

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
(地理条件及び選好・忌避成分に着目した
自動車ガラス再資源化実証)

(最終報告書)

2020年3月27日

三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社

担当者連絡先

担当者名：清水孝太郎・小川恵司・井上領介・長嶋彩乃

部門：環境・エネルギー部

電話番号：03-6733-1023

メールアドレス：k.shimizu@murc.jp

はじめに

環境省「自動車リサイクルに係る 3 R の推進・質の向上に向けた検討会」¹では、現在の ASR 基準重量の算定方法だとプラスチックやガラスといった金属以外の資源のリサイクルによる ASR 発生抑制効果が考慮されていない旨が指摘されている。過去の自動車リサイクル関連の各種実証²では、スラグや ASR となっていたガラス及びプラスチックに注目し、効率的な精緻解体により事前に分離することで、再資源化プロセスのコスト低減効果が期待できることを確認した。

一方、これまで ELV 由来のガラスでセメント再生を行う実証はあったが、ガラスとしての再資源化は実証されていない。そこで、本事業ではどのような条件下であれば、自動車ガラスの再資源化が経済的に成立するか明らかにし、今後それをガラス業界と解体事業者等が協力して実行に移すことで、ASR の発生抑制に貢献することを目的とした。

初年度はフロントガラスを除く 5 部位の自動車ガラスを対象として、特性把握、精緻解体実証、ロジスティクスの最適化や再資源化の可能性を検討した。その結果、自動車ガラスは中間膜を有するフロントガラス、表面に熱線などが付いたリアガラスを除き、サイドガラスはほぼ一様な成分であることが確認された。また、光学特性や色の厳密な調整が必要な自動車用板ガラスへの利用は難しいと判断し、まずはグラスウールへのリサイクルを筆頭候補として検討を進めることとした。精緻解体実証では自動車ガラスはベストプラクティス（最も解体作業時間が短かったケース）導入により作業時間が効率化できる可能性があるほか、回収したガラスを廃車ガラと合積みで家電リサイクル工場やシュレッダー事業所といった一次集荷拠点まで運搬する方法が効率的であることが示された。

2 年目となる本事業では、ELV 由来のガラスを用いたグラスウールの試作及び製品評価を実施した。また、解体実証では新たにフロントガラスについて解体ベストプラクティスの検討を進めた。ロジスティクスに関しては、一次破碎拠点まで破碎ガラスと廃車ガラを合積みした場合の経済的効果を検証するとともに、一次集荷拠点でも家電リサイクルで発生する廃ガラスと合積みし、カレットメーカーまでの輸送についても効率化を達成するスキームを検討した。

本事業において技術的にガラスの再資源化が実現可能であることを示したほか、最大限再資源化コストを圧縮する方法を検討した。今後の課題は、再資源化プロセスにおけるさらなる採算性の向上であるが、これにはガラスの減少した廃車ガラのダスト引き改定（シュレッダー処理の場合）や、ガラス回収によって削減された ASR 処理費用の解体事業者への還元など、解体事業者の回収メリット向上が不可欠である。経済的課題解決のためには、解体事業者と破碎事業者を含む複数事業者間のコンソーシアムを確立することなどにより、制度的な課題を乗り越えていくことが求められている。

¹ 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクル WG 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会自動車リサイクル専門委員会 第 44 回合同会議 参考資料 20 (2016 年 9 月 30 日)

http://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangvo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/044_s20_00.pdf

² 平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業、平成 27 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業 <http://www.env.go.jp/recycle/car/material5.html>

目次

1. 助成事業の計画	1
1.1. 自動車リサイクル業界における事業の位置付け・背景	1
1.2. 事業の実施内容.....	2
2. 助成事業の報告	6
2.1. 助成事業実施結果	6
2.2. 実施結果を踏まえた考察	43
3. 今後の実証事業実施における課題及び解決方法等	54
3.1. 現状の課題	54
3.2. 課題の解決方法.....	56
4. 事業化の計画	59
5. 事業の評価	60
5.1. 採算性の評価	60
5.2. 有効性の評価	62
6. 解体した ELV の諸元データ（資料編）	65
6.1. 初年度事業	65
6.2. 第2年度事業	70
7. 成分分析データ（資料編）	71
7.1. リアガラス（RRR）	71
7.2. 助手席側サイドフロントガラス（SFL）	73
7.3. 運転席側サイドフロントガラス（SFR）	75
7.4. 助手席側サイドリアガラス（SFL）	77
7.5. 運転席側サイドリアガラス（SFR）	79
7.6. フロントガラス（FFF）	81

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

産業構造審議会産業技術分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会合同会議(以下、「政府審議会」)は、使用済自動車の再資源化等に関する法律(以下、「自リ法」)施行後10年の節目において、自動車リサイクル制度の見直しについて検討を行い、「自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書(平成27年9月)」を取りまとめた。この報告書では、自動車製造業者等における環境配慮設計や再生資源利用、解体事業者による部品リユースの取組み、関係事業者の連携による自動車リサイクルの最適化といった取組みの必要性が指摘されている。

環境省では、「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」を設置し、その検討結果を報告書に取りまとめている(政府審議会第44回会合(平成28年9月30日)参考資料20)。ここでは、ガラスやプラスチックのリサイクルを行っても採算確保が容易ではなく、現在のASR基準重量の算定方法ではプラスチックやガラスといった金属以外の資源のリサイクルによるASR発生抑制効果が考慮されていない旨が指摘されている。環境配慮設計等の取組みが進み、市場原理に基づくこれらの資源の取り外しが可能となった段階でASR基準重量の算定方法への反映について検討を行うべきとしている。

一方、弊社が取り組んできた自動車リサイクル関連の各種実証(平成26・27年度環境省低炭素型3R技術・システム実証事業)では、これまでスラグ(自リ法31条プロセス:全部再資源化)やASR(自リ法28条プロセス)となっていたガラスやプラスチックに注目し、事前に効率的な精緻解体で分離することで、解体プロセスは一時的にコストが増加するものの、後工程の再資源化プロセスのコスト低減効果を期待することができ、一定条件を満たせば、全体として経済合理的に再資源化できる可能性を示した。

本提案は、こうした背景を踏まえ、どのような条件下であれば(例:それぞれの再資源化方法に最適化されたガラス部位の精緻解体、輸送コストを圧縮できる地理的条件(再資源化施設までの距離とその再資源化方法も視野)、再資源化で期待できる付加価値とここから捻出できる処理コスト等)、市場原理に基づく自動車ガラスの再資源化が可能となるか、これを定量的に明らかにすることで、我が国におけるASRの発生抑制に貢献することを目指すものである。

1.2. 事業の実施内容

1.2.1. 事業計画概要

1. ELV の精緻解体実証

ELV の精緻解体に関する実証要領を定め、立地環境の異なる複数の解体事業者の協力を得ながら、労務コストや洗浄等のコストを最小化できる精緻解体について検証する。弊社が過去に時間分析等を行ってきた精緻解体に関する各種実証事業の成果を踏まえ、そこでもっとも効率的と考えられた解体方法を取り入れる。これに基づき（単位重量当たりの）効率性やコストを算定する。

初年度はフロントガラスを除く 5 部位について検討したが、第 2 年度は初年度のベストプラクティスを展開して課題を確認するとともに、フロントガラスの効率的な解体方法やコストを算定する。

2. 需給バランス及び地理的条件を考慮したロジスティクス実証

取り外したガラスについて、どのような輸送方法、どのような再資源化方法、またどこかの再資源化施設であれば、どの程度のコスト低減ができるか、実際の輸送経路や再資源化に要するコスト等を極力参照しながら（「合積み」の可能性も含む）、（単位重量当たりの）効率性やコストを推計する。

初年度に解体事業者からシュレッダー業者を経てカレット工場に向かう場合の輸送を想定して回収可能なガラス量を推計したが、第 2 年度は解体事業者から一次集荷拠点への合積みの効果を考慮したほか、カレットメーカーへの輸送となる二次輸送についても、家電リサイクルで発生した廃ガラスと混載する合積みの実現可能性を検討する。

3. 素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討

初年度に実施した成分分析の結果、自動車ガラスは中間膜を有するフロントガラス、表面に熱線などが貼り付いているリアガラスを除き、ほぼ様な構造・成分であることが判明した。また、光学特性や色の厳密な調整が必要な自動車用板ガラスへの利用は難しいと判断し、まずはグラスウールへのリサイクルを筆頭候補として、第 2 年度に試作・評価を実施する。

また、第 2 年度には初年度に実施しなかったフロントガラスの成分分析も実施し、将来的な活用可能性についても検討する。

4. 再資源化プロセスの実証

様々な条件で解体された自動車ガラスについて、グラスウールの再生品を試作し、各種物性について評価を行う。関係者へのヒアリングにより指摘された、忌避物質等の混入量とそれによるグラスウールの品質への影響を評価し、そこから忌避物質等の混入上限の具体化を目指す。

5. 自動車ガラスの精緻解体及び再資源化の可能性に関するまとめ

自動車ガラスの再資源化がどのような条件下で成立するか整理するとともに、日本全国における ASR 発生抑制効果等を評価する。

図 1-1 に初年度の成果と第 2 年度の実施事項を整理した。

	昨年度実施事項	昨年度結果	本年度実施事項
① ELVの精緻解体実証	<ul style="list-style-type: none"> ■ ガラス解体の作業性検討 <ul style="list-style-type: none"> ● 時間計測・分析の実施 ● 作業コストの試算 ● ベストプラクティスの検討 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ガラス解体の作業性検討 <ul style="list-style-type: none"> ● ベストプラクティスの特定 ● ダスト引き改定を考慮すれば、事業性あり 	<ul style="list-style-type: none"> ■ フロントガラスの作業性検討（時間分析）
② 需給バランス及び地理的特性を考慮したロジスティクス実証	<ul style="list-style-type: none"> ■ 効率的なロジスティクス検証 <ul style="list-style-type: none"> ● 収益が費用を上回る範囲での回収可能範囲の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 効率的なロジスティクス検証 <ul style="list-style-type: none"> ● ガラス単価別に回収可能なガラス量を試算(2.1～5.6万t) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃車ガラとの合積み効果の検証 ■ 家電リサイクル由来のガラスとの合積み効果の検証
③ 素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自動車ガラスの特性分析 <ul style="list-style-type: none"> ● 自動車ガラスの成分分析 ● 忌避成分に着目した自動車ガラスの再資源化用途検討 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自動車ガラスの特性分析 <ul style="list-style-type: none"> ● フロントガラス、リアガラスを除き、ほぼ一様な構造・成分 ● グラスウール向けなら制約少 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自動車ガラスの特性分析 <ul style="list-style-type: none"> ● フロントガラスの分析実施（時間分析、成分分析） ④ 再資源化プロセスの実証へ
④ 再資源化プロセスの実証	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ グラスウールの試作 <ul style="list-style-type: none"> ● 5サンプルでの試験溶融 ● 実操業ベースでの試作試験 ● 第三者機関での品質評価
⑤ 自動車ガラスの精緻解体及び再資源化の可能性に関するまとめ	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ 再資源化成立条件の評価 ■ ASR発生抑制効果の評価等

図 1-1 初年度の成果と第 2 年度の実施事項

1.2.2. 事業の実施体制

弊社がこれまでに取り組んできた自動車リサイクル関連の各種実証で連携した素材メーカー、解体事業者等と協力し、解体実証、成分分析等を進める。これらの検討に際しては、1～2カ月に1回程度の頻度で定例会合を開催し、ガラス業界関係者のほか、学識者（弊社主催の「自動車リサイクル制度研究会」で座長を依頼している早稲田大学・小野田弘士教授等）や、協力事業者にも参加を頂き、総合的な検証を進める。

図 1-2 に実施体制を示す。なお、体制図には記載をしていないが、第2年度の途中からは定例会合に一般社団法人日本自動車リサイクル機構もオブザーバーとして参加している。

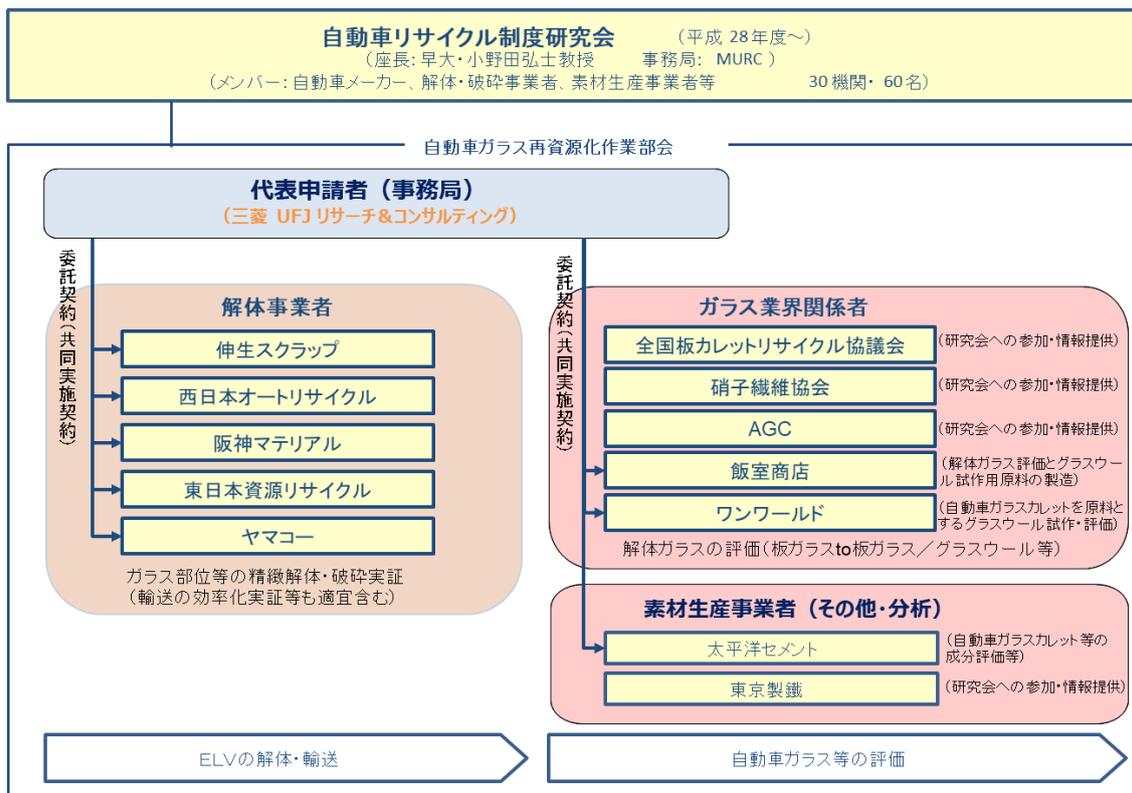


図 1-2 実施体制

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

1.2.3. 事業の実施スケジュール

図 1-3 に実施スケジュールを示す。

本事業は2カ年での実施を予定しており、今年度（第2年度）は以下の通り、①ELVの精緻解体実証、②需給バランス及び地理的条件を考慮したロジスティクス実証、③素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討、④再資源化プロセスの実証、⑤自動車ガラスの精緻解体及び再資源化の可能性に関するまとめ 需給バランスや選好・忌避成分に着目した再資源化プロセスの実証を進める。

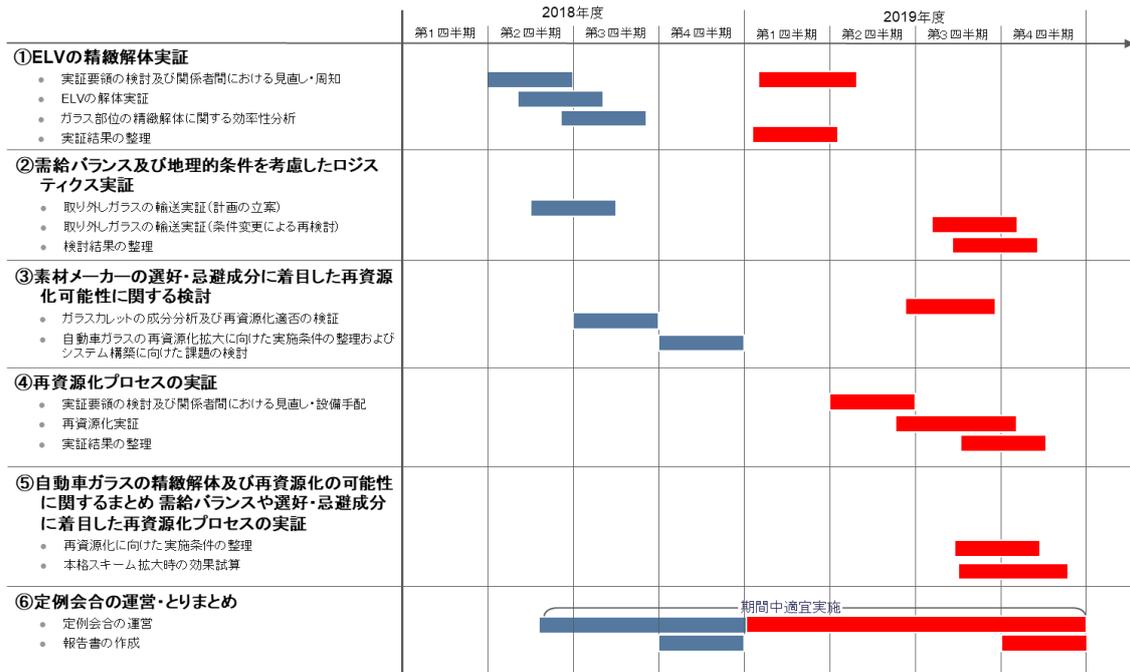


図 1-3 実施スケジュール

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

2. 助成事業の報告

2.1. 助成事業実施結果

2.1.1. ELV の精緻解体実証

(1) 概要

解体事業者は ELV から必要な自動車ガラスを解体し、自動車ガラスを回収した。解体した車両及び回収したガラス情報を記録するほか、解体・回収作業の撮影を行い、事務局（三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社）にて解体時間の分析を実施した。

初年度には自動車ガラス 5 部位（サイドフロントガラス運転席側、サイドフロントガラス助手席側、サイドリアガラス運転席側、サイドリアガラス助手席側、リアガラス）について検証した。自動車ガラスにはほかにもフロントガラスがあるが、飛散防止用の中間樹脂膜が使用されており、再資源化には特殊な処理を必要とすることから、比較的再資源化に向けた課題の少ないその他の 5 部位を対象とした。

一方で、第 2 年度は初年度事業で有効な成果が得られたことから、フロントガラスについて追加で分析対象とした。また、初年度に解体実証を実施したフロントガラスを除く 5 部位に関しては、グラスウール試作用として回収した。

(2) 解体対象とした ELV

① 回収時間計測及び成分分析用

我が国で生産される自動車ガラスの多くは、AGC（旭硝子）、日本板硝子、セントラル硝子の 3 社の製品に集中している。そのため、初年度はこの 3 社の自動車ガラスについてメーカー及び車種、年式によってどの程度成分に違いが生じるかを確認し、自動車ガラスの取り外し及び選別基準を検討するための材料とした。なお、2000 年代以降、UV カットガラス等の機能ガラスの導入が増えてきたことを踏まえ、これらが含まれるように合計 30 台の ELV の選定を行った。また、ELV の選定に際しては、自動車の耐用年数が約 14 年であることから、実証を開始した 2018 年から 14 年前となる 2004 年以前に製造された自動車と、2005 年以降に製造された自動車で年代を区切り、事業全体で車種及び年代に偏りが出ないように考慮した。

上記の条件を満たすため、表 2-1 に示す 6 台（解体事業者 1 社当たり カテゴリー A で 3 台、カテゴリー B で 3 台の計 6 台）の ELV を選定し、合計 30 台を試験に供することとした。但し、実際には当初の予定と異なり初年度は 4 社の解体事業者で実証を行ったことなどから、表 2-1 の条件を満たす車両で、各解体業者が入手できた車両を随時割り振って解体することとした。

表 2-1 処理対象とした ELV (初年度)

種別	車種 (メーカー)	年式	
		カテゴリーA ～2004年	カテゴリーB 2005年～
普通乗用	① AGC・日本板硝子・セントラル硝子のいずれか1社 (トヨタ・ホンダいずれかから選ぶ)	1	1
小型乗用	② AGC・日本板硝子・セントラル硝子のいずれか1社 (トヨタ・ホンダ・日産・マツダいずれかから選ぶ)	1	1
軽乗用	③ AGC・日本板硝子・セントラル硝子のいずれか1社 (ダイハツ・スズキいずれかから選ぶ)	1	1

フロントガラスを分析対象とした第2年度についても、フロントガラスがメーカー及び車種、年式によってどの程度成分に違いが生じるかを確認するために、解体事業者5社(A社～E社)で表2-2に示す10台(2台×5事業者)のELVを回収対象とした。なお、初年度の対象車両と揃えるために、年式についても初年度と同様の基準を採用している(2004年以前に製造された自動車と、2005年以降に製造された自動車で年代を区別)。

表 2-2 処理対象とした ELV (第2年度)

種別	車種 (メーカー)	解体方式の違い		
		ニブラ・カッターの機械解体	糸のこ・熱線等の手解体	
普通乗用	① AGC・日本板硝子・セントラル硝子のいずれか1社 (トヨタ・ホンダいずれかから選ぶ)	カテゴリーA ～2004年	1	1
		カテゴリーB 2005年～	1	1
小型乗用	② AGC・日本板硝子・セントラル硝子のいずれか1社 (トヨタ・ホンダ・日産・マツダいずれかから選ぶ)	カテゴリーA ～2004年	1	1
		カテゴリーB 2005年～	1	1
軽乗用	③ AGC・日本板硝子・セントラル硝子のいずれか1社 (ダイハツ・スズキいずれかから選ぶ)	カテゴリーA ～2004年	1	
		カテゴリーB 2005年～	1	

表 2-3、表 2-4に本事業でガラスの回収対象としたELVを示す。

表 2-3 本事業でガラス5部位の回収対象とした ELV (初年度)

種別	メーカー	車種	型式	年式	解体事業者
軽自動車	スズキ	ワゴンR	TA - MC22S	1992	C
	スズキ	ワゴンR	GF - MC21S	2000	A
	スズキ	アルト	HA23S-727546	2004	D
	ダイハツ	ムーヴ	UA-L150S	2003	E
	ダイハツ	ムーヴ	DBA-L150S	2005	E
	ダイハツ	ムーヴ	DBA-L350S	2006	C
	ダイハツ	ムーヴ	DBA-L175S	2007	A
	ダイハツ	ハイゼット	S320V-0100074	2007	D
小型自動車	トヨタ	b B	UA - NCP30	2003	A
	トヨタ	イスト	DBA - NCP110	2007	C
	日産	マーチ	AK12-744845	2003	D
	日産	キューブ	UA-BZ11	2003	E
	日産	ティータ	DBA - C11	2006	A
	日産	キューブ	DBA-YZ11	2008	E
	日産	キューブ	BZ11-350762	2008	D
	ホンダ	モビリオスパイク	CBA-GK1	2005	E
	マツダ	デミオ	UA - DY3R	2004	C
普通自動車	トヨタ	チェイサー	GF - GX100	1999	A
	トヨタ	ヴォクシー	AZR60-0274392	2003	D
	トヨタ	ノア	TA - AZR60G	2003	C
	トヨタ	マークX	DBA - GRX120	2005	A
	トヨタ	アイシス	DBA - ZGM10W	2012	C
	ホンダ	ステップワゴン	E - RF2	1997	C
	ホンダ	ステップワゴン	UA-RF3	2003	E
	ホンダ	オデッセイ	DBA-RB1	2005	E
	ホンダ	ステップワゴン	RG1-1046124	2005	D
	ホンダ	ステップワゴン	DBA-RG1	2005	E
	ホンダ	ステップワゴン	DBA - RG1	2006	C
	マツダ	プレマシー	DBA-CREW	2009	E
	三菱	グランディス	GF-N84W	2000	E

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) A~Eは解体を担当した解体事業者を示す。

表 2-4 本事業でフロントガラスの回収対象とした ELV (第2年度)

種別	メーカー	車種	型式	年式	解体事業者
軽自動車	ダイハツ	ムーヴ	GF-L902S	1999	A
	ダイハツ	タント	DBA-L375S	2013	A
小型自動車	トヨタ	パッソ	DBA-KGC10	2009	B
	日産	キューブキュービック	UA-BGZ11	2004	B
	マツダ	デミオ	DBA-DY5W	2005	C
	マツダ	デミオ	GF-DW5W	2001	C
普通自動車	ホンダ	アコード	CK7-3103437	2005	D
	トヨタ	ノア	SR40-0282588	2001	D
	トヨタ	シエンタ	DBA-NCP81G	2006	E
	トヨタ	ヴォクシー	TA-AZR60G	2002	E

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

(注) A~Eは解体を担当した解体事業者を示す。

② グラスウール試作用

初年度のフロントガラス以外の5部位の分析結果からは、年式や部位による成分等の違いは認められなかった。そのため、特に車種等は限定せず、グラスウール試作用に合計で2,000kgの自動車ガラス(200kg×5試作検体+1,000kg×実操業検体)を回収した。フロントガラスを除く自動車ガラス1台当たり約12.5kgと想定し、解体事業者5社で200台分(40台×5事業者)の自動車ガラスを回収した。

(3) 自動車の解体時間分析方法

回収作業の撮影を行うガラスを表 2-5 に示す。なお、フロントガラスについては第2年度、その他5部位については初年度に計測した。また、異なる基準で分析されてしまうことを防ぐため、各事業者において解体の様子を映像撮影し、それを事務局が統一的に分析した。

表 2-5 本事業の対象ガラス部位

記号	ガラス部位	
SFR	サイドフロント	運転席側
SFL	サイドフロント	助手席側
SRR	サイドリア	運転席側
SRL	サイドリア	助手席側
RRR	リア	
FFF	フロント	

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

撮影対象とした作業は、「解体」「準備解体」「移動・運搬」「停滞」と定義する作業とした。但し「運搬」は、解体作業場付近のフレコンバック等指定置き場への運搬時間を指し、トラックへの運搬や素材生産事業者への運搬などは含まないものとした(表 2-6)。

表 2-6 時間計測における作業の分類方法

分類	定義	具体的な作業例
解体	対象部品を車両から取り外す作業	<ul style="list-style-type: none"> ・工具等でねじやリベット等を取り外す ・手や工具等で部品をひきはがす 等
準備解体	対象部品を車両から取り外すために必要な解体作業	<ul style="list-style-type: none"> ・ドアトリムの解体 等
移動・運搬	解体のための作業員の移動や、部品の運搬等	<ul style="list-style-type: none"> ・工具を取りに行く ・回収した部品を運搬する 等
停滞	解体、移動・運搬以外の作業	<ul style="list-style-type: none"> ・装置の立ち上げを待つ ・別の作業者の作業終了を待つ 等

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

(4) 時間計測の方法

解体作業映像を観察し、作業時間の区分が切り替わった時点で、それぞれの内容と所要時間を記録様式に記録した（表 2-7）。なお作業時間が 2 秒に満たない極めて短時間の作業については、当該部品の解体時間全体に与える影響が小さいこと等を勘案し、作業時間の計測はせず、その直前の作業区分に組み込むこととした。

