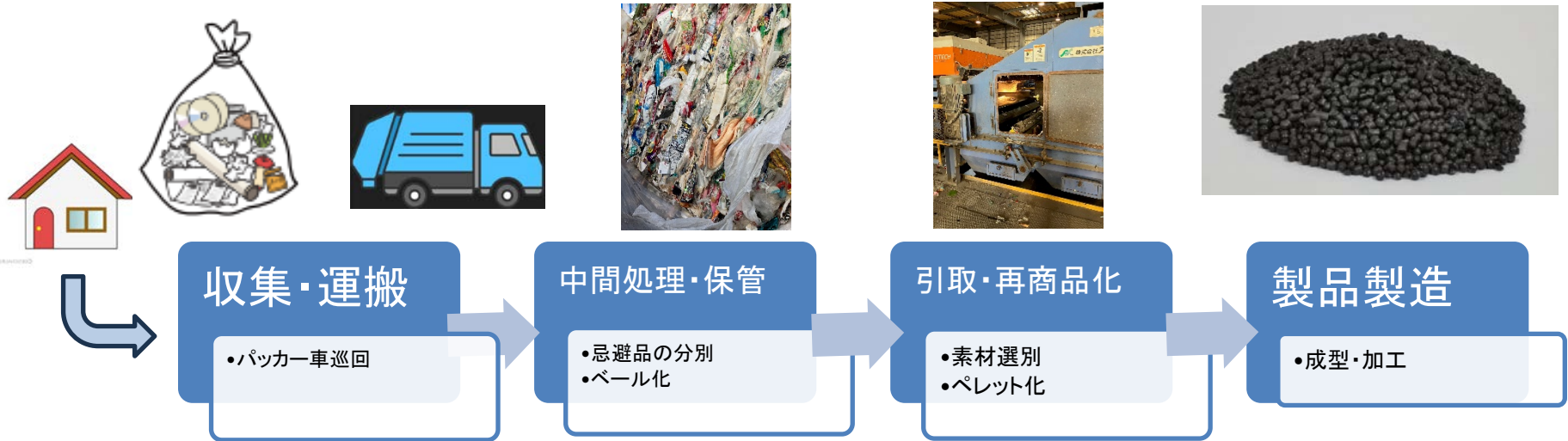
【実施内容】

- 本検討では、使用済みプラスチック（PCR: Post consumer recycle）からMR、CRが可能な、高純度のPSを回収するために必要となるコストをいくつかのシナリオにて算出した。尚、比較可能となるよう、再商品化で作る製品は、PSペレットまでをイメージし、成形加工品までのコストは検討範囲外とした。
- シナリオとして挙げたのは下記の5つ
 - 容器包装リサイクルルート
 - 自治体回収ルート（自治体DのPS専用回収ルート）
 - トレイ店頭回収ルート
 - 家電リサイクルルート①（冷蔵庫棚板回収）
 - 家電リサイクルルート②（家電粉碎品からの回収）

コスト算定に当たっての前提

- 回収コストの算出には、公になっている情報を基本とし、関係者からの情報、独自調査情報等を加味した。
- 固定費の算出に当たっては、人件費、設備費、建屋を盛り込み、共通部分である土地、HQ経費などは除いた。
- 設備費については、PS回収に必要な設備の新規購入設備を15年使用すると仮定して、購入価格を単純に15年で割って年間コストとした。
- 建物のコストは、面積単価として144.6k¥/m²を用い、15年使用と仮定した。面積単価はe-Stat(政府統計の統合窓口)の化学工業，石油製品等製造業用と運輸業用建築物の工事予定額の相加平均を用いた。

- 立地条件などの差を排除するため、前述の前提条件を基に算出した値であり、税金、管理固定費などは入っていないため、**実費にはなっていない。**
- 店頭回収ルートを検討には、容器製造メーカー様からの情報を参考にさせていただきました。
- 家電リサイクルルートを検討には、家電リサイクラー様の情報を参考にさせていただきました。
- 容リルートの検討に当たっては、某誌記事の内容を参考にさせていただきました。



