

2022 年 3 月 18 日

報告書

実施期間 2021 年 9 月 1 日～2022 年 3 月 18 日

2021 年度「ASR からの樹脂回収と部品適用技術の研究」

いその株式会社

三菱自動車工業株式会社

2021 年度「ASR からの樹脂回収と部品適用技術の研究」

最終報告書

2022 年 3 月 18 日

いその株式会社

用語集

用語		注釈
ASR		使用済自動車からエアバッグ類、フロン類、ドア、エンジンといった部品を取り外し、破碎し有用金属を回収した後に残る自動車破碎残さ（Automobile Shredder Residue）。
ASR 試料	一次 選別品	破碎事業者において自動車破碎後の ASR になる前段階から抽出された樹脂リッチな材料又は ASR 再資源化施設において ASR から抽出された樹脂リッチな材料を指す。なお、破碎事業者・再資源化施設で実施される選別方法は各社で異なる。
	二次 選別品	二次選別品とは破碎事業者・再資源化施設で一次選別されたものを、さらに機械選別メーカーにて選別(洗浄粉碎)した材料を指す。
軽ダスト		破碎事業者にて使用済み自動車を破碎し、破碎物から金属を回収する金属回収の前工程である風力選別で破碎物を集塵サイクロンで軽いもの、重いものに分ける。前者が軽ダスト、後者が重ダスト。
重ダスト		
ベントアップ		メッシュに未溶融の異物や異樹脂が目詰まりすることによって、押出機内の溶融樹脂の流れが妨げられ、ベント口（脱気孔）から樹脂があふれ出る現象。
シルバーストリーク		成型材料の中に含まれる空気や揮発ガスまたは水分が成型品の表面に現れることで成型品表面に銀状の筋が発生した状態を指す。
SOC 評価		環境負荷物質（Substances of Concern）の濃度評価を指す。
ELV 指令		使用済自動車に関する 2000 年 9 月 18 日の欧州議会と欧州連合理事会の指令（DIRECTIVE 2000/53/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 September 2000 on end-of life vehicles）（2000/53/EC）。各種規制物質の閾値を定めている。
ストランド		押出機で溶融した樹脂が機械の先端から糸状に流れ出たものをいう。
ストランド切れ		ストランドが溶融しない異物などの影響を受け切れて糸状にならない現象をいう。

目次

1. 事業の計画	5
1.1. 事業の位置付け、背景	5
1.2. 事業実施内容	7
1.2.1. 事業計画（概要）	7
1.2.2. 事業の実施体制	9
1.2.3. 実施スケジュール	10
2. 実施内容の報告	11
2.1. ASR 試料提供企業の選定	11
2.2. ASR 試料の分析及び評価	13
2.2.1. ASR 試料（一次選別品）	14
(1) 一次選別品分析及び評価	16
① 一次選別品の組成分析による異物量確認	16
② 一次選別品の押出加工性	17
③ 一次選別品のプレート作製及び作製品の外観評価	18
④ 一次選別品の物性測定結果	19
⑤ 一次選別品の SOC 測定	19
2.2.2. ASR 試料（二次選別品）	20
(1) 機械設備メーカーの選定	20
(2) 二次選別品の分析及び評価（一次選別品との比較）	25
① 二次選別品の組成分析による異物量確認	26
② 二次選別品の押出加工性	27
③ 二次選別品のプレート作製及び作製品の外観評価	29
④ 二次選別品の物性測定結果	30
⑤ 二次選別品の SOC 測定	31
2.3. 評価試験結果のまとめ	32
2.4. 課題と解決方法	33

1. 事業の計画

1.1. 事業の位置付け、背景

2020 年 10 月 26 日に菅内閣総理大臣所信表明演説において「日本が 2050 年までにカーボンニュートラルを目指すこと」を宣言した。2021 年 4 月の地球温暖化対策推進本部及び米国主催の気候サミットでは、「2050 年目標と整合的で、野心的な目標として、2030 年度に、温室効果ガスを 2013 年度から 46%削減すること」を表明している。また、2021 年 7 月の産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会、自動車リサイクルワーキンググループ、中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会合同会議の自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書において変化への対応と発展的要素として「温室効果ガス発生削減の観点からもその再資源化の在り方」について改めて検討する必要があると指摘されるなど、脱炭素社会の実現が喫緊の課題となっている。

使用済自動車は引取業者や解体事業者によりエアバック類やフロン類の処理、資源価値のある部品が取り外された状態となり、プレス（ソフトプレス、三方プレス）されたスクラップとして破砕事業者へ引き渡される。これらスクラップは破砕事業者にて破砕され、鉄・非鉄といった主に有用金属類が選別・回収されたのち、残渣物が自動車破砕残さ（Automobile Shredder Residue、以下 ASR）として再資源化施設へ引き取られる。再資源化施設では、ASR をさらに選別しマテリアルリサイクルしたり、その他が熱源としてサーマルリサイクルされている。

一部の使用済み自動車は全部再資源化認定を持つ解体事業者により精緻解体がされ、A プレスとして全部利用者である転炉・電炉事業者において鉄鋼原料として利用されている。

自動車リサイクル法施行により ASR の再資源化は進展しているが、大部分が熱回収によるリサイクルである。

本事業では、破砕事業者において自動車破砕後の ASR になる前段階から回収された樹脂リッチな材料又は ASR 再資源化施設において ASR から回収された樹脂リッチな材料（図 1-1 の ASR 試料（一次選別品））を集める。またこの ASR 試料を洗浄・PP 選別、劣化した物性の復元技術の開発といった手法により自動車で使用可能な PP 再生材を作製する。

