2019 年度　自動車リサイクルの高度化等に資する
調査・研究・実証等に係る助成事業
精緻解体による高品位樹脂リサイクルスキーム
実証事業

最終報告書

2020 年 3 月 27 日

西日本オートリサイクル株式会社

担当者連絡先
担当者名：倉光紀一郎
部門：生産課
電話番号：093-752-5090
メールアドレス：warc-kura@warc.co.jp

はじめに

１．テーマ名　精緻解体による高品質樹脂リサイクルスキーム実証事業

２．実証事業期間　2018 年 7 月～2020 年 3 月　初年度：設備設置・事業スキーム構築、次年度：実証事業

３．実証事業体制　１）代表事業者　西日本オートリサイクル株式会社　（　代表取締役社長　髙野　博範　）

２）実証グループ　いその株式会社、吉川工業株式会社

３）アドバイザー　一般社団法人日本自動車工業会

４．実証事業の内容

現在 ASR（自動車破砕残渣）としてサーマルリサイクルとなっている樹脂（ﾎﾟﾘﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ樹脂：PP）を対象とし、車から車への質の高いリサイクルを目指した実証事業を行う。リサイクル材として具備すべき安定した「品質」・「コスト」・「量」の確保を目的に、以下の項目の実証を行う。　※アドバイザー：福岡大学　八尾滋教授

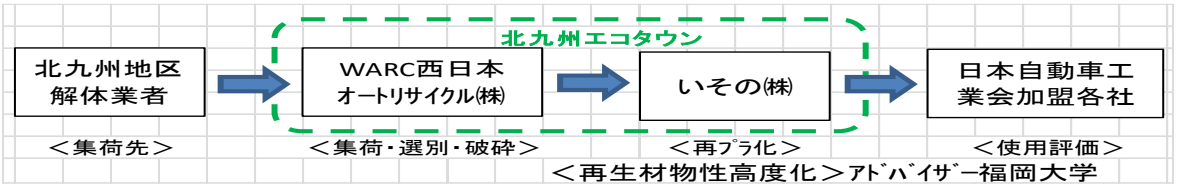
(1) 異材異樹脂混入（Deca-BDE 含む）を防止する精緻解体及び※樹脂再生時の品質安定化方法の確立

(2) 異材選別の生産性向上や北九州エコタウンを中核とする企業連携及び※樹脂押出法変更によるコスト削減

(3) 北九州地区での集荷スキーム構築による量の確保と事業性評価

(4) 自動車リサイクル材としての評価と使用方法の確立

【リサイクルスキーム】　対象樹脂／量：内装 PP、バンパー／26.6 ﾄﾝ/月



【期待効果】①近隣での集荷・リサイクル　樹脂押出法変更⇒　コスト低減

②精緻解体＋破砕・比重選別　樹脂押出法変更⇒　品質安定（Deca-BDE 等の異材異樹脂混入防止）

③地域連携集荷⇒　量の確保

【生産性の高い高品質 PP 作り込み技術】

工程 / 対象材	精緻解体	異材除去・破砕・選別		
	ELVから取外し	異材	手バラシ除去	破砕・粉砕後比重選別
内装PP	・ピラートリム	・吸音フェルト	○	
	・ドアトリム	・モケット	○	
	・リアトリム	・POMファスナー		○
	・コラムカバー	・ウェザーストリップ	○	
	・ステップカバー	・ネジ等金属類		○
バンパー	・フロントバンパー	・ゴム	○	
	・リアバンパー	・反射盤・グリル(ABS)	○	
	・サイドカバー	・ランプ(PC、PMMA)		○
		・ネジ等金属類		○

比重区分	ポリプロピレン樹脂		異材	
	樹脂表示材質	比重	名称	比重
0.9＜	PP	0.92	ゴム	0.92～1.2
	PP+E/P-T10	0.97		
	PP+E/P-T15	1.01		
	PP+E/P-T20	1.04	ABS	1.03
	PP+E/P-T25	1.06		
1.1＜			PMMA	1.18
			PC	1.2
			POM	1.42
			鉄	7.85

※H28 年度北九州市環境未来技術開発助成案件にて、上記法で異材異樹脂混入防止可能である事を確認済。

【設備仕様・投資額】　破砕・選別設備設置場所：西日本オートリサイクル株式会社（WARC）

設備	主仕様	投資額（万円）
ｸﾞﾗｲﾝﾀﾞｰ・金属検知器	異材除去・金属混入防止	21
ﾊﾞﾝﾊﾟｰ破砕粉砕機一式	45kw 破砕粉砕機、磁力選別機、洗浄脱水機等	2,493
内装 PP 破砕粉砕機一式	5.5kw 破砕機、15kw 粉砕機、磁力選別機、ﾌﾚｺﾝ回収 ST	1,848
ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾌｨ等	運搬・設置工事・試運転・設計費等	680
合計(税抜)		5,042

目 次

1. 助成事業の計画 1

1.1. 自動車リサイクル業界における事業の位置づけ・背景 1

1.2. 事業の実施内容 1

2. 助成事業の報告 7

2.1 助成事業実施結果 7

2.2. 設備導入内容及び稼働結果（バンパー粉砕屑洗浄水濾過装置製作） 39

2.3. 実施結果を踏まえた考察 43

3. 今後の実証事業実施における課題及び解決方法等 46

3.1. 現状の課題 46

3.2. 課題の解決方法 46

4. 事業化の計画 56

4.1. 想定する事業 56

5. 事業の評価 57

5.1. 採算性の評価 57

5.2. 有効性の評価 58

6. まとめと今後の課題 59

7. 参考文献 61

8. 所感 61

1.　助成事業の計画

1.1.　自動車リサイクル業界における事業の位置づけ・背景

使用済車（ELV）のリサイクル処理工程で発生する自動車破砕残渣（ASR）の削減は環境負荷低減に繋がる重要な課題である。国は、エコプレミアムカー制度（仮称）を通じたELV由来の再生樹脂の活用を推進するため、ASRから高度な選別技術導入による車への再生樹脂活用を狙ったリサイクルの高度化に取組んで来ている。自動車メーカーや部品メーカーが再生樹脂を原材料として活用するには、安定した品質・量と経済合理性も不可欠であるが、これを満足するスキームは確立されていない。そこで当該実証事業では、ASRを発生させない全部再資源化法の精緻解体段階で、再生樹脂材となるポリプロピレン樹脂（PP）製内外装部品を分別回収し、異材異樹脂等（Deca-BDE を含む）の混入が無く車の部品に再利用可能な高品質リサイクル樹脂の安定した生産スキーム構築を目的に実証事業を行う。尚、当該実証事業は、H28年度北九州市環境未来技術開発助成案件「エコタウン企業連携による廃車由来樹脂リサイクルスキーム実証研究」として先行して取組み、ELV由来の内装PP樹脂やバンパーから車用再生樹脂として使用可能との品質評価を得た事に基づいて実施するものである。

1.2.　事業の実施内容

1.2.1.　事業計画概要.

ELV由来の内装PP樹脂とバンパーを対象とし、高品質な再生樹脂を低コストで生産するために、手解体と破砕・選別機の好適な組合せプロセスの構築を図る。あわせて、量確保及びコスト低減のため、北九州地区近隣企業連携（北九州エコタウン企業連携含む）による対象材の量の確保と輸送コスト削減を狙ったスキームの実証事業を行う。当該実証事業にて生産した再生プラスチックの評価を実施するため、一般社団法人日本自動車工業会及び北九州エコタウン企業の樹脂再生メーカーであるいその㈱と連携した取組を実施する。また、樹脂再生時の品質安定化とコストダウンを狙った樹脂溶融加工条件・加工方法の改良による再生材物性高度化についても、福岡大学工学部化学システム工学科の助言の下に実施する。

（１）実証事業一貫評価スキーム

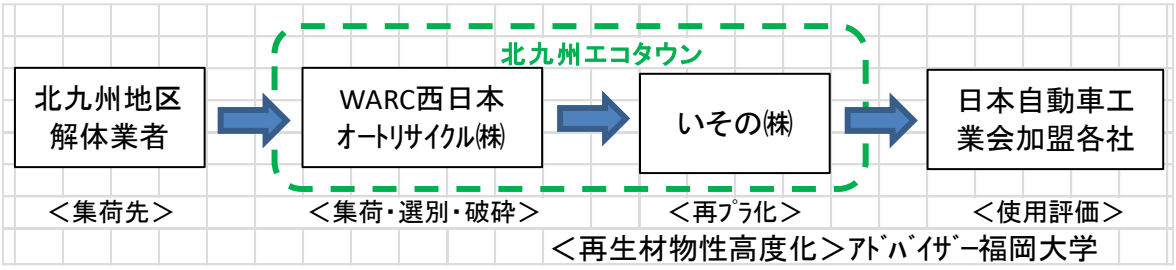


図 1-1　実証事業一貫評価スキーム

（２）高品質樹脂生産スキーム　（2018 年度　エコタウン内企業連携時）

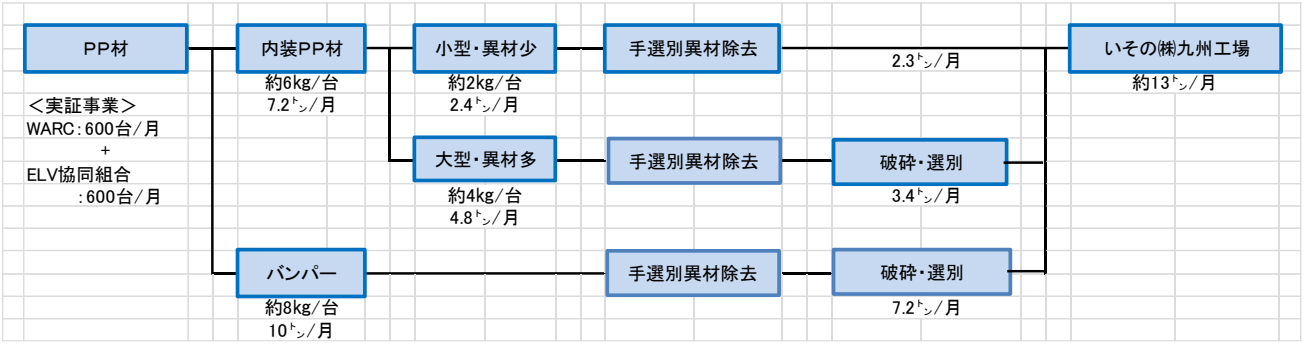


図 1-2　高品質樹脂生産スキーム

（３）検討課題

①異材混入（Deca-BDE 含む）を防止する精緻解体及び樹脂再生時の品質安定化法の確立

②異材選別の生産性向上や北九州エコタウンを中核とする企業連携及び
　樹脂溶融加工条件・加工方法の改良による再生材物性高度化及びコスト削減

③北九州地区での集荷スキーム構築による量の確保と事業性評価

④自動車リサイクル材としての評価と使用方法の確立

1.2.2.　事業の実施体制

（１）事業推進、経理：西日本オートリサイクル株式会社　（WARC）

（２）再プラスチック化のコストダウン及び品質評価：いその株式会社
（再生樹脂品質安定化と物性高度化によるコストダウンアドバイス：福岡大学工学部）

（３）設備設置・技術支援：吉川工業株式会社

（４）使用評価（アドバイザー）：一般社団法人日本自動車工業会

1.2.3.　設備導入内容　（2018 年度設備設置完了）

（１）処理対象量

表 1-1　処理対象量

単位:kg/月

		回収量	素材集荷量				処理歩留	成品量			
		原単位	北九州エコタウン			左記以外	選別・破砕	北九州エコタウン			左記以外
			WARC	ELV 協同組合		他地域	粉砕一貫	WARC	ELV 協同組合		他地域
		kg/台									
発生台数	（台/月）		600	600	1,200	700					
内装PP	小型	2	1,200	1,200	2,400	1,400	95.8%	1,150	1,150	2,299	1,341
	大型	4	2,400	2,400	4,800	2,800	70.5%	1,692	1,692	3,384	1,974
バンパー	研磨無し	8	4,800	4,800	9,600	5,600	75.3%	3,614	3,614	7,229	4,217
			8,400	8,400	16,800	9,800		6,456	6,456	12,912	7,532

26,600

（２）処理工程と処理能力

①処理工程

・内装 PP 樹脂

破砕　⇒　粉砕　⇒　磁選　⇒　梱包

・バンパー

破砕　⇒　粉砕　⇒　磁選　⇒　洗浄・脱水　⇒　梱包

②処理能力

26,600 kg/月÷（22 日/月×7.5Hr×稼働率 50%）＝322 kg/Hr　⇒　**400 kg/Hr**

（３）導入設備

表 1-2　導入設備及び費用

【設備費】

設備	基数	主な仕様	金額（万円）
グラインダー	3	異材除去用	3
金属探知機	3	異材検出用	18
バンパー用 破砕・粉砕機	1	KSB-700N日本シーム製 45kw	1,105
磁力選別機	2	ﾊﾞﾝﾊﾟｰ・内装PP各1基	600
搬送用 中寄ベルトコンベア	2	ﾊﾞﾝﾊﾟｰ・内装PP各1基	280
バンパー用 洗浄脱水機	1	CW-300日本シーム製 7.5/1.5kw	540
高圧ブロワー	2	CMB-3.7S　3.7kw ﾊﾞﾝﾊﾟｰ・内装PP各1基	116
タンク付フレコン 回収ST	2	ｻｲｸﾛﾝ・ﾌﾚｺﾝ架台 ﾊﾞﾝﾊﾟｰ・内装PP各1基	380
制御盤	2	自立簡易防塵型 ﾊﾞﾝﾊﾟｰ・内装PP各1基	310
内装PP投入用 ベルトコンベア	1	ベルト幅700㎜	230
内装PP用 破砕機	1	MS-1260日本シーム製 5.5kw	450
内装PP用 粉砕機	1	CS-54日本シーム製 15kw	330
運搬・工事・試運転 ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾌｨ等	一式		680
合　計（税抜）			5,042

【外注費】

パレット	12	バンパー用6基 内装PP用6基	417
作業用デッキ	1	バンパー投入用	50
合　計（税抜）			467

1.2.4.　2018 年度事業の実施スケジュール

表 1-3　2018 年度事業の実施スケジュール

作　業　項　目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	備　　考
①基礎調査 ・Deca-BDE 含有調査 ・回収材決定				○―――	―――	―――○	
②再生材物性高度化 ・押出成形機ｽｸﾘｭｰ製作・取付				○―――	―――	―――	
③設備仕様検討・発注				○―○			
④エコタウン連携スキーム構築						○―――	

作　業　項　目	10月	11月	12月	1月	2月	3月	備　　考
①基礎調査 ・Deca-BDE 含有調査(継続) ・サンプル回収＆分析	○―――	―――	―――	―――	―――	―――○	
②再生材物性高度化 ・押出成形機ｽｸﾘｭｰ製作・取付	―――	―――	―――○				
・押出成形・物性調査				○―――	―――	―――○	
③設備設置・立上げ			○―――	―――○			
④エコタウン連携スキーム構築	―――	―――	―――○				
⑤エコタウン内実証事業				○―――	―――	―――○	

1.2.5.　2019 年度事業の実施スケジュール

表 1-4 に実証スケジュールを示す。上期に実証事業を行い、下期に品質、コストに基づく事業性評価を実施する計画である。

表　1-4　2019 年度事業の実施スケジュール

作　業　項　目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	備　考
①　基礎調査（継続） ・Deca-BDE 含有調査	○	―	―	―	―	―	
②　再生材物性高度化（継続） ・基礎調査 ・実操業による確性	○	―	―	―	―	―	
③　エコタウン外実証スキーム構築	○	○					
④　エコタウン内外実証事業 ・実証事業 ・再生材の品質評価 ・事業性評価			○	―	○	―	
			実証事業				

作　業　項　目	10月	11月	12月	1月	2月	3月	備　考
①基礎調査（継続） ・Deca-BDE 含有調査	―	○					
②再生材物性高度化（継続） ・基礎調査 ・実操業による確性	―	○					
③エコタウン外実証スキーム構築							
④エコタウン内外実証事業 ・実証事業 ・再生材の品質評価 ・事業性評価	―	―	○	―	―	○	
	品質評価			事業性評価			

2.　助成事業の報告

2.1　助成事業実施結果

2.1.1.　【参考】2018 年度内装 PP 樹脂回収材中の Deca-BDE 含有調査

国内の自動車内装材の難燃化については、道路運送車両法の保安基準第 20 条第 4 項に難燃判定基準が示されている。そのため自動車の電装部品や内装材等には難燃剤が使用されて来ており、1990 年代初頭までは臭素系難燃剤（Deca-BDE）が用いられて来た。しかし、環境への配慮やダイオキシン発生防止のため、徐々に臭素系難燃剤の代替が進んでおり、2006 年以降国際的に臭素系難燃剤の段階的な廃止や使用停止に移行して来ている。一般社団法人日本自動車工業会の臭素系難燃剤の使用実態報告によれば、主な使用部位として①樹脂材料（主に電装部品）、②繊維（シート表皮、トリム等）、③ウレタン（シート）が上げられているが、回収対象とする内装 PP 樹脂への使用状況は明らかではない。従って、Deca-BDE を含まない回収材の決定に際し、臭素系難燃剤の含有有無の調査を実施した。

（１）調査対象

現在 ELV として入荷している車両実績を踏まえ、1990 年（H2 年）代以降に製造された車を対象とし、メーカー別・製造年・部位別に内装 PP 樹脂を回収した。

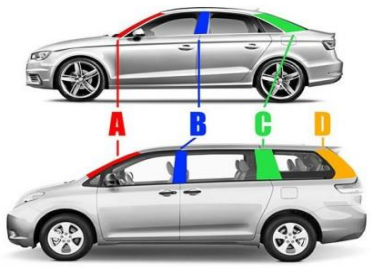
（２）回収対象　図 2-1 参照

①メーカー

トヨタ自動車株式会社（トヨタ）、ダイハツ工業株式会社（ダイハツ）、
日産自動車株式会社（ニッサン）、本田技研工業株式会社（ホンダ）、
スズキ株式会社（スズキ）、マツダ株式会社（マツダ）、株式会社 SUBARU（スバル）、
三菱自動車工業株式会社（ミツビシ）

②回収部位

A ピラー、B ピラー、リアトリム（C ピラー、D ピラー含む）、
インスツルメントパネル、スカッフプレート、ドアトリム



※Cピラー、Dピラー含めてリアトリムとする。

スカッフプレート

インスツルメントパネル

ドアトリム

図 2-1　内装 PP 樹脂回収部位

（３）Deca-BDE 含有調査方法

①定性分析

いその㈱稲沢事業所保有の蛍光 X 線分析計を使用し、臭素系成分の含有を確認した。

・測定分析装置：日立ハイテクサイエンス製 SEA1000AⅡ

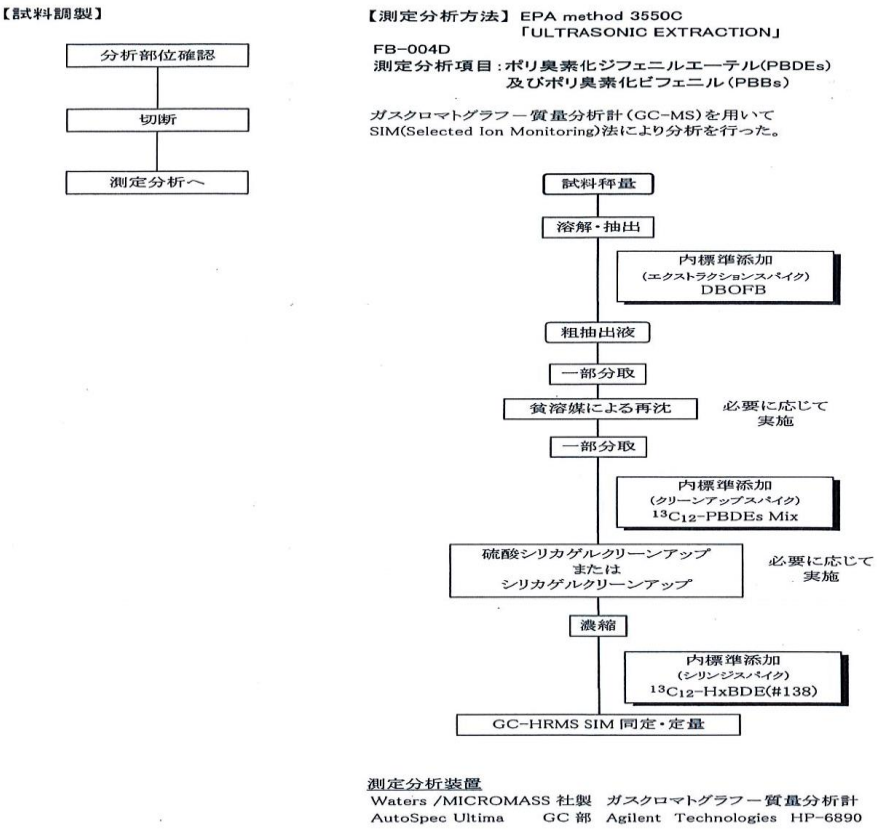
②特定臭素分析

上記定性分析にて臭素成分の含有が確認された部材を対象とし、特定臭素(PBB、PBDE、Deca-BDE）の含有有無の確認を以下に示す方法で実施した。

・測定機関：株式会社 UL 島津ラボラトリー

・測定分析装置：ガスクロマトグラフ質量分析計 Waters/MICROMASS 社製

・測定方法：EPA　method 3550C 「ULTRASONIC EXTRACTION」



（４）調査結果

①内装 PP 樹脂回収結果

当初計画した回収対象 137 型式に対し、実証事業期間中に入庫した 8 メーカー81 型式より分析用サンプルを回収した。

②定性分析実施結果

81 型式より回収した部材よりサンプルを採取し、487 件の検体について蛍光Ｘ線分析を実施した。その結果、23 検体に総臭素の含有が確認された。

③特定臭素分析実施状況

蛍光 X 線分析にて臭素の含有が検出された 23 検体について、特定臭素（PBB、PBDE、Deca-BDE）の含有有無の確認を実施した。その結果、いずれの特定臭素も定量下限値 5ppm 未満で検出されなかった。

