

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
「自動車由来樹脂リサイクル可能性実証」

最終報告書

2020 年 3 月 27 日

株式会社矢野経済研究所

担当者連絡先

担当者名：相原光一

部門：インダストリアルテクノロジーユニット

電話番号：03-5371-6930

はじめに

項目	内容	
事業の背景	➤ 自動車では自動車由来樹脂等の活用促進による 3R 高度化推進が課題	
事業のゴール	➤ ASR の主成分の樹脂部品活用により、ASR 発生量の削減を目指す	
2019 年度 実施内容	① 対 象 PP 部 品 選 定	➤ 外装はバンパー、サイドシルガーニッシュ、内装はピラー（A、C、D ピラー）、カウルサイドトリム、ドアスカッフプレート、テールゲートライニングである。
	② 部 品 回 収 実 施	➤ 解体事業者における外装の 1 年目の解体作業費（1 次及び 2 次）平均値は 58.3 円/kg だったものが 2 年目は 48.5 円/kg に低下した。2 次解体専門事業者におけるフロントバンパーの 2 年目の解体作業費（2 次）平均値は 39.9 円/kg だったものが 12.2 円/kg に低下した。作業員の習熟度の向上や使用工具の工夫によるものと推測される。
	③ 輸 送 検 討	➤ バンパー有姿での輸送時の費用試算（参考値）は、手積みの場合 27.2 円/kg、ラック積みの場合 26.3 円/kg である。 ➤ バンパー破砕品での輸送時の費用試算（参考値）は、4.3 円/kg であった。有姿での輸送費用は、破砕品での輸送費用と比較し約 6 倍高い。
	④ 供 給 可 能 量 検 討	➤ 1 次解体で 30 円/kg、2 次解体までの実施で 50 円/kg の場合、PP 部品の回収を行うかという質問に対して、273 事業所（1 次解体のみの 88 事業所+2 次解体までの 185 事業所）が回収すると回答した。これらの事業所の協力が実際に得られたとし、1 台 12kg 回収した場合、各事業所引取台数規模の中央値を単純に掛け合わせると 5,041t/年の再生樹脂が供給可能となる。ただし、1 次解体のみの協力の場合は、2 次解体を行ってくれる事業者を確保する必要がある。
	⑤ 物 性 検 討	➤ 当事業年度では、自動車メーカーを区分することなく回収を行い、更に回収規模を拡大し、物性測定サンプル数（n 数）を増やすことで物性のばらつきがどの程度か明確化した。その他塗膜剥離グレードの提示も行った。 ➤ 提示した 3 グレードは特定の化学物質測定において閾値未満であることが把握できた。
	⑥ コ ス ト 検 討	➤ いくつかのシナリオに基づきコスト試算を行った。なおコストには作業費（材料+加工賃）だけでなく、販管費を含めて計算した。最安値で 166 円/kg～170 円/kg という試算である。
	⑦ 自 動 車 メ ー カ ー の 評 価	➤ 品質については、自動車メーカーによって採用基準が異なるが、提案した内装及び外装グレードに対して、物性要求が高くない部品や、色味の問題から目に見えない部品によっては採用検討の可能性が有るという回答が得られた。 ➤ 塗膜剥離グレードについては価格面での採用ハードルは高い。 ➤ 化学物質の管理手法について、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、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 ➤ 再生樹脂のコストシナリオにおいて現状提示された 166 円/kg～170 円/kg で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、効率化や工程改善を含めて 46 円/kg～50 円/kg を埋める手立てを考える必要がある。

目次

1. 助成事業の計画.....	3
1.1. 自動車リサイクル業界における事業の位置付け・背景	3
1.2. 事業の実施内容	4
2. 助成事業の報告.....	29
2.1. 助成事業実施結果.....	29
2.2. 設備導入内容及び稼働結果	100
2.3. 実施結果を踏まえた考察.....	104
3. 今後の事業化を目指した課題及び解決方法等.....	108
3.1. 現状の課題	108
3.2. 課題の解決方法	110
4. 事業化の計画	114
4.1. 想定する事業.....	114
5. 事業の評価.....	115
5.1. 採算性の評価.....	115
5.2. 有効性の評価.....	116

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付け・背景

現在、使用済自動車（以下 ELV : End of Life Vehicle）の再資源化率は 100%近い水準を達成しているが、今後の自動車リサイクルの方向性としては、ELV に含まれる部品・素材を可能な限り環境負荷が少ない方法でリサイクルし、有効利用を行うことが求められている。

「自動車リサイクルに係る 3R の推進・質の向上に向けた検討会（2016 年 8 月）」でも、ELV 由来再生資源の需要拡大を図るため、再生樹脂を活用した車両の購入時にインセンティブを与えることで、ユーザー選択及び自動車製造業者等を促す取り組みについて示されている。このようなマテリアルリサイクルが促進されることにより ASR が削減され、最終的には ASR リサイクル料金に対するユーザー負担削減に資することも期待できる。

ただ現状、自動車メーカーの再生樹脂活用は修理交換時の廃バンパー等に限られ、その他殆どは ASR として回収され、熱量としてサーマルリサイクルされている。回収及び異物除去・輸送のコストや、新車量産体制に見合う供給量確保、経年劣化による品質上の懸念等が活用に向けての障壁となっているためである。

再生樹脂を新車向けに採用するためには、各自動車メーカーが中心となり、各社採用基準に合わせた品質評価、採算評価、安定供給等の検証が必要となる。本実証事業では、上記を踏まえてより現実的かつ継続的な再生資源活用のための技術及び体制を構築すべく、実証を行った。

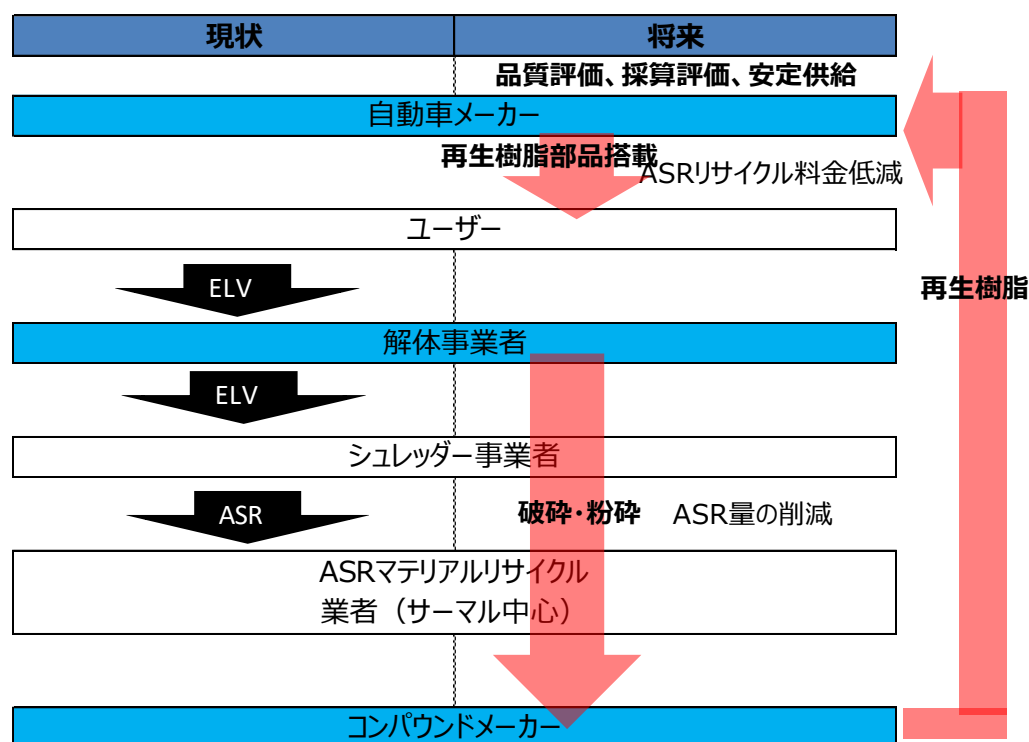


図 1.1.実証事業全体イメージ

出所：矢野経済研究所

1.2. 事業の実施内容

1.2.1. 事業計画概要

本実証事業では、一般社団法人日本自動車工業会の協力の下で回収部品を選定し、自動車メーカーの新車向けの採用基準に照らして、再生樹脂材のグレードを指定した上で、工程改善を検討しながら、再生樹脂の開発を進めた。これにより、採用グレードでの再生樹脂開発を効率的に行うことができると考えた。

材料の安定供給に向けた量産体制についても、新車への採用に向けた供給を達成するため、解体事業者、破碎事業者、コンパウンドメーカー等のネットワーク構築を進めた。

採算性不適合との性急な結論等によって再生樹脂不採用とならぬよう、十分なサンプル数を踏まえた採算性の改善対策等の検討が必要であることから、本実証事業は 2017 年度～2019 年度の 3 ヶ年を計画した。

自動車メーカーが再生樹脂を採用する際の基準（実証事業のポイント）は、品質、環境規制対応、コスト、量産体制である。

本実証事業では、自動車メーカー別に車両のサンプルを確保し、ELV 由来樹脂の物性確認を行った上で、品質の改善方法について実証しながらコストの検証を進めた。現段階で Car to Car での採算性は極めて低いとされているが、取外効率の高い部品の選定、輸送効率の高い輸送方法・ルートを開発、コンパウンド方法改善によるコスト低減を実現することを目指した。

環境負荷物質低減の必要から一部臭素系難燃剤廃絶対応が進められる見込みのため、国際的な規制動向も見極めながら、新車向け再生樹脂採用拡大に向けた実証とした。

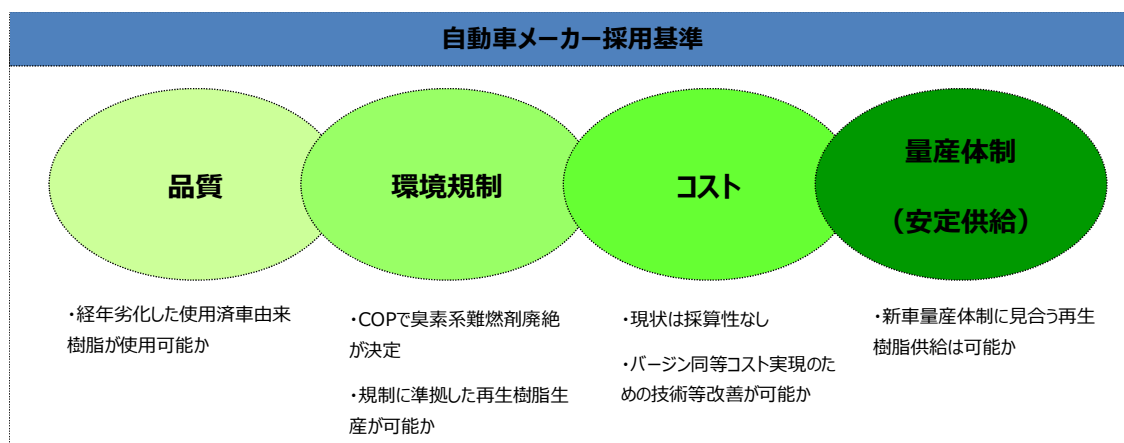


図 1.2.実証事業のポイント

出所：矢野経済研究所

(1) 2017 年度（実施済み）

2017 年度は自動車メーカー、解体事業者、コンパウンドメーカーが一体となり、まずはコンパウンドメーカーのある中部地区（主に愛知県）を輸送コストミニマムのモデルケースとして 6 解体事業者に協力を仰ぎ実証を行った。

回収部品は、以下条件を考慮し、自動車メーカー、解体事業者、コンパウンドメーカー等の意見も総合した上で部品を選定した。

- ・ PP 樹脂部品（対象となる刻印詳細は表 2.3 参照、PE や、GF（グラスファイバー）混入品は回収対象外とした。）
- ・ 易解体性を重視
- ・ 臭素系難燃剤等「非含有」

回収対象メーカーはトヨタ、ホンダ、日産、三菱、ダイハツ、スズキ、マツダ、SUBARU の 8 社であり、PP の使用がほぼ間違いない確定部品 3 種（バンパー、サイドシルガーニッシュ、アンダーカバー）、PP 以外の樹脂が使用されている可能性がある調査部品 4 種（インナーフェンダー、マッドガード、カウルトップ、バッテリーカバー／ケース）を選定した。

表 1.1.2017 年度事業の実施内容

	内容	
協力解体事業者	愛知	ニュー岩田株式会社、株式会社山内商店、城北自動車興業株式会社、有限会社森田車輛
	三重	株式会社小林商店
	長野	有限会社丸大産業
①対象 PP 部品選定	回収対象メーカー	トヨタ、ホンダ、日産、三菱、ダイハツ、スズキ、マツダ、SUBARU の 8 社
	回収部品	確定部品 3 種（バンパー、サイドシルガーニッシュ、アンダーカバー） 調査部品 4 種（インナーフェンダー、マッドガード、カウルトップ、バッテリーカバー／ケース）を選定 ※確定部品は必ず PP を使用している部品。物性確認を行う。 ※調査部品は PP 以外も含まれる可能性があるもの。 2017 年度はひとまず回収のみ行い、物性確認は着手しない。
②対象 PP 部品の回収実証	回収量目安と結果	1 自動車メーカー 1 部品 20kg （2 月中旬～6 月中旬の約 4 ヶ月間） 回収結果は表 1.2 参照
	回収時間	表 1.3、図 1.3 参照
③対象 PP 部品の物性確認	新品部品との物性比較	表 1.4、図 1.4、表 1.5、図 1.5、表 1.6、図 1.6 参照

出所：矢野経済研究所

① 回収量結果

1 自動車メーカー1 部品 20kg を目安として部品の回収を行ったが、調査部品のインナーフェンダーでは約 80%（個数ベース）、バッテリーカバー／ケースでは約 50%以上（重量ベース）が PP 以外であった。またマッドガードは搭載されている車自体が少なく、数が集まらなかったため、この 3 種は 1 年目で回収を終了することとした。

表 1.2.部品別の回収個数（2017 年度）

部品名		確定部品			調査部品			
		バンパー (フロント、リア)	サイドシル ガーニッシュ	アンダーカ バー	インナー フェンダー (フェン ダライナ)	マッドガード	カウルトップ	バッテリーカ バー、ケース
回収個数目安		5.0個	20.0個	40.0個	40.0個	100.0個	20.0個	200.0個
回収 個数	トヨタ	30.0個	46.0個	57.0個	22.0個	52.0個	47.0個	185.0個
	ホンダ	28.0個	18.0個	29.0個	8.0個	9.0個	29.0個	83.0個
	日産	26.0個	16.0個	41.0個	37.0個	46.0個	37.0個	36.0個
	三菱	15.0個	9.0個	11.0個	0.0個	4.0個	30.0個	29.0個
	ダイハツ	23.0個	30.0個	25.0個	4.0個	2.0個	42.0個	28.0個
	スズキ	33.0個	32.0個	4.0個	5.0個	12.0個	38.0個	71.0個
	マツダ	18.0個	8.0個	30.0個	36.0個	4.0個	18.0個	16.0個
	SUBARU	13.0個	16.0個	13.0個	0.0個	14.0個	14.0個	15.0個
合計		186.0個	175.0個	210.0個	112.0個	143.0個	255.0個	463.0個

※上記回収個数は解体事業者においてPPと認識された個数を示す。実際にはいそのでの確認においてPP以外と判断された部品も含む

出所：矢野経済研究所

② 回収時間計測結果

バンパー、サイドシルガーニッシュ、アンダーカバー、カウルトップの回収コストを検証すべく、回収時間の計測を行った（表 1.3）。

回収時間については、ELV から対象部品を取り出すまでの作業を 1 次解体、取り出した部品から異物等を除去する工程を 2 次解体とした。2 次解体について、異物除去は基本的にクリップとシールは外すが部品重量に占める比率が低いパテ埋めチェック等は無視し、泥汚れや油汚れ等の除去は解体事業者では行わないこととした。異物の除去に時間がかかりすぎる異物の部分はエアソーでカットを行った。

また、部品別の解体時間から、解体費用及び重量単価を算出した。例えばバンパーは 1 次解体で 84 秒、2 次解体で 159 秒がかかっている。この値に作業費 0.5 円/秒をかけると 1 次解体で 42 円/本、2 次解体で 80 円/本という計算となる。いそのの知見からバンパーは 1 部品の重量目安が 4kg のため、1 次解体で $42 \text{ 円} \div 4\text{kg} = 10.5 \text{ 円/kg}$ 、2 次解体で 79.5 円（表中は便宜上 80 円で表記） $\div 4\text{kg} = 19.9 \text{ 円/kg}$ の合計 30.4 円/kg という計算となる。バンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップの解体時間（費用）の削減には 2 次解体の時間短縮が課題である。

表 1.3.部品別の解体時間、部品別の解体費用と重量単価（2017 年度）

	目標値	集計結果			中央値					
		解体時間中央値 (秒)			解体事業者の作業費0.5 円/秒の 場合の解体費用（円/本）			重量単価（円/kg）		
	1 部品重量目安 (kg)	1 次	2 次	合計	1 次	2 次	合計	1 次	2 次	合計
バンパー	4	84	159	243	42	80	122	10.5	19.9	30.4
サイドシルガーニッシュ	1	50	96	146	25	48	73	24.9	48.2	73.1
アンダーカバー	0.5	26	0	26	13	0	13	26.2	0.0	26.2
インナーフェンダー	0.5	50	0	50	25	0	25	49.5	0.0	49.5
マッドガード	0.2	17	0	17	8	0	8	42.2	0.0	42.2
カウルトップ	1	48	101	149	24	51	75	24.0	50.5	74.5
バッテリーカバー・ケース	0.1	2	0	2	1	0	1	10.0	0.0	10.0

※解体作業者の作業費は、厚生労働省大臣官房統計情報部雇用・賃金福祉統計課「毎月勤労統計調査年報（全国調査:2018 年 2 月確報）を参考に算出した（月間現金給与額・調査産業計 265,434 円/月÷月間実労働時間及び出勤日数・調査産業計 139 時間=1,909.6 円/時間=0.5 円/秒）

出所：矢野経済研究所

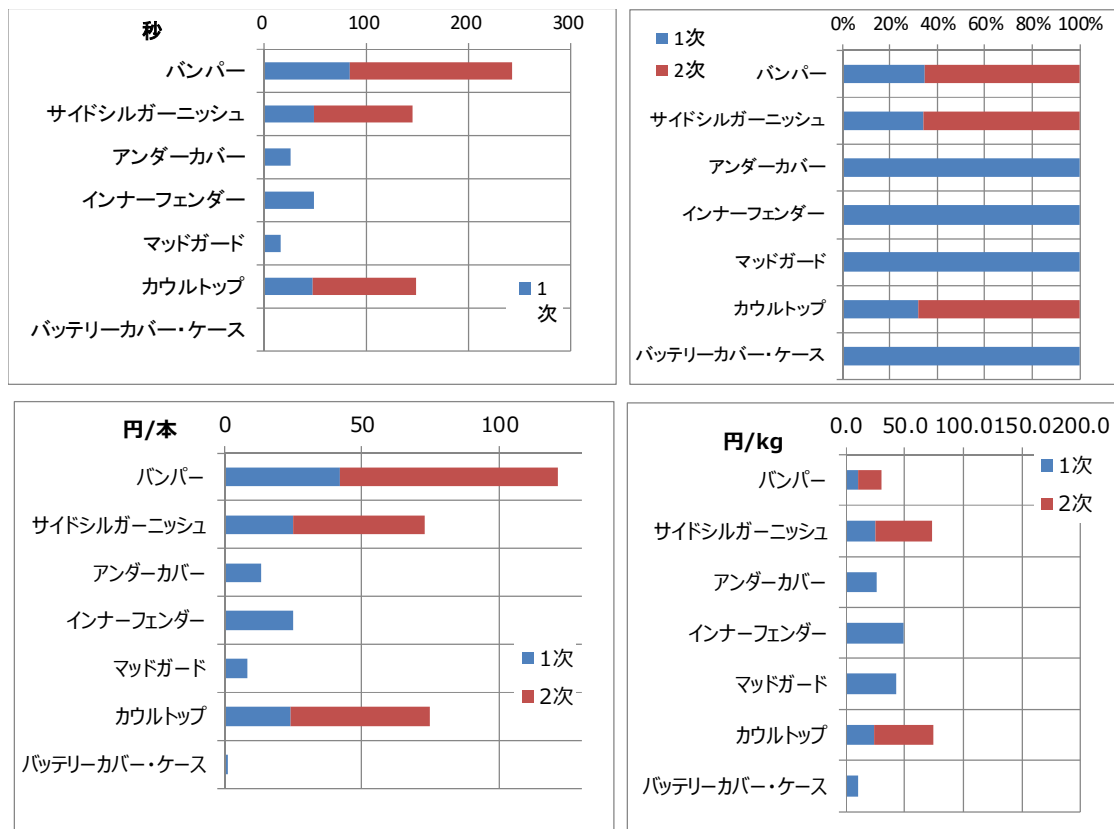


図 1.3.（左上）部品別の解体時間と（右上）1 次解体及び 2 次解体の比率
（左下）部品別の解体費用と（右下）重量単価（2017 年度）

出所：矢野経済研究所

③ 回収品物性結果

回収バンパー、サイドシルガーニッシュ、アンダーカバーの物性とバージン材（15 年前に製造された年式に相当する新品部品）の物性との比較を行った。

バンパー、サイドシルガーニッシュ、アンダーカバーの全ての部品において、新品部品と比較して、回収部品の物性に差が少ないという結果が得られた。

表 1.4.バンパーの新品と回収品の物性評価

バンパー																			
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ		ホンダ		日産		三菱		ダイハツ		スズキ		マツダ		SUBARU	
				新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	27	29	27	24	22	15	29	36	26	23	32	35	30	30	16	27
シャルビー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	29	26	26	29	36	31	28	27	30	38	22	12	28	23	38	28
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	17.5	19.4	16.2	18.0	18.9	17.6	18.1	19.1	17.3	18.3	17.9	20.4	17.3	18.8	16.7	17.2
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	31	28	57	112	42	20	61	36	66	52	28	23	56	39	70	36
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,530	1,720	1,230	1,380	1,640	1,700	1,300	1,250	1,330	1,430	1,600	1,760	1,520	1,640	1,290	1,280
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	24.6	28.0	21.7	23.6	27.3	25.6	23.9	25.7	23.2	24.9	27	29.2	23.6	25.8	22.5	23.4
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,690	1,790	1,260	1,390	1,740	1,800	1,370	1,320	1,370	1,460	1,800	1,790	1,560	1,730	1,350	1,390
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	54	66	44	51	64	59	55	65	54	59	60	70	48	58	48	56
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	103	106	90	97	104	104	93	91	93	96	102	102	100	100	92	93
比重	水中置換法		ISO 1183	1.01	1.03	0.98	0.98	1.01	1.02	0.98	0.95	0.99	0.98	1.02	0.99	1.01	1.01	1.00	0.98

※表示の値は実測値であり、保証値ではない

出所：いその資料より矢野経済研究所

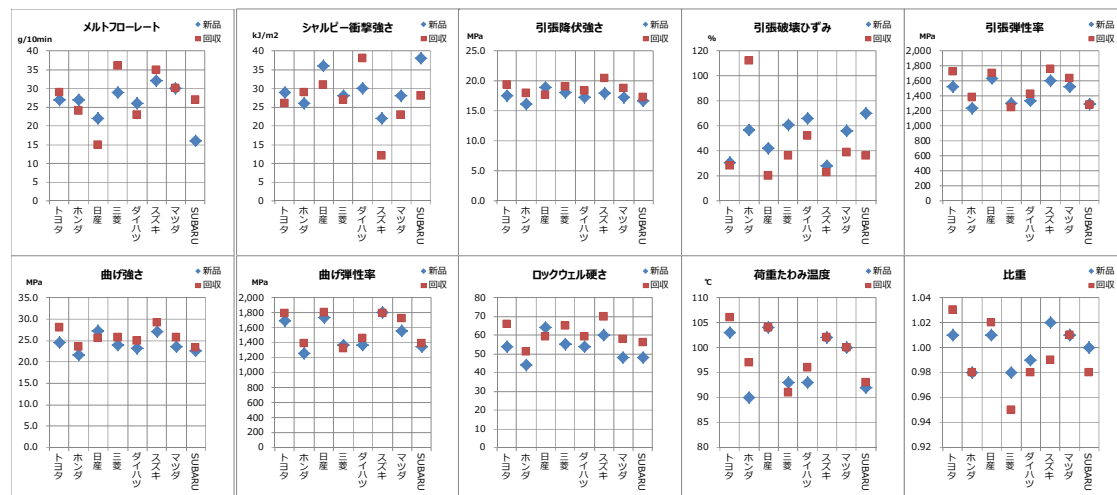


図 1.4.バンパーの新品と回収品の物性評価

出所：いその資料より矢野経済研究所

表 1.5.サイドシルガーニッシュの新品と回収品の物性評価

サイドシルガーニッシュ																				
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ		ホンダ		日産		三菱		ダイハツ		スズキ		マツダ		SUBARU		
				新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	27	32	27	27	25	22	23	29	回収 量 未 達	31	28	16	19	33	回収 量 未 達	22	21
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	29	27	29	29	36	39	28	29		22	31	23	17	29		27	
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	17.5	19.4	19.2	18.8	18.9	17.7	18.1	18.0		18.2	17.7	19.8	18.0	16.0		16.5	
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	31	35	39	78	42	31	61	25		46	152	66	23	27		74	
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,530	1,760	1,360	1,370	1,640	1,600	1,300	1,450		1,560	1,220	1,370	1,420	1,130		1,220	
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	24.6	28.3	25.9	24.2	27.3	25.0	23.9	24.9		24.8	23.1	25.4	24.6	21.0		21.2	
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,690	1,860	1,390	1,400	1,740	1,650	1,370	1,530		1,670	1,250	1,380	1,500	1,200		1,230	
ロクウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	54	67	61	52	64	58	55	58		54	53	61	56	45		40	
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	103	107	96	94	104	100	93	99		101	89	91	97	92		90	
比重	水中置換法		ISO 1183	1.01	1.02	0.95	0.96	1.01	1.00	0.98	0.99	1.04	0.95	0.96	1.00	0.98	0.98			

※表示の値は実測値であり、保証値ではない

※トヨタ、日産、三菱の新品のサイドシルガーニッシュは調達不能だったため、ハンバーの値を記載（ハンバーとサイドシルガーニッシュの物性はほぼ同一）

出所：いその資料より矢野経済研究所

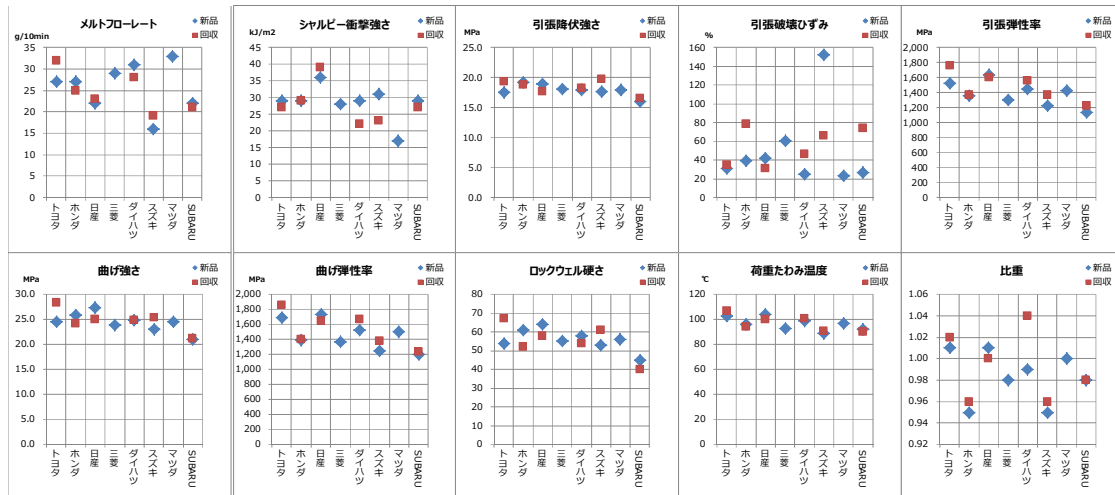


図 1.5.サイドシルガーニッシュの新品と回収品の物性評価

出所：いその資料より矢野経済研究所

表 1.6.アンダーカバーの新品と回収品の物性評価

アンダーカバー																				
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ		ホンダ		日産		三菱		ダイハツ		スズキ		マツダ		SUBARU		
				新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	入 荷 品 が G F 品		2	27	20	1				34		28		27	11	22	27
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1			66	25	26	80				8		12		8	14	9	12
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1			21.9	17.7	18.8	24.3				22.1		20.1		24.7	22.8	24.4	21.7
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1			169	64	49	157	回 収 量 未 達	購 入 不 可	回 収 量 未 達	22	回 収 量 未 達	22	回 収 量 未 達	38	9	17	23
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1			923	1,280	1,320	1,050				1,340		1,500		1,300	1,080	1,460	1,180
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178			22.2	24.0	24.3	25.3				29.7		28.3		31.9	26.5	32.4	28.1
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178			924	1,410	1,290	1,100				1,310		1,550		1,270	1,050	1,470	1,220
ロクウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2			61	54	58	64				84		74		92	79	88	81
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1			72	93	92	76				93		96		96	80	97	90
比重	水中置換法		ISO 1183			0.93	0.97	0.96	0.94				0.93		0.97		0.92	0.93	0.93	0.93

※表示の値は実測値であり、保証値ではない

出所：いその資料より矢野経済研究所

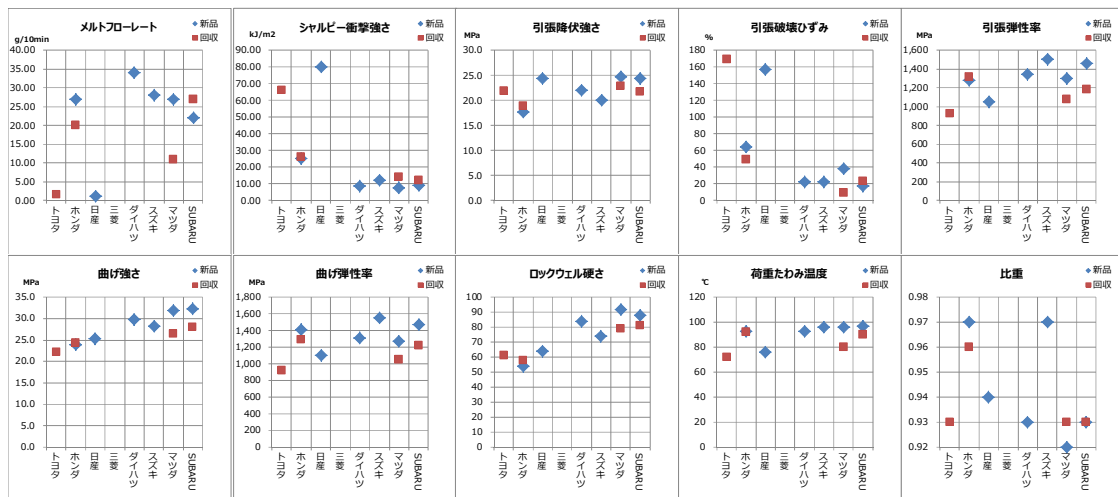


図 1.6.アンダーカバーの新品と回収品の物性評価

出所：いその資料より矢野経済研究所

④ 総合評価

素材適性、解体時間・重量単価、物性評価からバンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップが工夫次第によって比較的成本及び品質面からリサイクルに適する可能性があることが明らかとなった。

表 1.7.回収品の総合評価

部品名	素材適性		解体時間・重量単価		物性評価		総合評価	
		理由		理由		理由		理由
バンパー	○	PP品がほとんど	○～△	2次解体に時間を要するものの、1個あたりの部品重量が最も大きいため、重量単価は低く抑えられている。2次解体の時間の圧縮を検討	○	物性劣化度は少ない	○～△	2次解体時間の圧縮により、解体コストの低減が期待
サイドシルガーニッシュ	○	PP品がほとんど	○～△	2次解体に時間を要するものの、解体時間の圧縮によっては回収対象になりうる	○	物性劣化度は少ない	○～△	2次解体時間の圧縮により、解体コストの低減が期待
アンダーカバー	×	PP-GF等が多い	○	解体時間が短くて済む	○	物性劣化度は少ない	×	リサイクル可能なPP品が少ない
インナーフェンダー	×	PP以外の素材が多い	○	解体時間が短くて済む	—	調査対象部品であるため物性評価は未実施	×	リサイクル可能なPP品が少ない
マッドガード	×	搭載車種が少なく、PP以外の素材も多い	○	解体時間が短くて済む	—	調査対象部品であるため物性評価は未実施	×	リサイクル可能なPP品が少ない
カウルトップ	○	PP品がほとんど	○～△	2次解体に時間を要するものの、解体時間の圧縮によっては回収対象になりうる	—	調査対象部品であるため物性評価は未実施	○～△	2次解体時間の圧縮により、解体コストの低減が期待
バッテリーカバー・ケース	×	PP-GF等が多い	○	解体時間が短くて済む	—	調査対象部品であるため物性評価は未実施	×	リサイクル可能なPP品が少ない

出所：矢野経済研究所

(2) 2018 年度（実施済み）

2 年目である 2018 年度は、1 年目の結果（部品の物性、回収量、回収時間）から回収部品の見直し等を行った。なお 1 年目と同様に回収対象となる部品条件は以下である。

- ・PP 樹脂部品（対象となる刻印詳細は表 2.3 参照、PE や、GF（グラスファイバー）混入品は回収対象外とした。）
- ・易解体性を重視
- ・臭素系難燃剤等「非含有」

1 年目からの継続部品のバンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップに加え、臭素系難燃剤不使用と推定される内装品のピラーカバー、カウルサイドトリム、ドアスカッフプレート、テールゲートライニングを選定した。

表 1.8. 2018 年度事業の実施内容

	内容		
協力解体事業者 (12 社)	中部 (6 社)	愛知	ニュー岩田株式会社、株式会社山内商店、城北自動車興業株式会社、有限会社森田車輛
		三重	株式会社小林商店
		長野	有限会社丸大産業
	関東 (6 社)	東京	有限会社貝塚商会
		千葉	京葉自動車工業株式会社
		埼玉	株式会社昭和メタル、浦和自動車解体株式会社
		栃木	株式会社エコアール
		茨木	株式会社茨木オートパーツ
①対象 PP 部品選定	回収対象 メーカー	➤ トヨタ、ホンダ、日産、三菱、ダイハツ、スズキ、マツダ、SUBARU の 8 社	
	回収部品	➤ 外装 3 種（バンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップ類） ➤ 内装（ピラー、カウルサイドトリム、ドアスカッフプレート、テールゲートライニング）	
②対象 PP 部品の 回収実証	回収量目安と 結果	➤ 1 自動車メーカー1 部品 300kg （8 月下旬～12 月中旬までの約 4 ヶ月間） ➤ 回収結果は表 1.9 参照	
	回収時間	➤ 表 1.10、図 1.7 参照	
③対象 PP 部品の 物性確認	新品部品との 物性比較	➤ 表 1.13、図 1.10、表 1.14、図 1.11、表 1.15、図 1.12 表 1.16、図 1.13 参照	

出所：矢野経済研究所

① 回収量結果

1 自動車メーカー1 部品 300kg を目安として部品の回収を行った。バンパーは 8 社全てで回収量を達成した。サイドシルガーニッシュは搭載されていない車種が多く、全てのメーカーで未達となった。カウルトップは、トヨタ、ホンダ、日産、ダイハツ、スズキはほぼ回収目安量を達成したが、三菱、マツダ、SUBARU は回収量が目安量の 60%以下となった。内装品は、トヨタ、ホンダ、日産、ダイハツ、スズキは回収目安量を達成した。三菱についても目安量の 86%の回収量であり、ほぼ達成したといえる。マツダ、SUBARU については目安量の約 50%という結果となった。

物性評価のための必要最小重量は 5kg であるため、この条件は全メーカーの全部品で満たしている。規模の拡大を目指した 2 年目の回収では、回収部品の物性評価に加え、解体事業者からの回収スキームに問題がないかの検証や、部品の回収が想定どおりに進むかどうかを見極めることも含まれている。その点では、サイドシルガーニッシュのように搭載されていない車種が多いことが判明した部品では、想定を下回る回収結果となったため、量産を見据えて回収スキームを構築する際の有意な検証結果の 1 つであると考えられる。

表 1.9. 部品別の回収個数（2018 年度）

目標個数1メーカー		バンパー	サイドシル ガーニッシュ	カウルトッ プ	内装品
全体（4ヶ月の目標）（本又は		75	300	300	600
トヨタ	解体個数	130	147	381	1056
	全体達成率	達成	49%	達成	達成
ホンダ	解体個数	183	276	369	654
	全体達成率	達成	92%	達成	達成
日産	解体個数	199	108	417	630
	全体達成率	達成	36%	達成	達成
三菱	解体個数	120	63	180	516
	全体達成率	達成	21%	60%	86%
ダイハツ	解体個数	154	174	300	912
	全体達成率	達成	58%	達成	達成
スズキ	解体個数	127	147	288	738
	全体達成率	達成	49%	96%	達成
マツダ	解体個数	90	60	129	306
	全体達成率	達成	20%	43%	51%
SUBARU	解体個数	107	102	135	324
	全体達成率	達成	34%	45%	54%

※達成したものは赤背景、ほぼ達成（80%以上）したものはピンク背景で表示

出所：矢野経済研究所

② 回収時間計測結果

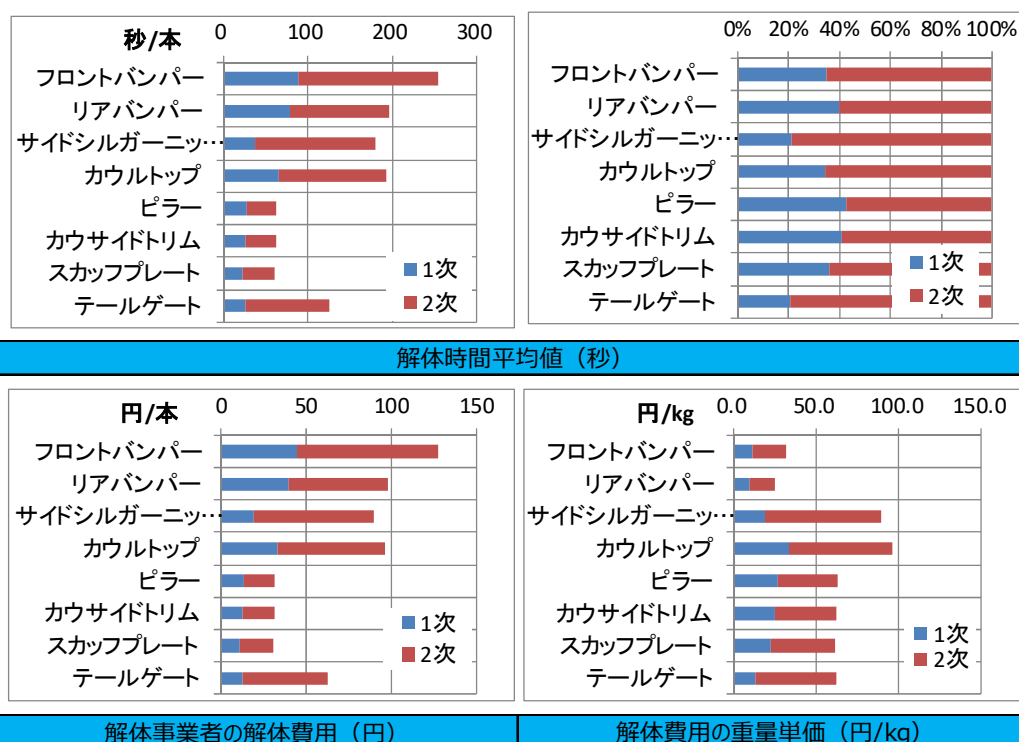
フロントバンパー、リアバンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップの回収コストを検証すべく、回収時間の計測を行った（表 1.10）。回収時間については、回収準備・回収工程を1次解体、回収部品からの異物除去を2次解体とし、それぞれ計測した。

表 1.10. 部品別の解体時間、部品別の解体費用と重量単価（2018 年度）

		1部品重量目安 (kg)	集計結果			平均値						平均値 (円/kg)
			解体時間平均値 (秒/本)			解体事業者の作業費 0.5 円/秒の場合の解体費用 (円/本)			重量単価 (円/kg)			
			1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計	
外装	フロントバンパー	4	89	165	254	44	83	127	11.1	20.7	31.7	60.4
	リアバンパー	4	79	117	196	39	59	98	9.8	14.7	24.5	
	サイドシルガーニッシュ	1	38	141	179	19	70	89	18.9	70.5	89.4	
	カウルトップ	1	66	126	192	33	63	96	33.0	63.0	96.1	
内装	ピラー	0.5	27	36	63	13	18	32	26.7	36.3	63.0	62.2
	カウサイドトリム	0.5	25	37	62	13	18	31	25.3	36.6	62.0	
	スカッフプレート	0.5	22	39	61	11	20	31	21.9	39.1	61.1	
	テールゲート	1	26	99	125	13	50	63	12.8	49.7	62.6	

※12社による計測結果

出所：矢野経済研究所



※12社による計測結果

図 1.7. 部品別の解体時間、部品別の解体費用と重量単価（2018 年度）

出所：矢野経済研究所

また、部品別の解体時間から、解体費用及び重量単価を算出した。例えばバンパーは 1 次解体で 89 秒、2 次解体で 165 秒がかかっている。この値に作業費 0.5 円/秒をかけると 1 次解体で 44.3 円/本（表中は便宜上 44 円で表記）、2 次解体で 82.7 円/本（同じく便宜上 83 円で表記）という計算となる。いそのの知見からバンパーは 1 部品の重量目安が 4kg のため、1 次解体で $44.3 \text{ 円} \div 4\text{kg} = 11.1 \text{ 円/kg}$ 、2 次解体で $82.7 \text{ 円} \div 4\text{kg} = 20.7 \text{ 円/kg}$ の合計 31.7 円/kg という計算となる。全ての部品において 2 次解体時間が解体時間の 40%以上を占めており、2 次解体の短縮が課題であるといえる。

・ 1 年目及び 2 年目の回収時間比較

中部地区の 5 社は 1 年目に引き続き 2 年目もフロントバンパー、リアバンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップの回収を行ったため、解体時間の比較を行った。

解体車種、年式、作業者等が同一ではないため、厳密な比較はできないが、車格別で比較した場合、概ね全ての部品で 1 年目よりも 2 年目の解体時間が短縮している。

1 年目の際に、解体方法の改善や、解体経験を積むことで、解体時間の短縮が可能と考えられたため、解体時間短縮に向けた提案を各解体事業者に対して行った。提案を基に解体事業者には可能な範囲で解体の改善を実施してもらった。

表 1.11.1 年目及び 2 年目の結果の比較

		1年目			2年目			1年目-2年目（秒）		
		解体時間平均値（秒）			解体時間平均値（秒）					
部品名	車格	1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計
フロントバンパー	軽	75	163	238	69	154	223	-6	-9	-15
	小型	84	283	367	103	177	280	19	-106	-87
	普通	219	376	594	243	351	594	24	-25	0
リアバンパー	軽	76	120	196	43	105	148	-33	-15	-48
	小型	156	175	331	60	150	210	-96	-25	-120
	普通	223	313	536	212	105	317	-11	-208	-220
サイドシルガーニッシュ	軽	49	92	141	28	109	137	-21	17	-4
	小型	47	114	162	32	168	199	-16	53	38
	普通	59	175	234	60	94	155	1	-81	-80
カウルトップ	軽	48	111	159	48	113	162	0	2	2
	小型	64	124	189	64	170	234	0	46	45
	普通	63	166	229	80	191	272	18	25	43

※1年目よりも2年目が時間短縮したものは赤字表記、同一の車種を比較したものではない。

※1年目、2年目の結果共に中部地区5社の結果

出所：矢野経済研究所

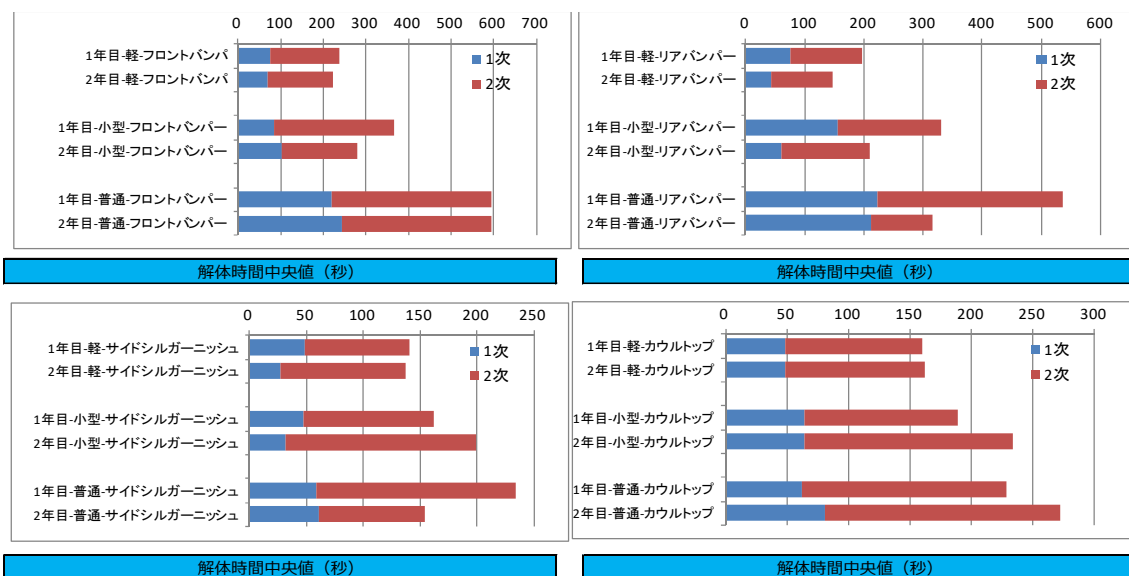


図 1.8.1 年目及び2年目の結果の比較

出所：矢野経済研究所

・2次解体専門事業者によるプレ解体

解体費用のコスト低減には、2次解体時間の短縮が課題である。解体事業者での作業の効率化による解体時間の圧縮検討を進めるだけでなく、2次解体専門事業者において、集中的に2次解体を行うことで、解体時間の短縮化を図る取り組みを行った。

特に2次解体専門事業者を活用することで、中小規模の解体事業者が部品回収に協力してもらえる可能性も高まると考えている。本実証にて採算性の面でも問題がなければ、全国に同様の事業者を配置することで、自動車解体事業者及び2次解体専門事業者の連携によるより効率的な回収網が構築可能と期待される。