これらの取り組みにより、ASR 量を削減しリサイクル費用を低減するとともに、脱石油資源プラスチック材の採用拡大につなげる。

使用済自動車リサイクルにおける本実証事業の位置づけと実施概要を図 1-1 に示す。

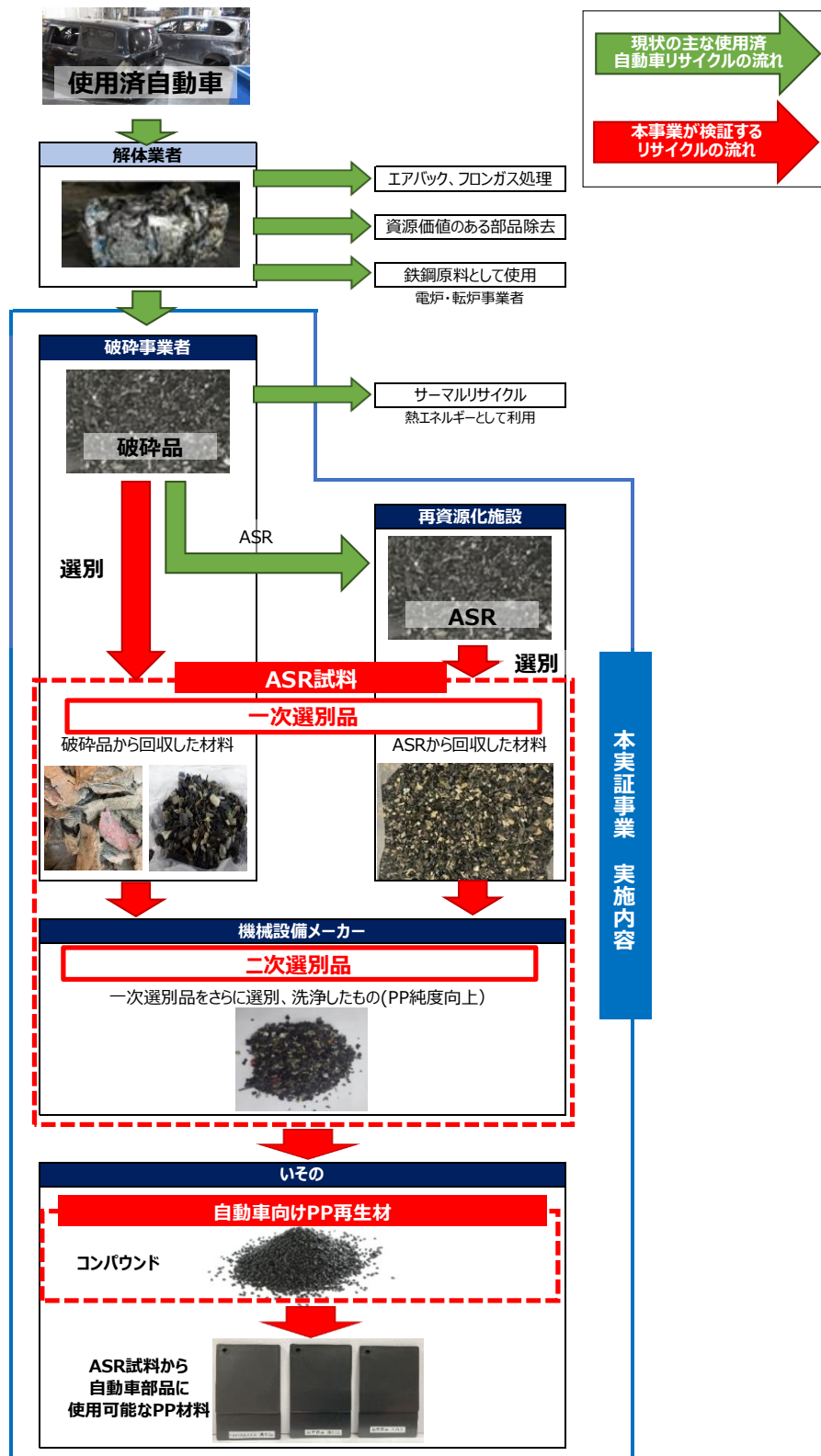


図 1-1. 使用済自動車リサイクルにおける本実証事業の位置づけと実施概要
出所：いその

1.2. 事業実施内容

1.2.1. 事業計画（概要）

1 年目の実施項目は（1）ASR 試料提供企業の選定及び（2）ASR 試料の分析及び評価である。

ASR 試料（一次選別品）を提供してくれる破砕事業者・再資源化施設を 3～5 社選定する。なお、破砕事業者・再資源化施設で実施される選別方法は各社で異なるため、まずは一次選別品としての異物量や物性を確認する。

ただし、一次選別品は図 1-2 にあるような繊維、ゴム、ウレタン、紙類、木類等の織樹脂以外の異物が多く、かつ樹脂も PP 以外の異樹脂が混在していると考えられる。そのため自動車向け PP 再生材としての使用が難しいことが想定されるため、機械設備メーカーにおいて再度選別（洗浄粉碎）を行い二次選別品を得る。

二次選別品の分析及び評価も実施し、2 年目の成型品作製に向けた課題の抽出及びその改善方法について目途付けを行う。

2 年目は（3）ASR 試料の PP 純度向上（選別）技術の目途付けを進め、自動車向け PP 再生材として使用可能な材料の開発を行う。さらにその材料を用いて成型品を作製し、（4）ASR 試料を使用した成型品の評価を行う。

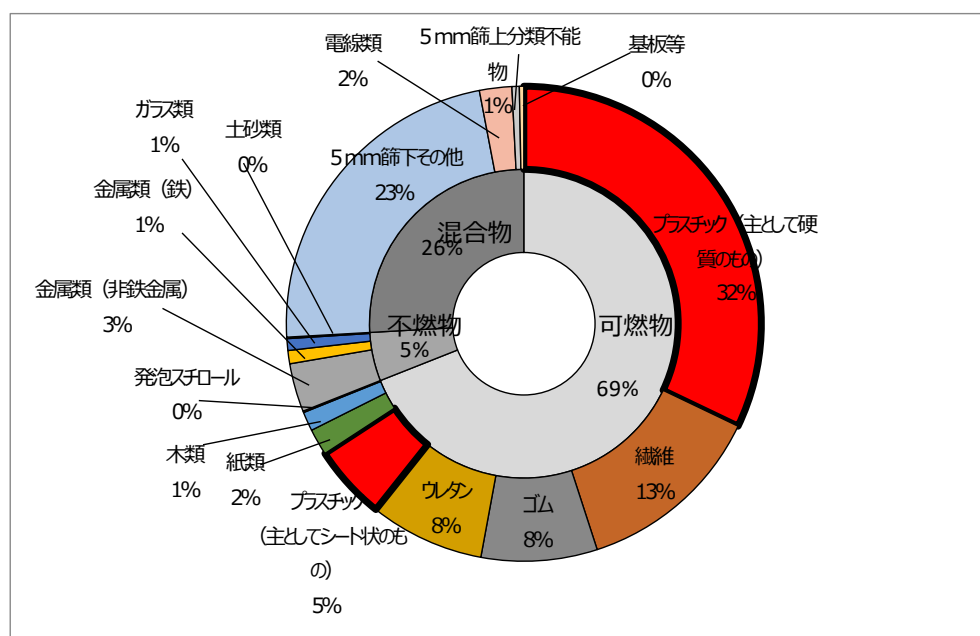


図 1-2.ASR の物理組成（平成 24 年度）

出所：平成 25 年 8 月 7 日 環境省「ASR 分析調査結果について」

表 1-1.実施計画概要

実施年度	実施内容
2021年度	(1) ASR試料（一次選別品）提供企業の選定
	(2) ASR試料（一次選別品・二次選別品）の分析及び評価
2022年度	(3) ASR試料のPP純度向上（選別）技術の目途付け
	(4) ASR試料を使用した再生材による成型品の評価

表 1-2. 実施計画詳細（2 か年）

項目	取組内容	会社	2021年度				2022年度			
			1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
試料及び 選別事業者選定	破碎事業者3～5社からASR試料選定	いその								
	ASRからPP選別									
	分析（一次選別品、二次選別品）									
	評価（一次選別品、二次選別品）									
ASRからの 材料選別	重量確認、粒度分布確認	いその								
	PP純度測定									
	PP以外の回収素材確認									
	コスト算出									
再生コンパウンド 開発	物性値測定	いその								
	SOC測定									
	MMCスベックに調整									
	コスト算出									
部品評価	再生PPを使用した成形品によりMMCにて評価（3～5サンプル）	MMC								
報告書作成	実施内容のまとめ	いその								

1.2.2. 事業の実施体制

本事業の実施スキーム、実施体制を表 1-3、図 1-3 に示す

表 1-3.事業実施体制

役割	会社名	実施内容詳細
委託元	 MITSUBISHI MOTORS Drive your Ambition	・再生PPを使用した成形品の評価
委託先	 ISONO いその株式会社	・試料及び事業者の選定 ・ASR試料からの材料選別 ・再生コンパウンドの作成

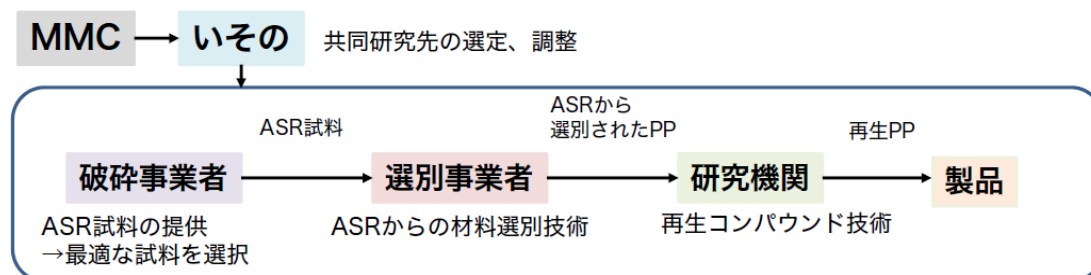


図 1-3.事業スキーム

出所：いその

1.2.3. 実施スケジュール

2021 年度事業の実施スケジュールを表 1-4 に示す。

1 年目事業では ASR 試料の選定、試料の分析・評価を実施した。ASR は破碎事業者・再資源化施設によって回収品の大きさや付着物の状況が異なる。そのため破碎事業者・再資源化施設を 4 社選定し、それぞれから ASR 試料（一次選別品）を入手した。また、一次選別品を機械設備メーカーで選別を行い、簡易的な組成分析及び混入物の確認、ASR 試料の一次選別品・二次選別品の押出加工性や外観評価を実施した。