2.1.2. 2019 年度内装 PP 樹脂回収材中の Deca-BDE 含有調査

2019 年度においても、前年度と同様の方法で継続して調査を実施した。

（１）調査結果

①内装 PP 樹脂回収結果

実証事業期間中に入庫した 8 メーカー18 型式より分析用サンプルを回収し、当初計画した 137 型式に対して前年度からの累計で 99 型式より分析用サンプルを回収した。残った 38 型式は、高年次車であったため期間中に入庫せず回収出来なかった。

②定性分析実施結果

18 型式より回収した部材よりサンプルを採取し、111 件の検体について蛍光 X 線分析を実施した。その結果、2 検体に総臭素の含有が確認された。

③特定臭素分析実施状況

蛍光 X 線分析にて臭素の含有が検出された 2 検体について、特定臭素（PBB、PBDE、Deca-BDE）の含有有無の確認を実施した。その結果を表 2-1 に示す。いずれの特定臭素も定量下限値 5ppm 未満で検出されなかった。

（２）2018 年度から 2019 年度の調査結果総括

99 型式より分析用サンプルを回収し、598 件の検体について蛍光 X 線分析を実施した結果、25 検体に総臭素の含有が確認された。その 25 検体についてガスクロマトグラフ質量分析計で特定臭素（PBB、PBDE、Deca-BDE）の含有を確認した結果、いずれの特定臭素も定量下限値 5ppm 未満で検出されなかった。以上より、定性分析で臭素が検出された内装 PP 樹脂はブラック、グレー、アイボリー色であることから、染料に含まれる臭素と推定され、回収対象とする内装 PP 樹脂には Deca-BDE が含まれる可能性は低いと考えられる。

表　2-1　2019 年度の内装 PP 樹脂の蛍光 X 線分析及び特定臭素分析結果

車種	車名	車台番号	年式		検体数	部品	色	蛍光X線測定結果					特定臭素測定結果		
								Cd	Pb	Hg	Br	Cr	PBB	PBDE	デカBDE
トヨタ	プリウス	NHW10-0004921	1998	H10	1	インスツルメントパネル	ｸﾞﾚｰ	4/10	0/4	0/5	12/20	11/20	BQL	BQL	BQL
					2	ドアトリム	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/11	2/4	0/7	0/18	0/20	–	–	–
					3	Aピラー	ｸﾞﾚｰ	0/10	0/4	0/8	0/20	0/20	–	–	–
					4	Bピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	1/5	0/8	0/18	2/19	–	–	–
					5	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/4	0/7	0/18	3/20	–	–	–
					6	リアトリム	ｸﾞﾚｰ	0/10	0/4	0/8	0/18	12/19	–	–	–
					7	スカッフプレート	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/4	0/8	0/16	6/20	–	–	–
	カローラ フィールダー	NZE121-3355180	2005	H17	8	インスツルメントパネル(クッション材)	ﾌﾞﾗｯｸ	2/10	0/8	0/11	0/19	53/23	–	–	–
					9	インスツルメントパネル(基材)	ﾌﾞﾗｯｸ	0/24	0/7	2/7	0/20	0/20	–	–	–
					10	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/0	3/4	0/6	0/14	84/20	–	–	–
					11	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/6	0/6	0/20	13/19	–	–	–
					12	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	0/10	0/16	0/11	–	–	–
					13	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/28	0/6	1/8	0/20	4/23	–	–	–
					14	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	9/20	1/4	0/11	0/20	0/20	–	–	–
	イスト	ZCP110-0003398	2008	H20	15	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/11	1/4	0/6	0/19	0/19	–	–	–
					16	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	2/10	0/3	0/5	0/15	7/16	–	–	–
					17	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	3/10	0/5	0/11	0/19	12/20	–	–	–
					18	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/9	0/17	0/11	–	–	–
					19	Cピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/12	0/18	0/13	–	–	–
					20	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/9	0/18	0/11	–	–	–
ニッサン	セレナ	GFC27-035322	2016	H28	21	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	1/4	0/17	0/20	–	–	–
					22	Aピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/7	0/20	0/10	–	–	–
					23	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/6	0/8	0/17	20/17	–	–	–
					24	Cピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	1/13	0/4	0/7	0/16	0/11	–	–	–
					25	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	3/4	0/6	0/17	0/11	–	–	–
ダイハツ	ミラ	L250S-1072743	2004	H16	26	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	4/10	0/4	0/7	0/19	0/15	–	–	–
					27	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	1/4	0/15	2/14	–	–	–
					28	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	2/3	0/7	0/19	0/14	–	–	–
					29	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/3	0/18	8/15	–	–	–
					30	Cピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/6	0/16	42/20	–	–	–
					31	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	1/10	0/3	0/5	0/18	15/15	–	–	–
スズキ	ワゴンR	MH34S-714757	2012	H24	32	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	0/4	0/19	0/11	–	–	–
					33	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	2/17	0/5	1/5	0/19	0/19	–	–	–
					34	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	4/4	0/4	0/19	28/20	–	–	–
					35	Bピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	1/13	1/3	0/5	0/19	29/20	–	–	–
					36	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/11	0/4	0/7	0/17	0/17	–	–	–
					37	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/15	0/20	0/18	–	–	–
ホンダ	オデッセイ	RA1-1237356	1997	H9	38	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	3/10	2/3	0/12	0/13	0/16	–	–	–
					39	ドアトリム	ｸﾞﾚｰ	0/10	0/5	0/9	0/20	10/20	–	–	–
					40	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/4	0/12	0/17	12/19	–	–	–
					41	Bピラー	ｸﾞﾚｰ	0/10	0/5	0/6	0/20	33/19	–	–	–
					42	Cピラー	ｸﾞﾚｰ	0/10	1/5	0/8	0/19	19/19	–	–	–
					43	スカッフプレート	ｸﾞﾚｰ	3/1	0/4	0/8	0/20	36/20	–	–	–
	バモス	HM1-2201655	2001	H13	44	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	1/10	0/3	0/5	0/19	0/12	–	–	–
					45	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/5	0/8	0/20	30/20	–	–	–
					46	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/11	0/5	0/9	0/20	0/20	–	–	–
					47	Bピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/5	0/9	0/17	4/19	–	–	–
					48	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	1/4	1/8	0/19	9/20	–	–	–
					49	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/7	0/17	16/19	–	–	–
	ステップワゴン	RG1-1068790	2006	H18	50	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/2	0/4	176/20	102/20	BQL	BQL	BQL
					51	ドアトリム	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/5	0/9	0/17	103/20	–	–	–
					52	Aピラー	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/5	0/6	0/19	88/20	–	–	–
					53	Bピラー	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/3	0/6	0/19	79/20	–	–	–
					54	Cピラー	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/5	0/8	0/19	80/19	–	–	–
					55	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｳﾝ	3/10	2/5	0/5	0/20	132/20	–	–	–
ミツビシ	コルドプラス	Z23W-0605873	2009	H21	56	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/9	0/14	0/13	–	–	–
					57	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	2/4	0/6	0/18	0/12	–	–	–
					58	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/5	0/7	0/18	31/20	–	–	–
					59	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	1/4	0/6	0/16	0/11	–	–	–
					60	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	0/5	0/17	0/11	–	–	–

車種	車名	車台番号	年式		検体数	部品	色	蛍光X線測定結果					特定臭素測定結果		
								Cd	Pb	Hg	Br	Cr	PBB	PBDE	デカBDE
マツダ	ファミリア	BJ5P-311909	2001	H13	61	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	1/5	0/5	0/20	0/20	-	-	-
					62	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/27	4/5	0/5	0/20	188/38	-	-	-
					63	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	2/4	0/5	0/18	124/20	-	-	-
					64	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	2/6	0/5	0/19	154/20	-	-	-
					65	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	3/10	2/4	0/5	0/18	62/20	-	-	-
					66	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	2/10	0/5	0/5	0/18	89/20	-	-	-
	デミオ	DW3W-702385	2001	H13	67	インスツルメントパネル	ｸﾞﾚｰ	0/13	0/5	0/7	0/20	0/37	-	-	-
					68	ドアトリム	ｸﾞﾚｰ	0/01	0/5	0/4	0/14	17/19	-	-	-
					69	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	3/10	1/5	0/7	0/20	9/20	-	-	-
					70	Bピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	3/4	0/5	0/17	41/20	-	-	-
					71	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	1/10	3/3	0/5	0/19	10/20	-	-	-
					72	スカッフプレート	ｸﾞﾚｰ	0/12	0/4	1/6	0/17	36/20	-	-	-
	アクセラ	BK5P-307437	2006	H18	73	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	2/10	0/5	0/5	0/19	0/14	-	-	-
					74	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	0/5	0/20	12/17	-	-	-
					75	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/4	1/4	0/19	4/18	-	-	-
					76	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	2/4	0/6	0/19	0/20	-	-	-
					77	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/4	0/5	0/18	8/18	-	-	-
					78	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	3/10	1/3	0/4	0/19	3/20	-	-	-
スバル	インプレッサ	GC6-010232	1994	H6	79	インスツルメントパネル(クッション材)	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/6	0/7	0/20	0/12	-	-	-
					80	インスツルメントパネル(基材)	ｸﾘｰﾑ	0/13	6/4	0/4	0/19	0/18	-	-	-
					81	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	0/10	0/16	0/20	-	-	-
					82	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	2/6	0/8	0/18	59/20	-	-	-
					83	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/11	0/4	0/6	0/18	6/20	-	-	-
					84	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/4	0/6	0/18	70/20	-	-	-
					85	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/12	0/3	0/8	0/19	0/10	-	-	-
	フォレスター	SG5-047967	2003	H15	86	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	3/5	0/10	0/20	135/20	-	-	-
					87	ドアトリム	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	2/7	0/11	0/19	158/20	-	-	-
					88	Aピラー	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/4	0/9	0/19	142/20	-	-	-
					89	Bピラー	ﾌﾞﾗｳﾝ	2/10	0/3	0/9	0/19	171/20	-	-	-
					90	Cピラー	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/4	0/7	0/17	168/20	-	-	-
					91	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｳﾝ	0/10	0/4	0/4	0/19	180/20	-	-	-
	インプレッサ	GD2-003445	2004	H16	92	インスツルメントパネル(クッション材)	ﾌﾞﾗｯｸ	0/12	0/4	0/9	0/17	0/17	-	-	-
					93	インスツルメントパネル(基材)	ﾌﾞﾗｯｸ	0/61	13/18	0/21	0/72	9/22	-	-	-
					94	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	2/11	0/18	0/20	-	-	-
					95	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	0/5	0/8	0/18	26/20	-	-	-
					96	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	1/10	0/4	0/8	0/18	8/20	-	-	-
					97	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	1/6	0/9	0/20	36/20	-	-	-
					98	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	2/27	1/5	0/6	0/20	15/20	-	-	-
	インプレッサ	GH2-028634	2009	H21	99	インスツルメントパネル	ﾌﾞﾗｯｸ	2/10	0/4	0/5	0/19	0/12	-	-	-
					100	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	10/11	0/3	0/5	0/17	3/11	-	-	-
					101	Aピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/10	2/4	0/8	0/19	18/20	-	-	-
					102	Bピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	0/18	0/3	0/5	0/20	3/20	-	-	-
					103	Cピラー	ｱｲﾎﾞﾘｰ	3/41	0/6	0/7	0/24	4/25	-	-	-
					104	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/5	0/5	0/19	1/11	-	-	-
	インプレッサ	GJ6-003032	2012	H24	105	インスツルメントパネル(クッション材)	ﾌﾞﾗｯｸ	3/9	0/6	0/10	0/20	2/20	-	-	-
					106	インスツルメントパネル(基材)	ﾌﾞﾗｯｸ	5/52	0/11	0/12	0/38	0/20	-	-	-
					107	ドアトリム	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/3	0/8	0/16	0/11	-	-	-
					108	Aピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	3/10	0/4	0/5	0/18	33/20	-	-	-
					109	Bピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	1/10	0/5	0/5	0/19	0/7	-	-	-
					110	Cピラー	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	0/4	0/4	0/15	11/19	-	-	-
					111	スカッフプレート	ﾌﾞﾗｯｸ	0/10	1/3	0/4	0/14	1/10	-	-	-

※BQL：Below Quantification Limit（定量下限値 5ppm 未満）

2.1.3. 再生材物性高度化

リサイクル樹脂はバージン材に比べて物性が低下しているため、車の部品として使用する際はバージン材の部分代替など使用方法が限定されている。また、物性値を満足させるため調整材や添加剤を必要とするためコストアップとなっている。これに対し、福岡大学工学部化学システム工学科の八尾滋教授の研究によれば、リサイクル材は押出時の成形条件を最適化すれば、引張伸び率などの物性値は調整材や添加剤を必要とせず、リサイクル樹脂そのものの機能自体がバージン材並みに回復するとの知見がある１)。当該実証事業

では、回収したリサイクル樹脂を対象として、溶融加工条件・加工方法の改良による再生材の物性高度化とそれによるコストダウン効果の実証を行った。

2.1.3.1. 【参考】2018 年度再生材物性高度化についての知見と試験結果

（１）再生材物性高度化についての知見

従来、廃棄プラスチックは化学劣化や異材混入によりマテリアルリサイクルによる物性の再生は不可能とされていた。これに対し、八尾滋教授の研究成果によれば、リサイクルプラスチックの物性低下原因は化学劣化ではなく物理劣化であり、成形履歴などによるタイモレキュール数の減少が主因と結論づけている。従って、成形法の最適化などにより物理再生が可能であり、ペレタイズ条件を最適化することにより PP 選別品ではほぼバージン材並みに力学的特性は改善されるとしている。再生材の物性を高度化するペレタイズ条件として以下が上げられている。

①押出機設定温度は高い方が良好に働く
②押出速度は遅い方が良好に働く
③樹脂だまりの設置は非常に安定的で良好な結果を導く
　樹脂を混練するバレル長さの 13%の樹脂だまりを確保した実験で良好な結果を得ている

（２）再生材物性高度化試験結果のまとめ

いその㈱稲沢工場の単軸及び 2 軸押出機で試験を実施した。第 1 回の試験では単軸押出機にバレル長さの 13%の樹脂だまりを設け、押出速度を変化させて物性の改善効果を確認したが、効果は認められなかった。次に、容器包装リサイクル材で物性改善効果が認められた同型の 2 軸押出機を用いて、バレル長さの 13%の樹脂だまりを設けて第 2 回の試験を実施したが、容器包装リサイクル材、PP/PE、PP+E/P-T20 いずれの材料においても顕著な物性改善効果は認められなかった。

（３）2019 年度の取組み

2 回の試験結果をもとに、樹脂だまりによる物性高度化の再現性の検証を 2019 年度も継続して実施することとした。せん断速度、熱、滞留時間、樹脂圧などの射出成形条件のどのファクターが物性向上に効くのかを見極め、事業化に向けた検討を進めることとした。

2.1.3.2.　2019 年福岡大学ラボ押出機による基礎調査（継続調査）

前年度いその㈱稲沢工場の単軸及び 2 軸押出機で実施した調査で、樹脂だまりによる物性改善効果が認められなかったことから、福岡大学保有のラボ押出機を使用して基礎的な調査を実施した。

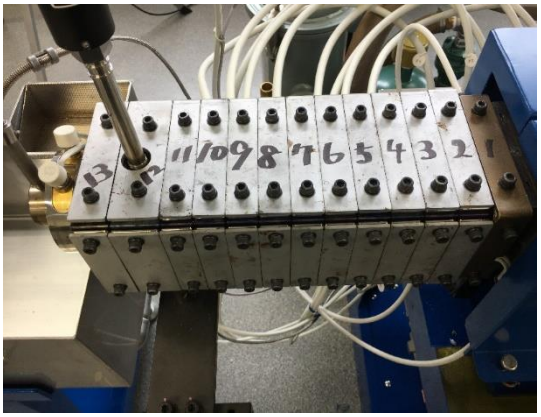
（１）福岡大学ラボ押出機主仕様

福岡大学ラボ押出機を図 2-2 に示す。設備の特徴として、樹脂だまりが 11 分割されており、長さを任意に選べる様になっている。樹脂だまり長さは最大 26 ㎜×11＝286 ㎜ま

で確保でき、その場合のバレル長さに対する割合は 18.3%となる。また、主仕様を表 2-2 に示す。

ラボ押出機全景

操業条件設定及び実績表示画面



樹脂だまり有り

26 ㎜×11=286 ㎜　バレル長さの 18.3%

樹脂だまり無し

26 ㎜×2=52 ㎜　バレル長さの 3.3%

図　2-2　福岡大学ラボ押出機

表　2-2　福岡大学ラボ押出機の主仕様

項目		仕様
押出量		5～10kg/Hr
スクリュー	回転方向	同方向時計方向
	噛合型	深溝（2 条ネジ）スクリュー噛合
	L/D	60
	回転数	Max.583rpm
バレル	全長	1,560 ㎜
	内径	26.0 ㎜
	外形	100×90 ㎜
	分割数	15
	フィードロ	2 箇所　φ45 ㎜
ダイ		φ4 ㎜×2 穴

（２）押出機主要構成比較

福岡大学ラボ押出機といその㈱稲沢工場の押出機の主要な構成比較を表 2-3 に示す。福岡大学ラボ機の方がバレル長さ L とスクリュー径 D の比 L/D と樹脂だまり長さℓの比 ℓ/L がいずれも大きい設備構成となっている。

表　2-3　押出機の主要構成比較

	メーカー	スクリュー構成	L/D	D スクリュー径（㎜）	L バレル長さ（㎜）	樹脂だまり		ブレーカープレート有無	平均吐出量（kg/Hr）
						長さℓ（㎜）	ℓ/L（%）		
福岡大学ラボ機	プラコー社	2 軸	60	26	1,560	286	18.3	有	5～10
いその㈱稲沢工場	フリージアマクロス㈱製 VSK-50	単軸	約 33	50	1,650	210	13	有	30
	東芝機械㈱製 TEM-35B	2 軸	約 31	37	1,142	150	13	有	10

（３）押出加工条件比較

福岡大学ラボ押出機といその㈱稲沢工場の押出機での押出加工条件を表 2-4 に示す。福岡大学ラボ押出機では、樹脂だまり有無でスクリュー回転数を 100/200rpm の 2 水準とし、樹脂溶解温度 200℃一定で行った。また、材料はバージン材（BC03BSW）、ELV から回

収した内装 PP 樹脂である PP/PE と PP+E/P-T20 を使用した。

表　2-4　押出加工条件の比較

	加工条件	樹脂だまり有無	スクリュー回転数	溶解温度	ペレット形状
福岡大学ラボ機	2 軸	有	100rpm 200rpm	200℃	一般的な形状*
		無			
いその㈱稲沢工場	単軸	有	70rpm 130rpm	230℃	一般的な形状*
		無			
	2 軸	有	165rpm		
		無			

*：一般的なペレットサイズ　長さ：2.5～3.5 mm　径：2.5～3.5 mmΦ

（４）物性測定結果

①バージン材（BC03BSW）

バージン材を各押出条件でペレットとして製造し、物性値を測定した結果を表 2-5 に示す。樹脂だまり有で引張破壊ひずみと曲げ弾性率に改善が認められた。一方、スクリュー回転数の影響は認められない。前年度に実施した、いその㈱稲沢工場の結果を振り返ると、2 軸押出機において、樹脂だまり有無に関わらず曲げ弾性率に改善が認められ、福岡大学ラボ押出機での値を上回っている事は注目すべきである。

表　2-5　バージン材（BC03BSW）の物性測定結果

試験項目	単位	いその㈱稲沢工場						福岡大学			
		単軸押出				2軸押出		2軸押出			
		だまり無		**だまり有**		だまり無	**だまり有**	だまり無	**だまり有**	だまり無	**だまり有**
		スクリュー回転 70rpm	スクリュー回転 130rpm	スクリュー回転 70rpm	スクリュー回転 130rpm	スクリュー回転 165rpm	スクリュー回転 165rpm	スクリュー回転 100rpm		スクリュー回転 200rpm	
メルトフローレート	g/10min	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.2	33.9	33.7	33.9	32.3
シャルピー衝撃強さ	KJ/m²	9.3	9.0	8.8	8.2	8.7	8.3	8.4	7.8	8.9	8.3
引張降伏強さ	MPa	24.7	24.4	24.7	24.6	24.9	25.0	25.2	25.0	25.2	25.1
引張破壊ひずみ	%	18	17	28	20	25	21	28	**36**	17	**34**
曲げ強さ	MPa	32.4	32.1	33.0	32.8	34.2	34.6	32.4	33.5	32.4	33.5
曲げ弾性率	MPa	1,270	1,260	1,290	1,290	**1,320**	**1,350**	1,200	**1,260**	1,190	**1,250**
ロックウェル硬さ		92	92	93	93	94	94	92	93	92	93
荷重たわみ温度	℃	97	99	98	98	96	95	95	93	95	92
比重		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

②ELV 回収 PP/PE

ELV から回収した PP/PE 材を各押出条件でペレットとして製造し、物性値を測定した結果を表 2-6 に示す。樹脂だまり有で引張破壊ひずみに改善が認められた。一方、スクリュー回転数については、回転数が大きい方が引張破壊ひずみが改善する傾向が認められた。曲げ弾性率については、バージン材と同様に、いその㈱稲沢工場の 2 軸押出機において、樹脂だまり有無に関わらず福岡大学ラボ押出機での値を上回る結果となっている。