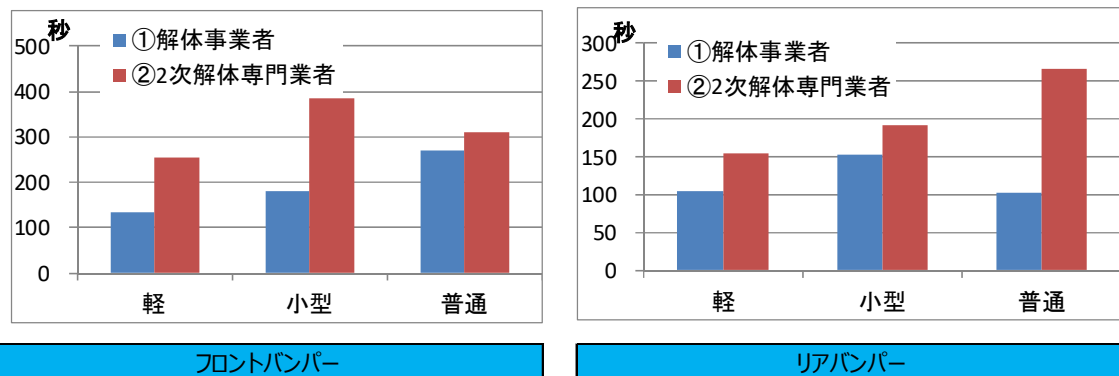
2019年1月において、2次解体専門事業者においてプレ解体を実施した。フロントバンパーで9本、リアバンパー10本の2次解体を行った。解体事業者及び2次解体専門事業者の2次解体時間比較を表1.12、図1.9に示す。2018年時点では解体事業者よりも解体時間が長くなっているが、2次解体専門事業者においてバンパーの解体を実施したのは初めてであり、また今回解体した本数が少ないことから、作業方法の再検討、作業熟練度の向上により、作業時間短縮は図れる。3年目は更に規模を拡大し検討を進めた。

表 1.12.解体事業者及び2次解体専門事業者の2次解体時間比較

部品名	車格	2次解体時間平均値 (秒)		①-②
		①解体事業者	②2次解体専門業者	
フロントバンパー	軽	135	256	121
	小型	181	385	204
	普通	269	310	42
リアバンパー	軽	105	154	50
	小型	152	193	40
	普通	103	266	163

※①解体事業者の2次解体時間平均値は12社の車格別集計数値

出所：矢野経済研究所



※①解体事業者の2次解体時間平均値は12社の車格別集計数値

図 1.9.解体事業者及び2次解体専門事業者の2次解体時間比較

出所：矢野経済研究所

③ 回収品物性結果

回収バンパー、サイドシルガーニッシュ、カウルトップ、内装（ドアスカッフプレート）の物性とバージン材（15年前に製造された年式に相当する新品部品）の物性との比較を行った。

8自動車メーカー×物性10項目＝80データ中、新品部品の物性に対して回収部品の物性値が±10%以内に収まったものは、バンパーでは46データ、サイドシルガーニッシュでは44データ、カウルトップでは56データ、内装では57データであった。そのほか特定の化学物質測定においても閾値未満であることが把握できた。

表 1.13.バンパーの新品と回収品の物性評価比較

バンパー																			
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ		ホンダ		日産		三菱		ダイハツ		スズキ		マツダ		SUBARU	
				新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	27	30	27	25	22	18	29	26	26	27	32	32	30	26	16	20
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	29	21	26	24	36	30	28	23	30	23	22	16	28	22	38	29
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	17.5	19.8	16.2	17.9	18.9	16.6	18.1	18.3	17.3	17.9	20.1	17.3	18.3	16.7	16.7	
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	31	24	57	48	42	17	61	48	66	26	28	27	56	33	70	40
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,530	1,630	1,230	1,380	1,640	1,510	1,300	1,130	1,330	1,410	1,600	1,700	1,520	1,460	1,290	1,140
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	25	30	22	25	27	25	24	24	23	25	27	29	24	26	23	23
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,690	1,750	1,260	1,450	1,740	1,640	1,370	1,170	1,370	1,450	1,800	1,740	1,560	1,580	1,350	1,200
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	54	71	44	56	64	54	55	58	54	57	60	65	48	56	48	50
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	103	102	90	95	104	94	93	85	93	102	101	100	97	92	86	
比重	水中置換法		ISO 1183	1.01	1.01	0.98	0.98	1.01	1.01	0.98	0.95	0.99	0.99	1.02	1.00	1.01	1.00	1.00	0.96

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

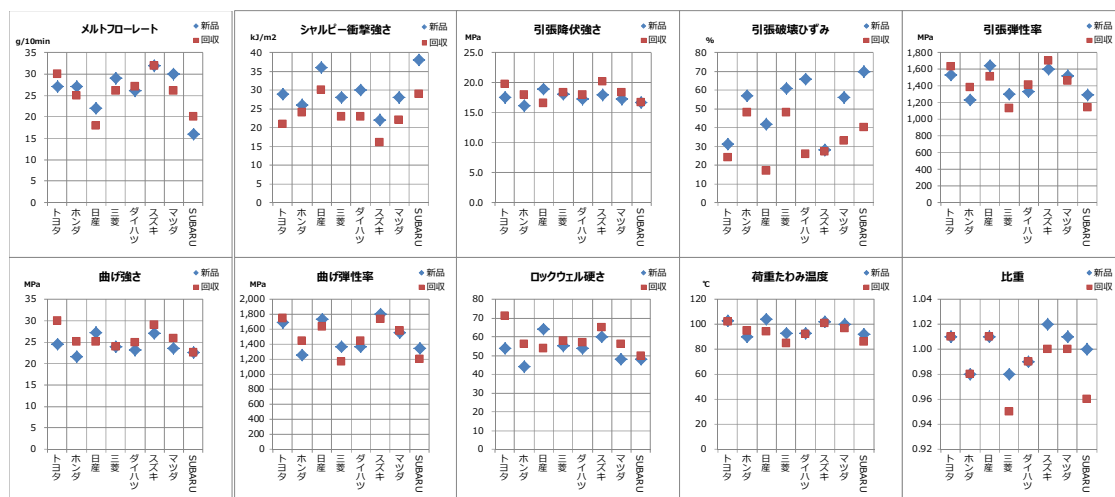


図 1.10.バンパーの新品と回収品の物性評価比較

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

表 1.14.サイドシルガーニッシュの新品と回収品の物性評価比較

サイドシルガーニッシュ																			
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ		ホンダ		日産		三菱		ダイハツ		スズキ		マツダ		SUBARU	
				新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	33	29	27	22	21	18	26	21	31	26	16	28	33	22	22	20
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	25	23	29	26	28	35	54	22	29	18	31	20	17	25	29	26
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	18.5	19.1	19.2	18.3	17.1	16.8	16.3	17.8	18.0	18.8	17.7	19.8	18.0	17.9	16.0	16.9
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	42	29	39	55	20	26	206 (未破断)	65	25	40	152	36	23	49	27	42
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,780	1,750	1,360	1,330	1,550	1,510	1,260	1,500	1,450	1,650	1,220	1,620	1,420	1,490	1,130	1,220
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	27.6	29.2	25.9	25.8	26.4	25.4	21.7	25.8	24.9	28.6	23.1	29.3	24.6	26.0	21.0	23.1
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,930	1,960	1,390	1,430	1,820	1,740	1,320	1,660	1,530	1,960	1,250	1,810	1,500	1,660	1,200	1,310
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	63	68	61	57	52	56	40	55	58	59	53	65	56	56	45	49
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	108	105	96	93	100	99	90	98	99	96	89	103	97	98	92	83
比重	水中置換法		ISO 1183	1.06	1.03	0.95	0.96	1.02	1.01	1.05	1.03	0.99	1.05	0.95	0.99	1.00	1.01	0.98	0.98

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

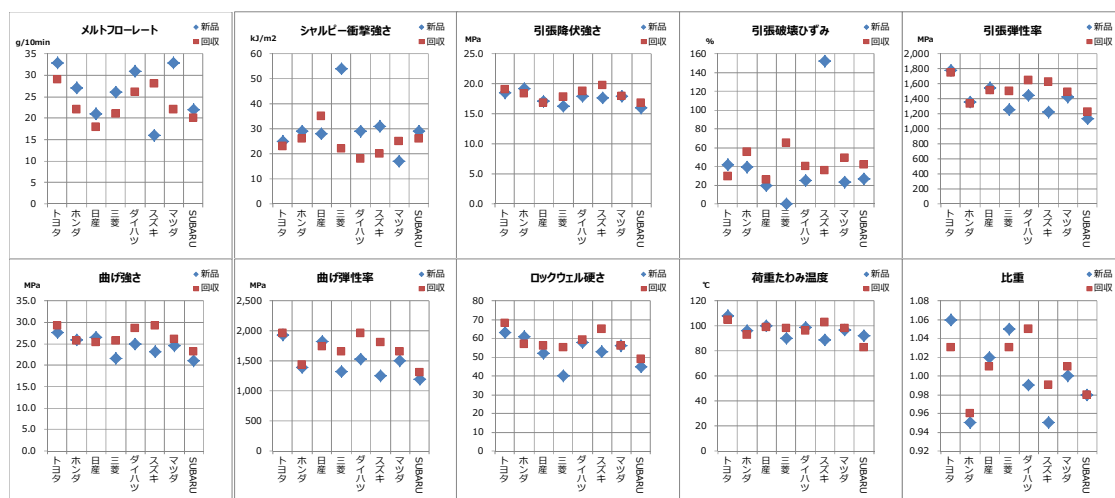


図 1.11.サイドシルガーニッシュの新品と回収品の物性評価比較

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

表 1.15.カウルトップの新品と回収品の物性評価比較

試験項目	試験条件	単位	試験方法	カウルトップ															
				トヨタ		ホンダ		日産		三菱		ダイハツ		スズキ		マツダ		SUBARU	
				新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収	新品	回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	26	18	40	42	30	26	21	15	31	25	37	24	20	29	27	
シャルビー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m ²	ISO 179-1	8	10	6	5	6	6	7	9	3	3	7	5	37	14	6	6
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	24.6	24.0	25.4	25.0	24.7	24.3	22.5	24.1	31.6	28.8	26.7	26.7	20.8	23.1	25.8	26.1
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	14	19	18	23	15	11	11	9	6	14	18	8	35	22	13	11
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	2,270	2,140	2,130	1,840	2,020	1,950	2,150	2,010	2,850	2,650	1,920	2,150	1,790	1,970	2,150	2,250
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	37.8	37.1	39.7	38.7	39.2	37.2	35.2	35.1	50.0	43.8	39.8	39.3	30.1	32.7	39.8	40.1
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	2,460	2,550	2,290	2,020	2,200	2,090	2,410	2,240	3,400	2,880	2,080	2,260	1,910	2,090	2,330	2,500
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	86	83	95	93	90	89	83	82	99	96	95	93	72	76	93	94
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	115	116	114	111	110	112	112	107	123	121	112	111	106	111	110	117
比重	水中置換法		ISO 1183	1.03	1.04	1.00	0.98	0.97	0.99	1.05	1.03	1.04	1.04	0.97	1.00	1.01	1.02	1.00	1.02

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

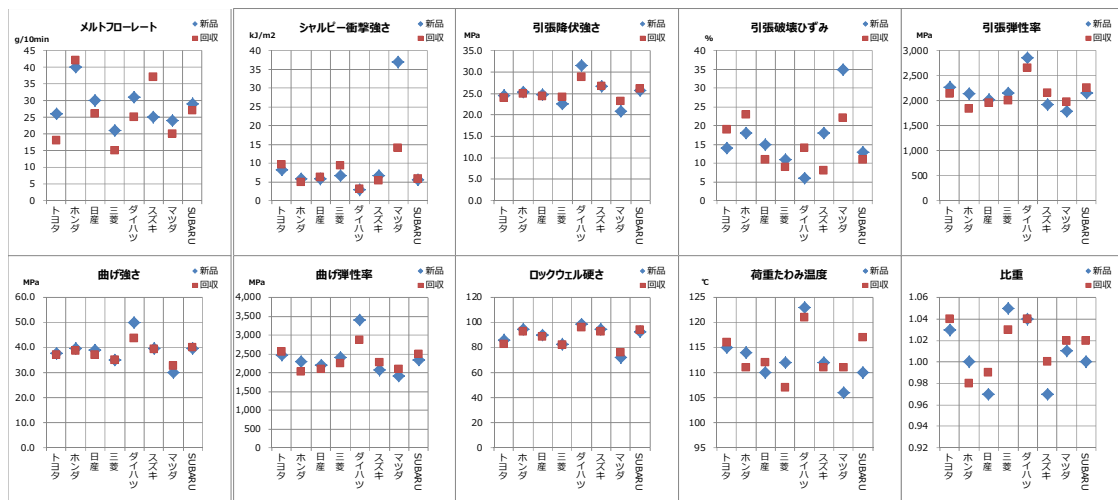


図 1.12.カウルトップの新品と回収品の物性評価比較

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

表 1.16.内装（ドアスカフプレート）の新品と回収品の物性評価比較

スカフプレート																											
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ			ホンダ			日産			三菱			ダイハツ			スズキ			マツダ			SUBARU		
				スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収	スカフ 新品	スカフ 回収	内装 回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	25	26	28	35	33	27	35	36	34	32	36	31	35	37	33	38	35	37	35	30	41	33	31	30
シャルビー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m ²	ISO 179-1	11	9	10	9	10	10	9	9	8	8	9	8	7	9	9	8	9	7	12	11	8	12	11	8
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	22.6	25.5	22.8	24.1	24.2	22.8	24.3	25.0	22.2	25.7	24.3	23.8	26.6	24.9	24.0	24.4	25.2	23.9	22.2	21.9	23.5	22.6	23.8	23.4
引張破壊伸び	速度50mm/min	%	ISO 527-1	14	39	17	19	18	23	28	20	27	37	24	19	16	35	23	32	13	23	23	22	36	22	24	19
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,140	1,390	1,730	1,300	1,630	1,830	1,230	1,370	1,540	1,300	1,270	1,480	1,400	1,280	1,280	1,380	1,370	1,430	1,340	1,170	1,270	1,050	1,250	1,630
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	32.5	34.9	33.5	34.1	34.6	33.6	34.0	35.2	31.9	34.7	33.2	33.4	37.0	33.5	32.1	35.3	35.4	33.6	30.0	29.4	32.3	29.5	31.9	34.6
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,250	1,450	1,850	1,370	1,670	1,920	1,320	1,400	1,610	1,300	1,270	1,560	1,470	1,260	1,280	1,460	1,370	1,490	1,160	1,180	1,290	1,060	1,250	1,780
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	86	93	83	89	88	83	91	91	83	92	92	87	91	91	88	90	93	89	82	82	88	82	88	85
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	87	98	107	98	99	113	95	97	107	98	94	103	102	95	97	96	97	103	89	90	93	83	94	106
比重	水中置換法		ISO 1183	0.92	0.92	0.98	0.91	0.94	0.99	0.91	0.91	0.96	0.90	0.91	0.94	0.91	0.90	0.92	0.92	0.91	0.93	0.91	0.91	0.92	0.90	0.91	0.96

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

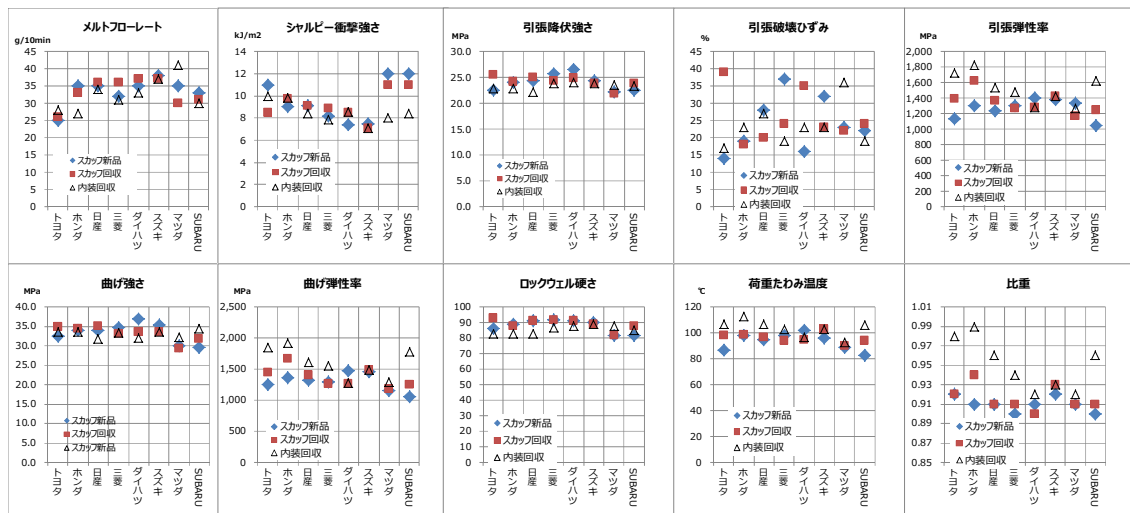


図 1.13.内装（ドアスカッププレート）の新品と回収品の物性評価比較

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

④ ELV 由来樹脂の開発

③回収品の物性評価（新品との物性比較・化学物質測定）において、8 自動車メーカー・部品毎に新品と回収品の物性を比較した。各回収部品×8 自動車メーカー×物性 10 項目のデータのうち新品部品の物性に対して回収部品の物性値が±10%以内に収まったものが半数以上であったことを確認した。

上記結果を基に自動車メーカーへの第 1 回ヒアリングの結果から最安値で提供できる内装由来及び外装由来の 2 グレードを提案することとした。これは 8 自動車メーカーの物性の平均値、最小値、最大値を算出したもので、コンパウンドメーカーでの色調整・リペレットのみを想定したものである。目標とする販売価格は 120 円/kg とした。

表 1.17.ELV 由来樹脂による提案 2 グレード

試験項目 (ISO規格)	試験条件	単位	試験方法	ELV回収品基本物性					
				内装品由来 Aグレード			バンパー品由来 Bグレード		
				8自動車 メーカーの 物性の平 均値	8自動車 メーカーの 物性の最 小値	8自動車 メーカーの 物性の最 大値	8自動車 メーカーの 物性の平 均値	8自動車 メーカーの 物性の最 小値	8自動車 メーカーの 物性の最 大値
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	33	27	41	26	20	32
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	8.5	7.1	10.0	24.3	16.0	36.0
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	23.3	22.2	24.0	18.5	16.7	20.1
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	23	17	36	36	24	48
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,524	1,270	1,830	1,436	1,130	1700
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	33.1	31.9	34.6	26.1	22.5	29.9
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,598	1,280	1,920	1510	1170	1750
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	86	83	89	60	50	71
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	104	93	113	95	85	104
比重	水中置換法		ISO 1183	0.95	0.92	0.99	0.9875	0.95	1.01

※Bグレードは塗膜付内装については2年目回収データ、バンパーは1、2年目(n=2)データ

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

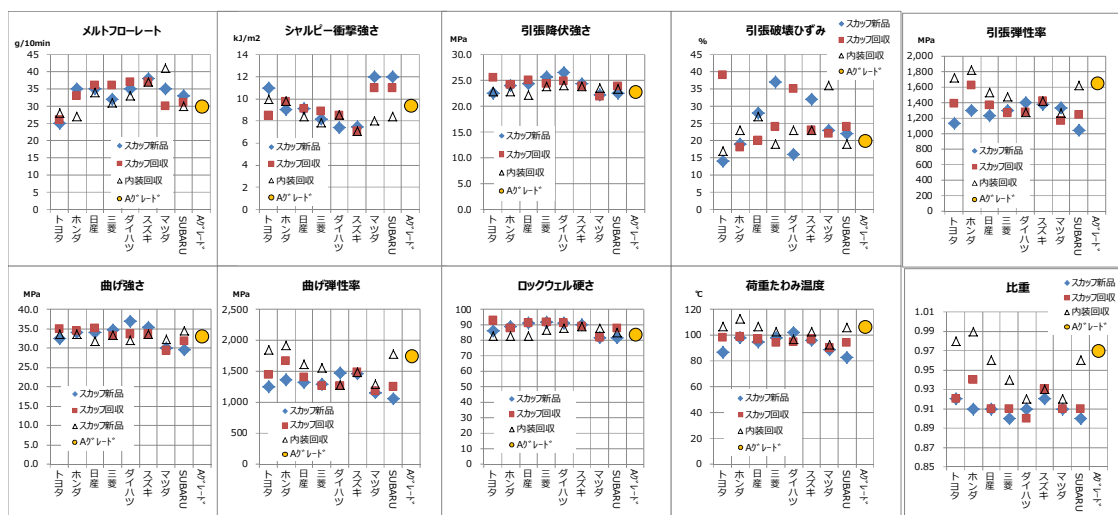


図 1.14.自動車メーカー8 社の内装物性値及び
8 自動車メーカーの物性の平均値 (A グレード)

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

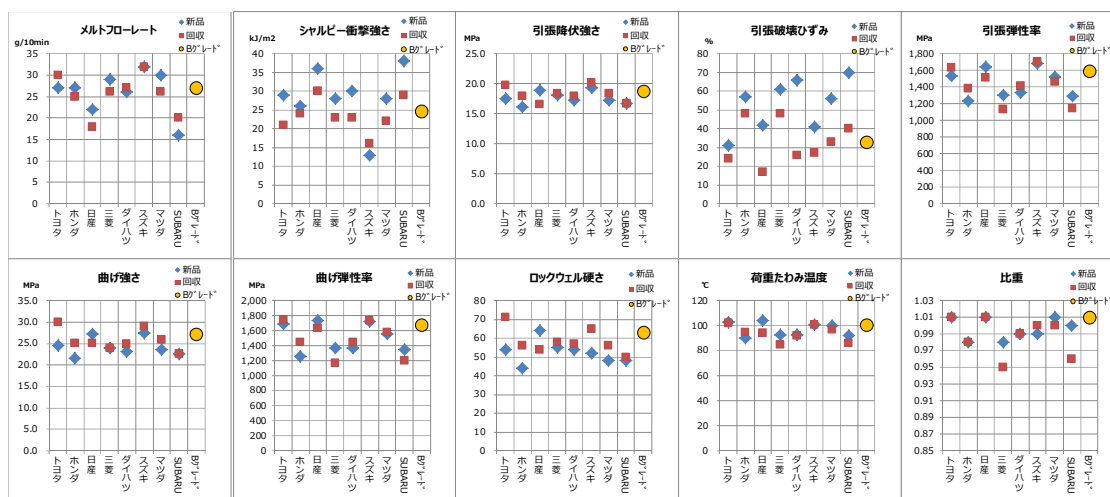


図 1.15.自動車メーカー8 社のバンパー物性値及び
8 自動車メーカーの物性の平均値 (B グレード)

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

⑤ 自動車メーカーの物性評価

④の2グレードについて自動車メーカー12社に対して評価、採用可能部品をヒアリングした。120円/kgという価格に対しては好意的な意見が多く聞かれたが、物性のばらつき幅、物性の管理手法、成形条件の提示や、塗膜入り品のため意匠性や物性の課題、コスト低減の実現可能性、安定供給や増産対応等について、課題が提示された。

・塗膜剥離システムの検討

現状のBグレードは塗膜付での提案である。自動車メーカーへの再生樹脂に対するヒアリングから、塗膜が混入した再生樹脂は外観性と材料特性（衝撃特性など）が損なわれるため利用しにくいという意見から、品質向上の手段として塗膜剥離システムの検討をした。2018年12月にバンパーの塗膜剥離試験を実施した。

バンパーに付いた塗膜を剥離する手法については、物理方式と化学方式が一般的である。本実証では各方式を検討した結果、溶剤の入ったローターのなかにチップ状に破碎した塗膜付きバンパー材を入れ、それを回転させることで塗膜を除去するという、物理方式かつ化学方式の双方のメリットを用いた方式を持つ外部企業に塗膜剥離を委託した。

塗膜剥離前及び剥離後の物性値を表1.19、図1.16に示す。シャルピー衝撃強さを中心に引張降伏強さ、曲げ強さ等について塗膜片の影響により、塗膜剥離前の物性は塗膜剥離後の物性と比較し低い値となっている。塗膜剥離後は、塗膜片が減少したことにより物性が改善されたと推測される。

ただし、剥離後の粉碎、加工後のペレット、成形後のプレートに至るまで、剥離時に付いたと考えられる溶剤の臭いが付着しており、自動車の室内空間へ使用するには不向きである可能性がある。

塗膜剥離の除去率は96.3%という結果となった。

表 1.18.塗膜剥離方式の比較

	物理方式	化学方式	本実証事業検討方式
概要	塗膜付きバンパーの破碎品同士の衝突させ、その際に生じる衝撃・摩擦により塗膜を分離する	塗膜付きバンパーを溶液の入った槽に浸漬させて塗膜を除去	溶剤の入ったローター（反応炉）のなかにチップ状に破碎した塗膜付きバンパー材を入れ、それを回転させることで塗膜を除去
メリット	・他方式と比較し導入しやすい	・物理方式よりも高い除去率	・チップサイズでの処理が可能 ・除去率の高さ（本実証事業n=1で96.3%）
デメリット	・剥離に時間がかかる ・除去率の低さ	・現状の設備ではチップサイズでの処理に適していない	・高コスト（設備費、ランニングコスト） ※本実証事業ではダウンサイズや廃棄物処理コストの低減を検討

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

表 1.19.塗膜剥離前及び塗膜剥離後の物性値

試験項目 (ISO規格)	試験条件	単位	試験方法	回収バンパー	
				塗膜剥離前	塗膜剥離後
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	20	20
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m ²	ISO 179-1	31	51
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	17.6	18.3
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	34	64
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,380	1,380
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	24.7	25.4
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,490	1,480
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	56	57
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	93	94
比重	水中置換法		ISO 1183	1.00	0.99

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

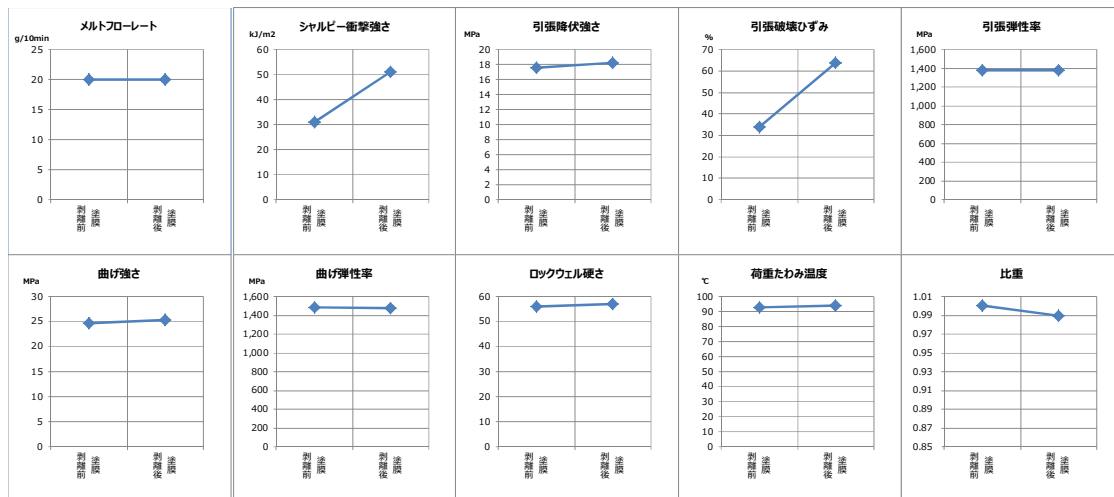


図 1.16.塗膜剥離前及び塗膜剥離後の物性値

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

⑥ 2年目の結果から課題及び解決方法

2年目の実施結果を踏まえた考察から現状の課題を表 1.20 に示す。

表 1.20. 現状の課題

番号	実施内容概要	採用基準項目	検討結果/解決方法
(1)	解体部品の再選定	①品質・環境規制対応	実証済み
		②コスト	実証済み（コスト面から3年目はカウルトップ、Bピラーは対象外とする。）
		③量産体制	
(2)	解体検証による低コスト化	②コスト	・解体事業者による解体改善検証
			・2次解体専門事業者活用による2次解体時間の圧縮検証
(3)	新品部品との物性比較	①品質・環境規制対応	実証済み
(4)	化学物質対応	①品質・環境規制対応	・化学物質管理手法の提示
(5)	自動車メーカーの再生材に対する要求物性・要求価格の把握	①品質・環境規制対応	・物性のばらつきの提示（回収規模の拡大によるn増し）
			・不足物性の提示（低温衝撃強さ）
			・成形条件の提示
			・塗膜剥離グレードの提示
			・LCA計算
		②コスト	・再生材の目標価格120円/kgの検証
		③量産体制	・解体事業者へのアンケート実施
(6)	コスト試算	②コスト	同上

出所：矢野経済研究所

(1) 解体部品の再選定

実証済みであり、課題は特に無い。

(2) 解体検証による低コスト化

2年目に引き続き、3年目も解体改善を進め、解体時間の短縮による回収コストの低減を目指した。特に2次解体専門事業者活用による2次解体時間の圧縮を進めた。

現状開発の2グレードについて120円/kgを目標コストとしているが、この価格を実現するためには、コンパウンドメーカーの仕入れコストが外装で50円/kg、内装で60円/kgとなる必要がある。現状解体作業費は外装60円/kg、内装62円/kgとなっており、内装・外装共に超えているため、更なる解体時間・作業費短縮が求められる。

(3) 新品部品との物性比較

実証済みであり、課題は特に無い。

(4) 化学物質対応

化学物質に関して 2 年目は SOC10 物質と Deca-BDE の測定を行い、SOC10 物質においてはどの部品においても閾値未満となった。Deca-BDE ではいずれも検出機器における定量下限値未満という結果が得られた。ただしこの結果は $n=1$ の結果であり、自動車メーカーが採用する上では継続的な化学物質管理手法の提示が必要である。最小限のコスト（化学物質測定）で自動車メーカーが特に重視している化学物質測定及び管理手法を検討し、自動車メーカーに対して提示を行った。

(5) 自動車メーカーの再生樹脂に対する要求物性・要求価格の把握

自動車メーカーの再生樹脂に対する要求物性・要求価格に関して、①品質・環境規制対応面では以下のことが課題として挙げられる。

- ・物性のばらつきの提示
- ・不足物性の提示（低温衝撃強さ）
- ・成形条件の提示
- ・塗膜剥離グレードの検討

物性のばらつきの提示に関して、現状提案を行っている 2 グレードは自動車メーカー 8 社を均一混合したものではなく、単純に 8 社の回収品の物性の平均値、最小値、最大値を提示したものである。実際の量産回収の際には、均一混合を行うこととなるため、最小値、最大値の幅（物性のばらつき）はより狭くなることが想定されるが、回収品の物性のばらつきがどの程度なのかが把握できていなかった。

3 年目は回収規模を拡大し、物性測定の n 数を増やすことで物性のばらつきがどの程度か明確化した。3 年目では $n=20$ を目標として物性計測を行い、回収から生産までを現実に近い工程で実施し、物性のばらつきの提示を行った。

不足物性の提示、成形条件の提示については低温衝撃強さ、収縮率等の自動車メーカーから追加要求のあった物性の計測を行った。

成形条件の提示について、現状製造している部品に再生樹脂を採用するためには、現状の材料と同一の成形条件で成形できるか明らかにする必要がある。そのため、成形収縮率の提示を行った。

塗膜剥離グレードの検討について、現時点では塗膜入りでのグレードの提示を行っているが、自動車メーカーへのヒアリングでは塗膜入りの採用は難しいという意見が聞かれた。自動車メーカーにおけるある程度の要求物性を満足させるには異物とみなされやすい塗膜入りでは対応が難しい一方で、要求物性が低い部品は意匠性が要求されるため塗膜入りの再生樹脂を使用することが難しいためである。そのため、塗膜入りでも使用できる用途を探すと共に、塗膜無しでコストアップした場合でも使用できる用途を検討した。塗膜剥離時のコス

ト計算を3年目に実施し、120 円/kg にプラスして塗膜剥離費が加わった場合でも、採用可能な用途の検討を進める。

②コスト面では、再生樹脂の目標価格を 120 円/kg としている。解体・破碎事業者へのヒアリング等を通し、3 年目に各工程のコスト試算の精度を高めた。なお輸送については、中部地区において実際にテストを行い輸送費の検討を進めた。

その他③量産体制も課題である。現状は 12 の解体事業者に部品回収を協力いただいているが、必ずしも実証終了後も継続して部品を回収してもらえないわけではない。再生樹脂の本格的な実用化に向け、部品回収に協力してくれる解体事業者を抽出していく必要がある。3 年目には全国の解体事業者においてアンケートを行い、実際の回収規模を推計するために部品回収に協力可能性のある解体事業者の抽出を進めた。

(3) 2019 年度

3 年目である 2019 年度は実用化を見据えて、サンプル数を増加させるべく、3 年目は内装・外装各 20t 程度を目標に回収を行った。

2 年目の結果から部品の解体方法の改善提案検証のための回収実証、2 次解体専門事業者による 2 次解体回収実証を 2019 年 5 月～11 月に行った。それとほぼ同時期に輸送検討を行い、輸送コスト低減に向けた検証を進めた。

2019 年 5 月～2020 年 1 月にかけて、回収部品の化学物質測定、コンパウンド化を行い、その結果をもって 2019 年 11 月～2020 年 1 月に自動車メーカーによる物性の再評価を行った。

各自動車メーカーが要求する再生樹脂の物性を達成するためのコンパウンドコストを算出し、再生樹脂実用化に向け、コストと品質双方からの改善提案を進めた。これらを通じて、再生樹脂の実用化に向け各自動車メーカーが要求する再生樹脂価格・物性を達成するための工程全体の最適化を図った。

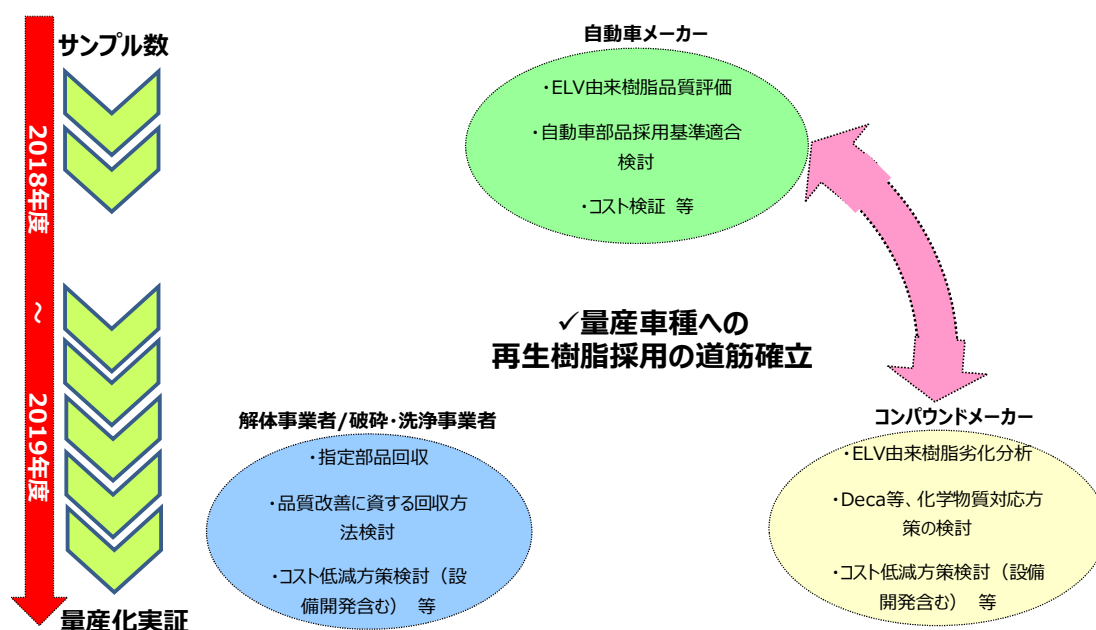


図 1.17. 2018 年度～2019 年度（2 年目～3 年目）について

出所：矢野経済研究所

1.2.2. 事業の実施体制

本実証は申請者である矢野経済研究所と解体事業者の指導や物流改善などを担当する豊田通商、コンパウンド技術改善などを担当するいその、そして日本自動車工業会をアドバイザーとして連携し実施した。

日本自動車工業会の協力の下、多くの自動車メーカーに参加してもらうことで、ELV 由来の各自動車メーカーの部品の劣化度合いの把握も一度に行え、将来的に利用可能な部品の把握を参加企業全体で行うことができる。

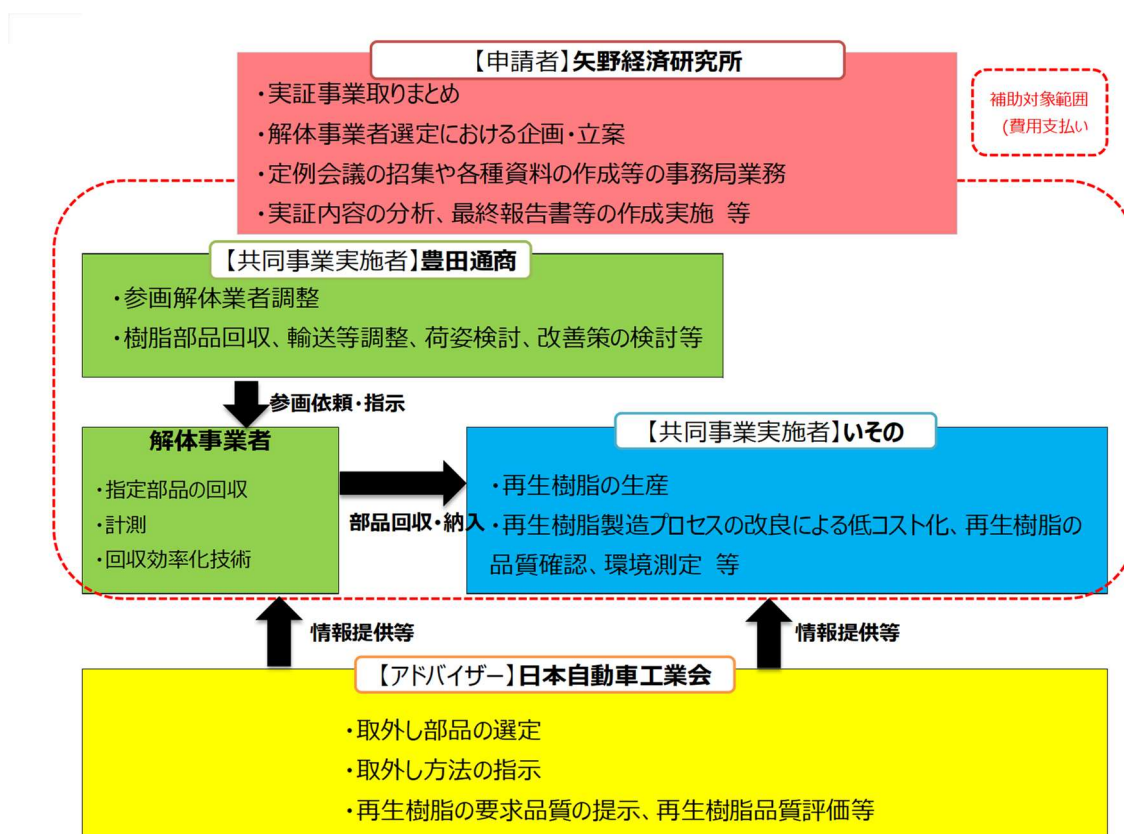


図 1.18.実施体制

出所：矢野経済研究所

1.2.3. 実施スケジュール

実施スケジュールを表 1.21 に示す。2019 年 4 月から事業を開始し、4 月は解体事業者の選定及び回収部品の再選定を実施した。2019 年 5 月～11 月に解体事業者 12 社及び 2 次解体専門事業者 1 社において選定した部品の解体を行った。回収した部品から再生樹脂を作成し、その結果を基に自動車メーカーの物性評価に対するヒアリングを 2019 年 11 月～2020 年 1 月に実施した。そのほか、2019 年 5 月～8 月に輸送検討、2019 年 9 月に実証を行った。解体事業者へのアンケートは 2019 年 5 月～10 月に実施した。

表 1.21.2019 年度実施スケジュール

作業項目	計画/実績	3月末進捗率	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
(1) 回収部品再選定	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(2) 部品回収実施	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(3) 解体業者による解体検証	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(4) 2次解体専門業者による2次解体回収	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(5) 輸送検討	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(6) 解体事業者へのアンケート	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(7) 化学物質測定・コンパクト化	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(8) 自動車メーカーの物性評価	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(9) 設備導入	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													
(10) 報告書作成	提案時計画	100%												
	3月末計画													
	実績													

工具比較でビデオ追加撮影

出所：矢野経済研究所

2. 助成事業の報告

2.1. 助成事業実施結果

2.1.1. 解体事業者選定

解体事業者は 2 年目に引き続き中部地区のニュー岩田、山内商店、城北自動車、森田車両、小林商店、丸大産業、関東地区のエコアール、昭和メタル、浦和自動車解体、茨城オートパーツセンター、京葉自動車工業、貝塚商会の計 12 社を選定した。

2 次解体専門事業者は 2 年目に引き続き中部地区のメイユー1 社を選定した。

表 2.1.解体事業者の所在地概要

番号		会社名		所在地
1	解体事業者	ニュー岩田株式会社	中部	愛知県一宮市三ツ井2-28-1
2		株式会社山内商店		愛知県稲沢市片原一色町替地19番地
3		城北自動車興業株式会社		愛知県春日井市勝川町1-77
4		有限会社森田車輛		愛知県半田市旭町5-80
5		株式会社小林商店		三重県津市安濃町安濃1958-1
6		有限会社丸大産業	関東	長野県伊那市西春近8850-1
7		株式会社エコアール		栃木県足利市久保田町838-1
8		有限会社昭和メタル		埼玉県越谷市増森244-3
9		浦和自動車解体株式会社		埼玉県さいたま市桜区上大久保93 埼玉大学前
10		株式会社茨城オートパーツセンター		茨城県小美玉市堅倉634
11		京葉自動車工業株式会社		千葉県四街道市中台585
12		有限会社貝塚商会		東京都あきる野市草花2163
13	2次解体専門事業者	メイユー株式会社	中部	愛知県岡崎市上三ツ木町北稗田19-1

出所：矢野経済研究所



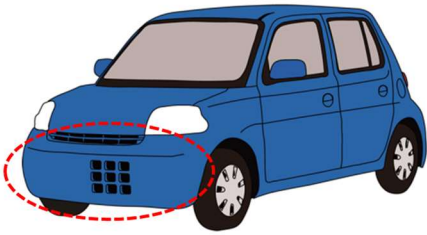
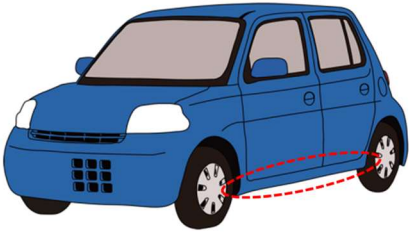
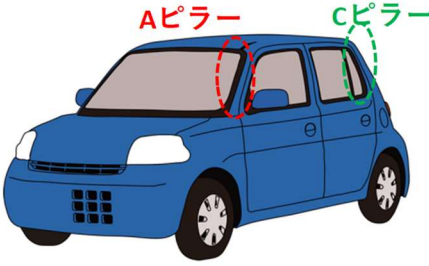
図 2.1.解体事業者の所在地域

出所：矢野経済研究所

2.1.2. 回収部品・重量の決定と結果

(1) 回収部品

2年目の結果から3年目回収部品を選定した。外装はバンパー、サイドシルガーニッシュ、内装はピラー（A、C、Dピラー）、カウルサイドトリム、ドアスカッププレート、テールゲートライニング等を回収したものである。Bピラーはシートベルト取り外しに時間がかかるため対象外とした。

外装		
	バンパー	サイドシルガーニッシュ
内装		
	ピラー（A、C、D）カバー	カウルサイドトリム
		
	ドアスカッププレート	テールゲートライニング

※サイドシルガーニッシュ、テールゲートライニングは搭載されていない車種も多いため、搭載されている車種のみ回収

図 2.2.3 年目回収部品

出所：矢野経済研究所

(2) 回収重量

3 年目では、①n 数増加のための回収、②メーカー別物性把握のための回収、③2 次解体専門事業者における 2 次解体実証のためのフロントバンパー回収の 3 パターンの部品回収を 5 月～10 月に実施した。

①n 数増加のための回収について、1 年目では、自動車メーカーの部品ごとに物性を把握するため、1 自動車メーカー1 部品あたり 5～20kg の回収量を目指して行った（計 1.12t 規模）。2 年目は規模の拡大を目指し、1 自動車メーカー1 部品あたり 300kg を目標に回収を行った（計 10.28t 規模）。

2 年目に提案した内装由来及び外装由来の 2 グレードについて、8 自動車メーカーの物性の平均値、最小値、最大値を算出したものであったため、実際の回収となった場合の物性のばらつき幅が把握できないという指摘が自動車メーカーより寄せられた。そのため、3 年目は物性のばらつきを確認するためサンプル数を増加させるべく、メーカー問わず内装・外装各 20t 程度の回収を行うこととした。

②メーカー別物性把握のための回収について、1 年目及び 2 年目と同様にメーカー別の物性を継続して把握するため、バンパー、内装品のメーカー別回収を実施した。物性評価のための必要最小重量は 5kg であるが、バンパーは 1 本で 4kg 程度のため、30kg 程度を目安に回収を行った。内装品については 1 部品 0.1kg～0.5kg 程度のため、10kg 程度を目安に回収を行った。

③2 次解体専門事業者における 2 次解体実証のため、選定部品において最も 2 次解体の手間がかかると推測されるフロントバンパー約 500 本の解体を実施した。

表 2.2. ①n 数増加のための外装・内装の目標回収量及び実際の回収量

部位	部位詳細	目標量	回収量
外装	バンパー	20t	18t
	サイドシルガーニッシュ		
内装	A、C、Dピラー（Bは除く）	20t	25t
	カウルサイドトリム		
	ドアスカッフプレート		
	テールゲートライニング		
合計		40t	43t

※サイドシルガーニッシュは搭載されていない車種も多いため搭載されていれば回収する。

出所：矢野経済研究所

(3) PP 部品の判別方法

部品の素材の判断は、表示記号により判別を行った。100g 以上の部品については、JIS K 6999 (ISO 11469)「プラスチック - プラスチック製品の識別及び表示」によりプラスチック製品の識別と表示がなされている。表 2.3 に示したように PP 樹脂は必ず>PP<で始まっており、①単一素材、②ポリマーブレンド又はアロイ、③特殊な性質を表す記号、④充填又は強化材等の表記がある。②のなかでも PE 等の他樹脂とのブレンド品や、④の中でも GF (グラスファイバー) 混入品は回収対象外とした。