表 1-4.2021 年度事業実施スケジュール

			9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1 ASR試料提供 企業の選定	破碎事業者・再資源化施設選定（3～5社）								
2 ASR試料の 分析及び評価	2.1 ASR試料 （一次選別品）	(1) 一次選別品の分析及び評価 ① 組成分析による異物量確認 ② 押出加工性 ③ プレート作製及び外観評価 ④ 物性測定結果 ⑤ SOC測定							
	2.2 ASR試料 （二次選別品）	(1) 機械設備メーカーの選定							
		(2) 二次選別品の分析及び評価 ① 組成分析による異物量確認 ② 押出加工性 ③ プレート作製及び外観評価 ④ 物性測定結果 ⑤ SOC測定							
	2.3 2.1、2.2の分析結果から評価試験結果のまとめ								
定例会議	MMC、いその、他※オンライン開催								
報告書作成	実施内容のまとめ、2022年度計画検討								

出所：いその

2. 実施内容の報告

2.1. ASR 試料提供企業の選定

本事業では ASR 試料を使用した成型用材料の実用化を見据え、全国の ASR 発生量（破碎工程での ASR の回収量）が多い関東・甲信越、中部、近畿、九州・沖縄の 4 地域を選定し、破碎事業者、再資源化施設への本実証協力への声掛けを実施した。

全国を対象として、かつ ASR 発生量が多い地域を選定した理由を以下に示す。

- 全国を対象とすることで、本実証事業後の量産を見据えた際に数量分母拡大に繋がること
- 将来的な ASR 試料を使用したプラスチックリサイクル技術の高度化のためには全国的に横展開できる実証事業の内容であること
- 各地域で OEM や車格に偏りが発生している可能性が想定されること

表 2-1.地域別破碎工程での ASR の回収状況（2020 年）

地域	t	%
関東・甲信越	142,325	27%
中部	88,059	17%
近畿	78,818	15%
九州・沖縄	73,273	14%
東北	65,141	12%
中国・四国	53,258	10%
北海道	30,095	6%
全国	530,969	100%

※関東・甲信越＝茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、新潟県、長野県

中部＝富山県、石川県、福井県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県、

近畿＝滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県

九州・沖縄＝福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県

中国・四国＝鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県

出所：公益財団法人 自動車リサイクル促進センターの「自動車リサイクルデータ Book2020」地域別破

碎工程での ASR の回収状況

破砕事業者・再資源化施設を選定するうえで、プラスチックのマテリアルリサイクルに関心が高い破砕事業者・再資源化施設を対象として選定を行っている。令和 2 年 8 月 19 日経済産業省・環境省「自動車リサイクルの現状」¹によると、ASR の再資源化状況としてプラスチックのマテリアルリサイクルとしては重量実績ベースで ASR 発生量の 0.4%となっており、プラスチックのマテリアルリサイクルまで取り組む事業者は圧倒的少数であると推測される。

本実証事業に取り組む上では、試料を確保することが重要である。そのため、関東・甲信越、中部、近畿、九州・沖縄の地域を主軸に過去の実証事業における実績も勘案し、プラスチック高度化を目指す本実証事業に賛同いただいた先としてイ～ニ社の 4 社を選定した。また 4 社から提供される ASR 試料は、各社の選別方法や今回の ASR 試料の回収工程・形状が大きく異なる。4 社のうち 2 社は樹脂回収を目的に手選別によって回収をした ASR 試料となり、1 社は手選別で回収した破砕物そのものの形状で提供され、もう 1 社は破砕物に粉碎や比重選別などを実施したものとなる。残り 2 社は機械選別が中心であり、ひとつは軽ダストから回収された ASR 試料、もうひとつは水流選別による回収品という特徴がある。4 社の結果を比較することで、ASR 試料の性質と選別工程の関係性を把握できる可能性も考えられる。選定した事業者の特徴を表 2-2 に示す。

表 2-2.ASR 試料提供事業者

会社名	ASR試料回収における特徴
イ社	地区における取扱量がトップクラス、かつASR試料の回収に協力的な意向を示した
ロ社	シュレッダー取扱量のうち、自動車由来のシュレッダーが大部分を占めているうえ、ASRのマテリアルリサイクルを機械選別で行っている
ハ社	公益財団法人 自動車リサイクル高度化財団（J-FAR）の実証事業を通じ、水流選別装置システムの量産検討を行うなど、破砕事業者のなかでは先進的な取り組みを行っている
ニ社	地区の軽自動車の普及率が全国的に高く廃車発生量も軽自動車が多いことから、軽自動車比率の高いASR試料のポテンシャルを確認するため

出所：いその

¹ 経済産業省、環境省「自動車リサイクルの現状」

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/048_04_00.pdf

2. 2. ASR 試料の分析及び評価

ASR 試料作製の流れを図 2-1 に示す。詳しくは後述するが、破碎事業者・再資源化施設において回収した一次選別品をいそので均一混合を実施し均一混合により磁石に付着した以外の材料で押出加工性評価、組成分析、外観評価、物性測定、SOC 測定を実施した。

また均一混合により磁石に付着した以外の材料を機械設備メーカーに送り、二次選別を実施した。この二次選別品で押出加工性評価、組成分析、外観評価、物性測定、SOC 測定を実施した。