表 2-7 記録様式の記載例

No.	作業内容	開始時間	作業時間	合計時間	作業区分				具体的な作業(その他のみ記入)
					解体	準備解体	移動・運搬	停滞	
1	②-1. 周辺部品のネジやビスを外す	00:00	00:20	00:20		1			
2	③-1. 工具を取りに移動する	00:20	00:05	00:25			1		
3	②-2. 周辺部品を手や工具で取り外す	00:25	00:15	00:40		1			
4	③-2. 部品（周辺部品含む）を運搬する	00:40	00:05	00:45			1		
5	①-2. 対象部品を手や工具で取り外す	00:45	00:35	01:20	1				
6	③-2. 部品（周辺部品含む）を運搬する	01:20	00:10	01:30			1		

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

選択する作業内容は、解体作業映像の観察者によるばらつきを極力減らすため、表 2-8の内容とした。この他、映像の観察担当者は、事前準備として、対象部品の写真を確認し、対象部品の名称とイメージを一致させておくことや、対象部品解体の映像を一度観察し、作業全体の流れを把握しておくことなどを行う。

表 2-8 記録様式中の作業内容の選択項目

作業区分	作業内容
解体	①-1. 対象部品のネジやリベットを工具等で外す
	①-2. 対象部品を手や工具で取り出す
	①-3. その他解体
準備解体	②-1. 周辺部品のネジやリベットを外す
	②-2. 周辺部品を手や工具で取り出す
	②-3. その他準備解体
移動・運搬	③-1. 工具を取りに移動する
	③-2. 部品（周辺部品含む）を運搬する
	③-3. その他移動運搬
停滞	④-1. 機械作動の待ち時間
	④-2. 他の作業員の作業待ち
	④-3. その他停滞

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

(5) 計測時に留意すべき事項

2名以上の作業者が同時に一つの部品を解体している場合、記録様式に作業人数を記載することとし、作業員それぞれの時間計測を行い、作業内容を記録することとした。当該部品に要した解体時間の算出は、各作業員の作業時間の合計とした。

2名以上が一つの部品を解体している最中に、映像に映っている担当者の一部または全員が、対象部品の解体、準備解体、移動・運搬に該当する作業のいずれも行っておらず、また当該部品以外の解体作業も行っていない場合は、停滞として計上した。但し2名が映像に映っており、うち1名が当該部品以外の別の部品の解体作業に費やしている時間は、当該部品の作業時間から除外することとした。

(6) 自動車の解体時間分析結果（初年度）

本事業に参画した解体事業者それぞれについて、車種別、ガラスの部位別の解体時間を集計し、各部位ごとの平均作業時間を図 2-1 に示した。平均作業時間としては、リアガラスの作業時間が最も長い。リアガラスについては解体事業者によって解体方法に差があり、バックドアを取り外してから回収する等、作業方法によっては時間を要することが原因と考えられる。また、サイドガラスに関しては、リア側よりもフロント側の方が短時間で回収できる傾向にあった。サイドリアガラスは小窓の取り外しも含む場合があるほか、スライドドアの場合にはドアを取り外してから回収した事業者がいたこと等から、作業時間が長くなる傾向にあったことが原因として考えられる。

なお、ガラス成分分析の精度を上げるためにサイドガラス 4 枚は、一部の場合を除いて割らずに取り外して回収した。

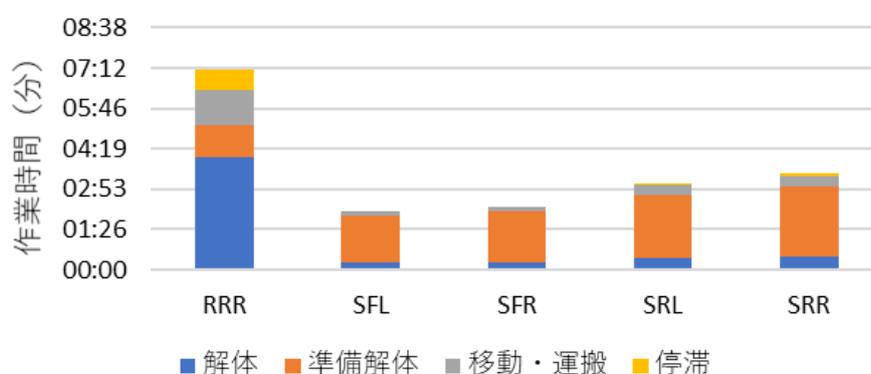


図 2-1 部位別自動車ガラスの平均作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) RRR：リア、SFL：サイドフロント（助手席側）、SFR：サイドフロント（運転席側）、SRL：サイドリア（助手席側）、SRR：サイドリア（運転席側）

また、各部位ごとの車両別解体作業時間を図 2-2～図 2-6 に示す。車種名の後ろに表記したアルファベットは解体を行った解体事業者（A～E）を示す。

リアガラスは事業者によって解体方法が異なり、かかっている作業時間に差がみられる。具体的にはリアガラスをそのまま割って回収する事業者と割らずに回収する事業者、ドアを外して作業を行うか否かで、差が生じている。

サイドフロントガラスは準備解体に係る作業時間に大きな差がみられる。これは、車種によるドアトリム（内張）構造の違いが影響していると考えられる。

サイドリアガラスでは、トヨタのヴォクシーやホンダのステップワゴンなどスライドドアの車両については一度ドアを取り外してから回収している場合に時間がかかっている。また窓ガラスを取り外す際、パワーウィンドウか否かで解体方法が異なる。手で開閉を行うタイプの窓ガラスは、車体との接続部分を切断するだけで容易に取り外すことができるため、パワーウィンドウタイプの窓ガラスよりも解体に要する時間が短い。

リアガラス

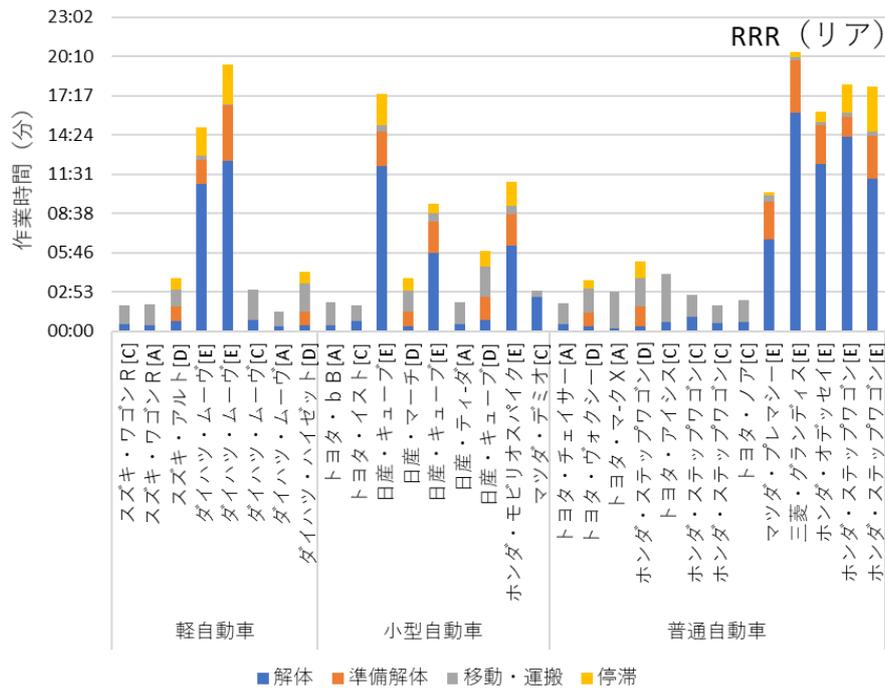


図 2-2 リアガラスの各車両解体作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

※E社はリアガラスを割らずに取り外しており、その他の事業者は割って回収している。

サイドフロントガラス (助手席側)

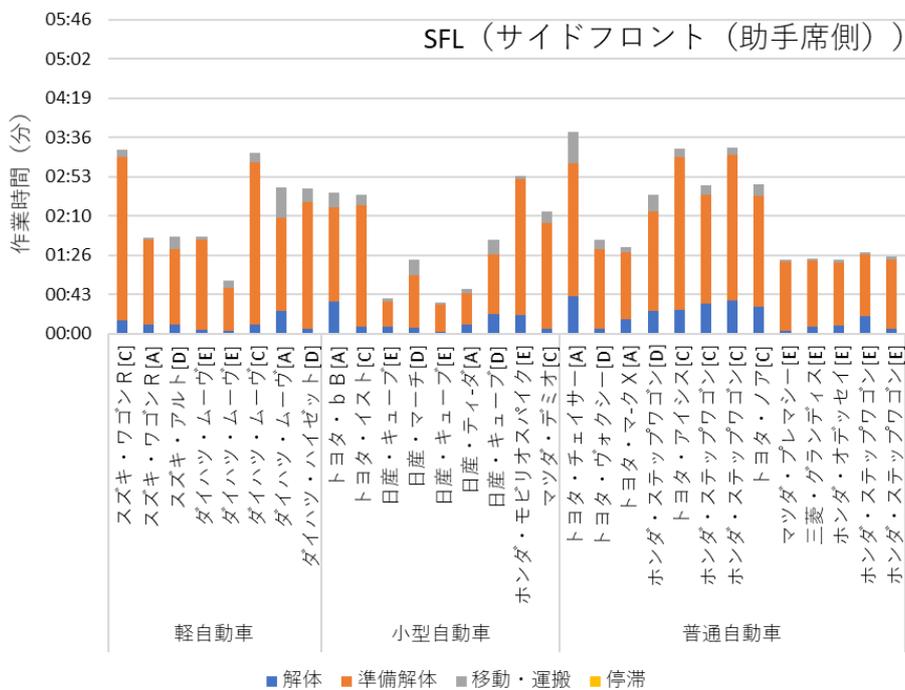


図 2-3 サイドフロントガラス (助手席側) の各車両解体作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

サイドフロントガラス（運転席側）

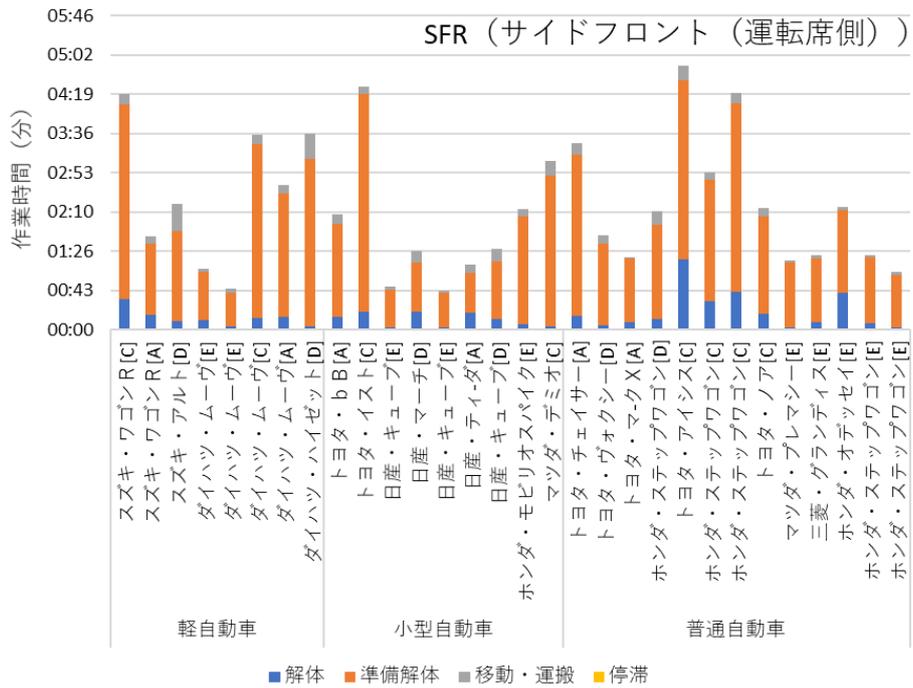


図 2-4 サイドフロントガラス（運転席側）の各車両解体作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

サイドリアガラス（助手席側）

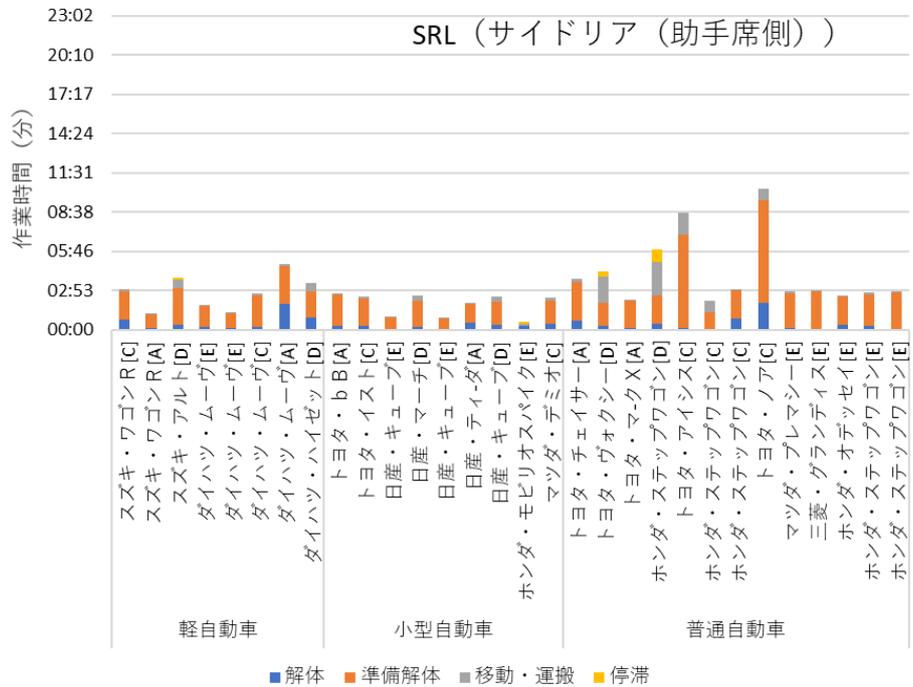


図 2-5 サイドリアガラス（助手席側）の各車両解体作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

サイドリアガラス（運転席側）

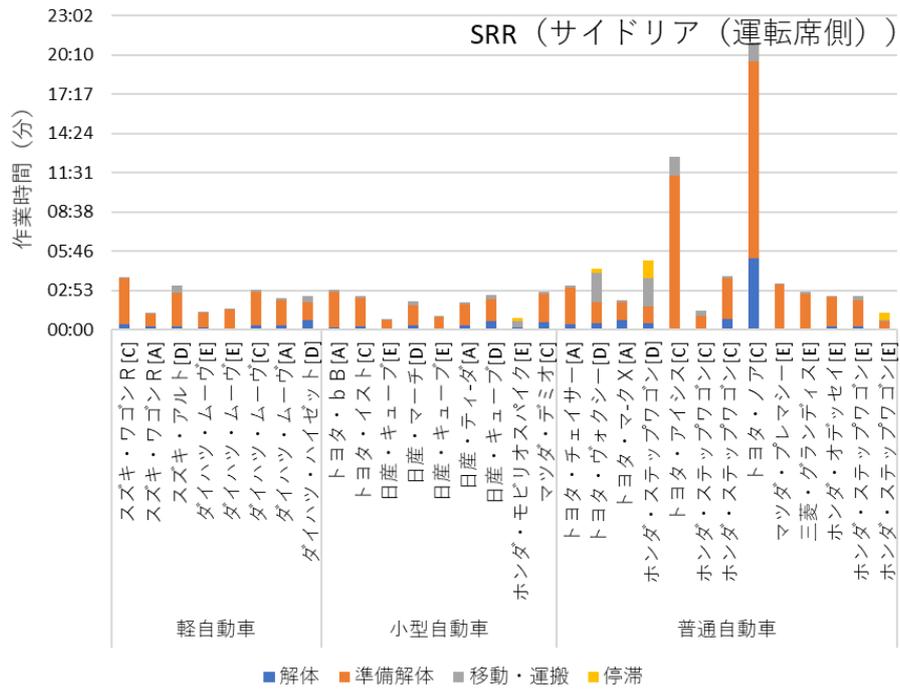


図 2-6 サイドリアガラス（運転席側）の各車両解体作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

(7) 自動車の解体時間分析結果（第2年度）

第2年度に実施したフロントガラスの解体作業時間を図 2-7に示す。

各車両の解体時間を比較すると、フロントガラスの解体に46分超の時間を要する事業者がいる一方で、僅か1分50秒足らずで解体する事業者もあり、解体時間に大きな差が出る結果となった。車両サイズも影響を与えている可能性があるが、それ以上に大きな差をもたらしているのが解体方法である。ガラスカッターなどの専用機具を用いた場合には効率的な解体が実現できるが、糸のこを用いた解体の場合にはフロントガラスの切断に時間を要するほか、作業員が2名必要となるため、作業時間が2倍になる。

作業時間の短いA社やD社では、耐摩耗性を高め、自動車ガラスの解体に特化した特注のガラスカッターをエアーチゼル等に装着して活用しており、こうした機具の活用が効率的な解体を実現している。図 2-8に各社の解体の様子を示す。

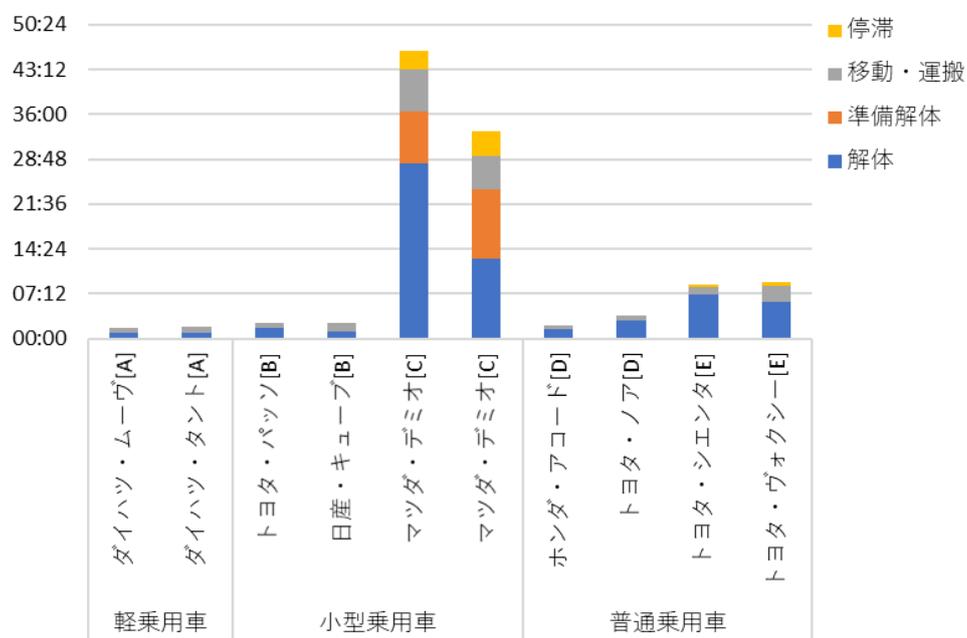


図 2-7 フロントガラスの解体作業時間

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

(注) A~Eは解体を担当した解体事業者を示す。

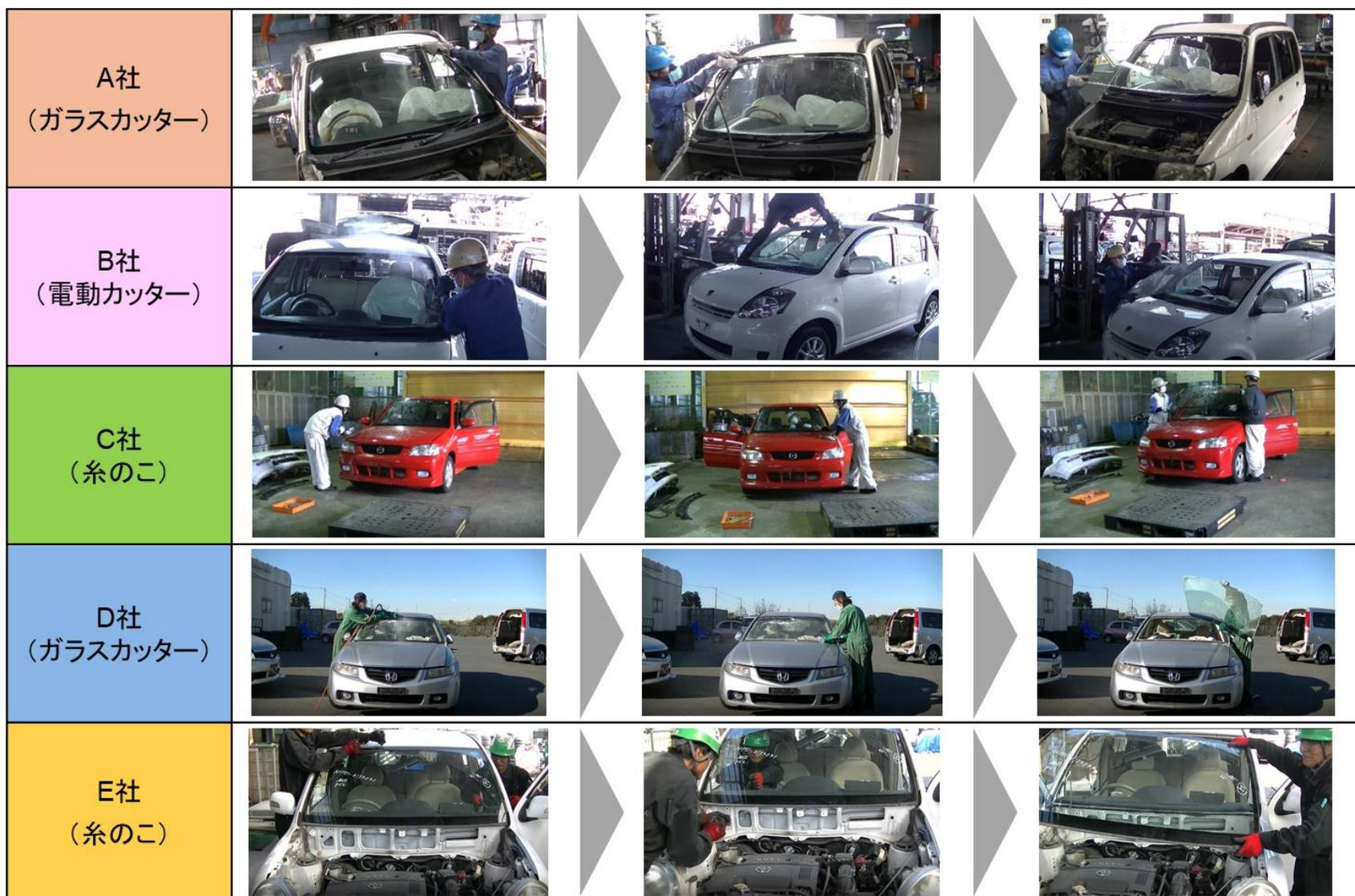


図 2-8 フロントガラス取り外しの様子

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(8) 他部位の自動車ガラスとの比較

図 2-9 に初年度に実施したフロントガラス以外のガラスと、フロントガラスとの平均解体作業時間及びベストプラクティスの比較を示す。

初年度の事業ではサイドガラスについてはすべての事業者で、ドアトリムを解体して割らずにガラスを取り外す方法が取られた（スライドドアの場合にはドアを取り外してシートの上でガラスを割って回収したケースもある）ため、各社間でのばらつきが少なかったが、リアガラスとフロントガラスでは解体方法によって作業時間に差が出たこともあり、平均作業時間が長くなっている。特に、フロントガラスは糸のこを用いて2人掛かりで解体した事業者がいたことなどもあり、平均解体作業時間は11分11秒とすべてのガラスの中で最も長い。

一方で、各部位のベストプラクティスを参照すると、フロントガラスは最も時間の掛かる部位ではあるが、1分48秒まで解体時間の短縮を実現しており、A社やD社で採用したような専用機具の導入等により作業の大幅な効率化が期待される。

また、図 2-10 に示すようにフロントガラスは他部位に比べて2倍以上の重量を有する。そのため、図 2-11 に示すようにkg当たりの回収作業時間で比較すると、平均作業時間ではリアガラスよりも短く、ベストプラクティスでは11秒/kgでの回収が可能であり、サイドガラスと同等の作業時間となっている。

なお、今回の実証ではサンプル数が少ないことから、車種及び年式による有意な差異は得られなかった。一方で、スライドドアやバックドアなどのドアの形式により差異が生じる他部位と異なり、フロントガラスの回収では解体方法に差が出ることも考えにくいことから、kg当たりの作業時間では大きな差は生じにくいものと推測する。

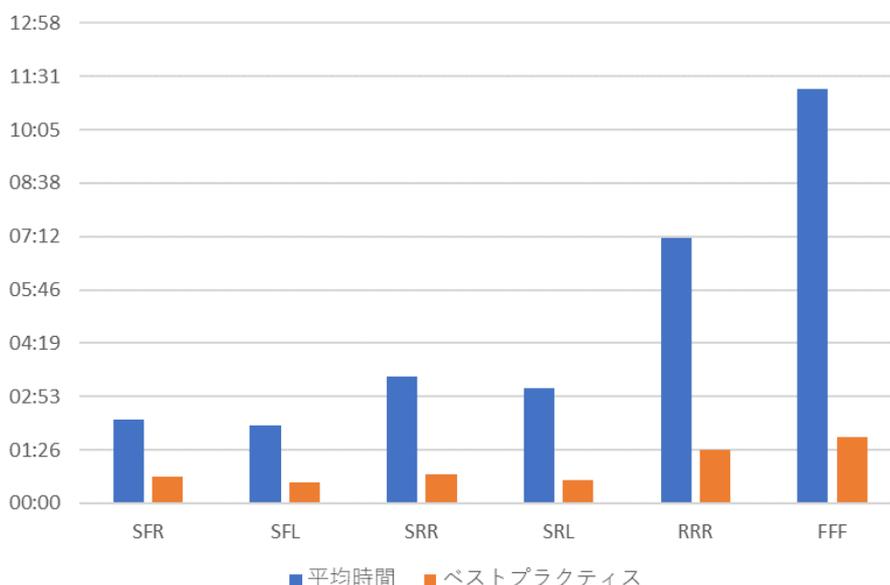


図 2-9 自動車ガラスの平均解体作業時間とベストプラクティス

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

注) SFR: サイドフロント (運転席側)、SFL: サイドフロント (助手席側)、

SRR: サイドリア (運転席側)、SRL: サイドリア (助手席側)、RRR: リア、FFF: フロント

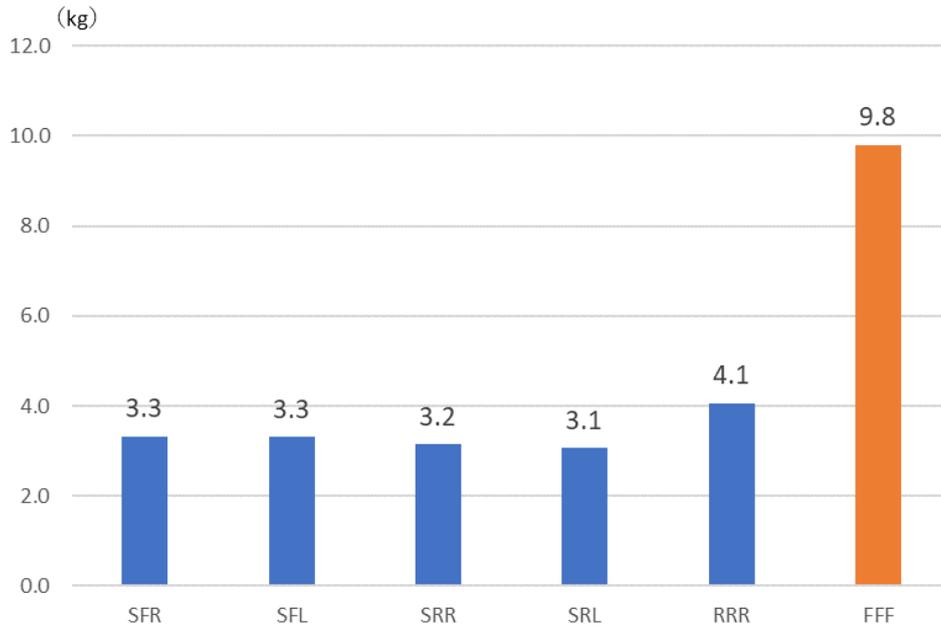


図 2-10 本実証において回収したガラスの平均重量

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR : サイドフロント (運転席側)、SFL : サイドフロント (助手席側)、
SRR : サイドリア (運転席側)、SRL : サイドリア (助手席側)、RRR : リア、FFF : フロント