表示記号以外に、PP は衝撃吸収性があるため、叩いた時の音・感触等によって、熟練すれば表示記号無しでも判別が可能である。

表 2.3.回収対象の PP 部品刻印一例

	表示記号	基本構成
①単一素材の表記例 (JIS K 6899-1 (ISO 1043-1))	> PP <	ポリプロピレン
②ポリマーブレンド又はアロイ	> PP+E/P <	PPとE/P (エチレンプロピレンゴム) の混合樹脂: 高強度
	> PP+EPM <	ポリプロピレン
	> PP+E/P-T〇 <	高衝撃粉末タルク添加高強度タルク ※〇〇には数字が入る
	> PP+E/P-TD〇 <	
	> PP+EPM-T〇 <	
	> PP+EPM-TD〇 <	
	> PP/PE <	
③特殊な性質を示す記号	> PP-S〇〇-T〇〇 <	合成有機物含有タルク入りPP ※〇〇には数字が入る
	> PP-HI <	耐衝撃性ポリプロピレン (PP-H (高) I (衝撃性))
④充填又は強化材 (JIS K 6899-2 (ISO 1043-2))	> PP-F <	ファイバー添加PP
	> PP-TD〇〇 <	粉末タルク添加PP ※〇〇には数字が入る
	> PP-T〇〇 <	

出典：矢野経済研究所

2.1.3. 解体検討

(1) 解体事業者による解体事例

1 年目、2 年目の解体事業者での解体改善検証により、解体時間の短縮化を図ってきた。

1 次解体時間の改善については部品にもよるがニブラやフォークリフトの活用により手解体よりも作業時間を大幅に短縮できる。ニブラやフォークリフトが活用できず手作業の場合は、工具でボルト等を外す作業は必要最小限にとどめ、引っ張って外すことで作業時間短縮が図れる。作業熟練度の向上により、ある程度までは作業時間短縮は図れると考えられるが、更なる解体効率化に向けて先進的な取り組みを行っている解体事業者の知見を得るべく、2019 年 6 月に解体事業者 2 社を訪問した。

① 荒谷商会

荒谷商会では 2019 年から樹脂内装部品の解体～破碎（15mm アンダー）までを開始している。ニブラはもともと 1 台のみの保有であったが、2019 年 3 月に新規に 1 台導入し、破碎機も新設したことで樹脂部品の回収が可能になった。

内装部品はピラー、ドアトリム（内貼りあり含む）、グローブボックス等で、取り外せる内装部品は基本的に全て対象となる。1 次解体は手で取り外すほか、取り残しがあれば最終的にニブラでも回収する。なお、外装部品の回収は洗浄がマストとなるほか、バンパーに関しては置く場所がないという問題もあり、今は回収していない。

1 台あたり内装部品のみで 10kg 以上は回収している（インパネ含まず）。同社の処理台数は 1,000 台強/月であるため、樹脂部品の回収では最終的に 1 ヶ月で 10 数 t であれば可能と捉えているが、同社では最大 12～13t/月をコンスタントに回収できないと利益は確保できないと見ている。なお、これには破碎機のイニシャル及びランニングコストは含んでおらず、人件費のみのコスト試算となる。



図 2.3. 破碎機（洗浄機能なし）

出所：矢野経済研究所撮影

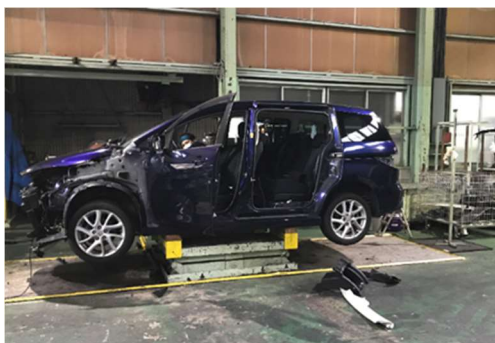


図 2.4. 1 次解体（手剥がし）

出所：矢野経済研究所撮影



図 2.5. ニブラによる樹脂部品回収

出所：矢野経済研究所撮影

2 次解体は手解体で行う。2 次解体のうち、ドアトリムの内貼りが点接着であれば解体するが、全面貼りであれば時間がかかるため解体しない。

現在の課題は、内装部品を解体するためのフローが確立できていないことにある。ニブラを使用すれば 1 台から内装部品を取るのにかかる時間は 3～5 分程度であるが、現在はニブラを使って他の部品も取るため、その流れが確立できていない。ただ、オペレーターの習熟度が向上すれば 12t/月の規模の樹脂部品をコンスタントに回収できると見ている。

なお、同社ではハーネスやエアバッグセンサ、コンピュータなどをリモコンを使って取り外す万能解体機を保有しているが、現在は稼働していない。イメージとしては、ラジコンのリモコンを使って、UFO キャッチャーを動かすものである。ただ、スピードが遅いこと、慣れるまでに時間がかかること、試作機であるためサイズが小さくコードが引っかかること等が課題となっている。



図 2.6. 破碎品（500kg フレコン入）

出所：矢野経済研究所撮影

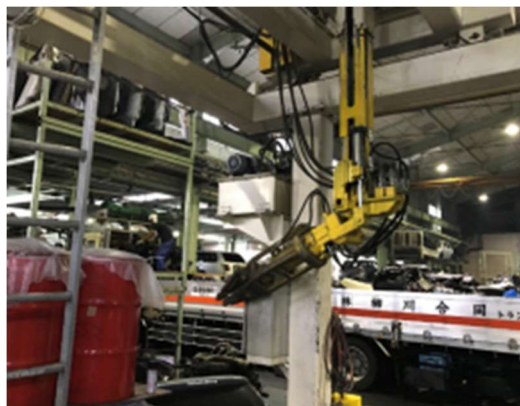


図 2.7. 万能解体機

出所：矢野経済研究所撮影

② 福山セコ

福山セコでは 2019 年 3 月頃から樹脂部品の回収～破碎・粉砕・洗浄を行っている。対象はリユースにそぐわないもので、部品構成がシンプルな軽自動車のみ。将来的に需要が立ち上がる可能性がある樹脂部品の回収を見据え、パイロットレベルの破碎・粉砕～洗浄機を産学協同で開発した。同産学協同での開発は金沢工業大学を筆頭に、自動車リサイクル業を行う他の解体事業者 3 社や、産業機械の設計・制御を手がける企業とともに行われた。

本機は各解体事業者の拠点である広島県福山市、長崎県長崎市、石川県金沢市、岡山県岡山市で導入されている（計 4 台）。同破碎～洗浄機は各拠点の破碎～洗浄データ（フレコンへの投入状況等）をクラウド上で共有できる特徴がある。ただ、パイロット機であるため、破碎工程がボトルネックとなり破碎スピードが上がらないほか、目詰まりを起こし装置が時折稼働しなくなるという問題が確認されている。また、破碎投入口は問題が起きないように 2m 強の高さにあるが、オペレーターにとっては高いポイントまで部品を持ち上げるため負担が大きい。今後は量産時には破碎工程の見直しや、ベルトコンベアを活用した容易な部品投入などを検討していく。

回収対象は、外装部品がバンパーとサイドシルガーニッシュ、内装部品がピラーとトリム（内貼りなし）。現在は1日あたり200～300kgの回収で、まだ実験レベルにとどまっている。

1次解体は基本的に手剥がしで行っている。リユース用とは異なるうえ、軽自動車のみを対象としているため、多少荒く取ることによって時間短縮を図っている。軽自動車の樹脂部品を対象としているため異物が少なく、2次解体はそれほど時間をかけずに行っている。解体～破碎・粉碎・洗浄後は、同じ福山市内にあるコンパウンドメーカーに販売している。



図 2.8. クラウドで情報共有可能な破碎・粉碎・洗浄機

出所：矢野経済研究所撮影



図 2.9. 破碎・粉碎・洗浄後の再生樹脂外観

出所：矢野経済研究所撮影

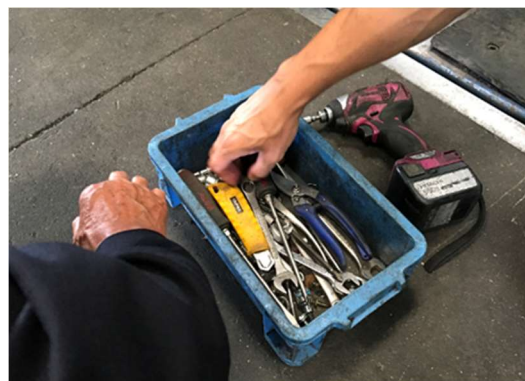


図 2.10. (左) 2次解体作業場と (右) 作業工具

出所：矢野経済研究所撮影

(2) 2次解体専門事業者による解体検証

1年目及び2年目の結果から、全ての部品において2次解体時間が解体時間の40%以上を占めており、2次解体の短縮が必要であるとの結論が出ている。2次解体で時間がかかる作業はシールや接着剤の除去や、部品の歪み等により工具で外すことが困難なボルトの除去である。これらの作業負担を軽くできると推測される2次解体用の工具を、2次解体専門事業者に使用してもらい作業時間の短縮化を検証した。

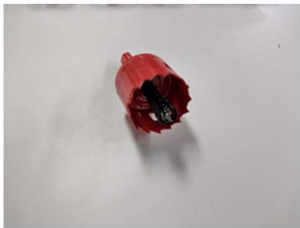
ホールソー	ペーパーヤスリホイール	研磨ホイール（セラミックの棒）
		
長所：サイレンサ点着箇所向き 短所：除去物のドリルへの詰り。	長所：ドアトリム等の点着箇所に向く。 短所：大きさにドリル変更	長所：シール等の削りに向く 短所：樹脂詰り、砥石がゴミ化
錆取りホイール	カップブラシ（真鍮のブラシ）	軸付きカップブラシ（鉄線）
		
長所：シール等の削りに向く 短所：樹脂詰り、砥石がゴミ化	長所：シール等の削りに向く 短所：樹脂詰り、砥石がゴミ化	長所：シール等の削りに向く 短所：樹脂詰り、砥石がゴミ化
ホイールブラシ（鉄線）	磨きジスク	電動スクレーパー
		
短所：線接触のため低効率	長所：削りの万能 短所：砥石の詰まり、砥石のゴミ化、グラインダーも検討の価値有り	長所：手動よりも楽に作業できる
エアソー	エアサンダー	
		
長所：それほど重量がない 短所：歯の安定性が若干低い	長所：電動サンダーよりも軽量で使いやすい	

図 2.11. 提案 2 次解体工具

出所：矢野経済研究所

フロントバンパーの2次解体時間の平均値及び標準偏差を表 2.4、図 2.12 に示す。3年目の2次解体専門事業者の作業時間は、2年目の（1次解体から行っている）解体事業者、2年目の2次解体専門事業者よりも早くなっている。2年目の2次解体専門事業者は平均値（時間）が大きいだけでなく、標準偏差の値も大きく、車種による作業時間のばらつきが大きかった。3年目の2次解体専門事業者は平均値が小さくなっただけでなく、標準偏差も小さくなっており、車種が異なった場合でも作業時間がある程度同一であったと言える。その要因として、作業員の習熟度の向上により作業時間のばらつきが改善したと考えられる。その他、使用工具の工夫もある。工具による違いの結果を図 2.13 に示す。シールはがしについてスクレーパーでは2分10秒だったものが、電動スクレーパーを使うことで59秒（従来のスクレーパーによる作業時間に対して54%）にまで時間が短縮した。

表 2.4. フロントバンパーの2次解体時間

部品名	車格		2次解体時間平均値（秒）			①-②	①-③	②-③
			2年目 解体事業者	2年目 2次解体専門 事業者	3年目 2次解体専門 事業者			
フロントバンパー	全体	平均	165	319	98	-154	68	221
		標準偏差	—	—	—	—	—	—
	軽	平均	135	256	97	-121	38	159
		標準偏差	93	114	42	-22	50	72
	小型	平均	181	385	99	-204	82	286
		標準偏差	95	206	48	-111	47	159
	普通	平均	269	310	—	-42	—	—
		標準偏差	271	—	—	—	—	—

※①解体事業者の2次解体時間中央値は12社の車格別集計数値、2年目と3年目の2次解体専門事業者は同一

出所：矢野経済研究所

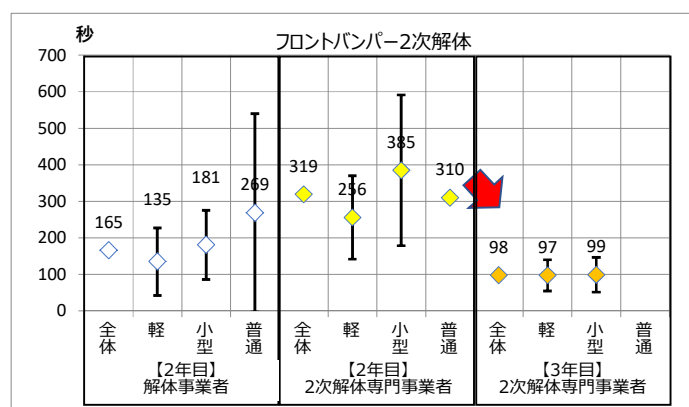


図 2.12. フロントバンパーの2次解体時間

出所：矢野経済研究所



図 2.13. 工具の違いによる作業の効率化

出所：矢野経済研究所

(3) 3か年のまとめ

① 解体時間計測結果推移（平均値、標準偏差）

1年目は解体事業者で外装部品の1次解体及び2次解体を、2年目は解体事業者で外装部品及び内装部品の1次解体及び2次解体と2次解体専門事業者でのバンパーの2次解体を、3年目は2次解体専門事業者でのフロントバンパーの2次解体を実施し、解体時間短縮に向けた検証を進めてきた。3か年の結果を以下に記載する。

解体事業者及び2次解体専門事業者による解体時間平均値計測結果推移を表2.5、表2.6、図2.14に示す。同一条件（メーカー・車種・ELVの状態）での比較でないため、厳密な比較とはならないが、全ての部品で1年目よりも2年目、2年目よりも3年目の解体時間が短縮化している。

表2.5. 解体事業者による解体時間平均値計測結果推移（1年目、2年目）

部位	部品名	重量 (kg)	1年目			2年目			1年目-2年目 (秒)		
			解体時間平均値 (秒)			解体時間平均値 (秒)					
			1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計
外装	フロントバンパー	4	113	250	364	89	165	254	25	85	110
	リアバンパー	4	134	182	316	79	117	196	56	64	120
	サイドシルガーニッシュ	1	52	128	180	38	141	179	14	-13	1
内装	ピラー	0.5	—	—	—	27	36	63	—	—	—
	カウサイドトリム	0.5	—	—	—	25	37	62	—	—	—
	ドアスカッフプレート	0.5	—	—	—	22	39	61	—	—	—
	テールゲート	1	—	—	—	26	99	125	—	—	—

※1年目～3年目は同一の車種を比較したものではない。

※1年目は中部6社の結果、2年目は中部及び関東の12社の結果。

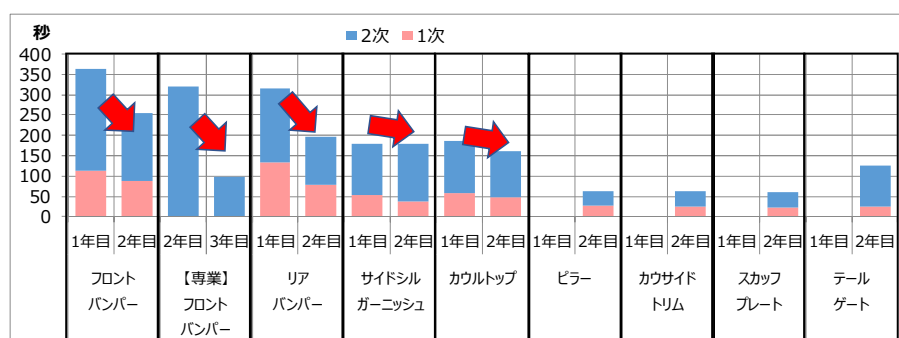
※内装部品は1年目の回収対象部品ではないため解体時間数値がない。

出所：矢野経済研究所

表2.6. 2次解体専門事業者による解体時間平均値計測結果推移（2年目、3年目）

部位	部品名	重量 (kg)	2年目	3年目	2年目-3年目 (秒)
			2次解体平均（秒）		
外装	フロントバンパー	4	319	98	221

出所：矢野経済研究所



※【専業】=2次解体専門事業者

図2.14. 解体事業者及び2次解体専門事業者による部品別解体時間平均値計測結果推移

出所：矢野経済研究所

フロントバンパー、リアバンパー、サイドシルガーニッシュの各年の解体時間平均値と標準偏差を表 2.7、表 2.8、表 2.9 に示す。各年での比較はできないが、参考として内装のピラー、カウルサイドトリム、ドアスカッフプレート、テールゲートライニングの解体時間平均値と標準偏差を表 2.10、表 2.11、表 2.12、表 2.13 に示す。

フロントバンパー、リアバンパー、サイドシルガーニッシュについて、先述したように同一条件（メーカー・車種・ELV の状態）での比較でないため、厳密な比較とはならないが、同一事業者での比較の場合概ね平均値が短くなり、標準偏差が小さくなっている。

「(2) 2 次解体専門事業者による解体検証」でも記載したが、作業員の習熟度の向上や使用道具の工夫等により、作業時間のばらつきが改善したと考えられる。

表 2.7. フロントバンパーの3カ年の解体時間平均値と標準偏差

フロントバンパー 1次解体		1年目解体 (中部)	2年目解体 (中部)	2年目解体 (中部・関東)
全体	平均値	113	104	89
	標準偏差	—	—	—
軽自動車	平均値	75	69	68
	標準偏差	59	52	68
小型車	平均値	84	103	97
	標準偏差	61	75	83
普通車	平均値	219	243	162
	標準偏差	346	130	147

フロントバンパー 2次解体		1年目解体 (中部)	2年目解体 (中部)	2年目解体 (中部・関東)	2年目専業	3年目専業
全体	平均値	250	191	165	319	98
	標準偏差	—	—	—	—	—
軽自動車	平均値	163	154	135	256	97
	標準偏差	94	78	93	114	42
小型車	平均値	283	177	181	385	99
	標準偏差	169	101	95	206	48
普通車	平均値	376	351	269	310	0
	標準偏差	212	314	271	0	0

※解体(中部) = 中部6社の解体事業者、解体(中部・関東) = 中部及び関東12社の解体事業者、専業 = 2次解体専門事業者 ※標準偏差は1σの値(±σ68.3%)

出所：矢野経済研究所

表 2.8. リアバンパーの3カ年の解体時間平均値と標準偏差

リアバンパー 1次解体		1年目解体 (中部)	2年目解体 (中部)	2年目解体 (中部・関東)
全体	平均値	134	78	79
	標準偏差	—	—	—
軽自動車	平均値	76	43	55
	標準偏差	33	30	39
小型車	平均値	156	60	69
	標準偏差	155	64	56
普通車	平均値	223	212	158
	標準偏差	197	227	184

リアバンパー 2次解体		1年目解体 (中部)	2年目解体 (中部)	2年目解体 (中部・関東)	2年目専業
全体	平均値	182	115	117	196
	標準偏差	—	—	—	—
軽自動車	平均値	120	105	105	154
	標準偏差	131	90	139	98
小型車	平均値	175	150	152	193
	標準偏差	162	75	125	31
普通車	平均値	313	105	103	266
	標準偏差	286	85	76	129

※解体(中部) = 中部6社の解体事業者、解体(中部・関東) = 中部及び関東12社の解体事業者、専業 = 2次解体専門事業者 ※標準偏差は1σの値(±σ68.3%)

※3年目の2次解体専門事業者はフロントバンパーのみ2次解体を実施

出所：矢野経済研究所

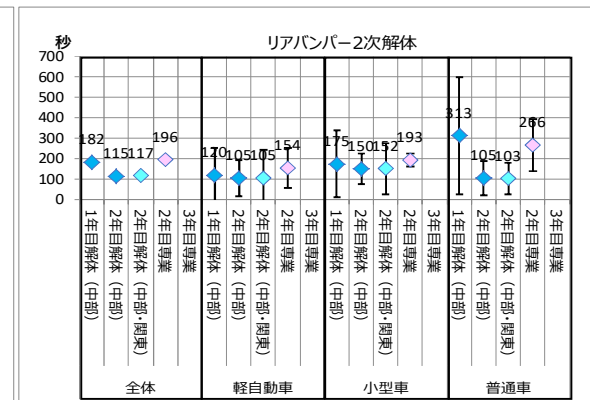
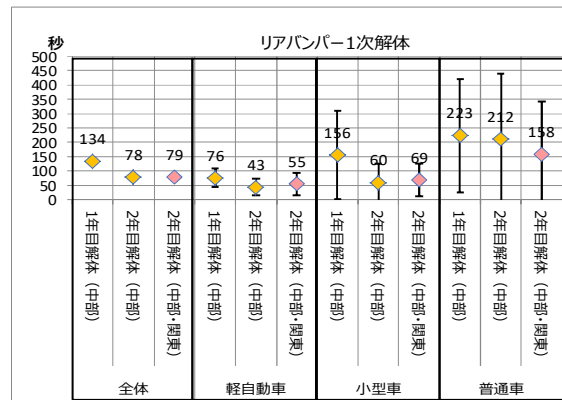
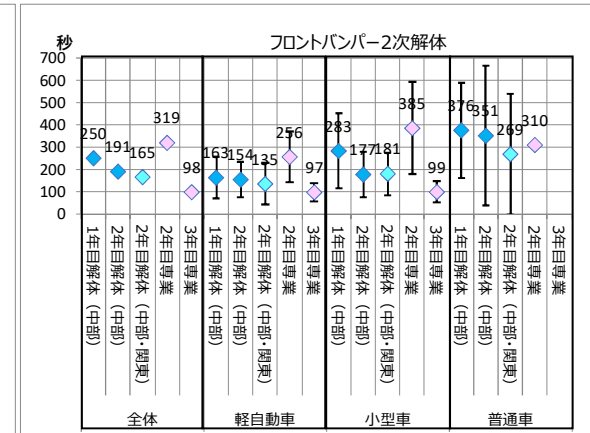
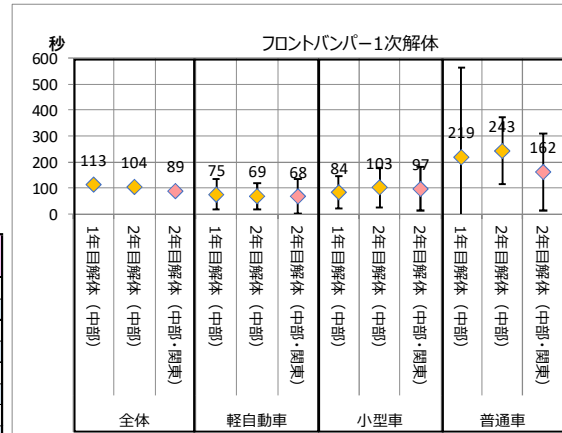


表 2.9. サイドシルガーニッシュの3カ年の解体時間平均値と標準偏差

サイドシルガーニッシュ 1次解体		1年目解体 (中部)	2年目解体 (中部)	2年目解体 (中部・関東)
全体	平均値	52	36	38
	標準偏差	—	—	—
軽自動車	平均値	49	28	32
	標準偏差	37	14	20
小型車	平均値	47	32	39
	標準偏差	25	7	37
普通車	平均値	59	60	50
	標準偏差	40	31	29

サイドシルガーニッシュ 2次解体		1年目解体 (中部)	2年目解体 (中部)	2年目解体 (中部・関東)
全体	平均値	128	116	141
	標準偏差	—	—	—
軽自動車	平均値	92	109	114
	標準偏差	129	85	112
小型車	平均値	114	168	214
	標準偏差	104	142	181
普通車	平均値	175	94	105
	標準偏差	119	67	97

※解体(中部) = 中部6社の解体事業者、解体(中部・関東) = 中部及び関東12社の解体事業者

※標準偏差は1σの値(±σ68.3%)

出所：矢野経済研究所

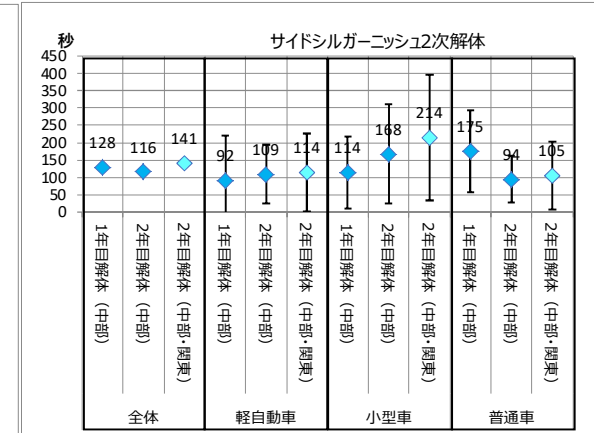
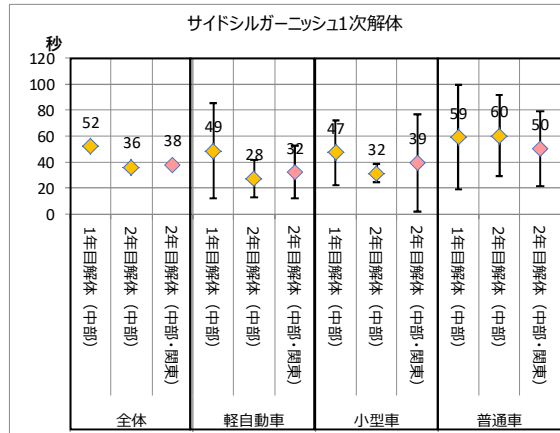


表 2.10. 内装(ピラー)の3カ年の解体時間平均値と標準偏差

ピラー 1次解体		2年目解体 (中部・関東)
全体	平均値	27
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	22
	標準偏差	11
小型車	平均値	32
	標準偏差	24
普通車	平均値	29
	標準偏差	26

ピラー 2次解体		2年目解体 (中部・関東)
全体	平均値	31
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	27
	標準偏差	34
小型車	平均値	31
	標準偏差	18
普通車	平均値	44
	標準偏差	34

※解体(中部) = 中部6社の解体事業者、解体(中部・関東) = 中部及び関東12社の解体事業者

※標準偏差は1σの値(±σ68.3%)

出所：矢野経済研究所

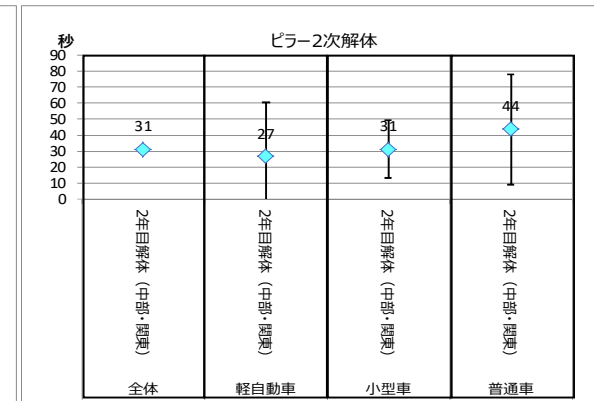
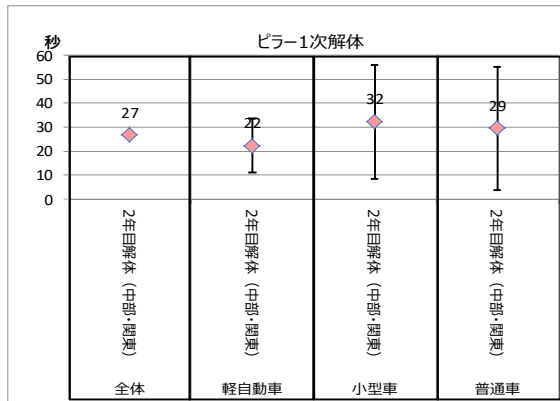
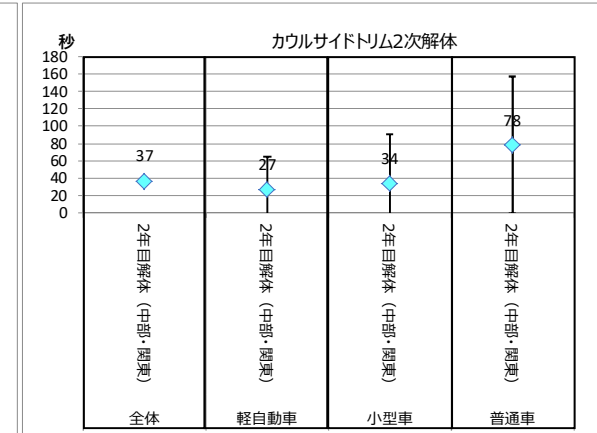
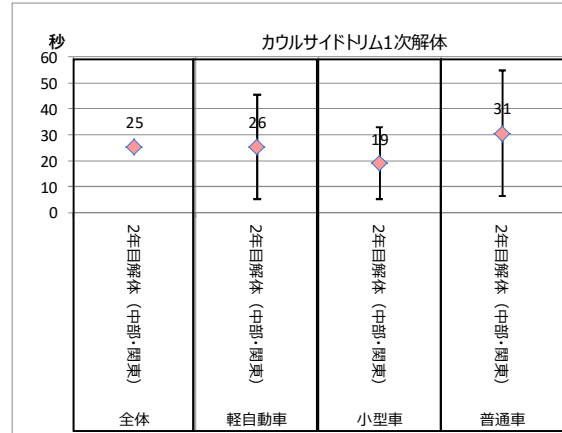


表 2.11. 内装（カウルサイドトリム）の3カ年の解体時間平均値と標準偏差

カウルサイドトリム 1次解体		2年目解体（中 部・関東）
全体	平均値	25
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	26
	標準偏差	20
小型車	平均値	19
	標準偏差	14
普通車	平均値	31
	標準偏差	24

カウルサイドトリム 2次解体		2年目解体（中 部・関東）
全体	平均値	37
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	27
	標準偏差	38
小型車	平均値	34
	標準偏差	57
普通車	平均値	78
	標準偏差	79

※解体（中部）＝中部6社の解体事業者、解体（中部・関東）＝中部及び関東12社の解体事業者 ※標準偏差は1σの値（±σ68.3%）



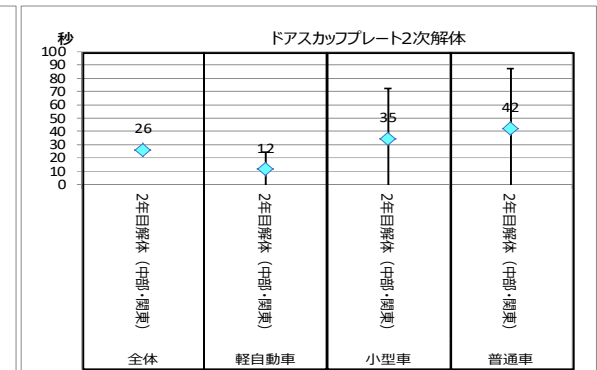
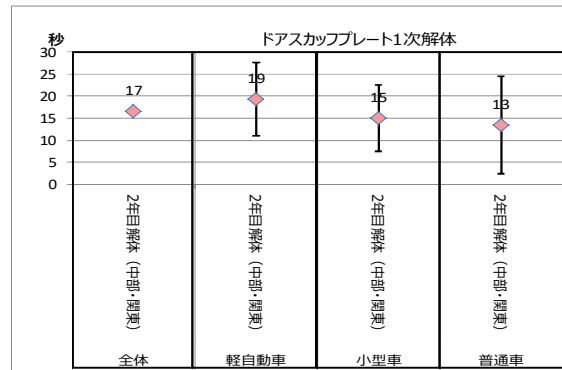
出所：矢野経済研究所

表 2.12. 内装（ドアスカッププレート）の3カ年の解体時間平均値と標準偏差

ドアスカッププレート 1次解体		2年目解体（中 部・関東）
全体	平均値	17
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	19
	標準偏差	8
小型車	平均値	15
	標準偏差	7
普通車	平均値	13
	標準偏差	11

ドアスカッププレート 2次解体		2年目解体（中 部・関東）
全体	平均値	26
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	12
	標準偏差	13
小型車	平均値	35
	標準偏差	38
普通車	平均値	42
	標準偏差	45

※解体（中部）＝中部6社の解体事業者、解体（中部・関東）＝中部及び関東12社の解体事業者 ※標準偏差は1σの値（±σ68.3%）



出所：矢野経済研究所

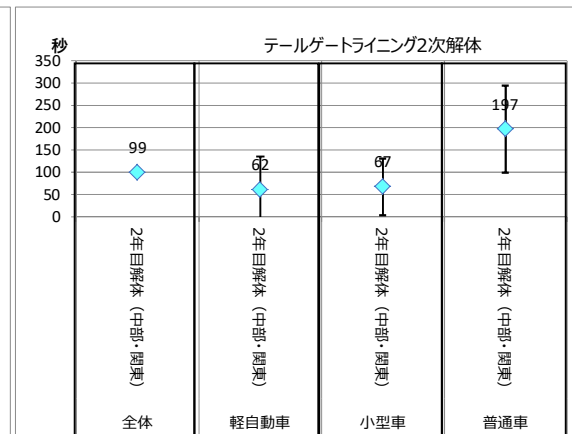
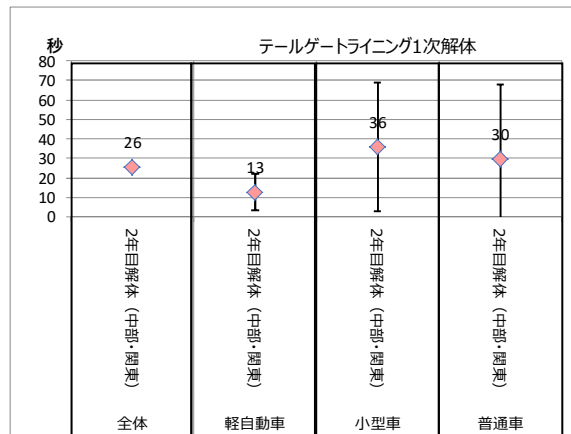
表 2.13. 内装（テールゲートライニング）の3カ年の解体時間平均値と標準偏差

テールゲートライニング 1次解体		2年目解体（中 部・関東）
全体	平均値	26
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	13
	標準偏差	9
小型車	平均値	36
	標準偏差	33
普通車	平均値	30
	標準偏差	38

テールゲートライニング 2次解体		2年目解体（中 部・関東）
全体	平均値	99
	標準偏差	—
軽自動車	平均値	62
	標準偏差	73
小型車	平均値	67
	標準偏差	63
普通車	平均値	197
	標準偏差	99

※解体（中部）＝中部6社の解体事業者、解体（中部・関東）＝中部及び関東12社の解体事業者

※標準偏差は1σの値（±σ68.3%）



出所：矢野経済研究所

参考までに表 2.14 に 1 年目及び 2 年目で 1 次解体及び 2 次解体を実施した中部の解体事業者 6 社での 1 次解体及び 2 次解体平均値と標準偏差推移を示す。1 次解体では 9 データ中 6 データで平均値が短くなり、標準偏差では 9 データ中 7 データで値が小さくなっている。2 次解体についても 9 データ中 7 データで平均値が短くなり、標準偏差でも 9 データ中 7 データで値が小さくなっている。

なお、フロントバンパーの小型車・普通車において 1 年目よりも 2 年目の解体時間平均値が伸びているが、これは ELV 状態の違いによる特定車の解体時間が影響している。

表 2.14. 中部の解体事業者 6 社での 1 次解体及び 2 次解体平均値と標準偏差推移

		中部1次解体						中部2次解体					
		平均値（秒）			標準偏差			平均値（秒）			標準偏差		
		1年目	2年目	1年目-2年目	1年目	2年目	1年目-2年目	1年目	2年目	1年目-2年目	1年目	2年目	1年目-2年目
フロントバンパー	軽自動車	75	69	6	59	52	7	163	154	9	94	78	15
	小型車	84	103	-19	61	75	-15	283	177	106	169	101	68
	普通車	219	243	-24	346	130	216	376	351	25	212	314	-102
リアバンパー	軽自動車	76	43	33	33	30	3	120	105	15	131	90	41
	小型車	156	60	96	155	64	91	175	150	25	162	75	87
	普通車	223	212	11	197	227	-29	313	105	208	286	85	201
サイドシルガーニッシュ	軽自動車	49	28	21	37	14	22	92	109	-17	129	85	44
	小型車	47	32	16	25	7	18	114	168	-53	104	142	-39
	普通車	59	60	-1	40	31	9	175	94	81	119	67	53
データ数		1年目平均値＞2年目平均値		6	1年目標準偏差＞2年目標準偏差		7	1年目平均値＞2年目平均値		7	1年目標準偏差＞2年目標準偏差		7
		1年目平均値＜2年目平均値		3	1年目標準偏差＜2年目標準偏差		2	1年目平均値＜2年目平均値		2	1年目標準偏差＜2年目標準偏差		2
		データ合計		9	データ合計		9	データ合計		9	データ合計		9

出所：矢野経済研究所

② 各年の解体時間平均値と解体費用

表 2.5 の解体事業者による解体時間平均値計測結果推移（1 年目、2 年目）、表 2.6 の 2 次解体専門事業者による解体時間平均値計測結果推移（2 年目、3 年目）より解体事業者及び 2 次解体専門事業者による解体作業費の推移を表 2.15、表 2.16、図 2.15 に示す。

例えばフロントバンパーの 1 次解体は、1 年目の解体時間平均値は 113 秒/本、2 次解体で 250 秒/本かかっている。この値に作業費 0.5 円/秒をかけると 1 次解体で 57 円/本、2 次解体で 125 円/本という計算となる。いそのの知見からバンパーは 1 部品の重量目安が 4kg のため、1 次解体で $57 \text{ 円} \div 4 \text{ kg} = 14 \text{ 円/kg}$ 、2 次解体 $125 \text{ 円} \div 4 \text{ kg} = 31 \text{ 円/kg}$ の合計 45 円/kg という計算となる。リアバンパー、サイドシルガーニッシュでも同様の計算を行い、これらの合計の平均を算出すると 1 年目の外装の解体作業費は 58.3 円/kg（1 次解体作業費で 19.0 円/kg、2 次解体作業費で 39.3 円/kg）となる。

表 2.15. 解体事業者による 2 カ年（2017 年度、2018 年度）の解体作業費推移

部 位		年	重量 (kg)	解体時間平均値 (秒)			解体事業者の作業費 0.5 円/秒の場合の解体 費用 (円/本)			重量単価 (円/kg)					
				1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計
外 装	フロントバンパー	1年目	4	113	250	364	57	125	182	14	31	45	19.0	39.3	58.3
	リアバンパー		4	134	182	316	67	91	158	17	23	40			
	サイドシルガーニッシュ		1	52	128	180	26	64	90	26	64	90			
	フロントバンパー	2年目	4	89	165	254	44	83	127	11	21	32	13.3	35.3	48.5
	リアバンパー		4	79	117	196	39	59	98	10	15	25			
	サイドシルガーニッシュ		1	38	141	179	19	70	89	19	70	89			
内 装	ビラー	1年目	0.5	—	—	—	27	36	63	—	—	—	—	—	—
	カウサイドトリム		0.5	—	—	—	25	37	62	—	—	—			
	ドアスカッフプレート		0.5	—	—	—	22	39	61	—	—	—			
	テールゲート		1	—	—	—	26	99	125	—	—	—			
	ビラー	2年目	0.5	27	36	63	14	18	32	27	36	63	21.8	40.4	62.1
	カウサイドトリム		0.5	25	37	62	13	19	31	25	37	62			
	ドアスカッフプレート		0.5	22	39	61	11	20	31	22	39	61			
	テールゲート		1	26	99	125	13	50	63	13	50	63			

出所：矢野経済研究所

表 2.16. 2 次解体専門事業者による 2 カ年（2018 年度、2019 年度）の解体作業費推移

部位	年	重量 (kg)	解体時間平均値 (秒)			解体事業者の作業費 0.5 円/秒の場合の解体 費用 (円/本)			重量単価 (円/kg)					
			1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計	1次	2次	合計
外装	1年目	4	—	319	—	—	160	—	—	39.9	—	—	39.9	—
	2年目		—	98	—	—	49	—	—	12.2	—	—	12.2	—

出所：矢野経済研究所

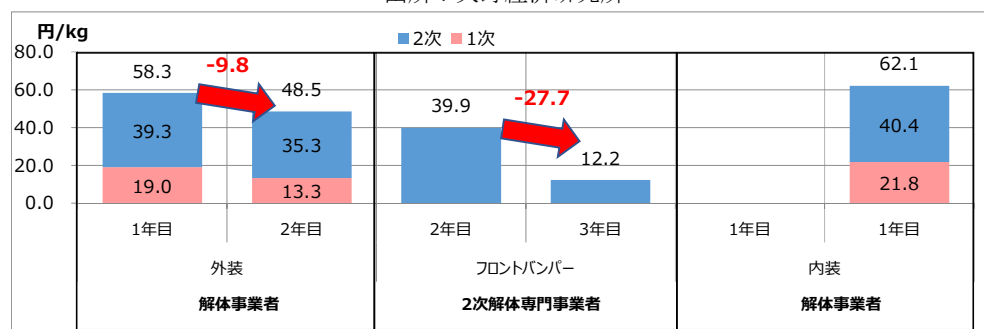


図 2.15. 解体事業者及び 2 次解体専門事業者による解体作業費推移

出所：矢野経済研究所

解体事業者における外装の 1 年目の解体作業費（1 次及び 2 次）は 58.3 円/kg だったものが 2 年目は 48.5 円/kg に低下した。

2 次解体専門事業者におけるフロントバンパーの 2 年目の解体作業費（2 次）は 39.9 円/kg だったものが 12.2 円/kg に低下した。

これらはいずれも作業員の習熟度の向上や使用道具の工夫等により、作業時間が短縮化したと推測している。

2.1.4. 輸送検討

(1) 輸送実証

2年目に挙げた課題として、再生樹脂の目標価格 120 円/kg の検証があった。コスト比率の高い輸送コスト低減に向けた検証を進めるため、専用便での輸送実証を実施した。実証には豊通リサイクルの協力を得ることができた。

回収車としては 4t トラックを想定した。4t トラックのイメージ図及び写真を図 2.16 に示す。トラックは横が 2,100mm、縦が 4,600mm、あおりの高さが 800mm である。

輸送検証において輸送対象品を多く積み、また作業時間の短い荷姿・積み方を検討・検証する必要がある。豊通リサイクル及びアドバイザー等の意見を参考にしながら、バラ積み(手積み) 及びラック積みの 2 方式で検証を行うこととした。なおバンパーの場合、最大で 160 本程度を積載可能と推計した。

表 2.17 にバンパー輸送検証概要を示す。まず 1 回目に手積み検討、2 回目に規格品ラックでの積載検討のプレ実証を行った。その結果を踏まえて 3 回目の本実証を実施した。本実証では複数解体事業者での手積み及びラック積み、荷下ろし実証を実施した。



図 2.16. 4t トラックへの及び積み方のイメージ図

出所：矢野経済研究所

表 2.17. バンパー輸送検証概要

回	日付	実施内容	詳細
プレ検証	1回目	手積み検討	荷姿、積み方、作業時間の検証のため、プレ実証実施。38本のバンパーをトラックへ積載。
	2回目	ラック積み検討	荷姿、積み方、作業時間の検証を行うため、プレ実証を実施。35本のバンパーをラックへ積載。ラックをトラックへ積載。
本実証	3回目	手積み、ラック積みを活用した輸送検証	過去2回のプレ実証を踏まえ、複数解体事業者での手積み及びラック積み、荷下ろしの実証。

出所：矢野経済研究所

① プレ実証

・1回目（7月3日）手積み検討

4tトラックへの手積みによる荷姿、積み方、作業時間の確認を行うため、7月3日に38本のバンパーを使いプレ実証を行った。作業員2名で、38本のバンパー積載時間は、トータル8分15秒である。この時間には輸送時にバンパーがトラックから落下しないためのベルト式荷締機の固定時間1分35秒を含む。

上記から1本あたりの作業時間は13秒/本であるが、単にバンパーを載せるだけであれば1本あたり5秒/人で手積み可能である。ただし積載量増加に従って均すための時間もかかる。また本数が増えるほどに人手で均す際の危険性が高まるため、手積みで行うには本数の制限を考慮する必要がある。



図 2.17. 手積みの様子

出所：矢野経済研究所撮影

・2回目（8月2日）ラック積み検討

4tトラックへの規格品ラック積みによる荷姿、積み方、作業時間の確認を行うため、8月2日に35本のバンパーを使いプレ実証を行った。バンパー積載用ラックは、幅1,350×奥行1,200×高さ1,750mmである。

ラックへのバンパー積載は4名で実施し、積載時間は11分31秒であった。これには、フォークリフトでのバンパー圧縮2回、ベルト式荷締機の固定時間を含む。このうちベル

ト式荷締機固定に要した時間は1分45秒である。上記から1本あたりの作業時間は19.7秒/本である。

2回目(8月2日)の実証時に使用したラックではラック上部からバンパーが投げ入れられないため、作業時間がかかるという指摘があった。そのため、ラック上部のバーを切断し、バンパーを上から投げ入れられるように改良を図った。



図 2.18. ラック積みの様子

出所：矢野経済研究所撮影



図 2.19. ラックの改良

出所：矢野経済研究所撮影

② 本実証

・3回目（9月9日）手積み、規格品ラックを活用した輸送検証

1回目（7月3日）及び2回目（8月2日）の検討を踏まえ、手積み及びラック積み双方での輸送実証を9月9日に実施した。輸送実証の概要（輸送ルート及び運搬物）を表 2.18、図 2.20 に示す。実証内容詳細を表 2.19、表 2.20 に示す。

表 2.18. 9月9日輸送実証概要（輸送ルート及び運搬物）

作業番号	作業内容・移動及び距離
①	Aの豊通リサイクル → Bの城北自動車興業 35 km
②	Bの城北自動車興業において17本のバンパーを手積み
③	Bの城北自動車興業 → Cのニュー岩田 16 km
④	Cのニュー岩田において36本のバンパーをラック積み、23本のバンパーを手積み
⑤	Cのニュー岩田 → Dの山内商店 13 km
⑥	Dの山内商店において59本のバンパーを手積み
⑦	Dの山内商店 → Eのいその 8 km
⑧	Eのいそのにおいて135本のバンパーを荷下ろし
⑨	Eのいその → Aの豊通リサイクル 62 km