表　2-6　ELV 回収 PP/PE の物性測定結果

試験項目	単位	いその㈱稲沢工場						福岡大学			
		単軸押出				2軸押出		2軸押出			
		だまり　無		だまり　有		だまり無	だまり有	だまり無	だまり有	だまり無	だまり有
		スクリュー回転 70rpm	スクリュー回転 130rpm	スクリュー回転 70rpm	スクリュー回転 130rpm	スクリュー回転 165rpm	スクリュー回転 165rpm	スクリュー回転 100rpm		スクリュー回転 200rpm	
メルトフローレート	g/10min	32	31	32	31	31.0	31.4	32.9	32.6	33.2	32.8
シャルピー衝撃強さ	KJ/m^2	11.0	12.0	11.0	12.0	11.9	11.2	11.5	10.7	11.4	10.6
引張降伏強さ	MPa	22.6	22.6	22.6	22.6	23.5	23.2	22.5	22.4	22.6	22.4
引張破壊ひずみ	%	47	40	37	35	28	22	33	47	32	61
曲げ強さ	MPa	28.5	28.5	28.7	28.7	32.7	33.1	29.1	29.7	29.4	30.0
曲げ弾性率	MPa	1,120	1,140	1,120	1,140	1,273	1,273	1,060	1,100	1,100	1,090
ロックウェル硬さ		86	85	85	86	88	87	84	85	85	85
荷重たわみ温度	℃	89	88	89	89	86	86	88	88	89	89
比重		0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

③ELV 回収 PP+E/P-T20

ELV から回収した PP+E/P-T20 材を各押出条件でペレットとして製造し、物性値を測定した結果を表 2-7 に示す。樹脂だまり有でスクリュー回転数が大きい場合に引張破壊ひずみに改善が認められた。同様の傾向はいその㈱稲沢工場の 2 軸押出機においても認められる。また、曲げ弾性率については、バージン材や PP/PE と同様に、いその㈱稲沢工場の 2 軸押出機で最も改善されることが確認された。

表　2-7　ELV 回収 PP+E/P-T20 の物性測定結果

試験項目	単位	いその㈱稲沢工場						福岡大学			
		単軸押出				2軸押出		2軸押出			
		だまり　無		だまり　有		だまり無	だまり有	だまり無	だまり有	だまり無	だまり有
		スクリュー回転 70rpm	スクリュー回転 130rpm	スクリュー回転 70rpm	スクリュー回転 130rpm	スクリュー回転 165rpm	スクリュー回転 165rpm	スクリュー回転 100rpm		スクリュー回転 200rpm	
メルトフローレート	g/10min	27	28	28	28	28.2	28.4	28.7	27.9	28.4	28.1
シャルピー衝撃強さ	KJ/m^2	16.0	17.0	14.0	16.0	13.5	12.7	14.0	14.0	13.0	14.0
引張降伏強さ	MPa	21.7	21.8	21.9	21.6	23.0	23.0	22.3	22.3	22.1	22.4
引張破壊ひずみ	%	36	30	28	25	29	40	51	26	32	65
曲げ強さ	MPa	31.4	31.5	31.3	31.3	36.4	36.5	32.8	32.8	32.9	33.2
曲げ弾性率	MPa	2,180	2,230	2,180	2,200	2,590	2,624	2,330	2,270	2,290	2,280
ロックウェル硬さ		73	73	74	73	79	79	75	77	75	78
荷重たわみ温度	℃	114	114	114	115	112	113	116	116	117	116
比重		1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.04

（５）再生材物性高度化押出条件基礎調査結果

いその㈱稲沢工場の単軸及び 2 軸押出機においては、スクリュー回転数及び樹脂だまり有無について引張破壊ひずみへの効果は確認できなかったが、曲げ弾性率についてはいずれの材料とも値の改善が認められた。一方、福岡大学ラボ押出機では、バージン材では引張破壊ひずみと曲げ弾性率の両方に改善が確認されたが、PP/PE と PP+E/P-T20 については引張破壊ひずみのみに改善が認められ、しかもスクリュー回転数が大きい方が効果が大きい結果となった。一連の試験結果に基づき、樹脂だまりによる物性改善効果と影

響要因を表 2-8 に整理した。福岡大学の八尾教授等の研究によれば、結晶ラメラ間のアモルファス層の長さによるタイ分子の出来やすさが樹脂の伸びに影響するとする図 2-3 に示す報告 2）がある。この知見に基づくと、今回の結果は、押出加工条件によって結晶ラメラ間距離とタイ分子生成度合いが変化し、物性に影響していると考えられる。従って、引張破壊ひずみや曲げ弾性率に認められたスクリュー回転数や滞留時間依存性は、L/D やスクリュー構成及び樹脂だまり長さ等のいその㈱稲沢工場の 2 軸押出機と福岡大学ラボ押出機の設備仕様効果と考えられ、今後押出機のスクリュー構成と樹脂だまりでの滞留時間依存性等について調査検討が必要である。今回の押出試験に使用した、いその㈱稲沢工場と福岡大学の 2 軸押出機のスクリュー構成の比較を図 2-4 に示す。両機を比較すると、福岡大学のラボ押出機の方が、長さが 1,560 ㎜と長い上に混錬が 21 段と多くなっている。一方、いその㈱稲沢工場の 2 軸押出機の長さは 1,142 ㎜と短く、混錬も 11 段と少なくなっている。従って、リサイクルプラスチックの高性能化にバレル長さ及び混錬部の位置と樹脂だまり長さがどのように関係しているのかを確認することが課題として残った。

表　2-8　樹脂だまりによる物性改善効果と影響要因

影響要因	樹脂だまりによる物性改善効果
スクリュー構成	単軸　＜　2 軸
L/D	小　＜　大
樹脂だまり長さ	13%　＜　18%
スクリュー回転数	遅い　＜　早い

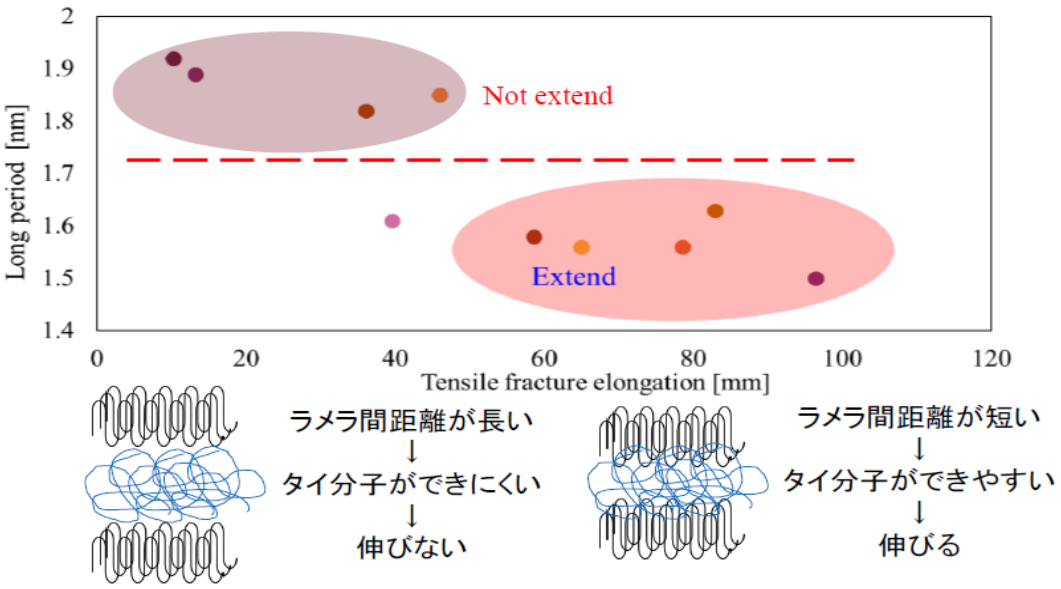


図　2-3　結晶ラメラ間のアモルファス層と伸びの関係

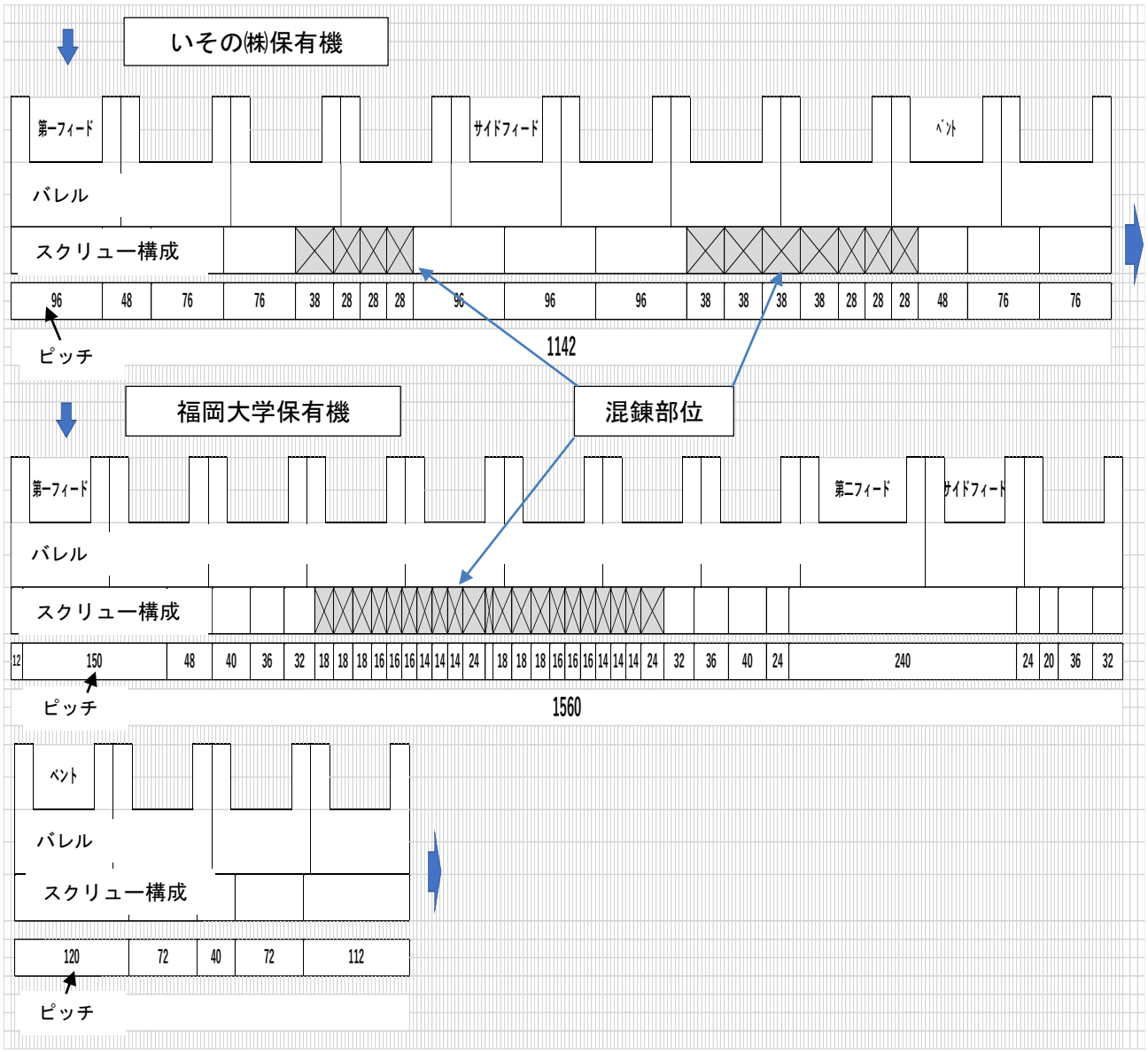


図　2-4　いその㈱稲沢工場と福岡大学の 2 軸押出機のスクリュー構成の比較

2.1.4.　実証事業実施結果

2.1.4.1.　プロパー操業時の品質評価と品質向上対策

2018 年度にバンパー処理設備と内装 PP 樹脂処理設備を設置完了し、当該設備で生産した ELV 由来の内装 PP 樹脂とバンパーの初期流動材の品質評価が良好であったことから、2019 年 1 月より開始したプロパー操業を継続した。両材料の品質評価とバンパーの品質向上対策を以下に示す。

（１）バンパーの品質評価と品質向上対策

①バンパーの品質評価

ARC 内と WARC 外から回収したバンパー毎に品質評価を実施した結果を表 2−9 に示す。金属等の樹脂以外の異物に関しては混入も無く良好な品質と評価された。また、WARC 外から集荷した材料を分別して品質評価を行ったが遜色のない品質評価となった。再生原料の材料性状に関しては、一般的なバンパーの物性に類似しているとの評価である。

表　2-9　回収塗装付バンパーの品質評価結果

試験項目	試験条件	単位	試験方法	集荷先／いそのＮｏ．／撹拌数量kg			
				WARC			WARC外
				ＫＰ5537	ＫＰ5563	ＫＰ5564	ＫＰ5565
				569kg	2,631kg	2,442kg	1,531kg
メルトフローレート	230℃、21Ｎ	g/10min	ISO 1133	30.1	28.2	26.8	31.9
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	KJ/m^2	ISO 179-1	24	26	20	21
	-30℃、ノッチ付	KJ/m^2	ISO 179-1	4.8			4.5
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	18.1	17.8	17.9	17.6
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	27	36	70	61
曲げ強さ	速度2mm/min	MPa	ISO 178	25	25	24	25
曲げ弾性率	速度2mm/min	MPa	ISO 178	1,460	1,580	1,410	1,580
ロックウェル硬さ	Ｒスケール		ISO 2039-2	57	59	56	53
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	96	99	93	100
比重	水中置換法		ISO 1183	0.99	1.00	0.98	1.01
蛍光Ｘ線		ppm	Cd	0/19	0/18	0/18	0/18
			Pb	1/5	0/5	0/7	1/4
			Hg	0/4	0/8	0/7	1/6
			Br（総臭素）	0/23	4/19	0/27	6/22
			Cr（総クロム）	0/19	0/16	0/17	0/19
評価				○	○	○	○

②品質向上対策

バンパーは、異材を除去後 12 ㎜アンダーにダイレクト粉砕されるため、異材を見落とすと金属系異材は金属検出機で検出されるものの、異材が小さく除去が不十分で異材混入を起こす可能性があった。また、混入した異材を除去する時間が必要となり、生産性の低下を招いていた。

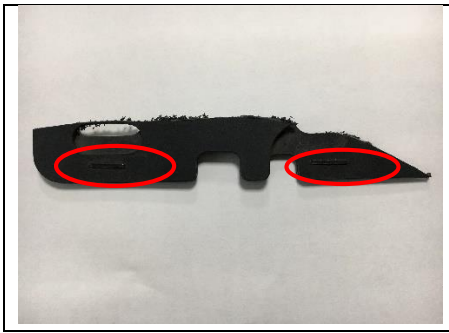
・プロパー化後見つかった異材

見つかった異材を以下の写真に示す。損傷したバンパーを補修するために、アルミ製や鉄製の電熱線、針金、メッシュが使用されパテで上塗りされているものである。メッシュには樹脂製のものもあった。電熱線についてはバンパーに埋め込まれているため見落とす可能性が高く、注意が必要である。また、バンパー裏側の PP 板にアルミ製のホッチキス針で PP 板が取り付けられているものもあった。

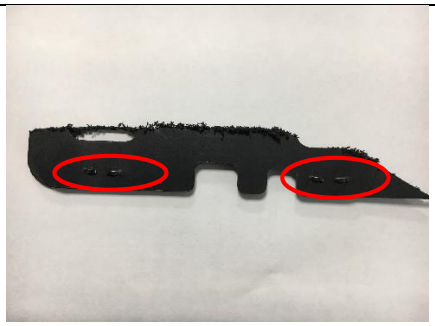
補修用電熱線
アルミ製、鉄製

アルミ製針金

メッシュ
アルミ製、鉄製、樹脂製



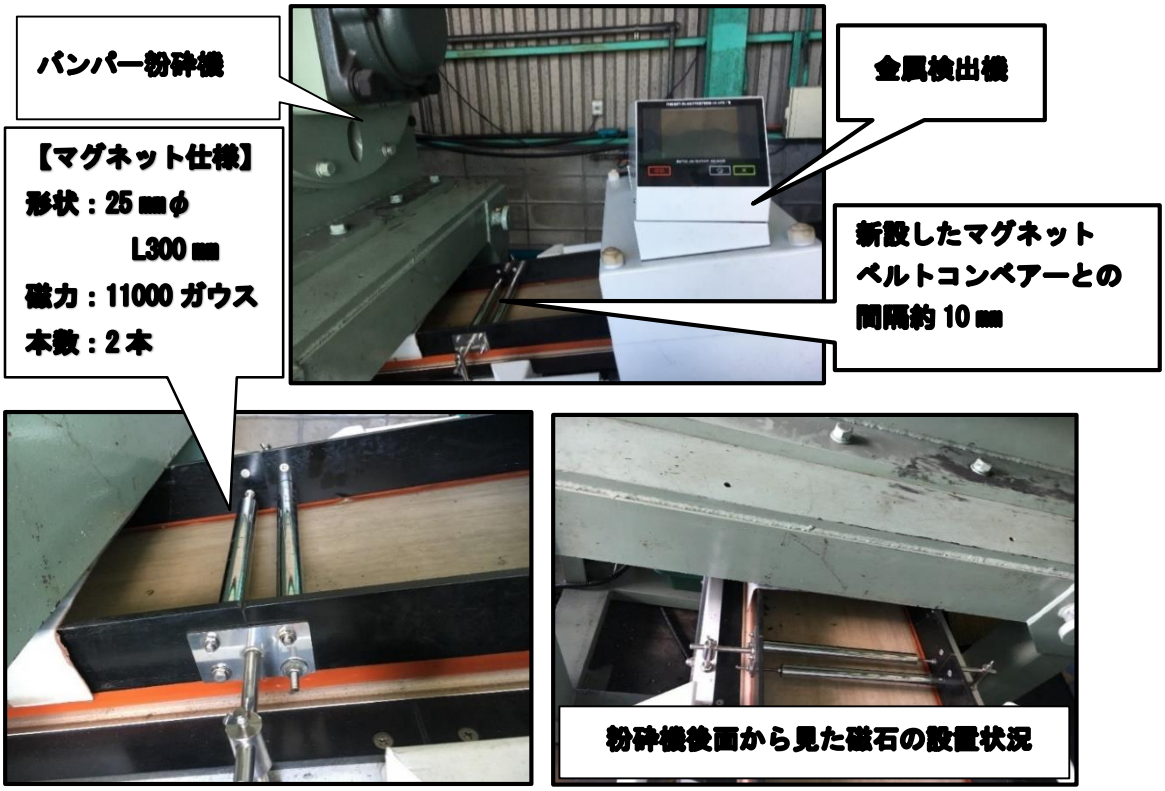
アルミ製ホッチキス針（表）



アルミ製ホッチキス針（裏）

・鉄製異材混入防止対策

金属検出機が鉄製異材の混入を検出すると、生産が止まり異材を除去する時間が発生し生産性が低下すると共に、完全に取り除けなかった場合には異材混入の可能性を生じていた。その対策として、粉砕機後面と金属検出機の間のベルトコンベア上に磁石を設置し、金属検出機前で鉄製異材を取除く対策を実施した。磁石は、25 ㎜φ×L300 ㎜×2 本、磁力は 11,000 ガウスで、ベルトコンベア上約 10 ㎜の位置に 2 本設置した。設置状況を以下の写真に示す。



磁石を設置後、鉄製異材は金属検出機前で除去されることにより異材除去作業が少なくなり、品質と生産性の向上が図られた。生産性については、対策前は異材除去作業により低下していたが、対策後 151.5 kg/Hr を安定して維持できるように改善された。磁石で除去された代表的な鉄製異材の写真を以下に示す。

ボルトの破片　　薄板の破片

・アルミ製異材混入防止対策

アルミ製異材は磁石では除去できないため、金属検出機で検出して混入材を除去する必要がある。混入するアルミ製異材の形状は、電熱線、針金、メッシュ状の線形の物が多いため、操業で回収された物を使用して金属検出機の感度調整を実施した。表 2-10 にアルミ製異材に対応した感度設定値を変更前後で記載した。長さ 15 ㎜×径 1 ㎜φのアルミ製異材を検出可能とする事により、アルミ製異材の混入防止を図ることが出来た。

表　2-10　アルミ製異材感度設定

設定項目			設定変更前	設定変更後
感度設定	検出レベル設定電圧		3Ｖ	3V
	検出サイズ/検出電圧	Fe	3.5㎜φ/6.1Ｖ	1.5mmφ/3.33V
		SUS	4.0㎜φ/4.0Ｖ	2.0mmφ/6.74V
		Al	未設定	Ｌ15㎜×1㎜φ/3.3V
ベルトコンベア速度			20m/分	20m/分

（２）内装 PP 樹脂の品質評価

WARC 内と WARC 外から回収した内装 PP 樹脂毎に品質評価を実施した結果を表 2-11 に示す。いずれの材料とも、金属及びシール等の異材が非常に少なく、物性についても非常に良好であると評価された。

表　2-11　回収内装 PP 樹脂の品質評価結果

試験項目	試験条件	単位	試験方法	集荷先／　いそのＮｏ．／撹拌数量kg				
				WARC				
				ＫＰ5253	ＫＰ5310	ＫＰ5388	ＫＰ5389	ＫＰ5474
				354kg	1,673kg	1,295kg	1,257kg	490kg
メルトフローレート	230℃、21Ｎ	g/10min	ISO 1133	**33.2**	**32.0**	**35.0**	**33.4**	**34.2**
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	KJ/m^2	ISO 179-1	**9**	**－**	**9**	**9**	**7**
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	**23.2**	**－**	**23.4**	**23.2**	**22.9**
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	**24**	**－**	**54**	**38**	**34**
曲げ強さ	速度2mm/min	MPa	ISO 178	**33**	**－**	**34.2**	**33.7**	**32.5**
曲げ弾性率	速度2mm/min	MPa	ISO 178	**1,490**	**－**	**1,520**	**1,460**	**1,460**
ロックウェル硬さ	Ｒスケール		ISO 2039-2	**89**	**88**	**87**	**87**	**89**
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	**98**	**－**	**98**	**98**	**100**
比重	水中置換法		ISO 1183	**0.94**	**0.93**	**0.93**	**0.93**	**0.94**
蛍光Ｘ線		ppm	Cd	**4/18**	**1/17**	**0/20**	**0/18**	**0/19**
			Pb	**0/5**	**0/4**	**3/5**	**1/4**	**2/5**
			Hg	**0/9**	**1/9**	**0/8**	**1/8**	**0/8**
			Br（総臭素）	**0/26**	**24/34**	**17/26**	**0/22**	**0/18**
			Cr（総クロム）	**15/26**	**18/24**	**24/24**	**13/22**	**15/23**
評価				○	○	○	○	○