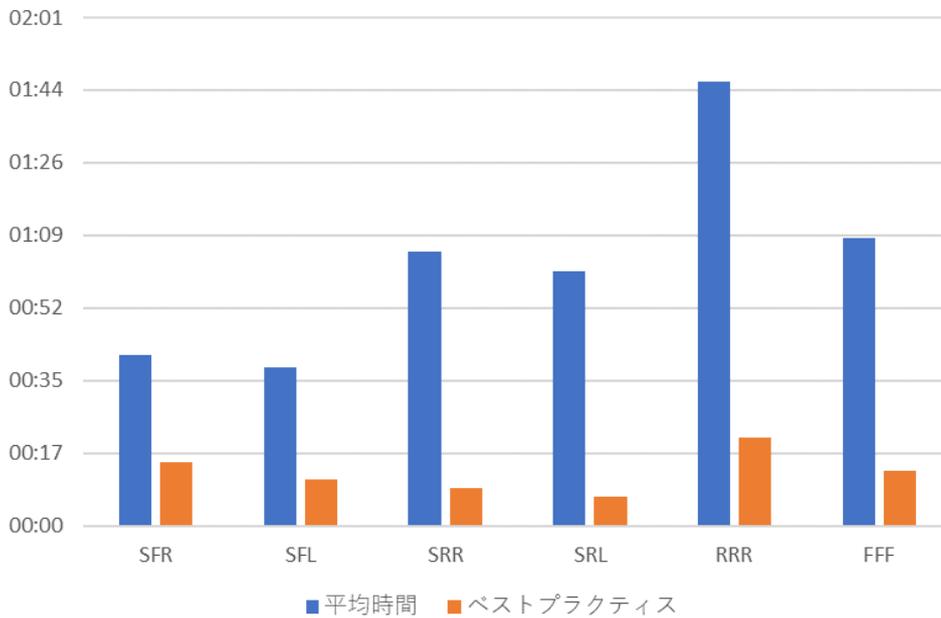


図 2-11 自動車ガラスの kg 当たりの平均解体作業時間とベストプラクティス

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR : サイドフロント (運転席側)、SFL : サイドフロント (助手席側)、
SRR : サイドリア (運転席側)、SRL : サイドリア (助手席側)、RRR : リア、FFF : フロント
※ kg 当たり作業時間のベストプラクティスは、ガラス重量と解体作業時間の関係で決まるため、最も作業時間が短かったケースとは異なる。つまり、解体作業時間が長い場合でも、当該車両のガラス重量が重ければ kg 当たりの作業時間は短くなる。

2.1.2. 需給バランス及び地理的条件を考慮したロジスティクス実証

本実証では、どのような条件下であれば、自動車ガラスの再資源化が経済的に成立するか検証する。図 2-12 に本実証で想定する輸送プロセスを示す。初年度事業において、解体事業者で事前に ELV からガラスを解体・分離し、運搬時に廃車ガラとガラスを合積みする有効性が示唆されたことから、第 2 年度は以下の 3 パターンに分類して効率的なロジスティクスを検討する。

本事業で想定しているのはガラスのみであるが、ロジスティクス自体は他の資源にも適用可能であるため、将来的な合積み可能性を踏まえて、樹脂（PP などのプラスチックを想定）についても併記している。なお、資源化処理は、樹脂の場合には粉碎・洗浄・選別等のプロセスが必要となるが、ガラスの場合には解体時に破碎すれば、そのままカレットメーカーへ販売可能であるため、特別なプロセスは不要である。

まず、パターン 1 は、破碎事業者を一次集荷拠点とするスキームであり、解体事業者で取り外されたガラス等は、廃車ガラと混載して破碎事業者に運ばれる。その後、破碎事業者で再資源化処理が行われ、ガラスがカレットメーカーへ、廃車ガラはシュレッダー後に電炉事業者へ販売される。なお、地域によっては破碎事業者の前に鉄スクラップ問屋を経由する商流もあり、その場合には鉄スクラップ問屋が一次集荷拠点として機能すると考えられる。

パターン 2 は自動車リサイクル法 31 条の全部利用を活用したスキームである。解体事業者で取り外されたガラス（樹脂部品）は、廃車ガラと混載して電炉事業者へ運ばれる。その後、電炉事業者で資源化処理が行われ、ガラスがカレットメーカーへと販売される。

パターン 3 はパターン 2 と同様に全部利用を活用したスキームであるが、廃車ガラのみを電炉業者に販売して、ガラス（樹脂部品）は解体事業者で資源化処理され、カレットメーカーへ販売される。

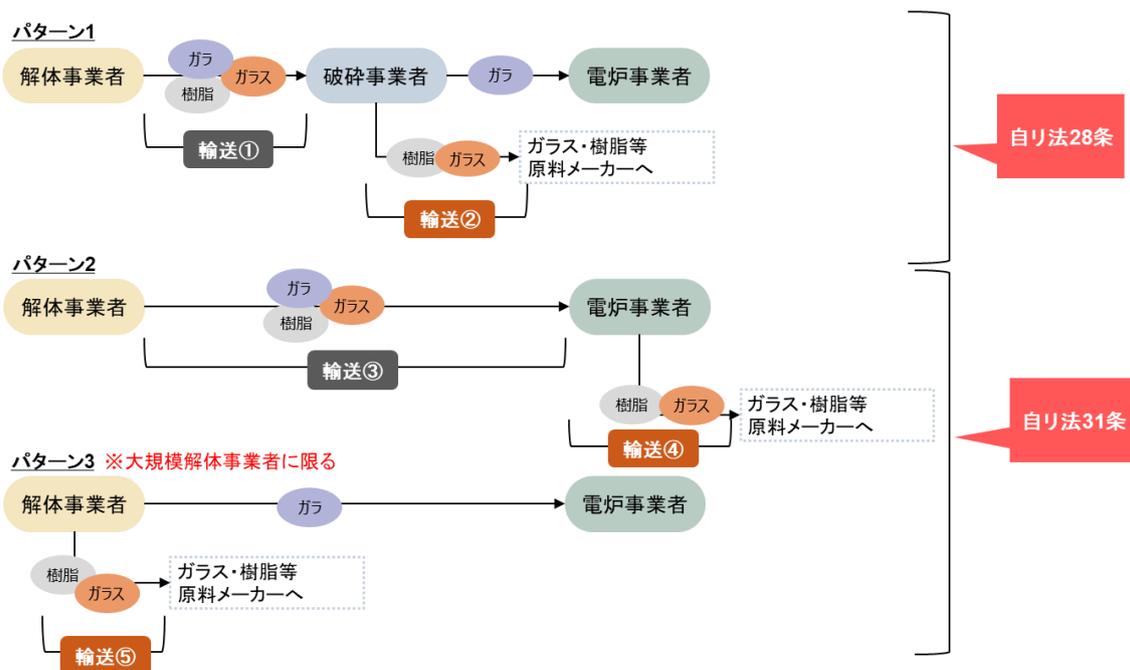


図 2-12 効率的なガラス輸送のパターン

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

このうち、廃車ガラとの合積みが可能である輸送については、輸送コストが不要となることから、輸送②、④、⑤が輸送コストの発生する部分になる。これは破碎事業者、電炉事業者、解体事業者からカレットメーカーへの輸送コストである。

一方で、ガラスの回収可能性の検討においては、自動車リサイクル法 31 条での処理が中心の事業者であったとしても 28 条での処理フローを確保しておくことは現状では不可欠と考えられるため、本項では 28 条処理での回収可能性を検討する。なお、31 条処理による採算性向上の可能性については、別項で詳述する。

(1) 採算性分析による輸送前利益の算出

① 収入

A. ガラス売却による収入

採算性分析に用いる収入は、自動車ガラスのカレット工場への売却益を使用する。ガラスの重量は、解体実証で得られたデータを使用する。図 2-13 に図 2-10 に示した各部位の平均重量から導出した 1 台当たりの売却収入を示す。なお、ガラスの単価は、初年度と同様に関係者へのヒアリングより得られた

表 2-9 に示す値を用いる。

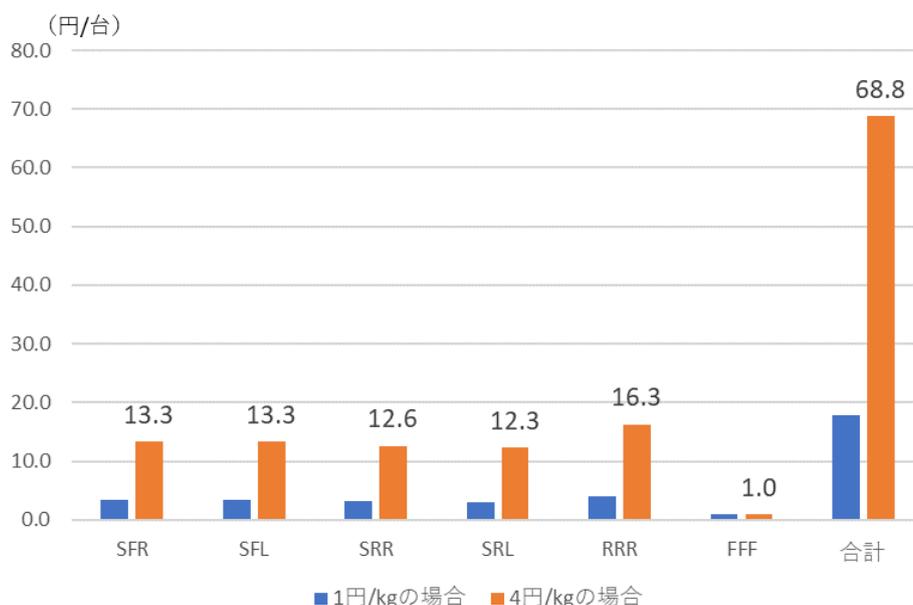


図 2-13 1 台当たりの各部位のガラス売却収入

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR：サイドフロント（運転席側）、SFL：サイドフロント（助手席側）、

SRR：サイドリア（運転席側）、SRL：サイドリア（助手席側）、RRR：リア、FFF：フロント

表 2-9 ガラス単価

サイド・リアガラス	1.0～4.0 円/kg
フロントガラス（参考）	0.1 円/kg

出所) 関係者ヒアリングより

B. ダスト引き（率）見直しによる廃車ガラ売却収入

解体事業者での ELV の解体後、通常廃車ガラは破砕事業者へと引き渡される。廃車ガラには金属等の有用資源のほか、そのまま回収されずに最終的には ASR となる土砂、ガラス、プラスチック等も含まれることから、一定の比率を乗じてダスト分を差し引いた価格で廃車ガラは買い取られる。これがダスト引きと呼ばれる。

一般的に、ダスト引きは慣例的に決定されているため、破砕後にダストとなるガラス等の部品を解体工程で回収し、廃車ガラ中の金属等の有用資源の比率が高まったとしてもダスト引きが変わることはない場合が多い。しかし、ダスト引きが実態に即して変わる場合、廃車ガラの実効買い取り単価が上昇することから、解体事業者にとってガラス等を回収することのインセンティブになると考えられる。解体事業者において質の高い解体を継続的に実施し、その実績が破砕事業者から認められれば、ダスト引きは個社間の信頼関係のもと改定される可能性がある。実際に、一部の解体事業者と破砕事業者との間では、慣例的なダスト引きよりも割の良い率で設定されているケースもある。そこで本試算では、ダスト引きが、解体工程において取り外されたガラス重量に応じて変化することを想定し、そのことによる増収分も収入として加味することとした。

図 2-14、表 2-10 にダスト引きの見直しを考慮した場合の価格差を示す。現状では、ガラスはそれを含む廃車ガラごとまとめて評価されてしまっており、それは廃車ガラの約 7 割が鉄分であると想定した価格（鉄スクラップ価格の 7 割程度の価格）で販売されていることに等しいため、ガラスを回収すると、資源価格を考慮した場合でも回収しなかった場合より収入が下がる計算となる。一方で、ガラスの取り外し分をダスト引きに反映される仕組みがあれば、表 2-10 に示すように鉄として評価される率は 70%から 74.4%に向上（ダスト引きが 30%から 25.6%に減少）し、ガラス売却による 1 台あたり 69 円の収入増を含め、ダスト引きの見直しが考慮されない場合と比較すると、1 台あたり 259 円の売上増が生じることになる。これはガラス重量単位にすると、約 9.7 円/kg に相当する。

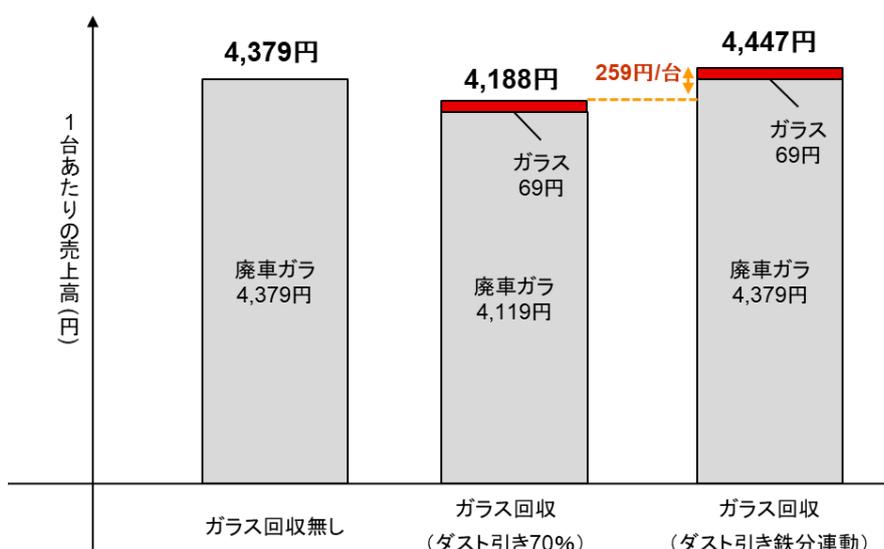


図 2-14 ダスト引きの比率改定のイメージ

表 2-10 ダスト引き改定による増収算出の流れ

		値	単位	算出式・出所
①	廃車ガラ価格 (表示価格・トン当たり)	13,900	円/ton	文献1)
②	廃車ガラ重量	450	kg/台	文献2)
③	鉄評価比率 (ダスト引き慣例)	70.0%	—	関係者ヒアリング
④	廃車ガラ価格 (実効価格・台数当たり)	4,379	円/台	①×②×③
⑤	鉄評価重量	315	kg/台	②×③
⑥	新たに回収するガラス重量	26.7	kg/台	実証結果より
⑦	ガラスの単価 (フロントガラス以外)	4	円/kg	関係者ヒアリング
⑧	ガラスの単価 (フロントガラス)	0.1	円/kg	関係者ヒアリング
⑨	ガラスの販売価格	68.8	円/台	実証結果より
⑩	廃車ガラ価格 (ダスト引き70%のまま)	4,188	円/台	①×(②-⑥)×③+⑨
⑪	鉄評価比率 (ダスト引き改定)	74.4%	—	⑤÷(②-⑥)
⑫	廃車ガラ価格 (ダスト引き改定)	4,447	円/台	①×(②-⑥)×⑪+⑨
⑬	増加収入	259	円/台	⑫-⑩
⑭	ガラス回収重量あたりの収入増分	9.7	円/kg	⑬÷⑥

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

- 1) 経済産業省「平成15年度環境問題対策調査等に関する委託事業報告書(自動車リサイクルに係る処理技術等の調査)」
- 2) 平成26年度低炭素型3R技術・システム実証事業「自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業」

注) ダスト引きは1台当たりの買取価格に乘じられると仮定

② 費用

採算性分析に用いる費用部分は、解体作業に係る労務コストを想定し、本実証における解体時間分析の結果を利用する。人件費単価は、統計データ(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)」)より算出した³。

初年度の実証結果から、ベストプラクティス導入時であれば採算性に見合うガラス回収となる可能性が示された⁴ことから、第2年度に実証したフロントガラスを含めて、ベストプラクティスの解体作業時間(図2-9参照)を用いて解体費用を算出した。

図2-15にベストプラクティス導入時の解体費用を示す。フロントガラスの回収費用は5.6円/kgとサイドフロントガラスの回収費用を下回る水準であった。最もkg当たりの回

³ その他のサービス業における月額給与を平均月間労働時間で除すことで算出された1,585円/時間を用いた。なお、初年度事業との整合性を保つため、昨年度時点での数値を利用している。

⁴ 初年度のベストプラクティス導入時の採算性検討の結果は、数値等の微修正はあるもののフロントガラスの回収を考慮しないで試算した図2-18の数値と概ね同等である。

収費用が掛かるのはリアガラスという結果になったが、それでも全体では 2.9～9.3 円/kg でガラスの回収が可能であることが分かる。

ガラス回収時のダスト引き改定有無を比較すると、表 2-10 に示すように kg 当たりの増収分は 9.7 円/kg であることから、輸送費を考慮しなければ、いずれのガラスでも収入が費用を上回る計算となる。

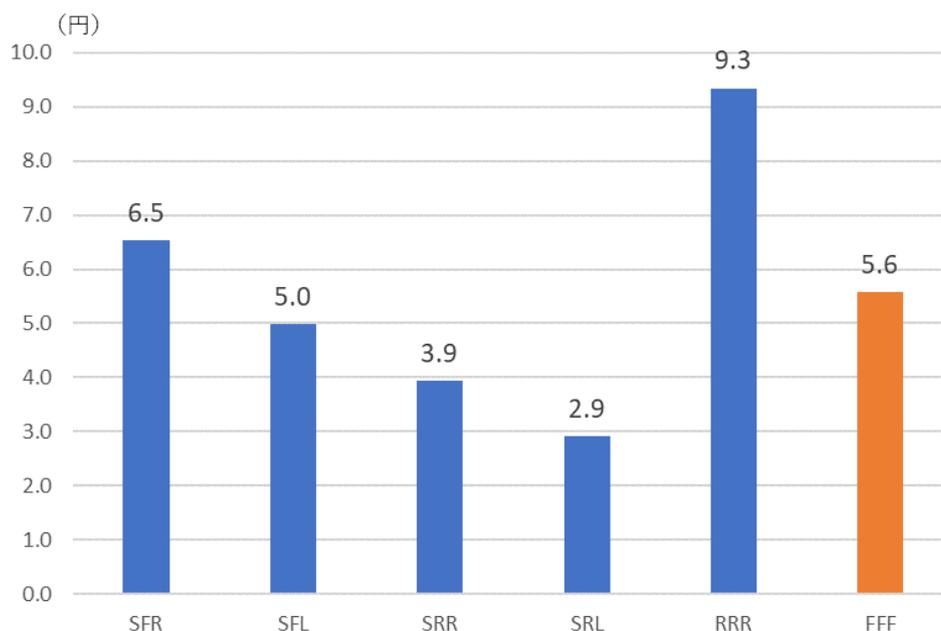


図 2-15 ベストプラクティス導入時の kg 当たりの解体費用

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR：サイドフロント（運転席側）、SFL：サイドフロント（助手席側）、
SRR：サイドリア（運転席側）、SRL：サイドリア（助手席側）、RRR：リア、FFF：フロント

③ 輸送前利益

本実証事業において実施したガラス解体の中で、最も短い時間で行われた解体（ベストプラクティス）の作業時間を用いて採算性分析を行う。図 2-16 に図 2-13、図 2-15 を基に算出した採算性分析の結果を示す。6.8 円/kg で輸送ができれば、経済合理的にガラスの再資源化が実現可能という結果になった。

なお、フロントガラスはガラス単価が低く、全体の採算性を悪化させている可能性があることから、図 2-17 にフロントガラスを回収しなかった場合の採算性も試算した。結果として採算性は向上し、kg 当たり 8.2 円で輸送ができれば、経済合理性が保てることが分かった。

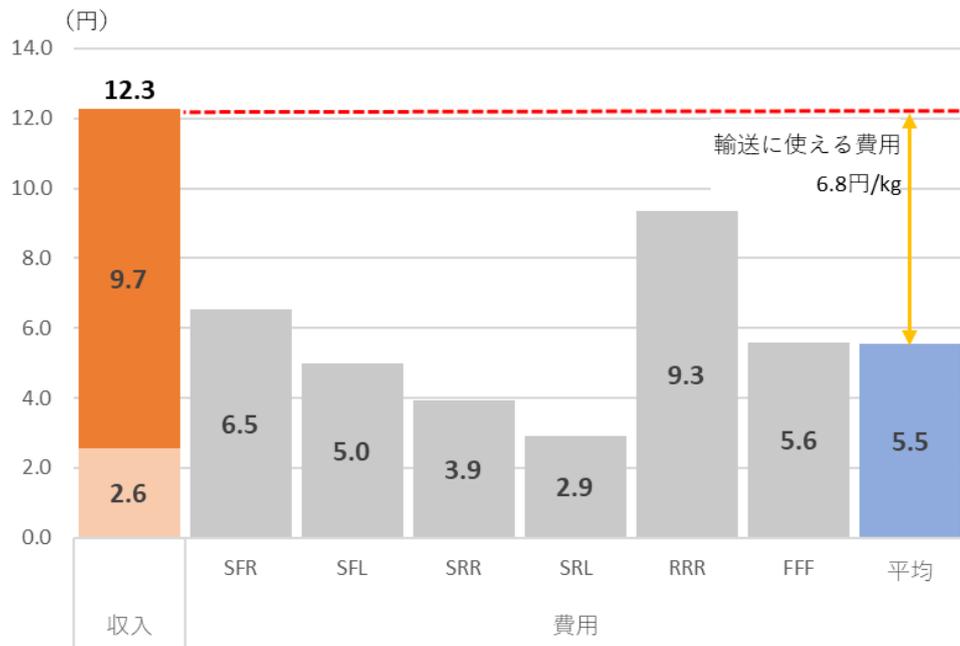


図 2-16 採算性分析 (ベストプラクティス導入時)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR : サイドフロント (運転席側)、SFL : サイドフロント (助手席側)、
SRR : サイドリア (運転席側)、SRL : サイドリア (助手席側)、RRR : リア、FFF : フロント

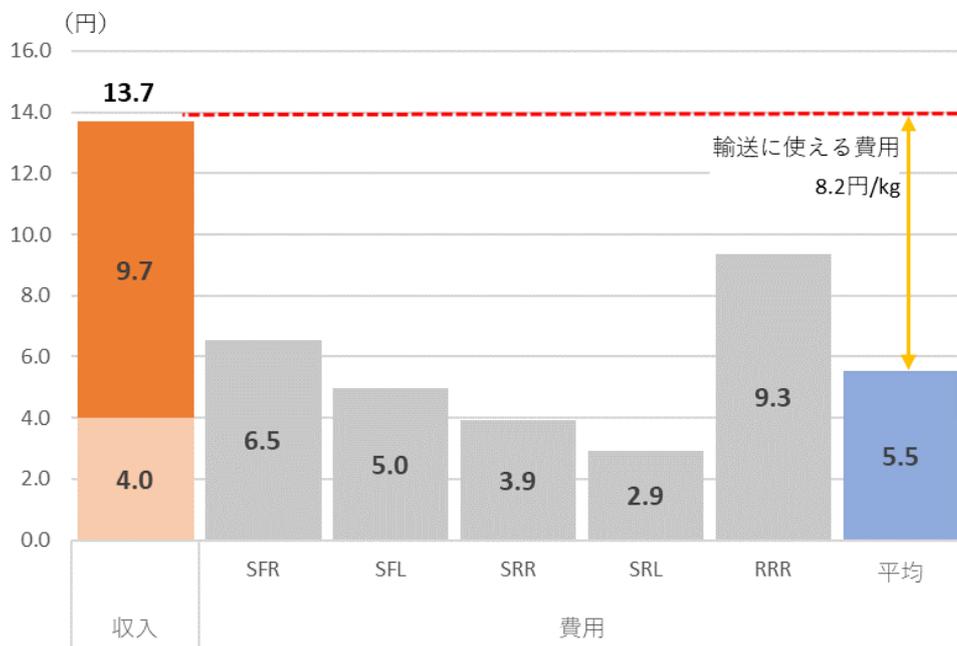


図 2-17 採算性分析 (フロントガラスなし)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR : サイドフロント (運転席側)、SFL : サイドフロント (助手席側)、
SRR : サイドリア (運転席側)、SRL : サイドリア (助手席側)、RRR : リア

(2) 集荷可能範囲の設定

ベストプラクティス導入ケースを想定し、トータルの採算性がプラスとなるように、すなわち輸送費用が輸送前利益を上回らないような集荷可能範囲を定める。

輸送の経路としては、既述のようにパターン1を想定し、解体事業者で回収されたガラスは、一度破碎事業者のシュレッダー工場へ集積され、その後ガラスカレット工場へ輸送することを想定する。輸送①は廃車ガラとの合積みにより効率化可能であるため輸送コストは考慮せず、輸送②は破碎事業者から最も近いカレット工場への輸送を想定する(図 2-18)。

輸送②の算出に際して、図 2-19 に全国のシュレッダー工場とガラスカレット工場の位置関係を示す。これら2点間の輸送費用を考慮し、採算性の範囲内でカレット工場への輸送が可能なシュレッダー業者を抽出した。