出所：矢野経済研究所

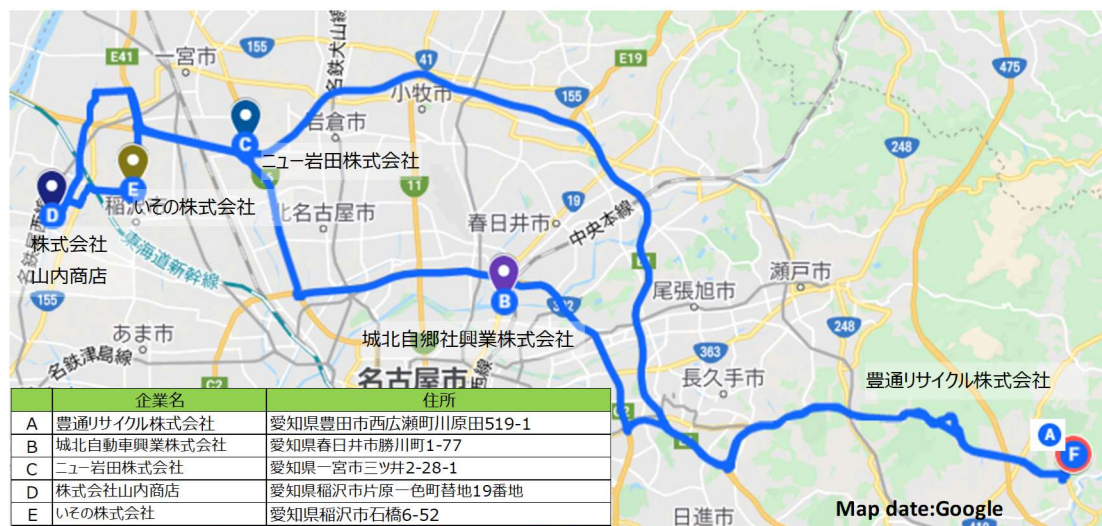


図 2.20. 9月9日輸送実証概要（輸送ルート）

出所：矢野経済研究所

表 2.19. 9 月 9 日輸送実証詳細

作業 (図中) 番号	作業内容	詳細
①	A の豊通りサイクルから B の城北自動車興業への輸送	➤ A の豊通りサイクルから B の城北自動車興業までの距離は約 35km、移動時間は 60 分である。B の城北自動車興業到着時のトラックの様子を図 2.21 に示す。
②	B の城北自動車興業での作業	➤ B の城北自動車興業において 17 本のバンパーの手積みを行った。手積みの様子を図 2.22 に示す。 ➤ 荷積準備に 20 秒、17 本の手積みには 2 分 48 秒かかった。荷積準備を除く 1 本あたりの作業時間は約 10 秒/本である。
③	B の城北自動車興業から C のニュー岩田への輸送	➤ B の城北自動車興業から C のニュー岩田の距離は 16km であり、移動時間は 42 分である。B の城北自動車興業から C のニュー岩田への輸送時の様子を図 2.21 に示す。 ➤ 触媒輸送時は幌等はかぶせないが、今回はバンパーの落下防止のため幌をかぶせている。
④	C のニュー岩田での作業	➤ C のニュー岩田において、36 本のバンパーラック積み及び 23 本の手積みを行った。ラック積みの様子及びラックをトラックに積む様子を図 2.23 に示す。 ➤ ラックに 36 本のバンパーを積むのに 5 分 23 秒、ベルト式荷締めを行うのに 5 分 10 秒、ラックをフォークリフトでトラックに積むのに 2 分 50 秒かかった。1 本あたりの作業時間は約 23 秒/本である。事前にバンパーをラック積載できていれば、フォークリフトでバンパーを荷台に積む作業のみ (2 分 50 秒) で済むため、その場合 1 本あたりの作業時間は約 5 秒/本となる。 ➤ 手積みの様子を図 2.22 に示す。23 本を手積みするのに 3 分 10 秒かかった。1 本あたりの作業時間は約 8 秒/本である。
⑤	C のニュー岩田から D の山内商店への輸送	➤ C のニュー岩田から D の山内商店の距離は 13km であり、移動時間は 48 分である。C のニュー岩田から D の山内商店への輸送時の様子を図 2.21 に示す。
⑥	D の山内商店での作業	➤ D の山内商店において 59 本のバンパーの手積みを行った。荷積準備に 3 分 31 秒、59 本の手積みには 14 分 41 秒かかった。荷積準備を除く 1 本あたりの作業時間は約 15 秒/本である。城北自動車興業やニュー岩田で既に積み込んでいるバンパーを整理しながらの積み込みとなったために、1 本あたりの作業時間が長くなっている。 ➤ 手積みの様子を図 2.23 に示す。
⑦	D の山内商店から E のいそのへの輸送	➤ D の山内商店から E のいそのの距離は 8km であり、移動時間は 24 分である。D の山内商店から E のいそのへの輸送時の様子を図 2.21 に示す。
⑧	E のいそのでの作業	➤ E のいそのにおいて、城北自動車興業、ニュー岩田、山内商店で積載したバンパー 135 本の荷下ろしを行った。手積みバンパーの荷下ろし及び整理に 14 分 31 秒かかっている。ラック積みバンパーの荷下ろしは 1 分 58 秒である。その作業の様子を図 2.23 に示す。
⑨	E のいそのから A の豊通りサイクルの輸送	➤ E のいそのから A の豊通りサイクルの距離は 62km であり、移動時間は 78 分である。

出所：矢野経済研究所

表 2.20. 9月9日輸送実証詳細（距離、道路利用料、作業時間等）

作業番号	作業内容・移動	距離 (km)	有料道路 利用料 (円)	時間 (時：分：秒)	時間 (時間)
①	Aの豊通りサイクル → Bの城北自動車興業	35	1,490	01:00:00	1
②	Bの城北自動車興業で17本のバンパーを手積み	—	—	—	—
	積荷準備	—	—	00:00:20	0.00556
	バンパー手積み【17本】	—	—	00:02:48	0.04667
③	Bの城北自動車興業 → Cのニュー岩田	16	980	00:42:00	0.7
④	Cのニュー岩田で36本のバンパーをラック積み、23本のバンパーを手積み	—	—	—	—
	積荷準備	—	—	00:03:10	0.05278
	バンパーをラック積載【36本】	—	—	00:05:23	0.08972
	ラックのベルト式荷締め機を締める	—	—	00:05:10	0.08611
	ラックを荷台に積む	—	—	00:02:50	0.04722
	バンパー手積み【23本】	—	—	00:03:10	0.05278
⑤	Cのニュー岩田 → Dの山内商店	13	—	00:48:00	0.8
⑥	Dの山内商店で59本のバンパーを手積み	—	—	—	—
	積荷準備	—	—	00:03:31	0.05861
	バンパー手積み【59本】	—	—	00:14:41	0.24472
⑦	Dの山内商店 → Eのいその	8	—	00:24:00	0.4
⑧	Eのいそので135本のバンパーを荷下ろし	—	—	—	—
	手積みバンパー【99本】の積み下ろし	—	—	00:14:31	0.24194
	ラック積みバンパー【36本】の積み下ろし	—	—	00:01:58	0.03278
⑨	Eのいその → Aの豊通りサイクル	62	1,990	01:18:00	1.3

出所：矢野経済研究所

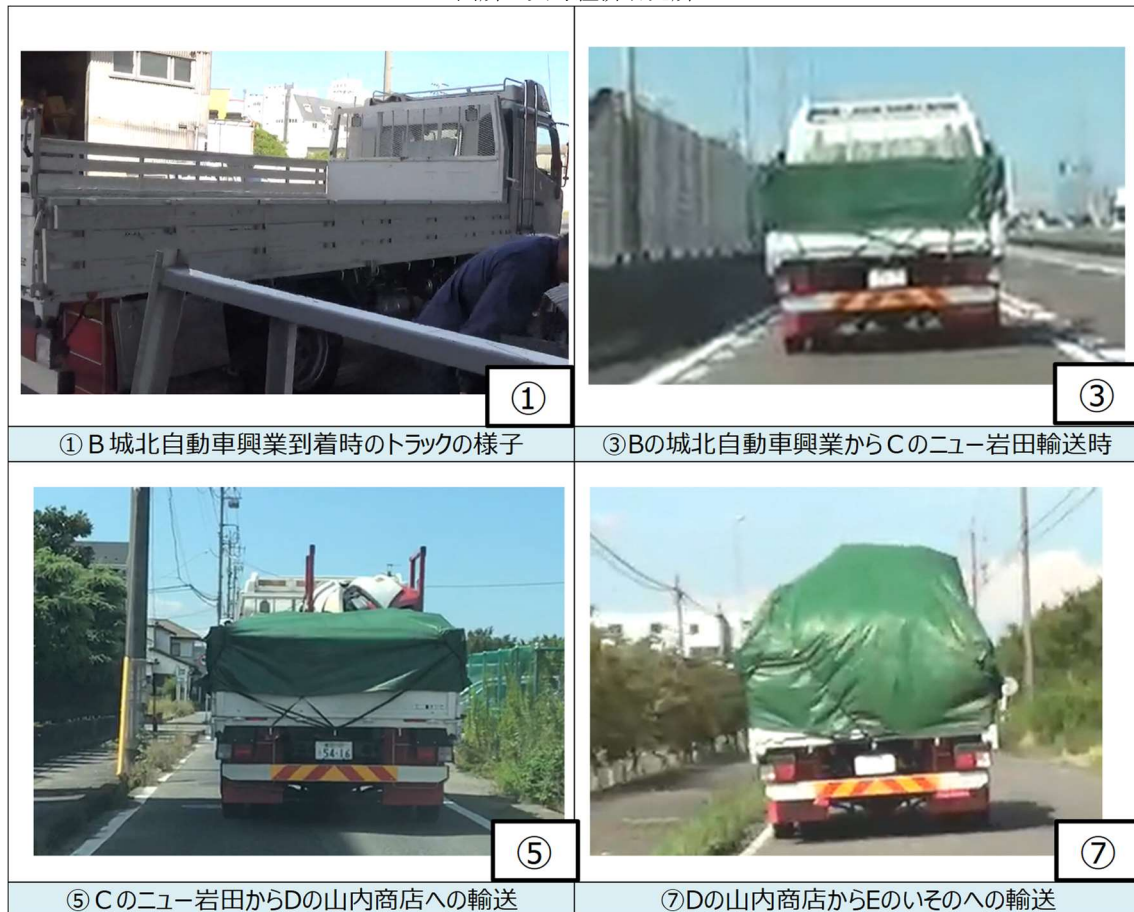


図 2.21. 輸送時のトラックの様子

出所：矢野経済研究所撮影



②

②Bの城北自動車興業でのバンパーの手積み作業



④

④Cのニュー岩田でのラック積み及びベルト式荷締機使用時及びラックをトラックに積む様子



④

④Cのニュー岩田での手積みの様子

図 2.22. バンパー荷積み作業の様子 (1)

出所：矢野経済研究所撮影



⑥

⑥Dの山内商店での手積みの様子



⑧

⑧Eのいそでの荷下ろしの様子

図 2.23. バンパー荷積み作業の様子 (2)

出所：矢野経済研究所撮影

(2) 輸送時の輸送費用試算

輸送実証において、最も効率的な輸送方法を検証するため、表 2.20 に示したように作業時間、移動時間等の計測を行った。

今回の輸送実証で輸送したバンパーは 135 本であるが、4t トラックには手積みで最大で 160 本のバンパーを乗せることが可能と推計している。本数に関わらず移動時の作業員人件費、荷積準備時の作業員人件費、ガソリン代、道路利用代等がかかってくるため、今回の結果から 1 本あたりの作業時間を計算し、160 本輸送した場合の費用を試算した。なおラック積みの場合は、1 ラック 40 本程度で 4 ラック (=160 本) が積載可能と推計している。

ただし、今回の輸送実証の図 2.20 で示したルートに基づいた費用試算のため、回収企業数、回収企業の所在地により、各企業間の移動距離（時間）や、ガソリン代、道路利用代が変化するため今回の費用試算はあくまで参考値となる。

① 費用試算

・手積み時の輸送費用試算（参考値）

手積み時の費用試算を表 2.21 に示す。

【1】-① 移動時の作業員人件費について、各企業間の移動時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて移動時の作業員人件費を算出した。例えば①A の豊通リサイクルから B の城北自動車興業の移動時間は 1 時間であり、時給を掛け合わせると人件費は 2,000 円となる。同様に計算すると、③B の城北自動車興業から C のニュー岩田の 1,400 円、⑤C のニュー岩田から D の山内商店は 1,600 円、⑦D の山内商店から E のいそのは 800 円、⑨E のいそのから A の豊通リサイクルは 2,600 円となり、合計で移動時の作業員人件費は 8,400 円という計算となる。

回収企業数、回収企業の所在地により、各企業間の移動距離（時間）が変化するため、移動時の作業員人件費も変化する。

【1】-②-1 荷積準備時の作業員人件費について、各企業での荷積準備時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて荷積準備時の作業員人件費を算出した。例えば②B の城北自動車興業での荷積準備時間は 20 秒であり、時給を掛け合わせると人件費は 11.1 円となる。同様に計算すると、⑤C のニュー岩田は 105.6 円、⑥D の山内商店は 117.2 円となり、合計の荷積準備時の作業員人件費は 233.9 円という計算となる。

回収企業数の違いにより荷積準備の回数が増えるため、それに伴い作業員人件費も変化する。

【1】-②-2 手積み時の作業員人件費について、各企業での手積み時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて手積み時の作業員人件費を算出した。②B の城北自動車興業での手積み作業時間は 17 本で 2 分 48 秒であり、時給を掛け合わせると人件費は 93.3 円と

なる。同様に計算すると、④C のニュー岩田は 23 本で 105.6 円、⑥D の山内商店は 59 本で 489.4 円という計算となる。これらを合計すると 99 本あたりの作業員人件費は 688.3 円となり、1 本あたりの作業員人件費は 7.0 円（正確には 6.953 円）/本という計算となる。つまり 160 本の場合の作業員人件費は 7.0 円（同 6.953 円）/本×160 本=1,112.5 円となる。

【1】-②-3 荷下ろし時の作業員人件費について、⑦E のいそそのでの荷下ろし時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて荷下ろし時の人件費を算出した。⑦E のいそそのでの 99 本のバンパーの荷下ろし時間は 14 分 31 秒であり、時給を掛け合わせると人件費は 483.9 円となる。荷下ろし本数は 99 本のため、1 本あたりの作業員人件費は 4.9 円（正確には 4.888 円）/本という計算となる。つまり 160 本の場合の作業員人件費は 4.9 円（同 4.888 円）/本×160 本=782.0 円となる。

【2】-①ガソリン代については、各企業間の距離にガソリン単価 17.9 円/km を掛け合わせて計算を行った。例えば①A の豊通りサイクルから B の城北自動車興業の移動距離は 35km であり、ガソリン単価を掛け合わせるとガソリン代は 626.5 円となる。同様に計算すると、③B の城北自動車興業から C のニュー岩田は 286.4 円、⑤C のニュー岩田から D の山内商店は 232.7 円、⑦D の山内商店から E のいそのは 143.2 円、⑨E のいそのから A の豊通りサイクルは 1,109.8 円となり、合計のガソリン代は 2,398.6 円という計算となる。

回収企業数、回収企業の所在地により、各企業間の移動距離が変化するため、移動時のガソリン代も変化する。

【2】-②有料道路利用代について、①A の豊通りサイクルから B の城北自動車興業が 1,490 円、③B の城北自動車興業から C のニュー岩田が 980 円、⑨E のいそのから A の豊通りサイクルが 1,990 円である。合計の有料道路利用代は 4,460 円という計算となる。

【3】 費用合計（【1】-①）+（【1】-②-1）+（【1】-②-2）+（【1】-②-3）+（【2】-①）+（【2】-②）は、17,387 円である。

【4】 バンパー160 本分の重量（4kg×160 本）は 640kg である。

【5】 重量あたりの輸送費用（【3】÷【4】）は 27.2 円/kg という計算となる。

表 2.21. 手積み時の費用試算

手積み（160本）

【1】人件費

【1】-① 移動時の作業員人件費

番号	企業名と距離			移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
①	Aの豊通リサイクル	→	Bの城北自動車興業 35 km	1:00	1	2,000.0
③	Bの城北自動車興業	→	Cのニュー岩田 16 km	0:42	0.7	1,400.0
⑤	Cのニュー岩田	→	Dの山内商店 13 km	0:48	0.8	1,600.0
⑦	Dの山内商店	→	Eのいその 8 km	0:24	0.4	800.0
⑨	Eのいその	→	Fの豊通リサイクル 62 km	1:18	1.3	2,600.0
【1】-① 合計作業時間・人件費						8,400.0

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-1 荷積準備時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	本数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
②	Bの城北自動車興業	荷積準備	—	00:20	0.006	11.1
⑤	Cのニュー岩田		—	03:10	0.053	105.6
⑥	Dの山内商店		—	03:31	0.059	117.2
【1】-②-1 荷積準備の作業時間（3か所）・人件費				07:01	0.117	233.9

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-2 手積み時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	本数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
②	Bの城北自動車興業	バンパー手積み	17	02:48	0.05	93.3
④	Cのニュー岩田	バンパー手積み	23	03:10	0.05	105.6
⑥	Dの山内商店	バンパー手積み	59	14:41	0.24	489.4
合計				20:39	0.34	688.3
1本あたりの作業時間・人件費（合計÷99本）				00:13	0.0035	7.0
【1】-②-2 160本の場合の作業時間・人件費				33:22	0.56	1,112.5

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-3 荷下ろし時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	本数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
⑦	Eのいその	荷下ろし	99	14:31	0.24	483.9
1本あたりの作業時間・人件費（合計÷99本）				00:09	0.00	4.9
【1】-②-3 160本の場合の作業時間・人件費				23:28	0.39	782.0

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【2】ガソリン代、道路利用代

【2】-①ガソリン代

番号	企業名と距離			—	—	ガソリン代（円）
①	Aの豊通リサイクル	→	Bの城北自動車興業 35 km	—	—	626.5
③	Bの城北自動車興業	→	Cのニュー岩田 16 km	—	—	286.4
⑤	Cのニュー岩田	→	Dの山内商店 13 km	—	—	232.7
⑦	Dの山内商店	→	Eのいその 8 km	—	—	143.2
⑨	Eのいその	→	Fの豊通リサイクル 62 km	—	—	1,109.8
【2】-①合計						2,398.6

※ガソリン代は17.9円/k mで計算

【2】-②有料道路利用代

番号	企業名と距離			移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	有料道路利用料（円）
①	Aの豊通リサイクル	→	Bの城北自動車興業 35 km			1,490.0
③	Bの城北自動車興業	→	Cのニュー岩田 16 km			980.0
⑤	Cのニュー岩田	→	Dの山内商店 13 km			0.0
⑦	Dの山内商店	→	Eのいその 8 km			0.0
⑨	Eのいその	→	Fの豊通リサイクル 62 km			1,990.0
【2】-②合計						4,460.0

【3】費用合計（〔1〕-①）+（〔1〕-②-1）+（〔1〕-②-2）+（〔1〕-②-3）+（〔2〕-①）+（〔2〕-②）

円

17,387.0

【4】バンパー160本分の重量（4kg×160本）

kg

640.0

【5】重量あたりの輸送費用（〔3〕÷〔4〕）

円/kg

27.2

出所：矢野経済研究所

・ラック積み時の費用試算（参考値）

ラック積み時の費用試算を表 2.22 に示す。

【1】-① 移動時の作業員人件費について、各企業間の移動時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて移動時の作業員人件費を算出した。例えば①A の豊通リサイクルから B の城北自動車興業の移動時間は 1 時間であり、時給を掛け合わせると人件費は 2,000 円となる。同様に計算すると、③B の城北自動車興業から C のニュー岩田の 1,400 円、⑤C のニュー岩田から D の山内商店は 1,600 円、⑦D の山内商店から E のいそのは 800 円、⑨E のいそのから A の豊通リサイクルは 2,600 円となり、合計で移動時の作業員人件費は 8,400 円という計算となる。

回収企業数、回収企業の所在地により、各企業間の移動距離（時間）が変化するため、移動時の作業員人件費も変化する。

【1】-②-1 荷積準備時の作業員人件費について、各企業での荷積準備時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて荷積準備時の作業員人件費を算出した。例えば②B の城北自動車興業での荷積準備時間は 20 秒であり、時給を掛け合わせると人件費は 11.1 円となる。同様に計算すると、⑤C のニュー岩田は 105.6 円、⑥D の山内商店は 117.2 円となり、合計の荷積準備時の作業員人件費は 233.9 円という計算となる。

回収企業数の違いにより荷積準備の回数が変化するため、それに伴い作業員人件費も変化する。

【1】-②-2 バンパーをラックに積む時の作業員人件費について、④ニュー岩田での作業時間に時給 2,000 円/時間を掛け合わせてラック積み時の作業員人件費を算出した。ニュー岩田での作業時間は 5 分 23 秒であり、作業員人件費は 179.4 円となる。ラック積み本数は 36 本のため、1 本あたりの作業員人件費は 5 円（正確には 4.984 円）/本という計算となる。つまり 160 本の場合の作業員人件費は 5 円（同 4.984 円）/本×160 本=797.5 円となる。

【1】-②-3 ラックをトラックに積む時の作業員人件費について、④ニュー岩田での作業時間に時給 2,000 円/時間を掛け合わせてラック積み時の作業員人件費を算出した。ニュー岩田での作業時間は 8 分（5 分 10 秒+2 分 50 秒）であり、作業員人件費は 266.7 円（172.2 円+94.4 円）となる。ラック本数は 4 本のため、1 ラックあたりの作業員人件費は 266.7 円/ラックという計算となる。つまり 4 ラックの場合の作業員人件費は 266.7 円/ラック×4 ラック=1,066.7 円となる。

【1】-②-4 荷下ろし時の作業員人件費について、⑦E のいそのでの荷下ろし時間に作業員の時給 2,000 円/時間を掛け合わせて荷下ろし時の人件費を算出した。⑦E のいそのでのラックの荷下ろし時間は 1 分 58 秒であり、時給を掛け合わせると人件費は 65.6 円となる。つまり 4 ラックの場合の作業員人件費は 65.6 円/ラック×4 ラック=262.2 円となる。

【2】-①ガソリン代については、各企業間の距離にガソリン単価 17.9 円/km を掛け合わせて計算を行った。例えば①A の豊通りサイクルから B の城北自動車興業の移動距離は 35km であり、ガソリン単価を掛け合わせるとガソリン代は 626.5 円となる。同様に計算すると、③B の城北自動車興業から C のニュー岩田は 286.4 円、⑤C のニュー岩田から D の山内商店は 232.7 円、⑦D の山内商店から E のいそのは 143.2 円、⑨E のいそのから A の豊通りサイクルは 1,109.8 円となり、合計のガソリン代は 2,398.6 円という計算となる。

回収企業数、回収企業の所在地により、各企業間の移動距離が変化するため、移動時のガソリン代も変化する。

【2】-②有料道路利用代について、①A の豊通りサイクルから B の城北自動車興業が 1,490 円、③B の城北自動車興業から C のニュー岩田が 980 円、⑨E のいそのから A の豊通りサイクルが 1,990 円である。合計の有料道路利用代は 4,460 円という計算となる。

【3】 費用合計 (【1】-①) + (【1】-②-1) + (【1】-②-2) + (【1】-②-3) + (【2】-①) + (【2】-②) は、17,618.9 円である。

【4】 バンパー160 本分の重量 (4kg×160 本) は 640kg である。

【5】 重量あたりの輸送費用 (【3】÷【4】) は 27.5 円/kg という計算となる。

上記試算では、ラックへバンパーを積むのも輸送事業者が行う前提での試算である。事前に解体事業者がバンパーをラックに積んでいた場合は、【1】-②-2 バンパーをラックに積む時の作業員人件費が不要となり、【3】 費用合計 (【1】-①) + (【1】-②-1) + (【1】-②-3) + (【2】-①) + (【2】-②) は、16,821.4 円となる。

【4】 バンパー160 本分の重量 (4kg×160 本) は 640kg である。

【5】 重量あたりの輸送費用 (【3】÷【4】) は 26.3 円/kg という計算となる。

表 2.22. ラック積み時の費用試算

ラック積み(1ラック44本、4ラック、合計160本)

【1】人件費

【1】-① 移動時の作業員人件費

番号	企業名と距離			移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）	
①	Aの豊通リサイクル	→	Bの城北自動車興業	35 km	1:00	1	2,000.0
③	Bの城北自動車興業	→	Cのニュー岩田	16 km	0:42	0.7	1,400.0
⑤	Cのニュー岩田	→	Dの山内商店	13 km	0:48	0.8	1,600.0
⑦	Dの山内商店	→	Eのいその	8 km	0:24	0.4	800.0
⑨	Eのいその	→	Fの豊通リサイクル	62 km	1:18	1.3	2,600.0
【1】-① 合計作業時間・人件費							8,400.0

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-1 荷積準備時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	本数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
②	Bの城北自動車興業	荷積準備	—	00:20	0.006	11.1
⑤	Cのニュー岩田		—	03:10	0.053	105.6
⑥	Dの山内商店		—	03:31	0.059	117.2
【1】-②-1 荷積準備の作業時間（3か所）・人件費				07:01	0.117	233.9

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-2 パンバーをラックに積み時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	本数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
④	Cのニュー岩田	パンバーをラックに積む	36	05:23	0.090	179.4
1本あたりの作業時間・人件費（合計÷36本）				00:09	0.002	5.0
【1】-②-2 160本をラックに積む場合の作業時間・人件費				23:56	0.40	797.5

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-3 ラックをトラックに積み時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	ラック数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
④	Cのニュー岩田	ベルト式荷締め機を締める	1	05:10	0.086	172.2
		フォークリフトでトラックに載せる	1	02:50	0.047	94.4
1ラックあたりの作業時間				08:00	0.133	266.7
【1】-②-3 4ラックを積み、下す場合の作業時間・人件費				32:00	0.53	1,066.7

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【1】-②-4 荷下ろし時の作業員人件費

番号	企業名	作業内容	ラック数	移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	人件費（円）
⑦	Eのいその	荷下ろし	1	01:58	0.033	65.6
1ラック作業時間（合計÷1）				01:58	0.03	65.6
【1】-②-4 4ラックの場合の作業時間・人件費				07:52	0.13	262.2

※作業員の時給を2,000円/時間計算

【2】ガソリン代、道路利用代

【2】-①ガソリン代

番号	企業名と距離			—	—	ガソリン代（円）
①	Aの豊通リサイクル	→	Bの城北自動車興業	35 km	—	626.5
③	Bの城北自動車興業	→	Cのニュー岩田	16 km	—	286.4
⑤	Cのニュー岩田	→	Dの山内商店	13 km	—	232.7
⑦	Dの山内商店	→	Eのいその	8 km	—	143.2
⑨	Eのいその	→	Fの豊通リサイクル	62 km	—	1,109.8
【2】-①合計						2,398.6

※ガソリン代は17.9円/ kmで計算

【2】-②有料道路利用代

番号	企業名と距離			移動時間（分：秒）	移動時間（時間）	有料道路利用料（円）
①	Aの豊通リサイクル	→	Bの城北自動車興業	35 km		1,490.0
③	Bの城北自動車興業	→	Cのニュー岩田	16 km		980.0
⑤	Cのニュー岩田	→	Dの山内商店	13 km		0.0
⑦	Dの山内商店	→	Eのいその	8 km		0.0
⑨	Eのいその	→	Fの豊通リサイクル	62 km		1,990.0
【2】-②合計						4,460.0

【3】 費用合計（（11）-①）+（（11）-②-1）+（（11）-②-2）+（（11）-②-3）+（（11）-②-4）+（（12）-①）+（（12）-②）

円

17,618.9

【4】 パンバー160本分の重量（4kg×160本）

kg

640.0

【5】 重量あたりの輸送費用（【3】÷【4】）

円/kg

27.5

【3】 費用合計（（11）-①）+（（11）-②-1）+（（11）-②-3）+（（11）-②-4）+（（12）-①）+（（12）-②）

円

16,821.4

【4】 パンバー160本分の重量（4kg×160本）

kg

640.0

【5】 重量あたりの輸送費用（【3】÷【4】）

円/ka

26.3

出所：矢野経済研究所

・ 破砕品時の費用試算（参考値）

仮に①の手積み時の費用試算と同様の条件で破砕品を運んだ場合の費用試算も行った。破砕品の場合、4tトラックにはほぼ4t積載可能であるため、重量あたりの輸送費用は4.3円/kgとなる。

表 2.23. 破砕品時の費用試算（参考値）

【3】 費用合計（〔1〕-①）+（〔1〕-②-1）+（〔1〕-②-2）+（〔1〕-②-3）+（〔2〕-①）+（〔2〕-②）	円	17,387.0
【4】 バンパー破砕品4t	kg	4,000.0
【5】 重量あたりの輸送費用（〔3〕÷〔4〕）	円/kg	4.3

出所：矢野経済研究所

② 費用試算まとめ

バンパー有姿輸送法での輸送時の費用試算（参考値）は、手積みの場合 27.2 円/kg、ラック積みの場合 27.5 円/kg という結果となった。ラック積みの方が手積みよりも若干輸送費用が高くなっているが、バンパーをラックに乗せる費用も含んでいるためである。事前に解体事業者がバンパーをラックに積んでいた場合は、その分の費用が不要となり、輸送費用は 26.3 円/kg と手積みよりも低費用となる。

破砕輸送法での輸送時の費用試算（参考値）は、4.3 円/kg であった。有姿での輸送費用は、破砕品での輸送費用と比較し約 6 倍高い。

破砕品であれば専用便での大量輸送が可能となるため、破砕品での輸送がコスト低減には必須である。「2.1.7.コスト検討」で述べるが、部品の有姿での輸送をなくすため、解体事業者において破砕・粉砕機を導入し、1次解体・2次解体・破砕・粉砕等までを行う方法が考えられる。ただしこの方法が可能な解体事業者はある程度 ELV 引取台数が多く、かつ敷地や人員に余裕のある解体事業者に限定される。

表 2.24. 方式別輸送費用（参考値）

	積み方	円/kg
有姿積載法	手積みの場合	27.2
	ラック積みの場合	27.5
	ラック積みの場合（事前にラックに積む場合）	26.3
破砕輸送法	破砕品輸送	4.3

出所：矢野経済研究所

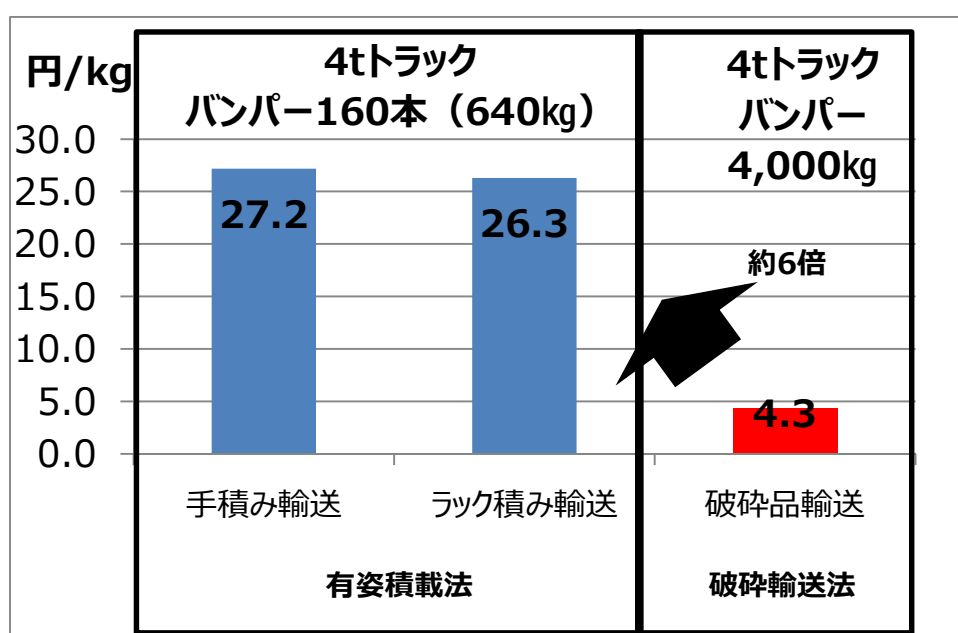


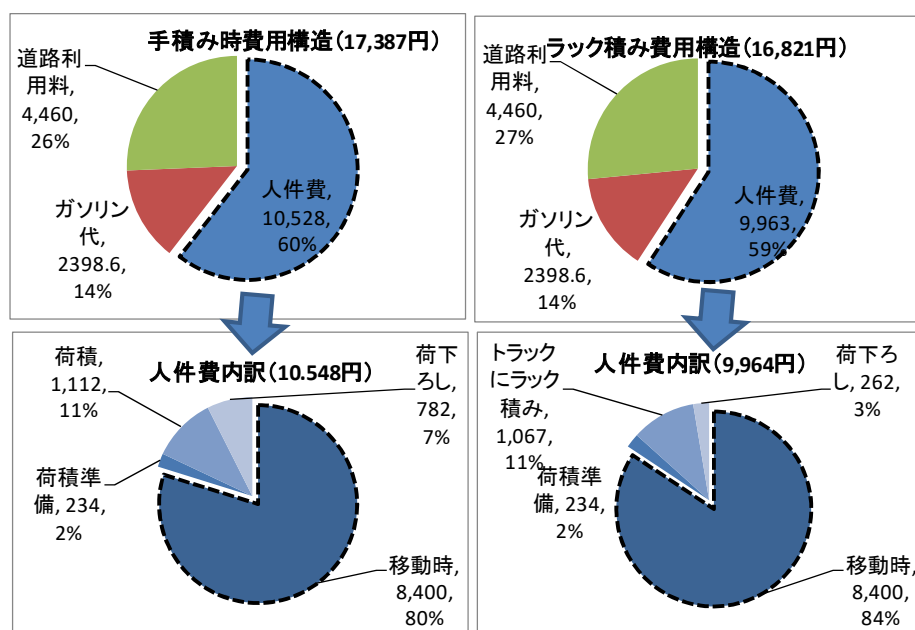
図 2.24. 方式別輸送費用（参考値）

出所：矢野経済研究所

有姿輸送法での輸送費用構造を図 2.25 に示す。手積み時においても、ラック積み時においても人件費が約 60%を占めている。人件費においては移動時の人件費が約 80%を占めている。先述したように今回の輸送実証の図 2.20 で示したルートに基づいた費用試算のため、回収企業数、回収企業の所在地により、各企業間の移動距離（時間）や、ガソリン代、道路利用代が変化する。今回は特定地域（愛知県の一部地域）での輸送であり、輸送総距離は 134km と比較的狭い範囲の輸送であったにもかかわらず、輸送費用が約 28 円/kg かかっている。部品の有姿での輸送費用を低下させるには、特定のエリアにおいて破碎拠点を設置し、そこを中心としてついで便を活用する輸送方法の検討が必要となる。それら特定エリアを巡回している輸送便として想定されるものは、触媒回収便や解体事業者から破碎事業者への定期便である。

図 2.26 に示すが、触媒回収便の場合、通常は触媒回収カゴを 5～6 パレット搭載して特定ルートを運行している。ついで便として活用するには、一部のカゴを下ろし、その部分にバンパーを手積み又はラック積みするしか方法がない。ただ、現在において触媒回収便はエンジン等の運搬も行う等、そもそもの空きスペースがほとんどないため、あまり現実的な回答とは言えない。

解体事業者から破碎事業者への定期便については、解体済み自動車の隙間に PP 部品を上手く敷き詰めて混載する方法等が考えられる。環境省「平成 27 年度低炭素型 3R 技術・システム実証事業（動静脈の連携による自動車樹脂部品リサイクルスキームの構築）報告書平成 28 年 2 月 29 日（いその株式会社）」では、自動車輸送台数を減らすことなく PP 部品の数十 kg 単位での回収を達成している。ただし、この方法の場合部品に油分等の物質が付着することが考えられ、最終的なコンパウンド品質に影響を与えることが懸念される。



※ラック積みはバンパーをラックに積む費用はカウントしていない

図 2.25. 有姿輸送法の手積み及びラック積みの輸送費用構造

出所：矢野経済研究所

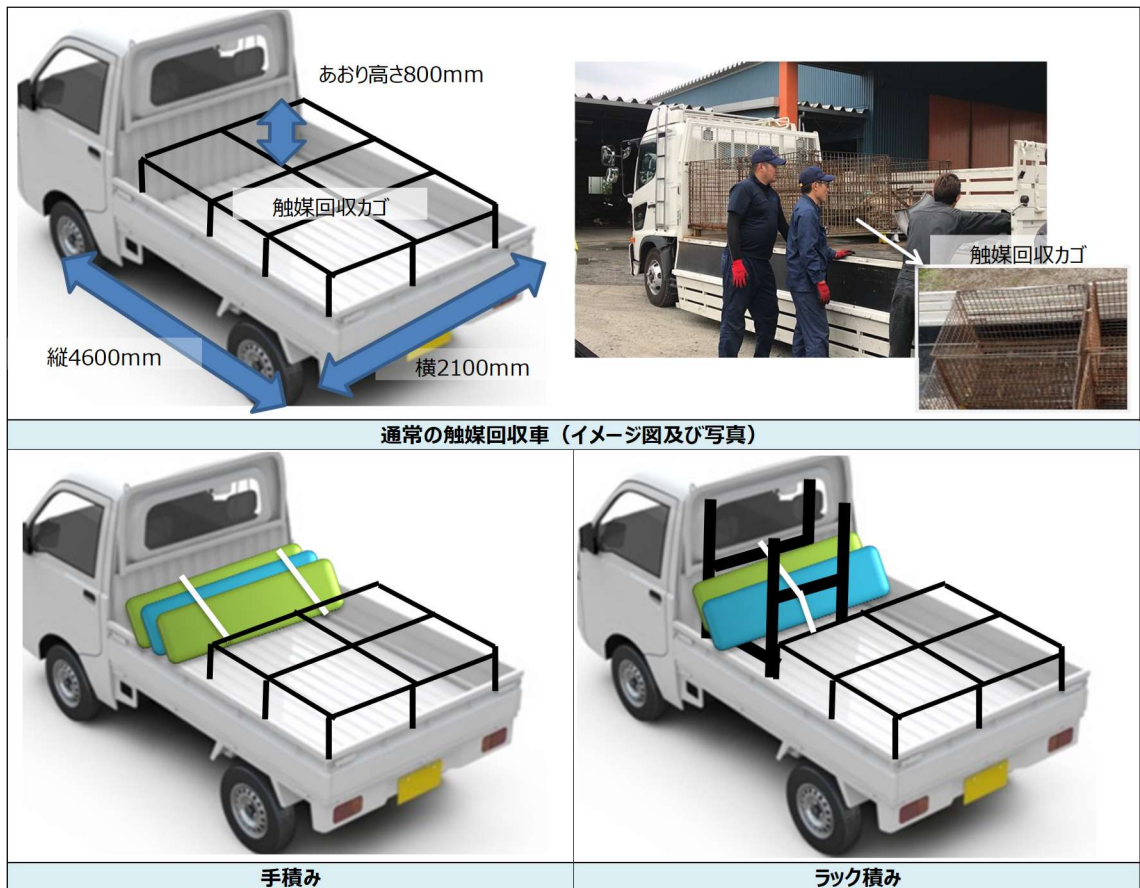


図 2.26. 4tトラックでのついで便想定
出所：矢野経済研究所



図 2.27. 解体事業者から破砕業者へのバンパーついで便輸送の様子
出所:環境省「平成 27 年度低炭素型 3R 技術・システム実証事業（動静脈の連携による自動車樹脂部品リサイクルスキームの構築）報告書 平成 28 年 2 月 29 日（いその株式会社）」

2.1.5. 供給可能量検討

2年目に挙げた課題として、自動車メーカーへの安定供給に向けたELV由来樹脂部品の回収体制の確立があった。本実証事業では12の解体事業者に部品回収を協力いただいているが、必ずしも実証終了後も継続して部品を回収してもらえるわけではない。再生樹脂の本格的な実用化に向け、部品回収に協力してくれる解体事業者を抽出していく必要がある。

2年目は、ELV由来PP部品の回収量シミュレーションを実施し、今回の実証の対象部品12.5kgを回収した場合、全国で41,250tの樹脂部品が回収できる計算となった。ただし、上記はあくまでシミュレーションであり、実際の供給可能量は把握できていない。自動車メーカーへのヒアリングから、再生樹脂の採用検討開始のための最小必要量が10t/月という話もあることから、どの程度が実際に供給可能なのか把握する必要がある。

そのため3年目は全国の解体許可を持つ解体事業所3,991事業所にアンケートを送付し、現状再生樹脂向けにPP部品回収を行っているか、現状行っていない場合今後協力してもらえるか等についてアンケートを実施した。その結果643事業所から回答（回収率18.0%）があった（図2.28の【1】）。

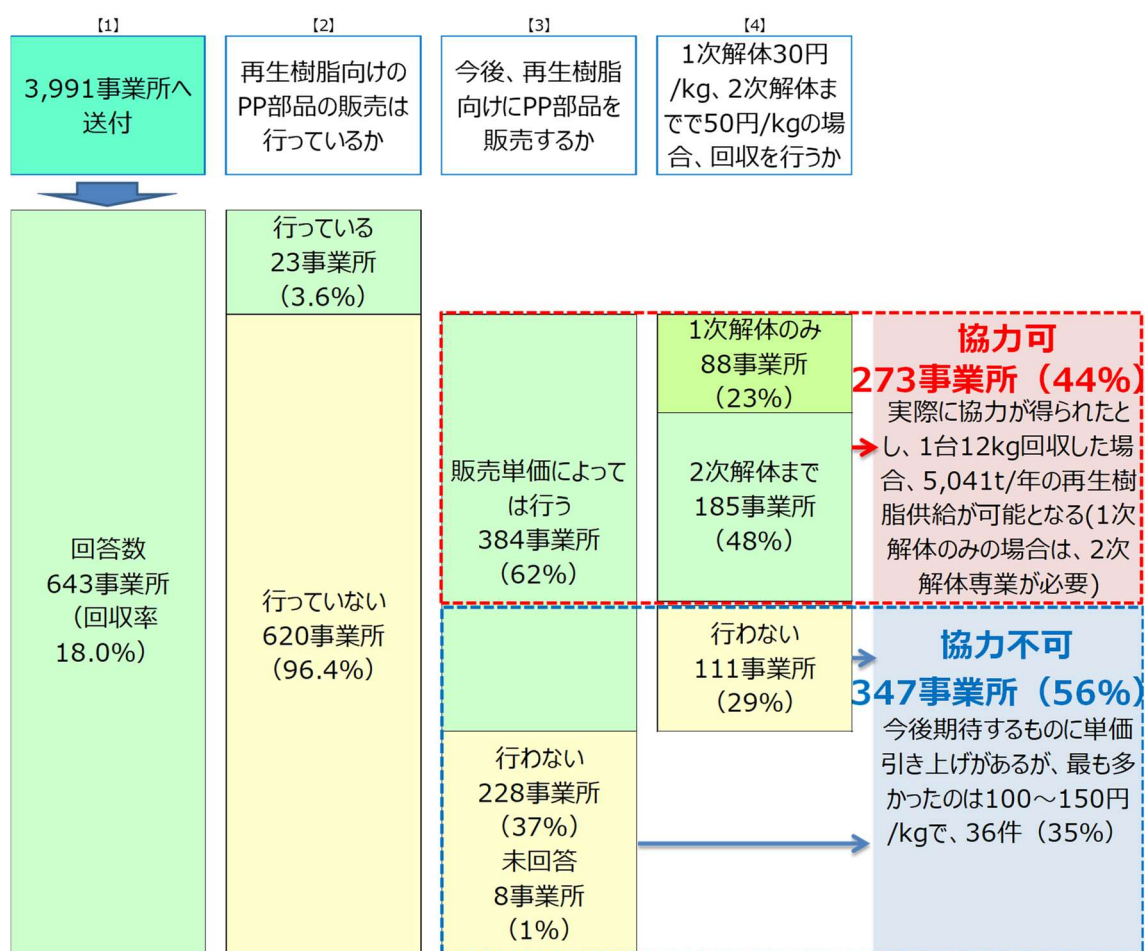


図 2.28. 解体事業者へのアンケート結果要旨

出所：矢野経済研究所

643 事業所の内、再生樹脂向けで PP 部品の販売を行っている解体事業所は 3.6%の 23 事業所、行っていない事業所は 96.4%の 620 事業所であった（図 2.28 の【2】）。

再生樹脂向けで PP 部品の販売を行っている 23 事業所（図 2.28 の【2】）は、全体の構成比と比較し、ELV 引取台数構成が大きな事業者が多数を占めている。

再生樹脂向けで PP 部品の販売を行っていない 620 事業所に対して今後再生樹脂向けに PP 部品を販売する意思はあるかとの質問に、62%の 384 事業所が販売単価によっては回収を行うと回答した（図 2.28 の【3】）。

アンケート送付総数 3,991 事業所のうち、アンケートに返信のあった 643 事業所（18%）を樹脂回収に何らかの興味のある事業所として、販売単価によっては回収を行うと回答した 384 事業所に対して、1 次解体で 30 円/kg、2 次解体までの実施で 50 円/kg の場合、回収を行うかという質問を行った。88 事業所が 1 次解体のみ実施と回答、185 事業所が 2 次解体まで実施と回答した（図 2.28 の【4】）。

今後再生樹脂向けに PP 部品販売を行わない、あるいは上記価格では協力しないと回答した 347 事業所の理由として最も多かったものは、採算が合わない（単価が安い）である。単価の引き上げ希望として最も多かった金額は 100～150 円/kg で 36 件である。そのほかの理由としては手間がかかる、人員不足、保管スペースがない、売り先や売り方がわからない、物量が確保できない、作業スペースがないといった回答が多くを占めていた。

アンケートの詳細は参考資料に記載する。

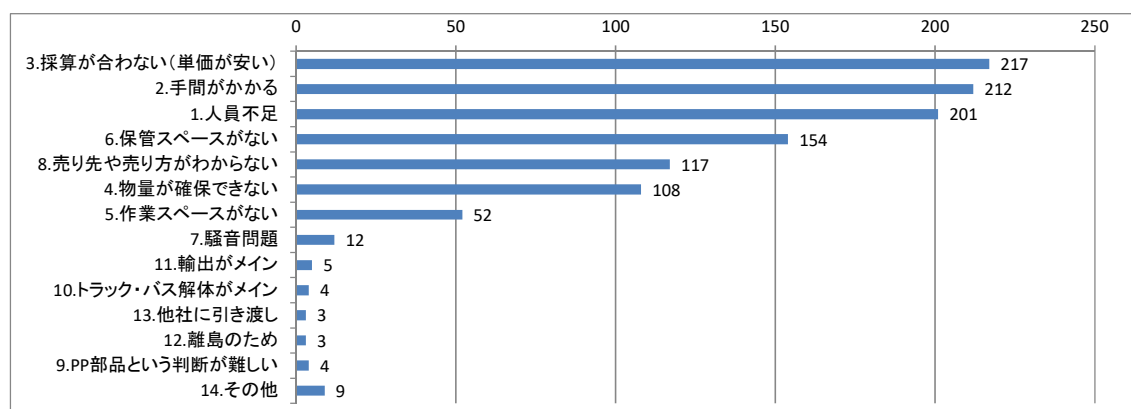


図 2.29. 再生樹脂向けに PP 部品販売を行わない理由（複数回答）

出所：矢野経済研究所

273 事業所（1 次解体のみの 88 事業所+2 次解体までの 185 事業所）の実際に協力が得られたとし、1 台 12kg 回収した場合、各事業所引取台数規模の中央値を単純に掛け合わせると 5,041t/年の再生樹脂が供給可能となる。ただし、1 次解体のみの協力の場合は、2 次解体を行ってくれる事業者を確保する必要がある。