	収集・運搬	中間処理・保管	引取・再商品化	PS純度向上工程
主な設備	車両(パッカー車)	解袋機 選別ライン 圧縮機	解砕機 選別機 溶融加工	選別機 3回 押し出し機
PS純度(%)	約8% * ¹	10% * ²	10%→80% (PSは、圧縮成型後は純度上げずにリペレされ輸出されている)	80%→90+α% 純度アップの方法 光学選別機+3回通しを想定。 3 × 40¥/kg(仮定)=120¥/kg
処理コスト	60～70¥/kg * ³	120¥/kg * ⁴	96¥/kg * ⁵	120¥/kg
調査元	プラジャーナル、他	中間処理施設	再商品化事業者	独自推定

容リルート合計 約280¥/kg(純度80%品)、約400¥/kg(>95%品)。

引取・再商品化コストの2/3(約68¥/kg)は用り協からの処理費用で賄っている。

リサイクルペレット販売価格が30円¥/kgであることから、トントン。

追加の120¥/kgを掛けてもペイしない。(現在は売り先も無い)

- * 1 : 引取・再商品化事業者で分別後に得られる各プラの構成比は、(PE/PP/PS = 23/22/5%) より、まず、中間処理・保管施設でベールになった時のPS純度は10%と置いた。

某市のプラスチック類資源化施設によると、中間処理段階では忌避品、プラ製品、汚染されているプラが15%除かれるとの事。ここにPSが含まれていないと仮定すると、容リで収集された時のPS純度は8.5%。現場視察より、ここで取り除かれるのは、忌避品の他、容リプラを出す時に使用する袋(PE製?袋は製品プラに該当するため分別が必要)が主で、若干のPS製品(文具等)が入っていると推定し、収集・運搬時のPS純度を8%と置いた。

- * 2 : 上記同様、引取・再商品化事業者で分別後に得られる各プラの構成比データより分別前のPS純度を10%と置いた。

- * 3 : 某誌情報および令和3年プラスチックの資源循環に関する先進的モデル形成支援事業結果(環境省報告)の松本市の報告資料を使用。

※松本市のR3収集運搬費用の例: $60,392\text{k¥}/870\text{t} \div 70\text{¥}/\text{kg}$

- * 4 : 某誌情報より下記の年間コストを容リプラ+製品プラの処理量2,764 tで割った。

①中間処理設備整備費	計算値	133,000 k¥/y	52 ¥/kg	プラの中間処理設備投資分20億円を15年で割った
②中間処理施設の運営費		175,000 k¥/y	68 ¥/kg	資料2某誌資料の③中間処理施設の運営費をそのまま使用
計		308,000 k¥/y		

容リプラの中間処理単価

120 ¥/kg

- * 5 : ヒヤリングにて、再商品化コストは、容リ落札価格でほぼ賄えているとのこと。令和5年の容リプラ落札価格より、約68¥/kgと推定。これは比例費のみと推察される。

このほか、工場固定費として28¥/kgを加え計96¥/kgとした。

(28¥/kgの根拠: 24,000t/yの新工場のコスト、100億円より、設備費を15年定額償却とし、下記の式より)

$$10,000,000\text{k¥}/15\text{y} = 666,000\text{k¥}/\text{y} \quad 666,000\text{k¥}/24,000\text{t}/\text{y} = 28\text{¥}/\text{kg}$$



収集・運搬

- 小型トラック

中間処理

- 忌避品選別
- 粉碎

再商品化

- ペレタイザー

	収集・運搬	中間処理	再商品化	
主な設備	ごみステーション 小型トラック50台	コンベアー、粉碎機 手選別 10人	押出機、ペレタイザー	
PS純度(%)	??%(ほぼ100%)	100%		
処理コスト	約600¥/kg* ¹	150¥/kg* ²	20¥/kg	
調査元				
		3百万円/人と置いた	一般的コンパウンド 価格から推定	