試験項目	試験条件	単位	試験方法	集荷先／　いそのＮｏ．／攪拌数量kg				
				WARC				WARC外
				ＫＰ5475	ＫＰ5476	ＫＰ5495	ＫＰ5517	ＫＰ5528
				566kg	513kg	1,256kg	1,374kg	981kg
メルトフローレート	230℃、21Ｎ	g/10min	ISO 1133	35.6	35.6	33.5	33.5	33.0
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	KJ/m^2	ISO 179-1	9	9	9	9.2	10.9
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	23.6	23.4	23.6	24.0	22.5
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	30	70	29	22	35
曲げ強さ	速度2mm/min	MPa	ISO 178	33.4	32.6	33.7	33.5	30.5
曲げ弾性率	速度2mm/min	MPa	ISO 178	1,540	1,400	1,520	1,446	1,256
ロックウェル硬さ	Ｒスケール		ISO 2039-2	88	87	87	88	85
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	104	102	101	100	94
比重	水中置換法		ISO 1183	0.94	0.93	0.94	0.93	0.92
蛍光Ｘ線		ppm	Cd	0/16	0/17	0/17	0/19	4/18
			Pb	0/4	1/5	1/5	3/4	0/6
			Hg	0/8	0/8	0/8	0/7	0/7
			Br（総臭素）	0/22	0/25	0/23	0/22	0/17
			Cr（総クロム）	7/26	1/24	22/25	10/24	14/27
評価				○	○	○	○	○

試験項目	試験条件	単位	試験方法	集荷先／　いそのＮｏ．／攪拌数量kg				
				WARC外	WARC			
				ＫＰ5529	ＫＰ5559	ＫＰ5560		
				943kg	877kg	1,471kg		
メルトフローレート	230℃、21Ｎ	g/10min	ISO 1133	33.7	32.4	32.4		
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	KJ/m^2	ISO 179-1	10.6	10.6	9.6		
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	23.0	23.0	23.2		
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	34	27	29		
曲げ強さ	速度2mm/min	MPa	ISO 178	31.8	32.3	33.4		
曲げ弾性率	速度2mm/min	MPa	ISO 178	1,316	1,442	1,543		
ロックウェル硬さ	Ｒスケール		ISO 2039-2	86	86	87		
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	93	101	101		
比重	水中置換法		ISO 1183	0.92	0.93	0.94		
蛍光Ｘ線		ppm	Cd	2/18	0/17	0/16		
			Pb	0/4	2/5	0/5		
			Hg	0/8	0/8	0/8		
			Br（総臭素）	0/28	0/28	16/23		
			Cr（総クロム）	24/24	14/24	16/22		
評価				○	○	○		

（３）いその㈱での自動車用部品材料としての再生材の品質評価

内装材及びバンパー材についての評価として、いその㈱社内基準に基づき一般物性及び蛍光Ｘ線分析による環境負荷物質調査及び赤外分光光度計（FTIR）による異物混入確認（異樹脂・金属など）、試験片による外観確認など最終製品に使用できる原料かどうか評価した。内装材については、物性、環境負荷物質、外観などから非常に高品質な原料であり、特に自動車部品用原料としても使用できることが確認できた。また、バンパー材については、特にパテ、金属類の混入が懸念されたが問題ない状態であった。但し、バンパー材は塗装片が残ってしまうことから外観不良となる恐れがあるため、自動車部品用原料としてはアンダー部分の目に付きにくいパーツなど、必然と最終製品にも制限がかかる可能性が非常に高いと思われる。総じて、本実証活動で実施してきた解体方法、粉砕機仕様に関しては、自動車部品用材料に資する品質作り込みに非常に効果があったと評価された。

2.1.4.2.　エコタウン内外実証スキーム構築と操業実績

（１）集荷スキーム構築

北九州エコタウン内外での内装 PP 樹脂とバンパーの処理フローを図 2-5 に示す。エコタウン外からは、北九州市内の整備工場や市外で福岡県内の板金工場とのスキームを構築して集荷を行った。集荷の際は集荷効率を高めるため、車の集荷や販売パーツ輸送作業と兼ねて実施した。市外からについては、発生元から当社近郊への別件の輸送便を活用した持込みを依頼した。集荷先の主体はエコタウン内の解体業者であることから、材料の集荷から異材選別・粉砕処理及び製品納入の一貫工程が輸送効率の高いスキームとして構築されている。

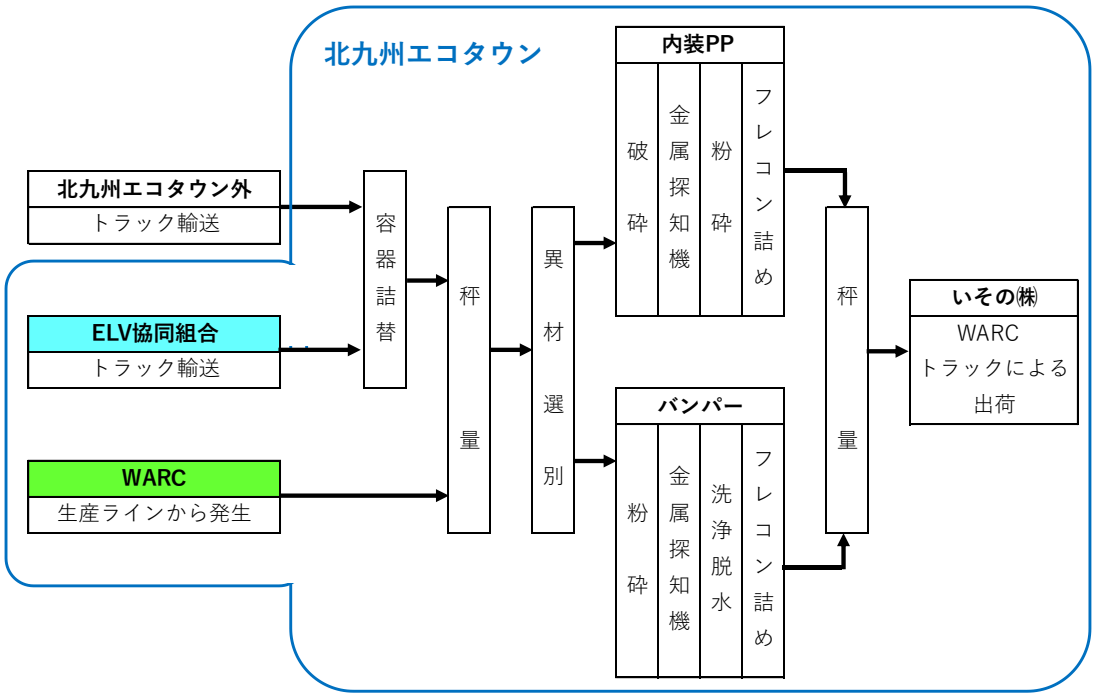


図　2-5　内装 PP 樹脂、バンパー処理作業フロー

（２）集荷実績

①バンパー集荷実績

2019 年 1 月からのプロパー操業で、集荷目標を WARC で 3,300 kg/月、ELV 協同組合+エコタウン外で 3,300 kg/月の合計 6,600 kg/月とした。この目標は、WARC での全部再資源化法の特徴を活かした事前取外し回収実績 5 kg/台に基づき、エコタウン内の ELV 協同組合の処理台数を考慮して設定した。集荷実績を図 2-6 に示す。WARC での集荷量は、8 月からの車の集荷台数減少により目標を下回ったが、ほぼ目標通りの集荷が出来ている。一方、シュレッダー解体法を主体とするエコタウン内の ELV 協同組合からは、6 月に 2,520 kg/月を達成したものの、目標を達成するに至っていない。これは、解体方法の違いによりバンパーの事前取外しを全て行っていないことと、2/四半期に入って入荷台数が減少したためと考えられる。エコタウン外からの集荷はほとんどが市内若松区の整備会社からの集荷で、自動車メーカーが既に実施している回収スキーム対象以外のバンパーのみの集荷となっているため少量に留まっている。

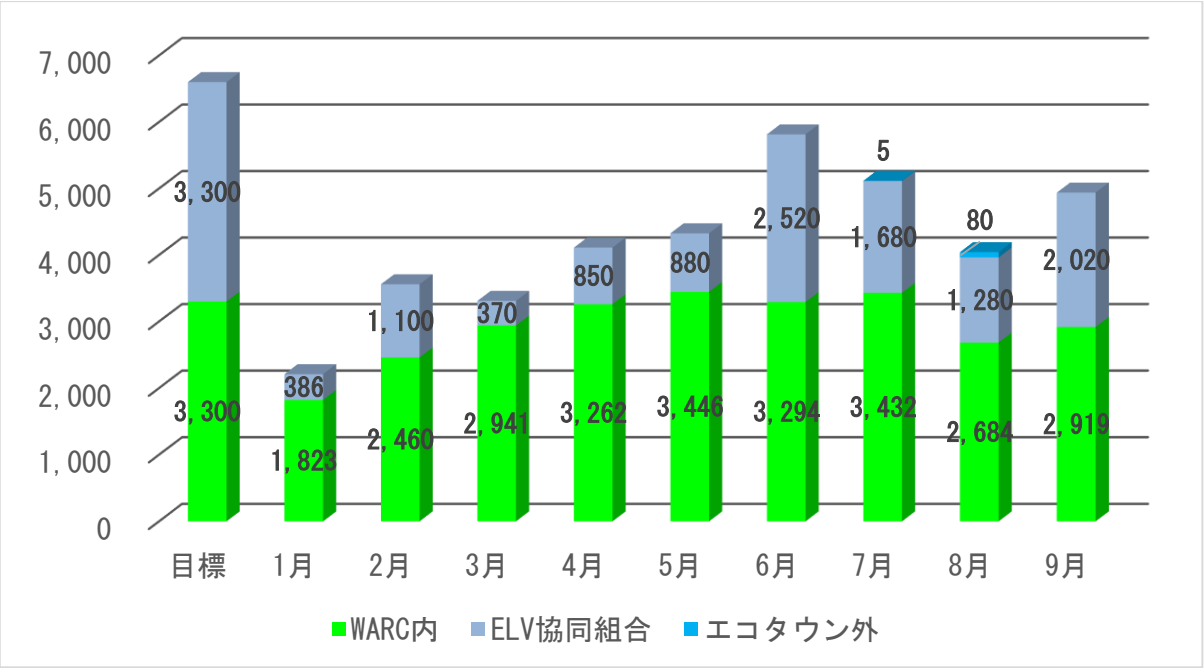


図　2-6　バンパー集荷実績（kg/月）

②内装 PP 樹脂の集荷実績

内装 PP 樹脂についても、集荷目標を WARC で 3,300 kg/月、ELV 協同組合+エコタウン外で 3,300 kg/月の合計 6,600 kg/月とした。この目標はバンパーの場合と同様の考え方で、WARC での回収実績 5 kg/台に基づきエコタウン内の ELV 協同組合の処理台数を考慮して設定した。集荷実績を図 2-7 に示す。WARC 内での集荷量は、入荷台数が減少した 8, 9 月を除いてほぼ目標を達成している。一方、ELV 協同組合及びエコタウン外からの集荷量は目標を達成していない。これは、WARC 以外で主流となっているシュレッダー向けの解体や整備会社での作業では、内装 PP 樹脂を取外す作業は行わないためである。したがって、内装 PP 樹脂を回収するためには、取外し作業に対するインセンティブを与える制度の構築が必要である。

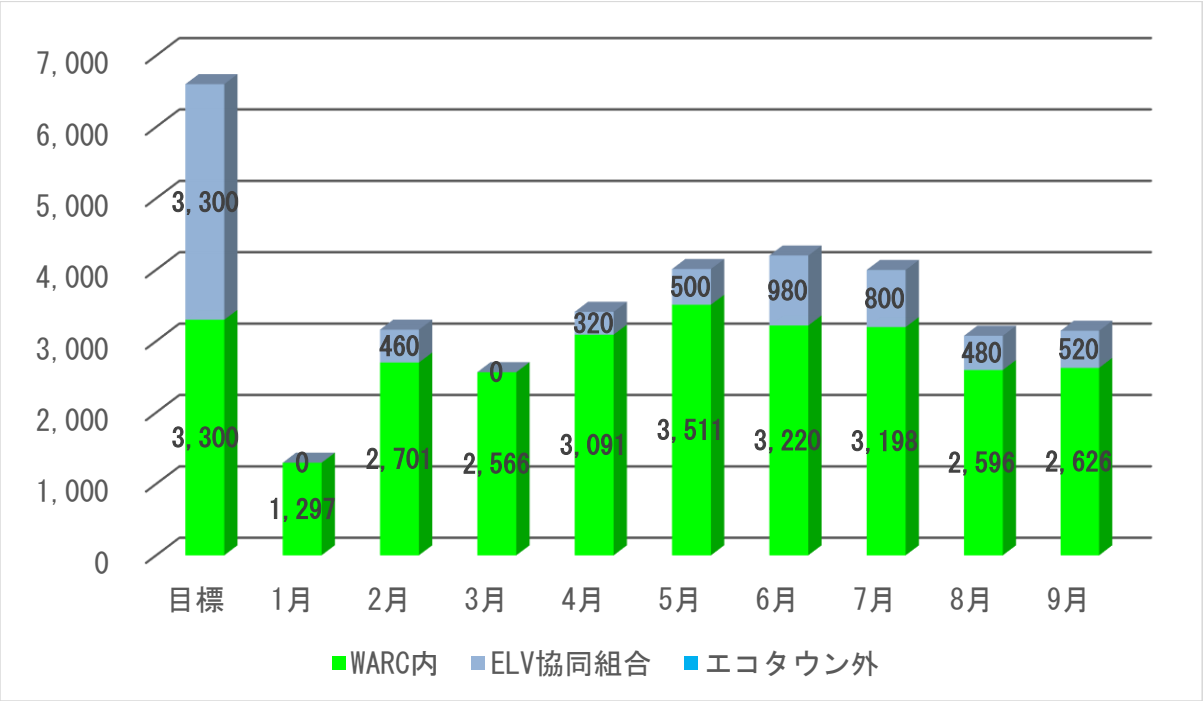


図　2-7　内装 PP 樹脂集荷実績（kg/月）

（３）製品出荷実績

2019 年 1 月～9 月の期間で、いその㈱へ納入した内装 PP 樹脂とバンパーの製品納入実績を表 2-12 に示す。累計で、内装 PP 樹脂：22,014 kg、バンパー：29,493 kgの合計 51,507 kgの製品出荷を行った。

表 2-12　内装 PP 樹脂とバンパーの製品納入実績（2019 年 1 月～9 月）

〈単位:kg〉

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計
内装PP樹脂	1,163	1,673	2,519	2,178	4,230	4,411	1,374	2,348	2,118	22,014
バンパー	809	1,460	3,899	2,346	4,887	6,851	1,589	5,051	2,601	29,493
合計	1,972	3,133	6,418	4,524	9,117	11,262	2,963	7,399	4,719	51,507

2.1.4.3.　生産性向上対策

図 2-5 に示す内装 PP 樹脂とバンパーの処理作業の中で、最も作業時間を要する作業は異材選別作業である。ELV から回収された両材料には、異樹脂やゴム、シール、テープ等の非金属系やボルトやネジ等の金属系の異材が付いており、これらを効率良く除去する事が処理コスト削減を図るうえでの生産性向上対策として重要である。

（１）バンパー及び内装 PP 樹脂の代表的な異材

①バンパーの代表的な異材

異材としては、フロントグリル（ABS）、ボルト・ネジ・ナット類（金属）、両面テー

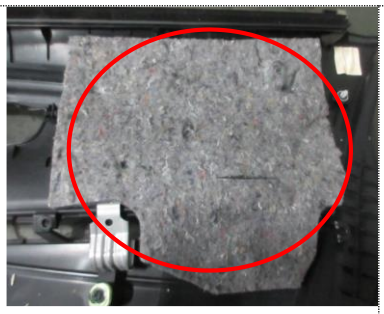
プ、フォグランプ、ナンバー灯、反射板、マッドフラップ、シールが主なものである。図 2-8 に主な異材の写真を示す。

図 2-8　バンパーの主な異材

②内装 PP 樹脂の代表的な異材

異材としては、ドアトリム表モケット部及びインナーハンドル（ABS）、ドアトリム裏吸音材、ドアトリム裏ファスナー（POM）、吸音材（シンサレート、スポンジ）、各種金属部品、ウェザーストリップ、発泡ウレタン、シールが主なものである。図 2-9 に異材の写真を示す。

ドアトリム表モケット部
インナーハンドル（ABS）

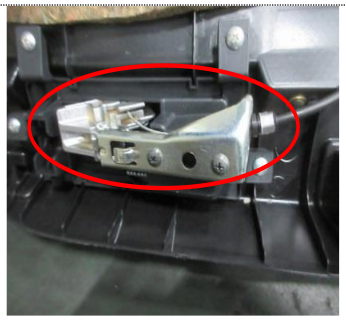


ドアトリム裏吸音材

ドアトリム裏ファスナー
（POM）

吸音材（シンサレート）

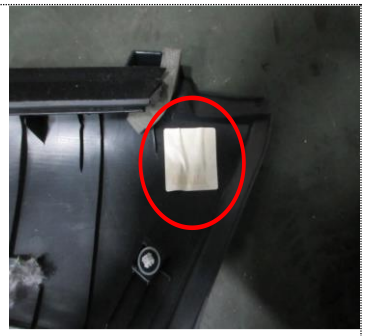
吸音材（スポンジ）



ドアトリム裏金属類

ウェザーストリップ
及びインナーハンドル

発泡ウレタン



ドアトリム裏シール

図 2-9　内装 PP 樹脂の主な異材

（２）異材選別用ツール

バンパー及び内装 PP 樹脂の異材選別作業に使用したツールを図 2-10 に示す。異材除去後、金属類の取残しがないか確認するため金属探知機を使用して確認を行った。

エアーソー

電動ドライバー

各ネジ類取外ツール

図 2-10　各種異材選別ツール

（３）異材選別作業の生産性向上対策

①切断作業の生産性向上対策

・作業頻度の高い切断作業

バンパー及び内装 PP 樹脂の異材選別作業においては、異材部分を除去する作業や破砕・粉砕機に投入し易い大きさに切断する作業に時間を必要とする。バンパーにおいては、図 2-11 に示す様に、粉砕機の投入口に合わせた切断作業に時間を要し作業頻度が高い。

高さのあるフロントバンパー

粉砕機の投入口に合わせて切断

横幅のあるリアバンパー

粉砕し易い様に片方を切断

図 2-11　バンパーで頻度が高い切断作業

また、内装 PP 樹脂においては、図 2-12 に示す様に、ドアトリムのモケット部分や接着剤が著しく付着した部分の除去に切断作業が必要で作業頻度も高い。尚、接着剤については、ディスクグラインダーでの除去も試みたが、接着剤が摩擦熱で伸びて除去できなかったため切断する事とした。

ドアトリムのモケット部分

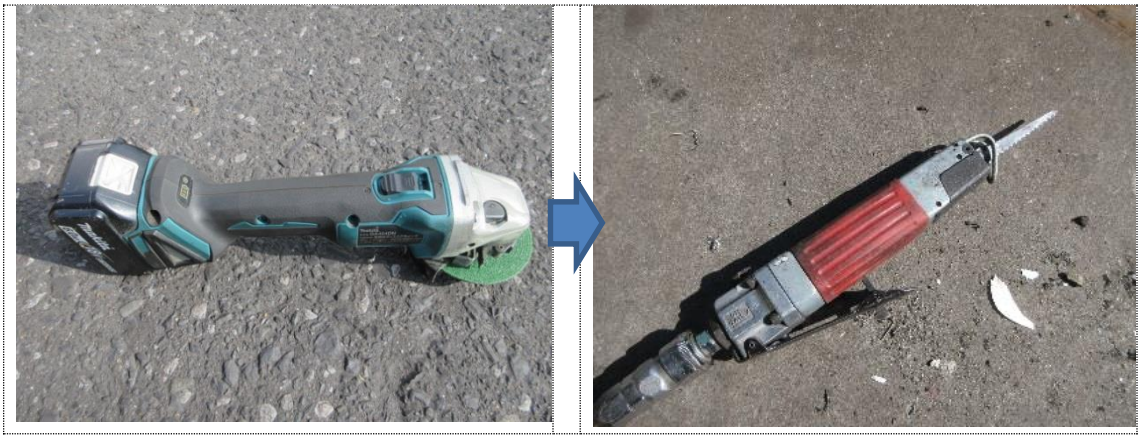
モケット部分を切断除去

接着剤が著しく付着したドアトリム　　接着剤付着部分を切断除去

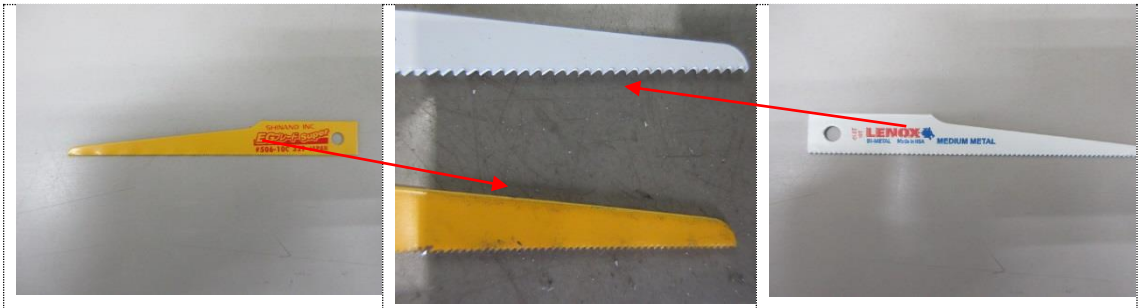
図 2-12　ドアトリムで頻度の高い切断作業

・切断作業の生産性向上対策

切断作業の生産性向上を図るため、当初は切断刃を付けたディスクグラインダーを使用したが、切創災害を起こす可能性が高いことから図 2-13 に示すエアーソーを使用する事とし、ブレードを従来使用していた 32T（1in 当たり 32 山）から 18T（1in 当たり 18 山）に変更することで切断速度が 1.06 cm/s から 1.56 cm/s となり生産性が約 30%向上した。