仮に再生材 5kg/台使用とした場合、日本における年間新車販売台数の約 500 万台のうち、約 100 万台分しか使用できず全メーカーが採用することは難しい。

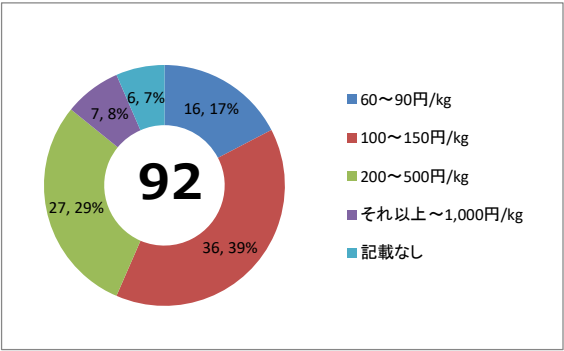


図 2.30. 希望買取単価
出所：矢野経済研究所

表 2.25. ELV 引取台数中央値の考え方

	中央値（台）	1台12kgのPP樹脂を 回収した場合の回収 量（kg）
1.101台以下	50.5	606
2.101台～501台	300.5	3,606
3.501台～1001台	750.5	9,006
4.1,001台～5,001台	3,000.5	36,006
5.5,001台～10,001台	7,500.5	90,006
6.10,002台以上	20,000.0	240,000

出所：矢野経済研究所

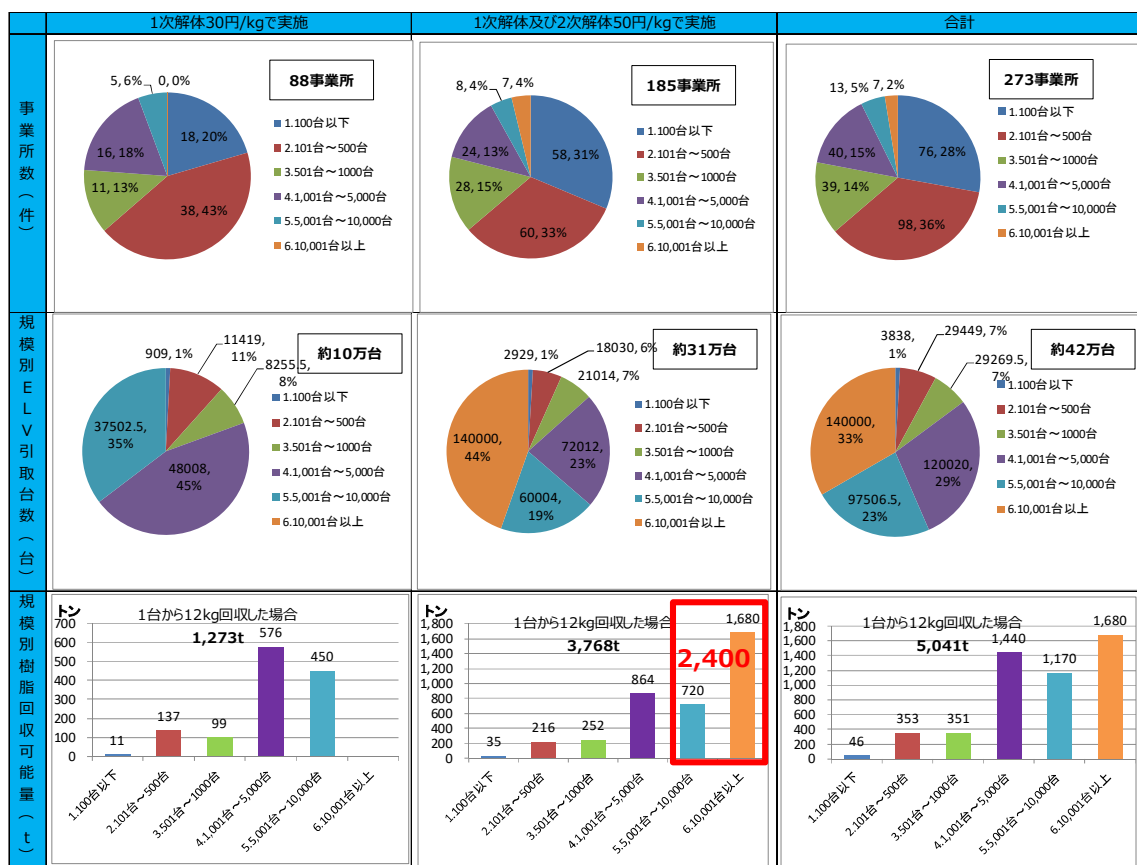


図 2.31. 規模別樹脂回収可能量

出所: 矢野経済研究所

現状再生樹脂向けに PP 部品を販売していない事業者のうち 273 事業所が今後回収に協力するという結果であったが、実際に PP 樹脂部品の取り外しを行っていない事業者がほとんどであり、当初に樹脂回収に協力したとしても想定以上の作業負担により途中で考えの変わる解体事業者も少なくないと推測される。Car to Car で再生樹脂を活用してもらうためには、解体工程でも高いレベルでの異物除去が要求される。指定 PP 部品の回収、それら PP 部品の材質確認、解体工程中の異物混入可能性の排除、2 次解体の徹底(異物の除去)等が要求される。解体工程中の異物混入可能性というのは、例えばニブラで 1 次解体を実施する場合、ガラス等の破片が PP 部品にめりこむ可能性がありそれらに配慮する必要がある。

「2.1.4.輸送検討」でも述べたが、有姿での輸送費用は、破砕品での輸送費用と比較し約 6 倍高い。輸送費の低コスト化のため、破砕品での輸送を行うため、解体事業者等において破砕・粉砕機の導入が求められる。特定エリアにおいて、ついで便を活用し、部品をそれら破砕・粉砕機が設置された解体事業者に集約する方法も考えられる。ただしそれら破砕・粉砕機を導入できる解体事業者は、ある程度 ELV 引取台数が多く、かつ敷地や人員に余裕のある解体事業者に限定されると考える。仮に年間の ELV 引取台数が 5,000 台以上の 2 次解体まで実施してくれる事業者がシナリオ 5 の 1 拠点完結型の事業者であるとする、回収

可能量は 2,400t ということとなる。しかし、これはあくまで今回のアンケート結果を基にした試算であり、全事業者から回答が得られているわけではないため（アンケート回収率約 18%）あくまで参考値である。

上記で述べている特定エリアの想定よりも範囲は広いが参考として地域別樹脂回収可能量を図 2.31 に示す。地域を限定すると樹脂回収可能量はより少なくなる。

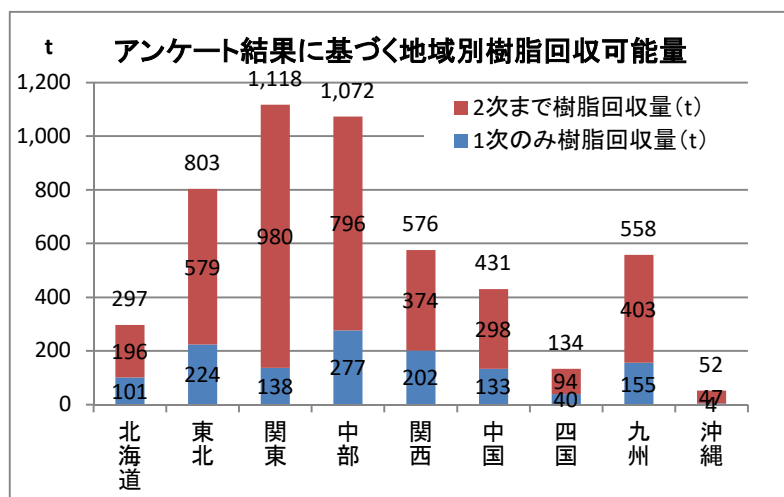


図 2.32. アンケート結果に基づく地域別樹脂回収可能量
出所：矢野経済研究所

2.1.6. 物性検討

2 年目の実証では内装由来の A グレード及び外装由来の B グレードの 2 グレードの提案を行った。それに対して自動車メーカーから物性面では主に以下の要望・課題が提示され、3 年目はそれら要望・課題に対して回答の提示を行った。

- 物性のばらつきの提示
- 塗膜剥離グレードの提示
- 物性のばらつきの収束方法・化学物質の管理方法の提示

(1) 提案グレード

3 年目は内装品由来の提案グレード 1、外装品由来の提案グレード 2、塗膜剥離品由来の提案グレード 3 の 3 グレードの提案を行った。なお内装由来品はピラー、カウルサイドトリム、ドアスカッフプレート、テールゲートライニング等を、外装由来品は主にバンパー、一部サイドシルガーニッシュを回収したものである。

2 年目及び 3 年目の提案グレード一覧を表 2.26、図 2.34、図 2.35 に示す。

3 年目の提案グレード詳細を表 2.27、図 2.36、表 2.28、図 2.37、表 2.29、図 2.38 に示す。

・物性のばらつきの提示（内装品由来の提案グレード 1、外装品由来の提案グレード 2）

2 年目に提案を行った 2 グレードは自動車メーカー 8 社の部品を均一混合したものではなく、単純に 8 社の回収品の物性の平均値、最小値、最大値を提示したものである。実際の量産回収の際には、均一混合を行うこととなるため、最小値、最大値の幅（物性のばらつき）はより狭くなることが想定されるが、回収品の物性のばらつきがどの程度なのかが 2 年目では把握できていなかった。

そのため 3 年目では、自動車メーカーを区分することなく回収を行い、更に回収規模を拡大し、物性測定の数 n を増やすことで物性のばらつきがどの程度か測定した。1 年目～2 年目において測定した物品の数 n は 2 であったが、3 年目では内装グレード（提案グレード 1）では $n=25$ 、外装グレード（提案グレード 2）では $n=18$ の測定を行い、回収から再生樹脂の量産を見据えた工程で実施し、物性のばらつきの提示を行った。

図 2.34、図 2.35 で示したように概ね 2 年目の提案グレードよりも 3 年目の提案グレードの方が物性の最小と最大の幅が小さくなっている。

3 年目の提案グレードにおいて、外装品由来の提案グレード 2 と比較し、内装品由来の提案グレード 1 は物性のばらつき幅が大きい。考えうる要因としては、内装由来品は外装由来品と異なり回収部品種類が多く、様々なグレードの PP 材が混在したため、ばらつき幅が大きくなったと推測される。

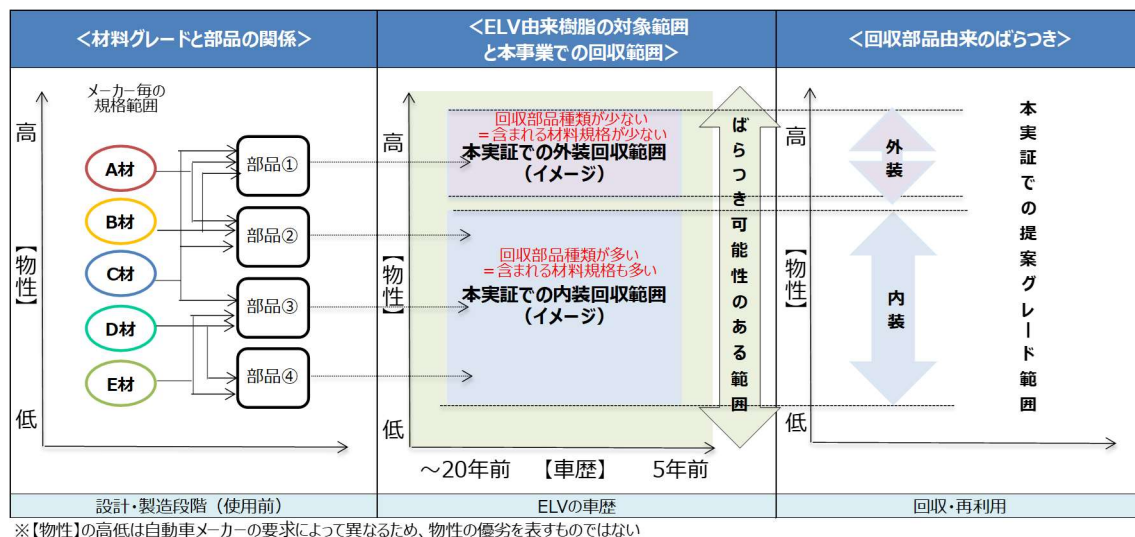


図 2.33.内装由来品及び外装由来品の物性ばらつきの違いについて

出所：矢野経済研究所

・塗膜剥離グレードの提示

2年目の外装グレードは塗膜入りであったが、自動車メーカーへのヒアリングから塗膜入りの採用は難しいという意見が聞かれた。自動車メーカーにおいてある程度の要求物性を満足させるには、異物とみなされやすい塗膜入りでは対応が難しい一方で、要求物性が低い部品は意匠性が要求されるため塗膜入りの再生樹脂を使用することが難しいためである。

塗膜剥離前及び剥離後の物性値を表 2.29、図 2.39 に示す。シャルピー衝撃強さ、引張降伏強さ、曲げ強さ等について塗膜剥離後は、塗膜片が減少したことにより物性が改善されたと推測される。

塗膜剥離前の原料及び塗膜剥離後の原料からプレートを試作した結果を図 2.38 に示す。画像はマイクロスコープにて 50 倍に拡大観察したものである。目視で確認した結果の塗膜剥離の除去率結果を表 2.30 に示す。図 2.38 の画像を 9 分割し、うち 1 面（縦 1.3cm×横 1.7cm=面積 2.21 cm²）の異物数をカウントし、その数を 9 倍することで、異物の存在数量を導き出した（実寸法約 0.1 mm以上の物をカウント）。剥離前の異物の存在数量は 720 個に対して、剥離後は 27 個であり、塗膜剥離の除去率は 96.3%という結果となった。なお剥離後には剥離前のプレートに見られる 0.3 mmを超えるサイズの異物はなく、面積比を加味すると除去効果は更に大きいと考えられる。

3年目の自動車メーカーヒアリングでは、塗膜入りグレードの提示も同時に行った。

塗膜剥離手法は、物理方式と化学方式の 2 種類が一般的な方式である。

物理方式はバンパー表層と塗膜層とに物理的に分離させる方法であるが、剥離に時間がかかるほか、塗膜残りの問題もあるため除去率は高くない。

化学方式では塗膜付きバンパーを溶剤の入った槽に浸漬させて塗膜を除去する。同方式では物理方式と比べて高い除去率を示す傾向にあり、ディーラーから回収する修理交換済のバ

ンパーや工程内不良となったバンパーでは、バンパー形状をある程度保っているため、化学方式による塗膜剥離が有効に働く。ただ、通常の化学方式ではバンパーのような比較的大型の形状部品が対象となるため、バンパー破碎後のチップ状では塗膜剥離が難しいうえ、ELV 由来バンパーではバンパー形状で回収できるかどうか不明である。そのため、ELV 由来バンパーではチップ状であっても対応できる塗膜剥離手法のほか、品質確保のために高い塗膜除去率も必要となる。

本実証では各方式を検討した結果、溶剤の入ったローター（反応炉）のなかにチップ状に破碎した塗膜付きバンパー材を入れ、それを回転させることで塗膜を除去するという、物理方式かつ化学方式の双方のメリットを用いた方式を持つ外部企業に塗膜剥離を委託した。

外部企業の塗膜剥離技術はチップ状での剥離が可能で、剥離率も高いという利点があるが、問題は塗膜剥離システムへの初期投資費用と、塗膜剥離コストである。同設備は比較的大型の設備であり、現状想定している塗膜剥離処理能力よりも大きく、それに伴い初期投資額も当初想定のお5倍となっている。

塗膜剥離コストとしては+50 円/kg を目指したが、同システムの工程で排出される廃棄物（剥離された塗膜等）は水分を多く含んでおり、ウェット状態での廃棄物処理費用が数十円/kg 塗膜剥離費用に上乗せされてしまうという問題もある。

・参考（メーカー別物性）

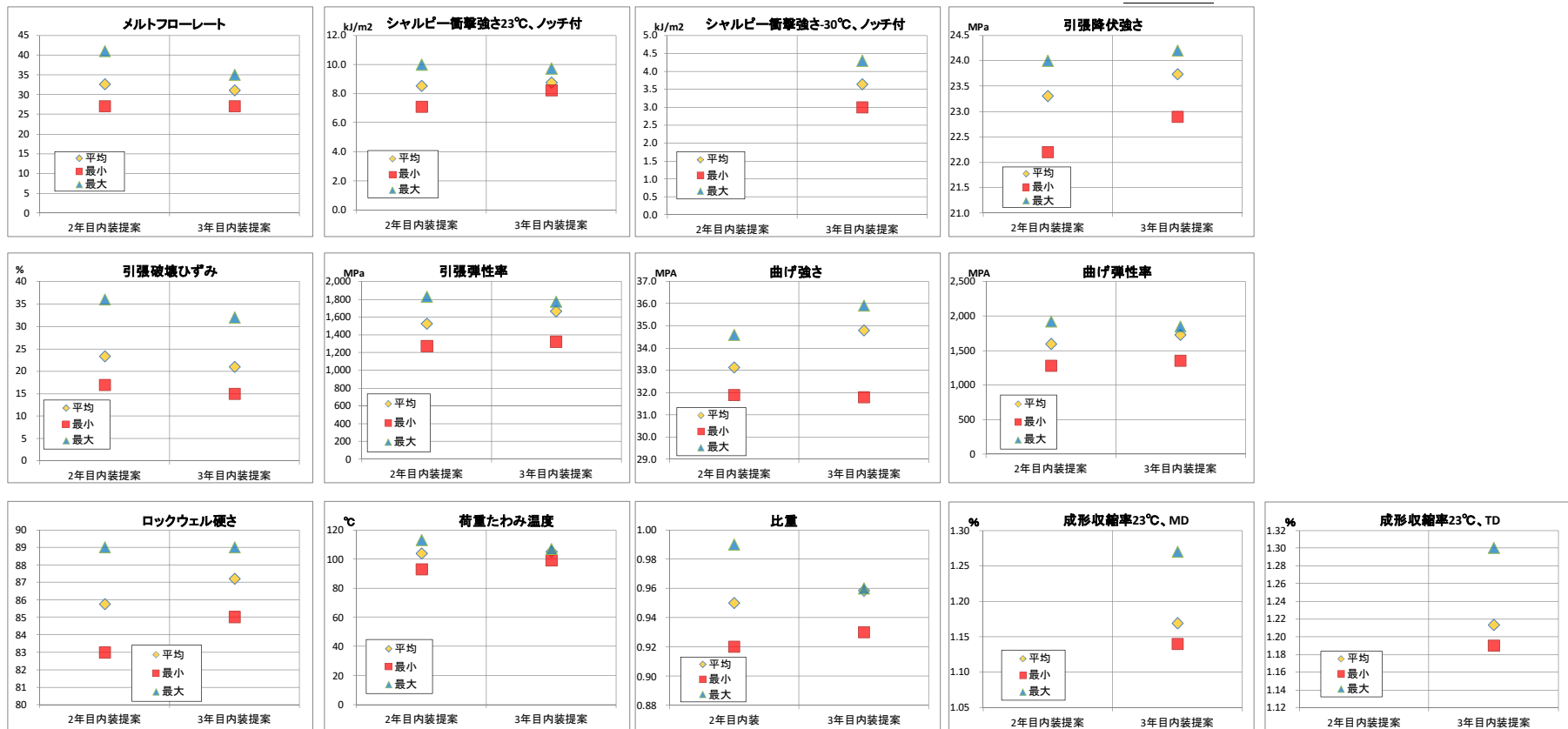
なお先述したが、3 年目も1 年目及び2 年目と同様にメーカー別の物性を継続して把握するため、バンパー、内装品のメーカー別回収を実施した。物性評価のための必要最小重量は5kg であるが、バンパー等は1 本で4kg 程度のため、30kg 程度を目安に回収を行った。内装品については1 部品 0.1kg～0.5kg 程度のため、10kg 程度を目安に回収を行った。メーカー別の物性について表 2.31、表 2.32、表 2.33 に示す。

表 2.26. 2 年目及び 3 年目の提案グレード一覧

試験項目 (ISO規格)	試験条件	単位	試験方法	2年目						3年目							
				内装品由来 Aグレード			バンパー品由来 Bグレード			内装品由来 提案グレード1			外装品由来 提案グレード2			塗膜剥離品由来 提案グレード3	
				8自動車 メーカーの 物性の平 均値	8自動車 メーカーの 物性の最 小値	8自動車 メーカーの 物性の最 大値	8自動車 メーカーの 物性の平 均値	8自動車 メーカーの 物性の最 小値	8自動車 メーカーの 物性の最 大値	No1～ No25平 均	No1～ No25最 小	No1～ No25最 大	No1～ No18平 均	No1～ No18最 小	No1～ No18最 大	塗膜剥離 前	塗膜剥離 後
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	33	27	41	26	20	32	31	27	35	27	26	28	20	20
シャルピー 衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	8.5	7.1	10.0	24.3	16.0	36.0	8.736	8.2	9.7	26.72	25	29	31	51
	-30℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	—	—	—	—	—	—	3.632	3	4.3	4.97	4.6	5.6	—	—
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	23.3	22.2	24.0	18.5	16.7	20.1	23.732	22.9	24.2	17.86	17	18.5	17.6	18.3
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	23	17	36	36	24	48	20.96	15	32	41	31	51	34	64
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,524	1,270	1,830	1,436	1,130	1700	1,665	1,320	1,770	1,495	1,320	1,610	1,380	1,380
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	33.1	31.9	34.6	26.1	22.5	29.9	34.788	31.8	35.9	25.64	24.1	26.4	24.7	25.4
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,598	1,280	1,920	1510	1170	1750	1,725	1,350	1,850	1,584	1,450	1,680	1,490	1,480
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	86	83	89	60	50	71	87.2	85	89	57	52	61	56	57
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	104	93	113	95	85	104	104.8	99	107	98	95	101	93	94
比重	水中置換法		ISO 1183	0.95	0.92	0.99	0.9875	0.95	1.01	0.9584	0.93	0.96	1.00	0.99	1.01	1.00	0.99
成形収縮率	23℃、MD	%	いその法	—	—	—	—	—	—	1.1692	1.14	1.27	0.69	0.67	0.7	—	—
	23℃、TD	%	いその法	—	—	—	—	—	—	1.2136	1.19	1.3	0.80	0.78	0.82	—	—

※Bグレードは塗膜付内装については2年目回収データ、バンパーは1、2年目(n=2)データ

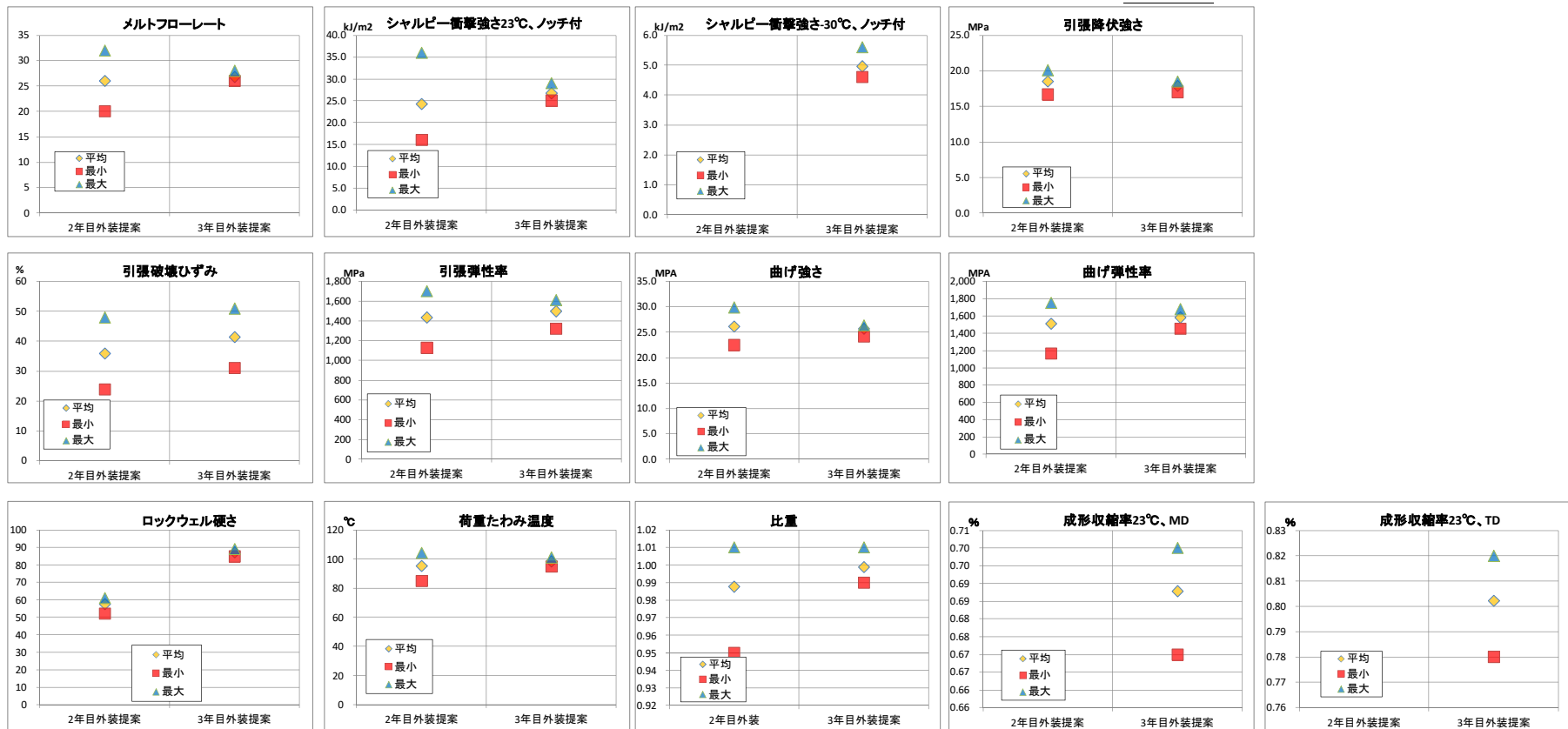
出所：いその資料より矢野経済研究所



※2年目内装提案 = 2年目提案内装グレード (メーカー別物性の平均、最小、最大、標準偏差)
 ※3年目内装提案 = 3年目提案内装グレード (メーカー混在の平均、最小、最大、標準偏差)

図 2.34. 2 年目及び 3 年目提案の内装グレード比較

出所：いその資料より矢野経済研究所



※2年目外装提案 = 2年目提案外装グレード (メーカー別物性の平均、最小、最大、標準偏差)
 ※3年目外装提案 = 3年目提案外装グレード (メーカー混在の平均、最小、最大、標準偏差)

図 2.35. 2 年目及び 3 年目提案の外装グレード比較

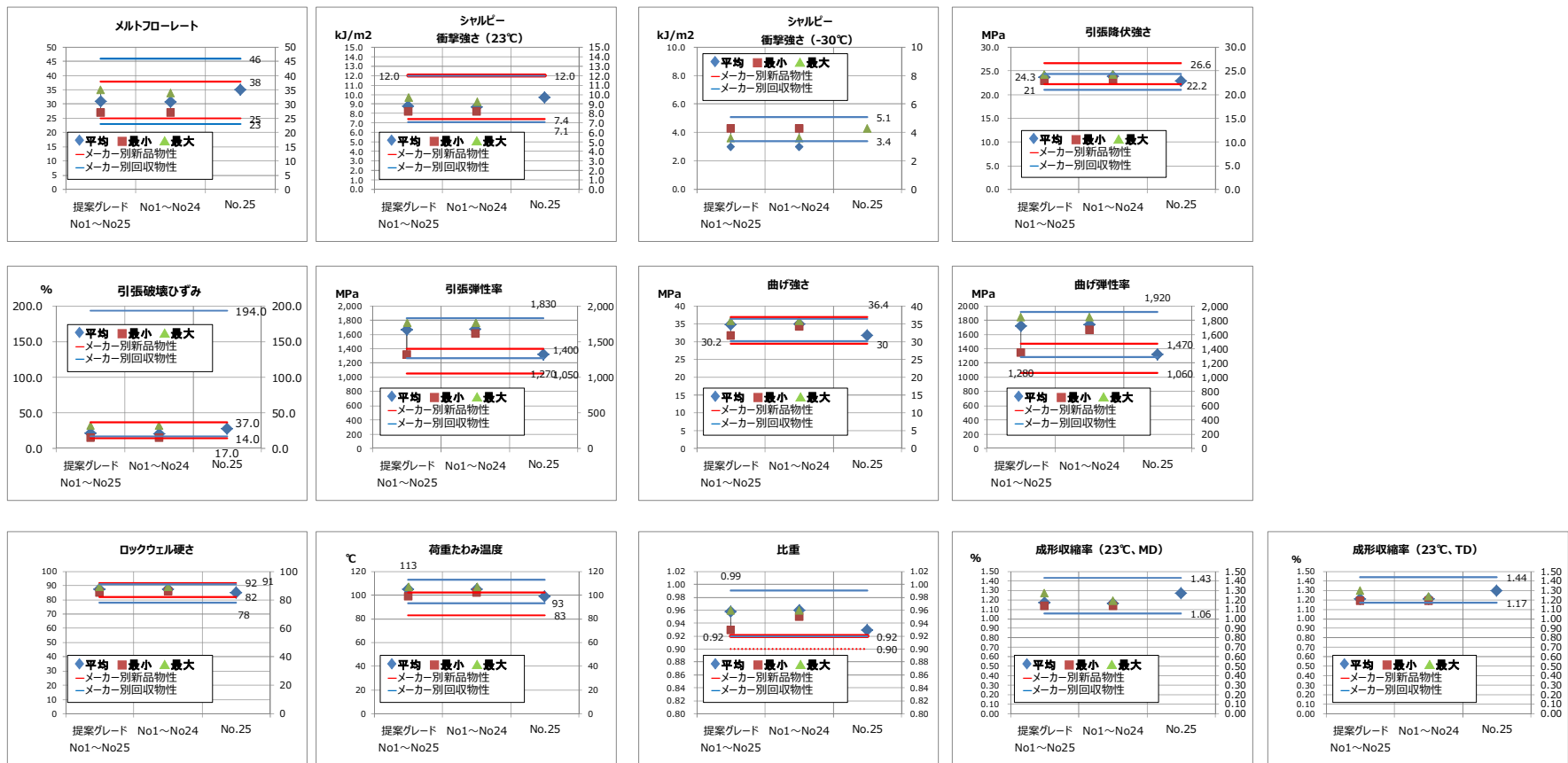
出所：いその資料より矢野経済研究所

表 2.27. 提案グレード1（内装品由来）詳細

				No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No1～ No24平 均	No1～ No24最 小	No1～ No24最 大	No1～ No24標 準偏差	No1～ No25平 均	No1～ No25最 小	No1～ No25最 大	No1～ No25標 準偏差			
メルトフローレート				230℃, 21N	g/10min	ISO1133	32	34	33	33	31	32	32	33	30	30	32	31	30	27	30	30	30	30	30	29	31	30	30	35	31	27	34	2	31	27	35	2	
シャルピー衝撃強さ				23℃, ノチ付	kJ/m2	ISO 179-1	9	9	9	8	9	8	8	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	10	9	8	9	0	9	8	10	0		
				-30℃, ノチ付	kJ/m2	ISO 179-1	3.7	3.8	4.0	3.1	3.3	3.6	3.4	4.3	3.9	4.0	3.2	3.0	3.3	3.6	3.0	3.5	3.7	3.8	4.1	3.9	3.5	4.0	3.2	3.6	4.3	3.6	3.0	4.3	0.4	3.6	3.0	4.3	0.4
引張降伏強さ				速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	23.4	24.0	23.2	24.0	24.2	23.9	23.8	23.6	23.5	23.8	24.1	23.9	23.6	23.6	23.6	23.9	23.7	23.5	24.0	23.8	23.9	23.9	23.7	23.8	22.9	23.8	23.2	24.2	0.2	23.7	22.9	24.2	0.3
引張破壊ひずみ				速度50mm/min	%	ISO 527-1	25	16	20	18	25	18	22	32	23	25	26	21	23	19	15	23	18	16	20	15	17	17	22	20	28	21	15	32	4	21	15	32	4
引張弾性率				速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,630	1,720	1,640	1,710	1,710	1,770	1,750	1,680	1,660	1,670	1,690	1,770	1,670	1,610	1,690	1,670	1,640	1,610	1,680	1,650	1,660	1,690	1,640	1,690	1,320	1,679	1,610	1,770	44	1,665	1,320	1,770	84
曲げ強さ				速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	34.6	35.7	34.6	35.4	35.7	35.4	35.7	35.0	34.6	35.4	35.9	35.3	34.3	34.5	34.5	34.6	34.4	34.3	34.5	35.4	34.9	34.3	34.5	34.4	31.8	34.9	34.3	35.9	0.5	34.8	31.8	35.9	0.8
曲げ弾性率				速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,670	1,810	1,750	1,780	1,760	1,790	1,820	1,770	1,750	1,780	1,790	1,850	1,710	1,700	1,710	1,690	1,720	1,700	1,690	1,710	1,740	1,690	1,700	1,700	1,350	1,741	1,670	1,850	49	1,725	1,350	1,850	92
ロッキングレス度				Rスケール		ISO 2039-2	87	89	86	89	89	88	88	88	86	87	89	87	87	87	86	87	86	86	88	87	87	87	87	87	85	87	86	89	1	87	85	89	1
荷重たわみ温度				0.45MPa	℃	ISO 75-1	102	106	104	103	104	103	107	103	104	104	106	106	107	105	105	107	105	107	106	107	104	106	106	104	99	105	102	107	2	105	99	107	2
比重				水中置換法		ISO 1183	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	1.0	1.0	1.0	0.0	0.96	0.93	0.96	0.0	
成形収縮率				23℃, MD	%	いそ法	1.17	1.16	1.16	1.15	1.18	1.16	1.15	1.18	1.17	1.18	1.17	1.15	1.14	1.19	1.15	1.16	1.16	1.15	1.17	1.17	1.18	1.16	1.18	1.17	1.27	1.2	1.1	1.2	0.0	1.17	1.14	1.27	0.02
				23℃, TD	%	いそ法	1.23	1.22	1.21	1.20	1.23	1.20	1.20	1.21	1.21	1.23	1.20	1.19	1.20	1.24	1.20	1.20	1.21	1.20	1.21	1.22	1.22	1.19	1.21	1.21	1.21	1.30	1.2	1.2	1.2	0.0	1.21	1.19	1.30
SOC	Cd	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 19	0 / 16	0 / 16	0 / 16	9 / 16	5 / 18	5 / 18	0 / 18	0 / 18	4 / 17	0 / 15	2 / 19	0 / 18	0 / 17	0 / 19	0 / 16	2 / 18	4 / 18	0 / 17	1 / 18	3 / 16	0 / 15	1 / 19	0 / 15	1 / 17	—				—					
			ppm	導入機	ND / 4.8	ND / 4.3	ND / 4.5	ND / 4.8	ND / 4.4	ND / 4.3	ND / 4.8	ND / 4.8	ND / 4.4	ND / 4.5	ND / 3.9	ND / 4.0	ND / 4.8	ND / 4.5	ND / 4.5	ND / 4.4	ND / 4.2	ND / 4.3	ND / 4.5	ND / 4.0	ND / 4.0	ND / 5.1	ND / 4.3	ND / 4.4	ND / 4.6										
	Pb	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 8	3 / 4	2 / 6	4 / 6	2 / 6	0 / 5	3 / 5	1 / 5	4 / 6	1 / 6	0 / 4	3 / 5	4 / 7	1 / 6	5 / 6	3 / 4	4 / 6	0 / 4	1 / 5	2 / 6	0 / 5	2 / 4	4 / 6	0 / 6	0 / 5										
			ppm	導入機	ND / 3.5	ND / 3.1	ND / 3.1	6.2 / 3.9	ND / 3.6	ND / 3.5	ND / 3.6	ND / 3.1	5.7 / 3.4	ND / 3.5	4.5 / 3.1	4.9 / 3.8	3.5 / 3.3	ND / 3.7	3.4 / 3.2	3.1 / 3.2	3.6 / 3.7	ND / 3.7	ND / 3.7	ND / 3.2	5.1 / 3.7	ND / 3.2	5.3 / 3.6	ND / 3.2	ND / 2.6										
	Hg	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 9	0 / 7	0 / 7	0 / 9	0 / 7	0 / 7	0 / 8	0 / 7	0 / 9	0 / 8	0 / 7	0 / 7	0 / 7	0 / 9	0 / 7	0 / 7	0 / 9	0 / 7	0 / 9	0 / 8	0 / 7	0 / 8	0 / 7	0 / 7	0 / 9									0 / 8	
			ppm	導入機	ND / 1.3	ND / 1.3	ND / 1.4	ND / 1.6	ND / 1.5	ND / 1.3	ND / 1.5	ND / 1.5	ND / 1.4	ND / 1.5	ND / 1.2	ND / 1.3	ND / 1.4	ND / 1.5	ND / 1.4	ND / 1.4	ND / 1.0	ND / 1.5	ND / 1.8	ND / 1.4	ND / 1.5	ND / 1.8	ND / 1.4	ND / 1.4	ND / 1.4	ND / 1.3									
	Br	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 26	3 / 20	14 / 22	30 / 32	12 / 25	3 / 32	32 / 31	4 / 26	0 / 23	0 / 22	50 / 30	24 / 27	27 / 32	19 / 29	34 / 28	20 / 27	27 / 26	24 / 28	13 / 27	15 / 30	10 / 31	5 / 29	21 / 29	26 / 33	0 / 25										
			ppm	導入機	26.3 / 2.4	4.9 / 1.4	13.0 / 1.9	50.6 / 3.3	14.4 / 2.0	29.0 / 2.6	41.2 / 3.0	19.2 / 2.3	8.7 / 1.7	12.9 / 1.9	51.7 / 3.0	34.3 / 2.8	33.2 / 2.7	29.2 / 2.6	36.0 / 2.8	28.0 / 2.5	28.0 / 2.5	28.3 / 2.6	16.9 / 2.2	18.1 / 2.2	16.6 / 2.1	31.1 / 2.7	29.9 / 2.6	28.9 / 2.6	0.8 / 1.0										
	Cr	蛍光X線分析	ppm	旧来機	2 / 23	24 / 23	12 / 22	9 / 24	5 / 25	12 / 26	22 / 25	18 / 26	5 / 23	21 / 24	8 / 23	20 / 24	8 / 27	12 / 25	22 / 26	18 / 27	15 / 23	12 / 26	23 / 25	17 / 22	5 / 24	21 / 27	9 / 27	17 / 23	9 / 27										
			ppm	導入機	35.0 / 9.8	47.5 / 10.0	28.5 / 9.3	35.0 / 9.6	40.1 / 10.0	32.3 / 9.6	33.2 / 9.9	42.0 / 10.4	28.7 / 9.4	32.1 / 9.7	34.0 / 9.7	36.9 / 10.1	41.1 / 9.1	36.9 / 9.9	39.8 / 9.3	30.8 / 9.3	30.8 / 9.3	39.2 / 10.0	34.7 / 10.2	34.3 / 9.7	37.1 / 9.7	36.3 / 9.6	36.7 / 9.7	37.4 / 9.3	46.3 / 9.8										

※1枚1ロットとして物性を測定
 ※3年目回収品の実測値、表示の値は実測値であり、保証値ではない。回収品は内装品全体（ビーム、カナルサイドリム、ドフスカッププレート、テールゲートライニング等）の値
 ※No.1～No.24は解体事業報告Aでの回収結果、No.25は解体事業報告Bでの回収結果
 ※SOCの凡方＝左数値が下限値、右数値が統計誤差

出所：いその資料より矢野経済研究所



※1枚 1ロットとして物性を測定
 ※No1～No24は解体事業者Aでの回収結果、No25は解体事業者Bでの回収結果
 ※平均、最大、最小は内装の回収品（ヒラー、ガウルサイドトリム、ドアスカッププレート、テルゲートライニング、コンソールボックス）の混合品数値
 ※メーカー別新品部品（赤点線の数値）は、メーカー別の新品のドアスカッププレートの物性値の最大値及び最小値
 ※メーカー別回収部品（青点線の数値）は、メーカー別の本実証で回収した内装の物性値の最大値及び最小値

図 2.36. 提案グレード 1（内装品由来）詳細

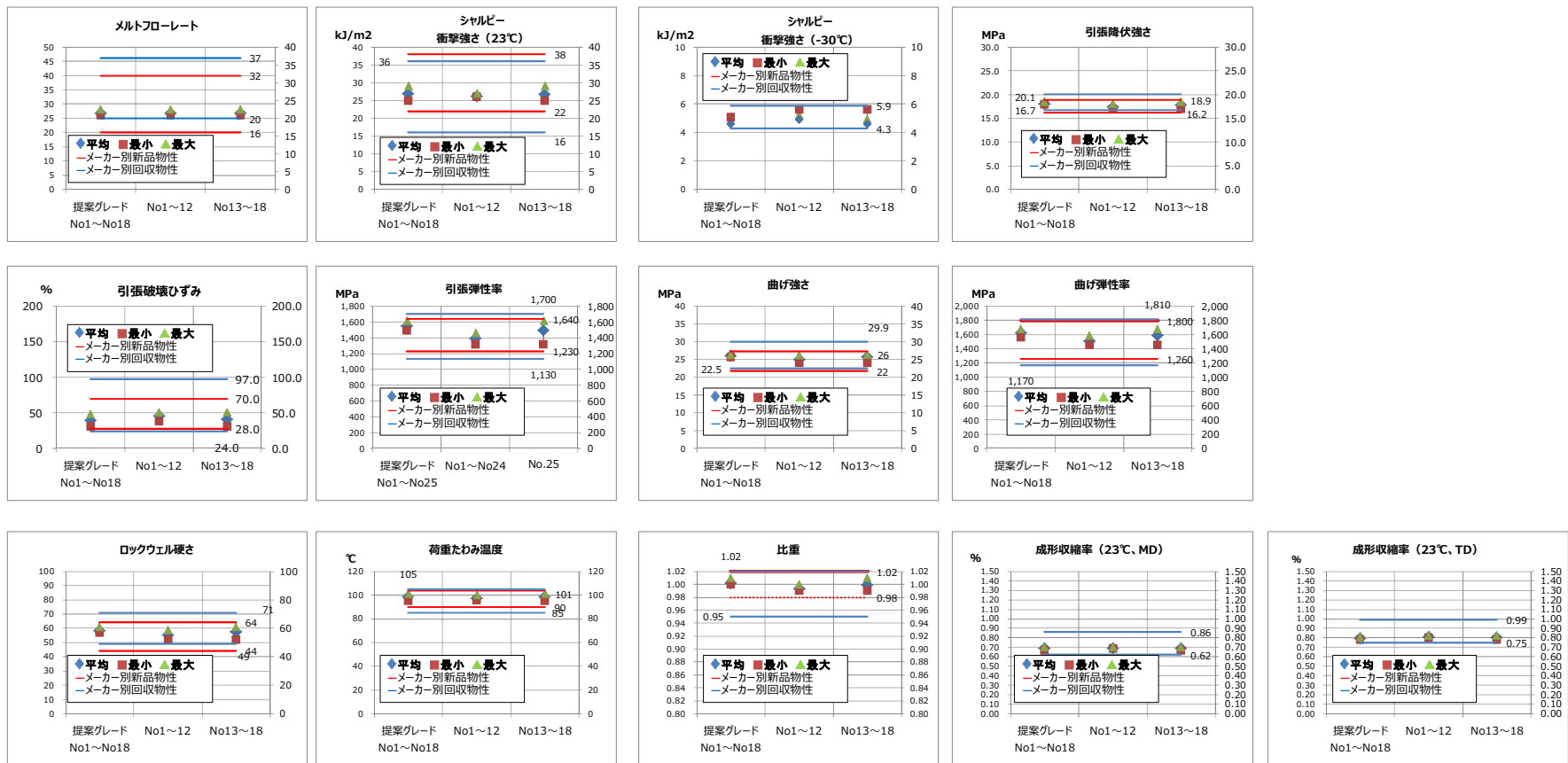
出所：いその資料より矢野経済研究所

表 2.28. 提案グレード 2 (外装品由来) 詳細

				No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No1~12平均	No1~12最小	No1~12最大	No1~12標準偏差	No13~18平均	No13~18最小	No13~18最大	No13~18標準偏差	No1~18平均	No1~18最小	No1~18最大	No1~18標準偏差			
メルトフローレート				230℃, 21N	g/10min	ISO1133	26	28	27	26	26	26	28	27	27	27	27	28	27	26	26	26	27	26	28	1	27	26	28	1	27	26	28	1		
シャルピー衝撃強さ				23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	28	25	27	29	28	27	26	27	26	28	26	27	26	26	26	26	27	25	29	1	26	26	27	0	27	25	29	1		
				-30℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	4.8	4.9	5.0	4.8	5.1	5.0	4.6	4.7	4.6	4.7	4.8	5.1	4.9	5.6	5.0	5.2	5.2	5.5	4.8	4.6	5.1	0.2	5.2	4.9	5.6	0.3	5.0	4.6	5.6	0.3
引張降伏強さ				速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	18.0	18.1	18.1	17.9	18.1	17.9	17.9	18.5	18.5	18.2	18.1	18.0	17.7	17.5	17.0	17.0	17.1	18.1	17.9	18.5	0.2	17.4	17.0	18.0	0.4	17.9	17.0	18.5	0.4	
引張破壊ひずみ				速度50mm/min	%	ISO 527-1	34	35	39	46	31	43	48	43	37	37	45	31	38	51	46	42	48	50	39	31	48	6	46	38	51	5	41	31	51	6
引張弾性率				速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,540	1,610	1,610	1,540	1,540	1,500	1,530	1,490	1,570	1,580	1,550	1,530	1,460	1,440	1,410	1,340	1,350	1,320	1,549	1,490	1,610	38	1,387	1,320	1,460	58	1,495	1,320	1,610	90
曲げ強さ				速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	26.0	26.2	25.9	25.6	25.9	26.1	25.8	25.6	26.2	26.3	26.1	26.4	26.2	25.4	25.1	24.1	24.3	24.4	26.0	25.6	26.4	0.3	24.9	24.1	26.2	0.8	25.6	24.1	26.4	0.7
曲げ弾性率				速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,630	1,680	1,660	1,640	1,590	1,600	1,610	1,560	1,660	1,610	1,620	1,640	1,590	1,530	1,520	1,460	1,450	1,470	1,625	1,560	1,680	34	1,503	1,450	1,590	54	1,584	1,450	1,680	71
ロクウェル硬さ				Rスケール		ISO 2039-2	58	58	57	57	58	58	57	57	60	60	61	61	59	58	58	52	52	53	59	57	61	2	55	52	59	3	57	52	61	3
荷重たわみ温度				0.45MPa	℃	ISO 75-1	97	101	99	100	97	100	101	99	98	97	95	100	100	96	97	97	98	97	99	95	101	2	98	96	100	1	98	95	101	2
比重				水中置換法		ISO 1183	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.01	0.00	0.99	0.99	1.00	0.01	1.00	0.99	1.01	0.01		
成形収縮率				23℃、MD	%	いその法	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.68	0.69	0.70	0.70	0.69	0.67	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.67	0.70	0.01	0.69	0.69	0.70	0.00	0.69	0.67	0.70	0.01
				23℃、TD	%	いその法	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78	0.79	0.81	0.81	0.80	0.81	0.81	0.78	0.81	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.80	0.78	0.81	0.01	0.81	0.80	0.82	0.01	0.80	0.78	0.82
SOC	Cd	蛍光X線分析	ppm	旧来機	3 / 17	0 / 17	0 / 17	0 / 17	2 / 17	1 / 17	0 / 18	4 / 17	1 / 18	5 / 16	1 / 18	0 / 17	2/18	0 / 16	2 / 18	9 / 17	0 / 17	0 / 18	—				—				—					
		ppm	導入機	ND / 4.7	ND / 4.4	ND / 4.5	ND / 4.8	ND / 4.4	ND / 4.3	ND / 4.8	ND / 4.8	ND / 4.4	ND / 4.5	ND / 3.9	ND / 4.0	ND / 4.7	ND / 4.2	ND / 4.3	ND / 4.4	ND / 4.6	ND / 4.5															
	Pb	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 4	0 / 5	0 / 7	0 / 5	0 / 4	0 / 6	8 / 7	0 / 4	1 / 15	9 / 8	0 / 5	1 / 4	0 / 9	0 / 5	0 / 7	0 / 5	0 / 5	0 / 4														
		ppm	導入機	ND / 3.1	ND / 4.0	ND / 3.5	ND / 3.5	6.0 / 3.6	ND / 4.3	7.3 / 3.8	6.9 / 3.5	10.1 / 4.7	6.6 / 3.7	ND / 3.2	ND / 4.1	ND / 3.0	ND / 3.3	ND / 3.5	ND / 3.1	ND / 3.0	ND / 3.2															
	Hg	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 6	0 / 6	0 / 7	0 / 6	0 / 7	0 / 6	0 / 7	0 / 6	0 / 7	0 / 7	0 / 7	0 / 5	0 / 7	0 / 6	0 / 8	0 / 6	0 / 5	0 / 6														
		ppm	導入機	ND / 1.4	ND / 1.5	ND / 1.9	ND / 1.6	ND / 1.5	ND / 1.6	ND / 1.5	ND / 1.5	ND / 1.8	ND / 1.6	ND / 1.6	ND / 1.4	ND / 1.5	ND / 1.6	ND / 1.5	ND / 1.3	ND / 1.3	ND / 1.6															
	Br	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 23	0 / 22	0 / 26	0 / 21	0 / 23	0 / 27	0 / 23	1 / 22	0 / 57	0 / 22	0 / 23	6 / 22	0 / 33	0 / 24	0 / 24	0 / 22	0 / 25	0 / 26														
		ppm	導入機	1.2 / 1.2	1.7 / 1.2	1.5 / 1.4	1.2 / 1.2	1.3 / 1.3	1.3 / 1.3	6.2 / 1.6	0.9 / 1.2	1.6 / 1.4	1.5 / 1.2	1.0 / 1.2	2.2 / 1.2	1.9 / 1.3	2.9 / 1.4	1.6 / 1.3	4.1 / 1.4	2.3 / 1.3																
	Cr	蛍光X線分析	ppm	旧来機	0 / 18	2 / 16	0 / 17	0 / 16	0 / 16	0 / 18	0 / 19	0 / 16	3 / 17	0 / 18	4 / 21	0 / 17	0 / 20	0 / 18	0 / 19	0 / 20	4 / 19	0 / 18														
		ppm	導入機	12.9 / 8.8	13.5 / 9.1	10.0 / 8.4	12.3 / 9.3	11.5 / 8.6	13.4 / 8.8	11.7 / 9.0	9.7 / 8.4	15.3 / 9.1	10.7 / 8.3	13.6 / 9.4	17.3 / 8.5	16.5 / 8.9	14.4 / 9.0	13.0 / 8.6	11.7 / 8.6	8.0 / 8.3																