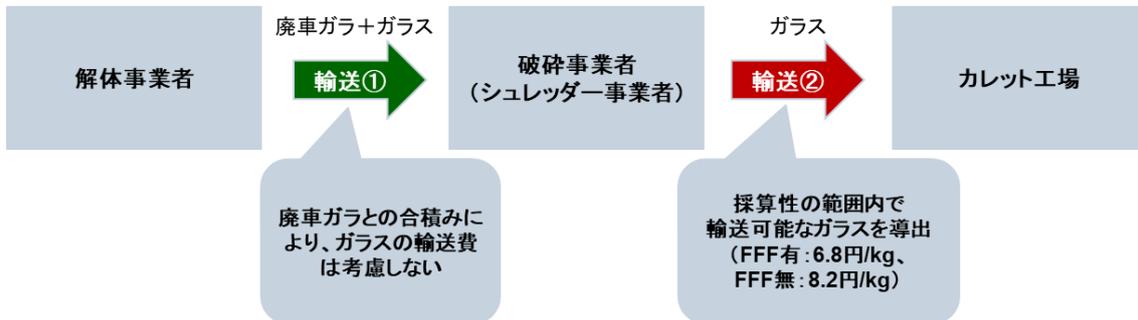


図 2-18 想定する輸送経路

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

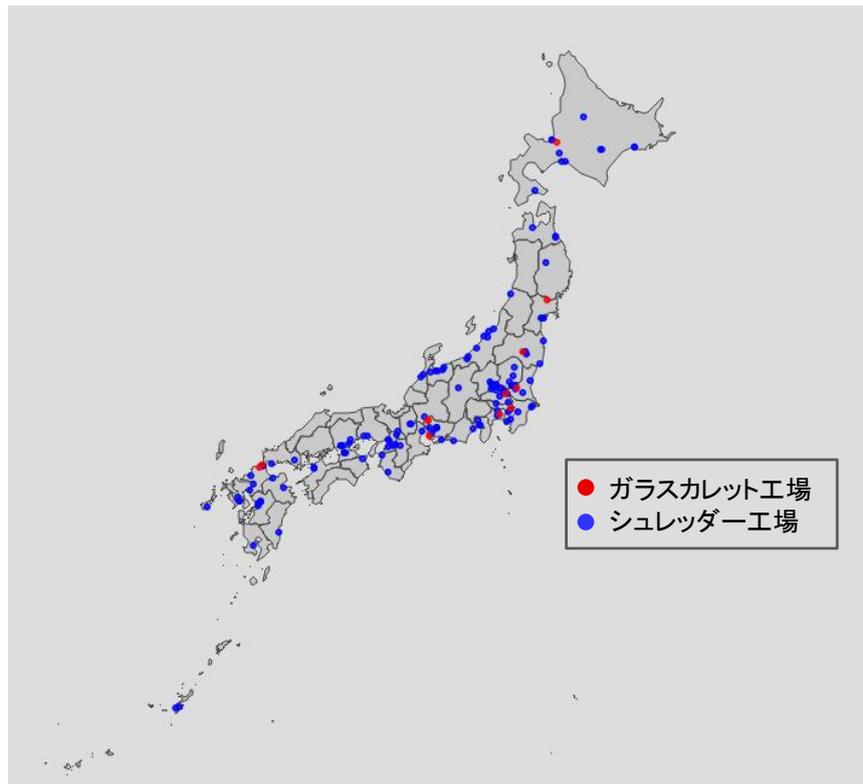


図 2-19 全国のシュレッダー工場とカレット工場の分布

出所) 各種資料及び関係者ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

なお、輸送距離と輸送費用の対応については、初年度と同様に公開情報及び関係者へのヒアリングより、距離に応じた輸送単価の関数を作成した（以下式及び図 2-20）。

T = 2.8 ($d \leq 50$)	T = 8.6 ($350 < d \leq 400$)	T = 13.7 ($700 < d \leq 750$)
T = 3.9 ($50 < d \leq 100$)	T = 9.4 ($400 < d \leq 450$)	T = 14.4 ($750 < d \leq 800$)
T = 4.7 ($100 < d \leq 150$)	T = 10.0 ($450 < d \leq 500$)	T = 15.2 ($800 < d \leq 850$)
T = 5.6 ($150 < d \leq 200$)	T = 10.8 ($500 < d \leq 550$)	T = 15.9 ($850 < d \leq 900$)
T = 6.4 ($200 < d \leq 250$)	T = 11.5 ($550 < d \leq 600$)	T = 16.7 ($900 < d \leq 950$)
T = 7.1 ($250 < d \leq 300$)	T = 12.2 ($600 < d \leq 650$)	T = 17.4 ($950 < d \leq 1000$)
T = 7.9 ($300 < d \leq 350$)	T = 13.0 ($650 < d \leq 700$)	

T: 輸送単価 (円/kg)

d: 輸送距離 (km)

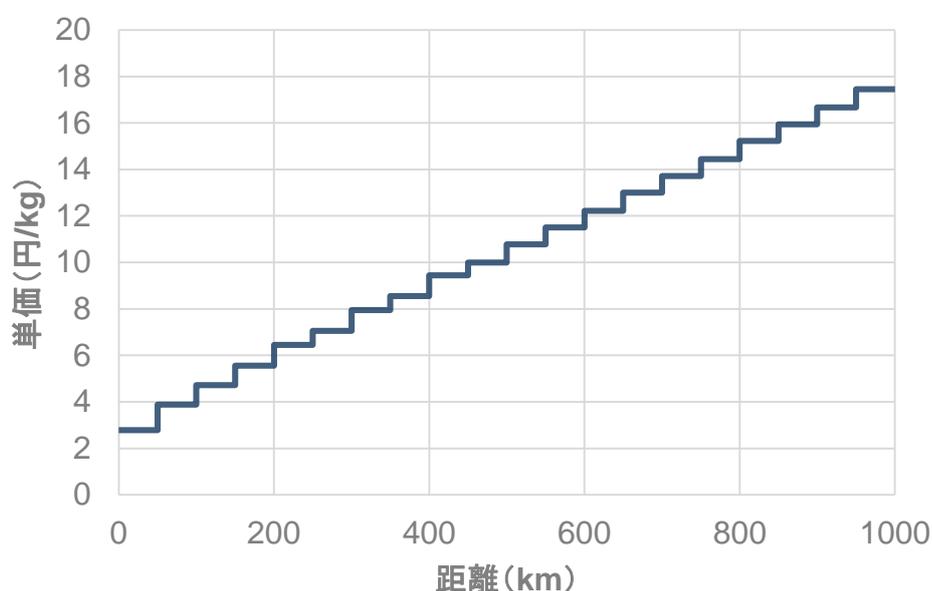


図 2-20 輸送距離と単価の対応

出所) 各種資料及び関係者ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 2-21、図 2-22 に採算性の範囲内でカレット工場への輸送が可能なシュレッダー工場をマッピングした。結果として、最も輸送前利益が大きくなるフロントガラス回収無しで、ガラス単価 4.0 円/kg のケースでは、カレット工場のない沖縄県を除くすべてのシュレッダー工場でカレット工場への輸送が可能という結果になった。なお、最も輸送前利益が小さくなったフロントガラスの回収有りで、ガラス単価 1.0 円/kg のケースでは、北陸や関西、九州などのシュレッダー工場が範囲外となったが、それでも全国では半数以上の工場が輸送可能範囲内となった。

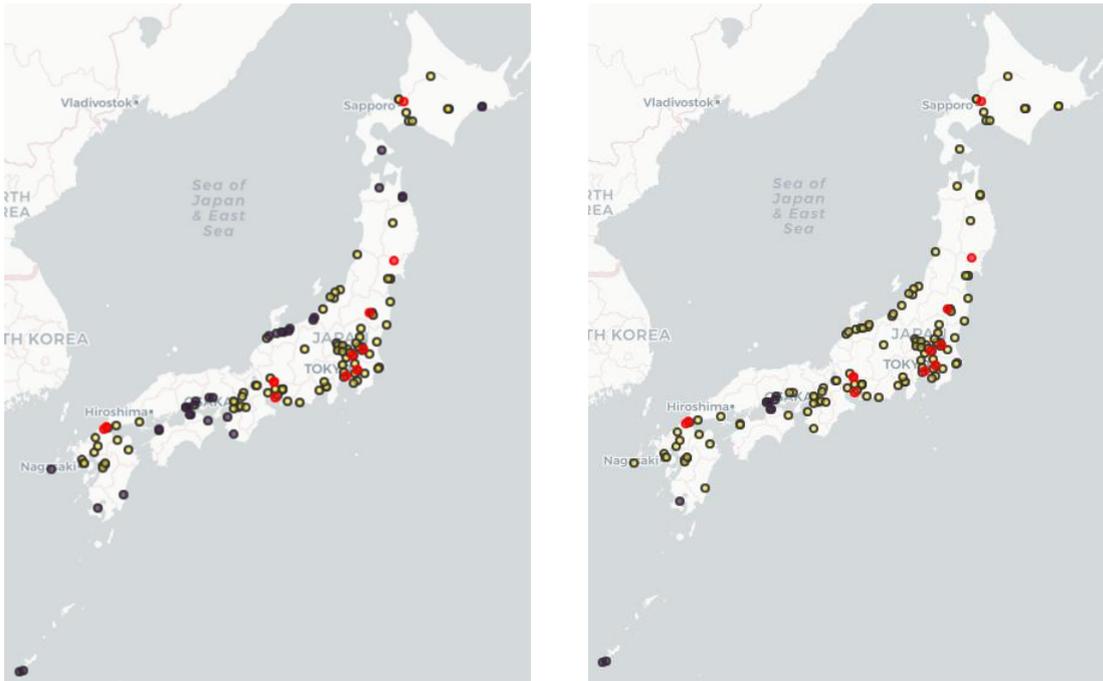


図 2-21 カレット工場への輸送が可能なシュレッダー工場（フロントガラス回収有）
 （左：ガラス単価 1.0 円/kg 右：ガラス単価 4.0 円/kg）

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 赤：カレット工場、黄：輸送範囲内のシュレッダー工場、紫：輸送範囲外のシュレッダー工場

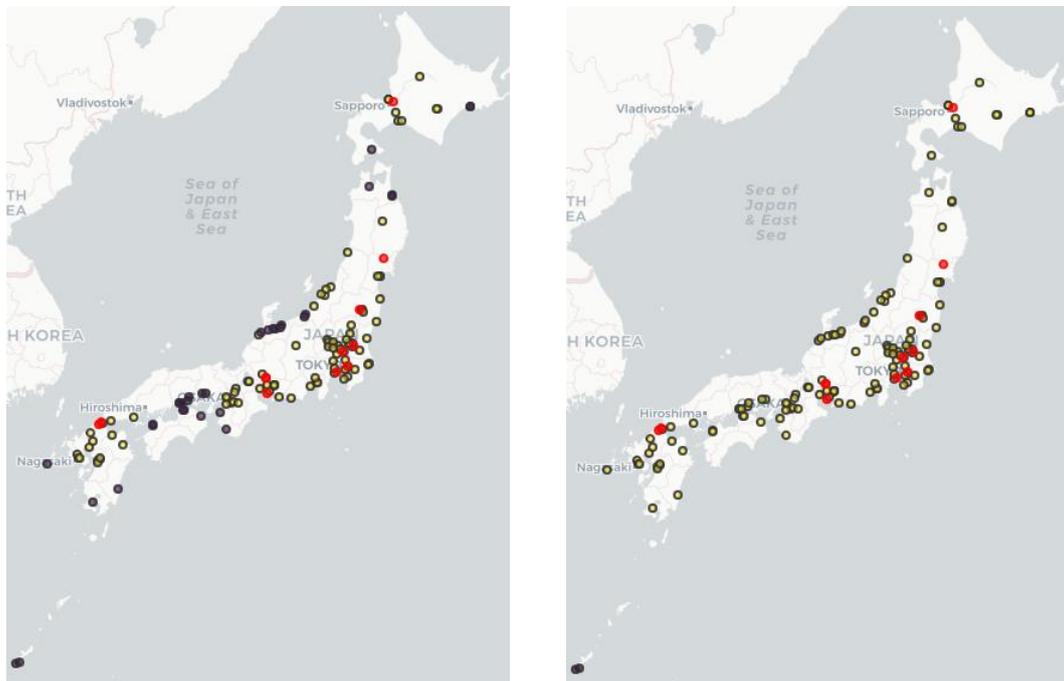


図 2-22 カレット工場への輸送が可能なシュレッダー工場（フロントガラス回収無）
 （左：ガラス単価 1.0 円/kg 右：ガラス単価 4.0 円/kg）

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 赤：カレット工場、黄：輸送範囲内のシュレッダー工場、紫：輸送範囲外のシュレッダー工場

(3) 集荷可能範囲に含まれる自動車台数及びガラス量の推計

採算性の範囲内でカレット工場への輸送が可能なシュレッダー工場の数から、集荷可能範囲に含まれる自動車台数及びガラス量を推計した。ここでは、解体工場は各県で一様に分布していると仮定し、各地点から最も近いシュレッダー工場で自動車は破碎されるという想定で、回収可能な自動車台数及びガラス量を想定した。

まず、各点に最も近いエリアに基づいて平面を領域分割するボロノイ分割を用いて、図 2-23 に示すようにシュレッダー工場を基に日本全国を分割した。その後、都道府県別の ELV の引取報告件数⁵を利用して、発生した ELV が処理されるシュレッダー工場を特定し、各シュレッダー工場の ELV 処理台数を推計した。

その後、(2) で示したケース別にカバーできるシュレッダー工場の結果を利用して、回収可能となる自動車台数を推計した。

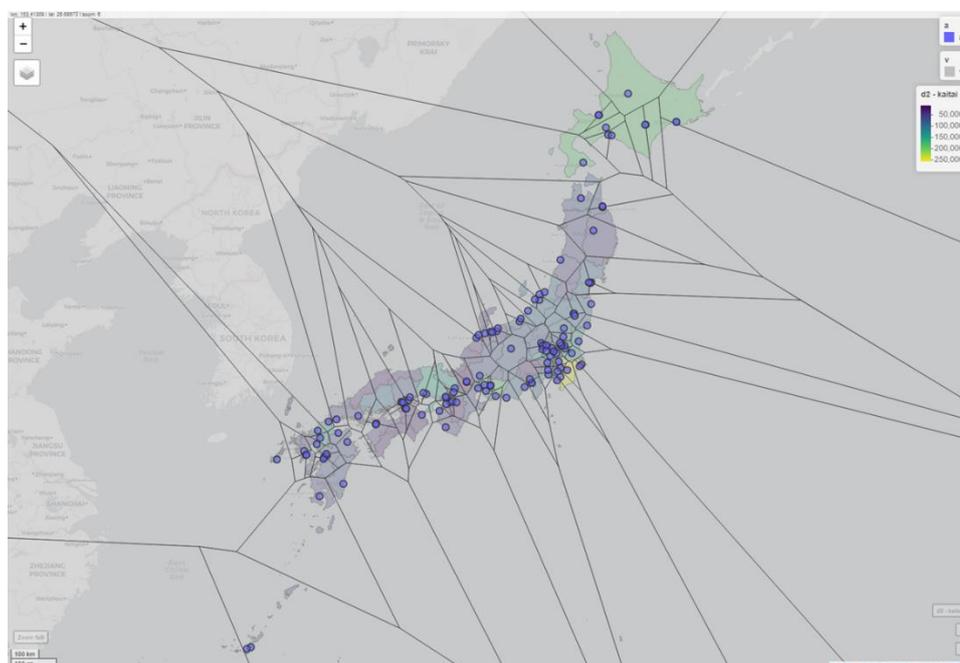


図 2-23 シュレッダー工場を基にしたボロノイ分割

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

ガラス単価が 1.0 円/kg 及び 4.0 円/kg のケース、フロントガラスの回収有無の合計 4 つのケースについて検討した結果、2018 年度の自動車リサイクルシステムの解体工程引き取り件数 3,518 千件を 2018 年度の ELV 台数と仮定すると、表 2-11 に示す結果となった。最も輸送前利益の高いフロントガラスの回収無しかつガラス単価 4.0 円のケースでは、沖縄県以外のすべての破碎事業者からカレットの回収が可能になるため、全体の 95.2%にあたる 3,349 千台の ELV からガラスの回収が可能となり、ガラス量は 56,593t に及ぶ。一方、採算性では劣るもののフロントガラスを回収したケースでも、ガラス単価が 4.0 円/kg であれば全体の 89.1%である 3,133 千台の ELV からガラスが回収可能となり、ガラス回収量は 83,642t に達することが分かった。

⁵ 公益財団法人自動車リサイクル促進センターのデータを利用

初年度の推計では、ガラス単価が 1.0 円/kg の場合、回収可能な自動車台数が 1,254 千台でガラス量が 21,260t、ガラス単価が 4.0 円の場合には、自動車台数が 3,289 千台、ガラス量が 55,753t であったことから、第 2 年度の一次輸送の効率化を考慮することによって、大幅に回収可能な台数及びガラス量が増加していることが分かる。

表 2-11 カレット工場へ運搬可能なガラス量及び自動車台数

フロントガラス の回収	ガラス単価	自動車台数 (千台)	回収可能ガラス量 (t)
有り	1.0 円/kg	2,543	67,889
有り	4.0 円/kg	3,133	83,642
無し	1.0 円/kg	2,543	42,971
無し	4.0 円/kg	3,349	56,593

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

2.1.3. 素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討

(1) 概要

初年度事業では、ELV から回収したガラスに含まれる成分を分析し、再資源化可能性を検討した。一方で、フロントガラスの再資源化には中間膜の分離といった課題があることから、サイドガラス及びリアガラスを分析対象とした。

こうした中、第2年度は新たにフロントガラスも対象に加え分析を実施した。分析対象とした ELV は、基本的に表 2-3 に示した時間計測の対象車両と同様である。但し、解体対象車両の準備及び撮影記録時間の確保の兼ね合いから、D 社のみ事前に成分分析用サンプルを別途用意したため、同社が実施した2台分のみ時間計測の対象車両と成分分析の対象車両は異なっている⁶。

ガラスの成分分析は株式会社太平洋コンサルタントが実施し、主にガラス中に含まれる金属元素測定を目的とした蛍光 X 線分析を行った。成分分析方法の詳細は表 2-12 に示す。なお、この成分分析方法は昨年度にフロントガラス以外の自動車ガラスの成分分析を行った方法と同様である。

表 2-12 蛍光 X 線分析を用いたガラスの成分分析方法

分析方法	
試料	自動車ガラス (計 10 サンプル)
試料調整方法	水分測定後、ディスク型振動ミルを用いて微粉碎し、分析を行った。
試験方法	<ul style="list-style-type: none">● 水分： JIS Z 7302-3 に準ずる。● ig.loss： 700～1,000℃の温度範囲において試料が軟化・溶解したため、600℃1時間強熱による減量値を ig.loss とした。● 蛍光 X 線分析 (FP 法) 試料はプレス法により成形し、半定量 (オーダー) 分析を行った。装置には、リガク社製走査型蛍光 X 線分析装置 ZSX PrimusII を用いた。 ※ig.loss 及び蛍光 X 線分析結果は試料乾燥ベースで示す。

出所) 株式会社太平洋コンサルタントの資料を基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

⁶ 時間計測ではホンダ「アコード」、トヨタ「ノア」を対象としたが、成分分析ではダイハツ「ムーヴ」、ホンダ「ライフダンク」を対象とした。

(2) ガラスの忌避物質と受入基準

成分分析結果を示す前に、まずガラスの忌避物質について整理する。ガラスは異物が混入した際にガラス化してからの選別が非常に困難であるため、リサイクル材となるガラスカレットの使用には、忌避物質や受入基準を理解した上で回収を行うことが前提となる。

表 2-13 に板ガラス及びグラスウール用途での忌避物質を示す。

板ガラスでは鉄、銅、銀、亜鉛、アンチモン、アルミニウム、ニッケルのほか、有機物の混入が課題となる。また、グラスウールでは、具体的な元素や成分が明示されている例は確認できないが、繊維化装置の詰まりの原因となる溶けにくい物質等の混入が課題となる。

なお、グラスウールでは明文化された受入基準は存在しないものの、板ガラスに関してはこうした忌避物質を基に、板硝子協会が表 2-14 に示す受入品質規格を定めている。ガラス以外の不純物が主であり、異なるガラスの混入が不可とされるなど基準は厳格である。

表 2-13 板ガラス及びグラスウールの忌避物質

用途	カレット受入時の忌避物質	
板ガラス	鉄 (Fe)	大量混入の場合、光学特性に影響
	銅 (Cu)、銀 (Ag)	大量混入の場合、光学特性に影響 (フロート成型の溶融錫バス内の強還元雰囲気下でガラス表層に着色する)
	亜鉛 (Zn) アンチモン (Sb)	光学特性に影響 (フロート成型の溶融錫バス内の強還元雰囲気下でガラス表層を白濁する)
	アルミニウム	酸化アルミニウムはガラス原料としても使用されるが、金属アルミニウムは酸化ケイ素を金属ケイ素に還元してしまうため、忌避物質となる。金属ケイ素は熱膨張率の違いから板ガラスの割れの原因となる。
	ニッケル (Ni)	大量混入の場合、光学特性に影響 硫化ニッケルの結晶は強化ガラスの自然破損の原因になる可能性もある
	有機物 (ゴムなどの樹脂)	大量混入の場合、光学特性や色ムラに影響
グラスウール	結晶化ガラス、陶磁器類、非鉄金属、磁性体、有機物	溶け残った異物が繊維化装置の穴 (1mm弱) を塞いでしまいトラブルを引き起こす場合があるため、溶け残る可能性のある原料は受入困難
	温度～粘性特性がグラスウールと大きく異なるガラス (硼珪酸ガラス等)	製造工程及び品質に影響
	ヒ素 (As)	製品に含まれると販売時の顧客からの評価に影響が出るため、利用は避けた
共通	銅・銀などの融点が高い貴金属類等は金属としてある程度の大きさでガラス原料に混入すると金属液滴として沈降し、メタルドリルと呼ばれるガラス溶解槽窯の炉材を侵食する現象が発生する場合がある。炉材のレンガに穴をあけ、窯の寿命を著しく短くする可能性がある	

出所) 工藤透「1. 板ガラスのリサイクル」(2008) (<https://www.agc.com/innovation/library/pdf/58-02.pdf>)、醍醐市朗「GReAT プロジェクト平成 27 年度活動報告～ガラス再資源化システムの設計・評価と大転換～」

表 2-14 板硝子協会のガラスカレット受入品質規格

種類	異物	サイズと許容濃度	
有機化合物	フィルム、紙、ゴム 木片等	10mm未満	20ppm未満
		10mm以上	無いこと
砂利、セラミクス、セメント等		0.5mm未満	1000ppm未満
		0.5mm以上	無いこと
鉄片	ステンレスを除く	1mm未満	10ppm未満
		1mm以上	無いこと
非鉄金属類	アルミ、ステンレス等	無いこと	
ガラス	白色ガラス、熱線吸収ガラス、網入りガラス、型板ガラスは相互に混じりあってはならない。		
	合わせガラス、印刷したガラスは混入不可		
	用途以外のガラスは混入不可 (建築用であれば建築用以外不可)		

出所) 工藤透「板ガラスのリサイクルの現状と課題」(2012)

自動車特有の課題としては、接着剤保護や日差し低減などを目的に塗工された「黒セラ」と呼ばれるフロントガラスやリアガラスの周囲に黒く着色されたセラミックプリントが挙げられる。この無機化合物顔料は酸化クロムや酸化銅であることが多く、かつては鉛ガラスも用いられていた。酸化クロムや酸化銅の混入は光学特性管理を困難にする。

また、リアガラスの曇り止めに加熱線が用いられているが、この防曇熱線の主成分は銀であるほか、加熱線と電源をつなぐ端子部分には鉛やスズを主成分とするハンダが使われている(銀は表 2-13 に示すように忌避物質)。そのほか、プライバシーガラスのように着色剤を含有している場合には、生産品の光学特性を維持するために、混入を厳密に管理する必要がある。

ガラスの黒セラやプライバシーガラス等によるガラスへの着色に関しては、熔融時に茶色や黒色の着色があると熱を吸収しやすく、透明なガラスに比べて溶けやすい。そのため、例えば本事業で使用する小型の熔融炉の場合には、溶け方に差が生じると品質にムラができてしまうほか、うまくガラスが繊維化しない可能性が実証用グラスウール製造前に指摘された。

(3) ガラスの成分分析結果

(2)で示した忌避物質や受入基準の適合を確認するため、ガラスの成分分析を実施した。フロントガラス以外については初年度に分析を実施済みだが、新たに成分分析を実施したフロントガラスとの比較のためにも改めて併記する。

なお、初年度の実証結果等から再資源化に際しては板ガラスではなく、まず第2年度はガラスウールをターゲットとすることとしているが、将来的に板ガラスとしての活用可能性も検討するためにも、自動車ガラスに含まれる成分を明確にすることは重要と考える。

部位ごとのガラス成分平均値を図 2-24 に示す。板ガラスの主成分は SiO_2 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 であり、自動車ガラスも一般的な板ガラスと同様の構成となっている。いずれのガラスもソーダ石灰ガラスであり、主成分からは今回新たに分析したフロントガラスを含めて、部位ごとの有意な差は確認できない。



※酸化物換算 (Feは Fe_2O_3 換算)。

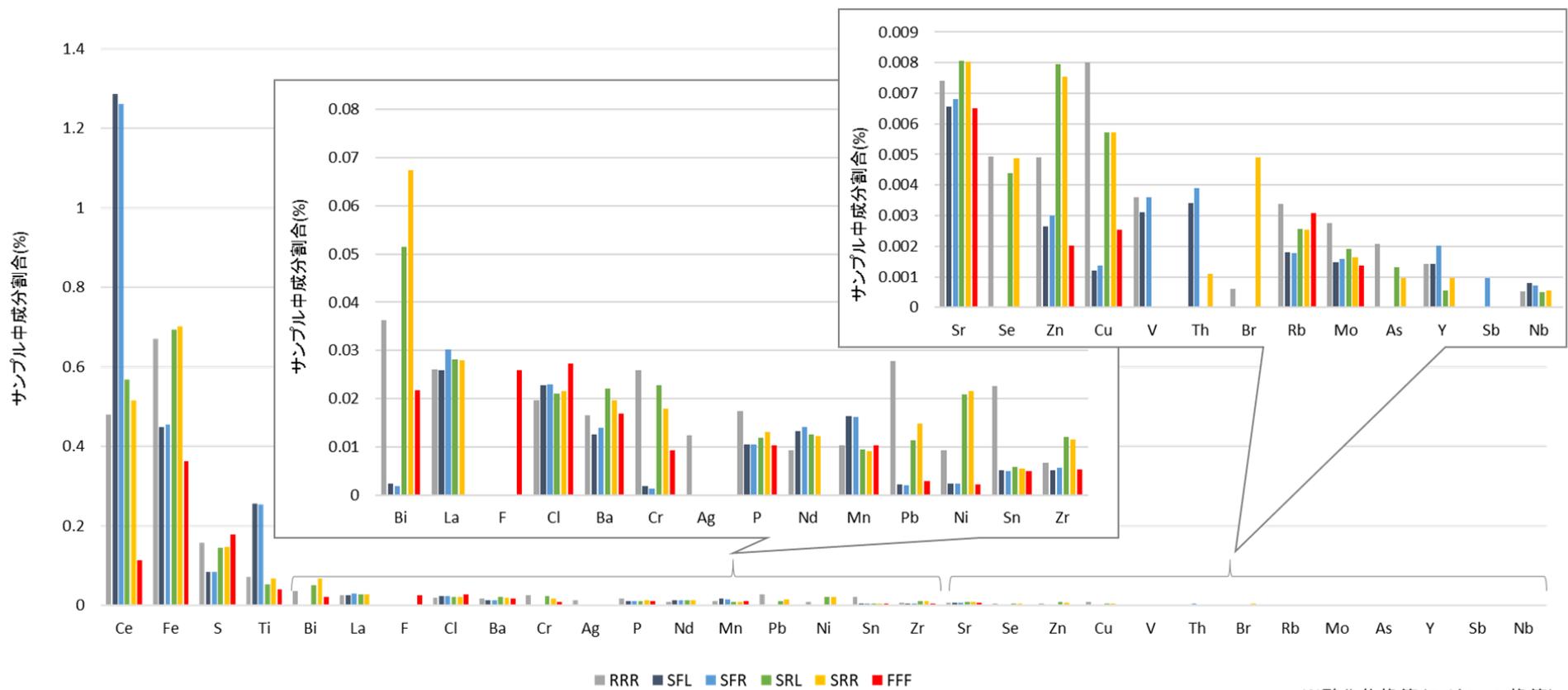
図 2-24 部位別のガラス成分平均値

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) SFR : サイドフロント (運転席側)、SFL : サイドフロント (助手席側)、