切断刃を付けたディスクグラインダー　　エアーソー



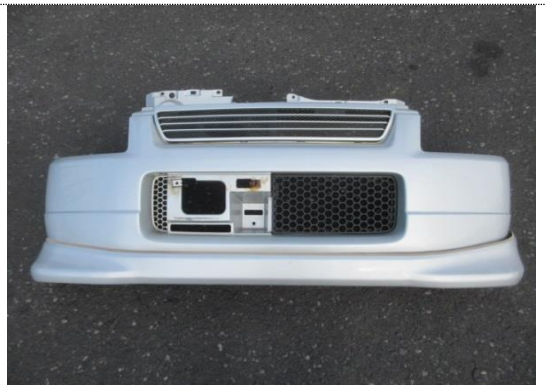
対策前：ブレード 32T
切断速度　1.06 cm/s

対策後：ブレード 18T
切断速度　1.56 cm/s

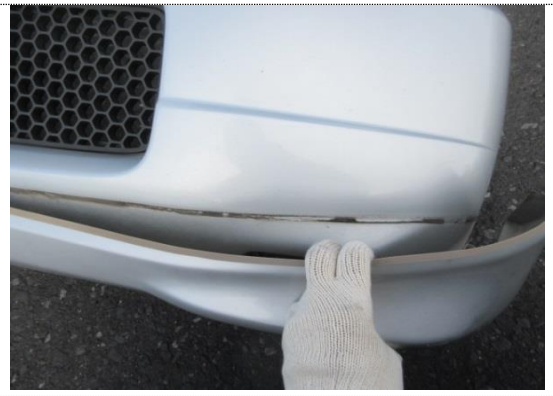
図 2-13　切断作業での改善

②削り取り作業の生産性向上対策

バンパーの異材選別作業で、特に時間を要する作業としてバンパースポイラーを固定する両面テープを剥がす作業がある。当初はディスクグラインダーを使用して両面テープを除去していたが、摩擦熱で粘着部が伸びて効果的に除去できなかった。対策として、ベルトサンダーを使用する事により、ベルトの研磨部が粘着部を取込み、効率良く綺麗に除去出来る様になった。図 2-14 にバンパースポイラーの接着状況と対策前後の状況を示す。この対策により、削り取り作業時間が、対策前 49s から対策後 20s に短縮された。



バンパー下部にスポイラーが付着



スポイラーを剥がすと両面テープがバンパー本体側に残る

ディスクグラインダーで除去した場合摩擦熱で粘着部が伸びて除去出来難い

ベルトサンダーを使用すれば、ベルトの研磨部が粘着部を取込み除去出来る

図 2-14　削り取り作業の生産性向上

2.1.4.4　生産能力前提実績と生産能力

（１）生産能力前提実績

①生産能力前提諸元

プロパー操業時の実績を調査し、生産能力の前提となる諸元を表 2-13 に整理した。歩留については、異材選別後の重量を選別前の重量で割った値を異材選別歩留とし、粉砕後の製品重量を異材選別後の重量で割った値を粉砕歩留とし、製品重量を異材選別前の重量で割った値を一貫歩留とした。

生産諸元については、異材選別前重量を選別時間で割った値を異材選別能率とし、破砕粉砕処理前重量を運転開始～終了までの処理時間で割った値を破砕粉砕能率と

した。異材選別能率は前述の種々の生産性改善を行った結果であり、破砕粉砕能率は処理中に時々発生する異材検出対応時間を含むためバンパーにおいて単体処理能力を下回る値となっている。

表 2-13　生産能力前提諸元

	要員	歩留			生産諸元	
		異材選別（%）	粉砕（%）	一貫（%）	異材選別（kg/Hr/名）	破砕粉砕（kg/Hr/名）
バンパー	3 名	84.5	95.5	80.7	64.5	151.5
内装 PP		83.5	98.3	82.1	56.2	155.6

②作業分析

バンパー及び内装 PP 樹脂の収集運搬から異材選別及び破砕・粉砕の一連の作業分析を実施した。処理単位量はいずれの材料も平均的な一日当たりの回収量 150 kg/日とした。表 2-14 に作業分析結果を示す。各作業の発生頻度も併せて記載した。④製品秤量移動作業は、150 kgの材料を 4 サイクル処理した量がフレコン 1 袋の製品として秤量・移動・表示記入する作業である。また⑧製品出荷運搬は、製品フレコン 6 袋をいその㈱へトラック輸送する作業である。

表 2-14　作業分析結果（処理単位量：150 kg）

	作業		作業内容	時間（Hr）	作業頻度
①	材料移動		充パレットのフォークリフト移動	0.4	1 回/日
②	異材選別準備		パレット、工具、作業台設置	0.2	1 回/処理
	選別	バンパー	64.5 kg/Hr、歩留 84.5%	2.3	〃
		内装 PP	56.2 kg/Hr、歩留 83.5%	2.7	〃
	秤量		異材除去後の秤量作業	0.2	〃
	選別後材料移動		異材除去材料の移動	0.4	〃
③	破砕・粉砕	バンパー	151.5 kg/Hr、歩留 95.5%	0.8	〃
		内装 PP	155.6 kg/Hr、歩留 98.3%	0.8	〃
④	製品秤量移動		フレコン秤量・移動・表示記入	0.4	1 回/4 処理
⑤	清掃			0.5	1 回/日
⑥	点検			0.3	1 回/日
⑦	メンテナンス			4	1 回/月
⑧	製品出荷運搬		WARC→いその㈱積込・輸送・卸	0.8	1 回/6 袋

③基本作業パターン

表 2-14 の作業分析に基づき、バンパーと内装 PP 樹脂共通の基本作業パターンを図 2-15 に示す。150 kgを処理単位とし、ネックとなる異材選別作業は 2 名作業で、破砕・粉砕作業は 1 名作業で行う。異材選別後重量は歩留 84.0%で 126 kgで、破砕・粉砕後は歩留 96.8%で製品 122 kgを生産する。一連の 1 サイクル作業②+③+④を基

本作業パターンとする。

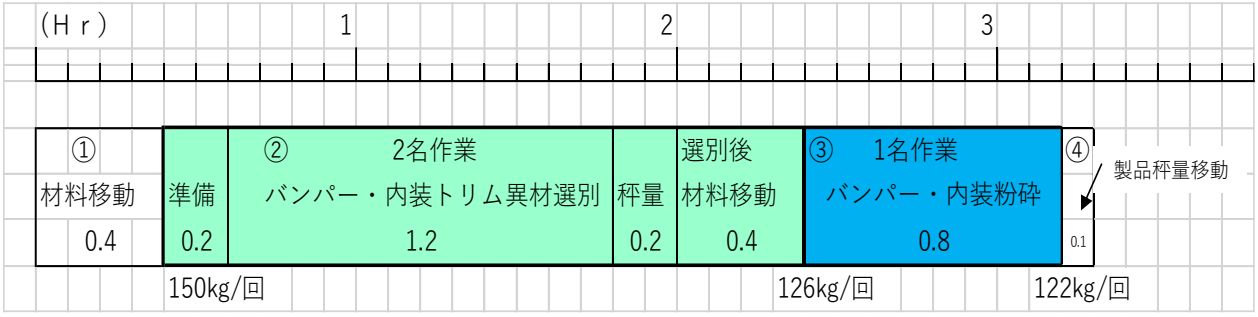
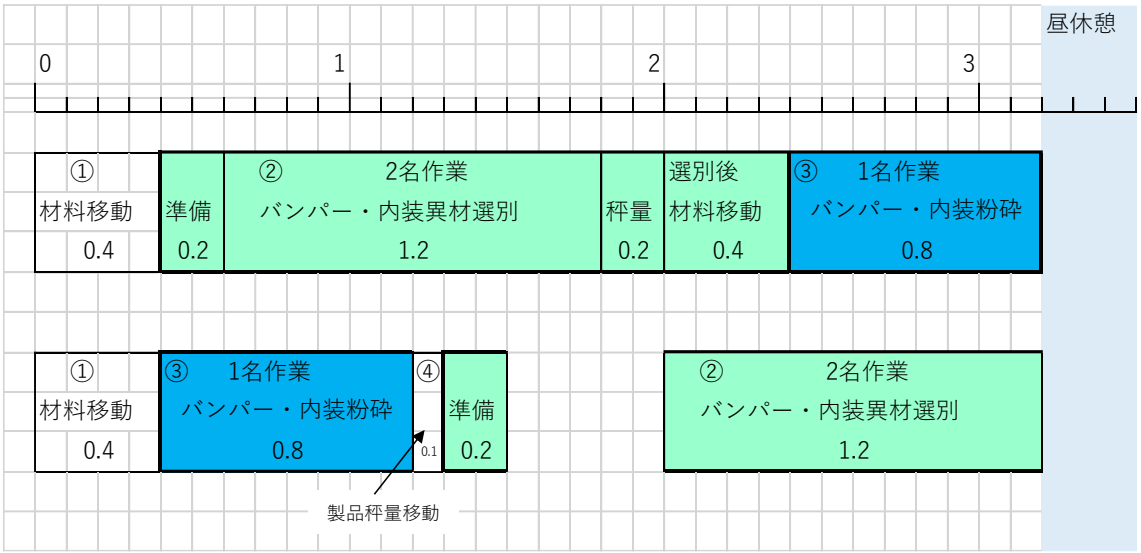


図 2-15　基本作業パターン

（２）生産能力の算定

図 2-15 の基本作業パターンに基づき、1 シフトのバンパー・内装 PP 樹脂の異材選別及び破砕・粉砕作業をシミュレーションした結果を図 2-16 に示す。ネック作業である異材選別作業を 2 名で実施し、同時に 1 名が破砕・粉砕作業を行う作業を一単位として繰り返す作業である。1 シフト 7.5Hr で 4 サイクルの処理が可能であることから、一日当たり両材料トータルで、150 kg×4 回＝600 kg、製品で 122 kg×4 回＝488 kgの生産が可能である。 1 ヶ月 22 日稼働では、600 kg/日×22 日＝13,200 kg、製品で 488 kg×22 日＝10,740 kg/月の生産が可能である。



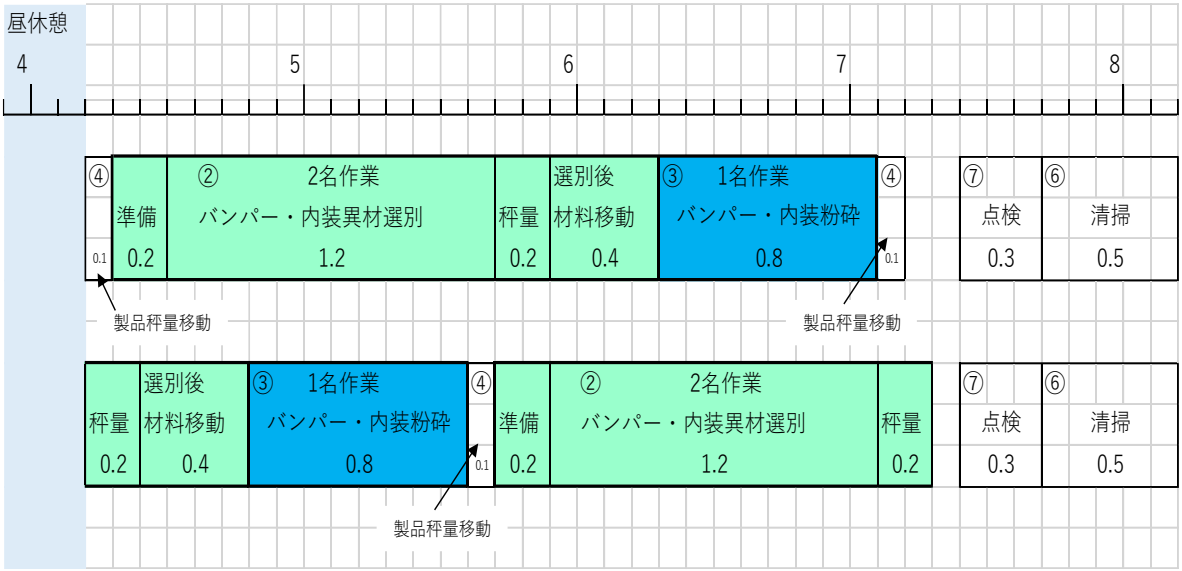


図 2-16　1 シフトのバンパー・内装 PP 樹脂異材選別及び破砕・粉砕作業

2.1.4.5.　コスト試算結果

前節の生産能力を処理量前提として処理コストの試算を実施した。試算を行う上での前提条件を表 2-15 に示す。

表 2-15　コスト試算前提条件

項目	諸元	備考
要員	3 名	
処理量	13,200 kg/月	バンパー　WARC 内：3,300kg/月 WARC 外：3,300 kg/月 内装 PP　WARC 内：3,300Kg/月 WARC 外：3,300 kg/月
製品量	10,740 kg/月	バンパー　5,325 kg/月 内装 PP　5,415 kg/月
人件費	1,600 円/Hr	
電気料金	17.67 円/kwh	
バンパー処理電力原単位	0.1571kwh/kg	19.166kwh/回
内装 PP 処理電力原単位	0.0545kwh/kg	6.649kwh/回
軽油	140 円/ℓ	
フォークリフト燃費	2.75ℓ/Hr	1.8Hr/日
水道	0.47 円/ℓ	使用料 270ℓ/Hr
フレコン代	730 円/袋	530 kg/袋
樹脂購入単価　バンパー 内装 PP	10 円/kg 20 円/kg	
メンテナンス費	68,930 円/月	刃購入・研磨及び交換費用

上記前提条件にて算出したコスト試算結果を表 2-16 に示す。バンパーと内装 PP 樹脂トータルでの原単価は 87.6 円/製品kgであり、個別の原単価はバンパーで 86.9 円/製品kg、内装 PP 樹脂で 88.2 円/製品kgである。コストの内、大きな比率を占めるのが人件費 60.3 円/製品kgであり、この内で異材選別作業が 42.0 円/kgと人件費の約 70%を占めており、異材除去作業の生産性向上を図る事が必要である。一方、従来の実証事業でコスト削減課題となっていた集荷及び輸送費については、当実証事業の特徴である北九州エコタウンを中核とする企業連携により近隣での収集運搬が実現され、4.6 円/製品kgと低く抑えられている事が確認された。

表 2-16　コスト試算結果

区分	費目	費用 （円/月）	原単価 （円/製品kg）	比率
WARC 外集荷費用	ELV 協同組合集荷	46,098	4.3	4.9%
	確認作業	21,546	2.0	2.3%
	購入費	99,000	9.2	10.5%
WARC 内作業費用	人件費	647,680	60.3	68.8%
	光熱費	24,538	2.3	2.6%
	燃料代	15,246	1.4	1.6%
	フレコン代	14,600	1.4	1.6%
	いその㈱納入輸送	3,120	0.3	0.3%
	メンテナンス費	68,930	6.4	7.3%
合計		940,758	87.6	100%

2.1.4.6.　自動車用部品材料としての評価

当実証事業で製造した ELV 由来再生樹脂の自動車部品用材料としての評価については、㈱矢野経済研究所といその㈱で 2018 年度に引き続き、2019 年度も自動車メーカーに対して提案グレードのヒアリングを実施した。提案グレードは、内装グレード（内装 PP 樹脂）、外装グレード（バンパー）、塗膜剥離グレード（バンパー）である。2019 年 11 月から 2020 年 1 月にかけて自動車メーカー12 社（いすゞ自動車株式会社、スズキ株式会社、株式会社 SUBARU、ダイハツ工業株式会社、トヨタ自動車株式会社、日産自動車株式会社、日野自動車株式会社、本田技研工業株式会社、マツダ株式会社、三菱自動車工業株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UD トラックス株式会社：社名 50 音順）を訪問し、以下項目についてヒアリングを実施した。

【主なヒアリング内容】

- ELV 由来の再生樹脂採用に対する考え方
- 提案グレード 3 種に対する物性面での評価
- 再生材の物性収束方法
- 化学物質管理手法に関する評価
- 再生材のコストに対する評価
- その他（再生樹脂採用全般に対する意見）

㈱矢野経済研究所の報告に基づいて、当実証事業で製造した再生樹脂を対象とした自動車部品用材料としての評価を報告する。

（１）提案グレード 3 種に対する物性面での評価

提案グレード 3 種についての各社のヒアリング結果を表 2-17 に示す。

表 2-17　ELV 由来再生樹脂グレード 3 種に対する評価

ELV由来再生樹脂グレード3種に対する評価		評価	回答社数
全体	再生材でバージンと同等の物性を出すことは求めない方が良い。ただし、成形収縮率はバージンに合わせた方が良い。収縮が異なった場合、部品のサイズが変わってしまうため、ボルトの位置がずれる等の問題が発生する。また収縮を合わせる（小さく）することである程度大型部品にも使えるようになるため、再生樹脂使用量が増加する。	—	1
内装グレード	n＝●のロット数の妥当性や、絶対値は考慮しない場合、内装のメルトフローレートや成形収縮率の幅は狭く良い材料である。部品によっては採用を検討できる可能性がある。	○	2
	ロット毎に色が異なる場合、目に見える場所への採用は難しく、見えない場所への採用を考える必要がある。	△	2
	物性が同社の基準を満たしてはいないが、使用できないわけではない。製造時の材料の流動性や歩留まり等を検討する必要がある。	△	1
	一般材で、どのような材料でもいいという部品であれば使用可能だが、耐熱、剛性、衝撃等の機能が要求される用途は使えない。不足している物性や、物性幅が広い部分がある。	×	3
外装グレード	n＝●のロット数の妥当性や、絶対値は考慮しない場合、外装のメルトフローレートや成形収縮率の幅は狭く良い材料である。部品によっては採用可を検討できる能性がある。	○	1
	物性が同社の基準を満たしてはいないが、使用できないわけではない。製造時の材料の流動性や歩留まり等を検討する必要がある。	△	1
	不足している物性や、物性幅が広い部分があり使用は難しい。	×	1
塗膜剥離グレード	塗膜剥離率100%でないとバンパーtoバンパーへの採用は難しいが、その他の用途であれば採用を検討できる可能性はある。	△	3
	塗膜剥離品については、コストの問題が一番大きい。物性のみでみればトライするだけの価値はある。ただし外装や色物等の目に見える部品等に50円/kgアップが許容できるのか疑問がある。	△	1

出典　㈱矢野経済研究所

メーカー毎、部品毎に要求物性が異なるため、メーカーによって物性への評価は異なるが、内装グレードについても外装グレードについても用途を検討すれば採用を検討できる可能性があるという意見が 5 社から得られた。

塗膜剥離グレードについては塗膜剥離率 100%ではないため、バンパーto バンパーへ採用は難しいが、他の用途であれば採用の可能性があるという意見が聞かれた。ただし、塗膜剥離を実施した場合少なくとも 50 円/kg のコストアップとなるため、価格面での採用ハードルは高いという評価であった。

ヒアリングから、各グレードの採用可能な自動車部品を表 2-18 に示す。

表 2-18　各グレードの採用可能部品

	部品詳細
内装グレード	外装の艶消しのカバー類（アンダーカバー、スプラッシュシールド、バッテリートレー）等
	インパネの裏側
外装グレード	ラゲッジケースのカバー
	エンジンアンダーカバー
	エンジンサイドカバー
	ライセンスガーニッシュ
塗膜剥離グレード	エンジンアンダーカバー等の耐衝撃性が要求される部品

出典　㈱矢野経済研究所

（２）再生材の物性収束方法

ヒアリングによる物性の収束方法に対する評価を表 2-19 に示す。物性の収束方法について、①無調整、③自動車メーカーの指定部品毎に回収、④回収材をブレンドする手法が考えられる。①無調整の場合、物量は最も集まると推測されるが、自動車メーカー・部品メーカー側での材料の使いこなしが要求される。国内の自動車メーカー、あるいは一次部品メーカーが与えられた材料を使いこなすことは例になく、本手法の実現のハードルは高いと考えられる。③自動車メーカーの指定部品毎に回収では、物性はある程度収束することが想定されるが、メーカーによっては物量確保が難しいと推測されるほか、年代によって部品の使用材料の物性が異なる問題が生じうる。④回収材をブレンドするに関しては、特定自動車メーカーの部品同士を混合するといった方法の可能性が提示された。その他、⑥ロット毎に物性・化学物質を管理することにより、各自動車メーカーにマッチした材料でなければ採用の俎上に乗せるのは難しいとしている企業もある。