※11を10ppmとして特性を測定
 ※3年目回収品の実測値、表示の値は実測値であり、保証値ではない。回収品は外装品（主にバンパー、一部サイドシルガニッシュ）の値
 ※No1～No12は解体事業者Aでの回収結果、No13～No18は解体事業者Bでの回収結果
 ※SOCの見方＝左数値が下限値、右数値が統計誤差

出所：いその資料より矢野経済研究所



※1枚 1ロットとして物性を測定
 ※No1~No12は解体事業者Aでの回収結果、No13~No18は解体事業者Bでの回収結果
 ※平均、最大、最小は外装の回収品（主にパンパー、一部サイドシルガーニッシュ）の混合品数値
 ※メーカー別新品部品（赤点線の数値）は、メーカー別の新品部品（パンパー）の物性値の最大値及び最小値
 ※メーカー別回収品部品（青点線の数値）は、メーカー別の本実証で回収した部品（パンパー）の物性値の最大値及び最小値

図 2.37. 提案グレード 2（外装品由来）詳細

出所：いその資料より矢野経済研究所

表 2.29. 提案グレード3（塗膜剥離品由来）詳細（2年目の報告書より再掲）

試験項目 (ISO規格)	試験条件	単位	試験方法	回収バンパー	
				塗膜剥離前	塗膜剥離後
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	20	20
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	31	51
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	17.6	18.3
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	34	64
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,380	1,380
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	24.7	25.4
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,490	1,480
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	56	57
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	93	94
比重	水中置換法		ISO 1183	1.00	0.99

出所：いその資料より矢野経済研究所

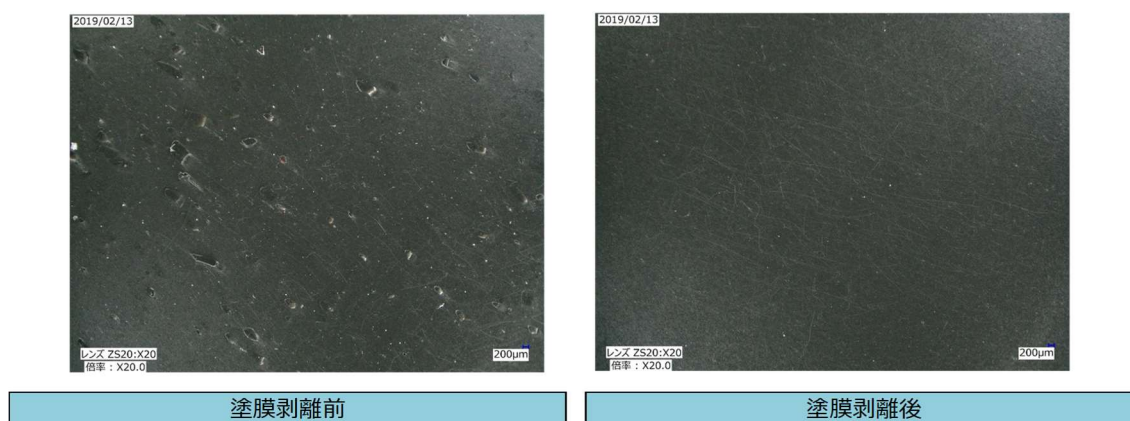


図 2.38.プレート外観（塗膜剥離前、剥離後）（2年目の報告書より再掲）

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

表 2.30.塗膜剥離除去率（2年目の報告書より再掲）

	剥離前	剥離後	除去率
異物の存在数量	720個	27個	96.30%

出所：いその資料より矢野経済研究所作成

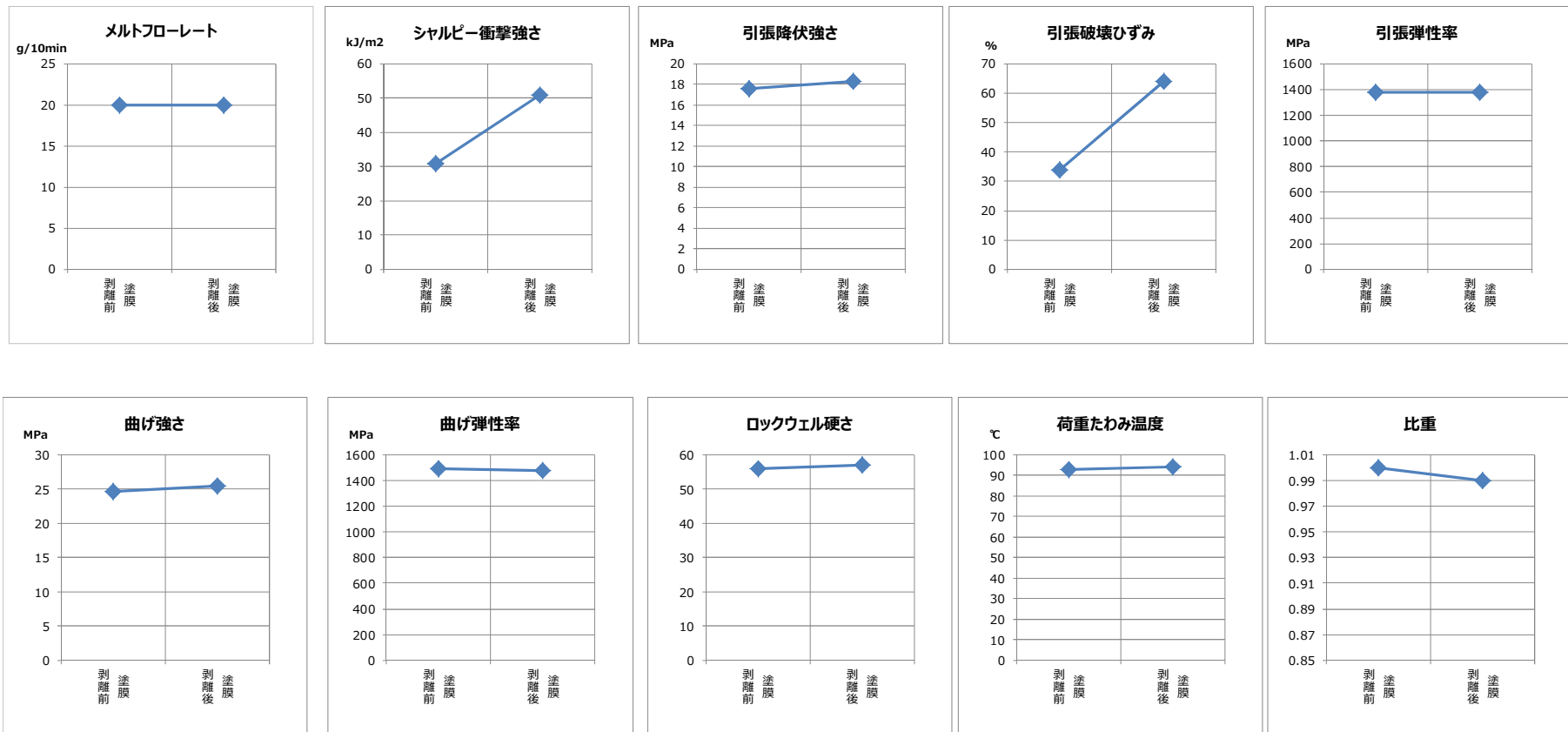


図 2.39. 提案グレード 3（塗膜剥離品由来）詳細（2 年目の報告書より再掲）

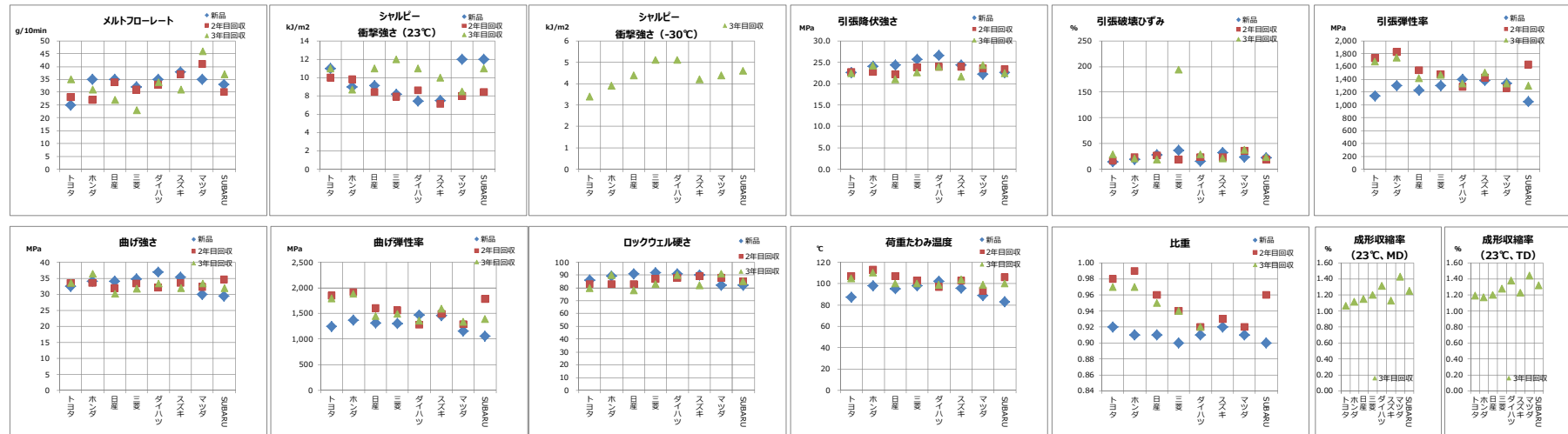
出所：いその資料より矢野経済研究所

表 2.31. (参考) メーカー別内装物性

試験項目	試験条件	単位	試験方法	内装																							
				トヨタ			ホンダ			日産			三菱			ダイハツ			スズキ			マツダ			SUBARU		
				新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収
メルトフローレート	230℃, 21N	g/10min	ISO1133	25	28	35	35	27	31	35	34	27	32	31	23	35	33	34	38	37	31	35	41	46	33	30	37
シャルビー衝撃強さ	23℃, ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	11	10	11	9	10	9	9	8	11	8	8	12	7	9	11	8	7	10	12	8	9	12	8	11
	-30℃, ノッチ付			—	—	3	—	—	4	—	—	4	—	—	5	—	—	5	—	—	4	—	—	4	—	—	5
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	22.6	22.8	22.5	24.1	22.8	24.2	24.3	22.2	21.0	25.7	23.8	22.6	26.6	24.0	24.0	24.4	23.9	21.7	22.2	23.5	24.3	22.6	23.4	22.5
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	14	17	29	19	23	21	28	27	19	37	19	194	16	23	29	32	23	21	23	36	38	22	19	23
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,140	1,730	1,680	1,300	1,830	1,740	1,230	1,540	1,420	1,300	1,480	1,470	1,400	1,280	1,340	1,380	1,430	1,510	1,340	1,270	1,340	1,050	1,630	1,300
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	33	34	34	34	34	36	34	32	30	35	33	32	37	32	33	35	34	32	30	32	33	30	35	32
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,250	1,850	1,800	1,370	1,920	1,880	1,320	1,610	1,450	1,300	1,560	1,490	1,470	1,280	1,360	1,460	1,490	1,590	1,160	1,290	1,340	1,060	1,780	1,390
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	86	83	80	89	83	90	91	83	78	92	87	83	91	88	90	90	89	82	82	88	91	82	85	85
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	87	107	105	98	113	110	95	107	100	98	103	100	102	97	99	96	103	104	89	93	99	83	106	100
比重	水中置換法		ISO 1183	0.92	0.98	0.97	0.91	0.99	0.97	0.91	0.96	0.95	0.90	0.94	0.94	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.96	0.91	0.92	0.92	0.90	0.96	0.93
成形収縮率	23℃, MD	%	いその法	—	—	1.06	—	—	1.11	—	—	1.15	—	—	1.20	—	—	1.31	—	—	1.13	—	—	1.43	—	—	1.25
	23℃, TD			—	—	1.19	—	—	1.17	—	—	1.20	—	—	1.28	—	—	1.38	—	—	1.23	—	—	1.44	—	—	1.32

※新品はドラスカフプレートの値。回収品は内装品全体の値

※3年目回収品の実測値、表示の値は実測値であり、保証値ではない

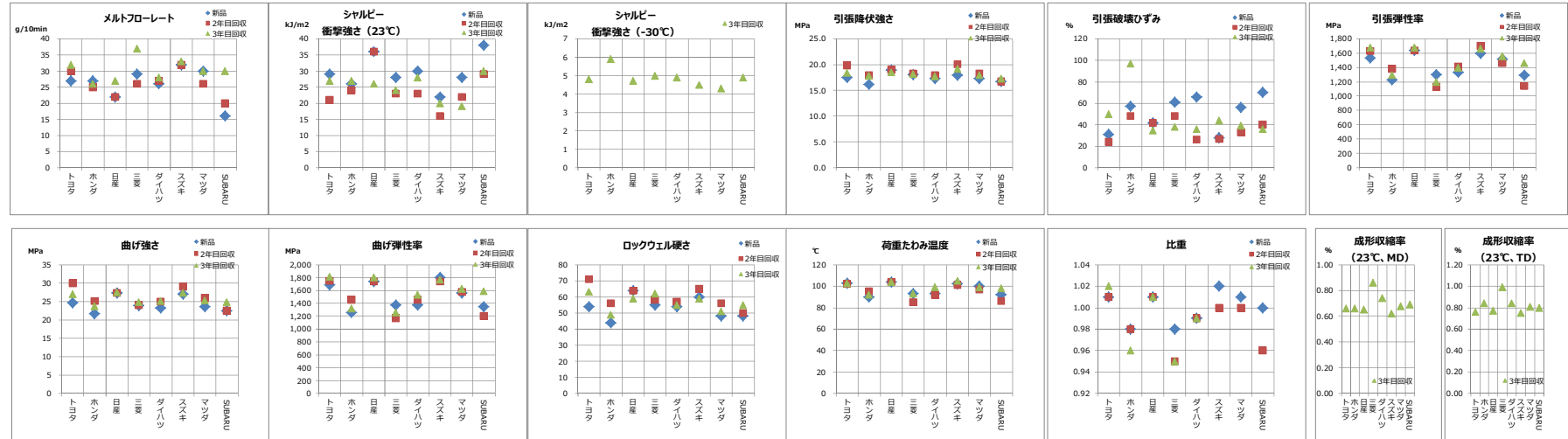


出所：いその資料より矢野経済研究所

表 2.32. (参考) メーカー別バンパー物性

バンパー																											
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ			ホンダ			日産			三菱			ダイハツ			スズキ			マツダ			SUBARU		
				新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	27	30	32	27	25	26	22	22	27	29	26	37	26	27	28	32	32	33	30	26	30	16	20	30
シャルビー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	29	21	27	26	24	27	36	36	26	28	23	24	30	23	28	22	16	20	28	22	19	38	29	30
	-30℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	—	—	5	—	—	6	—	—	5	—	—	5	—	—	5	—	—	5	—	—	4	—	—	5
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	17.5	19.8	18.4	16.2	17.9	17.8	18.9	18.9	18.5	18.1	18.3	18.2	17.3	17.9	17.7	17.9	20.1	19.2	17.3	18.3	17.9	16.7	16.7	17.3
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	31	24	50	57	48	97	42	42	35	61	48	38	66	26	36	28	27	44	56	33	39	70	40	36
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,530	1,630	1,680	1,230	1,380	1,290	1,640	1,640	1,680	1,300	1,130	1,200	1,330	1,410	1,400	1,600	1,700	1,660	1,520	1,460	1,560	1,290	1,140	1,460
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	25	30	27	22	25	24	27	27	27	24	24	25	23	25	25	27	29	27	24	26	25	23	23	25
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,690	1,750	1,810	1,260	1,450	1,320	1,740	1,740	1,800	1,370	1,170	1,260	1,370	1,450	1,530	1,800	1,740	1,770	1,560	1,580	1,620	1,350	1,200	1,590
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	54	71	63	44	56	49	64	64	59	55	58	62	54	57	55	60	65	59	48	56	51	48	50	55
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	103	102	103	90	95	92	104	104	104	93	85	93	93	92	99	102	101	105	100	97	99	92	86	98
比重	水中置換法		ISO 1183	1.01	1.01	1.02	0.98	0.98	0.96	1.01	1.01	1.01	0.98	0.95	0.95	0.99	0.99	0.99	1.02	1.00	1.00	1.01	1.00	1.02	1.00	0.96	1.00
成形収縮率	23℃、MD	%	いその法	—	—	0.66	—	—	0.66	—	—	0.65	—	—	0.86	—	—	0.74	—	—	0.62	—	—	0.68	—	—	0.69
	23℃、TD	%	いその法	—	—	0.76	—	—	0.84	—	—	0.77	—	—	0.99	—	—	0.84	—	—	0.75	—	—	0.81	—	—	0.80

※3年目回収品の実測値、表示の値は実測値であり、保証値ではない

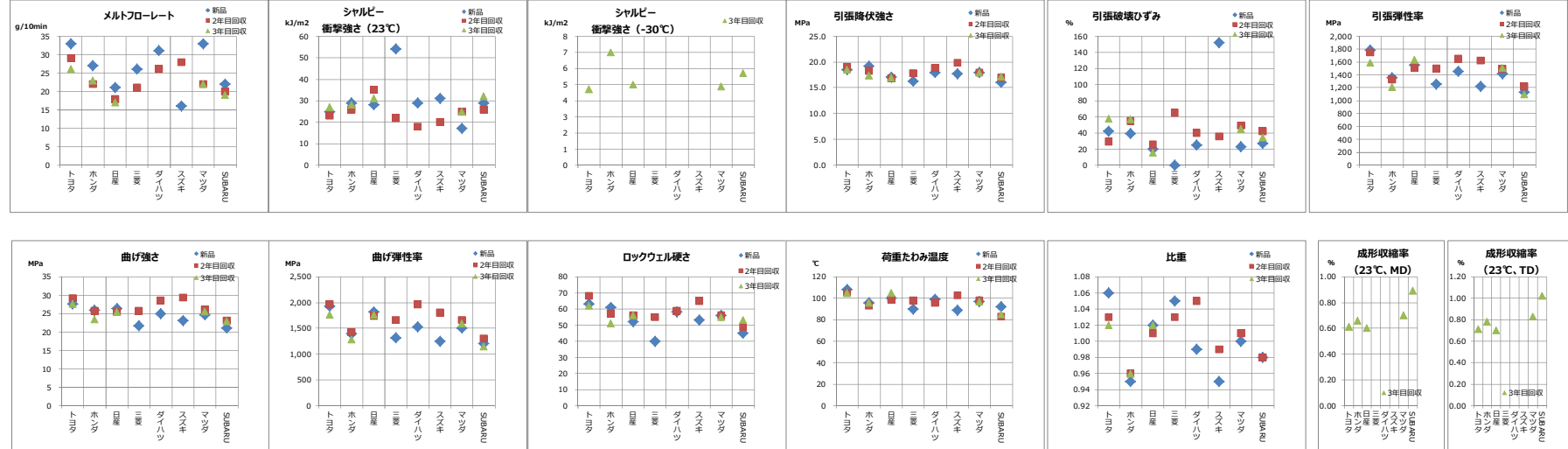


出所：いその資料より矢野経済研究所

表 2.33. (参考) メーカー別サイドシルガーニッシュ物性

サイドシルガーニッシュ																											
試験項目	試験条件	単位	試験方法	トヨタ			ホンダ			日産			三菱			ダイハツ			スズキ			マツダ			SUBARU		
				新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収	新品	2年目回収	3年目回収
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO1133	33	29	26	27	22	23	21	18	17	26	21	回収量未達	31	26	回収量未達	16	28	回収量未達	33	22	22	22	20	19
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	25	23	27	29	26	28	28	35	31	54	22		29	18		31	20		17	25	25	29	26	32
	-30℃、ノッチ付	kJ/m2	ISO 179-1	—	—	5	—	—	7	—	—	5	—	—		—	—		—	—		—	5	—	—	6	
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	18.5	19.1	18.5	19.2	18.3	17.4	17.1	16.8	17.0	16.3	17.8		18.0	18.8		17.7	19.8		18.0	17.9	18.0	16.0	16.9	17.2
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	42	29	58	39	55	57	20	26	16	206(未破断)	65		25	40		152	36		23	49	45	27	42	34
引張弾性率	速度1.0mm/min	MPa	ISO 527-1	1,780	1,750	1,590	1,360	1,330	1,210	1,550	1,510	1,630	1,260	1,500		1,450	1,650		1,220	1,620		1,420	1,490	1,510	1,130	1,220	1,100
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	28	29	28	26	26	23	26	25	26	22	26		25	29		23	29		25	26	26	21	23	23
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	1,930	1,960	1,760	1,390	1,430	1,280	1,820	1,740	1,760	1,320	1,660		1,530	1,960		1,250	1,810		1,500	1,660	1,590	1,200	1,310	1,150
ロックウェル硬さ	Rスケール		ISO 2039-2	63	68	62	61	57	51	52	56	56	40	55		58	59		53	65		56	56	55	45	49	53
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	108	105	105	96	93	96	100	99	105	90	98		99	96		89	103		97	98	97	92	83	85
比重	水中置換法		ISO 1183	1.06	1.03	1.02	0.95	0.96	0.96	1.02	1.01	1.02	1.05	1.03	0.99	1.05	0.95	0.99	1.00	1.01	1.00	0.98	0.98	0.95			
成形収縮率	23℃、MD	%	いその法	—	—	0.61	—	—	0.66	—	—	0.60	—	1.03	—	1.05	—	0.99	—	1.01	0.70	—	0.98	0.89			
	23℃、TD	%	いその法	—	—	0.71	—	—	0.78	—	—	0.70	—	1.03	—	1.05	—	0.99	—	1.01	0.83	—	0.98	1.02			

※3年目回収品の実測値、表示の値は実測値であり、保証値ではない



出所：いその資料より矢野経済研究所

(2) 物性のばらつきの収束方法

自動車メーカーが採用する上では、一定の物性の材料を安定的に供給することが要求される。一方で再生樹脂は ELV 由来部品の回収となるため、回収した時々により物性がばらついてしまう。自動車で使用される部品は同じ部位であっても自動車メーカーによって要求物性が異なる。同一自動車メーカーの同一部品であっても 10 年前と 20 年前とでは採用されている材料の物性が異なる場合がある。そのため、ELV 由来樹脂を製造する場合、物性のばらつき幅を収束するアプローチを検討する必要がある。

回収材の物性を常に一定の物性とするためには、初期の物性を確認するだけでなく、ロット毎に物性を計測し、メーカーが要求する物性に合わせるため添加剤等の調整を行うことが必要となるが、管理項目が増える分コストアップにつながる。さらに Car to Car 向けでこれらの調整が可能なコンパウンドメーカーは一部のメーカーに限定されてしまう。

本実証事業では全てのコンパウンドメーカーが対応可能と考えられる物性の収束方法を表 2.34 のように検討を行った。

収束方法①の無調整は解体メーカー間での物性のばらつきを許容し、回収材が加工ロット数量に達した時点で攪拌及びリペレットを行う方法である。工程が少ない分最も安価な収束方法であり、また全国の全解体事業者で実施可能で供給量、安定調達面で他方式より優れる。ただし、再生樹脂採用側での使いこなしが必要となる。

本実証事業ではリサイクルに適した PP 部品や臭素系難燃剤の含まれていない PP 部品のみを対象とし、ガラス繊維入り PP 等は対象外としている。解体事業者に対しても回収する部品を定めるとともに、PP 刻印を確認したうえで部品回収を行うよう要請した。①無調整であっても、本実証事業のように上記の PP 刻印の確認や異物除去等の作業を解体事業者が徹底できなければ再生材向けで利用することはできないと考える。

収束方法②の解体メーカー毎に回収は、解体メーカー内での内装、外装別の回収材はばらつきがある程度収束していること（解体・回収部品の統一、発生する ELV の傾向など）を利用し、解体メーカー毎に 1 グレードとして規格化する方法である。

3 年目で提示した内装グレードは解体事業者 2 社からの回収品である（図 2.36 参照）。No1～No24 は解体事業者 A での回収結果、No25 は解体事業者 B での回収結果である。解体事業者 A でのロット別の物性のばらつき幅は小さいものの、解体事業者 A と解体事業者 B の物性のばらつきが出ている。先述したように、内装由来品は回収部品種類が多く（ピラー（A、C、D ピラー）、カウルサイドトリム、ドアスカッフプレート、テールゲートライニング）、様々なグレードの PP 材が混在し、ばらつき幅が大きくなったと推測される。解体事業者 A と解体事業者 B の回収部品品目は同じであるが、その回収部品別の比率、自動車メーカー、車種、車格の違いから、解体事業者別でのばらつきが発生したと推測される。

収束方法②は比較的低コストで製造可能であるが、供給量が解体メーカー 1 社の回収量に依存するため、物量確保や安定供給に課題が残る。

収束方法③の自動車メーカーの指定部品毎に回収は、自動車メーカーX社のバンパーのみの回収とする方法である。収束方法②と同様に比較的低コストで製造可能であり、同一メーカー品の回収のためある程度物性のばらつきを抑えられる。ただし選択する自動車メーカーの部品によっては物量確保が困難になるほか、年式によって設計思想が異なることが想定される。そのほか、回収地域によって回収しやすいメーカーと回収しにくいメーカーが生まれることが想定される。

解体事業者は仕分けのためのスペースや、それらを管理する作業時間が必要となってくる。これは解体事業者だけでなく、輸送事業者、破碎・洗浄事業者、コンパウンドメーカーにおいても同様のことが言える。それら管理徹底できる解体事業者がどこまでいるのかということとは未知数である。

収束方法④の回収材をブレンドは、解体事業者A社とB社の2社購買としている場合、その2社品のブレンド加工を行い、物性のばらつきを抑える方法である。複数購買が可能なため、供給量の調整が可能であるが、供給能力や安定調達はブレンド対象となる解体事業者の能力・状況に依存する。この収束方法は収束方法①～③よりも工程が多くなるため、コストが高くなってしまう。

収束方法⑤のバージン材のブレンドは、回収材とバージン材でブレンド加工を行い、物性のばらつきを抑える方法である。バージン材とのブレンドのため、供給量の調整が可能で、物性のばらつきを抑えられるが、工程が多くなる上にバージン材のコストがかかる。

表 2.34. ELV 回収材の物性ばらつきの収束方法の検討

収束方法		詳細	評価				工程	コンパウンドメーカーでのコスト
			項目	物性	供給量・安定調達	コスト		
①	無調整	解体事業者間の物性ばらつきを許容し、回収材が加工ロット数量に達した時点で攪拌-リベレットする。	メリット	—	全国の全解体事業者で実施可能で供給量、安定調達面で他方式より優れる	工程が少ない（低コスト）	攪拌-リベレットを1回	70円/kg
			デメリット	物性ばらつきが最も大きくなる	—	—		
②	解体事業者毎に回収	解体事業者内での内装、外装別の回収材はばらつきがある程度収束していることを利用し、解体事業者毎に1グレードとして規格化する。	メリット	物性ばらつきを抑えられる	—	工程が少ない（低コスト）	攪拌-リベレットを1回	70円/kg
			デメリット	—	供給量の調整が困難（回収量＝供給量） 安定供給に課題（1社依存）	—		
③	自動車メーカーの指定部品毎に回収	自動車メーカーの指定部品毎に1グレードとして規格化	メリット	物性ばらつきを抑えられる	—	工程が少ない（低コスト）	攪拌-リベレットを1回	70円/kg
			デメリット	—	供給量の調整が困難（回収量＝供給量） 回収地域によって回収しやすいメーカーと回収しにくいメーカーが生まれる。メーカーによっては回収地域が限定される。	—		
④	回収材をブレンドする	解体事業者A社とB社と2社購買している場合、その2社間でブレンド加工を行い、物性のばらつきを抑える	メリット	ある程度は物性ばらつきを抑えられる	供給量の調整が可能。	方式①～③よりも工程が多くなる（高コスト）	攪拌-リベレットを2回	70×2回＝140円/kg
			デメリット	—	ブレンドする解体事業者の能力・状況に依存。	—		
⑤	バージン材をブレンドする	回収材とバージン材でブレンド加工を行い、物性のばらつきを抑える	メリット	物性ばらつきを抑えられる	供給量の調整が可能	—	攪拌-リベレットを2回	70×2回＝140円/kg + バージン材購入費の1/2
			デメリット	—	—	工程が多くなる上にバージン材のコストがかかる（高コスト）		

出所：いその資料より矢野経済研究所

(3) 化学物質管理手法

新車に使用できる物質に対し自動車メーカーの制限が厳しいため、これをクリアできる再生樹脂でなければ新車に採用されることはない。本実証事業では、新車への採用でも問題ないと想定される自動車メーカー指定部品を回収し、各工程での以下の取り組みにより異物の除去を徹底し、規制物質の混入を排除した。

- ・ 特定化学物質等が含まれないと想定される自動車メーカー指定の素性の知れた部品回収
- ・ 解体工程において PP の材質確認、PP 以外の異物除去等を徹底
- ・ 解体、輸送、破碎、コンパウンド化工程等で他の異物が混入しないように管理
- ・ コンパウンドメーカーにおいては「2.2.設備導入内容及び稼働結果」で示す分析機器の活用による受入検査をはじめ、工程内での異物混入排除を実施

なおコンパウンドメーカーでの受入検査においては、自動車メーカーから数値での提示要求の高い物質である Deca-BDE を含む SOC10 物質について測定を実施した。

表 2.35.SOC10 物質（2年目の報告書より再掲）

項目	詳細	
RoHS指令で規制される6物質	鉛 (Pb)	
	水銀 (Hg)	
	カドミウム (Cd)	
	六価クロム (Cr+6)	
	臭素 (Br)	ポリ臭化ビフェニル (PBBS) ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDES)
RoHS2.0指令で追加規制された4物質	DEHP	フタル酸ジエチルヘキシル (CAS NO.117-81-7)
	DBP	フタル酸ジブチル (CAS NO.84-74-2)
	BBP	フタル酸ブチルベンジル (CAS NO.85-68-7)
	DIBP	フタル酸ジイソブチル (CAS NO.84-69-5)

※RoHS での最大許容濃度は均質材料中の重量比で Cd のみ 100ppm 以内、それ以外は 1,000ppm 以内

出典：矢野経済研究所

表 2.36.ELV 由来の内装材の化学物質測定結果（2年目の報告書より再掲）

試料名	実測濃度 $\mu\text{g/g}$ (ppm)						
	Deca-BDE	PBBS	PBDES	DEHP	DBP	BBP	DIBP
ELV回収 内装材	BQL	BQL	BQL	BQL	BQL	BQL	BQL

※BQL= Below Quantification Limit（定量下限値未満）

PBBS、Deca-BDE、PBDESのBQLは5ppm以下、

DEHP、DBP、BBP、DIBPのBQLは20ppm以下

出典：いその資料より矢野経済研究所作成

2年目においてエネルギー分散型蛍光X線分析装置（以下 EDX）、GC-MS の組み合わせで部品別・自動車メーカー別の SOC 数値（Cd、Pb、Hg、Br、Cr）を測定した結果、どの部品においても閾値未満となった。3年目では「2.2.設備導入内容及び稼働結果」で示す EDX において部品別・自動車メーカー別の SOC 数値（Cd、Pb、Hg、Br、Cr）を測定した結果、どの部品においても閾値未満となった

2年目において外部機関において内装材に対し Deca-BDE を含む PBBS と PBDES といった臭素系化合物、RoHS2.0 指令対象となる DEHP、DBP、BBP、DIBP といったフタル酸エステル類に関して測定した。ELV 由来の内装材の化学物質測定結果を表 2.36 に示す。

DEHP は RoHS 指令の許容濃度以下、それ以外は検出機器における定量下限値未満という結果が得られた。臭素系難燃剤等「非含有」と推定される部品を対象としたためこのような結果となったと推測される。

2.1.7. コスト検討

バージン材と比較しコスト競争力のある価格として、再生樹脂販売価格 120 円/kg を目標に、「2.1.3.解体検討」、「2.1.4.輸送検討」、「2.1.5.供給可能量検討」、「2.1.6.物性検討」等を通してコスト試算を行ってきた。

なお、自動車向けに供給することを前提にした管理工程を踏まえ、添加剤等による物性の調整は行わない必要最小限のコンパウンドコストを一律 70 円/kg としている。プロセス管理と再生樹脂（特性と化学物質）管理工程が増えるほど 70 円/kg よりもコストはさらに高くなる。

コンパウンドコストを 70 円/kg と仮定し、それ以外の部分でいくつかのシナリオ（シナリオ 1～5）に基づきコスト試算を行った。なおコストには作業費（材料+加工賃）だけでなく、販管費（作業費×2 割）を含めて計算している。

シナリオ 1 は全国の解体事業者を対象として回収を想定したもので、解体事業者が 1 次解体及び 2 次解体を行い、PP 部品を有姿で専用便を使い解体事業者から破碎・洗浄事業者に輸送する。解体費用（1 次及び 2 次解体）は本実証事業での実測に基づくものであり、代表として外装の解体作業費（48.5 円/kg）を適用している。破碎・洗浄は破碎・洗浄事業者で実施する。シナリオ 1 は全国からの回収となるため大きな供給可能量が期待できるが、価格試算では各事業者のコストの積み上げによる計算となり、目標価格 120 円/kg との乖離が 91 円/kg である。

シナリオ 2 も全国の解体事業者を対象として回収を想定したもので、解体事業者が 1 次解体及び 2 次解体を行い、PP 部品を有姿で専用便を使い解体事業者から破碎・洗浄事業者に輸送する。解体費用（1 次及び 2 次解体）は本実証事業でのアンケート調査に基づく解体費用（2 次解体まで実施して再生樹脂向けの PP 部品販売価格 50 円/kg）であり、実測よりも安価に設定している。破碎・洗浄は破碎・洗浄事業者で実施する。シナリオ 2 も全国からの回収となるため大きな供給可能量が期待できるが、価格試算では各業者のコストの積み上げによる計算となり、目標価格 120 円/kg との乖離が 83 円/kg である。

シナリオ 3 は小規模解体事業者にも参加してもらえるように 1 次解体のみを解体事業者で行い、手間のかかる 2 次解体は 2 次解体専門事業者で実施することを想定したものである。そのため対象地域は 2 次解体専門事業者のいる地域となる。1 次解体は本実証事業でのアンケート調査に基づく解体費用（1 次解体まで実施して再生樹脂向けの PP 部品販売価格 30 円/kg）である。2 次解体は本実証での実測（12.2 円/kg）に基づく解体費用である。解体事業者が 1 次解体を行い、PP 部品を有姿で専用便を使い解体事業者から 2 次解体専門事業者に輸送する。破碎・洗浄も 2 次解体専門事業者で実施する。シナリオ 3 はシナリオ 1 や 2 ほどは供給可能量が期待できないが、小規模事業者でも PP 部品回収に協力してもらえる可能性がある。目標価格 120 円/kg との乖離は 78 円/kg である。

シナリオ 4 は触媒回収便や解体事業者から破砕事業者等の定期便に混載してもらうことを前提としたシナリオであり、それら定期便が利用可能で破砕・洗浄事業者が同エリア内にある特定地域での検討である。解体事業者が 1 次解体及び 2 次解体を行う。解体費用は本実証事業でのアンケート調査に基づき、実測よりも安価に設定している。破砕・洗浄は破砕・洗浄事業者で実施する。シナリオ 4 はシナリオ 1 や 2 ほどは供給可能量が期待できないが、輸送コストが削減されることで目標価格 120 円/kg との乖離を 50 円にまで圧縮している。

シナリオ 5 は破砕・洗浄機を保有又は導入可能な一拠点完結型の解体事業者のいる地域を想定したシナリオである。シナリオ 1～4 とは異なり、1 次解体・2 次解体・破砕・洗浄を一拠点で実施、コンパウンドメーカーへの輸送は破砕品の状態で実施するため、各企業でのコストを積み上げるよりも価格を安く抑えることが可能で、部品の有姿での輸送も不要である。なおシナリオ 5 の解体事業者のコストは自動車リサイクル高度化財団（以下 J-FAR）の助成事業である西日本オートリサイクルによる「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」の結果より引用した。目標価格 120 円/kg との乖離は 46 円/kg である。

供給量面や、全解体事業者に幅広く再生樹脂向け PP 部品回収に参加してもらうことを考えると、シナリオ 1～シナリオ 3 が理想であるが、コスト面で目標との乖離が大きい。一方でシナリオ 4 の地域限定や、シナリオ 5 の特定解体事業者による一拠点完結型の回収であればコスト面での乖離が 46 円/kg～50 円/kg まで抑えられる可能性がある。

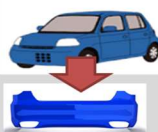
なおコンパウンドコスト 70 円/kg には塗膜剥離のコストは含まれていない。目標とする塗膜剥離コスト+50 円/kg を達成するため、2019 年度は初期投資費用低減に向けた最適な設備サイズへダウンサイズ（初期投資費用を 1/5 に）検討を行うべく、廃棄物排出方法の乾式化（廃棄物のドライ化）等の改良を中国の設備メーカーを加えて実施してきた。検討・試作内容詳細を以下に示す。

- ・反応炉のダウンサイジング検討と試作
- ・洗浄、脱液システムのダウンサイジング検討と試作
- ・剥離された塗膜等の廃棄物処理費用の低コスト化に向けた検討（廃棄物量の減少）
- ・剥離溶剤の改良

中国武漢に端を発する新型コロナウイルスの影響により設備の試作が 2020 年 3 月時においてストップしてしまっている状況にあるが、上記が実現した場合の塗膜剥離コストは+50 円/kg に近づく見込みである。

表 2.37. シナリオ別コスト試算

単位：円/kg

		1次解体	1次輸送	2次解体	2次輸送	破碎・洗浄	3次輸送	コンパウンド	価格		作業企業 (費用発生企業)
				 PP以外の異物 ランプ、他樹脂等					再生材 価格 (円/kg)	目標120円 /kgとの 乖離 (円/kg)	
シナリオ 1	全国の 解体事業者	解体業者 58.2			輸送業者A 32.76	破碎洗浄業者 45	輸送業者B 5.2	コンパウンドメーカー 70 ※	211	-91	5
シナリオ 2	全国の 解体事業者	解体業者 50			輸送業者A 32.76	破碎洗浄業者 45	輸送業者B 5.2	コンパウンドメーカー 70 ※	203	-83	5
シナリオ 3	2次解体専門 事業者活用	解体業者 30	輸送業者A 32.76	2次解体業者 65.2				コンパウンドメーカー 70 ※	198	-78	4
シナリオ 4	特定地域での 回収・ついで便 活用	解体業者 50			ついで輸送 ついで便	破碎洗浄業者 45	輸送業者B 5.2	コンパウンドメーカー 70 ※	170	-50	4
シナリオ 5	一拠点完結型 解体事業者	解体業者 96						コンパウンドメーカー 70 ※	166	-46	2

・表中に表記してある数値（円/kg）は作業費+販管費・利益（作業費の2割計算）

・数値の色分は 実証実測値 アンケート値 計算値

※コンパウンドメーカーの70円/kgはミニマムの値。

プロセス管理と再生樹脂材料（特性と化学物質）管理のコストを踏まえると70円/kgよりもコストが高くなる可能性がある。

出所：矢野経済研究所

表 2.38. シナリオ別コスト試算計算方法

各費目の計算方法	作業費（材料+加工賃）	販管費 （作業費の2割）	合計
1次2次解体実測値（内装）	62.0 円/kg	12.4 円/kg	74.4 円/kg
1次2次解体実測値（外装）	48.5 円/kg	9.7 円/kg	58.2 円/kg
1次解体アンケート値（内装・外装）	— 円/kg	— 円/kg	30.0 円/kg
1次2次解体アンケート値（内装・外装）	— 円/kg	— 円/kg	50.0 円/kg
2次解体専門事業者実測値（外装）	12.2 円/kg	2.4 円/kg	14.7 円/kg
1次・2次・破碎作業実測※1	80.0 円/kg	16.0 円/kg	96.0 円/kg
破碎・洗浄計算値 ※2	37.7 円/kg	7.5 円/kg	45.2 円/kg
専用便輸送費実測値（部品有姿）	27.3 円/kg	5.5 円/kg	32.8 円/kg
専用便輸送費の計算値（破碎品）	4.3 円/kg	0.9 円/kg	5.2 円/kg

※1 J-FAR助成事業 西日本オートリサイクル「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」結果より

※2破碎費用は環境省「平成28年度低炭素型3R技術・システム実証事業(使用済自動車由来PP部品の効率的な再生材生産プロセスの検証)」数値を基に、実際に破碎・洗浄を行っている解体事業者にヒアリングを行い推計した。

出所：矢野経済研究所

2.1.8. 自動車メーカーの評価

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。2019 年 11 月～2020 年 1 月に自動車メーカー 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】

- (1) ELV 由来樹脂採用に対する考え方
- (2) 提案グレード 3 種に対する物性面での評価（表 2.27、表 2.28、表 2.29 参照）
- (3) 再生樹脂の物性収束方法（表 2.34 参照）
- (4) 化学物質管理手法に関する評価（「2.1.6.物性検討（3）化学物質管理手法」参照）
- (5) 再生樹脂のコストに対する評価（表 2.37 参照）
- (6) その他（再生樹脂採用全般に対する意見）

なお、本実証事業で作成した提案グレードは自動車メーカー各社の要求物性に合致しておらず、できる限り低コストなグレード作成のために得られた物性値となる。自動車メーカー各社による提案グレードの評価において「採用を検討できる可能性がある」等の表記があるが、これは同提案グレードをベースに『物性を調整すれば』採用を検討できる可能性がある」という意味である（物性の収束方法①無調整を除く）。商品の品質をさげて再生樹脂を使うことはあり得ないとする自動車メーカーもあるほか、自社スペックを満たしていない時点でも採用されることはまずない。同物性評価は一例に過ぎず、ここで述べる自動車メーカーの評価はあくまで一般論に留まっている。実際に自動車メーカーに採用されるためには「3. 今後の事業化を目指した課題及び解決方法等」で述べるように、個社ごとの要求を満足させられる体制作りが必要となる。

(1) ELV 由来樹脂採用に対する考え方

ELV 由来樹脂採用に関して、2018 年度は前向きな考えがほとんど聞かれなかったが、2019 年度は 12 社中 3 社が採用に前向きな考え方に変化していると考えられるものの、8 社は横ばいの状況である。また同 8 社中 6 社がバージン材よりもコストが安価で品質がバージン並みであれば再生樹脂採用の検討の可能性があるとしていた。1 社が 2018 年度と比較し、消極的な姿勢に変化している。

なお、本ヒアリングの変化（上昇、横ばい、下降）は矢野経済研究所の主観に基づくものである。できる限り定量的に説明するために、自動車メーカーの考え方を 3 段階に区分して整理した。

表 2.39. ELV 由来樹脂採用に対する姿勢

2018年度	2019年度	変化	社数
—	再生樹脂採用に対する具体的な動きはまだないが、意識の高まりは感じている。再生樹脂検討が議題に挙がっている。	↑	2
再生樹脂採用により材料管理が煩雑化する場合採用は難しい。	ディーラー回収バンパー由来の再生樹脂を置き換えられる品質、コストであれば採用を検討する可能性はある。	↑	1
バージン材よりもコストが安価で品質がバージン並みであれば再生樹脂採用を検討する可能性はある。		→	6
再生樹脂採用について、個々の担当レベルの動きはあるが、社内全体の動きには至っていない。		→	2
バージン材と比較し、再生樹脂のコスト、LCAが優れているのであれば採用可能性あり。	ユーザーに対して再生樹脂を使用する付加価値が以前よりは高くないと感じている。	↓	1
合計			12