PS専用回収ルート合計 約770¥/kg でPS純度100%品が得られる

出典、他

* 1 : 2024.04.24 自治体Dでのヒヤリングより

「小型トラックは、30～50台/日が入る。回収ステーション数12,000か所。道狭い。
年間コストは1.5億くらい。」

処理量252t/y。

$150,000\text{k¥}/252\text{t}=592\text{¥}/\text{kg} \div 600\text{¥}/\text{kg}$ と置いた。

* 2 :

【設備費】 注) 中間処理 (手選別部分のみを算出)

幅1m、長さ8mのベルトコンベアー 6,750k¥ (ヒヤリング結果より)

粉砕機 1台 10,000k¥ (推定)

計 16,750k¥

15年均等割りとして 1,117k¥/y

$1,117\text{k¥}/252\text{t} \div 5\text{¥}/\text{kg}$

【建物 (推定)】

必要建屋面積は、600m²と推定。面積単価として144.6k¥/m²を掛け、処理量で割った上で15年均等割りとした。

$600\text{m}^2 \times 144.6 / 252 / 15 = 23\text{¥}/\text{kg}$

【人件費 (推定)】 忌避品分別作業者を10名とした

$3,000\text{k¥} \times 10 = 30,000\text{k¥}$

$30,000\text{k¥}/252\text{t}=120\text{¥}/\text{kg}$



収集・運搬

- トレイ納品車の帰り便回収

中間処理 & 再商品化

- コンベアー
- 手選別
- 粉砕

- ペレット化

製品製造

- 成形・加工

	収集・運搬	中間処理	再商品化	製品製造
主な設備	回収Box・トラック	コンベアー 粉砕機	押し出し機 ペレタイザー	成形機
PS純度(%)	93% * ¹	>99%	>99%	
処理コスト	100¥/kg * ²	107¥/kg * ³	20¥/kg	
調査元				
		3百万円/人と置いた	一般的コンパウンド 価格から推定	

店頭回収白色トレイルート 合計227¥/kg でPS純度100%品が得られる

出典、他

* 1 : リサイクル工場見学時のヒヤリング「白色トレー工場の不適合率 7 %、透明容器の不適合率 1 3 %」より算出。

* 2 : 製品トレー納品トラックで、店舗よりリサイクル品を回収。

標準 : 国交省タリフ表より、4 t 車を70km走行させると約30,000¥ (関東)。

ヒヤリングより、積載量は4t車に約300kg。

$$30,000¥ / 300kg = 100¥/kg。$$

* 3 :

【設備費】 注) 中間処理 (手選別 + 粉碎部分のみを算出)

(※全国に 9 つのリサイクル工場と仮定)

幅 1 m、長さ20mのベルトコンベアー (3コンベア/ 1 ライン) 2 ライン x 9工場 = 18ライン

必要コンベアー台数は、3 コンベアー x 1 8 = 5 4 台

コンベアーはヒヤリングから 6,750k¥/8m

$$6,750k¥/8m \times 20m \times 54 = 911,250k¥$$

$$\text{粉碎機 9 台} \quad \underline{90,000k¥ \text{ (推定)}}$$

$$\text{計} \quad 1,001,250k¥$$

15年均等割りとして 66,750k¥/y

$$66,750k¥/7,720t = 8.6¥/kg$$

【建物 (推定)】

上記1工場の設備を設置する建物として1,300m²を想定。

面積単価として144.6k¥/m²を掛け、想定処理量で割った上で15年均等割りとした。

$$1,300m^2 \times 144.6 \times 9 / 7,720t / 15 = 14.6¥/kg$$

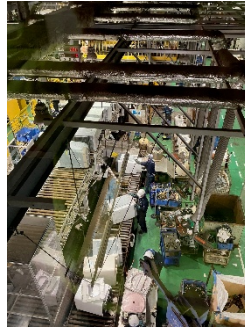
【人件費】

12名/ 1 ラインとして計算 (年収300万円/人と仮定)

$$3,000k¥ \times 12 \text{ 人} \times 18\text{ライン} = 648,000k¥$$

$$648,000k¥ / 7,720t/y = 83.9¥/kg$$

家電ルート（冷蔵庫から棚だけ回収するケース）



収集・運搬

・小売店または集積場より

前処理

・解体(手)