尚、組成分析にあたっては、簡易的な水比重分離を行い、水浮き品のみを対象に分析を実施した。

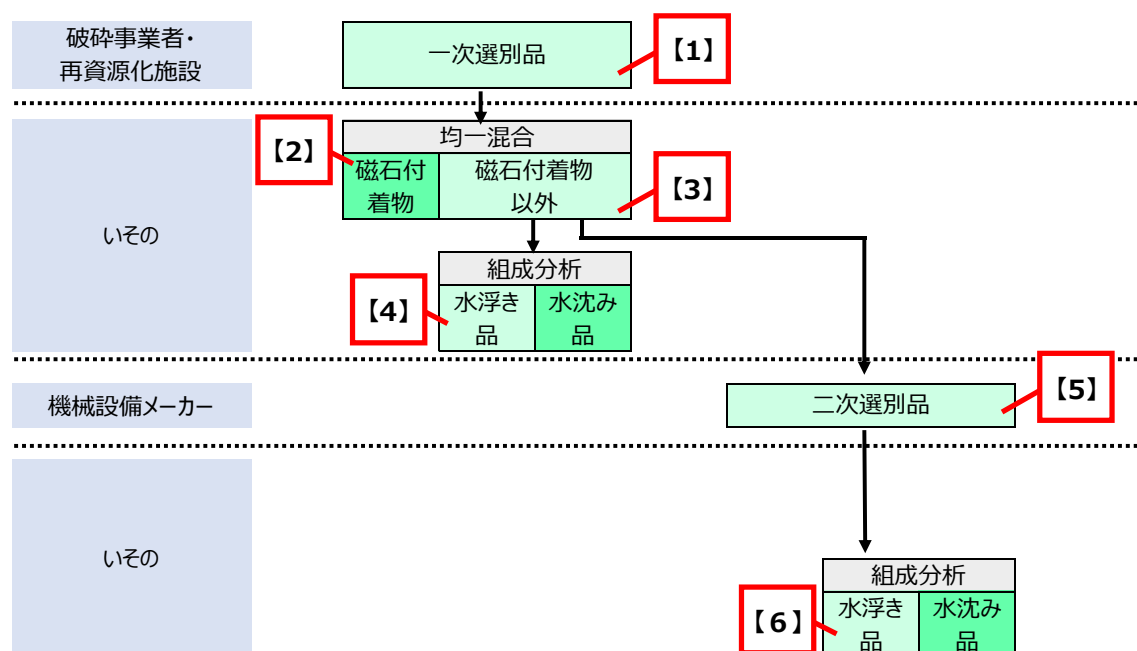


図 2-1.ASR 試料作製の流れ

出所：いその

2.2.1. ASR 試料（一次選別品）

イ〜ニ社が回収した ASR 試料（一次選別品）A〜D の回収フロー及び外観を表 2-3 に示す。ただし、A〜D 及びイ〜ニは順不同である。

1 次選別品 A〜D はそれぞれ複数の選別方法を組み合わせて抽出された材料である。各選別方法の目的と原理等を表 2-4 に示す。

表 2-3.ASR 試料（一次選別品）の回収フロー及び外観（図 2-1 の【1】）

ASR試料（一次選別品）			A	B	C	D
フロー概要※1			シュレッダー軽ダストより樹脂系を手選別回収	シュレッダー軽ダストより金属・非鉄金属を選別の上、樹脂系を手選別回収し、洗浄粉砕後に比重選別によって水浮き品を回収	シュレッダー軽ダストよりサイジング、破碎・粉砕、風力・金属選別、比重選別を経て金属・ガラス等を除去したものから浮沈分別し浮いたものを回収	シュレッダーダストより破碎・粉砕工程や各種機械選別を経たものを水流選別し、想定比重1.05以下の水浮き品を回収
実施項目※2			廃車 プレス品類			
			↓	↓	↓	↓
			破碎			
			↓	↓	↓	↓
			集塵(吸引)			
			↓ 軽ダスト	↓ 軽ダスト	↓ 軽ダスト	↓ ダスト
	選別	手選別	○	○	—	—
		金属／磁力選別	○	○	○	○
		渦電流選別	—	○	—	○
		粒度選別	—	—	○	○
		風力選別	—	—	○	○
		比重選別	—	○	—	—
		水流選別	—	—	—	○
		浮沈選別	—	—	○	—
	粉砕		—	○	○	○
洗浄		—	○	—	○	
		↓	↓	↓	↓	
ASR試料（一次選別品）		ASR試料（一次選別品） A	ASR試料（一次選別品） B	ASR試料（一次選別品） C	ASR試料（一次選別品） D	
		形状	300mm程度 ※シュレッダー形状	8～15mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度
		回収重量	軽ダスト:97kg	軽ダスト:439kg	軽ダスト:500kg	軽ダスト:502kg
		写真				

※1：各社が実施している選別、粉砕、洗浄工程の流れは非公開情報である。フロー概要に記載している内容は、選別、粉砕、洗浄の流れを厳密に示す説明ではない。また※2で示している選別、粉砕、洗浄も記載順に実施しているわけではない。

※2：実施項目の選別、粉砕、洗浄を実施している場合は○、していない場合は—で表記

出所：いその

表 2-4. 各選別方法の目的と原理

	目的	原理
手選別	PP樹脂の回収	目視や質感によりPPと判断されるものを人力ピッキング
金属／磁力選別	主に鉄(磁性金属)の選別	磁力(マグネット)を利用して磁性の異なる物質を選別
渦電流選別	主にアルミや銅といった非鉄金属(非磁性金属)の選別	磁石を高速回転し磁界を発生させ非鉄金属に渦電流を発生させることにより、磁石の磁界との反発作用を利用し非鉄金属を選別
粒度選別	サイズによる混合物の分別	材質による破砕品粒度の違いを利用しスクリーン径によりサイズ別に分別
風力選別	重量による混合物の分別	送風により軽比重物と重比重物を分別
比重選別	比重1.00程度を境に素材を分別	材質による比重の違いを利用し、水の比重1.00程度を分離点として浮沈で分別
水流選別	水比重選別では沈殿するタルク入りPPの回収	材質による比重の違いを利用し、重液を使わずに水流によって比重1.05程度の比重層を作り浮沈で分別
浮沈選別	特定の比重を境に分別	材質による比重の違いを利用し、水や重液、水流によって特定比重層をつくり浮沈で分別

出所：いその

(1) 一次選別品分析及び評価

一次選別品の分析及び評価を以下項目で実施した。

- ① 一次選別品の組成分析による異物量確認
- ② 一次選別品の押出加工性
- ③ 一次選別品のプレート作製及び作製品の外観評価
- ④ 一次選別品の物性測定結果
- ⑤ 一次選別品の SOC 測定

① 一次選別品の組成分析による異物量確認

一次選別品の大きさ、磁石への付着結果、組成分析結果、混入物、異物に関する確認結果を表 2-5 に示す。

均一混合作業時の磁石付着量について B 及び D は付着比率が 0% に対して、C は 0.02% 確認された。

組成分析は磁石付着物を除いた一次選別品から 1,000g 前後のサンプルを抜き出し簡易的な水による比重分離を実施した上で確認を行なった。水浮き比率は B 及び D は 90% 以上に対して、C は約 67% という結果であった。水浮き品の構成比率は B、C、D とともに 80% 以上が PP であった。

表 2-5.一次選別品の組成分析による異物量確認

一次選別品			A	B	C	D
サイズ※1			300mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度
均一混合作業時の 磁石付着物量		全体重量(kg)	粗粉碎でサイズが大きく 確認不可	439kg	500kg	502kg
		付着重量(kg)※2		0.00kg	0.11kg	0.00kg
		付着比率 (%)		0%	0.02%	0%
水による比 重分離(浮 き品の分類)	確認試料の 内容	確認全体重量 (g)	無し	1,000 g	1,004 g	974 g
		水浮き品重量 (g) ※3		946 g	672 g	896 g
		水浮き比率 (%)		94.60%	66.93%	91.99%
	水浮き品の 構成比率 (%) ※3	PP (黒、グレー、白系)	(61.0%) ※5	87.8%	83.1%	83.6%
		塗装付PP	(15.5%) ※5	7.0%	5.5%	2.8%
		PA系※4	(23.5%) ※5	3.7%	2.6%	4.1%
		ゴム系		0.9%	7.6%	7.0%
		その他		0.6%	1.2%	2.5%
		合計	(100.0%) ※5	100.0%	100.0%	100.0%
PP以外の混入物等 (砂、木くず、シール、ゴム含む異樹脂等)		粗粉碎のため未確認	ABS、ウレタン、不織布、 PA	金属、ガラス、ゴム系、 PA、砂、ハーネス	ABS、PA、木くず	
評価	粉碎サイズ (加工しやすい大きさ)		加工できない大きさ	加工しやすい大きさ	加工しやすい大きさ	加工しやすい大きさ
	異物量 (PA系、ゴム系、その他の合計値)		異物多 (異物量23.5%)	異物少 (異物量5.2%)	異物多 (異物量11.4%)	異物多 (異物量13.6%)

※1：図2-1の【1】、※2：図2-1の【2】、※3：図2-1の【4】

※3：水浮き品の構成比率は、水浮き品重量 (g) から算出している。

※4：PA系には、単一のPAや、PAとPEが層状になっている素材も含まれる。

※5：Aの一次選別品は粗粉碎でサイズが大きく、水による比重分離は未実施の状態構成比率を出しているため()表記

出所:いその

なお、Aは粗粉碎でサイズが大きいことにより均一混合作業ができなかったため、磁石付着量は未確認となる。また、水による比重選別は未実施の状態で構成比を出しており、構成比としてはPPが61%という結果であった。

② 一次選別品の押出加工性

一次選別品の押出加工性評価結果を表 2-6 に示す。

一次選別品から表 2-5 で示した磁石付着物を除いたものからサンプルを抜き出し押出加工を実施している。A～Dについて同一押出条件で実験を行った。押出加工の押出条件として、シリンダー温度 C1～C4 及びダイス温度を 230℃と設定、メッシュは#40/#60/#40 とした。一次選別品を押出加工した際にメッシュに詰まる異物の確認を行った。