SRR : サイドリア (運転席側)、SRL : サイドリア (助手席側)、RRR : リア、FFF : フロント

成分分析結果のうち、ガラスの主成分で部位ごとに差のあまりない SiO_2 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 K_2O を除いた微量元素の含有割合を図 2-25 に示す。いずれのガラスでも忌避物質となる Fe、Cu、Zn、Ni は確認されたが、関連事業者からは問題となる量ではないと判断された。また、Ag はリアガラスのみ、Sb はサイドフロントガラスのみで検出された。第2年度に分析したフロントガラスに関しては、他部位にはない F が検出されたことが特徴であるが、検出されたのは 1 台のみかつ微量であることから、解体工程等での混入が原因と推測される。



※酸化物換算 (FeはFe₂O₃換算)。

図 2-25 部位別のガラス成分平均値

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

2.1.4. 再資源化プロセスの実証

(1) 概要

初年度に ELV より回収したガラスに含まれる成分を分析した結果、光学特性や色の厳密な調整が必要な自動車用板ガラスへの利用は難しいと判断し、まずはグラスウールへのリサイクルを筆頭候補として検討を進めることとした。

表 2-13 及び各部位の成分分析結果を参照する限り、グラスウール原料としての活用に大きな影響はないとも考えられる。一方で、板ガラスと異なり、個別契約が主体であることから、業界統一の明確な受入基準等が存在しないため、実際にグラスウール化することによって原料としての有効性を確認した。なお、フロントガラスについては中間膜の課題を有することから、本事業ではフロントガラスを除く 5 部位を原料として検討した。

(2) グラスウール試作用原料の準備

グラスウール試作用として解体事業者で回収した自動車ガラス（200 台分：約 2,000kg）に関して、まず有限会社飯室商店にてカレットとしての原料化を実施した。自動車ガラスは解体事業者で破碎後に部位ごとに袋詰めされたため、各袋詰めごとに異物の混入状況を評価し、手選別で異物を除去した（図 2-26、図 2-27 参照）。その後、本事業では製造量が約 2,000kg と少ないため、手選別での異物除去を行った（通常はカレット製造ラインで選別）。

異物の混入状況としては、サイドガラスにプラスチックや金属部品が付着していることが懸念されたが、今回の回収品ではサイドガラスを割らずに回収しているケースが大半であり、目立った異物は確認できなかった。一方で、図 2-27 に示すようにリアガラスに 2 個ある熱線の端子が混入している場合があった。これらの異物は、カレットメーカーの製造ラインで除去可能であるが、異物が多くなると除去に要するコストや生産量にも影響を与える。そのため、1 台当たり 2 個の端子であれば解体工程で事前に除去することが効率的と考えられることから、作業工程の一部に盛り込む必要があると考えられる。



図 2-26 受入時の荷姿（左）と開梱直後の自動車ガラス（右）

出所) 飯室商店撮影



図 2-27 手選別での作業（左）と除去した異物の例（右：熱線の端子）
出所）飯室商店撮影

試験用原料の製造に際しては、既述のように自動車ガラスには黒セラや防曇熱線のほか、金属等の異物が課題となる可能性があることから、本事業では初年度に回収した自動車ガラスをサンプルとしたグラスウールメーカーによる簡易評価を事前実施した。その結果、グラスウールメーカーの所見として、着色が目立つリアガラスが最も成功可能性が低い原料として評価された。

この簡易評価結果等を踏まえ、本事業では表 2-15に示す5検体（1,000kg分）を準備し、試験溶融及び繊維化試験を実施した。単体のサイドガラスであるA、Bが最も製品化の成功可能性が高く、リアガラスが100%のEが最も成功可能性の低いサンプルである。この試験の結果、繊維化に課題がないと判断されれば、その後の実操業ベースで1,000kgの材料を投入する本試験に進み、グラスウールの製品評価を実施することとした。

そのため、手選別後のカレット原料に関しては、下表の比率に沿って混合して試験用原料を作成した。

表 2-15 溶融試験を行う5検体

	各 200kg（上段：サンプル構成比、下段：重量）				
	A	B	C	D	E
SF サイドフロント	100% (200kg)		50% (100kg)		
SR サイドリア		100% (200kg)	50% (100kg)	50% (100kg)	
RR リア				50% (100kg)	100% (200kg)

出所）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(3) 試験溶融の結果

A～Eの試験用原料に関して、2019年10月下旬から2020年1月上旬にかけて株式会社ワンワールドにて試験溶融及びグラスウール化試験を行った。但し、Dサンプルに関しては準備したものの、後述する実操業試験で材料が不足し、Dサンプルを補完用に充てたため試験は行っていない。

結果として、グラスウール製造時のフィラメント（溶融ガラスを滴下した際の流体）でも発泡せず、流れに乱れもなかったことから、最も繊維化の成功可能性が低いと考えられたEサンプルを含めて、いずれの原料でも問題なく繊維化することが確認できた。そのため、グラスウールメーカーでは、RoHS規制等に抵触するような重金属等が含まれていない限り、原料として利用することに問題ないと判断された。

図2-28に投入前の試験用原料、図2-29に比較用に取り出した溶融後のサンプルを示す。図2-29に示すように通常のソーダ石灰ガラス原料と比較して自動車由来のガラスは黒く、原料としての活用が困難にも見える。実際に図2-30のようにグラスウールとしてもEサンプルから作られたものをまとめてみると黒ずんで見えるが、図2-31、図2-32に示すように問題なく繊維化が可能であり、利用には問題がなかった。



図 2-28 試験用原料（左：Cサンプル、右：Eサンプル）

出所) ワンワールド撮影



図 2-29 溶融後のサンプルの比較

（左：通常のソーダ石灰ガラス、中：Eサンプル、右：Cサンプル）

出所) ワンワールド撮影



図 2-30 繊維化後の比較 (左：通常ガラス、右：E サンプル)
出所) ワンワールド撮影

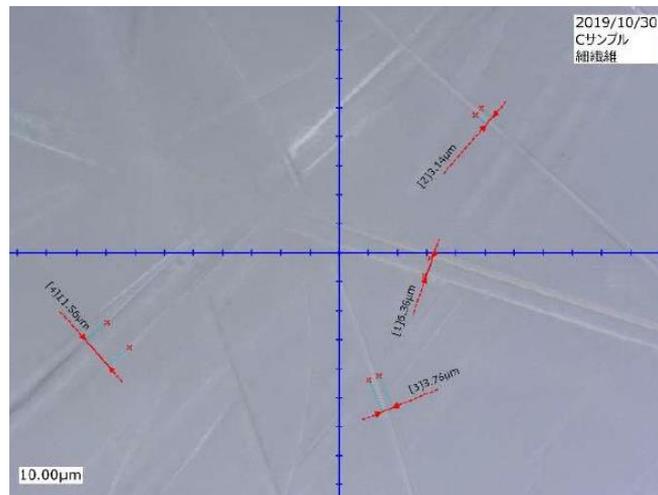


図 2-31 繊維化後の比較 (C サンプル)
出所) ワンワールド撮影

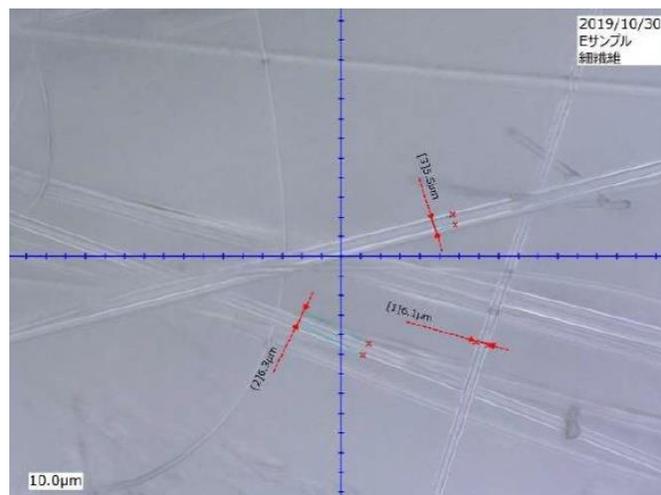


図 2-32 繊維化後の比較 (E サンプル)
出所) ワンワールド撮影

(4) 実操業試験の結果

試験溶融及びグラスウール化試験の結果を受けて、2020年1月に1tの原料を投入することにより実操業ベースでの試験を実施した。使用した原料は、200台のELVから回収した約2,000kgの原料から、5サンプル作成に利用した1,000kgを差し引いたものである(図2-33参照)⁷。5部位の自動車ガラスが混合したものであるため、実際にELVからのガラス回収を行った場合に得られるカレット原料と近いものと想定される。



図 2-33 試験用原料の外観

出所) ワンワールド撮影

図 2-34 に完成製品を示す。本事業ではワンワールドが製造している製品のひとつである建築断熱材の16K製品(密度:16kg/m³)を製造した。試験溶融の結果にも表れていたように、製造工程で大きな問題はなく、通常の板ガラス由来のグラスウール製品と比較しても外観や性能は遜色ない製品となり、社内検査でも合格判定が得られた。



図 2-34 完成製品の比較(左:自動車ガラス、右:板ガラス製品)

出所) ワンワールド撮影

その後、断熱材の日本産業規格の一つである「JIS A 9521 建築用断熱材」への適合評価を行うため、440mm×1,000mmを切り出し、一般財団法人建材試験センターでの品質性能試験を実施した。試験は、「JIS A 9521 6.7 熱伝導率 6.7.1 人造鉱物繊維断熱材」により、「JIS A 1412-2 [熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—第2部:熱流計法(HFM法)]」に従って実施した。なお、試験片の両隣に切断した予備の試験片を並べて測定を行った。

この評価結果を表 2-16 に示す。評価としては、「JIS A 9521 (通常品 16-45)」の規格値

⁷ D サンプルについては試験溶融を実施していないため、そのまま実操業試験原料に混合。

である $0.045\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ を下回っており、基準を満たす十分な断熱性能であることが確認できた。そのため、板ガラス製品由来のグラスウールと同等の性能を示したといえる（試験結果としては板ガラス製品を上回る性能を示しているが、誤差の範囲と考えられる）。

なお、「JIS A 9521」の高性能品の規格（16K の場合は $0.038\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）への適合を目指したグラスウールの製造も検討したが、本事業ではサンプル原料が不足しており、サンプル製造には至らなかった。

表 2-16 評価試験結果

	寸法	厚さ	密度*	試験体 平均温度	温度差	試験体を通 過する熱流 密度	熱伝導率
	(mm)	d (mm)	(kg/m^3)	θ_m ($^{\circ}\text{C}$)	ΔT (K)	q (W/m^2)	λ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]
自動車ガラス製品	905×440	100	16.6	23	20.3	8.57	0.042
板ガラス製品	920×440	100	16.4	23	20.3	8.63	0.043

出所) 一般財団法人建材試験センター

*密度は外被材を含んだ値。

また、グラスウールの成分分析結果を表 2-17 に示す。板ガラス製品に比べて鉛、セレンが有意に多いほか、クロムも確認できる（但し、六価クロムではない）。鉛は黒セラ等の由来であることが推測されるほか、セレンは着色材由来と考えられる。但し、鉛やクロムの成分値は、REACH 規制や RoHS 規制では問題ない含有量であり、一般的に問題視されるのは数百 ppm 以上の場合とされる。また、セレンについても問題のある水準とはいえ、グラスウールメーカーからも販売に問題がないレベルと判断された。

表 2-17 成分分析結果（単位：ppm）

成分	自動車 ガラス製品	板ガラス 製品
ヒ素	<5	<5
カドミウム	<1	<1
クロム	11	5
水銀	<5	<5
鉛	10	<6
セレン	11	<10

出所) 公益財団法人岩手県南技術研究センター

2.2. 実施結果を踏まえた考察

2.2.1. ELV の精緻解体実証

第2年度に時間分析を行ったフロントガラスについては、解体方法によって解体時間に大きな差が生じることが分かったため、ベストプラクティスを展開することで効率化できる余地が大きい。一部の事業者で採用されていた専用機具の導入は、効率化に大きく寄与すると考えられる。

表 2-18 にフロントガラス以外も含めたベストプラクティスについて整理した。車両の形状によっても解体方法は異なるが、サイドガラスの場合には、解体方法を限定しなかった第2年度のガラスウール試作品用の回収においても、大半の事業者はドアトリムを取り外して、ドアガラスを割ることなく回収を行っていた。サイドガラスを割って回収することでさらなる効率化が見込めるとの意見もあるが、今回実証を行った事業者からは割らずに回収した方が回収重量が大きくなり、破片の回収・清掃時間も削減できるため、効率的との意見もあった。また、ガラスを割らずに回収することで中古部品として販売することもできる⁸ほか、ドアトリムを解体することでPPとして有価で販売することもできる。ガラスの解体がドアハーネスなどの他資源の回収にも寄与する可能性もあることから、ガラスだけではなく、今後は「ドア」などの解体部位に注目して最適化を検討する必要もあると考えられる。

表 2-18 本事業で得られたベストプラクティスの解体方法

ベストプラクティス		解体時間
SFR	<ul style="list-style-type: none"> ■ ドアトリムを取り外して解体・回収 ドアトリムの形状等により作業時間に差が出るが、ドアの解体を丁寧に行えば作業時間は増加する一方、ガラス以外の資源(PP、ハーネス、モーター等)をその過程で回収すれば収益の増加に繋がる。	43秒 (15秒/kg)
SFL	<ul style="list-style-type: none"> ■ ドアトリムを取り外して解体・回収 ドアトリムの形状等により作業時間に差が出るが、ドアの解体を丁寧に行えば作業時間は増加する一方、ガラス以外の資源(PP、ハーネス、モーター等)をその過程で回収すれば収益の増加に繋がる。	34秒 (11秒/kg)
SRR	<ul style="list-style-type: none"> ■ ドアトリムを取り外して解体・回収 基本的にはフロントサイドガラスと同様である。一方で、スライドドアの場合にはドアを取り外して、シート上で破砕する必要があるケースがあり、通常よりも時間を要する場合がある。	46秒 (9秒/kg)
SRL	<ul style="list-style-type: none"> ■ ドアトリムを取り外して解体・回収 基本的にはフロントサイドガラスと同様である。一方で、スライドドアの場合にはドアを取り外して、シート上で破砕する必要があるケースがあり、通常よりも時間を要する場合がある。	37秒 (7秒/kg)
RRR	<ul style="list-style-type: none"> ■ シート上で割って回収 自動車を横にして解体することが可能であれば、横転させてから割って、回収するのが最も効率的。それが困難な場合には、バックドアの場合には車室内にシートを入れ、外側から内側へガラスを割ってシート上で回収するのが効率的。バックドアを取り外して回収するのは無駄がない分、時間を要する。	1分27秒 (21秒/kg)
FFF	<ul style="list-style-type: none"> ■ 専用機具(ガラスカッター等)を用いて回収 カッター等を用いないで回収するのは非現実的。通常の電動カッターやグラインダーに比べて、ガラスに特化した刃を活用した方が耐摩耗性が高いほか、チゼルに装着することで作業性が向上する。	1分48秒 (13秒/kg)

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

⁸ ガラスは中古部品としての需要が少ない(ガラスだけ破損するケースは少ない)ことから、販売している事業者は少ないとの意見もある。一方で、RECO Japan (<http://www.recojapan.com/>) 等の中古部品ポータルサイトでは、ガラスの販売も確認できる。

専用機具・設備利用の観点から、今回の実証で確認できたガラス回収方法を整理したのが、図 2-35 である。赤字で示したのがベストプラクティス、青字で示したのが次点となる解体方法である。既述の通りフロントガラスに関しては専用ガラスカッターを用いた方法が最も効率が良く、通常の電動カッター（丸鋸）を用いた場合と比較しても最大で 45 秒程度早く解体が完了している。

また、サイドガラスについては専用機具や専用設備を用いた事業者は少なく、多くの事業者でドアトリムを解体して回収していた。割って回収するケースは初年度に時間計測の対象としなかったが、既述のように解体事業者からは割らずに回収した方が効率的との意見も多かった。また、回収してから割った方が異物混入リスクも低減できると考えられる。なお、ドアトリムを解体して回収した場合でもベストプラクティスでは 30～50 秒程度での回収を実現している。事業者によってはドアトリムの構造により解体に時間が必要となるケースでなくても 3 分程度の時間を要している場合があるが、解体方法はベストプラクティスと同様であり、作業者の習熟度等によって 1～2 分の時間差が生じていた。

リアガラスについては、1 事業者で解体中の車両を横に倒し、リアガラスの回収を容易にしている事例があった。これにより、効率的な回収が実現できていたものの、解体ラインや保有設備に依存するため通常の実業者には同様の方法を取るのが困難と考えられる。その他の方法としては、車室内に回収シートや回収ボックス等を入れ、外から中にガラスを割ることで回収する方法が効率的であった。車両を横転させる方法と比較しても平均で 30 秒程度の差しかなく、特殊な設備が無い場合にはこの方法が最も効率的と考えられる。

なお、図 2-36～図 2-38 に部位別のベストプラクティスの様子を示す。

フロント ガラス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電動カッターで回収 ・ 糸のこで回収 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 専用ガラスカッターで回収 	
サイド ガラス	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドアトリムを解体して回収 ・ 回収シートを敷いて割って回収 		
リア ガラス	<ul style="list-style-type: none"> ・ バックドアを取り外して回収シートの上で割って回収 ・ 車室内に回収シートを入れ、外から中へガラスを割って回収 ・ 糸のこで回収 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 車両を横転させ、割って回収
	専用機具・設備なし	専用機具の利用	専用設備の利用

ガラス回収に関する専用機具・設備の利用有無

図 2-35 専用機具・設備別のガラス回収方法

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

■ 専用機具を用いる場合（ガラスカッター）



【チゼルに装着した専用カッターで切出】



【そのまま四方を切り出し】



【切り取ったフロントガラスを抜取り】

■ 専用機具を用いない場合（電動カッター）



【電動カッター（丸鋸）で切出】



【専用カッターに比べて取り回しが若干悪い】



【切り取ったフロントガラスを抜取り】

図 2-36 フロントガラス回収のベストプラクティス

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

■ ドアトリムを解体して回収（サイドフロントガラス）



【ドアトリム（内張）を手で引き剥がす】



【ガラスを固定しているネジを取り外し】



【ドアからガラスを抜き取って回収】

■ ドアトリムを解体して回収（サイドリアガラス）



【ドアトリム（内張）を手で引き剥がす】



【ガラスを固定しているネジを取り外し】



【ドアからガラスを抜き取って回収】

図 2-37 サイドガラス回収のベストプラクティス

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

■ 専用設備を用いる場合（車両を横転させ回収）



【専用設備で車両を横に倒す】



【下に回収ボックスを置いてリアガラスを割る】



【すべて回収ボックスに入れて回収】

■ 専用設備を用いない場合（車室内に回収シートを入れて回収）



【車室内に回収シートを敷く】



【外から中へガラスを割る】



【回収シートに落ちたガラスを回収】

図 2-38 リアガラス回収のベストプラクティス

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

将来的には、良質なカレット原料の取得という観点から、より厳しい品質管理が求められる建築用や自動車用の板ガラス向けカレット原料の製造を目指した場合、自動車ガラスの成分は部位やメーカーによって若干異なることから、部位別に回収を行う必要が生じる可能性もある。

一方で、第2年度の事業で示されたように、グラスウール向けカレット原料として再資源化を行う場合には、異物や塵埃の混入さえ留意しておけば十分に再資源化できる。そのため、解体事業者においては、作業空間の確保、解体工程に応じた最適な解体方法の導入、ガラス回収に特化した解体機具の導入、一次保管スペースの確保等を進めてもらう必要がある。

2.2.2. 需給バランス及び地理的条件を考慮したロジスティクス

解体事業者から一次集荷拠点への合積みを想定することで、輸送コストを削減するスキームを検証した結果、最も効率的なケースでは沖縄県以外のすべてのエリアで経済合理的にガラスが回収可能との結論が得られた。一方、収益が僅少であれば解体事業者にとってガラス回収のインセンティブにならないことから、さらなる輸送コストの削減を目指した検討も必要である。輸送コスト削減に繋がる取組みとしては以下の2点が考えられる。

① 家電リサイクルルートとの合積みの可能性

解体事業者と一次集荷拠点を結ぶ一次輸送だけでなく、一次集荷拠点（破碎事業者）からカレット工場を結ぶ二次輸送においても、輸送が効率化できる可能性がある。

これを実現する一案が、家電リサイクルルートとの合積みである。現在、家電リサイクルにおいては、テレビやドラム式洗濯機の窓部分のガラスなどを全国の破碎事業者で回収し、カレット工場に輸送している。この輸送コストは家電リサイクル料金から充当されているため、遠方からのガラス回収も可能となっている。一方で、破碎事業者からの輸送にはガラスの積載に余裕がある場合もあり、家電リサイクルと自動車リサイクルの双方の破碎を行っている事業者では、混載によるロジスティクスの効率化が図れる可能性がある。家電リサイクルにおいてガラスを回収し、なおかつELVの破碎を実施している業者は現在青森から鹿児島まで全国に11事業者確認されており、これらの事業者でガラスの混載が実現できる可能性がある。

図 2-39 に二次輸送の合積みが実現された場合の収益比較を示す。最も収入が高くなるガラス単価 4.0 円、フロントガラス回収無しのケースを想定すると、8.2 円/kg の収益となり、台当たりによると約 139 円の収益となる。家電リサイクルルートとの合積みに関しては費用負担の在り方や破碎事業者における運用・管理方法等を検討する必要があるが、既に存在している物流ルートを活用していくという点では、大きな可能性があると考えられる。

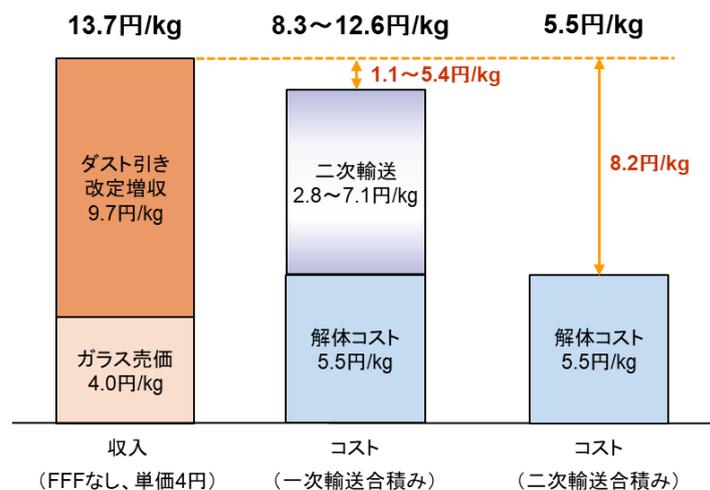


図 2-39 ロジスティクス効率化による収益増大

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 図 2-17 に二次輸送の費用（輸送可能なシュレッター工場からの輸送費）を加算している。

② 自動車リサイクル法 31 条ルートの活用

今回は自動車リサイクル法 28 条で処理を想定した物流費の試算を行ったが、既述のように 31 条での処理を想定することも可能である。

図 2-40 に示すように、一次輸送の合積みを前提とすると、輸送コストが発生するのは輸送②、④、⑤の 3 つであることから、輸送②（シュレッダー業者からカレット工場への輸送）よりも輸送④（電炉業者からカレット工場への輸送）もしくは、輸送⑤（解体事業者からカレット工場への輸送）の方が輸送費が安い（輸送距離が短い）場合には、自動車リサイクル法 31 条での全部利用を検討することも有効になる。

また、ELV の入庫台数が多い大規模解体事業者の場合には、樹脂などの他の資源と合わせて自社で資源化し、破碎事業者を経由しないで直接売却した方が、収益が向上できる可能性もある。細かな資源の選別を行うのであれば全部利用が想定されるが、その場合にはコンソーシアムとして全部再資源化料金も得られるため、さらに増収を見込むことも可能になる。

一方、資源循環の促進や ASR の削減という観点では、ガラスの回収に経済合理性を持たせるために、ガラス回収を評価するダスト引きの改定が不可欠である。また、31 条処理の場合にはダスト引きという形ではないが、ガラスを事前回収することにより電炉でのスラグ抑制が見込まれ、その価値を価格として還元していくことが求められる。この際に課題となるのが、後述する 31 条スキームに類するダスト引きの改定を実現する複数事業者間のコンソーシアムの実現である。そのため、28 条、31 条での処理に捉われず、事前回収の価値を評価していく選択肢をできるだけ多く用意することで、日本国内にこうしたコンソーシアムを可能な限り多く構築していくことが ASR 削減に資する社会の構築に繋がっていくと考えられる。

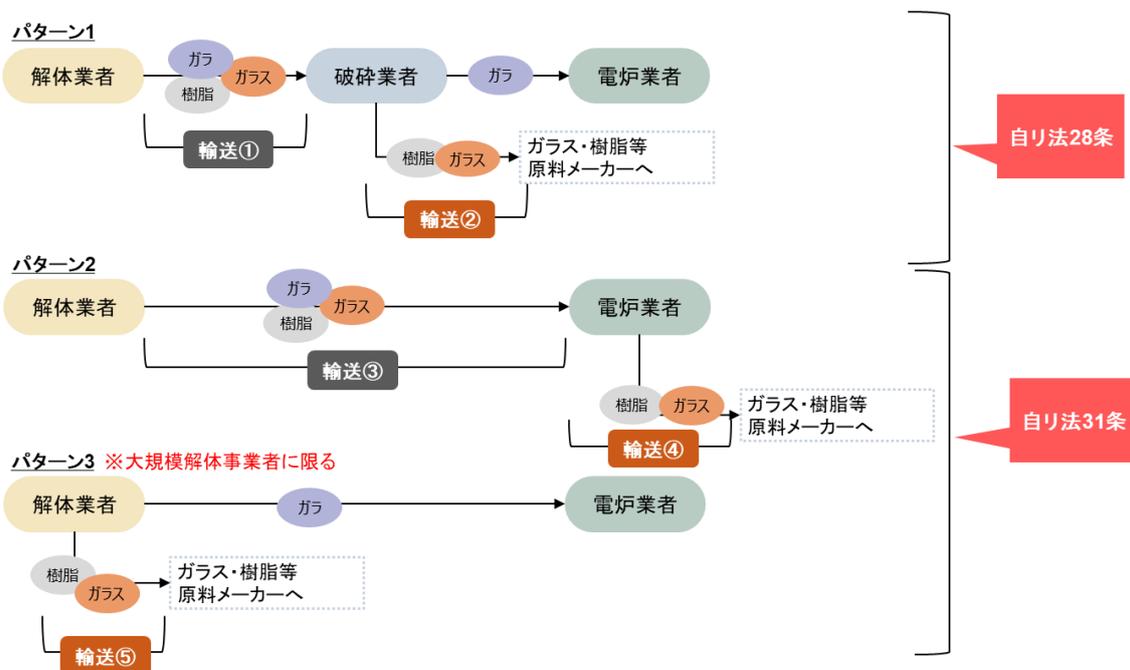


図 2-40 効率的なガラス輸送のパターン (再掲)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

2.2.3. 素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討

第2年度に新たに成分分析を実施したフロントガラスについては、他部位のガラスと比べて特筆すべき差異はなく、他のガラスと同様に再資源化することが可能と考えられる。図2-10にも示したように、フロントガラスは他部位に比べて2倍以上の重量を有することから、再資源化が達成できれば新たなカレット原料の供給源となるだけでなく、ASRの発生抑制に大きく貢献することができると考えられる。