中間処理

・粉砕

再商品化

	収集・運搬	前処理	中間処理	再商品化
主な設備	トラック		コンベアー 粉砕機	
PS純度(棚板) (%)	約7% * ¹	約7%	100%	
処理コスト	15¥/kg * ²	7.3¥/kg * ⁴	14.3¥/kg * ³	20¥/kg
調査元	家電リサイクラー	家電リサイクラー	家電リサイクラー	
	4t車に2t積んで運搬			一般的コンパウンド 価格から推定

合計 約57¥/kg でPS純度100%品が得られる

* 1 : 冷蔵庫重量平均55kg。棚板・たまご容器などとしてGPPS3.9kg。

$$3.9/55 = 7.1\%$$

* 2 : 小売り店舗および集積場よりリサイクル品を回収。

標準：国交省タリフ表より、4 t 車を70km走行させると約30,000¥（関東）。

積載量は、冷蔵庫の空間も考慮し、4t車に2t積めると置いた。

$$30,000¥ \times 2,000kg = \mathbf{15¥/kg}。$$

* 3 :

【設備費】 注) 中間処理（手選別部分のみを算出）

幅：990mm 長さ9mの特殊コンベアー

3,000k¥（ヒヤリングより）

粉碎機 1台（設置工事費込み）

20,000k¥（推定）

計 23,000k¥

$$15\text{年均等割りとして } 1,533k¥/y = 23,000/15$$

$$1,533k¥/410t \div \mathbf{3.7¥/kg}$$

【建物（推定）】

上記の設備を設置する建物として450m²を想定。面積単価として144.6k¥/m²を掛け、処理量で割った上で15年均等割りとした。

$$450m^2 \times 144.6 / 410 / 15 = \mathbf{10.6¥/kg}$$

* 4

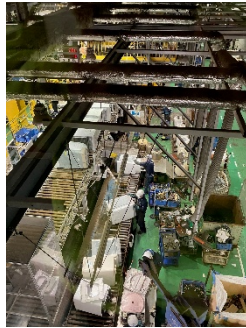
【人件費】

解体は、冷蔵庫105,000台を9名で実施しているが、棚板を抜くのは、1人の作業員と推定

$$\text{GPPS回収量} = 3.9kg/\text{台} \times 105k\text{台} = 410t$$

$$3,000k¥/410t/y \div \mathbf{7.3¥/kg}$$

家電ルート（破砕品からHIPSを回収するケース）



収集・運搬

・小売店または集積場より

前処理

・解体(手)



中間処理

・粉碎
・素材選別

再商品化

	収集・運搬	前処理	中間処理	再商品化
主な設備	トラック		コンベアー 粉碎機	ペレタイザー
PS純度(%)	8% * ¹	8%	95～99% * ²	95～99% * ²
処理コスト	15¥/kg * ³	34¥/kg * ⁴	49¥/kg * ⁵	20¥/kg
調査元	家電リサイクラー	家電リサイクラー	家電リサイクラー	
	4t車に2t積んで運搬			一般的コンパウンド 価格から推定

合計 約120¥/kg でPS純度95～99%品が得られる

* 1 : ヒヤリングより、3,600t/yのプラ（GPPS、HIPS、ABS、PP、ウレタン、廃プラ）を回収。

* 2 : ヒヤリングより。

* 3 : 小売り店舗および集積場よりサイクル品を回収。

標準 : 国交省タリフ表より、4 t 車を70km走行させると約30,000¥（関東）。

積載量は、4t車に2t積めると置いた。

$30,000¥ \times 2000kg = 15¥/kg$ 。

* 4 : 【人件費】 解体～1次選別は41名で実施。

$3,000k¥ \times 41 / 3,600 = 34.2¥/kg$

* 5 : 中間処理はヒヤリングした家電リサイクラーだけで完結していないので、更に既存のリサイクル工場・工程を参考に、14,000t/yの処理能力を持ち、比重選別、静電選別、光学選別によって、PS・ABS・PP・PEの混合プラからPSを選別する2次選別工場を想定した（従業員45名）。