Aの一次選別品は粗破碎（形状 300mm程度）であり押出加工はできないため評価不可であった。

Bは押出加工時、メッシュに異樹脂は少量付着したが、異樹脂の除去ができれば押出加工性が改善される見込み。

表 2-6. 一次選別品の押出加工性評価結果（図 2-1 の【3】の結果）

一次選別品			A	B	C	D
押出作業	押出条件 (℃)	c1	230			
		c2	230			
		c3	230			
		c4	230			
		D	230			
		スクルー回転	64			
押出作業での確認内容	メッシュ	※粗粉碎のため、押出加工できず評価不可	40/60/40	40/60/40 ↓ 20/20 ※目詰りにより変更	40/60/40 ↓ 20/20 ※目詰りにより変更	
	メッシュ付着物		・PBT、PA、綿、砂	・PBT、ゴム系、PA、砂	・ゴム系、PA、PET、砂、木くず	
	加工状況		・押出加工時、スクリーンに異樹脂は少量付着したが、異樹脂等の除去ができれば問題はないと推定	・押出加工時、スクリーンにゴム系やPBT、PA、砂が多く付着して生産ができない状況が発生 ・ペレット加工まで至らなかった	・押出加工時、スクリーンにゴム系やPET、PA、木くずが付着 ・ペレット加工まで至らなかった	
	押出加工品外観					
評価（押出加工できるかどうか）		押出加工不可	押出加工可能	押出加工不可	押出加工不可	

出所:いその

C の一次選別品は、メッシュに今回の押出条件では溶けないゴム系や PBT、PA が付着し、すぐにベントアップし生産が不可能であったため、メッシュサイズを #20/#20 に変更したが、状況を改善することはできず、ペレット加工にまで至らなかった。

D の一次選別品は、メッシュにゴム系や PET、PA、木くずが付着したため、#20/#20 メッシュに変更したが状況は変わらずペレット加工にまで至らなかった。

③ 一次選別品のプレート作製及び作製品の外観評価

先述したように B 以外ペレット加工ができず外観評価を実施できなかった。押出加工によるペレット化ができた B について、90mm×50mm 程度の平板プレートを作製し、目視による外観評価を実施した。プレートを手で折り曲げたところ層状剥離は発生しなかった。表面に凸凹を確認した。シルバーストリークの発生はなく良好であった。

表 2-7.一次選別品のプレート外観評価結果（図 2-1 の【3】の結果）

一次選別品			A	B	C	D
成型作業	成型温度 (℃)	c 1	220			
		c 2	220			
		ノズル	220			
成形品（プレート）での 目視確認	曲げ等による層状剥離		※ベレット加工できず評価不可	無	※ベレット加工できず評価不可	※ベレット加工できず評価不可
	プレート表面の凹凸、異物等			表面に凹凸を確認		
	シルバーの発生確認			無		
プレート外観						
評価（外観評価）			ベレット加工できず 評価不可	概ね良好	ベレット加工できず 評価不可	ベレット加工できず 評価不可

出所:いその

④ 一次選別品の物性測定結果

先述したように B 以外ペレット加工ができず物性測定を実施できなかった。B の物性測定結果を表 2-8 に示す。

表 2-8.一次選別品の物性測定結果（図 2-1 の【3】の結果）

一次選別品				A	B	C	D
試験項目	試験条件	(単位)	試験方法				
メルトフローレート	230℃、 21N	g/10mim	ISO 1133	※ペレット加工できず評価不可	10.7	※ペレット加工できず評価不可	※ペレット加工できず評価不可
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	KJ/m2	ISO 179-1		32		
引張降伏強さ	－	MPa	ISO 527-1		19.3		
引張破壊ひずみ	－	%	ISO 527-1		27		
引張弾性率	－	MPa	ISO 527-1		1250		
曲げ強さ	－	MPa	ISO 178		26.2		
曲げ弾性率	－	MPa	ISO 178		1280		
ロクウエル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2		66		
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1		87		
比重	水中置換法		ISO 1183		0.97		
評価（物性測定）				ペレット加工できず測定不可	物性測定済み	ペレット加工できず測定不可	ペレット加工できず測定不可

出所:いその

⑤ 一次選別品の SOC 測定

先述したように B 以外ペレット加工ができず SOC 測定を実施できなかった。B の SOC 評価についてはカドミウム及び水銀は検出限界未満の濃度であった。鉛、総臭素、総クロムは ELV 指令の閾値内であった。

表 2-9.一次選別品の SOC 評価結果（図 2-1 の【3】の結果）

一次選別品		A	B	C	D
SOC分析 ppm (単位)	カドミウム	※ペレット加工できず評価不可	ND	※ペレット加工できず評価不可	※ペレット加工できず評価不可
	鉛		8.4		
	水銀		ND		
	総臭素		30.3		
	総クロム		23.0		
評価（SOC測定）		ペレット加工できず測定不可	SOC測定済み 全て規制値内	ペレット加工できず測定不可	ペレット加工できず測定不可

※NDは放射性物質が全く存在しないことを意味するのではなく、検出限界未満の濃度であることを示している。

※分析機器の検出限界の目安はカドミウム：1ppm以下、水銀：0.1ppm以下である。

出所:いその

2.2.2. ASR 試料（二次選別品）

（1）機械設備メーカーの選定

ASR 試料の一次選別品を評価した結果、B 以外は押出加工ができなかった。1 次選別品の評価によって、押出加工性の向上には一次選別品の状態に応じてサイズダウン及び表面の汚れの除去を目的とした「洗浄粉碎」と、PP 純度向上を目的として異物を除去する「機械選別」を行う必要があることを確認できた。特に異物除去では、綿、砂、ゴム、木くずといった押出機で溶けない軽量物が多く確認されたため、風力選別が必須と考えられる。

表 2-10.一次選別品における課題

一次選別品の押出加工性評価結果と課題			
A	B	C	D
押出加工不可	押出加工不可	押出加工不可	押出加工不可
押出機に投入できないサイズ	PBT、PA、綿、砂の混入	PBT、ゴム系、PA、砂の混入	ゴム系、PA、PET、砂、木くずの混入

出所:いその

表 2-11.本実証で実施すべき機械選別・洗浄とその原理

		設備の目的と原理		機械設備メーカー比較					
		本実証での目的	原理	ホ社	へ社	ト社	チ社	リ社	ヌ社
洗浄・粉碎	破碎設備	特定サイズになった破碎品の獲得	回転刃や固定刃によってせん断やすり潰しを行いサイズダウン	○	○	○	○	×	○
	粉碎設備	押出加工へ適したサイズ（8～15mm）へ一次選別品を加工	回転刃や固定刃によってせん断やすり潰しを行いサイズダウン	○	○	×	○	○	○
	洗浄設備	粉碎品に付着している砂や表面付着物の除去による押出加工性向上	水によるたたき洗いやすすぎ洗いによる洗浄	○	×	×	×	○	×
機械選別	水槽選別設備	PA、PBT、ガラス、金属といった重量物の除去によるPP純度及び押出加工性向上	材質による比重の違いを利用し、水の比重1.00程度を分離点として浮沈で分離	○	×	×	×	×	×
	光学選別設備	特定の混入物除去を目的とし、2021年度実施結果により追加検討	様々なハイテクセンサーによって素材の材質や色を元に識別	×	×	○	×	×	×
	風力選別設備	木くず、ウレタン、綿、不織布、砂類といった軽量物の除去によるPP純度及び押出加工性向上	送風により軽比重物と重比重物を分離	○	○	○	○	×	×
	粒度選別設備	混合品の分別を目的とし、2021年度実施結果により追加検討	材質による破碎品粒度の違いを利用しスクリーン径により分別	×	○	○	×	×	×
	カメラ選別設備	特定の混入物除去を目的とし、2021年度実施結果により追加検討	カメラセンサーによって素材の形状や色を元に識別	×	×	×	○	×	×