初年度の事業では、光学特性や色を厳密に管理する必要があることから、自動車用板ガラスへの再利用は難しいと判断した。同じ部位、メーカーでも微量成分には差があり、部位別・メーカー別で集荷しても自動車用板ガラスに利用できる品質の明確なカレットの生産は困難と考えられるためである。そのため、フロントガラスについてもガラスウールとしての活用が検討される。

一方、フロントガラス活用に向けた最大の課題は中間膜の剥離であるが、技術的には解決できる見込みが立っており⁹、実際にフロントガラスの回収・販売を行っている事業者も確認できる。図2-41に既往事業で示されたフロントガラスの処理フローを示す。

他の事業者にもこうした取組みを普及させるためには、採算性を改善するための処理コストや輸送コストの低減に資する各種合理化（新たな技術開発や導入、解体ベストプラクティスの確立と導入、易解体設計の導入）や、売上の向上に資する支援（ダスト引き率の見直し等）等が課題である。

近年では静粛性向上の観点から、高級車等を中心にフロントガラスだけでなく運転席側のサイドフロントガラスでも合わせガラスが使用されるようになってきており、中間膜剥離の重要性は一層高まってきている。

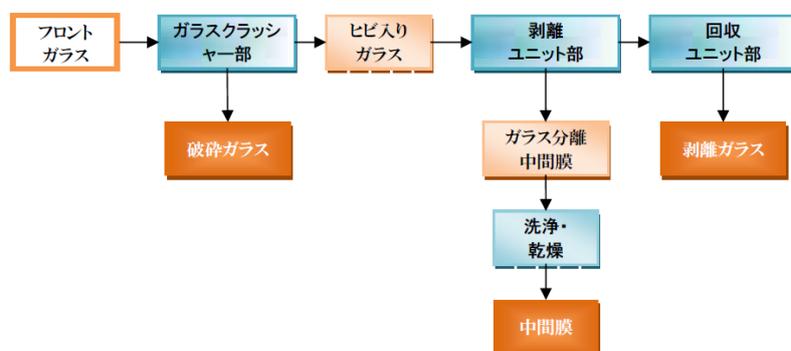


図 2-41 フロントガラス処理機の処理フロー（湿式）

出所) 環境省「平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業（自動車のガラスリサイクルの推進事業）報告書」

⁹ 環境省「平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業（自動車のガラスリサイクルの推進事業）報告書」

¹⁰ 経済産業省委託「平成 21 年度資源循環推進調査委託費（3 R システム化可能性調査事業）合わせガラスのリサイクルに関する調査研究調査報告書」

2.2.4. 再資源化プロセスの実証

第2年度の実証により、自動車ガラス由来の原料から問題なくグラスウールが製造できることが確認できた。また、建築用断熱材としてJIS規格を満たすことが示された。ELV由来のガラスを100%利用してグラスウールを試作した事例は確認できず、大きな成果と言える。さらに、試験熔融ではあるが、最もグラスウール化が困難と考えられるリアガラス100%でもグラスウールの製造には大きな問題が無いことを確認している。これは、ELV由来のガラスの再資源化に関して、サイドガラスやリアガラス等の部位やその比率に関わらず、ガラスへの再資源化が可能であることを示しており、グラスウール化においては技術的な課題はほとんどないと言える。

本事業ではグラスウールメーカーの製造設備との関係から建築用断熱材の規格を満たす製品の製造に留まったが、自動車用の場合は用途によって異なるものの、高い遮音性も求められるため、建築用よりも高密度(90kg/m³など)の製品が用いられる場合が多い。しかし、製品加工段階でのプレス成型工程が異なるものの、自動車用においても原料や繊維化工程には大きな差が無いことから、今回の原料を用いて自動車向けのグラスウール製品を製造することは可能と考えられる。

また、本事業でELV由来のガラスがグラスウール原料として有効なことは確認できたが、2.1.4(2)で言及したように異物の混入が見られたほか、今後解体方法が多様化した場合にはサイドガラス等への異物混入も予測される。そのため、今回実証で用いた水準の原料を安定的に調達するためにも、受入基準を明確化する必要がある。

公益財団法人日本容器包装リサイクル協会では、表 2-19に示すガラスびんの再商品化製品原料に関する受入品質規格を公表している。グラスウールについても表 2-13に示したように一部で忌避物質の具体化が図られているが、原料としての明確な指標はなく、本事業でも示したようにグラスウール製造後に品質評価等を行っているのが現状と考えられる。そのため、自動車ガラスを対象とした受入基準や解体方法のガイドラインの策定があれば、解体事業者によるガラス回収を後押しできるものと考えられることから、表 2-19に本事業の結果から想定されるELV由来のガラスをグラスウール原料とする際に要求される規格案を併記する。

陶磁器や異質ガラス、プラスチックコートガラスびんについては自動車解体工程で混入することは考えにくい。そのため、問題となるのは端子類やネジ、ビスなどの留め具類に起因する金属類及びプラスチック類、割って回収した際等に混入が予測される作業場のコンクリートや砂と考えられる。現時点では該当する異物の基準はガラスびんと同程度としているが、将来的にはこの受入基準を明確にし、規格を上回る製品のカレットの買取を保証していくことが必要と考えられる。また、こうした基準を満たすために解体事業者に要求される事項についても同表に整理した。こうした受入基準や求められる解体方法を図 2-35に示した解体方法と結びつけることで、異物混入のない推奨される解体方法を普及していくことができれば、解体業界とカレット業界の双方にとって有益な連携が進められるものと考えられる。

表 2-19 カレット受入品質規格（案）

異物の区分		ガラスびん (ppm以下)	グラスウール (ppm以下)	解体事業者に要求される事項
金属類	鉄	1.0	左記と同程度	端子等を取り除く必要がある
	アルミニウム（リング）	0.2		
	アルミニウム（ラベル）	0.2		
	その他（銅・鉛・真ちゅう等）	1.5		
陶磁器	陶器・磁器	15	含まないこと	－
石類	クロマイト等の鉱石類	0	含まないこと	床面に落ちたものの回収等、石類を混入させないような解体方法を採用する必要がある
	難熔耐火物	0		
	その他（コンクリート・砂礫・赤煉瓦等）	30		
異質ガラス	結晶化ガラス	0	含まないこと	－
	その他（クリスタルガラス、光学ガラス等）	1,000		
有機物	プラスチック・木片等	50	左記と同程度	基準以下までプラスチックを予め除去する必要がある
	プラスチックコートガラスびん	500	－	

出所) 公益財団法人日本容器包装リサイクル協会に追記

3. 今後の実証事業実施における課題及び解決方法等

3.1. 現状の課題

3.1.1. 解体工程における課題

本実証事業においては、自動車ガラスの回収に関する実証要領を定め、立地環境の異なる複数の解体事業者の協力を得ながら、労務コストを最小化できる解体方法について検証を行った。初年度にはフロントガラスを除く5部位について検証し、第2年度にはフロントガラスの解体方法について検証した結果、ベストプラクティスの展開によって作業時間の削減が実現できることを確認した。

しかし、ベストプラクティスを導入しても、ダスト引きの改定がなければ、費用が収入を上回る状況は変わっていない。また、本事業でフロントガラスの分析も追加したが、図 3-1 に示すように、ガラスの平均販売価格が下がる¹¹ことで、採算性は悪化することが確認された。

一方で、ベストプラクティスではサイドガラスで1分弱、リアガラスで1分半、フロントガラスで2分弱と、さらなる作業時間の効率化が達成できる余地は少なく、これ以上の大幅な費用低下は見込みにくい状況である。ガラスの単価についても、最も収益性の高い試算で使用した4.0円/kgと比較して大幅に高騰することは現時点では考えにくく、収益性改善の余地が乏しい状況であることが最大の課題である。

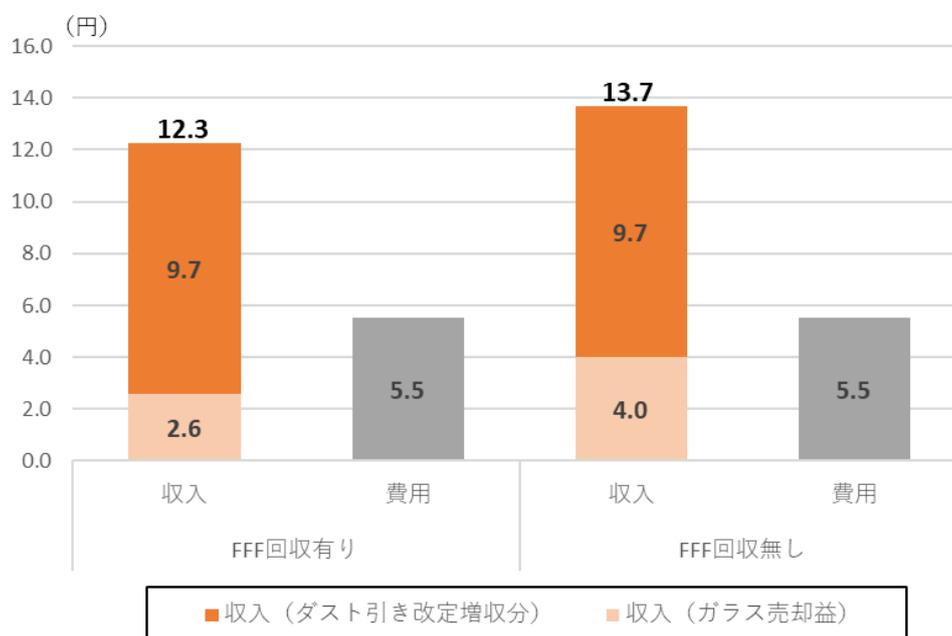


図 3-1 事業採算性分析 (ベストプラクティス導入時)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) FFF : フロントガラス

¹¹ フロントガラス以外の販売価格は4.0円/kgを想定しているが、フロントガラスの販売価格を0.1円/kgとしているため、平均販売価格が2.6円/kgに下落している。

3.1.2. ロジスティクスにおける課題

本実証事業では、解体事業者で回収したガラスを、全国に点在するガラスカレット工場へ輸送することを想定して採算性に関する試算を行った。解体事業者から一次集荷拠点への輸送を廃車ガラとの合積みにより効率化することで、費用が収入を上回らない範囲での回収地域は拡大した。また、さらなる輸送コストの削減策として、家電リサイクルルートとの合積みや、自動車リサイクル法31条に基づく全部利用の活用可能性などを示した。

一方で、図 3-1 にも示したように、ダスト引きの改定がなければ解体費用がガラスの売却収入を上回る状況であり、ダスト引きの改定を実現する複数事業者間のコンソーシアム等の構築が不可欠と考えられる。

3.1.3. 再資源化に関する課題

グラスウールへの再資源化という観点では、本事業でELV由来のガラス100%でも問題なく製品化可能なことが確認できたほか、照準としていたJIS規格も満たしており、技術的な課題は確認できなかった。

一方で、グラスウールとしての再資源化であれば、他の用途に比べて高付加価値が見込みにくいことから、ELV由来のガラスの課題としては、さらなる高付加価値製品への再資源化が挙げられる。図 3-2 にガラスの再資源化用途と採算性のイメージを示す。ガラスの回収を促進するためには付加価値の向上が不可欠であり、グラスウールに留まらずさらなる高付加価値製品である建築用板ガラス、自動車用板ガラス等の検討も進めることが重要である。

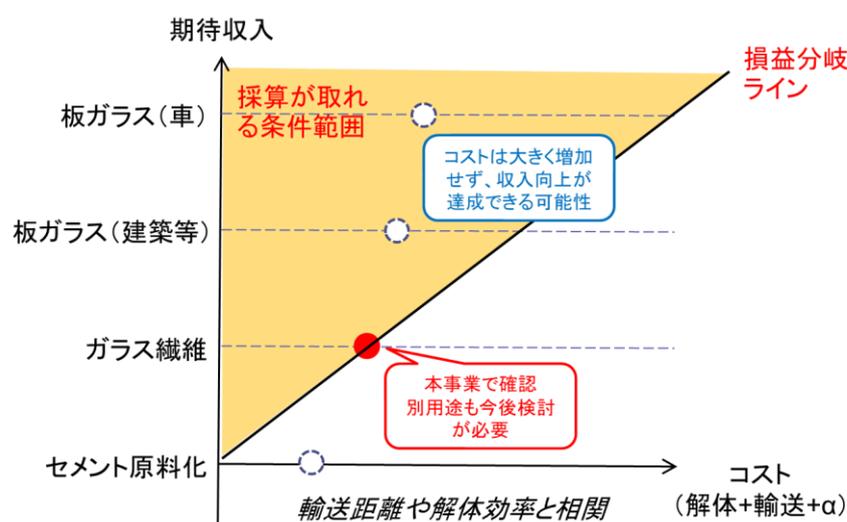


図 3-2 ガラスの再資源化用途と採算性のイメージ

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 現時点でセメント原料化や板ガラスは採算が取れる条件範囲に入れているが、実際に採算性があるかは今後の検討が必要

3.2. 課題の解決方法

3.2.1. 解体工程における課題に対する解決方向性

本事業ではベストプラクティスを導入した場合でも、ダスト引きの改定が行われなければ、ガラスの売却収入が解体に伴う労務コストを下回る試算となった。解体工程のさらなる効率化を推し進めることは重要であるが、ベストプラクティス以上に劇的に解体効率が上がる解体方法は考えにくい。また、解体効率が2倍以上に向上してようやく収支が等しくなる水準であり、解体事業者がガラス回収に取り組む動機付けにはならないと考えられる。

そのため、後述するように解体工程における収益性の改善には、解体事業者と破碎事業者を含む複数事業者間での信頼関係や契約関係に基づくコンソーシアムを構築していくことで、ダスト引きの改定を実現することが不可欠と考えられる。

また、別のアプローチとして、解体部位別に収益性を試算することも重要である。今回はガラスのみに注目して採算性を導出したため、例えばサイドガラスの解体過程で取り外したドアトリム等の資源価値を考慮していない。ドアトリムを外せばドアハーネスやパワーウィンドウモーター等の有価資源回収にも寄与すると考えられるため、作業時間当たりには得られる収益は大きく改善すると考えられる。

例えばベストプラクティスの場合には、サイドガラスは概ね30～50秒程度で解体されているが、このうちドアトリムの解体に要した時間は10秒程度と全体の1/4程度を占めている。ベストプラクティス以外でも同程度の時間比率をドアトリム解体に要しており、なかにはガラス全体の解体時間のうち、半分程度がドアトリムの解体に割かれている事例もある。

参考までに表3-1に、ドアの解体によって得られると考えられる資源重量及び収入を示す。各資源はドアから取り外した後に異物除去等を行う二次解体が求められるほか、接着方法等によっては回収したドアトリムが販売できない等の課題も考えられる。また、今回実証に参加した解体事業者からは、ガラスとパワーウィンドウモーターやドアハーネスの回収では、共通した作業部分が少なく、あまり効率化には繋がらないとする意見もあった。一方で、ドアに注目したりサイクル設計などが導入されることによって、PP、ハーネス、ガラスのすべての回収が進むということを示すことができれば、自動車メーカー等に対応の検討を促すことも可能と考えられる。解体作業においては、回収資源に注目するのではなく、解体工程や解体部位に注目して回収できる資源を積み上げていくことで、見落とししていた解体作業の価値を顕在化できる可能性がある。

表 3-1 ドア解体によって得られる収益（参考値）

	重量	収益
ドアトリム	3.4 kg/台	156 円/kg
パワーウィンドウモーター	0.7 kg/台	74 円/kg
ドアハーネス	1.3 kg/台	156 円/kg
合計	5.4 kg/台	386 円/kg

出所) 環境省「平成28年度低炭素型3R技術・システム実証事業 自動車リサイクルの全体最適化を念頭においた解体プロセスの高度化実証事業」(2017年3月)(ドアトリム、パワーウィンドウモーターの重量及び収益)、財団法人機械システム振興協会「自動車リサイクルに係る最適解体システム等に関する調査研究報告書」(2005年3月)(ドアハーネス重量)、ドアハーネスの収益は重量にハーネス価格を120円/kgと仮定して算出

3.2.2. ロジスティクスにおける課題に対する解決方向性

3.1.2 で示したダスト引き改定の実現という課題に対しては、解体事業者や破碎事業者を含む複数事業者間のコンソーシアム構築が有効な手段になると考える。

ダスト引きの改定を実現するためには、解体事業者で外したガラスなどの部品を後工程の破碎事業者が把握し、従来の廃車プレスと比較して鉄以外のダストとなる部分が削減されていることを確認する必要があるが、廃車プレスで取引される場合には、実質的にどの部品が取り外されているかという点について、破碎事業者が確認するのは困難である。そのため、自動車リサイクル法 31 条のように、解体事業者と破碎事業者間で事前に取り外し部品について取り決めを行い、定期的な監査や廃車プレスの品質検査などを行うことで、個社間で特定のダスト引き比率を設定するスキームが必要となる。一方で、取引される各廃車プレスに含まれる成分について定量的なデータの裏付けがなければ、こうしたスキームは両事業者間で一定の信頼関係が構築されていることが前提となる。

一方で、信頼関係を前提としたコンソーシアムの場合には、実現できる地域は従来からの結びつきが強いごく限定的な事業者間もしくは地域に限定されてしまう。そのため、解体事業者が事前に回収した部品を、破碎事業者を含む後工程の事業者が確認できる仕組みが構築されれば、コンソーシアム構築に向けたハードルが大きく下がると考えられる。

図 3-3 にこうしたコンソーシアムの構築を後押しする、情報連携システムのイメージを示す。図内①に示したように自動車メーカー等による易解体設計情報等とともに、後工程の事業者が求める再生原料の仕様・規格を一つのプラットフォームに集積し、この情報に基づき解体を行った解体事業者が事前回収した部品を同じプラットフォームに登録 (②)、この情報を後工程となる破碎事業者や電炉事業者が参照可能 (③) になれば、ダスト引き比率を調整した適正価格での廃車プレスの購入 (④) が実現するとともに、低ダスト ELV が後工程に流れ (⑤)、ASR の削減に繋がるとともに、原料メーカーの求める再生原料が得やすくなる (⑥) もと考えられる。下図はあくまで理想的なイメージだが、このうちの一部でも情報連携が実現すれば、コンソーシアム構築に大きく近づけるものと考えられる。

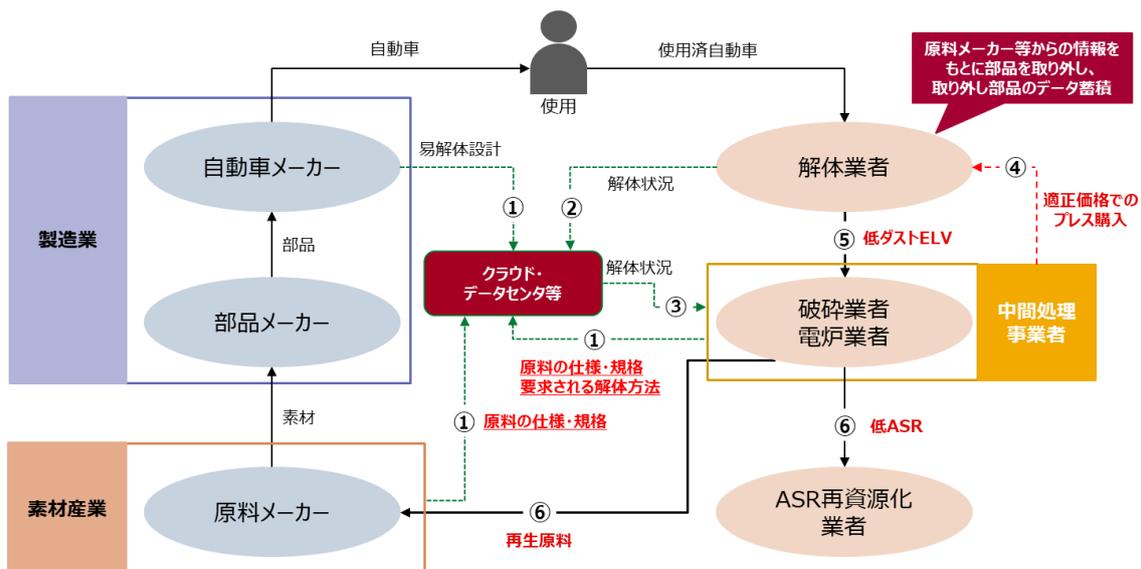


図 3-3 コンソーシアムの構築イメージ

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

3.2.3. 再資源化に関する課題に対する解決方向性

ELV 由来のガラスにおけるグラスウールとしての再資源化には、技術的な課題は確認できない。そのため、回収量増大に向けたガラス単価向上に繋がる、さらなる高付加価値製品への再資源化が課題である。

例えばフロントサイドガラスに関しては、フロントリアガラスと比べて着色が少なく、建築用板ガラスとして再資源化しやすいため、新品製造工程途中品を原料とした再資源化が一部メーカーで既に行われている。そのため、フロントサイドガラスのみで一定量の回収ができれば、建築用板ガラスとしての再利用を検討することもできる。また、着色ガラスの多いリアサイドガラスに関しては、透明な板ガラスには利用できないが、着色することが決まっているガラスであれば、自動車用板ガラスとしても検討できる可能性がある。但し、こうした高付加価値製品への再資源化は ELV 由来の自動車ガラスでは前例が少なく（自動車用板ガラス向けでは前例なし）、回収部品をガラスの部位別に分別するなど解体事業者への負荷も大きくなることが予測される。そのため、各用途での再資源化が実現できた場合の単価への影響や、対象となるガラスの見分け方をマニュアル化するなどの受入基準を策定した上で検討を進めることが重要と考えられる。

4. 事業化の計画

初年度事業及び第2年度事業においては、自動車ガラスはベストプラクティスの展開により効率的な回収が可能であり、グラスウール向けカレット原料として再資源化、さらにグラスウールとしての再資源化が可能であることを示した。また、廃車ガラとの合積みによって一次集荷拠点に運ぶ回収ルートを構築することで、大きな回収ポテンシャルを有することも確認した。

そのため、自動車ガラスの回収が始まればいつでも事業化可能な体制は整っているが、一部の事業者を除き、現在までのところグラスウール向けカレット原料として事業化するには至っていない。この最大の原因は解体事業者から見た際にカレット原料としての販売価格が安いことやダスト引きに考慮されないことなどから、回収するメリットがないことが挙げられる。技術的な課題は既に克服できていることを確認したが、ベストプラクティスの展開や効率的なロジスティクス構築などによる費用削減にも限界があることから、今後はダスト引き比率改定を目指した事業者間コンソーシアムの構築や、ガラスの回収によりASR処理費削減に寄与した分を解体事業者へ還元する仕組みなど、制度的なアプローチが求められる。

また、図4-1に今回の試算で最も厳しい条件となったフロントガラスの回収有り、ガラス単価が1.0円/kgの場合でも、採算性に見合う形でカレット工場への輸送が可能なシュレッダー工場を再掲する。下図のように、北海道（札幌周辺）、関東、中部、九州北部ではカレット工場の配置などから効率的な輸送が実現できる可能性が高い。そのため、比較的高い収益性を確保することが可能とみられることから、次のステップとしてこうした地域を実証地域として選択し、コンソーシアムの検討などを行っていくことが重要と考える。

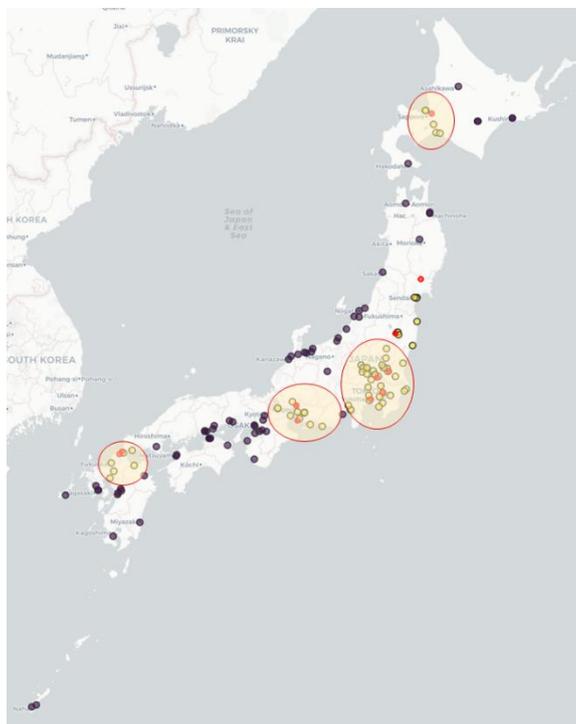


図 4-1 カレット工場への輸送が可能なシュレッダー工場
(フロントガラス回収有、ガラス単価 1.0 円/kg のケース)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

5. 事業の評価

5.1. 採算性の評価

図 5-1 に本実証事業で考えられうる最も収益性の高いケースでの採算性評価を示す。仮に一次集荷拠点からカレット工場までの二次輸送についても合積みが実現し、輸送コストが削減できた場合には、8.2 円/kg の収益が期待できる。

一方で、この収益は現時点でガラスを回収している事業者と比較したケースである。ダスト引きが改定されれば改定前と比べて 9.7 円/kg の増収があるとしているが、ガラスを回収していない大多数の事業者と比較するのであれば、ダスト引きの改定が行われて初めてガラス売価である 4.0 円/kg がプラスの収益となる。こうした現状では、日本全国の解体事業者にガラス回収が普及することは見込みにくい。

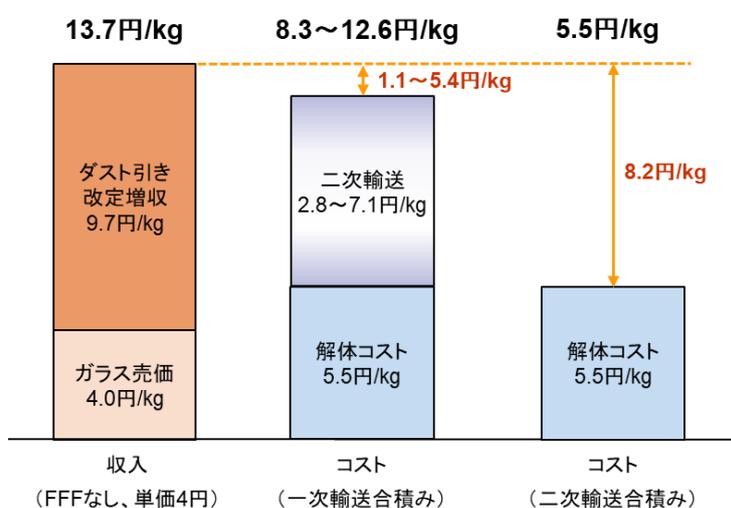


図 5-1 採算性評価

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 図 2-17 に二次輸送の費用 (輸送可能なシュレッダー工場からの輸送費) を加算している。