表 2-19　物性の収束方法に対する評価

物性の収束方法に対する評価		評価	回答社数
①無調整	一般黒のカバー類、バッテートレー、アンダーカバー等の物性要求が高くない部品であれば、①無調整品を使える可能性もある。	△	1
	材料は時代と共に変化しており、例えば20年前の自動車に採用されていた材料と10年前の自動車に採用されていた材料では物性が異なるため、採用する上で物性の調整は必要となる。	×	4
②解体メーカー毎に回収	供給量に限界があるため検討は難しい	×	1
③自動車メーカーの指定部品毎に回収	物性を要求する場合③を選択する	○	2
	供給量に限界がある	×	1
④回収材をブレンドする	③の自動車メーカー別で回収されたもので、ブレンドするメーカーの物性を把握できている場合、検討できる可能性がある。	△	1
	コストをかけて物性を向上させても、再生樹脂特有の黒色にしかならないため、見える部分に採用することが出来ず、費用対効果が良くない。	×	2
⑤バージン材をブレンドする	コストをかけて物性を向上させても、再生樹脂特有の黒色にしかならないため、見える部分に採用することが出来ず、費用対効果が良くない。	×	2
⑥ロット毎に物性・化学物質管理	回収ロット毎に物性や化学物質を管理し、各自動車メーカーににマッチした材料を安定供給できなければ採用の俎上に乗らない。	○	2

出典　㈱矢野経済研究所

（３）化学物質管理手法に関する評価

化学物質の管理手法について、コンパウンドメーカーには提供する再生材が化学物質規制をクリアしているという保証を行い、ユーザーのグリーン調達ガイドラインにサインすればその管理手法は問わないとする意見が多く聞かれた。ただし、再生樹脂において一度でも化学物質基準を満たしていないロットが発見された場合は、再発防止を厳しく追及していくこととなる。どの工程で化学物質が混入したのか原因をさかのぼって追及していく必要があり、コンパウンドメーカーはそれらを担保できる体制・工程を構築する必要がある。

（４）再生材のコストに対する評価

当実証事業で行った北九州エコタウンを中核とする地域連携による完結型の回収であれば、ターゲット価格である 120 円/kg に対して 166 円/kg～170 円/kg（当報告書 35 頁の解体業者でのコストに 20%のマージンを乗せ、再生事業者での処理コストをバンパー70 円/kg、内装 PP 樹脂 60 円/kgで算出）でコスト面での乖離が 46 円/kg～50 円/kg まで抑えられている。ただし、6 社の意見として、採用検討のテーブルとしては 120 円/kg は魅力ある価格であり、当実証事業で提示された 166 円/kg～170 円/kg は物性と合わせて検討すると価格が高いと感じるという意見であった。各工程における大幅な低コスト化は難しく、効率化や工程改善以外で 46 円/kg～50 円/kg を埋める手立てを考える必要がある。

（５）その他（再生樹脂採用全般に対する意見）

その他再生樹脂採用全般に対して、表 2-20 のような意見が上げられた。中国の廃棄物輸入規制の問題、ASR の処理問題から ASR の主成分である樹脂の部品活用を推進していく必要があるといった積極的な意見がある一方で、日本では再生材に対するイメージが良くないといった意見が聞かれた。

表 2-20　再生樹脂採用全般に対する意見

再生樹脂採用全般に対する意見		回答社数
○	本実証は3年前に開始しているが、この3年の間にELV由来の再生樹脂を取り巻く環境は大きく変化している。中国の廃棄物輸入規制の問題、ASRの処理問題からELV由来の樹脂活用に関して活路を見いだせることはあるのではと思う。ASRを削減する取り組みをより真剣に行っていく必要があると感じる。	1
×	欧州では再生樹脂採用製品を使っていることがステイタスとなるが、日本ではそうではなく、どちらかといえば悪いイメージが持たれている。日本では再生材を使用した車は粗悪品を持っているというイメージで、まったく違う。	2
×	今回の事業の目的はASR削減であり、いかに再生樹脂を自動車で多く使うかという事であると認識している。自動車メーカーとしては当然サスティナブルな貢献をしたいが、自動車メーカーは再生樹脂を使うことが目的の企業ではない。自動車メーカーの本懐はお客様に安心、安全な乗り物を安定供給することである。自動車の樹脂は他の用途と比べて価格が高いが、それはお客様の命を預かる乗り物に使うものであるため、その分の機能・価格が上乗せされている。今回の事業の目的（再生樹脂を自動車で多く使う）と、自動車メーカーの目的が合致すれば採用は進むと思うが、自動車メーカーが要求する物性には達していないところもある。	1

出典　㈱矢野経済研究所

2.2.　設備導入内容及び稼働結果（バンパー粉砕屑洗浄水濾過装置製作）

（１）経緯

ELV から回収したバンパーは、外装部品であることから表層が土砂等で汚れているため、12 ㎜アンダーに粉砕後洗浄脱水機で浄水を用いて洗浄している。従って、粉砕時に発生した微細な粉砕屑を含んだ廃水が発生するため、濾過装置を設置して排水を行う必要がある。バンパー粉砕装置と洗浄脱水機の配置を図 2-17 と 12 ㎜アンダーに粉砕後の製品の状況を図 2-18 に示す。

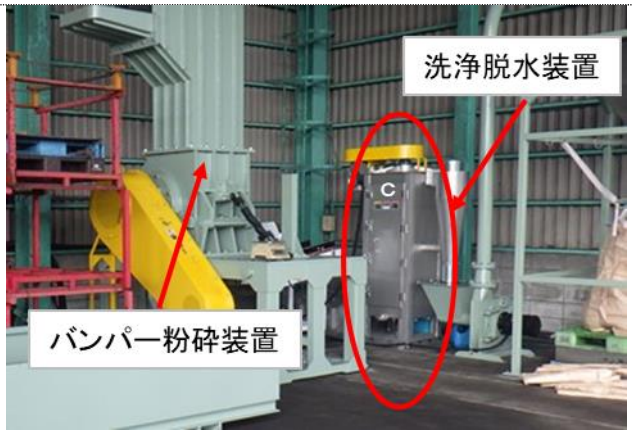


図 2-17　バンパー粉砕装置と洗浄脱水機の配置

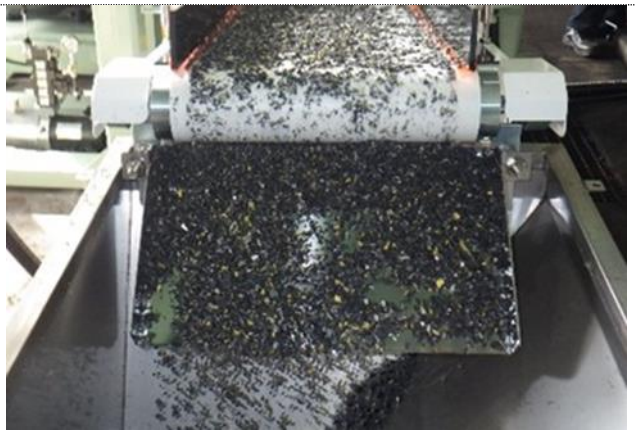


図 2-18　バンパー粉砕後の製品状況

（２）濾過装置の設置位置と仕様

濾過装置は洗浄機と脱水機から発生する排水を受けるため、洗浄脱水機の機側に設置した。配管図を図 2-19 に、装置図を図 2-20 に示す。濾過装置は二槽構造となっており、ステンレス鋼製のアウターBox とインナーは開き目 0.077 ㎜の金属メッシュ槽（一次フィルター）となっている。排水は、一次フィルター及び同じ開き目の二次フィルターを経て 75A 相当の配管を通じて油水分離槽に通じる側溝に排出される。また、装置のアウターBox 内の清掃を行う際には、槽内の水はボールバルブを有した 20A のホースを通じ、二次フィルターを通じて油水分離槽に通ずる側溝に排出される。

濾過装置の仕様を表 2-21 に示す。フィルターの選定に際しては、線径をΦ0.05 ㎜～0.03 ㎜、開き目を 0.104 ㎜～0.042 ㎜、開孔率を 43.9%～26.8%に種々振って水はけや粉砕屑の捕集量及び廃液状況を調査し、排水流量 4.8ℓ/分に対応した水はけを確保し、廃液の濁りの少ない線径 0.05 ㎜、開き目 0.077 ㎜、開孔率 36.8%のメッシュを採用した。

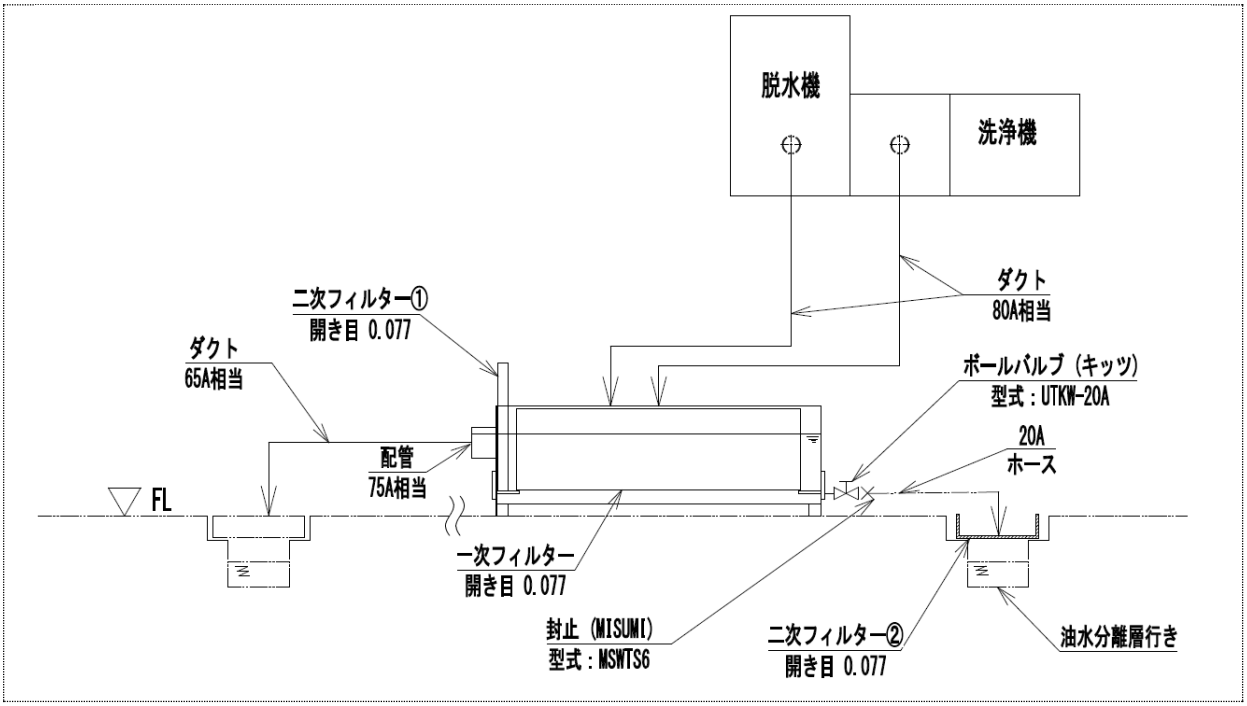


図 2-19　濾過装置の配管図

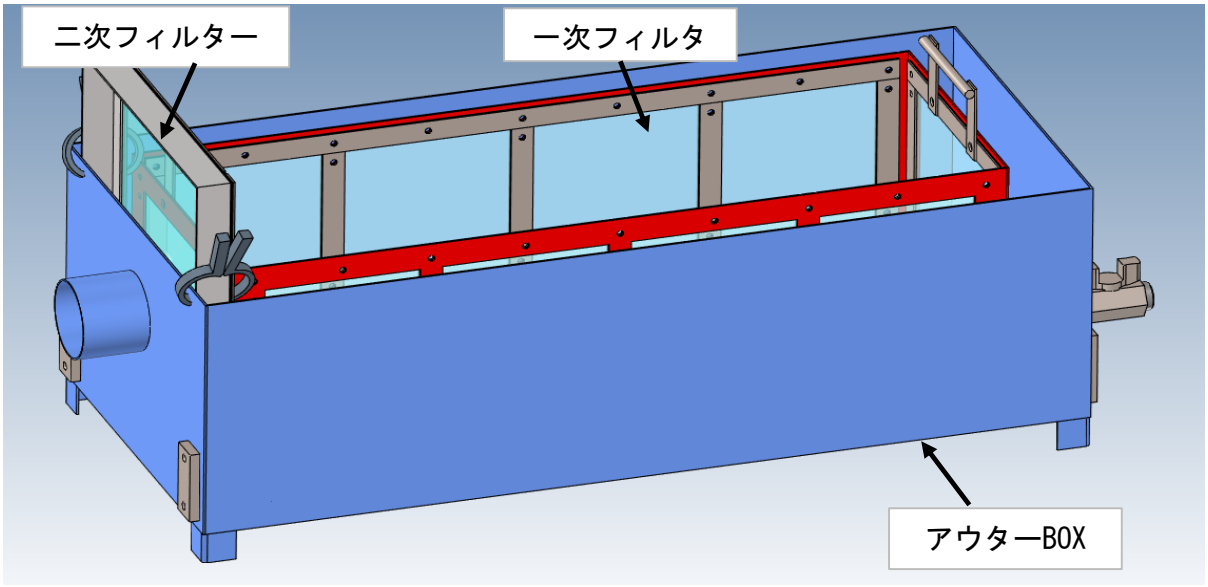


図 2-20　濾過装置図

表 2-21　濾過装置仕様

項　目	仕　　様	
アウターBox	形状	800 ㎜×360 ㎜×240 ㎜
一次フィルター	形状	700 ㎜×260 ㎜×200 ㎜
	フィルター	線径 0.05 ㎜、開き目 0.077 ㎜、開孔率 36.8%
二次フィルター① 二次フィルター②	形状	□300 ㎜×300 ㎜
	形状	Φ200 ㎜×50 ㎜
	フィルター	線径 0.05 ㎜、開き目 0.077 ㎜、開孔率 36.8%

（３）濾過装置の排水処理状況

濾過装置による洗浄脱水機の排水の処理状況を図 2-21 と図 2-22 に示す。

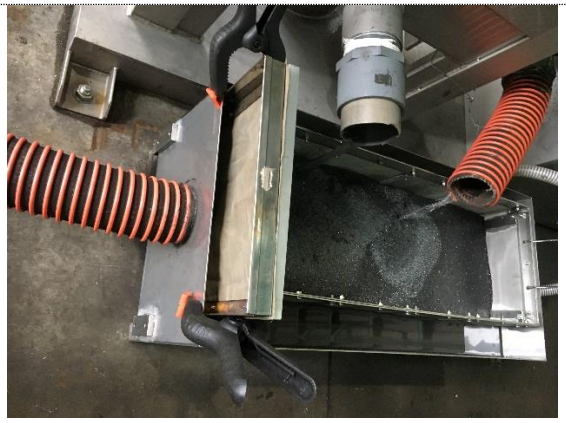


図 2-21　濾過装置二次フィルター側写真

図 2-22 濾過装置上部からの写真

一次フィルターでの粉砕屑の回収状況及び二次フィルター通過後の配管出口での粉砕屑の回収状況を図 2-23 と図 2-24 に示す。一次フィルター及び二次フィルターにより排水中の粉砕屑がほぼ除去されていることが確認できた。

図 2-23 一次フィルターで除去された粉砕屑

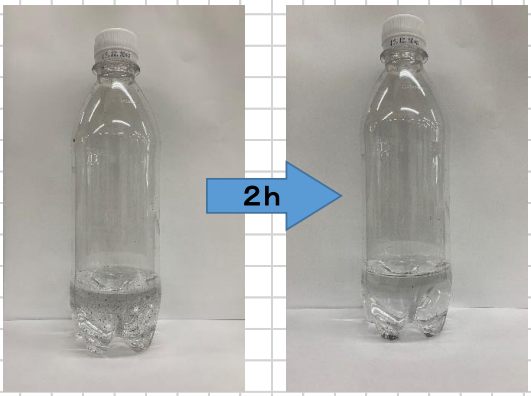
図 2-24 二次フィルター通過後の粉砕屑

また、濾過装置の各フィルターで除去された粉砕屑量と廃液中の残渣について沈殿状況を調査した。結果を表 2-22 に示す。2019 年 9 月 24 日と 26 日に粉砕したバンパーの汚れ具合の違いにより、廃液の濁りに回収直後に違いが出たが、回収後 2～4 時間で殆どの残渣は沈殿している事が確認された。側溝に排出された廃液は、最終的に油水分離槽で処理された後、工場外へ排出されることから、バンパー粉砕屑の排水処理に問題は無いと判断した。

表　2-22　濾過装置での粉砕屑除去状況と廃液中の残渣

2019年.9月24日調査

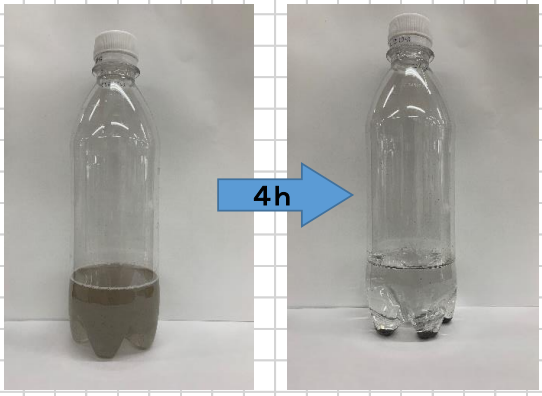
	バンパー粉砕量	150kg
①	一次フィルター濾過量	3.4kg
②	二次フィルター濾過量	22g
③	アウターBox排水濾過	14g



排水回収直後　　沈殿後

2019年.9月26日調査

	バンパー粉砕量	275kg
①	一次フィルター濾過量	2.7kg
②	二次フィルター濾過量	19g
③	アウターBox排水濾過	13g



排水回収直後　　沈殿後

2.3.　実施結果を踏まえた考察

今回実施した実証事業は、ELV 由来の内装 PP 樹脂とバンパーを対象とし、高品質な再生樹脂を生産するために、全部再資源化法の特徴である精緻解体による事前取外しと粉砕・金属検出機の好適な組合せプロセスの構築を図った。あわせて、量確保及びコスト低減のため、北九州地区近隣企業連携（北九州エコタウン企業連携を含む）による対象材の量の確保と異材選別及び粉砕作業コストと輸送コスト削減を狙ったスキームの実証事業を行った。また、当該実証事業にて生産した再生プラスチックの評価を実施するため、九州エコタウン企業の樹脂再生メーカーであるいその㈱と連携した取組を実施した。さらに、樹脂再生時の品質安定化とコストダウンを狙った樹脂溶融加工条件・加工方法の改良による再生材物性高度化についても、福岡大学工学部化学システム工学科の助言の下に実施した。実施に当たっては以下の課題について検討を行ったので、課題毎の結果に基づく考察を記載する。

（１）異材混入（Deca-BDE 含む）を防止する精緻解体及び樹脂再生時の品質安定化法の確立

ELV 由来の内装 PP 樹脂とバンパーを対象とし、高品質な再生樹脂を生産するために、全部再資源化法の特徴である精緻解体による事前取外しと手選別による異材除去を行った。また、破砕・粉砕工程では、内装 PP 樹脂とバンパー各専用の粉砕機を設置し、設備毎に金属検出機を設置すると共に鉄・非鉄金属系異材を検出する改善を実施した。内装 PP 樹脂及びバンパー材についての品質評価として、いその㈱社内基準に基づき一般物性及び蛍光 X 線分析による環境負荷物質調査及び赤外分光光度計（FTIR）による異物混入確認（異樹脂・金属など）をしたうえで、試験片による外観確認などにより最終製品に使用できる原料かどうかを評価した。内装 PP 樹脂については、物性、環境負荷

物質、外観などから非常に高品質な原料であり、特に自動車部品用原料としても使用できることが確認できた。また、バンパー材については、特にパテ、金属類の混入が懸念されたが問題ない状態であった。但し、バンパー材は塗装片が残ってしまうことから外観不良となる恐れがあるため、自動車部品用原料としてはアンダー部分の目に付きにくいパーツなど、最終製品にも制限がかかる可能性が非常に高いと思われる。総じて、本実証活動で実施した、精緻解体方法による事前取外しと手選別による異材除去及び粉砕機設備仕様に関しては、自動車部品用材料に資する品質作り込みに非常に有効であることが確認されたと評価される。一方、樹脂再生時の品質安定化とコストダウンを狙った樹脂溶融加工条件・加工方法の改良による再生材物性高度化についても、福岡大学工学部化学システム工学科の助言の下に実施した。いその㈱稲沢工場の 2 軸押出機においては、スクリュー回転数及び樹脂だまり有無について引張破壊ひずみへの効果は確認できなかったが、曲げ弾性率が向上する事が全ての材料で確認された。一方、福岡大学ラボ押出機では、樹脂だまりによる引張破壊ひずみの改善効果はバージン材、PP/PE と PP+E/P-T20 のいずれの材料でも確認されたが、曲げ弾性率について改善が認められたのはバージン材のみであった。ポリプロピレン材料の高次構造についての藤田の報告 3）によれば、射出成形品の構造は溶融押出時のせん断・温度履歴を反映し、最表層のアモルファス部分と高剛性を示す結晶配向域（結晶ラメラ）からなるスキン層とポリプロピレンの一般的な結晶形態である球晶より形成されるコア層からなる多層構造とされており、スキン層の厚さや形態が材料の剛性などの力学的性質を支配しているとしている。また、自動車材料などの複合ポリプロピレンの強化剤としてのタルク（PP+E/P-T20：タルク 20%含有）に関し、押出方向に垂直、厚み方向に結晶が配向する挙動があるとしている。この様な知見と図 2-3 に示した福岡大学の八尾教授等の研究 2）に基づくと、今回の試験に用いたバージン材、PP/PE、PP+E/P-T20 の各材料は、射出成形時の溶融押出条件によって結晶ラメラからなるスキン層や形態が変化し、力学的性質に違いを生じていると推察される。一連の試験結果から、樹脂だまり有による物性値改善効果と押出機のスクリュー構成や回転数及び滞留時間依存性についての調査検討が課題として残った。従って、樹脂溶融加工条件・加工方法の改良による再生材物性高度化による品質安定化とコストダウンについては今後の調査結果を待つこととなった。