出所:いその

本実証において必要な機械選別・洗浄の目的とその原理及び機械設備メーカー（ホ〜ヌ社）の保有状況を表 2-11 に示す。

ホ社が唯一 1 社で粉碎設備、洗浄設備、風力選別設備を保有していたため選定した。またホ社は唯一プラスチックに特化し機械製造・プラント設計まで行っており、ASR の再資源化施設にも多数納入実績がある。

ホ社において一次選別品の洗浄粉碎及び風力選別を実施した。

洗浄粉碎では、ASR 試料一次選別品の表面付着物の除去と同時に押出加工に適するようサイズダウン(8~15mm が望ましい)を実施した。風力選別では木くず、ウレタン、綿、不織布、砂類といった軽く、メッシュに詰まりやすい異物を除去した。

各設備の外観および作業の様子を図 2-2、図 2-3、図 2-4、図 2-5 に示す。



図 2-2. 洗浄粉碎設備
出所:いその

原料投入		
		
洗浄粉碎+脱水	処理後の試料	
		
洗浄粉碎後の排水及び高比重品の排出		
		
洗浄初流時の排水（重度の濁り）	洗浄最終の排水（濁り減少）	
 初流時の排水	 最終の排水	

図 2-3.洗浄粉碎設備による分離処理の様子

出所：いその



図 2-4.風力選別装置
出所:いその

原料投入		
		
選別後残渣①		選別後試料①
		
選別後残渣②		選別後試料②
		

図 2-5.風力選別の様子
出所：いその

(2) 二次選別品の分析及び評価（一次選別品との比較）

一次選別品の概要及び二次選別品の回収フロー及び外観 を表 2-12 に示す。

2021 年度は A、B、C の二次選別を行った。D は 2022 年度に二次選別を実施予定である。

表 2-12. 一次選別品概要及び二次選別品の回収フロー及び外観

一次選別品※ ¹						
			A	B	C	D
一次選別品実施項目	選別	手選別	○	○	—	—
		金属／磁力選別	○	○	○	○
		渦電流選別	—	○	—	○
		粒度選別	—	—	○	○
		風力選別	—	—	○	○
		比重選別	—	○	—	—
		水流選別	—	—	—	○
		浮沈選別	—	—	○	—
		粉砕	—	○	○	○
		洗浄	—	○	—	○
形状		300mm程度 ※シュレッダー形状	8～15mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度	
回収重量		軽ダスト:97kg	軽ダスト:439kg	軽ダスト:500kg	軽ダスト:502kg	
写真						
評価	粉砕サイズ（加工しやすい大きさ）	加工できない大きさ	加工しやすい大きさ	加工しやすい大きさ	加工しやすい大きさ	
	異物量	異物多	異物少	異物多	異物多	
	押出加工性評価試験	押出加工不可	押出加工可能	押出加工不可	押出加工不可	
	プレート外観評価試験	ベレット加工できず 評価不可	概ね良好	ベレット加工できず 評価不可	ベレット加工できず 評価不可	
	物性測定	ベレット加工できず 測定不可	物性測定済み	ベレット加工できず 測定不可	ベレット加工できず 測定不可	
	SOC測定	ベレット加工できず 測定不可	ELV指令の 閾値内	ベレット加工できず 測定不可	ベレット加工できず 測定不可	

二次選別品 ^{※2}					
		A	B	C	D
二次選別実施の目的		【洗浄粉砕】押出加工可能なサイズにし、かつ表面付着物の除去 【風力選別】軽量物の除去	【風力選別】押出加工性を更に高めるために軽量物を除去 ※粉砕サイズ・表面付着物少ないため洗浄粉砕は未実施	【洗浄粉砕】砂や表面付着物の除去(粉砕サイズは問題無し) 【風力選別】軽量物の除去	2022年度実施予定
二次選別実施項目	洗浄付粉砕	○	— ^{※4}	○	
	投入量	5.12kg	—	2kg	
	排出量 ^{※3}	3.8kg	—	1.32kg	
	投入時間	2分40秒	—	40秒	
	含水率	1.01%	—	1.31%	
	風力選別(40Hz)	○	○	○	
	投入量	1.48kg	2.00kg	0.66kg	
	選別後試料	1.46kg	1.94kg	0.64kg	
	選別後残渣	0.02kg	0.06kg	0.02kg	
選別後残渣比率(%)	1.4%	3.0%	3.0%		
形状		8～15mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度	
写真					

※1：表2-3ASR試料（一次選別品）の回収フロー及び外観の再掲、表2-4、2-5、2-6、2-8の評価結果を再掲

※2：図2-1の【5】

※3：排出量は機械内の残留発生もあり目減りしている

※4：Bは一次選別品が加工しやすいサイズでかつ表面付着物も少なかったため二次選別において洗浄粉砕は実施しなかった

※選別、粉砕、洗浄を実施している場合は○、していない場合は—で表記洗浄粉砕・脱水、風力選別を実施している場合は結果表記、していない場合は—で表記

出所：いその

一次選別品 A、C は洗浄粉碎後に風力選別、一次選別品 B は風力選別のみを実施した。B は加工しやすいサイズであり、表面付着物も他サンプルと比較して少なかったため洗浄粉碎は実施しなかったものの、押出加工性を更に高めるため、風力選別による異物除去を実施した。

二次選別品作製においては、まずはサンプルテストのため、一次選別品の全量は投入せず少量投入としている（A は洗浄粉碎・脱水投入時 5.12 kg、B は風力選別投入時 2kg、C は洗浄粉碎・脱水投入時 2 kg）。

二次選別品の分析及び評価（一次選別品との比較）を以下項目で実施した。

- ① 二次選別品の組成分析による異物量確認
- ② 二次選別品の押出加工性
- ③ 二次選別品のプレート作製及び作製品の外観評価
- ④ 二次選別品の物性測定結果
- ⑤ 二次選別品の SOC 測定

① 二次選別品の組成分析による異物量確認

ASR 試料の大きさ、比重選別結果、混入物、異物に関する確認結果を表 2-13 に示す。なお、二次選別品については、サンプルテストを目的としたハンドサンプルのため、均一混合作業を実施していない。

二次選別品の組成分析は、二次選別品のなかから A は 978g、B 及び C では 200g 前後のサンプルを抜き出し確認を行った。

B は一次選別品の異物量が少なく、二次選別品は一次選別品と同等の異物量だった。C は一次選別品、二次選別品ともに異物量が多い結果となった。D の二次選別品の評価は 2022 年度に実施する予定である。二次選別において、風力選別による木くずや不織布除去を目指したものの、期待した効果までは得られなかった。