こうした中、改めてガラスを取り外すことの付加価値を考えた場合、①ガラス資源価値、②ASR 削減、③後工程における破碎機の刃の摩耗低減といった 3 つが考えられる。ダスト引き改定を前提とした場合でも、考慮される解体事業者の収益は①のみであり、ガラス回収の価値が正当に評価されているとは言い難い。そこで、残る②、③を正当に評価するための、制度的アプローチが今後は必要となる。

②ASR 削減については、解体事業者のガラス回収努力によって自動車リサイクル料金を原資とする ASR 処理費が削減されるのであれば、削減分は解体事業者に還元される仕組みが必要である。この点は、自動車リサイクル法 31 条の全部利用のスキームが参考になる。ASR が発生しない全部利用の運用にあたっては、車種や銅含有率に従って 1 台当たり 1,700 ~ 9,790 円がコンソーシアムに支払われる。同様の仕組みがガラスや樹脂などの資源にも適用されれば、解体事業者のメリットは増大し、資源回収が促進されるものと考えられる。

③破碎機の摩耗低減に関しては、刃のメンテナンス費用が削減されるにも関わらず、その価値がシュレッダー業者から解体事業者に還元される仕組みにはなっていない。破碎事業者側で解体事業者にガラス回収の協力を求め、協力業者には一定の対価を支払う仕組みが

できればガラス回収のさらなる追い風となる。破碎事業者のニーズを刺激するためには、ガラスが刃の摩耗に与える影響を検証する必要があるとも考えられる。

解体事業者への還元にはこれらの付加価値の導出が求められるが、ASR 削減に関しては ASR 処理単価が参考となる。現在の ASR 処理費用等は公表されていないが、「自動車リサイクル法の施行状況¹²⁾」を参照すると、平成 30 年度の引取 ASR 重量 556,985t に対して、ASR 分のリサイクル料金払渡し金額は 22,216,664 千円となっており、その単価は 39.9 円/kg と導出される。この払渡し金額には利息が含まれていることなどから、実際の処理料金は下振れすることが考えられるが、関係者へのヒアリングなどからは概ね 30～35 円/kg 程度での処理が行われているとみられる。

また、③破碎機の摩耗低減に関しては、破碎事業者によってはガラスの投入量が多いと摩耗が早い等の感覚的なメリットは感じられるものの、定量的に検証したデータはなく、具体的な価値評価を行うことが難しい。また、破碎機によっては刃の摩耗低減の恩恵が受けられない場合もあるとみられる。

そこで、②を 30～35 円/kg とした場合の価格比較を図 5-2 に示す。なお、参考までに既に一部の解体事業者で回収の試みが始められているバンパーの事例を併記する。過去の実証事業¹³⁾ではバンパーの資源としての売価は高くても約 30 円/kg とされている。一方で、ガラスは ASR 低減による価値等を考慮すると最大で kg 当たりの単価は 43.7 円/kg～48.7 円/kg まで拡大する可能性があるほか、刃の摩耗低減価値も定量化できれば、収益はさらに大きくなる可能性もある。ASR 低減への貢献はバンパーも同等であるため、あくまで現在の価格との比較であるが、バンパーと異なりガラスは輸送性が高い（割って輸送が可能）ことや、金具などの細かい異物除去が不要であることを考えると、同程度の販売価格であれば解体事業者によってバンパーよりも回収しやすい部品となる可能性もある。

そのため、ダスト引き改定に向けたコンソーシアム構築などを着実に進めていくことに加え、ガラス回収の正当な価値評価、特に既に全部利用のスキームで実現している ASR 削減価値の評価は、ガラス回収を進める上で不可欠な要素となると考えられる。

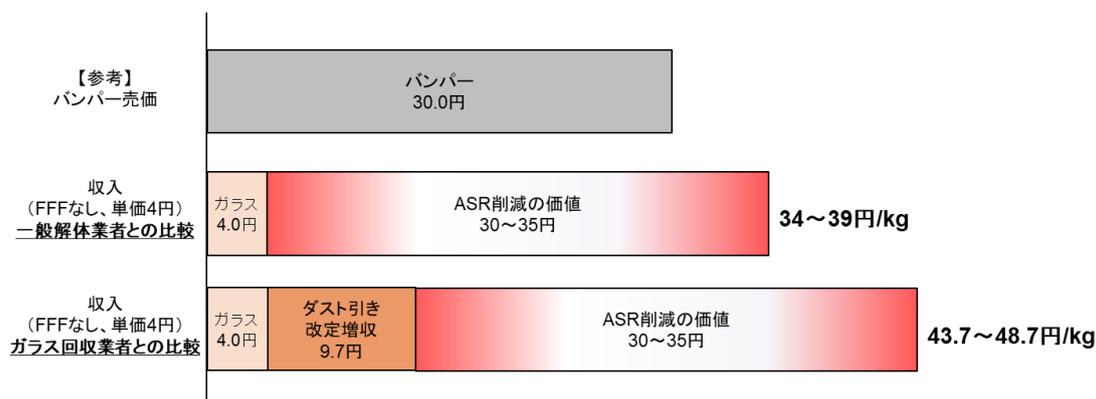


図 5-2 ガラス回収による付加価値向上のイメージ

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 図 2-17 に ASR 削減による還付分を加算している。

¹²⁾ 産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG、中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第 47 回合同会議 資料 4

¹³⁾ 環境省「平成 27 年度低炭素型 3 R 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」

5.2. 有効性の評価

ロジスティクスの分析では、採算性分析から試算された輸送前利益をもとに、採算性の範囲内でガラスカレット工場に輸送できる一次集荷拠点（シュレッダー工場）を抽出し、そのシュレッダー工場がカバーできる ELV の台数を推計した。

推計に際しては、解体事業者で廃車ガラと自動車ガラスに分離され、同じ輸送便で一次集荷拠点となるシュレッダー工場まで運搬され（合積み輸送）、そこから自動車ガラスだけがカレット工場へと輸送される経路を想定した。そのため、解体事業者から一次集荷拠点までの一次輸送は廃車ガラとの合積みを想定して考慮していない。また、解体工場は各県で一様に分布していると仮定し、各地点から最も近いシュレッダー工場で自動車は破碎されるという想定で、回収可能な自動車台数及びガラス量を推計した。

これら前提に基づき推計を行ったところ、自動車ガラスの回収が可能な ELV の台数（日本全国）は、フロントガラスの回収有りでガラス単価が 1.0 円/kg という最も輸送前利益を低く見積もっているケースでも 2,543 千台、回収可能なガラス量は 67,889t と推計された。そのため、ASR の発生抑制に大きなポテンシャルを有することが分かる。また、最も回収可能なガラス量が大きくなるフロントガラス回収有りで、ガラス単価が 4.0 円/kg のケースでは回収可能なガラス量は 83,642t に達する。これまで回収されていなかったガラスがそのまま ASR に移行していると仮定すると、回収可能ガラス量が ASR 削減量と同等と考えられるため、最大で平成 30 年度の ASR 引取重量 556,985t のうち、約 15% に当たる 83,642t の ASR が削減可能になると考えられる。

表 5-1 カレット工場へ運搬可能なガラス量及び自動車台数

フロントガラスの回収	ガラス単価	自動車台数 (千台)	回収可能ガラス量 (t)
有り	1.0 円/kg	2,543	67,889
有り	4.0 円/kg	3,133	83,642
無し	1.0 円/kg	2,543	42,971
無し	4.0 円/kg	3,349	56,593

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

また、ASR 削減効果だけでなく、ELV のガラス活用は、新たなガラス資源の供給量確保という点でも有効性が大きい。本事業で再資源化が可能であることを示したグラスウールに関しては、国内生産量約 21.9 万 t¹⁴のうち 80%（約 17.5 万 t）がリサイクルガラスを原料としている。もし 8.4 万 t の自動車ガラスが回収できれば、現在の原料のうち 48% の供給源を確保できることになる。

新たな供給源の確保が重要視される背景には、ガラスカレット原料の減少がある。近年ではガラスびんの利用が減少傾向にあるほか、板ガラスメーカーも素地替えなどによるロスを抑え取組みを進めており、カレット原料の供給は減少傾向にある。国内でのガラス生産

¹⁴ 経済産業省「資源・窯業・建材統計年報」（ガラス繊維のうち、短繊維の生産量）

量も横ばいであるほか、住宅着工戸数や自動車生産台数が減少傾向にあることを考えれば、カレット原料も今後も減少することはあっても増加することは考えにくい。こうした中、ガラスウールを天然原料から生産せざるを得なくなったと仮定すると、熔融に必要な温度が上昇するほか、原料には炭酸ガスも含まれるため、CO₂ 増加も見込まれる。実際にガラスを天然原料から生産するのと比べ、リサイクルカレットを利用すればt 当たり約 289kg¹⁵のCO₂ が削減できるという試算もある。

ガラスカレットの供給源としては太陽光パネルも候補となるが、太陽光パネルはヒ素などの有害物質が含まれている場合があるほか、他の忌避物質が含有されているケースも多いことから、リサイクルでの扱いやすさという点では自動車ガラスの方に優位性がある。温暖化対策や資源の有効活用という点でも自動車ガラスという新たなカレット供給源の確保が求められているといえる。

(以上)

¹⁵ 工藤透「板ガラスのリサイクルの現状と課題」(2012年5月)

< 資料編 >

6. 解体したELVの諸元データ（資料編）

6.1. 初年度事業

6.1.1. A社

				A					
種類				普通自動車	普通自動車	軽自動車	軽自動車	小型自動車	小型自動車
解体日				2018/10/11	2018/10/15	2018/10/16	2018/10/17	2018/10/18	2018/10/19
メーカー				トヨタ	トヨタ	スズキ	ダイハツ	ニッサン	トヨタ
車種（車名）				マークX	チェイサー	ワゴンR	ムーヴ	ティータ	b B
型式				DBA-GRX120	GF-GX100	GF-MC21S	DBA-L175S	DBA-C11	UA-NCP30
車両重量(kg)				1510	1620	900	930	1180	1130
初度登録年				2005	1999	2000	2007	2006	2003
排気量(cc)				2,499	1,998	660	660	1,498	1,298
解体方法				手解体	手解体	手解体	手解体	手解体	手解体
ガラス	サイドフロント	運転席側	ガラスメーカー	日本板硝子	A G C	セントラル	A G C	セントラル	日本板硝子
			重量 (kg)	3.9	4.7	2.9	3.2	3.5	3.2
		助手席側	ガラスメーカー	日本板硝子	日本板硝子	セントラル	A G C	セントラル	日本板硝子
			重量 (kg)	3.9	4.6	2.9	3.2	3.4	3.1
	サイドリア	運転席側	ガラスメーカー	日本板硝子	A G C	セントラル	日本板硝子	日本板硝子	日本板硝子
			重量 (kg)	3.1	3.7	2.7	2.9	2.2	2.3
		助手席側	ガラスメーカー	日本板硝子	日本板硝子	セントラル	日本板硝子	日本板硝子	日本板硝子
			重量 (kg)	3.1	3.8	2.7	2.9	2.2	2.3
	リア	ガラスメーカー	A G C	A G C	セントラル	日本板硝子	セントラル	AGC	
		重量 (kg)	7	5.7	2.4	2.7	2.9	2.5	
解体時間	サイドフロント	運転席側	SFR	01:19	03:25	01:43	02:39	01:12	02:07
		助手席側	SFL	01:35	03:42	01:46	02:41	00:49	02:35
	サイドリア	運転席側	SRR	02:11	03:14	01:16	02:19	02:01	02:57
		助手席側	SRL	02:10	03:45	01:13	04:49	01:57	02:42
	リア	RRR	02:54	02:01	01:57	01:27	02:07	02:09	

6.1.2. C社

				C								
種類				普通自動車	小型自動車	軽自動車	普通自動車	軽自動車	普通自動車	普通自動車	小型自動車	
解体日				2018/11/23	2018/11/23	2018/11/23	2018/11/27	2018/11/27	2018/11/28	2018/11/28	2018/11/28	
メーカー				トヨタ	マツダ	ダイハツ	ホンダ	スズキ	ホンダ	トヨタ	トヨタ	
車種(車名)				アイシス	デミオ	ムーヴ	ステップワゴン	ワゴンR	ステップワゴン	ノア	イスト	
型式				DBA-ZGM10W	UA-DY3R	DBA-L350S	E-RF2	TA-MC22S	DBA-RG1	TA-AZR60G	DBA-NCP110	
車両重量(kg)				1,430	1,170	890	1,560	790	1,530	1,480	1,150	
初度登録年				2012	2004	2006	1997	1992	2006	2003	2007	
排気量(cc)				1,797	1,348	660	2,000	790	1,998	1,998	1,496	
解体方法				手解体								
ガラス	サイドフロント	運転席側	ガラスメーカー	旭硝子	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	日本板硝子	旭硝子	
			重量(kg)	3.10	3.00	3.05	3.85	2.85	3.60	3.60	3.10	
		助手席側	ガラスメーカー	旭硝子	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	日本板硝子	旭硝子
			重量(kg)	3.20	2.95	3.05	3.80	2.85	3.60	3.60	3.10	
	サイドリア	運転席側	ガラスメーカー	日本板硝子	日本板硝子	日本板硝子	旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	日本板硝子	旭硝子	
			重量(kg)	2.70	2.05	2.85	5.10	2.70	3.70	4.45	2.05	
		助手席側	ガラスメーカー	日本板硝子	日本板硝子	日本板硝子	旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	日本板硝子	旭硝子	
			重量(kg)	2.65	2.10	2.85	5.00	2.70	3.70	4.50	2.05	
	リア		ガラスメーカー	旭硝子	日本板硝子	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	日本板硝子
			重量(kg)	2.70	3.10	3.20	3.70	2.65	3.55	4.00	2.20	
解体時間	サイドフロント	運転席側	SFR	04:50	03:06	03:34	02:53	04:19	04:20	02:14	04:27	
		助手席側	SFL	03:24	02:14	03:19	02:43	03:23	03:25	02:45	02:33	
	サイドリア	運転席側	SRR	12:41	02:49	02:58	01:26	03:54	03:56	21:06	02:31	
		助手席側	SRL	08:33	02:22	02:39	02:06	03:00	03:00	10:22	02:27	
	リア		RRR	04:10	02:57	03:03	02:40	01:54	01:53	02:15	01:55	

6.1.3. D社

				D					
種類				軽自動車	軽自動車	小型自動車	小型自動車	普通自動車	普通自動車
解体日				2018/10/6	2018/10/6	2018/10/6	2018/10/6	2018/10/6	2018/10/6
メーカー				スズキ	ダイハツ	日産	日産	トヨタ	ホンダ
車種（車名）				アルト	ハイゼット	マーチ	キューブ	ヴォクシー	ステップワゴン
型式				HA23S-727546	S320V-0100074	AK12-744845	BZ11-350762	AZR60-0274392	RG1-1046124
車両重量(kg)				660	920	930	1080	1480	1500
初度登録年				2004	2007	2003	2008	2003	2005
排気量(cc)				660	660	1240	1400	2000	2000
解体方法				手解体	手解体	手解体	手解体	手解体	手解体
ガラス	サイドフロント	運転席側	ガラスメーカー	セントラル	日本板硝子	セントラル	セントラル	日本板硝子	アサヒ
			重量 (kg)	2.7	2.6	3.1	3.1	3.6	3.7
		助手席側	ガラスメーカー	セントラル	日本板硝子	セントラル	セントラル	日本板硝子	アサヒ
			重量 (kg)	2.7	2.6	3.1	3.1	3.6	3.7
	サイドリア	運転席側	ガラスメーカー	セントラル	日本板硝子	アサヒ	セントラル	日本板硝子	アサヒ
			重量 (kg)	2.8	3.2	2.6	2.7	3.7	3.1
		助手席側	ガラスメーカー	セントラル	日本板硝子	アサヒ	セントラル	日本板硝子	アサヒ
			重量 (kg)	2.8	3.2	2.6	2.7	3.8	3
	リア	ガラスメーカー	セントラル	日本板硝子	アサヒ	セントラル	アサヒ	アサヒ	
		重量 (kg)	3.1	4	4.1	3	4.6	3.9	
解体時間	サイドフロント	運転席側	SFR	02:18	03:36	01:27	01:29	01:44	02:10
		助手席側	SFL	01:47	02:40	01:21	01:44	01:44	02:33
	サイドリア	運転席側	SRR	03:13	02:28	02:04	02:34	04:30	05:06
		助手席側	SRL	03:49	03:25	02:33	02:27	04:17	05:53
	リア	RRR	03:55	04:20	03:54	05:55	03:43	05:06	

6.1.4. E社

				E				
種類				軽自動車	小型自動車	軽自動車	小型自動車	普通自動車
解体日				2018/10/9	2018/10/12	2018/10/18	2018/10/19	2018/10/22
メーカー				ダイハツ	日産	ダイハツ	日産	マツダ
車種(車名)				ムーブ	キューブ	ムーブ	キューブ	プレマシー
型式				DBA-L150S	UA-BZ11	UA-L150S	DBA-YZ11	DBA-CREW
車両重量(kg)				820	1060	790	1100	1490
初度登録年				2005	2003	2003	2008	2009
排気量(cc)				660	1400	660	1500	2000
解体方法				手解体	手解体	手解体	手解体	手解体
ガラス	サイドフロント	運転席側	ガラスメーカー	旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	セントラル硝子	日本板硝子
			重量(kg)	3	3	3	2.9	3.2
		助手席側	ガラスメーカー	旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	セントラル硝子	日本板硝子
			重量(kg)	3	2.9	3	3	3.2
	サイドリア	運転席側	ガラスメーカー	日本板硝子	セントラル硝子	日本板硝子	セントラル硝子	日本板硝子
			重量(kg)	2.7	2	2.6	2	2.6
		助手席側	ガラスメーカー	日本板硝子	セントラル硝子	日本板硝子	セントラル硝子	日本板硝子
			重量(kg)	2.7	2	2.6	2	2.6
リア	ガラスメーカー		旭硝子	セントラル硝子	旭硝子	セントラル硝子	日本板硝子	
	重量(kg)		4.4	4.1	4	3.6	4.2	
解体時間	サイドフロント	運転席側	SFR	00:45	00:47	01:07	00:43	01:16
		助手席側	SFL	00:58	00:39	01:47	00:34	01:22
	サイドリア	運転席側	SRR	01:34	00:46	01:19	01:00	03:26
		助手席側	SRL	01:18	00:58	01:47	00:55	02:48
	リア	RRR		19:33	17:24	14:55	09:20	10:10

(E 社つづき)

				E				
種類				普通自動車	普通自動車	普通自動車	普通自動車	小型自動車
解体日				2018/10/24	2018/10/29	2018/10/30	2018/11/5	2018/11/6
メーカー				三菱	ホンダ	ホンダ	ホンダ	ホンダ
車種(車名)				グランディス	オデッセイ	ステップワゴン	ステップワゴン	モビリオスパイク
型式				GF-N84W	DBA-RB1	DBA-RG1	UA-RF3	CBA-GK1
車両重量(kg)				1560	1610	1500	1510	1240
初度登録年				2000	2005	2005	2003	2005
排気量(cc)				2400	2400	2000	2000	1500
解体方法				手解体	手解体	手解体	手解体	手解体
ガラス	サイドフロント	運転席側	ガラスメーカー	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子
			重量(kg)	3.3	3.7	3.7	4.2	3.6
		助手席側	ガラスメーカー	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子
			重量(kg)	3.4	3.8	3.6	4.2	3.5
	サイドリア	運転席側	ガラスメーカー	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子
			重量(kg)	4.1	3.3	3.7	5.5	5.6
		助手席側	ガラスメーカー	日本板硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子
			重量(kg)	4.1	3.3	3.6	3	5.6
	リア	ガラスメーカー		旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子	旭硝子
		重量(kg)		7.7	4.7	5.7	7.5	5.1
解体時間	サイドフロント	運転席側	SFR	01:22	02:15	01:22	01:03	02:12
		助手席側	SFL	01:23	01:22	01:30	01:25	02:54
	サイドリア	運転席側	SRR	02:45	02:26	02:30	01:13	00:50
		助手席側	SRL	02:54	02:31	02:47	02:51	00:37
	リア		RRR	20:27	16:05	18:05	17:56	10:59

6.2. 第2年度事業

		A		B		C		D		E	
種類		軽自動車	軽自動車	小型自動車	小型自動車	小型自動車	小型自動車	普通自動車	普通自動車	普通自動車	普通自動車
車両番号		W-01	W-02	S-01	S-02	Y-01	Y-02	E-01	E-02	H-01	H-02
解体日		2019/8/23	2019/8/23	2019/9/10	2019/9/10	2019/8/29	2019/8/29	2019/12/3	2019/12/3	2019/10/11	2019/10/9
メーカー		ダイハツ	ダイハツ	トヨタ	日産	マツダ	マツダ	ホンダ	トヨタ	トヨタ	トヨタ
車種（車名）		ムーヴ	タント	パッソ	キューブ キュービック	デミオ	デミオ	アコード	ノア	シエンタ	ヴォクシー
型式		GF-L902S	DBA-L375S	DBA-KGC10	UA-BGZ11	DBA-DY5W	GF-DW5W	CK7-3103437	SR40-0282588	DBA-NCP81G	TA-AZR60G
車両重量(kg)		850	930	900	1,160	1100kg	1020kg	1390	1410	1220	1480
初度登録年		1999	2013	2009	2004	2005	2001	2005	2001	2006	2002
排気量(cc)		650	650	996	1,386	1498cc	1498cc	2000	2000	1500	2000
解体方法		ガラスカッター	ガラスカッター	電動カッター (丸鋸)	電動カッター (丸鋸)	糸のこ	糸のこ	ガラスカッター	ガラスカッター	糸のこ	糸のこ
フロントガラス	メーカー	AGC	AGC	AGC	セントラル硝子	日本板硝子	日本板硝子	アサヒガラス	LN UNITED	日本ガラス	旭硝子
	重量 (kg)	7.0	7.0	7.7	6.2	12.0	10.7	9.9	11.8	11.3	14.3
解体 時間	解体	00:53	00:56	01:42	01:11	28:08	12:54	01:35	02:53	06:59	05:49
	準備解体	00:00	00:00	00:00	00:00	08:21	11:02	00:00	00:00	00:00	00:00
	移動・運搬	00:55	01:00	00:53	01:25	06:41	05:27	00:31	00:46	01:14	02:37
	停滞	00:00	00:00	00:00	00:00	03:03	03:56	00:00	00:00	00:26	00:37
	合計	01:48	01:56	02:35	02:36	46:13	33:19	02:06	03:39	08:39	09:03
	(秒数)	108	116	155	156	2,773	1,999	126	219	519	543
解体費用	総額	47.5	51.1	68.2	68.7	1,220.7	880.0	55.5	96.4	228.5	239.0
	kg当たり	6.8	7.3	8.9	11.1	101.7	82.2	5.6	8.2	20.2	16.7

7. 成分分析データ（資料編）

7.1. リアガラス（RRR）

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)																	
						主成分										微量成分							
						Si	Na	Ca	Mg	Al	K	B	Ce	Fe	Ti	S	Bi	La	Cl	Pb	Ba	Nd	P
RRR	トヨタ・マークX	2005	AGC	0.00	0.55	68.36	12.48	7.45	3.59	1.80	0.70	2.39	1.64	0.45	0.38	0.04	ND	0.02	0.01	ND	0.02	0.01	0.01
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.00	0.22	66.93	12.20	7.23	3.51	1.73	0.68	4.91	1.57	0.40	0.37	0.04	ND	0.03	0.05	0.02	0.01	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.27	68.38	12.43	7.39	4.17	1.72	0.35	4.21	ND	0.73	0.05	0.19	ND	ND	0.02	0.01	ND	ND	0.02
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.20	0.23	68.10	13.12	8.37	4.03	1.69	0.77	2.57	ND	0.72	0.05	0.23	0.02	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.10	0.14	69.00	12.15	7.19	4.35	1.70	0.60	3.85	ND	0.65	0.05	0.17	0.01	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.03
	トヨタ・bB	2003	AGC	0.00	0.15	68.73	12.14	7.19	4.21	1.70	0.51	4.37	ND	0.68	0.04	0.15	ND	ND	0.02	0.02	ND	ND	0.03
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.20	0.29	68.69	12.37	7.05	4.33	1.69	0.45	4.00	ND	0.65	0.05	0.17	0.08	ND	0.01	0.00	ND	ND	0.02
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.20	0.27	68.62	12.29	7.89	3.36	1.90	0.92	3.80	ND	0.49	0.03	0.15	ND	ND	0.02	0.07	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.20	0.16	69.69	12.19	7.25	4.26	1.75	0.52	3.00	ND	0.69	0.04	0.17	0.09	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.02
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.31	67.22	12.86	8.29	3.96	1.65	0.69	3.75	ND	0.69	0.06	0.22	ND	ND	0.02	0.10	ND	ND	0.02
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.14	68.53	13.08	7.58	3.54	1.54	0.92	3.40	0.03	0.79	0.03	0.15	ND	ND	0.03	ND	0.01	ND	0.01
	三菱・グランディス	2000	AGC	0.00	0.21	68.87	12.23	7.64	3.90	1.73	1.00	3.34	ND	0.70	0.03	0.19	ND	ND	0.02	0.02	0.02	ND	0.01
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.25	69.62	12.27	7.11	4.39	1.74	0.50	2.97	ND	0.67	0.05	0.18	0.10	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.19	67.27	12.74	8.00	3.88	1.71	0.63	4.41	ND	0.70	0.05	0.20	0.07	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.20	68.79	12.09	7.06	4.19	1.73	0.52	4.26	ND	0.67	0.05	0.15	0.00	ND	0.01	0.10	ND	ND	0.03
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	1.16	68.05	11.92	7.37	4.17	1.87	0.57	3.79	ND	0.73	0.04	0.15	ND	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.03
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.00	0.27	67.22	12.52	7.91	4.03	1.72	0.91	4.37	ND	0.70	0.04	0.17	0.01	ND	0.02	ND	0.02	ND	0.01
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.15	68.05	12.93	7.23	3.27	1.50	0.82	4.86	0.03	0.79	0.03	0.17	ND	ND	0.03	0.02	ND	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.00	0.18	70.35	13.17	8.02	3.70	0.15	0.05	3.11	ND	0.91	0.03	0.14	0.01	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.23	69.71	12.40	7.20	4.16	1.72	0.33	3.20	ND	0.73	0.05	0.16	ND	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.02
	スズキ・ワゴンR	1992	AGC	0.00	0.89	67.28	11.83	7.86	3.82	1.91	0.80	4.68	0.05	0.41	0.09	0.14	ND	ND	0.03	0.02	0.02	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.21	68.54	12.19	7.01	4.19	1.73	0.39	4.73	ND	0.65	0.05	0.17	0.02	ND	0.02	ND	ND	ND	0.03
	トヨタ・ノア	2003	AGC	0.00	0.19	69.17	12.07	7.32	4.00	1.65	0.76	3.89	0.01	0.67	0.02	0.13	0.00	ND	0.02	ND	0.02	ND	0.01
	トヨタ・イスト	2007	日本板硝子	0.00	0.87	67.52	12.55	7.18	3.19	1.74	0.95	4.72	0.03	0.87	0.03	0.17	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01