【設備費】 特殊コンベアー 3M¥ × 4ライン（ヒヤリングより）	12M¥
破碎選別、磁力選別機、比重選別機、静電選別、脱臭素設備等について工事費込みで各100M¥ × 5設備。	500M¥
小 計	512M¥

$512M¥ / 3,600 / 15 = 9.5¥/kg$

2次選別工場の設備は処理量も多いことから倍の1,000M¥と想定した。	小 計	1,000M¥
-------------------------------------	-----	---------

$1,000M¥ / 14,000 / 15 = 9.7¥/kg$

【建物（Google Mapより計測）】

家電リサイクラーの工場建物はGoogle Mapより約6,700㎡。2次選別工場は家電リサイクラーの半分の3,350㎡とした。

面積単価として144.6k¥/m²を掛け、処理量で割った上で15年均等割りとした。

$6,700㎡ \times 144.6 / 3,600 / 15 + 3,350㎡ \times 144.6 / 14,000 / 15 = 20.2¥/kg$

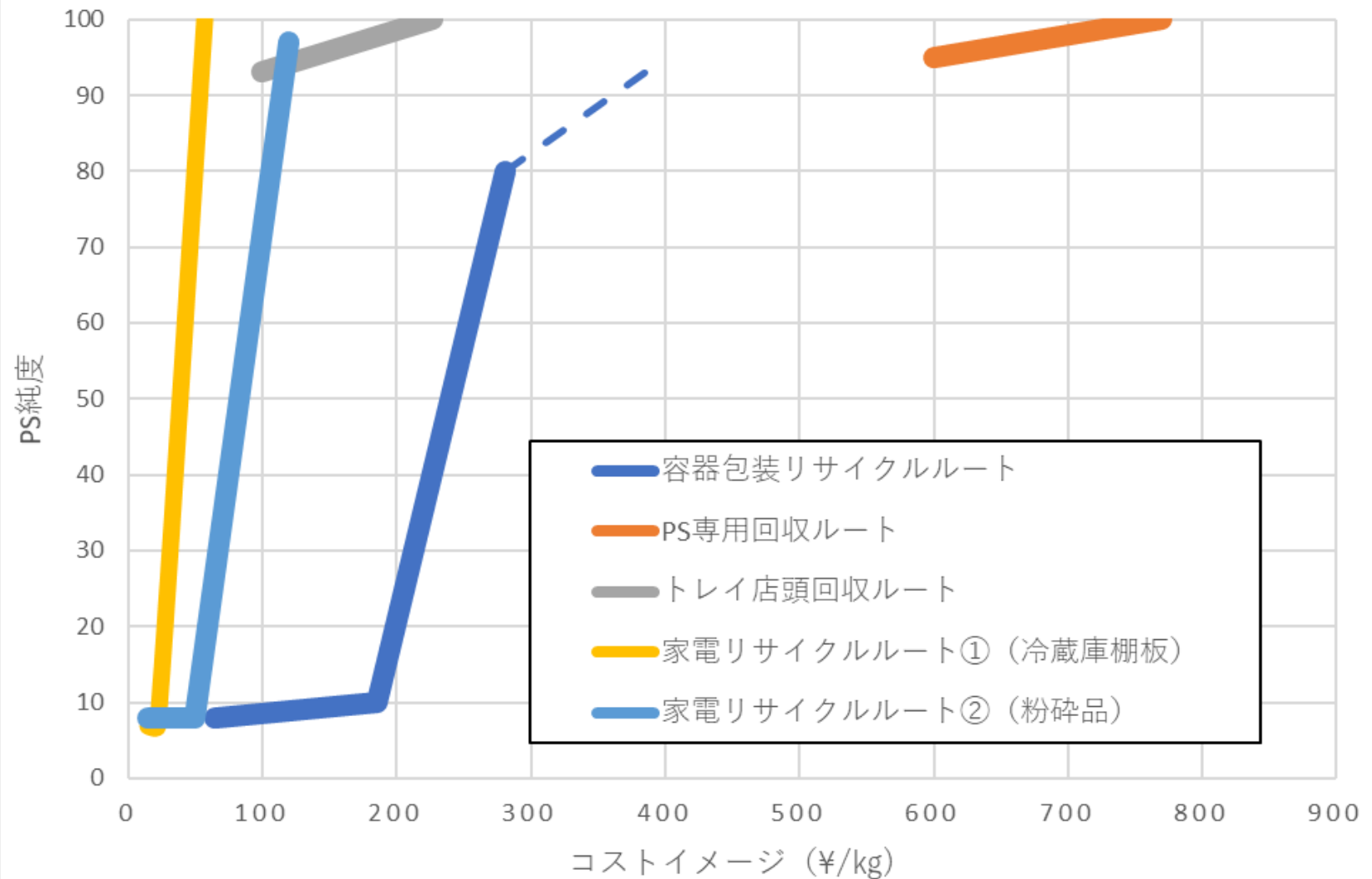
【人件費】 2次選別工場は45名と想定。

$3,000k¥ \times 45 / 14,000 = 9.6¥/kg$

検討結果概要

回収シナリオ	特徴	良い点	悪い点
容器包装リサイクルルート	プラマークの付いた包装材（PE,PP,PET,PS）が全て混合	パッカー車利用のため収集・運搬、回収コストが比較的低い。	自治体にかかなりの費用負担がある 巨大なソーティング設備が必要 品質確保が課題
自治体回収ルート	回収拠点数が多く、専用回収車輛が必要な上、嵩比重が低いため回収効率がネック。 市民の協力が必要となる	高純度のPSの回収可能 カップ麺、納豆容器も回収が可能	収集運搬に多大なコストが発生 一般消費者の意識で品質が決まる 量の確保が困難