（２）異材選別の生産性向上や北九州エコタウンを中核とする企業連携によるコスト削減

図 2-5 に示した北九州エコタウンを中核とする処理スキームを構築したことにより、内装 PP 樹脂やバンパーの集荷から製品化後の樹脂再生メーカーへの輸送費を低く抑える事が出来た。また、最もコスト比率の高い異材選別作業の人件費削減についても、切断作業や削り取り作業に用いる工具の改善に取組んだ結果、集荷量に課題があるものの生産能力見合いの 13,200 kg/月を処理出来た前提では、表 2-16 に示す様にトータルコストで 87.6 円/製品kgまで圧縮する事が出来た。このコストに 20%のマージンを乗せ、再生業者での処理コストを加えた 166～170 円/製品kgは、ターゲット価格 120 円/製品kgに対して 46 円～50 円/kgの乖離まで抑えられた価格となった。更なるコスト削減については、動静脈企業連携による易解体部品設計や高精度高効率異材選別機の開発導入が進むことで可能となる事が期待される。

以上の結果より、解体業者と樹脂再生メーカーが隣接する北九州エコタウンの特徴を活かして輸送費を削減する事が出来る当事業は、効率性が良く、実現性及び継続性とも高いと評価される。また、当スキームはELV由来の他の回収材（例えばガラス等）への展開も考えられることから、ASR削減に向けた樹脂以外への事業の発展性も期待される。

（３）北九州地区での集荷スキーム構築による量の確保

図2-6、2-7にバンパー及び内装PP樹脂の集荷量目標と実績を示した。いずれの材料ともWARC外からの集荷量が目標未達となり、特に内装PP樹脂が集まらない結果となった。この結果については、バンパーは解体業者や整備工場でも取外す機会が比較的多く、集まりやすい状況である。一方、内装PP樹脂は、解体業者や整備工場で取外すことが極めて少ないことから集まり難い状況にある。この原因は、材料を取外す費用に対するメリットが無いためである。従って、内装PP樹脂やバンパーを積極的に取外すインセンティブ制度があれば、当該事業の目標とする集荷量が確保でき、解体業者と樹脂再生メーカーが隣接する北九州エコタウンの特徴を活かす当該事業のコスト面での有効性が発揮されることから、事業の実現性及び継続性が高まると評価される。

（４）自動車リサイクル材としての評価と使用方法の確立

当実証事業で生産したELV由来の再生樹脂についての樹脂再生メーカーである、いその㈱での品質評価は、「内装PP樹脂は非常に高品質な原料であり、特に自動車部品用原料としても使用できる。またバンパーについては、塗装片が残ってしまうことから外観不良となる恐れがあり自動車部品用原料としてはアンダー部分の目に付きにくいパーツなど最終製品に制限がかかる可能性はあるものの、特にパテ、金属類の混入の問題のない品質状態である。」というものであった。

一方、自動車メーカーとしての評価は、メーカー毎、部品毎に要求物性が異なるため、メーカーによって物性への評価は異なるが、内装グレード（内装PP樹脂再生材）についても外装グレード（バンパー再生材）についても用途を検討すれば採用を検討できる可能性があるという意見が得られた。課題としては、再生材の物性のバラツキによる物性収束法やターゲット価格120円/kgに対して166円/kg～170円/kgと高いという評価であった。

以上の評価結果を総括すると、ELV由来の再生樹脂を自動車部品用材料として採用して行くためには、リサイクルを前提としたELVからの回収材料の品質、コスト、量を可能とする部品設計と、その設計効果を発現させる解体・選別方法及び再生方法の一貫した取組が必要であるということである。即ち、動脈企業である自動車メーカーと静脈企業である解体業者及び樹脂再生メーカーとの連携した継続的な取組を行う事により、ELV由来樹脂の自動車部品用材料としての使用方法が確立されると考えられる。

3. 今後の実証事業実施における課題及び解決方法等

3.1. 現状の課題

今回の実証事業を通じて得られた、今後の事業実施における課題と想定される解決方法を表 3-1 に示す。

表 3-1 事業化に向けた課題と解決策

項目	課題	想定される解決方法
1．エコタウン内外での樹脂リサイクル事業	1）集荷量の確保 特に内装 PP 機脂	・内装 PP 樹脂及びバンパーを取外すインセンティブ制度の構築
	2）処理コスト削減	・異材選別作業のコスト削減 ①異材選別作業の生産性向上 ②異材選別を容易にする部品づくり （動脈・静脈企業連携が必要）
2．再生材物性高度化	1）物性改善押出条件の把握	・2 軸押出と樹脂だまり有の条件下で、押出機のスクリュー形状・回転数及び滞留時間依存性などの検討
	2）実操業による確性	・上記結果に基づく実操業での物性改善効果の確性とコスト削減等への実用化

3.2. 課題の解決方法

3.2.1. 集荷量の確保

（１）樹脂回収量原単位実績（kg/台）と量確保の可能性

WARC 外から樹脂の集荷を行うため、エコタウン内では近隣の北九州 ELV 協同組合に、またエコタウン外では北九州市内の整備会社への営業を展開した。その結果、バンパーは解体業者や整備工場でも取外す機会が比較的多く集まりやすい状況である。

一方、内装 PP 樹脂については、解体業者や整備工場で取外すことが極めて少ないことから集まり難い状況にある。表 3-2 に、当実証事業での WARC 及び北九州 ELV 協同組合でのバンパー及び内装 PP 樹脂の回収量と ELV 解体処理台数実績を示した。また、ELV 一台当たりの各樹脂の回収量も記載した。WARC ではいずれの樹脂とも 5 kg/台の回収が出来ているが、ELV 協同組合では出来ておらず、特に内装 PP 樹脂について回収出来ていない事が分かる。この違いは解体方法によるもので、WARC での精緻な解体を指向する全部再資源化法では樹脂回収作業に対する要員増は無いが、シュレッダー法を主とする ELV 協同組合では、樹脂回収要員が増えるためコストアップとなるためである。従って、樹脂回収作業に対してインセンティブが与えられれば、ELV 協同組合の処理台数は 1,000 台/月以上あることから、WARC 内集荷量と同等の樹脂回収は十分可能と考えられる。

表 3-2　WARC 及び ELV 協同組合の処理台数と一台当たりの樹脂回収量

	WARC							
	処理台数				樹脂回収量			
	普通車	軽自動車	軽比率	処理台数	バンパー	kg/台	内装PP	kg/台
1月	240	285	54.3%	525	1,823	**3.5**	1,297	**2.5**
2月	333	310	48.2%	643	2,460	**3.8**	2,701	**4.2**
3月	430	384	47.2%	814	2,941	**3.6**	2,566	**3.2**
4月	459	339	42.5%	798	3,262	**4.1**	3,091	**3.9**
5月	457	330	41.9%	787	3,446	**4.4**	3,511	**4.5**
6月	422	258	37.9%	680	3,294	**4.8**	3,220	**4.7**
7月	368	335	47.7%	703	3,432	**4.9**	3,198	**4.5**
8月	325	247	43.2%	572	2,684	**4.7**	2,596	**4.5**
9月	254	279	52.3%	533	2,919	**5.5**	2,626	**4.9**
合計	3,288	2,767	45.7%	6,055	26,261	**4.3**	24,806	**4.1**

	ＥＬＶ協同組合							
	処理台数				樹脂回収量			
	普通車	軽自動車	軽比率	処理台数	バンパー	kg/台	内装PP	kg/台
1月	460	651	58.6%	1,111	386	**0.3**	0	**0.0**
2月	505	727	59.0%	1,232	1,100	**0.9**	460	**0.4**
3月	693	952	57.9%	1,645	370	**0.2**	0	**0.0**
4月	608	880	59.1%	1,488	850	**0.6**	320	**0.2**
5月	622	721	53.7%	1,343	880	**0.7**	500	**0.4**
6月	575	778	57.5%	1,353	2,520	**1.9**	980	**0.7**
7月	567	799	58.5%	1,366	1,680	**1.2**	800	**0.6**
8月	461	640	58.1%	1,101	1,280	**1.2**	480	**0.4**
9月	510	757	59.7%	1,267	2,020	**1.6**	520	**0.4**
合計	5,001	6,905	58.0%	11,906	11,086	**0.9**	4,060	**0.3**

（２）回収量確保に向けた北九州 ELV 協同組合のアンケート結果

内装 PP 樹脂 3.3 ﾄﾝ/月とバンパー3.3 ﾄﾝ/月を北九州 ELV 協同組合より安定して確保するための条件についてアンケートを実施したので、その結果を図 3-1 から図 3-6 に示した。

＜対象会社数＞　北九州 ELV 協同組合　7 社

＜年間 ELV 引取台数と解体方法＞

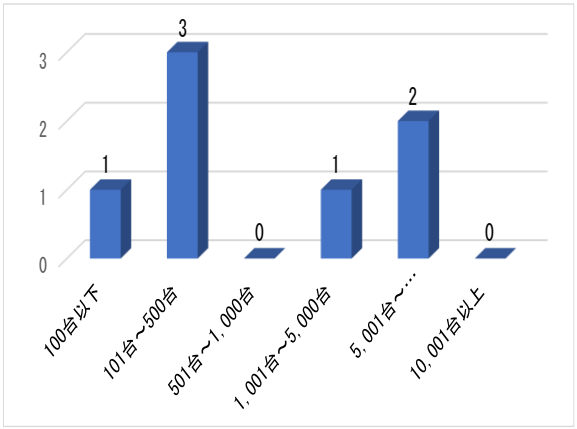


図 3-1　年間 ELV 引取台数別の社数分布

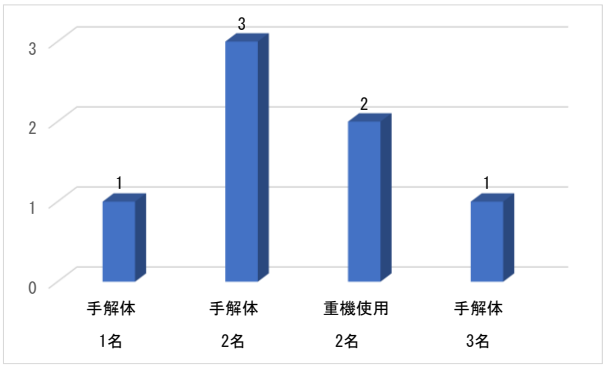


図 3-2　解体方法と人数別の社数分布

＜回収対象車種と回収を行わない理由＞

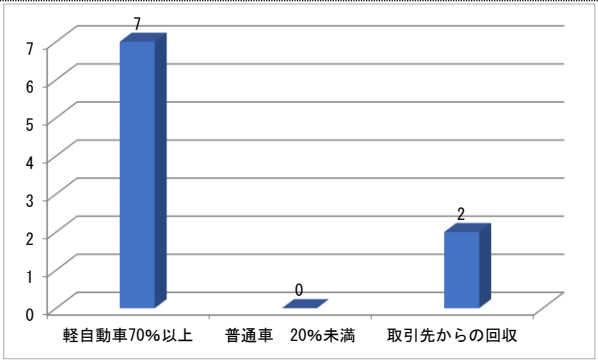


図 3-3　回収対象車種別の社数分布

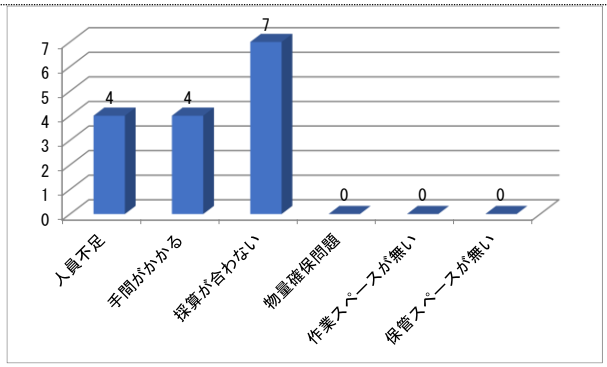


図 3-4　回収を行わない理由別の社数分布

＜買取希望単価＞

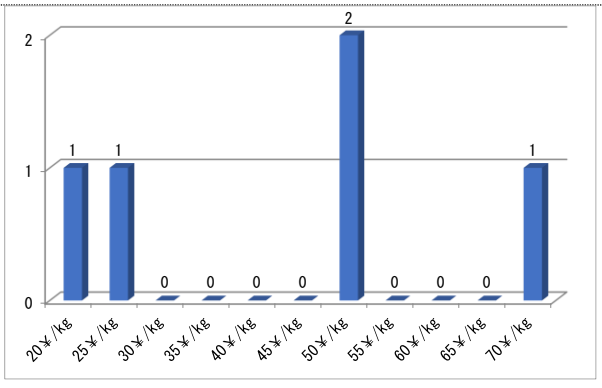


図 3-5　バンパー買取希望単価の社数分布

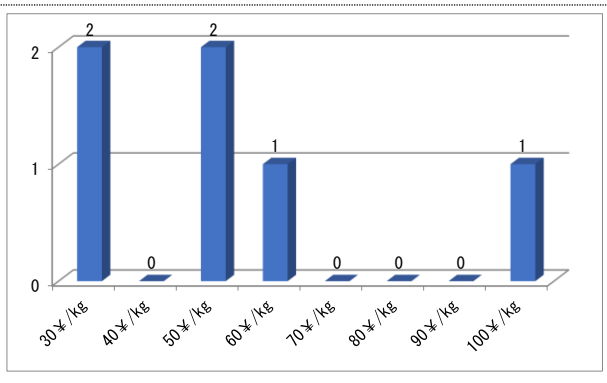


図 3-6　内装 PP 買取希望単価の社数分布

アンケート結果によると、各社の解体工程の要員数から、樹脂を回収しても採算が合わないため回収していないということであった。従って、安定した回収量を確保するためには、30～50 円/kg 程度の買取等のインセンティブ制度の構築が必要である。

3.2.2.　処理コスト削減

表 2-16 に示す様に、処理コストの 68.8%を占める人件費を削減するためには、その内の 70%を占める異材選別作業の生産性向上によるコスト削減が必要である。そこで、内装 PP 樹脂のモケットや吸音材等の取付方法の違いによる異材除去作業の生産性とコスト削減への影響について調査を実施した。

調査に際しては、主に樹脂回収対象としている車種を取り上げ、年式でモケットや吸音材の取り付け方の違いによる異材除去作業時間への影響を調査し、比較を行った。

図 3-7 から図 3-12 に、トヨタ bB　年式 2000 年:NCP30 と 2006 年：QNC20 を対象とし、フロントドアトリム、リアドアトリム、ラゲッジサイドトリムについて、回収時の吸音材の取付け状況と異材除去後の状況を示した。

・フロントドアトリム

＜年式 2000 年：NCP30＞

	表側	裏側
回収時		
	モケット付き（赤丸部）	フェルト製吸音材が接着剤で取付けられている
	表側	裏側
異材除去後		
	モケット及び吸音材を取付けている接着剤の除去は完全に出来ないため、接着部をエアソーで切断除去した	

図 3-7　NCP30 のフロントドアトリムの異材選別状況

＜2006 年：QNC20＞

	表側	裏側
回収時		
	モケット部分は無い	吸音材は接着剤を使用せず シンサレートが点付されている

	表側	裏側
異材 除去 後		
	モケットの切断作業が不要	吸音材付着部の切断作業が不要

図 3-8　QNC20 のフロントドアトリムの異材選別状況

・リアドアトリム

＜年式 2000 年：NCP30＞

	表側	裏側
回収時		
	モケット付き（赤丸部）	フェルト製吸音材が接着剤 で取付けられている

	表側	裏側
異材除去後		

モケット及び吸音材を取付けている接着剤の除去は完全に出来ないため、接着部をエアソーで切断除去した

図 3-9　NCP30 のリアドアトリムの異材選別状況

＜2006 年：QNC20＞

	表側	裏側
回収時		

モケット部分は無い　　吸音材は接着剤を使用せずシンサレートが点付されている

	表側	裏側
異材除去後		

モケットの切断作業が不要　　吸音材付着部の切断作業が不要

図 3-10　QNC20 のリアドアトリムの異材選別状況

・ラゲッジサイドトリム

＜年式 2000 年：NCP30＞

	表側	裏側
回収時		
	表面は異材無し	フェルト製吸音材が接着剤で取付けられている

	表側	裏側
異材除去後		
	吸音材を取付けている接着剤を切断すると回収量が少なくなるため、接着部をベルトグラインダーで削った	

図 3-11　NCP30 のラゲッジサイドトリムの異材選別状況

＜2006 年：QNC20＞

	表側	裏側
回収時		
	モケット部分は無い	吸音材は接着剤を使用せずシンサレートが点付されている

	表側	裏側
異材除去後		

吸音材付着部の切断作業が不要

図 3-12　QNC20 のラゲッジサイドトリムの異材選別状況

・異材選別作業実績

トヨタ bB　年式 2000 年：NCP30 と 2006 年：QNC20 の異材選別時間と回収率の調査結果を表 3-3 に示す。モケットや吸音材の取付け方法の違いにより、異材選別時間で 39 分 50 秒が 14 分 50 秒と 25 分の時間短縮が出来、回収率についても、73.3%から 90.6%と 17.3%の向上となっている。

同様の調査を、ニッサン　ノート、ダイハツ　ムーブ、スズキ　ワゴンＲでも実施した。結果を表 3-4 に示す。各車とも年式とともに異材選別作業効率が改善傾向にある。作業効率を改善するポイントは、トリム表面のモケット取付け面積と吸音材も含めた取付け方法にある。ノートは、ドアトリム表面のモケット取付け面積が増えているため異材選別時間が延びている。

ELV からの回収樹脂のコスト削減のためには、異材選別作業の生産性向上が必要であり、PP 樹脂以外の部品の取付け方法が大きく影響している。従って、回収効率を高め回収材のコストを下げるためには、動脈企業である自動車メーカーと静脈企業である解体業者が連携した取組を継続する事が重要である。因みに、代表的な車両について、内装 PP 樹脂の回収部位を表 3-5 に整理した。回収対象車は軽自動車や排気量が 1,500 cc以下の普通車である。1,500 cc超の車両は、選別に時間を要する異材が多く使われていたり、PP 以外の材料が使われている事が多く回収対象となっていない。従って、内装 PP 樹脂の回収量や異材選別作業効率を高めるためには、動脈企業と静脈企業間の連携を今まで以上に密にし、継続した取組が必要である。

表　3-3　トヨタ bB　NCP30 と QNC20 の異材選別作業実績比較

メーカー　車名	車台番号	年式		
トヨタ　bB	NCP30-0002878	2000年式		
内装樹脂回収部位	内装樹脂回収時重量（Kg）	異材選別後重量（Kg）	異材重量（Kg）	異材選別時間（分）
Aピラー（右）	0.29	0.28	0.01	0.22
Aピラー（左）	0.29	0.28	0.01	0.17
Bピラー（右　上）	0.23	0.22	0.01	0.08
Bピラー（左　上）	0.22	0.22	0	0.07
Bピラー（右　下）	0.53	0.53	0	0.10
Bピラー（左　下）	0.54	0.54	0	0.13
Cピラー（右）	0.79	0.73	0.06	1.27
Cピラー（左）	0.79	0.72	0.07	1.20
ドアトリム（右　前）	2.54	1.63	0.91	6.30
ドアトリム（左　前）	2.63	1.66	0.97	6.65
ドアトリム（右　後）	1.77	1.11	0.66	5.35
ドアトリム（左　後）	1.75	1.08	0.67	5.17
ラゲッジサイドトリム（右）	1.44	1.29	0.15	5.85
ラゲッジサイドトリム（左）	1.44	1.29	0.15	6.28
リアゲートトリム	0.99	0	0.99	0.00
足元サイドカバー（右）	0.13	0.13	0	0.30
足元サイドカバー（左）	0.12	0.12	0	0.07
スカッフプレート（右　前）	0.18	0.18	0	0.13
スカッフプレート（左　前）	0.18	0.18	0	0.07
スカッフプレート（右　後）	0.08	0.08	0	0.03
スカッフプレート（左　後）	0.08	0.08	0	0.05
ラゲッジルームスカッフプレート	0.43	0.43	0	0.35
合　計	17.44	12.78	4.66	39.84
回収率 73.3%	1時間当りの回収量	19.25 Kg/h	回収時間	39分50秒

メーカー　車名	車台番号	年式		
トヨタ　bB	QNC20-0007828	2006年式		
内装樹脂回収部位	内装樹脂回収時重量（Kg）	異材選別後重量（Kg）	異材重量（Kg）	異材選別時間（分）
Aピラー（右）	0.24	0.23	0.01	0.27
Aピラー（左）	0.22	0.22	0	0.17
Bピラー（右　上）	0.17	0.17	0	0.10
Bピラー（左　上）	0.17	0.17	0	0.06
Bピラー（右　下）	0.58	0.58	0	0.23
Bピラー（左　下）	0.59	0.59	0	0.22
Cピラー（右）	0.51	0.5	0.01	0.48
Cピラー（左）	0.51	0.5	0.01	0.45
ドアトリム（右　前）	2.45	2.01	0.44	3.42
ドアトリム（左　前）	2.29	2.02	0.27	3.35
ドアトリム（右　後）	1.77	1.68	0.09	1.12
ドアトリム（左　後）	1.77	1.68	0.09	1.03
ラゲッジサイドトリム（右）	1.13	1.09	0.04	1.22
ラゲッジサイドトリム（左）	1.22	1.17	0.05	1.83
リアゲートトリム	0.38	0	0.38	0.00
足元サイドカバー（右）	0.12	0.12	0	0.13
足元サイドカバー（左）	0.13	0.13	0	0.12
スカッフプレート（右　前）	0.18	0.17	0.01	0.13
スカッフプレート（左　前）	0.18	0.17	0.01	0.08
スカッフプレート（右　後）	0.16	0.15	0.01	0.13
スカッフプレート（左　後）	0.16	0.15	0.01	0.10
ラゲッジルームスカッフプレート	0.24	0.24	0	0.20
合　計	15.17	13.74	1.43	14.84
回収率 90.6%	1時間当りの回収量	55.55 Kg/h	回収時間	14分50秒