出所：矢野経済研究所

(2) 提案グレード 3 種に対する物性面での評価（表 2.27、表 2.28、表 2.29 参照）

内装、外装、塗膜剥離の提案グレード 3 種に対する評価を以下に示す。自動車メーカーの中で自社で材料を購入しているのは、自社成形している一部部品（バンパーやインパネ等）のみである。他の部品では部品としての品質保証のみをおこない、材料の指定を自社で行っていないケースが多いため、材料物性のみで回答するのが難しいとしている企業も少なくない。今回提案する 3 グレードがそのまま自動車メーカーに採用される可能性は低く、実際の採用に向けては Tier1 等が要求する物性に合わせ込む調整が必要となる可能性が極めて高い。その他、コンパウンドメーカーにとっては受入及び出荷時の管理方法や化学物質管理方法等を予め整備しておく必要がある。

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（物性を調整した上で）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 バンパーへの採用は難しいが、他の用途であれば採用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 の価格アップとなるため、価格面での採用ハードルは高い。

ヒアリングから各グレードの採用可能性部品を図 2.39 に示す。

表 2.40. 提案グレードに対する評価

ELV由来樹脂グレード3種に対する評価		評価	回答社数
全体	再生樹脂でバージンと同等の物性を出すことは求めない方がよい。ただし、成形収縮率はバージンに合わせた方がよい。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よ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を検討できる可能性がある。	○	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

出所：矢野経済研究所

表 2.41. 各グレードの採用可能性部品

	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、バッテリートレイ）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

出所：矢野経済研究所

(3) 再生樹脂の物性収束方法（表 2.34 参照）

物性の収束方法について、①（コンパウンドメーカーによる）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 Tier1 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・化学物質管理により、各自動車メーカーにマッチした材料でなければ採用の組上に乗せるのは難しいとしている企業もある。

表 2.42. 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、バッテリー、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
	無調整の使いこなしは難しい。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
	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マッチした材料を安定供給できなければ採用の組上に乗らない。	○	2

出所：矢野経済研究所

(4) 化学物質管理手法に関する評価（「2.1.6.物性検討（3）化学物質管理手法」参照）

化学物質の管理手法について、「2.1.6.物性検討（3）化学物質管理手法」で先述したが、コンパウンドメーカーにおける受け入れ検査、工程内での異物混入排除、出荷検査等について自動車メーカーに説明を実施した。

自動車メーカーの意見として、提供する再生樹脂が個社の自動車メーカーから提示される化学物質規制をクリアしているという保証をコンパウンドメーカーに行ってもらい、その保証を継続的に担保できる管理体制を構築し、自動車メーカーや Tier1 等のグリーン調達ガイドラインに適合してい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。

(5) 再生樹脂のコストに対する評価（表 2.37 参照）

再生樹脂のコストシナリオにおいて、先述したようにシナリオ 4 の地域限定や、シナリオ 5 の特定解体事業者による一拠点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、シナリオ 4～5 で提示した 166 円/kg～170 円/kg で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いが、効率化や工程改善を含め 46 円/kg～50 円/kg を埋める手立てを考える必要がある。

表 2.43. 再生樹脂のコストシナリオに対する評価

コストシナリオに対する評価	評価	回答社数
採用検討のテーブルとしては120円/kgは魅力的な価格である。シナリオ4～5で提示された166円/kg～170円/kgでは物性と合わせて検討すると価格が高いと感じる。	×	6

出所：矢野経済研究所

(6) 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 2.44 のような意見が挙げられた。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の一方で、日本では再生樹脂に対するイメージが良くないといった意見も聞かれた。

表 2.44. 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	
○	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。
×	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。日本では再生樹脂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。
×	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。

出所：矢野経済研究所

2.2. 設備導入内容及び稼働結果

コンパウンドメーカーの受け入れ検査として、回収部品の抜取サンプリングを行い、サンプルをペレット加工し、縦型射出成型機にてプレート及び試験片を成形する。

EDX でプレートを用いて SOC 等の物質測定を行う。試験片は物性試験で用いられる。

コンパウンド製造工程中において金属探知機や磁石を使用し、鉄やアルミ等の金属を回収する仕組みとなっているが、それらの機器では PP 中に混入する他樹脂系の異物等全てを検知することはできない。PP 以外他樹脂系の異物が混入していた場合、例えば押出機のフィルターメッシュでの目詰まり発生や、ストランドが切れ連続生産できないといった事象が発生する。それら事象が確認された場合、フーリエ変換赤外分光分析装置(以下 FT-IR)を用いてそれら異材が何であったかを特定し、それらの情報を解体事業者等にフィードバックし、工程改善を進めている。

上記受け入れ検査を行う最低限必要な機器として、射出成型機、FT-IR、EDX が挙げられる。

コンパウンドメーカーであるいそのでは、上記機器は以前から保有しているが、旧来機器の射出成型機では作業工数負担、FT-IR では検知能力の低さ、EDX では測定精度の低さや測定元素の少なさが自動車向け再生材の量産を前提とした場合に課題となっていた。

そのため同社では J-FAR の支援のもと旧来機器よりも「作業工数低減」、「品質管理精度等の向上※（※必要となる要求精度は自動車メーカー毎に異なる）」を図るため、(1) 縦型射出成型機、(2) 新型 FT-IR、(3) 新型 EDX の導入を行い、上記作業工数低減及び品質管理精度等の向上の検証を行った。

なお出荷時検査については、個別企業との契約内容に基づく出荷品質を満たすための要件を実施することとなる。

2019 年度に導入した設備の詳細を表 2.45 に示す。



図 2.40. 再生樹脂製造工程での本実証事業の管理

出所：矢野経済研究所

(1) 縦型射出成型機

射出成型機はプラスチック材料を溶かし、金型に流し込み（射出）、成形物を作る機械である。回収・入荷した原料を素早く的確に受入検査をするために、蛍光 X 線分析用のプレート、また物性を測定するための試験片を成形する。

縦型射出成型機は旧来機である横型機と比較して小型なため、評価樹脂を切り替える際に樹脂が少量で済み、切り替え時間の短縮が可能である（成形の手間の軽減）。金型の取り換えがアタッチメント式なため、大掛かりにクレーンを用い金型を取り換えることもなく、人の手だけで簡単に時間も掛からず取り換えることが出来、入荷した回収原料を素早く効率的に評価することができる。

旧来機の場合、金型の交換にクレーン等を使用し約 25 分程度を要していたが、導入機ではクレーンを使用することなく約 10 分で交換が可能である。作業時間の短縮による人件費削減や、射出成形時の樹脂ロスの低減等により、1 ロット 1t の場合、旧来機器と比較し導入機は 0.25 円/kg の原価低減につながっている。

(2) フーリエ変換赤外分光分析装置(FT-IR)

FT-IR は、試料に赤外線を照射し、その分子構造を測定し、試料が何であるかを特定する装置である。旧来機は基本的にはフィルム状に加工して分析する必要があるうえ熱可塑性樹脂のみしか計測できなかったが、反射法（ATR）が搭載された機種を導入することで、熱で溶けない物質（熱硬化性樹脂や鉱物等）の直接分析も可能となり、混入した異材の特定範囲が広がった。

回収された原料に異樹脂材や異物が混入し異常が発生した際、その混入した異材を特定し、解体事業者へ情報のフィードバックを行い工程・作業改善を行ってもらうこととなる。異材の特定範囲が広がったことで、どの事業者のどの工程において異物が混入したのか原因特定の幅が広がり、作業改善の可能性も広がった。

そのほかフィルム状に加工する前処理の必要性がなくなったことで、測定時間も旧来機の約 10 分から導入機は 1 分以内に短縮した。

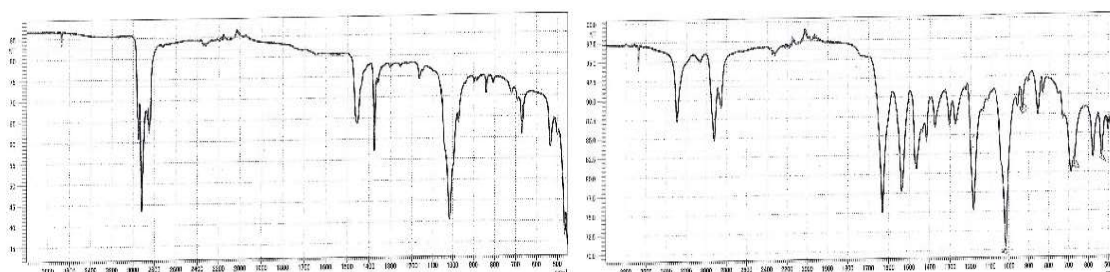


図 2.41. (右) PP 樹脂系の測定結果及び (左) 粉碎中に混入した異物 (PA) の測定結果
出所：いその測定

(3) エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (EDX)

EDX は試料に X 線を照射し、含有している元素の種類と各元素の含有量を測定する装置である。

従来から保有している RoHS/ELV 特化型蛍光 X 線分析機では RoHS/ELV 対象 5 元素以外を定量するのは不可能であった。そのほか測定精度も低く、統計誤差が大きかった。Car to Car での安定的な量産実現のために、測定元素の拡大、測定精度の向上が求められた。

導入機では FP (ファンダメンタル・パラメータ) 法が組み込まれており、蛍光 X 線分析で検知可能な元素であるならば ${}^6\text{C}\sim{}^{92}\text{U}$ 間の全ての元素の定性定量が可能となり、これらの元素の組み合わせにより、自動車用 PP 材料に関連すると推定される約 300 物質の測定が可能となる。また測定精度 (統計誤差) も旧来機と比較し 1 桁精度が向上している。

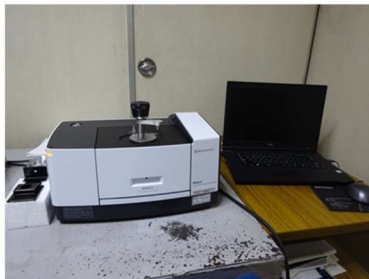
新型の EDX で計測した場合のコストは約 4,000 円/ロット (1 ロット 1t の場合で 4 円/kg) であるが、仮に外部機関で計測した場合は、約 4 万円以上/ロット (1 ロット 1t の場合で 40 円以上/kg) が費用として発生する。それだけでなく、外部機関での計測には 1 か月程度を要するため、リードタイムが非常に長くなり、量産化での現実的な回答とは言えない。

つまり新型の EDX を導入したことで旧来機の測定レベルでは外部に委託する必要のあった分析を自社内で行えるようになり、リードタイムが短縮化しただけでなく、外部で分析するよりも 40 円以上/kg のコスト低減につながっている。

自動車において年々更新され規制される化学物質は増加していくと想定される。新たに対象となった化学物質の内一部の物質に関しては、FP 法によるスクリーニングが今後も有効であると考えられる。

ただし、有機化合物の一部は、蛍光 X 線分析では確認不可能であり、他の分析手法と組み合わせる必要がある。

表 2.45.設備導入内容

機器名	縦型射出成型機	FT-IR	EDX																		
機器金額	700万円	500万円	1,000万円																		
機器機能	回収品・再生樹脂物性確認	異物混入時の「物質」の特定	特定元素測定																		
導入目的	工数低減	製品異物の測定範囲拡大	SOC等規制物質の検出精度向上																		
導入による改善ポイント例	● 金型カートリッジのため、金型交換時間の短縮化及び作業負担軽減 <table><tr><th colspan="2">金型交換</th></tr><tr><td>旧来機</td><td>約25分（クレーン使用）</td></tr><tr><td>導入機</td><td>約10分（クレーン不使用）</td></tr></table>	金型交換		旧来機	約25分（クレーン使用）	導入機	約10分（クレーン不使用）	● 検知能力向上（熱可塑以外も測定可能） ＝回収物質品質向上 ● 試料の前処理の短縮 ● 試験時間短縮 <table><tr><th colspan="2">試験時間</th></tr><tr><td>旧来機</td><td>約10分</td></tr><tr><td>導入機</td><td>1分以内</td></tr></table>	試験時間		旧来機	約10分	導入機	1分以内	● 測定精度向上＝化学物質対応能力向上 単位：ppm <table><tr><th>見方</th><th>(下限値) / (統計誤差)</th></tr><tr><td>旧来機 Cd</td><td>0 / 19</td></tr><tr><td>導入機 Cd</td><td>ND / 4.8</td></tr></table> 1桁精度向上 ● 測定元素拡大（5元素⇒300物質）	見方	(下限値) / (統計誤差)	旧来機 Cd	0 / 19	導入機 Cd	ND / 4.8
	金型交換																				
旧来機	約25分（クレーン使用）																				
導入機	約10分（クレーン不使用）																				
試験時間																					
旧来機	約10分																				
導入機	1分以内																				
見方	(下限値) / (統計誤差)																				
旧来機 Cd	0 / 19																				
導入機 Cd	ND / 4.8																				
コスト	旧来機と比較し -0.25円/kgの原価低減 （1t1ロットで計算）	※異物混入時のみ使用、毎ロットは使用しない。	約4,000円/ロット(1t1ロットで4円/kg) （5,000t/年の生産で償却6年を想定） ※仮に外注分析した場合、約4万円以上/ロット(1t1ロットで40円以上/kg)																		
写真																					

出所：矢野経済研究所

2.3. 実施結果を踏まえた考察

本実証事業の実施結果を踏まえ実証開始当初に設定した事業の実現性・継続性、発展性、効率性、有効性を確保できた／確保できる見込みなのか否かの結果を表 2.46 に示す。

事業の実現性・継続性に関して、本実証事業の目的は ASR となりうる樹脂部品の Car to Car での活用により ASR 発生量の削減を実現することであった。

これを実現するためには、自動車メーカーに新車向け再生樹脂の採用を検討してもらう必要がある。そのためには自動車メーカーの (1) 品質、(2) 環境規制対応、(3) コスト、(4) 量産体制の 4 つの採用基準を満たした再生樹脂を実現しなければならない。本実証ではこれらの採用基準の全てを満たした再生樹脂を提供することはできなかったが、今後解決すべき課題等の洗い出しを行い、「3.今後の事業化を目指した課題及び解決方法等」で示す解決策の提示を行った。

事業の発展性に関して、再生樹脂の Car to Car が実現すれば ASR 発生量の削減につながることから、将来的には消費者が負担しているリサイクル料金の低減も期待される。しかし、現状の再生樹脂の目標価格 120 円/kg の達成がほとんど不可能であるうえ、全車種での再生樹脂活用の道筋が見えていない中で、リサイクル料金割引制度の導入等を大規模に行うには、コスト面及び供給面でその環境は整っていないと考える。

また、再生樹脂の Car to Car の実現により、再生樹脂産業の裾野拡大やそれに伴う雇用の創出等が期待されるほか、日本国内で発生した廃車部品という「資源」の国内循環による付加価値拡大が見込まれる。このうち海外へ輸出されていた素材の国内資源循環に関して、3 年目は全国の解体許可を持つ解体事業所 3,991 事業所に現状再生樹脂向けに PP 部品回収を行っているか、現状行っていない場合今後協力してもらえるか等についてアンケートを実施した。その中で 50 円/kg で PP 部品回収を実施してもらえるかとの問いかけに対して、現状海外の再生樹脂向けに PP 樹脂を輸出している企業から、国内への販売に切り替えたいという意見が寄せられた。わずか 1 例であるが、国内での再生樹脂向けの PP 部品回収を周知徹底していくことで海外へ輸出されていた素材の国内資源循環への道筋が見えると考えられる。

事業の効率性に関して、自動車メーカーの採用条件とする品質及びコストに合致する再生樹脂の供給を目指し、解体事業者、破碎・洗浄事業者、コンパウンドメーカーの連携による量産体制に近い協力体制を構築し、採用に向け以下の実証を実施した。

- 各自動車メーカーによる回収部品の選定
- 選定部品の解体事業者での実回収
(解体時間短縮化、作業費用低減に向けた取り組みを実施)
- 輸送コスト低減に向けた輸送実証の実施

- コンパウンドメーカーでのバージンとの価格競争力のある 120 円/kg をターゲットとした再生樹脂の開発
- 開発した再生樹脂グレードに対する自動車メーカーでのヒアリングと改良
- 安定供給確保に向けた解体事業者への再生樹脂向け PP 部品回収に向けた協力可能性のアンケート調査実施

部品選定、自動車メーカーへのヒアリングにおいて日本自動車工業会にアドバイザーとしてご協力いただいた。Car to Car に必要不可欠な関係者の協力を得られたという点において有効かつ効率的な実証であったと考える。

事業の有効性に関して、ELV からの再生樹脂活用を進め、ASR 発生量の削減及び、結果的にリサイクル料金のユーザー負担軽減を目指すとしていたが、先述したように再生樹脂の Car to Car の採用にまでは至れなかったものの、次項で示すように残された課題が明確になった。

表 2.46. 事業の実現性・継続性、発展性、効率性、有効性に関する評価

項目	提案書記載内容（目標）		結果 (○＝確保できた、△＝確保できる見込み・可能性あり、×＝確保できない)
事業の実現性・継続性	再生樹脂のCar to Car実現	樹脂部品の回収量増加（回収業者数増加）、再生樹脂生産量の増加、再生樹脂利用車種の増加という好循環を発生させ、再生樹脂のCar to Carを実現する。	△
事業の発展性	リサイクル費用の低減	ASR発生量の削減によりユーザーが負担しているリサイクル費用の低減につなげる。 ELV由来の再生樹脂を活用した新車に対するリサイクル料金割引制度の導入等の検討によりユーザー選択が促進される結果、再生樹脂市場の活性化を実現する。	×
	素材の国内資源循環	海外へ輸出されていた素材の国内資源循環にも貢献できる。	△
事業の効率性	実用化に最も近い非常に有効かつ効率的な実証を実現	自動車メーカーの採用条件とする品質及びコストに合致する再生樹脂の供給や新車への採用という将来的な実用化に最も近い非常に有効かつ効率的な実証を実現する。	△
事業の有効性	ASR発生量の削減、リサイクル料金のユーザー負担軽減	使用済自動車からの再生樹脂活用が進むことで、ASR発生量の削減に繋がり、結果的にリサイクル料金のユーザー負担軽減が可能となる。	×

出所：矢野経済研究所

先述したように本実証事業の目標は、ASR となりうる樹脂部品の活用により ASR 発生量の削減を実現することである。これを実現するためには、自動車メーカーに新車向け再生樹脂の採用を検討してもらう必要がある。そのためには自動車メーカーの採用基準（(1) 品質、(2) 環境規制対応、(3) コスト、(4) 量産体制）を満たした再生樹脂を実現しなければならない。量産を見据えた課題については後述するが、実証事業上においてこれらの採用基準を達成できたかについて示す。

(1) 品質については、自動車メーカーによって採用基準が異なるが、提案グレードに対して、物性要求が高くない部品や、色味の問題から目に見えない部品によっては採用検討の可能性が有るという回答が得られたため、外観（意匠性）品質要求部品では×、外観（意匠性）品質非要求部品では○という結果となった。物性のばらつきの制御については、今回提案した内装グレードのように回収部品の種類が多い場合、物性のばらつき要因となることが今回の実証で明らかとなったため△とした。ただし、今回提案した 3 グレードがそのまま自動車メーカーに採用される可能性は低く、実際の採用に向けては Tier1 等が要求する物性に合わせ込む調整が必要となる可能性が極めて高い。

(2) 環境規制対応については、自動車メーカーからの指定部品において本実証事業での回収・加工プロセスでは規制物質の混入が無かったことを確認できたため達成度を○としている。特に、自動車メーカーからの数値での提示要求の高い物質である Deca-BDE を含む特定化学物質について閾値未満であるという結果を得られた。

(3) コストについては、再生樹脂販売価格 120 円/kg をターゲットとし、解体段階、輸送段階、破碎洗浄段階、コンパウンド段階等の各種工程での低コスト化検討を進めたが、結果は最安値でも 166 円/kg であり目標を達成できなかったため×としている。

(4) 安定供給については、解体事業者 3,991 事業所に対してアンケートを実施した結果、273 事業所（1 次解体のみの 88 事業所+2 次解体までの 185 事業所）が回収に協力してくれるという回答であった。これら事業所に実際に協力が得られたとし、1 台 12kg 回収した場合、各事業所引取台数規模の中央値を単純に掛け合わせると 5,041t/年の再生樹脂が供給可能となる。ただし、1 次解体のみの協力の場合は、2 次解体を行ってくれる事業者を確保する必要がある。新車量産体制に見合う供給量の確保（数万 t レベル）規模には至っていないため×とした。

表 2.47 の実証事業としての目標の達成度はあくまで本実証中の目標に対しての結果であり、量産で再生樹脂を採用する場合には解決すべき課題が多くある。

表 2.47. 実証事業としての目標の達成度

	実証事業としての目標		実証事業としての目標 に対する達成度	評価
(1) 品質	提示したグレードの自動車メーカーによる再生樹脂のCar to Carでの採用可能性	採用可能性部位	×	外観（意匠性）品質要求部品 色味や塗膜の問題から外観部品への使用が難しい
			○	外観（意匠性）品質非要求部品 目に触れない部品であれば可能性有り
	※自動車メーカー計12社に個別にヒアリングを実施	物性のばらつきの制御	△	●回収部品の種類が多いと、物性のばらつき要因になる （自動車部品は、同じPPでも様々な材料グレードを使用するため、特性がばらつきやすい） ●自動車メーカーが要求する材料規格を満たすには、回収後の物性の調整が必要な場合あり(コスト高)
(2) 環境規制対応	自動車メーカー指定の回収対象部品からの再生樹脂に規制物質が含まれないことの検証		○	本実証事業での測定ではDeca-BDEを含むSOC10物質を対象に測定、回収・加工プロセスにおいて許容濃度未 満、検出下限値未満を確認
(3) コスト	再生樹脂販売価格120円/kgをターゲットとし、各工程のコストの積み上げを実施		×	最安値のパターンで166円/kg、ただし検査工程等の増加によりコストは更にアップする可能性もあり
(4) 安定供給	新車量産体制※に見合う供給量の確保 ※数万tレベル		×	アンケート結果から約5,000t/年規模の回収量の可能性はあるが、新車量産に見合う供給量の確保は困難なことが判明した

※◎良好、○概ね良好、△もう一段の改善が必要、×不可

※①品質はメーカーにより判断が異なり、個別部品としての可否判断ではないことに留意

※SOC10物質：Cd、Pb、Hg、Cr、Br（PBBS、PBDES）、DEHP、DBP、BBP、DIBP

出所：矢野経済研究所

3. 今後の事業化を目指した課題及び解決方法等

3.1. 現状の課題

ELV 由来樹脂を新車で採用してもらうためには品質、環境規制対応、コスト、安定供給において超えていかなければならない多くのハードルがある。

なお、今回の実証の結果への評価・化学物質測定結果はあくまで提案グレード（内装グレードの $n=25$ 、外装グレードの $n=18$ ）の結果に対する評価であり、この評価がそのまま自動車メーカーの新車採用に直結する評価とはならない。

3.1.1. 品質

再生樹脂を量産で使用する時の問題点の 1 つとして、回収品（ロット）毎に物性がばらつくため、一定の物性の材料を安定的に供給するハードルが高いという点が挙げられる。

自動車部品は、様々なグレードの PP 材が使用されている。自動車で使用される部品は同じ部位であっても自動車メーカーによって要求物性が異なる。同一自動車メーカーの同一部品であっても 10 年前と 20 年前とでは採用されている材料の物性が異なる場合がある。

ELV 由来樹脂は部品を限定せずに回収すると、特性がばらつきやすく、回収部品の物性（材料物性）が安定しないため、ELV 由来樹脂を製造する場合、物性のばらつき幅を収束するアプローチを検討する必要がある。またそれと同時に回収量の最大化の両立を図る必要がある。

3.1.2. 環境規制対応

本実証では、管理された回収・加工プロセスにおいて製造された提案グレードについて Deca-BDE を含む SOC10 物質を対象に測定し、許容濃度未満、検出下限値未満を確認した。

ただし、これは特定化学物質等が含まれないと想定される自動車メーカー指定の素性の知れた PP 部品を回収し、かつ工程内でも異物混入の排除を徹底したことによる。

量産時においても素性の知れた部品の回収を徹底し、解体事業者、破砕・洗浄事業者、輸送事業者、コンパウンダーの各工程においてコンタミが発生しないように管理していく必要がある。仮に問題が発生した場合どの工程で化学物質が混入したのか原因を遡って追及していくためのトレーサビリティ体制の構築は必須となる。

3.1.3. コスト

「2.1.7. コスト検討」で述べたようにシナリオ 4 の地域限定や、シナリオ 5 の特定解体事業者による一拠点完結型の回収であればターゲット価格である 120 円/kg に対してコスト面での乖離が 46 円/kg～50 円/kg である。これ以上の各工程における大幅な低コスト化は

難しいが、効率化や工程改善を含め 46 円/kg～50 円/kg を埋める手立てを考える必要があるが、それと同時にコスト低減に資する国等による各種政策検討が行われることが望ましい。

「3.1.1. 品質」「3.1.2. 環境規制対応」にもかかわってくる部分であるが、塗膜が混入した再生樹脂は外観性と材料特性（衝撃特性など）が損なわれるため利用しにくいという意見があることから、塗膜剥離システムは検討すべき事項である。ただし、現状のターゲットである処理費+50 円/kg の価格アップを実現できていないため、塗膜剥離の初期投資及び処理コスト低減に向けた検討も進めていく必要がある。

3.1.4. 安定供給

供給量面から考えると全解体事業者幅広く参加してもらうことが理想であり、その場合はシナリオ 1～3 に該当するが、目標とする 120 円/kg との乖離が 78 円/kg～91 円/kg 発生してしまい現実的ではない。一方でシナリオ 4 の地域限定や、シナリオ 5 の特定解体事業者による一拠点完結型の回収であればコスト面での乖離がある程度まで抑えられている。ただし供給量面では限定されていくこととなる。

量産拡大に向けた解体、破碎・洗浄、輸送、コンパウンド化の参画企業数の拡大、コストと需要に合わせた適切な体制の整備、数多い関係先の工程管理の負担軽減策実施が望まれる。

3.2. 課題の解決方法

3.2.1. 品質・環境規制対応

(1) 「素性の知れた特定部品」の活用

「物性ばらつき制御」、「化学物質規制対応」等を可能とする回収対象部品を選定することで、加工コスト、特定化学物質の管理コストを抑えつつ、各自動車メーカーが要求する物性に近い再生材を確保することが可能となると考える。どの部品を選定するかは各自動車メーカーの競争領域となる。

本実証事業でも、回収部品を限定したことで、ある程度物性のばらつきを抑えることが実証できた。ただし、自動車メーカーが要求する物性を達成するには個社に応じた調整が必要となる。自動車メーカーにマッチした材料を作りこめる設備・能力を保有するコンパウンドメーカーは多くない。自動車メーカーやTier1等との材料設計を通じコンパウンドメーカー自らが成長していく必要がある。

更に調整が加わることで、その分コンパウンドコストが上乗せされることとなる。現状の想定では、120 円/kg に対してコスト面での乖離が 46 円/kg～50 円/kg であるが、個社毎の要求を満たすためにはこれよりも乖離幅が大きくなる可能性がある。

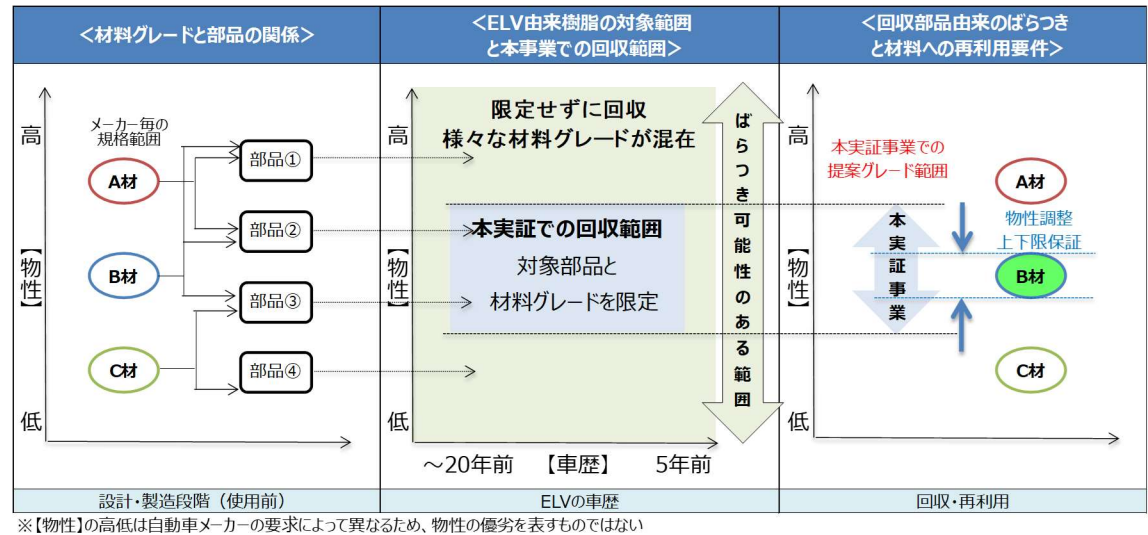


図 3.1. ELV 由来樹脂の対象範囲と本実証の回収範囲イメージ

出所：矢野経済研究所

(2) マニュアル作成

先述したように物性のばらつきを制御する、PP 以外の異物や他のコンタミが発生しないような工程を構築する、化学物質の問題が発生したときに何が問題だったのか工程を追跡する、といったことのためには、各工程の作業方法や工程の管理方法を決定しておく必要がある。またそれに基づいて適正に実施されているのか定期的な確認が必要と考える。

例えば解体事業者においては先述したように、PP 刻印の確認、徹底した異物除去が要求され、また作業環境も他の異物が混入しないような管理方法又はスペースの確保が要求される。更に自動車が要求する物性によってはメーカー別や部品別の回収・保管が要求される。

各工程においてどのような異物や化学物質混入可能性があるかを事前に洗い出したうえで、それらが規制対象物質ではないことを明らかにしておく必要がある。

これらの取り組みは解体事業者のみならず輸送事業者、破碎・洗浄事業者等においても実施する必要がある。

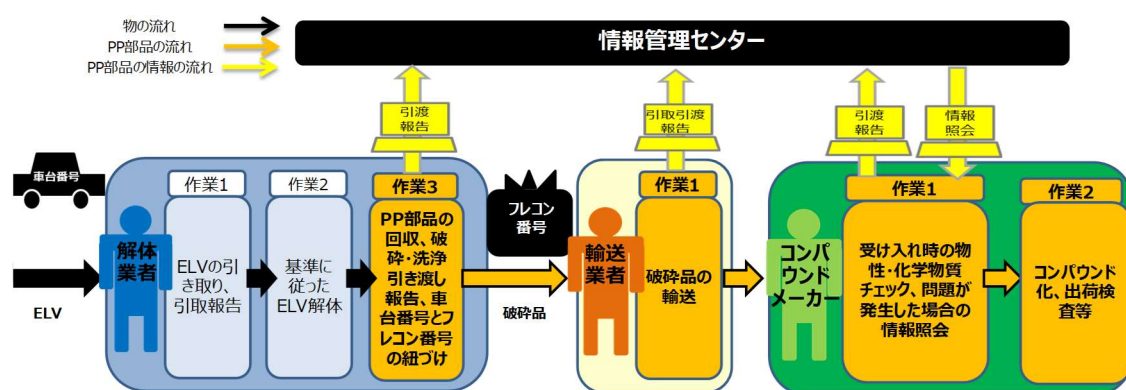
これら管理を可能とする各事業者を選定し、部品の回収方法、保管方法等について自動車メーカーないしコンパウンドメーカーが主導となり、ELV からの PP 部品回収についての指導や、各解体事業者での PP 部品回収の管理方法の構築が必要と考える。

その他各工程でのコンタミの影響を排除する 1 方法として、自動車メーカーが実施可能な事項としては易解体性に優れた部品設計のさらなる推進や、PP 刻印が確認しやすいように PP 刻印箇所の自動車メーカー間での共通化等が挙げられる。

(3) トレーサビリティ体制の構築

解体、破碎・洗浄、コンパウンドの各工程で異物除去を徹底するとともに、それらの異物除去レベルを確認するためコンパウンドメーカーによる受入及び出荷時の検査が必須となる。しかし、そうした作業及び管理マニュアル作成によってフローを確立したとしても、取り除ききれない異物の発生や、規制対象物質が混入するおそれがある。前述の異物管理を行っても問題が発生することを前提に、原因を追及するためのトレーサビリティ体制の構築が必要となる。

問題発生は 1) コンパウンドメーカーの受入もしくは出荷時点、2) 部品メーカーないし自動車メーカーの受入時点、3) 消費者への自動車販売後で把握することになる。1) 又は 2) 時点で問題が発生した場合、再生樹脂ないし同部品の返品とともに、解体事業者まで遡及した原因追及が必要となる。そのため、解体事業者は ELV からの部品取り外し時点から車台番号等で管理し、コンパウンドメーカー含めたサプライチェーンで情報共有できるトレーサビリティ体制を構築すべきである。全部再資源化スキームで行われている全部再資源化事業者と全部利用者によるコンソーシアムを形成することで、管理体制はより強化され则认为る。



※PP樹脂回収以外に関わる部分は割愛

	解体事業者	回収した部品を車台番号で管理・報告 (破砕まで行う際は、フレコンに入れた破砕品を車台番号と部品に紐付けて管理・報告)
	輸送事業者	フレコン番号を受取時・引渡時に報告 (受取先・引渡先の報告)
	コンパウンドメーカー	①受入時にフレコン番号を報告、出荷時にフレコン番号を含んだ再生樹脂情報 (引渡先含む) を報告 ②問題が発生した場合、再生樹脂情報に基づき工程フローを遡及し問題を特定

図 3.2. トレーサビリティシステムイメージ

出所：矢野経済研究所

3.2.2. コスト

コストについては先述したように、ターゲットとする価格 120 円/kg に対し現状 46 円/kg ～50 円/kg のアップ分を埋めることは難しい。ELV 由来樹脂活用は、ASR 発生量の削減につながるが、例えばそれら ASR リサイクル料金の一部を解体事業者に補填するといった可能性があれば、再生樹脂の実用化に一步近づくと考ええる。

ただし、これらの料金の補填が仮に実施されとなった場合には、例えばエアバッグ等で実施されているような、実績 (PP 部品回収) を管理する電子マニフェストシステムの構築や、適正に回収されているかどうかの定期的な監査の実施が必要となると考える。

その他輸送コスト低減に資する破砕設備の解体事業者への導入支援策の検討、樹脂リサイクル業者における各種関連装置の導入支援策の検討等も期待される。

3.2.3. 安定供給

量産拡大に向けた解体、破碎・洗浄、輸送、コンパウンド化の参画企業数の拡大、コストと需要に合わせた適切な体制の整備といった数多い関係先の工程管理の負担軽減策等が求められるが、この部分については市場原理を前提としたビジネスベースでの対応が必要と考えられる。

再生樹脂活用を推進していくためには供給量の確保も重要であるが、それ以上に品質、環境規制対応、コストをきちんと満足させる必要がある。

「3.2.1.品質・環境規制対応」でも述べたが、自動車メーカーに再生樹脂を採用してもらうためには、安定しない作業・物性・化学物質に対して、いかにして安定した物性・化学物質の再生樹脂を供給できるかという工程管理と担保が必要となる。

徹底した異物除去とトレーサビリティ体制への対応が可能な企業からまずは再生樹脂化のための PP 部品の回収をスタートし、その実績を基に回収量、回収企業を徐々に増加させていくなど、品質・コストを確保・徹底可能な事業者を時間を掛けて育成していくことが必要であると考えられる。

4. 事業化の計画

4.1. 想定する事業

先述したように自動車メーカーに再生樹脂を採用してもらうためには、「3.1.現状の課題」で述べた品質、環境規制対応、安定供給、コスト面での課題を段階的に解決していく必要がある。

ただし、大前提として先述したトレーサビリティ体制を構築したとしても、解体・破碎・洗浄・コンパウンドの各工程において、使用が規制された特定化学物質がどの時点でどういう経緯で混入したか特定できるとは必ずしも言い切れない。特に、消費者への自動車販売後に問題が発覚した場合、自動車メーカーからの補償問題に発展するおそれがあるが、それに応じられるほどの資金力のあるコンパウンドメーカーや解体事業者はほとんど存在しない。そのため、自動車メーカー各社には上記リスクを織り込んだうえで再生樹脂の採用可否を検討することが求められ、その懸念を拭いきれない自動車メーカーでは ELV 由来樹脂部品の採用は困難であると考えられる。

こうした各社間での認識を一致させたうえで、これらを担える解体事業者やコンパウンドメーカーからまずは再生樹脂化のための PP 部品の回収をスタートし、スタート企業の実施内容（作業内容、工程管理方法）の実績を基に、他の解体事業者、コンパウンドメーカー等に拡大させていくことが必要であると考ええる。これにより量産面での課題が徐々に解決していくと考える。

コストについても先述したように、目標価格である 120 円/kg との乖離である 46 円/kg ～50 円/kg を各工程のコストダウンにより埋めることは難しいが、引き続きコストダウンへの余地がないか検討する必要がある。また例えばそれら ASR リサイクル料金の一部を解体事業者に補填するといった可能性があれば、再生樹脂の実用化に一步近づくと考える。ただし、それらが仮に実現する場合は、定期的な監査や、PP 部品回収の数量を管理する電子マニフェストシステムの構築が必須となると考えられる。

これまで ELV 由来樹脂は解体事業者、シュレッダー業者を通じて ASR となりサーマルリサイクル等されるフローであった。本実証事業により再生樹脂の使用が可能になれば、解体事業者あるいは破碎分別事業者からコンパウンドメーカー等へのフローへシフトすることになる。

これまでの ASR 処理を前提としたスキームから再生樹脂の事業化のためには、樹脂のリサイクルを行いやすい部品解体及びシュレッダー処理が求められる。それぞれの工程において処理技術の向上が求められるため、再生樹脂事業者にとって新たなビジネス創出が見込まれる。それらに伴う付加価値の向上、国内事業者の雇用促進、さらに国内循環型リサイクル体制の構築へとつながることが期待される。また、Car to Car へのリサイクルが望ましいが、自動車以外の用途に使用されることで、家電や建材等の他の需要分野における事業拡大も見込まれる。

5. 事業の評価

5.1. 採算性の評価

2.1.7のコスト検討でも述べたが、シナリオ4の地域限定や、シナリオ5の特定解体事業者による一拠点完結型の回収であればコスト面での乖離が46円/kg～50円/kgまで抑えられている。

シナリオ4は触媒回収便や解体事業者から破砕事業者等の定期便に混載してもらうことを前提としたシナリオであり、それら定期便が利用可能で破砕・洗浄事業者が同エリア内にある特定地域での検討である。解体事業者が1次解体及び2次解体を行う。解体費用は本実証事業でのアンケート調査に基づき、実測よりも安価に設定している。破砕・洗浄は破砕・洗浄事業者で実施する。シナリオ4はシナリオ1や2ほどは供給可能性が期待できないが、輸送コストが削減されることで目標価格120円/kgとの乖離を50円にまで圧縮している。

シナリオ5は破砕・洗浄機を保有又は導入可能な一拠点完結型の解体事業者のいる地域を想定したシナリオである。シナリオ1～4とは異なり、1次解体・2次解体・破砕・洗浄を一拠点で実施、コンパウンドメーカーへの輸送は破砕品の状態で実施するため、各企業でのコストを積み上げるよりも価格を安く抑えることが可能で、部品の有姿での輸送も不要である。なおシナリオ5の解体事業者の数値はJ-FAR助成事業である西日本オートリサイクルによる「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」の結果より引用した実測値である。目標価格120円/kgとの乖離は46円/kgである。

表 5.1.3 年目コスト試算結果（表 2.37 の一部再掲）

		1次解体	1次輸送	2次解体	2次輸送	破砕・洗浄	3次輸送	コンパウンド	単位：円/kg		
									再生材価格 (円/kg)	目標120円/kgとの乖離 (円/kg)	作業企業 (費用発生企業)
シナリオ4	特定地域での回収・ついで便活用	解体業者	50	解体業者	ついで便	破砕・洗浄業者 45	輸送業者 B 5.2	コンパウンドメーカー 70 ※	170	-50	4
シナリオ5	一拠点完結型解体事業者	解体業者	96	解体業者				コンパウンドメーカー 70 ※	166	-46	2

・表中に表記してある数値（円/kg）は作業費+販管費・利益（作業費の2割計算）

・数値の色分は 実証実測値 アンケート値 計算値

※コンパウンドメーカーの70円/kgはミニマムの値。

プロセス管理と再生樹脂材料（特性と化学物質）管理のコストを踏まえると70円/kgよりもコストが高くなる可能性がある。

出典：矢野経済研究所

5.2. 有効性の評価

本実証事業により、ELV から樹脂部品が回収され、再生樹脂活用が進むことが期待され、目標である ASR 発生量の削減につながることになる。

その ASR の発生量は概ね 年間 60 万 t 前後^{*1}で推移している。この ASR のうち、樹脂部品は重量構成で 33%^{*2}を占めており、樹脂部品回収による ASR 発生削減効果は大きい。本実証事業の解体事業者でのアンケート結果から、ELV 由来 PP 部品において 5,041t/年の再生樹脂が供給可能と算出されている。

さらには ASR の削減及び再生樹脂供給により、ASR 燃焼及び樹脂製造時の CO₂抑制効果も期待できる。本実証事業の解体事業者へのアンケート結果である PP 部品回収可能性量 5,041t に対し、バージン樹脂製造時に発生する 1.483t-CO₂、樹脂部品のサーマルリサイクルで発生する 2.55 t-CO₂を掛け合わせるとともに、再生樹脂製造時に発生する電力消費・0.6 t-CO₂/kWh を掛け合わせたものを差し引くと、17,286 t-CO₂の CO₂排出量削減に繋がると試算できる。

表 5.2. 本事業による CO₂排出量削減効果

a.項目	b.CO ₂ 排出原単位		c.マテリアルリサイクル量 (アンケートからの回収推計 値) (t)	本事業の CO2削減 効果 (t) (b×c)	備考
①プラスチック材製造時	1.483	t-CO ₂	5,041	7,476	—
②プラスチック材燃焼時	2.55	t-CO ₂		12,855	—
③再生樹脂製造時の電力消費	-0.6	t-CO ₂ /kWh		-3,045	電気事業者別排出 係数の代替値
	(-1,043 kWh/t)				
CO2削減効果 (①+②-③)				17,286	

※環境省「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」

一般社団法人プラスチック循環利用協会「石油化学製品のLCIデータ調査報告書（2009年3月）」、

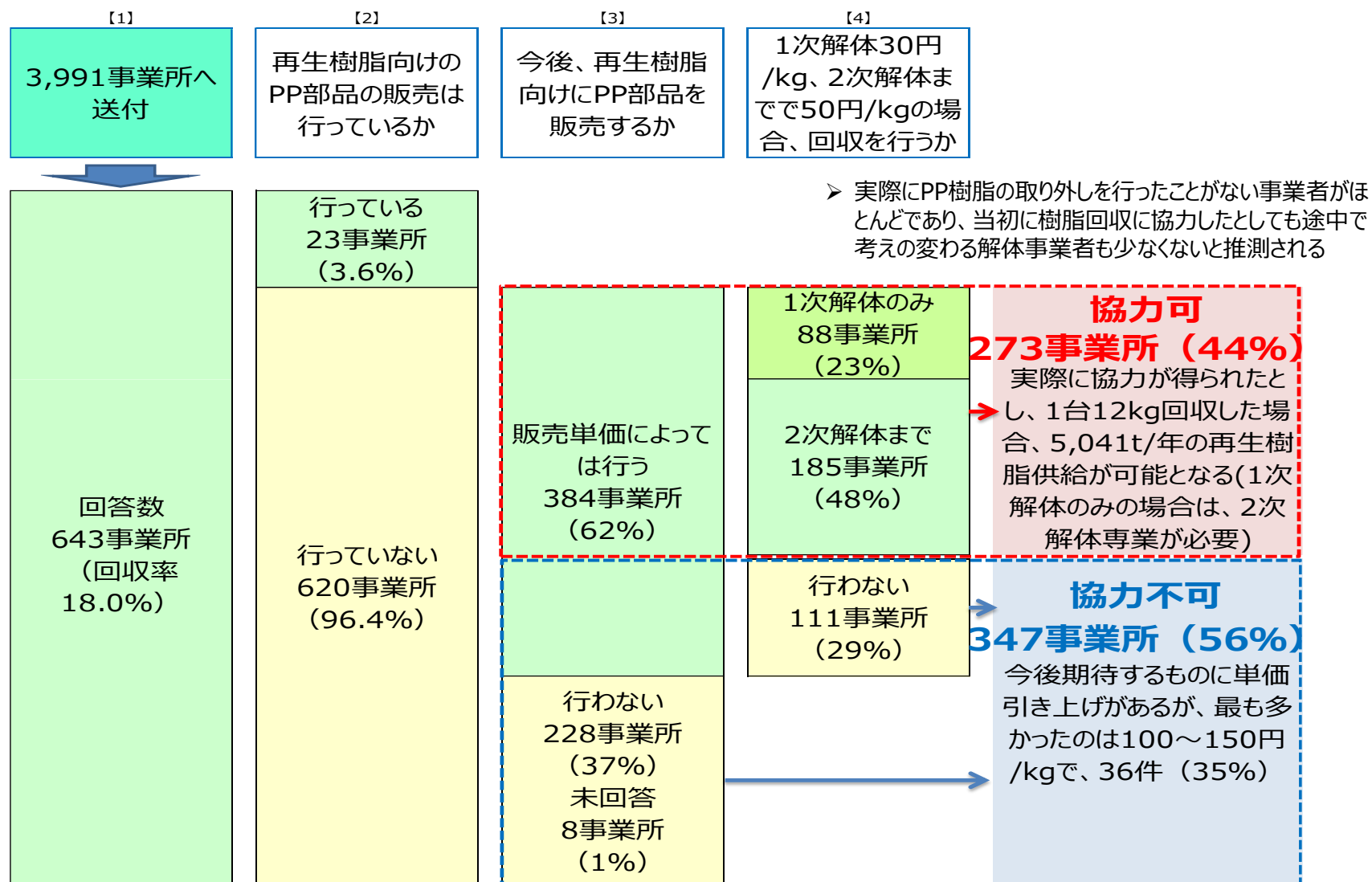
③の再生樹脂製造時の電力消費は平成27年度事業の実績値（1,043kWh/t）を基本とし、

この値に電力消費の原単位（0.000579t-CO₂/kWh）を掛け合わせて算出している。

出典：矢野経済研究所

参考資料1
自動車解体事業者へのアンケート調査

解体事業者へのアンケート結果要旨



解体事業者へのアンケート（用紙）

株式会社矢野経済研究所		2019年6月	
使用済自動車からのPP樹脂部品回収に関するご質問			
1. 貴社名、部署名、お名前、ご連絡先等をご記入ください			
貴社名・部署名			
お名前			
ご連絡先	TEL		Eメール
2. 御社の使用済自動車引取台数・設備			
【質問1】御社の年間の使用済自動車引取台数はおおよそ何台ですか？ 以下選択に1つチェックを入れてください。 【回答1】 回答1-1 ☐ 100台以下 回答1-2 ☐ 101台～500台 回答1-3 ☐ 501台～1000台 回答1-4 ☐ 1,001台～5,000台 回答1-5 ☐ 5,001台～10,000台 回答1-6 ☐ 10,001台以上			
【質問2】御社は解体重機を保有していますか？ ※解体重機については用語説明をご参照ください 【回答2】 回答2-1 ☐ 保有している 回答2-2 ☐ 保有していない			