表 2-13. 二次選別品の組成分析による異物量確認

ASR試料			A		B		C		D	
			一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品
サイズ※1			300mm程度	8～12mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度	8～15mm程度	8～12mm程度	8～15mm程度	2022 年度 評価 予定
均一混合作業時の 磁石付着物量	全体重量(kg)		粗粉碎でサイズが大 きく確認不可	ハンドサンプルの ため、均一混合 作業未実施	439kg	ハンドサンプルの ため、均一混合 作業未実施	500kg	ハンドサンプルの ため、均一混合 作業未実施	502kg	
	付着重量(kg) ※2				0.00kg		0.11kg		0.00kg	
	付着比率 (%)				0.00kg		0.02%		0.00kg	
水による 比重分離 (浮き品の 分類)	確認試料 の内容	確認全体重量 (g)	無し	978 g	1,000 g	200 g	1,004 g	202 g	974 g	
		水浮き品重量 (g) ※3		824 g	946 g	192 g	672 g	150 g	896 g	
		水浮き比率 (%)		84.25%	94.60%	96.00%	66.93%	74.26%	91.99%	
	水浮き品 の構成比 率 (%) ※3	PP (黒、グレー、 白系)	(61.0%) ※5	86.3%	87.8%	81.9%	83.1%	84.6%	83.6%	
		塗装付PP	(15.5%) ※5	6.9%	7.0%	14.0%	5.5%	5.5%	2.8%	
		PA系 ※4		0.0%	3.7%	3.3%	2.6%	0.0%	4.1%	
		ゴム系	(23.5%) ※5	0.0%	0.9%	0.7%	7.6%	7.4%	7.0%	
		その他		6.8%	0.6%	0.1%	1.2%	2.5%	2.5%	
	合計		(100.0%) ※5	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
PP以外の混入物等 (砂、木くず、シール、ゴム含む異樹脂 等)			粗粉碎のため 未確認	PS、PET、木くず	ABS、ウレタン、不 織布、PA	ABS、ウレタン、不 織布、PA	金属、ガラス、ゴム 系、PA、砂、ハーネ ス	ABS、ガラス、金属	ABS、PA、木くず	
評価	粉碎サイズ (加工しやすい大 きさ)	加工出来ない 大きさ	加工しやすい 大きさ	加工しやすい 大きさ	加工しやすい 大きさ	加工しやすい 大きさ	加工しやすい 大きさ	加工しやすい 大きさ		
	異物量(PP以外の混入物等)	異物多 (異物量23.5%)	異物少 (異物量6.8%)	異物少 (異物量 5.2%)	一次選別品と変 わらず異物少	異物多 (異物量 11.4%)	一次選別品と変 わらず異物多	異物多 (異物量 13.6%)	-	

一次選別品は※1：図2-1の[1]、※2：図2-1の[2]、※3：図2-1の[4]、二次選別品は※1：図2-1の[5]、※3：図2-1の[6]

※3：水浮き品の構成比率は、水浮き品重量 (g) から算出している。

※4：PA系には、PA単独や、PAとPEが層状になっている素材も含まれる。

※5：Aの一次選別品は粗粉碎でサイズが大きく、水による比重分離は未実施の状態で作成比率を出しているため()表記

出所:いその

② 二次選別品の押出加工性

押出加工性の評価結果を表 2-14 に示す。

二次選別品から押出加工を実施した。押出加工の押出条件として、シリンダー温度 C1～C4 及びダイス温度を 230℃と設定、メッシュは#40/#60/#40 とした。二次選別品を押出加工した際にメッシュに詰まる異物の確認を行った。

A の一次選別品は粗破碎 (形状 300mm程度) であり押出加工はできないことより、評価不可であった。そのため、機械設備メーカーで洗浄粉碎および風力選別を行い二次選別品を製造した。押出加工性としては、何度もストランド切れが発生し、異物によるメッシュ詰まりが早くベントアップしたため、#20/#20 メッシュに変更して実施した。変更後も加工状況に大きな変化はなかった。

B の一次選別品は押出加工性に関して問題はなかった。PP 純度を高めるため、機械設備メーカーで風力選別を行い二次選別品を製造したが、押出加工性に大きな変化は確認できなかった。

C の一次選別品は異物によるメッシュ詰まりが発生し、メッシュを#20/#20へと変更したがペレット加工まで至らなかった。またメッシュに付着した異物を確認したところ、砂が含まれていたため機械設備メーカーで洗浄粉碎を行い二次選別品を製造したが大きな効果は得られず、メッシュ詰まりが原因でペレット加工ができなかった。

D の一次選別品の押出加工性を確認したところ、メッシュに異樹脂や木くずの付着が確認されたため#20/#20メッシュに変更し、再度実施したが状況は変わらず加工ができなかった。そのため機械設備メーカーでの選別及び選別品評価を2022年度事業に実施する。

これまでの評価では、B の一次選別品及び二次選別品の押出加工性が高い結果となった。

押出加工ができなかったCとDにはゴム系の付着物が目立った。そのことから押出加工性に対してはゴム系の要因が大きいと推測される。それに加え、一次選別品及び二次選別品の各メッシュ付着物を比較した結果、共通してPAやPETもしくはPBTの付着があった。Aの二次選別品はゴム系の付着が確認できないなかで連続生産が出来なかったことからPAやPETもしくはPBTによる押出加工の影響もあると考えられる。

表 2-14. 二次選別品の押出加工性評価結果
(一次選別品は図 2-1 の【3】、二次選別品は【5】の結果)

ASR試料			A		B		C		D	
			一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品
押出作業	押出条件 (℃)	c1	230							
		c2	230							
		c3	230							
		c4	230							
		D	230							
		スクルー回転	64							
押出作業 での確認 内容	メッシュ	※粗粉碎のため、加工できず 評価不可	40/60/40 ↓ 20/20 ※目詰まりにより 変更	40/60/40	40/60/40	40/60/40 ↓ 20/20 ※目詰りにより 変更	40/60/40 ↓ 20/20 ※目詰りにより 変更	40/60/40 ↓ 20/20 ※目詰りにより 変更	2022 年度 評価 予定	
	メッシュ付着物		・PET、PA、砂、 木くず	・PBT、PA、綿、 砂	・PA、ウレタン、 PET	・PBT、ゴム系、 PA、砂	・PBT、ゴム系、 PA	・ゴム系、PA、 PET、砂、木くず		
	加工状況		・洗浄粉碎後も 異物によるスク リーンの詰りが発 生	・押出加工時、 スクリーンに異樹 脂は少量付着し たが、異樹脂等 の除去ができれば 問題は無いと 推定	・加工性に問題 なし	・押出加工時、 スクリーンにゴム 系やPBT、PA、 砂が多く付着して 生産ができない状況 が発生 ・ペレット加工ま で至らなかった	・洗浄粉碎実施 後も状態が変わ らず加工が困難 ・ペレット加工ま で至らなかった	・押出加工時、 スクリーンにゴム 系やPET、PA、 木くずが付着 ・ペレット加工ま で至らなかった		
	押出加工品外観									
評価（加工できるかどうか）		押出加工不可	押出加工可能 だが、連続生産 不可	押出加工可能	押出加工可能	押出加工不可	押出加工不可	押出加工不可	－	

出所: いその

③ 二次選別品のプレート作製及び作製品の外観評価

押出加工によるペレット化ができた A の二次選別品、B の一次選別品・二次選別品について、90mm×50mm 程度の平板プレートを作製し、目視による外観評価を実施した。評価結果を表 2-15 に示す。

A の二次選別品はプレート表面の凹凸、異物が多い結果となった。

B の一次選別品、二次選別品はともにプレート表面の凹凸、異物が確認されたが、ともにシルバーストリークの発生はなく良好であった。

表 2-15. 二次選別品のプレート外観評価結果
(一次選別品は図 2-1 の【3】、二次選別品は【5】の結果)

ASR試料			A		B		C		D	
			一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品
成型作業	成型温度 (℃)	c 1	220							
		c 2	220							
		ノズル	220							
成形品 (プレート) での 目視確認	曲げ等による層状剥離		無	無	無					
	プレート表面の凹凸、異物 等		多	表面に凹凸を 確認	表面に凹凸を 確認					
	シルバーの発生確認		無	無	無					
プレート外観			※ペレット加工で きず評価不可				※ペレット加工で きず評価不可	※ペレット加工で きず評価不可	※ペレット加工で きず評価不可	2022 年度評 価予定
				2次選別品A	1次選別品B	2次選別品B				
評価 (外観評価)			ペレット加工でき ず評価不可	表面の凹凸、 異物が多い	概ね良好	概ね良好	ペレット加工でき ず評価不可	ペレット加工でき ず評価不可	ペレット加工でき ず評価不可	

出所:いその

④ 二次選別品の物性測定結果

押出加工によるペレット化ができた A の二次選別品、B の一次選別品及び二次選別品についてのみ、試験片を作製し物性測定を行った。測定結果を表 2-16 に示す。

表 2-16.二次選別品物性測定結果
(一次選別品は図 2-1 の【3】、二次選別品は【5】の結果)