トレイ店頭回収ルート	回収拠点が少なく、また納入トラックの帰り便で回収可能なため、回収効率が自治体回収ルートより良い。 但し、食品トレーの回収に限定となっている。 消費者の協力が必要となる。	高純度のPSの回収可能 収集・運搬コストは中ぐらい	一般消費者の意識で品質が決まる 店舗側にコスト負担がある 量を集めるには更なる消費者と店舗の協力が必要
家電リサイクルルート① （冷蔵庫棚板）	回収した冷蔵庫から棚板を抜くだけで回収が完了する。	高純度でかつ品質の確定したPSが得られる	量の確保が困難 2023電気冷蔵庫販売台数は340万台x7.5kg = 25kt（MAX）
家電リサイクルルート② （粉碎品）	金属を除去した後の家電製品の粉碎品なので、PP、ABS等の混合品	重量のある家電製品なので製品回収コストが低い	ソーティング設備必要 品質確保が課題（難燃樹脂が入る可能性あり）

PS純度とコストとの相関



- 家電リサイクルルート2例と容器包装リサイクルルート3例で異なるのは、PS純度が挙がらない割にコストがかかる工程（グラフで傾きの小さい分）の有無である。この工程には人による目視分別作業が入っており、そのコストは、70～120¥/kg程度である。
- 光学選別機や比重選別機で素材を機械的に選別する場合、家電由来の硬質プラでは約100 ¥ /kgでかなりの純度の物が得られるが、容リルートの軟質プラからの場合は、同じコストでは純度が80%程度に限定され、更なる純度アップのためには、120 ¥ /kg程度のコストが見込まれる上、現状そのような事業を行っているところはない。
- 消費者にPSを分離してもらい、高純度のPSを専用に回収する場合の課題は輸送費。多数の拠点（ステーション）を専用車で回収して回ると、約600 ¥ /kgのコストが発生する。
- 一方、製品ペレットの売値は、高純度品でも70 ¥ /kgのレベルであり、家電ルートの冷蔵庫から棚板を抜くシナリオしか経済的には成り立たない。