解体事業者へのアンケート（用紙）

3. 御社の現状のPP樹脂部品回収状況

【質問3】御社では使用済自動車からPP樹脂部品を取り外していますか？ 以下選択肢で当てはまるものすべてにチェックを入れてください。

またその大まかな比率（台数ベース：分母＝全解体台数、分子＝全解体台数のうちの回答3-1、3-2、3-3の台数）について教えてください。

【回答3】

		比率（台数ベース）	
回答3-1	☐ 再生材メーカーへ販売するため取り外している	%	→ 回答3-1にチェックが入っている方は質問4へ
回答3-2	☐ 部品販売のため取り外している。	%	→ 回答3-1以外にチェックが入っている方は質問5へ
回答3-3	☐ 取り外していない/解体工程上必要だから取り外している。	%	
合計（全解体台数）		100 %	

【質問4】「質問3で回答3-1（再生材メーカーへ販売するため）」を選択した方に質問です。

現状の年間の販売量、販売品の状態、置き場払いが否か、販売単価をご教示ください。また単位にチェックをお入れください。

※粉碎品及び置き場払い詳細については用語説明をご参照ください。

【回答4】

(1) 部品名		(2) 販売量（年間）		(3) 販売品の状態		(4) 置き場払いが否か	(5) 販売単価	
		単位					単位	
部品名 ①		☐ kg	☐ 粉碎品	☐ 置き場払		☐ 置き場払ではない	☐ 円/kg	
		☐ 個	☐ 非粉碎品	☐ 置き場払ではない			☐ 円/個	
部品名 ②		☐ kg	☐ 粉碎品	☐ 置き場払		☐ 置き場払ではない	☐ 円/kg	
		☐ 個	☐ 非粉碎品	☐ 置き場払ではない			☐ 円/個	
部品名 ③		☐ kg	☐ 粉碎品	☐ 置き場払		☐ 置き場払ではない	☐ 円/kg	
		☐ 個	☐ 非粉碎品	☐ 置き場払ではない			☐ 円/個	
部品名 ④		☐ kg	☐ 粉碎品	☐ 置き場払		☐ 置き場払ではない	☐ 円/kg	
		☐ 個	☐ 非粉碎品	☐ 置き場払ではない			☐ 円/個	

→質問4にご回答いただいた方はアンケートは以上です。

解体事業者へのアンケート（用紙）

4. 御社の今後のPP樹脂部品回収について

【質問5】「質問3で回答3-2（部品販売のため取り外している。）」を選択 又は
「質問3で回答3-3（取り外していない）」を選択した方に質問です。今後再生材メーカーへPP部品の販売を行うお考えはございますか？
以下選択肢に1つチェックを入れてください。

【回答5】

回答5-1 ☐ 販売単価によっては回収を行う

→ 質問6へ

回答5-2 ☐ 回収を行わない

→ 質問7へ

【質問6】「質問5で回答5-1（販売単価によっては回収を行う）」を選択された方に質問です。

1次解体のみの場合の販売単価が30円/kg、又は1次解体及び2次解体実施で同50円/kgの場合、回収を行いますか？

選択肢1つにチェックを入れてください。

バンパー（1本約4kg）を例に挙げると

1次解体のみの場合、バンパー1本の販売単価は120円/本。1次解体及び2次解体を実施した場合、同200円/本の計算となります。

なお平均作業時間は手解体で1次解体に1分56秒、2次解体に2分23秒かかります

重機解体で1次解体に17秒、2次解体に2分44秒かかります

※1次解体、2次解体、重機解体については用語説明をご参照ください

【回答6】

	単価			作業内容		
				1次解体	2次解体	
回答6-1	30円/kg	☐	1次解体のみ実施して回収する	○	×	→ アンケートは以上です
回答6-2	50円/kg	☐	1次解体及び2次解体を実施して回収する	○	○	→ アンケートは以上です
回答6-3	-	☐	回収しない	×	×	→ 質問7へ

解体事業者へのアンケート（用紙）

【質問7】「質問5で回答5-2（回収を行わない）」又は「質問6で回答6-3（回収しない）」を選択した方に質問です。

回収を行わない理由を選択を以下選択肢から当てはまるもの全てにチェックを入れてください。

その他を選択された場合は詳細をご記入ください。

【回答7】

- 回答7-1 ☐ 人員不足
回答7-2 ☐ 手間がかかる
回答7-3 ☐ 採算が合わない（単価が安い）
回答7-4 ☐ 物量が確保できない
回答7-5 ☐ 作業スペースがない
回答7-6 ☐ 保管スペースがない
回答7-7 ☐ 騒音問題
回答7-8 ☐ PP部品の売り先や売り方（部品の有姿）がわからない
回答7-9 ☐ その他

【質問8】「質問7」にご回答いただいた方に質問です。

どういったサポートがあればPP部品の回収をご検討いただけますか？以下選択肢から当てはまるもの全てにチェックを入れてください。

その他を選択された場合は詳細をご記入ください。

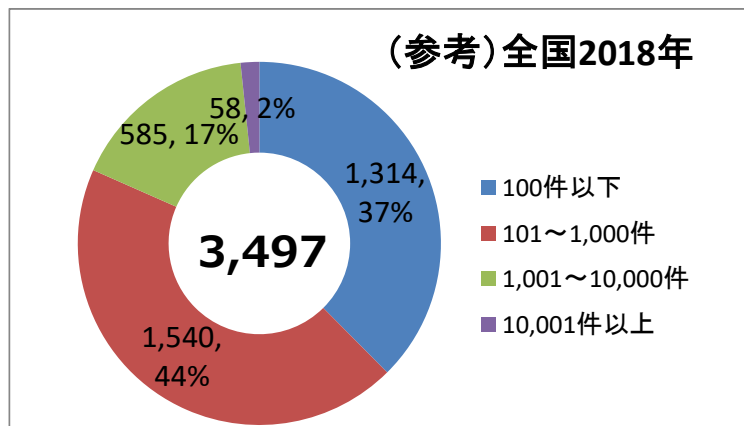
【回答8】

- 回答8-1 ☐ PP部品販売単価の引き上げ（最低でも _____ 円/kg以上）
回答8-2 ☐ 粉砕機の貸与
回答8-3 ☐ 他事業者との共同部品置き場の確保
回答8-4 ☐ その他

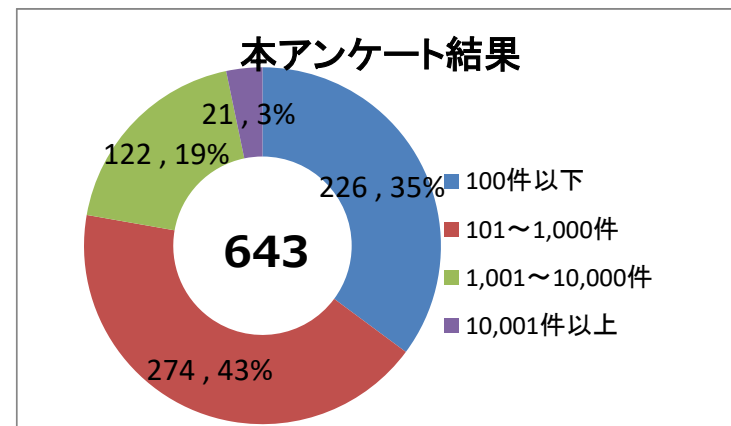
質問は以上となります。お忙しいところ、ご協力を頂き、誠にありがとうございました。

1.ELV引取件数別事業所数

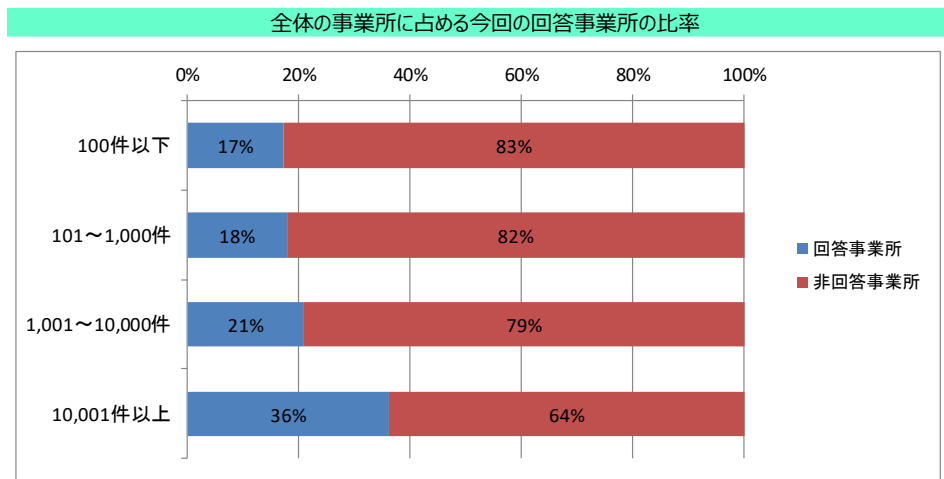
- ◆ 解体許可を持つ**3,991事業所**にアンケート用紙を発送し、**643事業所から返信（回収率18.0%）**があった。
- ◆ 639事業所におけるELV引取件数事業所は、年間引取件数が100件以下が35%、101～1,000件が43%、1,001～10,000件が19%、10,001件以上が3%という結果となった。この構成比は全国平均とほぼ同様である。



全国平均%は自動車リサイクルデータBOOK2018 のP32(3)解体工程③引取報告件数規模別の事業所数と引取報告件数より「1事業所当たりの引取報告件数 事業所数別」2018年度数値より作成

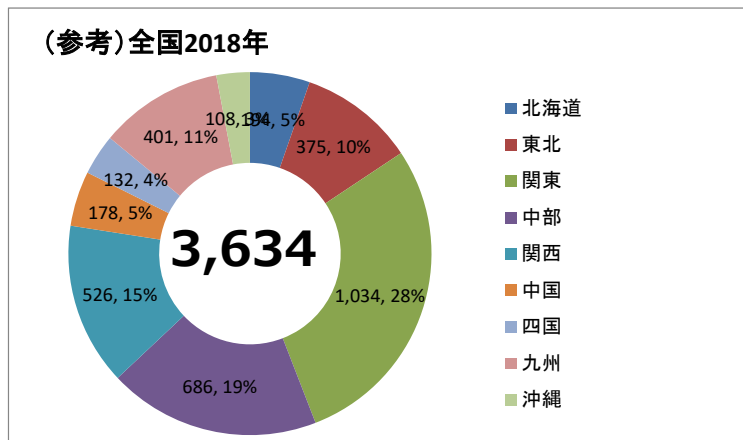


円グラフ内の数値は事業所数を表す

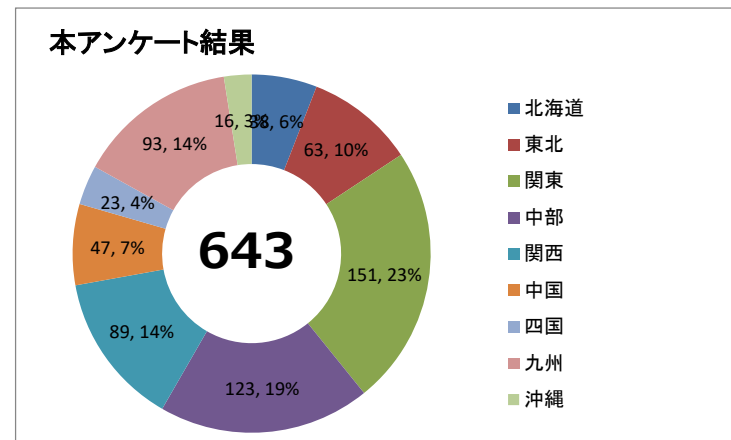


2.都道府県別・地域別解体事業所数

- 643事業所における都道府県別、地域別の比率を示す。
- 地域別の構成比は、全国平均と本アンケート結果とほぼ同様の比率となった。

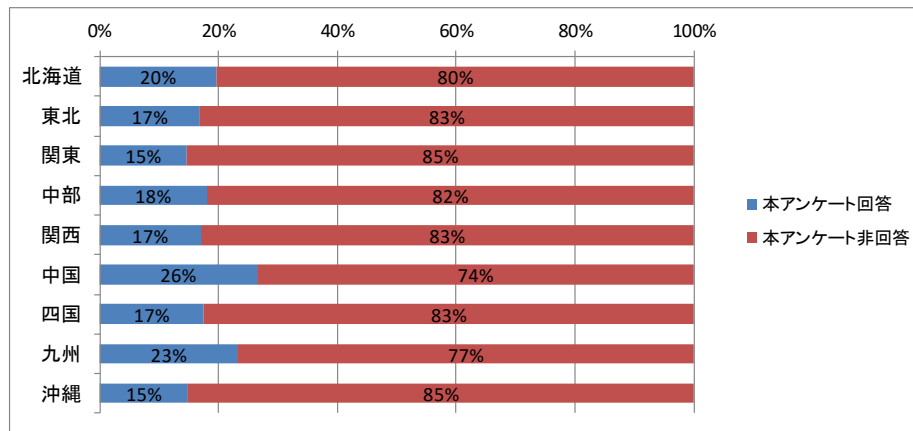


自動車リサイクルデータBOOK2018 のP36(3)解体工程
⑥都道府県別の稼働事業所数 2018年度数値より作成



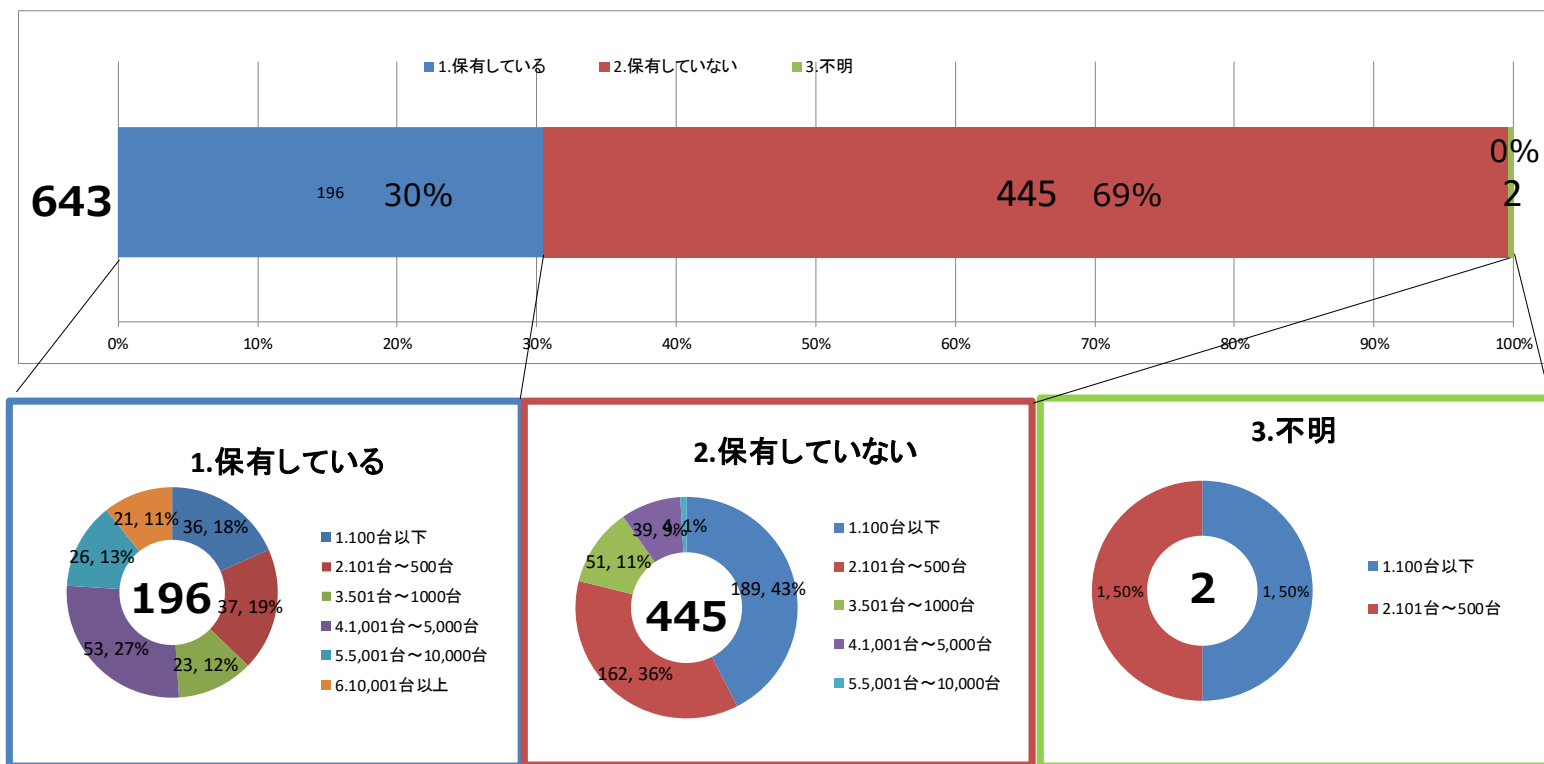
円グラフ内の数値は事業所数を表す

所在地に占める今回の回答事業所の比率



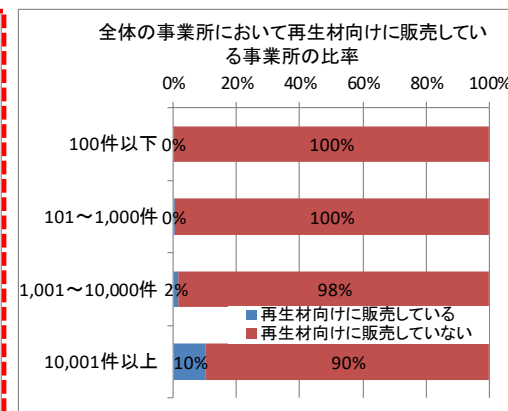
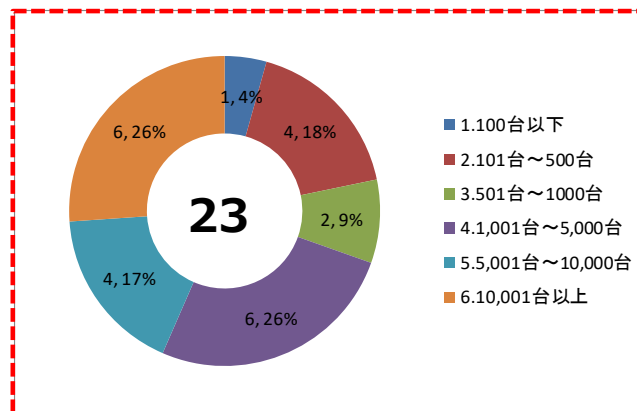
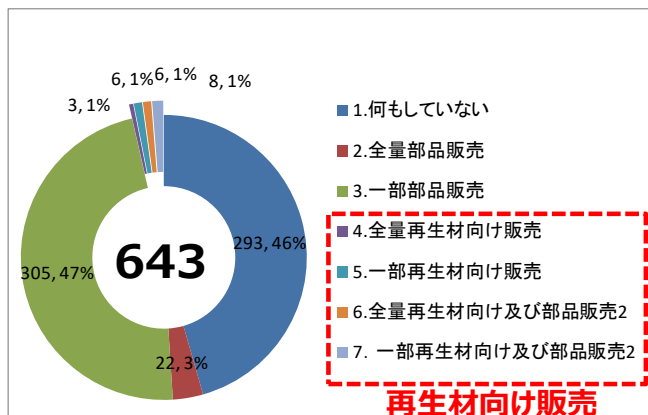
3.ニブラ保有状況

- 643事業所の内ニブラを保有しているのは**30%の196事業所**、保有していないのは**69%の445事業所**
- 保有事業所のELV引取台数から、規模にかかわらずニブラを保有していることが把握できた。

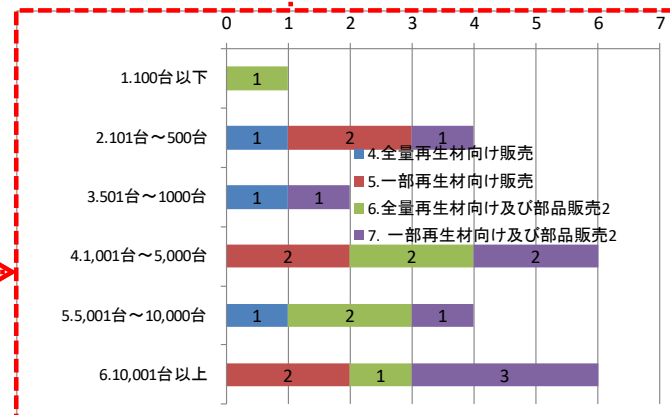
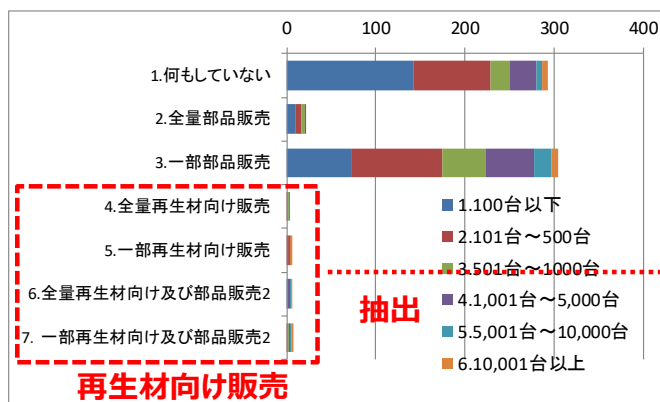


4.PP樹脂部品の販売状況

- 再生材向けにPP樹脂部品を販売しているのは**649事業所中23事業所（3.6%）**である。
- アンケート回答者（643事業所）の年間のELV引取件数別では100台以下及び101台～500台が78%を占めているが、再生材向けにPP樹脂部品を販売している事業所の構成比では1,001台以上の事業所が69%を占めている。

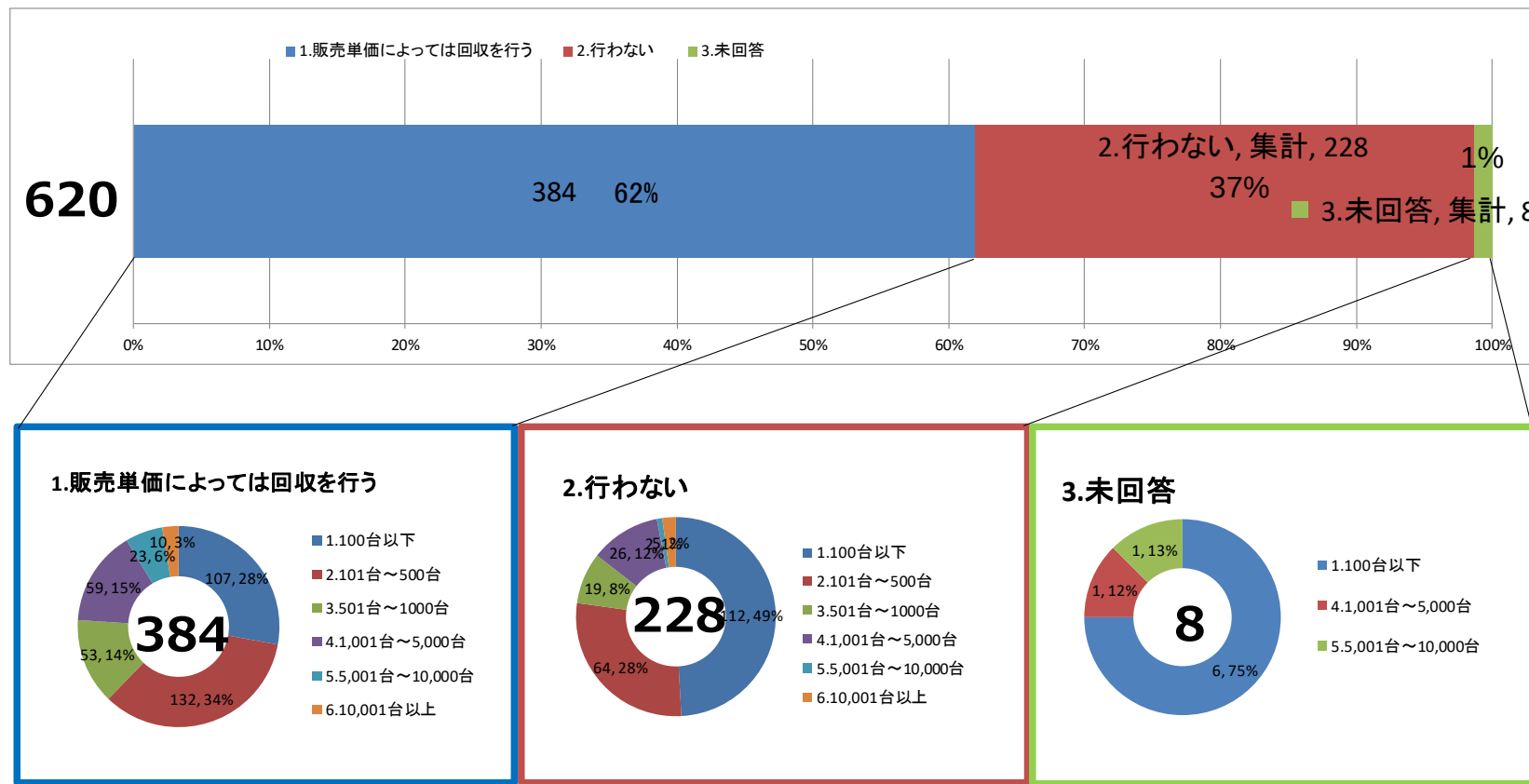


円グラフ



5. 今後再生材向けに販売するか

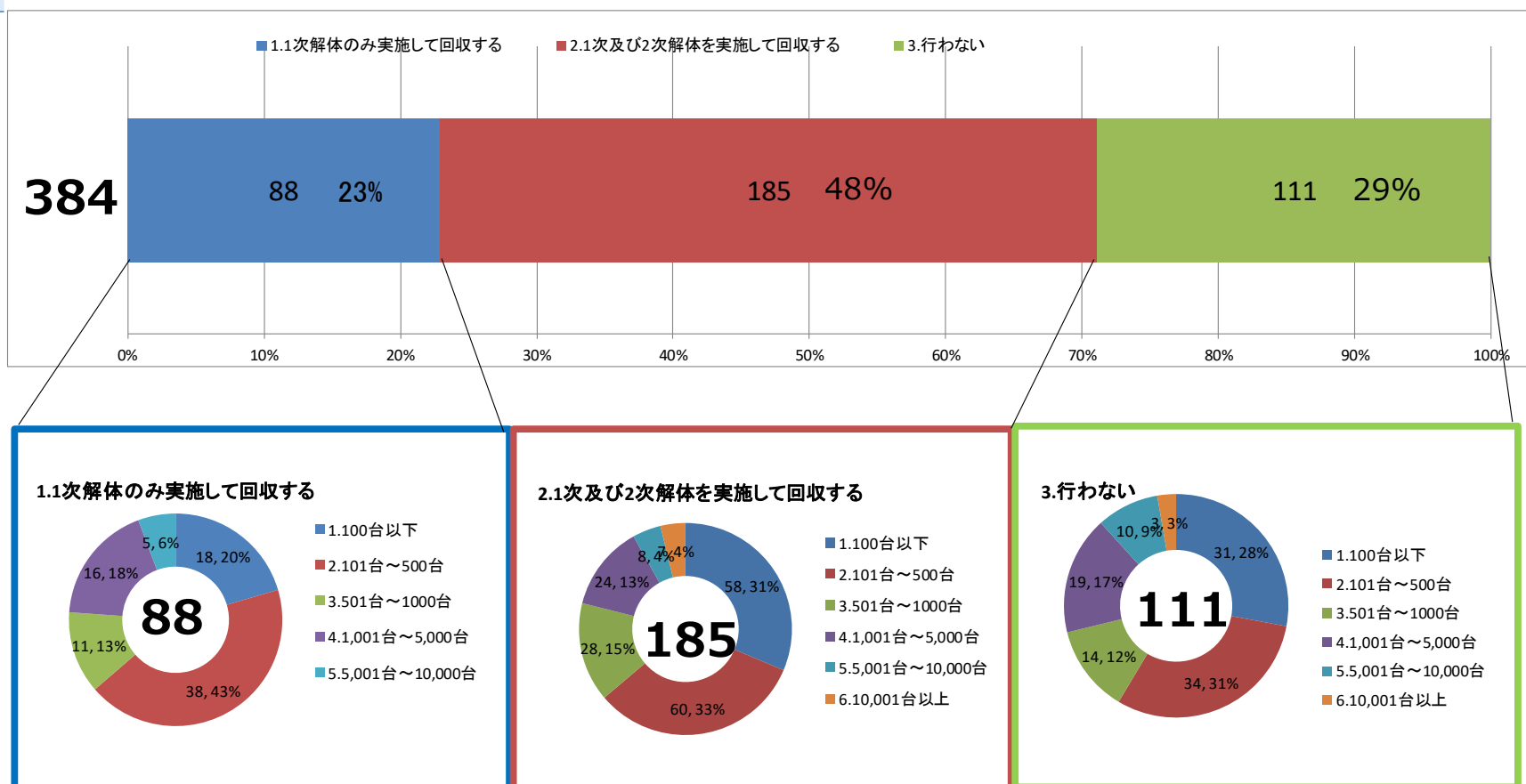
- 再生材向けに販売と回答した23事業所以外の**620事業所**に今後再生材向けに販売するか質問したところ、**62%の384事業所**が販売単価によっては回収を行うと回答した。



円グラフ内の数値及び棒グラフ数値は事業所数を表す

6.1次30円/kg、2次まで50円/kgで販売するか

- 販売単価によっては回収を行うと回答した**384事業所**に対して、1次解体で30円/kg、2次解体までで50円/kgの場合、販売を行うか質問したところ、**23%の88事業所が1次解体のみ実施して回収する**、**48%の185事業所が1次解体及び2次解体を実施して回収すると答えた**。つまり**約70%が回収**としている。



6.1次30円/kg、2次まで50円/kgで販売するか

- 本アンケートで今後再生材向けに1次解体のみ又は2次解体までで販売するとした**273事業所**のうち、**仮に1台から12kgの樹脂部品を回収した場合、回収可能な樹脂量は最大で5,041 t**である。

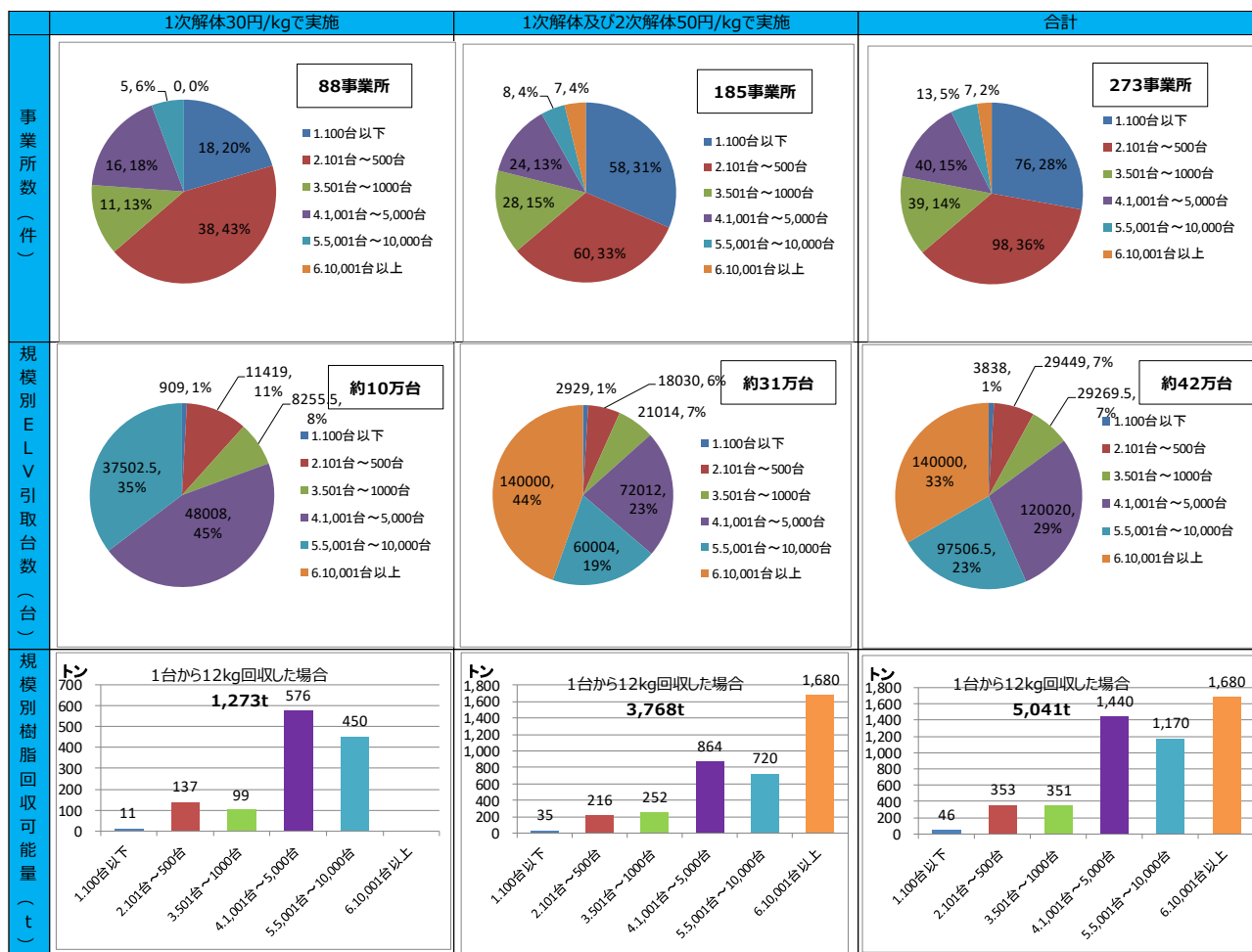
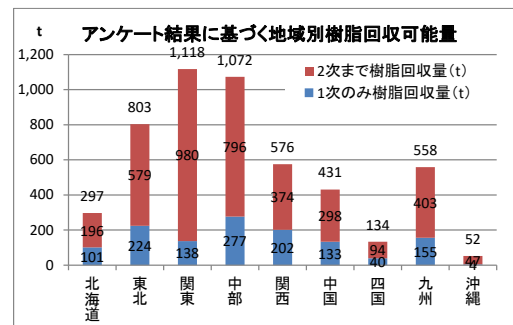


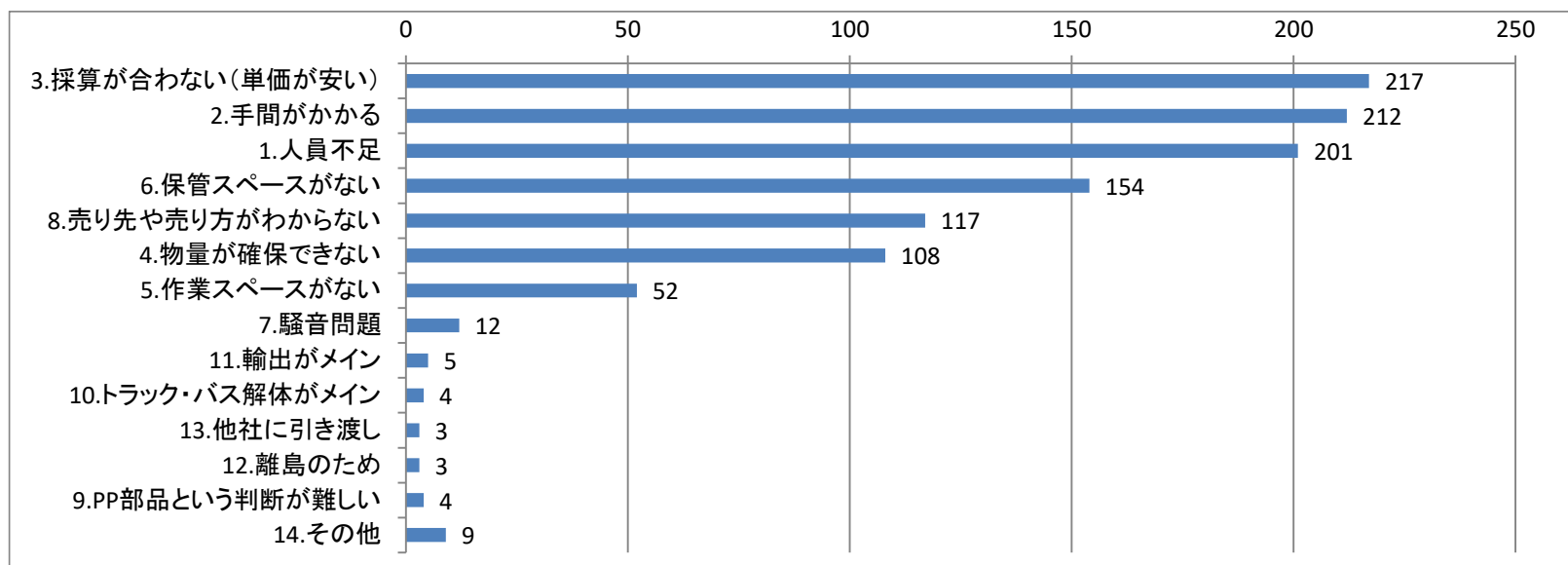
表. ELV引取台数中央値

	中央値 (台)	1台12kgのPP樹脂を回収した場合の回収量 (kg)
1.101台以下	50.5	606
2.101台～501台	300.5	3,606
3.501台～1001台	750.5	9,006
4.1,001台～5,001台	3,000.5	36,006
5.5,001台～10,001台	7,500.5	90,006
6.10,002台以上	20,000.0	240,000



7.実施しない理由

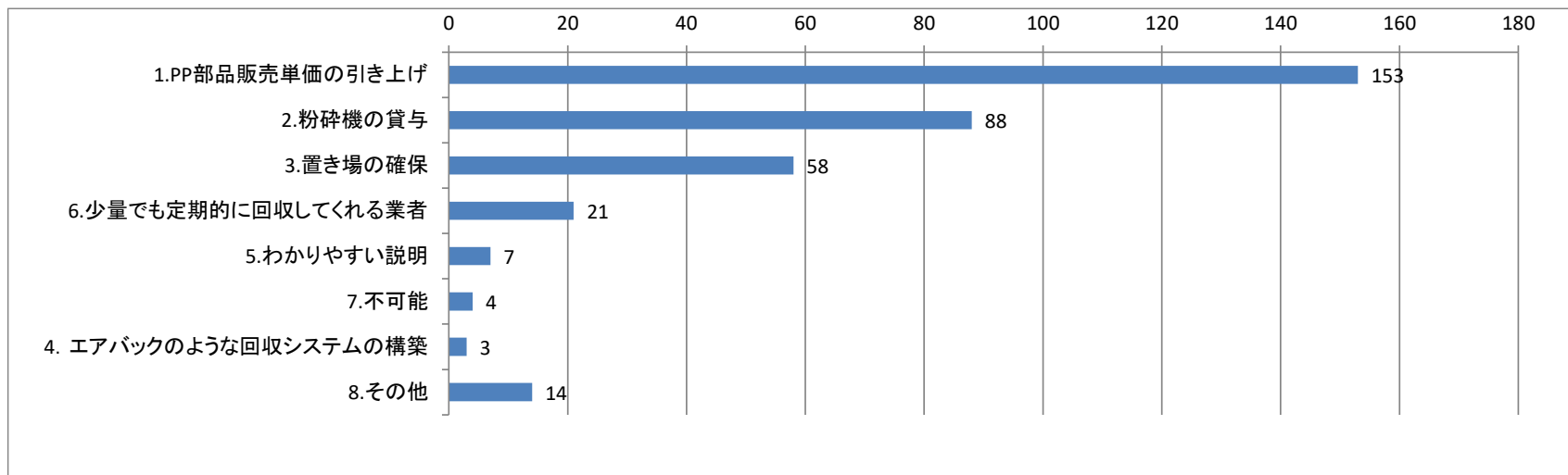
- 実施しない理由に該当するものをすべて選択してもらった結果、多い理由は採算が合わない、手間がかかる、人手不足等であった。



その他詳細
ダスト引きの軽減や取引先やメーカーへのアピールなど
解体引取り分からカッパ一分を除去してプレスとして全部利用にしているため
鉄相場により変わってくる。今の相場であればやっても良いかもしれないが、物流の問題もある
今取り外し販売はしておらず売り先もわからない。月台数（車）が少なくともバンパー量少なくとも持って行ってくれる業者、どんなバンパー（傷へゴミ有り）でも持って行ってくれる業者があるのか
どれくらい量を確保すれば引取に来てくれるかわからない、また大量の時の積込は誰が行うのか。
必要なPPリストの中から弊社判断で回収する、回収しないを選別する
仮に決まっても今の中・米のように最終的にゴミ問題になる
破碎業の許可を持っていない
廃業

8.実施しない人のうち、今後期待すること

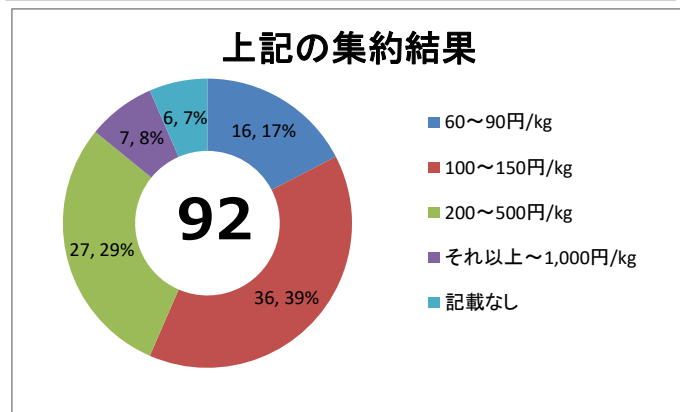
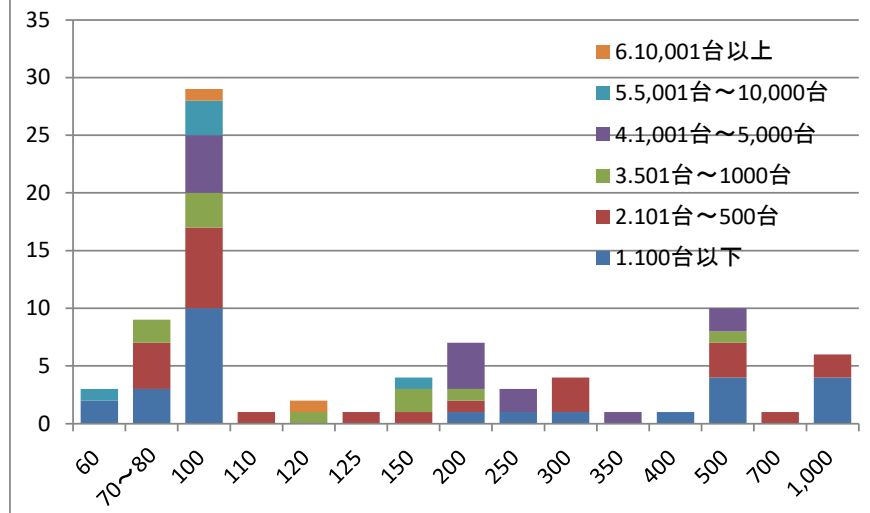
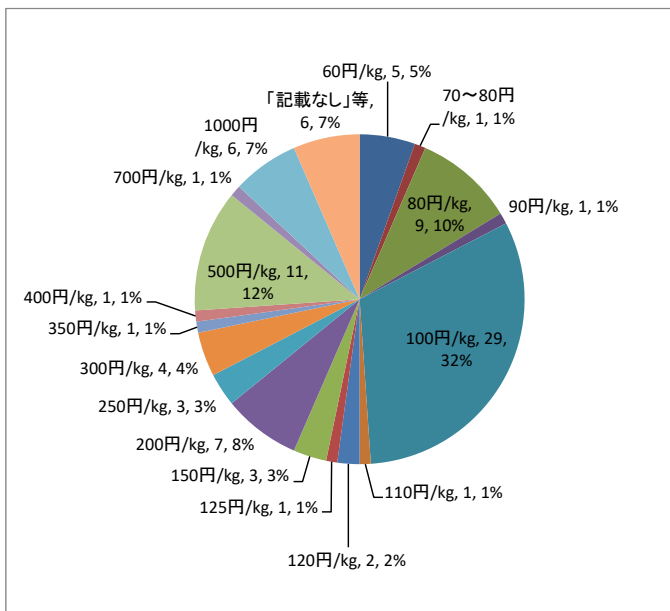
- 今後期待されることは部品単価の引き上げ、破碎機の貸与、置き場の確保、少量でも定期的に回収してくれる業者の確保等である。



その他詳細
安価な使用済自動車の確保
運賃の補助等
置場払いであれば（運ぶ車輛がないため）
1次解体のみであれば協力できる
メーカーが作業時間を短縮できる車両を考えていただけるのなら
解体者でもゴミの問題が浮上していて上手くいかないと思います。あまりにも規制が多過ぎる、戦争と同じ、現場がわからない、G20で議論したら。
混合産廃の処理単価、作業コスト、販売可能な中古部品価格など総合的に比較して決めたい
設備投資が必要、補助金、助成金90%以上
組合でやっている、2次解体での手間がかかるので今はしていない
当社で独自再生を行う研究中、独自再生（エネルギー・資源化）した場合ダスト費用からの一部支給
動脈産業感覚で、数量納期を指定されれば回収する
日本国内においてリサイクル事情は対応が遅すぎると思います。バンパーや内装部品等、PP製品、ABS樹脂等素材別に選別し有償にて買い取る、もしくはフロンやシュレッターダスト同様にリサイクル料金の中から回収業者に支払うべきだと思う。余剰金も相当余っていると思いますのでその中からでも算出できるのではないかと。
粉碎機を置くスペースがない、外したままの回収であれば考える

8.実施しない人のうち、今後期待すること

- 最も多かった単価の引き上げの要望であるが、100～150円/kgという回答が39%の36件を占めている。



その他

キロ30円と言う事は廃車プレス（AP）の販売価格がダスト引きでもキロ10円～20円の相場を顧みると、PPの価格は「PP30円-AP20円＝実質10円」場所を取るのに10円では単価が安いと感じます

この例だと作業時間がかかると思うので例のバンパーでもフロントリア両方を外すには必要ないものかもしれない、グリルヘッドライト等を外す必要があるとその時間を考えると採算が合わないです

以前やっていたが粉碎品を保管するスペースがなく大型1車分を生産するまでに袋が破れたりした。自社だけの数量では独自に設備を導入しても採算があわない

最低でもパーツ販売よりも高値

鉄ガラ単価の1.5倍～2.0倍以上