表 3-4　各車種の異材選別作業実績比較

メーカー 車種	型式	年式	異材選別 時間	回収率	1 時間当り の回収量
ニッサン ノート	E-11	2007	20 分 14 秒	85.6%	42.3kg/ｈ
	E-12	2014	33 分 12 秒	86.1%	26.6kg/ｈ
ダイハツ ムーブ	L900S	2000	21 分 37 秒	76.7%	28.7kg/ｈ
	L175S	2006	20 分 58 秒	82.2%	32.0kg/ｈ
スズキ ワゴン R	MH21S	2005	21 分 52 秒	83.5%	34.5kg/ｈ
	MH23S	2009	17 分 19 秒	84.7%	43.0kg/ｈ

表 3-5　車両と内装 PP 樹脂回収部位

車両別	軽自動車	1,000cc～1,500cc	1,600cc～2,000cc	2,000cc超
	ワゴンR、ムーブ	ヴィッツ、マーチ	ボクシー、セレナ	クラウン、ティアナ
回収部位	ハイゼット、エブリィ	ノート、シエンタ	シルフィー、マークⅡ	セルシオ、フーガ
Aピラートリム	○	○	△	×
Bピラートリム	○	○	△	×
Cピラートリム	○	○	△	×
フロントドアトリム	△	○	△	×
リアドアトリム	△	○	△	×
リアゲートトリム（トランクフード含）	△	△	△	×
ラゲッジルームサイドトリム	△	○	△	×
足元サイドカバー	○	○	△	△
フロントスカッフプレート	○	○	△	△
リアスカッフプレート	○	○	△	△
ラゲッジルームスカッフプレート	○	○	○	○

○：回収可能　　△：回収出来ない車両がある　　×：回収出来ない

3.2.3.　再生材物性高度化押出条件の把握

いその㈱稲沢工場の 2 軸押出機においては、スクリュー回転数及び樹脂だまり有無について引張破壊ひずみへの効果は確認できなかったが、曲げ弾性率が向上する事が全ての材料で確認された。一方、福岡大学ラボ押出機では、樹脂だまりによる引張破壊ひずみの改善効果はバージン材、PP/PE と PP+E/P-T20 のいずれの材料でも確認されたが、曲げ弾性率について改善が認められたのはバージン材のみであった。この様な一連の試験結果と PP 材料の射出成形品の構造は溶融押出時のせん断・温度履歴を反映し、結晶配向域（結晶ラメラ）からなるスキン層の厚さや形態が材料の剛性などの力学的性質を支配しており、タルク含有により結晶が配向する挙動があるとしているとする知見を突き合わせると、射出成形時の溶融押出条件によって結晶ラメラからなるスキン層や形態が変化し、力学的性質に違いを生じさせていると推察される。射出成形後の再生 PP 材料の引張破壊ひずみや曲げ弾性率の物性が、結晶ラメラの形態や間隔及び存在数によって支配さ

れると考えると、溶融押出時に材料に加わるせん断力に影響するスクリュー構成やスクリュー回転数を樹脂材料毎にコントロールする必要がある。また、結晶ラメラ間のタイ分子の生成度合いが引張破壊ひずみに影響するとすれば、せん断力を加えた後のバレル内での温度、樹脂圧や樹脂だまりを含めた滞留時間等も材料毎に好適な条件に設定する必要があると推察される。従って、今後は材料毎に 2 軸押出機を前提として、スクリュー構成や回転数、バレル内での温度、樹脂圧や樹脂だまりを含めた滞留時間を種々変化させて、再生材の物性が改善する最適な条件を見極める必要がある。あわせて、材料毎に種々の溶融押出条件と再生材の結晶ラメラの分布状態の変化を調査すべく、小角 X 線散乱や透過型電子顕微鏡を用いて組織学的な検討も必要と考える。

4. 事業化の計画

4.1. 想定する事業

当実証事業の結果を踏まえ、事業化を想定した事業概要を以下に記載する。

（１）ELV 由来樹脂のリサイクルを目指した動静脈企業連携の構築

ELV 由来の再生樹脂を自動車部品用材料にリサイクルするためには、物性のバラツキが少ない、環境負荷物質を含まない等の品質面や、バージン材に対する価格優位性等の具備すべき条件を満たす必要がある。そのためには、自動車メーカーが車を製造する段階で、リサイクル対象となる樹脂を使用した部品の易解体設計が必要である。即ち、解体業者にて回収及び分別がし易く、異材混入や物性のバラツキが少ない回収が出来る環境を整える事が重要である。一方、解体業者においても、リサイクル対象となる樹脂を自動車部品用材料として使用可能な品質とコストで回収及び分別する工程づくりが必要である。ELV 由来樹脂を車から車に戻す質の高いリサイクルを目指すには、このような動脈企業と静脈企業の継続的な連携の構築を行う事が前提となる。

（２）地域連携スキームの構築

ELV から回収されるバンパーや内装 PP 樹脂は嵩比重が低いため、材料の集荷や粉砕製品の再生樹脂メーカーへの輸送距離を短くしなければ事業の採算性を低下させる。当事業では、解体業者と再生樹脂メーカーが隣接した北九州エコタウンを中核として、材料の集荷から異材選別・粉砕処理及び製品納入の一貫工程が輸送効率の高いスキームとして構築された事により、輸送コストを低く抑える事が出来た。従って、材料の発生元である自動車整備業者、材料を集荷及び処理をする解体業者、樹脂再生業者及び再生樹脂を使用するプラスチック加工業者が連携する地域連携スキームの構築が必要である。図 4-1 に事業化時の地域連携スキームのイメージを示す。

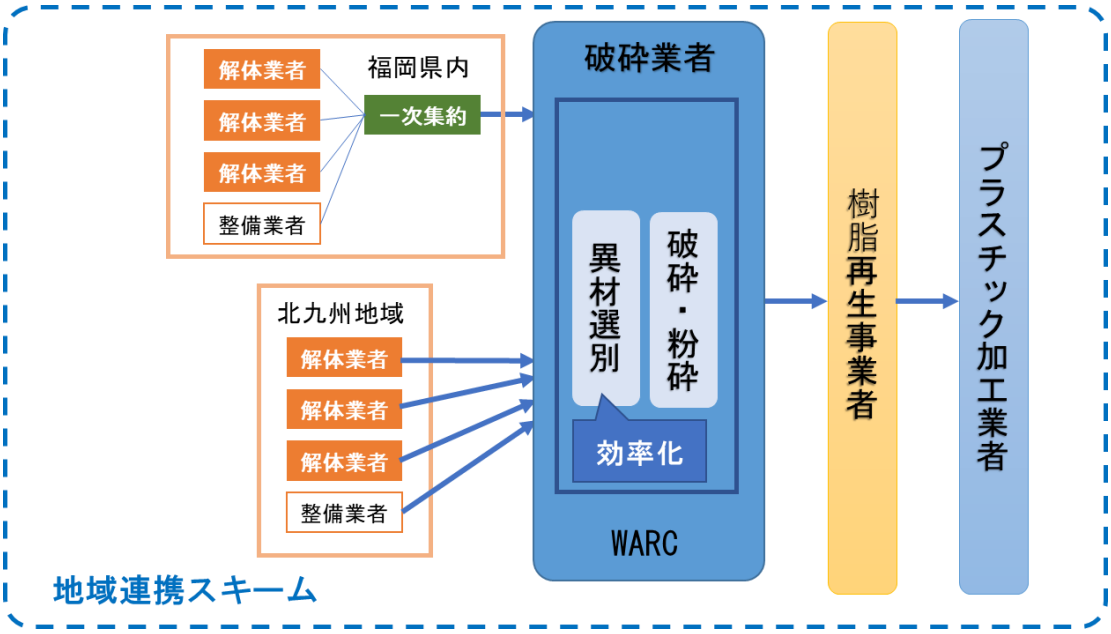


図 4-1　事業化時の地域連携スキームのイメージ

（３）樹脂取外しインセンティブ制度の構築

当実証事業の課題として、WARC 外からの材料の収集量確保が上げられた。材料が発生する所は、自動車整備工場や解体業者である。整備工場では、修理で交換した廃バンパーが発生するため回収は可能であるが、内装 PP 樹脂については修理で交換した廃棄ドアやバックゲートとして発生し取外さないため回収は出来ていない。一方、解体業者では、シュレッダー処理を前提として解体を行う事が主流であるため、バンパーや内装 PP 機脂を取外す作業は行っておらず要員も配置していない。従って、比較的手間のかからないバンパーの取外しは実施出来ても、内装 PP 樹脂の取外しは採算が合わないため実施出来ていない。このような理由で材料が集まっていないことから、樹脂を取外す何らかのインセンティブが必要である。当実証事業で実施した、北九州 ELV 協同組合各社からのアンケートに基づけば、30～50 円/kgでの買取等のインセンティブ制度の構築が必要である。

5.　事業の評価

5.1.　採算性の評価

バンパー製品量 5,325 kg/月を価格 50 円/kgで、また内装 PP 樹脂 5,415 kg/月を価格 75 円/kgで販売した場合の収益試算結果を表 5-1 と図 5-1 に示す。当条件では、25 円/kgの赤字となっており、事業化に向けて課題解決が必要である。課題と解決方法については、第 3 章に記載したが、①インセンティブ制度の構築による集荷量の確保、②異材選別作業のコスト削減に取組む必要がある。この課題が解決されれば、当事業の採算性は十分にあると考えられる。

表 5-1　収益試算結果

コスト			売上	
WARC 外集荷費		15.5	バンパー	24.8
WARC	製品納入運搬	0.3	内装 PP	37.8
	人件費	60.3		
	メンテナンス費	6.4		
	光熱費他	5.1		
合計(円/kg)		**87.6**	合計（円/kg）	**62.6**

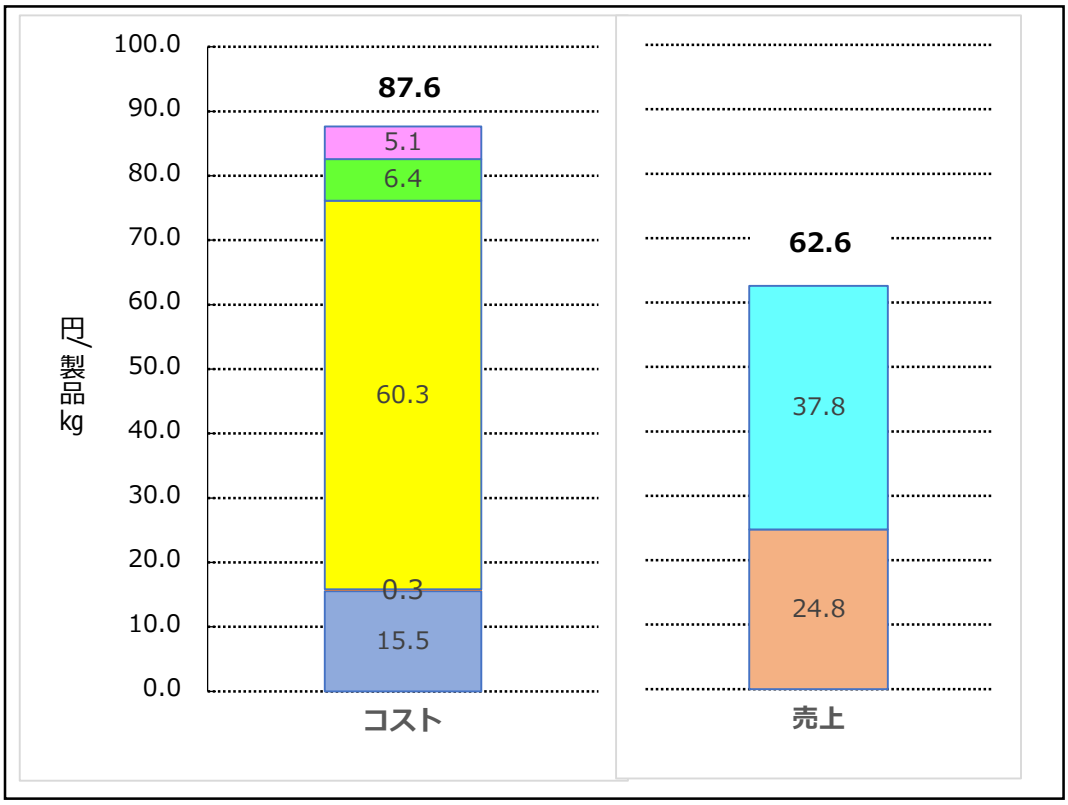


図 5-1　収益試算結果

5.2.　有効性の評価

今回の実証事業は、ELV 解体業者と樹脂再生会社が隣接し輸送費を抑えられる北九州エ

コタウンの立地条件と、全部再資源化法の特徴である精緻解体による高品位な ELV 由来樹脂生産の特徴を活かしたリサイクルスキームであった。まず採算面での事業評価において、地域連携による完結型のリサイクルによりターゲット価格 120 円/kgに対し、コスト乖離が 46～50 円/kgまでに抑えられるレベルに到達する効果が得られた。更なるコスト低減と事業の採算性確保については、集荷量の確保のための樹脂取外しインセンティブとしての買取施策や、動静脈企業連携による樹脂部品の易解体設計（DFE）が継続して実施されれば更なるコスト削減も可能となり、事業の採算性は改善され、コスト面での自動車部品用材料としての価値を高める可能性は十分にある。また、自動車部品材料としての再生樹脂の品質評価については、物性収束法に課題があるものの異材の少ない良好な品質であり、用途を検討すれば採用の可能性があるというレベルに達して来ている。今後とも継続した動静脈企業が連携した自動車部品用材料としての活用検討が進めば、実用化は可能と思われる。

一方、ASR の低減効果については、北九州エコタウンへ入庫した ELV を当スキームで処理すれば、少なくとも樹脂リサイクルにより 10 kg/台は可能であり、樹脂回収後全部再資源化法で解体した場合は ASR の発生はゼロとなる。従って、現在 ASR としてサーマルリサイクルとなっている PP 樹脂を対象とし、車から車への質の高いリサイクルを目指した当実証事業の有効性は十分にあると評価される。

総括すれば、当事業は、中国への輸出が止まり国内での滞留問題を生じている ASR の発生を抑制し、かつ ELV 由来樹脂を車から車に戻す、質が高く環境負荷低減効果の大きな水平リサイクルに要求される品質とコストを実現できる可能性を有している。また、北九州エコタウンを中核とするスキームは、ELV 由来のガラスリサイクルにも横展開できる可能性を秘めていることから、更なる ASR 削減につながる有効かつ発展性のある事業と評価される。

6. まとめと今後の課題

（１）基礎調査（Deca-BDE 含有調査）

8 メーカー99 型式の ELV より、内装 PP 樹脂としてピラー、リアトリム、インスツルメントパネル、スカッフプレート、ドアトリムを回収した。回収材より 598 検体の分析用サンプルを切出し、蛍光 X 線分析計にて定性分析を実施し、その内 25 検体に総臭素の含有が確認された。更に、25 検体についてガスクロマトグラフィー質量分析計を用いて特定臭素分析を実施した。その結果、いずれの検体にも特定臭素（Deca-BDE）が含まれていない事を確認した。

（２）再生材物性高度化

押出機のバレル長さの 13%の長さの樹脂だまりを設けることにより、ELV 由来の内装 PP 樹脂である PP/PE と PP+E/P-T20 を対象として、再生材の引張破壊ひずみに改善が見られるか押出試験を実施した。2018 年度に実施した、いその㈱稲沢工場保有の単軸及び 2 軸押出機による試験では効果は確認できなかった。しかし、2019 年度に実施した福岡大学保有の 2 軸ラボ押出機で実施した樹脂だまり長さ 18.3%の試験では、引張破壊ひずみに改善が認められ、スクリュー回転数が大きい程効果が大きかった。

今回の結果は、押出機の設備仕様が物性値の改善に影響を与えていると推察される

ことから、今後はスクリュー構成や L/D 及び押出に至る滞留時間依存性等の検討を行う必要がある。従って、樹脂押出法変更による再生樹脂の品質安定化やコスト削減については、物性高度化についての今後の調査結果に基づいて検討すべき課題とした。

（３）破砕・粉砕設備の設置

2018 年 12 月までにバンパー樹脂関連設備及び内装 PP 樹脂関連設備と両設備への電源工事を設置し、2019 年 1 月より計画通り操業を開始した。種々の異材混入防止対策を実施後測定した生産諸元は、バンパー粉砕機：一貫歩留 80.7%、破砕粉砕 151.5 kg/Hr、内装 PP 樹脂破砕粉砕機：一貫歩留 82.1%、破砕粉砕 155.6 kg/Hr である。また、バンパー粉砕後の洗浄脱水機から発生する粉砕屑の濾過装置を製作設置した。

（４）エコタウン内外実証事業

①エコタウン内外実証スキーム構築

2019 年 1 月より、エコタウン内外の解体業者や整備工場及び中古車販売業者とバンパー及び内装 PP 樹脂の回収スキームを構築した。

②再生材の品質評価

・樹脂再生メーカー（いその㈱）での評価

WARC 内回収材と外部集荷材を区分して、バンパー及び内装 PP 樹脂の再生材の品質評価をいその㈱で実施した。その結果、いずれの材料とも異材が少なく良好な品質であると評価された。内装材については、物性、環境負荷物質、外観などから非常に高品質な原料であり、特に自動車部品用原料としても使用できることが確認できた。また、バンパー材については、特にパテ、金属類の混入が懸念されたが問題ない状態であった。但し、バンパー材は塗装片が残ってしまうことから外観不良となる恐れがあるため、自動車部品用原料としてはアンダー部分の目に付きにくいパーツなど、必然と最終製品にも制限がかかる可能性が非常に高いと思われる。

・自動車部品用材料としてのメーカーでの評価

メーカー毎、部品毎に要求物性が異なるため、メーカーによって物性への評価は異なるが、内装グレードについても外装グレードについても用途を検討すれば採用を検討できる可能性があるという意見が得られた。しかし、実用化に向けた課題としては、品質面では再生材の物性収束法やコスト面ではターゲット価格 120 円/kg に向けて 46 円/kg～50 円/kg の乖離解消策等が上げられた。その他再生樹脂採用全般に対して、中国の廃棄物輸入規制の問題、ASR の処理問題から ASR の主成分である樹脂部品の活用を推進していく必要があるといった積極的な意見がある一方で、日本では再生材に対するイメージが良くないといった意見が聞かれた。

③素材回収量

要員 3 名での設備能力見合いの、バンパー及び内装 PP 樹脂とも 6,600 kg/月（WARC 内 3,300 kg/月+WARC 外 3,300 kg/月）のトータル 13,200 kg/月を目標として素材の回収を行った。その結果、WARC 内はほぼ計画通りの量を確保出来たが、WARC 外からの集荷量が目標に達しなかった。特に、内装 PP 樹脂の回収がうまく行っておらず、今後確実に回収を行うためのインセンティブ制度の構築を検討する必要がある。

④事業性評価

素材回収量としてバンパー及び内装 PP 樹脂合わせて 13,200 kg/月を処理し、製品10,740 kg/月を要員 3 名で生産する前提でコストを試算した結果、87.6 円/製品kgとなった。一方売上は、バンパー50 円/製品kg、内装 PP 樹脂 75 円/kgの買取価格を前提として 62.6 円/製品kgで、差引▲25 円/製品kgの赤字となった。自動車部品用再生材としての評価としては、物性収束方法に課題があることと、価格面においてターゲット価格120 円/kgに対して 166 円/kg～170 円/kgで 46 円/kg～50 円/kgの乖離がある。従って、事業化に向けては、以下の課題解決が必要である。

・異材除去作業の効率化によるコストダウン
・異材を除去しやすい部品作りと選別作業の生産性向上
（動脈・静脈企業連携による易解体部品設計）
・樹脂を確実に外すインセンティブ制度の構築
・北九州エコタウンへの ELV 集荷
・再生材の物性のバラツキに対する収束方法

以上の課題解決策が継続して実施できれば、素材回収量の確保と処理コスト削減が可能となることから、北九州エコタウンを中核とする精緻解体による高品位樹脂リサイクルスキーム事業は今後とも継続可能と考えられる。また、現在早期解決が求められている国内の ASR 滞留問題に対しても、ASR 発生量抑制としての貢献も期待される。

7. 参考文献

（１）2017 年 10 月 12 日　第 34 回環境資源工学会シンポジウム
ポリオレフィン系廃棄プラスチックの物理劣化メカニズムと高度再生技術
八尾滋、冨永亜矢　福岡大学工学部

（２）2017 年 3 月 10 日　終了課題成果報告会資料
廃プラスチックの高付加価値化リサイクル技術創製及び実用化研究
八尾滋　福岡大学工学部

（３）高分子　54 巻　9 月号（2005 年）P682～685
ポリプロピレン材料の高次構造
藤田祐二　日本ポリプロ株式会社

8. 所感

50 年に一度という自然災害が毎年発生しており、地球温暖化対策は最悪のシナリオを回避する待ったなしの分岐点を迎えている。SDGs に掲げられているように、持続可能な経済と環境と人間の生活との調和が求められている。

今回取組んだ実証事業を通じて感じるのは、物を生産販売する動脈企業と、使用済みの物をリサイクルする静脈企業及び関連する地域社会との永続的な連携無しにはリサイクルによる資源循環は成り立たないということである。我が国は「もったいない」に示され

る様に、資源の少ない国であるが故に物を大切にする事を嘗て美徳として来た。この原点に再度立ち返り、我が国ならではの国内資源を大切にする持続可能な循環型社会づくりを目指し、産学官民が一致協力して取組む事が必要である。

最後となりましたが、実証事業を企画推進するに当り、ご支援ご協力頂いた自動車リサイクル高度化財団関係者様、福岡大学八尾教授様、いその㈱様、吉川工業㈱様、北九州 ELV 協同組合関係者様へ深く感謝申し上げます。