検討結果から見えた課題と改善案

モノマテリアル、分別回収、効率回収の3つが揃えば、
低コストで、高品質の再生ポリスチレンを得ることができる。
現実にそうになっていないところに課題が有ると考えられる。

1. モノマテリアル

- ✓ PSは他素材に比べ複合化・複層化されることが少なく、モノマテリアルで使われることが多いことは利点と言える。
- PSがモノマテリアルで使われることが多いことを積極的にPRしていくべき。

検討結果から見えた課題と改善案

**モノマテリアル、分別回収、効率回収の3つが揃えば、
低コストで、高品質の再生ポリスチレンを得ることができる。
現実にそうになっていないところに課題が有ると考えられる。**

2. 分別回収の拡大

- ✓ 混合回収は物流費面では有利に働くが、混合プラからPSだけを選別するには費用がかかるだけでなく、混合プラの質（硬質/軟質、黒色プラ）によっては、選別後のPS純度が上がりきらないのが実情である。
- ✓ 一方、分別回収の仕方によっては、物流費の負担のほうが過大になってしまうことがわかっており、やみくもに分別回収を拡大することを奨めるものではない。
- PSがモノマテリアルで使われることが多く、特徴のある製品(発泡製品(EPS、トレイ、納豆容器、カップ麺容器)、透明蓋、乳酸菌飲料、乳酸菌食品容器)も多いことから、店頭・拠点回収を拡大することを提案したい。
- 更に家庭での分別を容易にするために、容器には素材名「PS」を明示し、PS製品を店頭・拠点に持っていくことが当たり前という文化を醸成したい。

検討結果から見えた課題と改善案

モノマテリアル、分別回収、効率回収の3つが揃えば、
低コストで、高品質の再生ポリスチレンを得ることができる。
現実にそうならないところに課題が有ると考えられる。

3. 効率回収(物流費の削減)

- ✓ 家電製品のように重たい金属部品と一体となったポリスチレン部品の回収は物流費面では有利である。
- ✓ PSの主要用途である包装容器（特にPSPやEPS容器）では物流費の負担が大きくなりがちである。
- PSは容易に高倍率の発泡を製品を作ることができ、発泡後の容器も強度・剛性を保持できるという特徴がある。
またその発泡構造により断熱性や省資源を達成している点を考慮すれば、非発泡化は本末転倒と言える。
- 物流費削減のためには、如何にして回収の上流側で減容・圧縮・脱泡するかを考えることが肝心と思われる。

◆ ゴミ出しモラルの向上の必要性

✓ 使用済みプラスチック/製品は、必ず人手による選別工程がある。

- リサイクル業界として、ひどく汚れたものや危険物、医療系廃プラと一緒に捨てないように啓発していくことは必要だと感じた。

◆ 易解体性の有用性

✓ 解体が容易であれば一括粉砕を避けられ、再生品の品質向上が容易になる。

- 「環境配慮設計」や易解体設計の推進を後押しするとともに、特にPS使用製品の実例については積極的PRをしていきたい。

企業	団体
旭化成株式会社	日本プラスチック工業連盟
株式会社エフピコ	日本スチレン工業会
株式会社カネカ	発泡スチロール協会 (JEPSA)
サンディック株式会社	発泡スチレンシート工業会
シーピー化成株式会社	日本プラスチック食品容器工業会
株式会社 JSP	一般財団法人化学研究評価機構
積水化成品工業株式会社	
中央化学株式会社	
DIC株式会社	
デンカ株式会社	
東京エコリサイクル株式会社	
東洋スチレン株式会社	
PSジャパン株式会社	
三菱ケミカル株式会社	
三菱総合研究所	
リスパック株式会社	

より、59名(リーダー、サブリーダー、コアメンバー、事務局込み)