ASR試料				A		B		C		D	
試験項目	試験条件 (単位)		試験方法	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO 1133	※ペレット加工できず評価不可	4.93	10.7	11.3	※ペレット加工できず評価不可	※ペレット加工できず評価不可	※ペレット加工できず評価不可	2022年度評価予定
シャルピー衝撃強度	23℃、ノッチ付	KJ/m2	ISO 179-1		47	32	32				
引張降伏強度	—	MPa	ISO 527-1		18.9	19.3	19.2				
引張破壊ひずみ	—	%	ISO 527-1		19	27	26				
引張弾性率	—	MPa	ISO 527-1		1180	1250	1260				
曲げ強度	—	MPa	ISO 178		25.2	26.2	26.5				
曲げ弾性率	—	MPa	ISO 178		1180	1280	1290				
ロッキング硬度	Rスケール		ISO 2039-2		62	66	66				
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1		80	87	87				
比重	水中置換法		ISO 1183		0.97	0.97	0.97				
評価 (物性測定)				ペレット加工できず測定不可	物性測定済み	物性測定済み	物性測定済み	ペレット加工できず測定不可	ペレット加工できず測定不可	ペレット加工できず測定不可	

出所:いその

一次選別品と二次選別品の比較ができたのは B の ASR 試料のみであった。一次選別品と二次選別品で物性に大きな違いはなかった。

⑤ 二次選別品の SOC 測定

プレートを使用し、いその所有の蛍光 X 線装置にて測定できる SOC 関連の重金属測定を行った。測定結果を表 2-17 に示す。A の二次選別品、B の一次及び二次選別品ともに、カドミウム及び水銀は検出限界未満の濃度で、鉛、総臭素、総クロムは ELV 指令の閾値内であった。

表 2-17. SOC 評価結果
(一次選別品は図 2-1 の【3】、二次選別品は【5】の結果)

ASR試料		A		B		C		D	
		一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品
SOC分析 ppm (単位)	カドミウム	※ベレット加工で きず評価不可	ND	ND	ND	※ベレット加工で きず評価不可	※ベレット加工で きず評価不可	※ベレット加工で きず評価不可	2022年 度評価予 定
	鉛		5.2	8.4	10.8				
	水銀		ND	ND	ND				
	総臭素		9.6	30.3	28.2				
	総クロム		23.0	23.0	20.9				
評価 (SOC測定)		ベレット加工で きず測定不可	ELV指令の 閾値内	ELV指令の 閾値内	ELV指令の 閾値内	ベレット加工で きず測定不可	ベレット加工で きず測定不可	ベレット加工で きず測定不可	

※NDは放射性物質が全く存在しないことを意味するのではなく、検出限界未満の濃度であることを示している。

※分析機器の検出限界の目安はカドミウム：1ppm以下、水銀：0.1ppm以下である。

出所:いその

2.3. 評価試験結果のまとめ

一次選別品及び二次選別品の評価試験の結果を表 2-9 に示す。

B の ASR 試料は一次選別品及び二次選別品ともに他の ASR 試料と比較し、異物が少なく押出加工性に優れていた。次いで押出加工性が優れていたものは A の二次選別品である。B 及び A ともに押出加工で溶けずメッシュに詰まりやすいゴム系の混入が少なかった。これは一次選別での人力ピッキングによる手選別の効果であると推測される。

一方で一次選別品のうち加工出来なかったものに対しては、二次選別における更なる異物除去が必要な状況であった。今回の風力選別では押出加工性に影響の大きいゴム系や PA・PBT などの異物除去ができないため、動摩擦係数を利用してゴム系を除去する摩擦選別、色相や形状・赤外線などの識別による特定の対象物を選別する光学選別の実施など、他の複数の機械選別を組み合わせることによる品質向上への効果が期待できると考える。

表 2-18.一次選別品及び二次選別品の評価試験の結果一覧
(一次選別品は図 2-1 の【3】、二次選別品は【5】の結果)

ASR試料		A		B		C		D	
		一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品	一次選別品	二次選別品
ASR試料 の客観的 評価試験	粉碎サイズ (加工しやすい大 きさ)	加工できな い大きさ	加工しやす い大きさ	加工しやす い大きさ	加工しやす い大きさ	加工しやす い大きさ	加工しやす い大きさ	加工しやす い大きさ	2022年度 評価予定
	異物量	異物多 (異物量 23.5%)	異物少 (異物量 6.8%)	異物少 (異物量 5.2%)	一次選別品 と変わらず異 物少	異物多 (異物量 11.4%)	一次選別品 と変わらず異 物多	異物多 (異物量 13.6%)	
押出加工性評価試験		押出加工 不可	押出加工可 能だが、連 続生産不可	押出加工 可能	押出加工 可能	押出加工 不可	押出加工 不可	押出加工 不可	
プレート外観評価試験		ペレット加工 できず評価 不可	表面の 凹凸、 異物が多い	概ね良好	概ね良好	ペレット加工 できず評価 不可	ペレット加工 できず評価 不可	ペレット加工 できず評価 不可	
物性測定		ペレット加工 できず評価 不可	物性測定 済み	物性測定 済み	物性測定 済み	ペレット加工 できず評価 不可	ペレット加工 できず評価 不可	ペレット加工 できず評価 不可	
SOC測定		ペレット加工 できず評価 不可	ELV指令の 閾値内	ELV指令の 閾値内	ELV指令の 閾値内	ペレット加工 できず評価 不可	ペレット加工 できず評価 不可	ペレット加工 できず評価 不可	

出所：いその

2.4. 課題と解決方法

異物が混入している ASR 試料を活用して成型用の再生材を作製するには、押出加工性を確保することが重要である。そのためには押出加工性を妨げる異物を除去すること、除去しきれない異物が混入している材料であることを踏まえた押出加工方法や他原料を活用した材料配合設計が必要であると考ええる。

2021 年度事業において、①ASR 試料の組成分析による異物量確認、②押出加工性評価、③プレート外観評価、④物性測定、⑤SOC 測定を実施した。①及び②の結果から、異物を除去するための最適な選別方法の確立が課題として確認できた。現時点では、一次選別品においては人力ピッキングによる手選別品の押出加工性が高いことが確認されている。しかしながら、数量分母拡大に繋げることを考えた場合、手選別に頼らない一次選別品においても押出加工性の確保を目的とする二次選別としての機械選別を確立する必要がある。このことから 2022 年度事業では押出加工性に影響の大きいゴム系や PA・PBT などの異物除去のため、ゴム系を除去する摩擦選別を含めた機械選別に加えて色相や形状・赤外線などの識別により特定の対象物を選別し PP 純度を高める光学選別の実施、押出加工方法や他原料を活用した材料配合設計を確立し表 2-19 に示す目標を達成することで、ASR 試料から自動車部品で使用可能な材料への物性面を含めた作り込みを行い、作製した再生材にて成型品の評価も実施することで、ターゲット製品の確立を目指す。

そのほか、ASR 試料を品質ごとにランク付けするなど、各 ASR の状態に応じた利用方法を模索することで自動車向けだけでなく、それ以外の用途での活用の可能性もある。

表 2-19.2022 年度事業に向けた課題と解決方法及び最終目標

	課題	解決方法	目標
(1)	押出加工性確保に向けた異物(ゴムや PA、PBT、PET)の除去	・比重選別による PA や PET、PBT の除去 ・摩擦選別によるゴム系除去 ・光学選別による PP 純度向上	押出加工性の確保 安定した連続生産ができること
(2)	異物混入品であることを踏まえた材料活用方法の確立	・温度条件変更による異物のメッシュ詰まり緩和 ・材料配合設計による異物メッシュ詰まりの緩和と目標物性への調整	・押出加工性の確保(1 同様) ・要求物性への一般機械物性適合

出所：いその