※成分比は酸化物換算（FeはFe₂O₃換算）。

(RRR つづき)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (％)																		
				微量成分																		
				Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo	As	Y	Sb	Nb
RRR	トヨタ・マークX	2005	AGC	0.008	0.018	0.020	0.007	0.005	0.011	0.007	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	0.001
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.011	0.019	0.008	0.005	0.022	0.006	0.006	0.010	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.001	ND	0.001
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.008	0.006	0.014	0.002	0.029	0.005	0.009	0.003	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.002	0.007	0.015	0.002	0.004	0.004	0.007	0.004	ND	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	0.002	ND	ND	0.000
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.007	0.005	0.023	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.013	0.005	ND	ND	ND	0.005	ND	0.003	0.001	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	AGC	0.008	0.006	0.013	0.002	0.003	0.004	0.007	0.005	ND	0.004	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.024	0.004	0.046	0.003	0.029	0.005	0.006	0.020	0.000	0.005	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	0.000
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.012	0.009	0.058	0.002	0.025	0.005	0.008	0.020	0.006	0.007	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.017	0.016	0.046	0.003	0.036	0.002	0.006	0.014	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.041	0.005	0.025	0.002	0.057	0.003	0.007	0.012	ND	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.000
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.019	0.016	0.032	0.072	0.007	0.005	0.006	0.014	0.043	ND	0.004	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND
	三菱・グランディス	2000	AGC	0.007	0.008	0.014	0.002	0.006	0.006	0.014	0.005	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.008	0.016	0.047	0.002	0.022	0.005	0.006	0.016	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.020	0.017	0.035	0.001	0.022	0.007	0.005	0.011	0.002	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.026	0.011	0.045	0.002	0.029	0.003	0.007	0.019	ND	0.005	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・モビリアスパイク	2005	AGC	0.008	0.006	0.039	0.007	0.024	0.006	0.006	0.004	0.002	0.006	ND	ND	ND	0.005	0.002	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.007	0.012	0.009	0.002	0.030	0.006	0.004	0.002	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.010	0.009	0.009	0.034	0.023	0.008	0.006	0.004	0.005	ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.012	0.009	0.007	0.023	0.028	0.035	0.009	0.003	0.002	0.003	ND	ND	ND						
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.006	0.005	0.010	0.002	0.026	0.005	0.007	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	スズキ・ワゴンR	1992	AGC	0.008	0.022	0.044	0.012	0.028	0.012	0.014	0.006	0.002	ND	ND	ND	ND	0.003	0.003	ND	0.002	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.010	0.006	0.015	0.002	0.020	0.005	0.008	0.003	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	ND	0.000
	トヨタ・ノア	2003	AGC	0.008	0.010	0.013	0.002	0.028	0.003	0.011	0.001	0.002	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
トヨタ・イスト	2007	日本板硝子	0.011	0.009	0.038	0.028	0.034	0.006	0.006	0.002	0.006	ND	ND	ND	0.001	0.003	0.005	ND	ND	ND	ND	

※成分比は酸化物換算。

7.2. 助手席側サイドフロントガラス (SFL)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)																	
						主成分								微量成分									
						Si	Na	Ca	Mg	Al	K	B	Ce	Fe	Ti	S	Bi	La	Cl	Pb	Ba	Nd	P
SFL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.00	0.14	68.44	13.69	7.80	2.93	1.48	0.69	3.17	0.90	0.45	0.06	0.15	ND	ND	0.03	ND	0.00	ND	0.01
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	0.00	0.17	66.07	14.00	7.84	3.05	1.45	0.21	4.94	1.61	0.37	0.09	0.07	ND	0.01	0.04	ND	0.01	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.21	67.63	12.51	7.35	3.63	1.74	0.67	3.77	1.57	0.39	0.36	0.04	ND	0.03	0.03	ND	ND	0.01	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2007	AGC	0.10	0.09	67.99	12.75	7.57	3.65	1.69	0.72	2.86	1.68	0.42	0.41	0.04	ND	0.03	0.02	ND	ND	0.01	0.01
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.30	0.14	67.45	13.24	7.60	2.89	1.45	0.67	4.83	0.89	0.56	0.06	0.15	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.12	68.95	13.55	7.86	3.01	1.51	0.59	2.65	0.89	0.60	0.04	0.14	ND	ND	0.03	ND	0.01	ND	0.01
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.00	0.29	68.22	12.38	7.56	3.37	1.88	0.91	4.80	ND	0.34	0.02	0.16	0.00	ND	0.02	0.00	0.01	ND	0.01
	日産・マーチ	2003	セントラル硝子	0.00	0.30	67.44	12.56	7.13	3.53	1.67	0.61	4.21	1.62	0.40	0.36	0.04	ND	0.04	0.02	ND	ND	0.01	0.01
	トヨタ・ヴォクシー	2003	日本板硝子	0.00	0.26	68.49	13.44	7.88	2.98	1.48	0.60	3.08	0.91	0.59	0.06	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.20	68.59	12.67	7.28	3.64	1.70	0.65	2.80	1.56	0.40	0.38	0.04	ND	0.02	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.00	0.25	67.67	12.51	7.18	3.61	1.70	0.68	3.95	1.56	0.40	0.36	0.04	ND	0.02	0.01	ND	ND	0.02	0.01
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.00	0.25	68.03	12.63	7.09	3.47	1.70	0.63	3.69	1.61	0.42	0.33	0.05	ND	0.04	0.01	ND	ND	0.02	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.10	0.12	67.70	12.61	7.01	3.48	1.67	0.59	4.28	1.59	0.40	0.41	0.04	ND	0.01	0.02	ND	0.01	ND	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.20	0.23	67.31	13.29	7.46	2.87	1.48	0.58	5.02	0.90	0.60	0.05	0.13	ND	ND	0.02	0.00	0.01	ND	0.01
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.11	68.58	13.42	7.70	2.97	1.49	0.81	3.36	0.59	0.52	0.20	0.15	ND	ND	0.03	0.00	0.01	ND	0.01
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.23	67.42	14.12	7.83	3.08	1.51	0.26	3.08	1.84	0.39	0.09	0.07	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.28	67.66	12.46	7.28	3.63	1.70	0.69	3.85	1.53	0.40	0.37	0.04	ND	0.03	0.01	ND	0.02	0.01	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.23	68.37	12.60	7.36	3.64	1.72	0.69	2.87	1.59	0.41	0.38	0.04	ND	0.02	0.02	ND	ND	0.01	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.12	68.20	12.65	7.04	3.55	1.68	0.60	3.65	1.58	0.41	0.34	0.04	ND	0.03	0.02	ND	0.01	0.01	0.01
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	0.22	68.15	12.62	7.42	3.57	1.69	0.59	3.20	1.60	0.40	0.38	0.04	ND	0.03	0.01	ND	0.02	0.01	0.01
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.10	0.30	67.73	12.88	7.38	4.09	1.45	0.76	3.33	0.49	0.59	0.71	0.17	ND	0.05	0.02	ND	0.01	ND	0.01
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.20	68.04	13.31	7.69	2.93	1.48	0.59	4.00	0.87	0.58	0.06	0.14	ND	ND	0.03	ND	0.01	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2006	AGC	0.00	0.19	68.47	12.65	7.20	3.61	1.71	0.69	2.90	1.69	0.40	0.38	0.04	ND	0.02	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.23	67.81	12.66	7.08	3.48	1.61	0.57	4.03	1.63	0.41	0.36	0.04	ND	0.01	0.02	ND	ND	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.30	68.49	12.53	7.61	3.83	1.67	0.78	4.18	0.02	0.33	0.05	0.14	ND	ND	0.02	ND	0.01	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.18	67.94	12.53	7.47	3.63	1.68	0.69	3.34	1.58	0.42	0.39	0.04	ND	0.03	0.02	ND	ND	0.01	0.01
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.18	69.09	13.46	7.73	3.00	1.51	0.60	2.67	0.90	0.58	0.06	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.29	67.05	12.54	7.14	3.61	1.67	0.70	4.53	1.56	0.40	0.38	0.04	ND	ND	0.02	ND	0.02	ND	0.01

※成分比は酸化物換算(FeはFe₂O₃換算)。

(SFL つづき)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (%)																		
				微量成分																		
				Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo	As	Y	Sb	Nb
SFL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.004	0.007	0.007	0.002	0.004	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	0.002	ND	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	ND	0.033	ND	0.003	0.007	0.005	0.008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.005	0.005	0.006	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	AGC	ND	0.013	ND	0.002	0.006	0.006	0.008	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.005	0.004	0.007	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.000	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.007	0.002	0.008	0.001	0.004	ND	0.002	ND	ND	0.002	0.001	ND	0.001	ND	ND
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	ND	0.005	0.004	0.002	0.004	0.004	0.008	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・マーチ	2003	セントラル硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.005	0.004	0.005	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・ヴォクシー	2003	日本板硝子	ND	0.019	ND	0.003	0.006	0.008	0.008	0.001	0.005	ND	ND	ND	ND	0.002	0.003	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	0.017	ND	0.003	0.005	0.007	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.002	ND	0.001
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	ND	0.017	ND	0.002	0.004	0.005	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	ND	0.014	ND	0.002	0.004	0.004	0.006	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	ND	0.015	ND	0.002	0.005	0.004	0.006	ND	0.002	ND	0.003	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.015	0.001	0.002	0.005	0.003	0.007	ND	0.007	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	ND	0.015	ND	0.002	0.005	0.007	0.007	0.001	0.006	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	ND	ND	0.001
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	ND	0.027	ND	0.003	0.007	0.007	0.007	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.001	0.002	ND	0.002	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	0.018	ND	0.002	0.005	0.005	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	0.018	ND	0.003	0.006	0.005	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	ND	0.018	0.001	0.002	0.004	0.006	0.006	ND	0.002	ND	0.004	ND	ND	0.001	ND	ND	0.002	ND	ND
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	ND	0.015	ND	0.002	0.005	0.004	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	ND	0.009	ND	0.003	0.005	0.008	0.004	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.002	ND	0.001
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	ND	0.018	ND	0.003	0.006	0.007	0.007	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.003	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	AGC	ND	0.012	ND	0.002	0.004	0.007	0.007	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	ND	0.017	ND	0.002	0.004	0.004	0.005	ND	0.002	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	ND	0.001	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	ND	0.011	ND	0.003	0.004	0.006	0.008	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	ND	0.016	ND	0.003	0.004	0.005	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.003	ND	0.001
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	ND	0.019	ND	0.003	0.007	0.003	0.007	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.001	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	ND	0.012	ND	0.002	0.005	0.006	0.007	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND

※成分比は酸化物換算。

7.3. 運転席側サイドフロントガラス (SFR)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)																	
						主成分						微量成分											
						Si	Na	Ca	Mg	Al	K	B	Ce	Fe	Tl	S	Bi	La	Cl	Pb	Ba	Nd	P
SFR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.00	0.17	67.98	13.64	7.62	2.95	1.48	0.67	3.89	0.85	0.43	0.06	0.15	ND	ND	0.03	ND	0.01	ND	0.01
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.00	0.14	68.48	12.42	7.72	3.71	1.79	0.73	2.55	1.58	0.36	0.33	0.04	ND	0.06	0.03	ND	ND	ND	0.02
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.27	67.54	12.48	7.19	3.56	1.73	0.67	4.05	1.58	0.40	0.38	0.04	ND	0.02	0.02	ND	0.01	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2007	AGC	0.30	0.13	68.17	12.73	7.50	3.65	1.70	0.71	2.82	1.62	0.41	0.40	0.04	ND	0.03	0.02	ND	ND	0.02	0.01
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.20	0.12	68.28	13.40	7.79	2.91	1.50	0.54	3.71	0.91	0.56	0.07	0.13	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.16	68.56	13.41	7.69	2.97	1.49	0.57	3.42	0.89	0.58	0.04	0.13	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.00	0.23	69.30	12.46	7.86	3.41	1.91	0.95	3.26	ND	0.35	0.02	0.16	0.00	ND	0.03	0.00	0.02	ND	0.01
	日産・マーチ	2003	セントラル硝子	0.00	0.34	68.24	12.61	7.23	3.56	1.69	0.62	3.17	1.62	0.41	0.36	0.04	ND	0.03	0.02	ND	ND	0.01	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.29	67.78	13.33	7.53	2.89	1.48	0.59	4.38	0.87	0.60	0.05	0.13	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・ヴォクシー	2003	日本板硝子	0.00	0.22	67.96	13.31	7.97	2.97	1.47	0.61	3.64	0.95	0.61	0.06	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.34	67.44	12.48	7.27	3.53	1.69	0.65	4.14	1.52	0.40	0.38	0.04	ND	0.02	0.02	ND	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.00	0.27	68.22	12.59	7.29	3.63	1.71	0.69	3.08	1.60	0.40	0.37	0.04	ND	0.03	0.01	ND	ND	0.01	0.01
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.10	0.24	67.81	12.58	7.17	3.45	1.69	0.64	3.84	1.64	0.42	0.34	0.05	ND	0.03	0.02	ND	0.01	0.01	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.00	0.18	67.40	12.51	6.94	3.45	1.68	0.59	4.78	1.56	0.41	0.37	0.04	ND	0.01	0.01	ND	0.01	ND	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.22	69.08	13.51	7.74	2.94	1.53	0.60	2.56	0.91	0.62	0.05	0.14	ND	ND	0.03	0.00	0.02	ND	0.01
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.22	67.99	13.42	7.58	3.01	1.53	0.79	3.85	0.67	0.52	0.15	0.15	ND	ND	0.03	0.00	0.02	ND	0.01
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.25	67.47	14.09	7.84	3.10	1.54	0.24	3.14	1.62	0.42	0.08	0.08	ND	ND	0.04	ND	0.01	ND	0.01
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.32	67.29	12.53	7.16	3.58	1.70	0.67	4.30	1.52	0.39	0.37	0.04	ND	0.03	0.02	ND	0.01	0.02	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.26	67.79	12.46	7.38	3.60	1.69	0.69	3.61	1.62	0.42	0.37	0.04	ND	0.01	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.14	67.50	12.58	6.96	3.50	1.66	0.59	4.61	1.55	0.40	0.33	0.04	ND	0.04	0.02	ND	0.01	0.02	0.01
	ホンダ・モビリアスバイク	2005	AGC	0.00	0.21	68.39	12.60	7.53	3.54	1.69	0.60	2.83	1.67	0.40	0.38	0.04	ND	0.04	0.01	ND	0.01	0.02	0.01
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.20	0.31	67.72	12.90	7.30	4.08	1.46	0.75	3.42	0.47	0.58	0.71	0.17	ND	0.05	0.02	ND	0.01	ND	0.01
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.21	67.65	13.26	7.71	2.91	1.47	0.58	4.43	0.89	0.59	0.06	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2006	AGC	0.00	0.19	68.60	12.57	7.15	3.43	1.70	0.70	3.04	1.67	0.41	0.40	0.03	ND	0.03	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.22	67.63	12.60	7.16	3.54	1.67	0.61	4.14	1.53	0.39	0.37	0.04	ND	0.03	0.01	ND	ND	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.32	68.78	12.55	7.50	3.78	1.68	0.77	4.04	0.01	0.32	0.04	0.13	ND	ND	0.02	ND	0.02	ND	0.01
ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.25	67.42	12.48	7.30	3.58	1.68	0.67	4.18	1.53	0.41	0.37	0.04	ND	0.02	0.02	ND	ND	0.01	0.01	
トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.18	68.90	13.44	7.87	2.98	1.49	0.61	2.72	0.92	0.59	0.06	0.14	ND	ND	0.04	ND	ND	ND	0.01	
トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.31	66.89	12.53	7.07	3.61	1.68	0.70	4.78	1.56	0.40	0.38	0.03	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01	

※成分比は酸化物換算(FeはFe₂O₃換算)。

(SFR つづき)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (%)																		
				微量成分																		
				Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo	As	Y	Sb	Nb
SFR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	ND	0.017	ND	0.003	0.004	0.004	0.007	0.002	0.012	ND	ND	ND	ND	0.002	0.001	ND	0.002	ND	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	ND	0.019	ND	0.002	0.005	0.004	0.006	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	ND	0.016	ND	0.002	0.004	0.007	0.006	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.003	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	AGC	ND	0.012	ND	0.003	0.005	0.005	0.007	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.002	ND	ND
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	ND	0.020	ND	0.002	0.004	0.004	0.008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.001	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.008	0.002	0.008	0.001	0.004	ND	0.003	ND	ND	0.002	0.001	ND	ND	0.001	ND
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	ND	0.005	0.003	0.002	0.004	0.003	0.009	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・マーチ	2003	セントラル硝子	ND	0.017	ND	0.002	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.015	ND	0.002	0.004	0.008	0.007	ND	0.007	ND	ND	ND	ND	0.002	0.001	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・ヴォクシー	2003	日本板硝子	ND	0.020	ND	0.003	0.007	0.009	0.008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.003	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	0.016	ND	0.002	0.005	0.005	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.003	ND	0.001
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	ND	0.017	ND	0.003	0.005	0.004	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	ND	0.015	ND	0.002	0.004	0.005	0.006	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	ND	0.020	ND	0.002	0.004	0.006	0.006	ND	0.002	ND	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.014	0.001	0.002	0.005	0.005	0.008	ND	0.007	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	ND	0.018	0.002	0.002	0.005	0.005	0.007	0.001	0.006	ND	ND	ND	ND	0.002	0.001	ND	ND	0.001	0.000
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	ND	0.030	ND	0.002	0.005	0.010	0.008	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.001	0.002	ND	0.002	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	0.017	ND	0.002	0.006	0.005	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	0.017	ND	0.002	0.005	0.004	0.007	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	ND	0.017	0.001	0.003	0.005	0.005	0.006	ND	0.003	ND	0.003	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	ND	0.016	0.000	0.003	0.006	0.006	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.001
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	ND	0.009	ND	0.002	0.006	0.007	0.004	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.001	ND	0.001
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	ND	0.017	ND	0.003	0.005	0.007	0.008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	0.001
	ダイハツ・ムーヴ	2006	AGC	ND	0.016	ND	0.002	0.004	0.007	0.008	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	ND	0.017	ND	0.002	0.003	0.004	0.009	ND	0.002	ND	ND	0.004	ND	0.001	ND	ND	0.002	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	ND	0.011	ND	0.002	0.005	0.003	0.007	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	ND	0.015	ND	0.002	0.005	0.006	0.006	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.002	ND	0.001
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	ND	0.019	ND	0.003	0.007	0.013	0.008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.003	ND	0.002	ND	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	ND	0.012	ND	0.002	0.004	0.005	0.006	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND

※成分比は酸化物換算。

7.4. 助手席側サイドリアガラス (SFL)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)																	
						主成分										微量成分							
						Si	Na	Ca	Mg	Al	K	B	Ce	Fe	Ti	S	Bi	La	Cl	Pb	Ba	Nd	P
SRL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.10	0.12	68.78	13.66	7.82	2.96	1.49	0.66	2.74	0.91	0.53	0.07	0.17	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	0.10	0.13	66.25	13.88	7.70	3.07	1.44	0.23	5.04	1.58	0.39	0.08	0.09	ND	ND	0.04	ND	ND	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.25	67.96	12.26	7.81	3.35	1.92	1.00	4.59	0.03	0.48	0.02	0.14	ND	ND	0.02	0.00	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.20	0.13	70.23	13.17	8.15	3.72	0.13	0.06	3.23	ND	0.90	0.03	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	0.30	0.12	69.42	12.99	8.06	3.62	0.15	0.06	4.32	ND	0.94	0.06	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.09	69.08	13.37	7.11	3.56	1.46	0.15	4.10	ND	0.82	0.02	0.12	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.00	0.24	68.30	12.36	7.68	3.36	1.88	0.93	4.65	ND	0.34	0.02	0.16	0.00	ND	0.03	0.00	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・ハイゼット	2007	日本板硝子	0.00	0.30	69.53	13.13	7.94	3.65	0.13	0.06	4.11	ND	0.86	0.03	0.14	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.00
	日産・マーチ	2003	AGC	0.00	0.28	67.94	12.56	7.19	3.53	1.67	0.61	3.70	1.61	0.41	0.36	0.04	ND	0.03	0.01	ND	ND	0.01	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.27	67.62	13.37	7.66	2.91	1.46	0.62	4.31	0.89	0.61	0.07	0.13	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	0.00	0.24	70.02	13.16	8.02	3.67	0.21	0.08	3.41	ND	0.90	0.04	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.00	0.31	68.00	12.30	7.80	3.37	1.88	0.90	4.64	0.01	0.47	0.02	0.17	ND	ND	0.02	0.00	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	0.00	0.16	69.69	13.38	7.14	3.55	1.48	0.15	3.36	ND	0.83	0.03	0.12	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.20	0.23	66.58	12.88	7.70	4.01	1.73	0.63	5.22	ND	0.70	0.05	0.21	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.18	68.88	13.10	7.62	3.56	1.52	0.93	3.02	0.03	0.80	0.03	0.15	ND	ND	0.03	0.00	0.02	ND	0.01
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.29	70.03	13.14	7.99	3.68	0.17	0.06	3.45	ND	0.95	0.03	0.09	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.28	69.77	12.46	7.16	4.40	1.76	0.46	2.70	ND	0.70	0.05	0.18	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.03
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.30	69.60	12.30	7.01	4.40	1.77	0.48	3.18	ND	0.66	0.04	0.18	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.17	68.87	12.32	7.05	4.16	1.71	0.49	4.31	ND	0.66	0.03	0.16	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	ホンダ・モビリアスバイク	2005	AGC	0.00	0.26	68.74	12.06	7.22	4.24	1.73	0.53	4.14	ND	0.66	0.04	0.14	0.10	ND	0.01	0.00	ND	ND	0.02
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	0.00	0.30	69.82	12.92	7.66	3.70	0.14	0.04	4.26	ND	0.91	0.03	0.13	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.10	0.19	68.66	12.94	7.39	3.31	1.50	0.84	3.96	0.02	0.84	0.04	0.16	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.00	0.17	70.06	13.13	8.04	3.68	0.14	0.05	3.48	ND	0.94	0.07	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.21	68.11	12.24	7.74	3.37	1.88	0.92	4.69	ND	0.48	0.02	0.16	ND	ND	0.02	ND	0.02	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.40	68.11	11.90	7.88	3.86	1.93	0.82	4.06	0.06	0.40	0.07	0.14	ND	ND	0.03	0.07	0.05	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.21	69.86	12.34	7.27	4.25	1.75	0.40	2.93	ND	0.67	0.05	0.18	ND	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.03
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.15	68.55	13.21	6.86	3.52	1.45	0.14	5.10	ND	0.77	0.02	0.12	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.55	67.74	12.73	8.42	3.95	1.89	0.75	2.80	ND	0.77	0.04	0.22	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02

※成分比は酸化物換算(FeはFe₂O₃換算)。

(SFL つづき)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (%)																		
				微量成分																		
				Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo	As	Y	Sb	Nb
SRL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	ND	0.020	ND	0.002	0.004	0.010	0.007	0.006	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.001	ND	0.000	ND	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	ND	0.031	ND	0.002	0.010	0.004	0.007	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	0.001	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	ND	0.006	0.028	0.002	0.007	0.007	0.008	ND	0.065	0.007	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	ND	0.005	ND	0.024	0.005	0.037	0.008	0.001	0.001	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	ND	0.007	ND	0.024	0.005	0.035	0.007	ND	0.001	0.006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	ND	0.006	ND	0.072	0.012	0.003	0.002	0.002	0.001	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	0.000	ND	ND
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	ND	0.006	0.004	0.002	0.004	0.004	0.008	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ハイゼット	2007	日本板硝子	ND	0.005	ND	0.024	0.005	0.036	0.007	ND	0.001	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・マーチ	2003	AGC	ND	0.018	ND	0.002	0.004	0.005	0.005	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.018	ND	0.003	0.004	0.006	0.007	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	ND	0.006	ND	0.023	0.006	0.038	0.007	ND	0.001	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	ND	0.005	0.030	0.004	0.007	0.004	0.008	0.001	0.011	0.006	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	ND	0.006	ND	0.071	0.009	0.004	0.002	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	0.000	ND	ND	0.000	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.009	0.007	0.001	0.004	0.006	0.005	ND	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	ND	0.014	ND	0.079	0.007	0.007	0.006	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	ND	ND	ND
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	ND	0.004	ND	0.025	0.005	0.031	0.006	ND	0.001	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	0.004	0.008	0.002	0.004	0.005	0.007	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	0.004	ND	0.001	ND	ND	0.001
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	0.003	0.009	0.002	0.005	0.003	0.006	ND	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	0.002	ND	0.000
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	ND	0.004	0.009	0.002	0.004	0.003	0.007	ND	0.000	0.005	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.000
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	ND	0.016	0.045	0.002	0.004	0.004	0.006	0.016	0.002	0.005	ND	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	0.000
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	ND	0.002	ND	0.022	0.005	0.004	0.023	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	ND	0.009	ND	0.078	0.009	0.006	0.007	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	ND	0.013	ND	0.022	0.005	0.031	0.008	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	ND	0.006	0.029	0.002	0.008	0.006	0.008	ND	0.065	0.006	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	ND	0.028	0.074	0.012	0.004	0.023	0.037	0.023	0.006	ND	ND	ND	ND	0.003	0.003	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	ND	0.005	0.007	0.002	0.004	0.004	0.008	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	0.001	ND	0.001
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	ND	0.005	0.004	0.066	0.008	0.004	0.002	ND	0.002	0.001	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	ND	0.006	0.043	0.013	0.004	0.007	0.008	0.002	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.004	0.003	0.001	ND	ND	0.001

※成分比は酸化物換算。

7.5. 運転席側サイドリアガラス (SFR)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)																	
						主成分								微量成分									
						Si	Na	Ca	Mg	Al	K	B	Ce	Fe	Ti	S	Bi	La	Cl	Pb	Ba	Nd	P
SRR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.00	0.12	67.98	13.60	7.70	2.92	1.47	0.65	3.83	0.87	0.52	0.06	0.17	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.00	0.16	67.64	12.35	7.36	3.54	1.73	0.69	3.93	1.65	0.42	0.38	0.04	ND	0.03	0.03	ND	ND	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.24	68.80	12.40	7.94	3.38	1.95	1.02	3.41	0.03	0.48	0.02	0.15	ND	ND	0.02	0.00	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.20	0.37	69.91	13.12	8.30	3.67	0.12	0.05	3.20	ND	0.94	0.05	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	0.20	0.11	70.39	13.23	8.18	3.69	0.16	0.06	2.89	ND	0.95	0.07	0.16	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.17	69.83	13.44	7.09	3.56	1.49	0.15	3.18	0.01	0.80	0.02	0.12	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・マーチ	2003	AGC	0.00	0.30	67.63	12.53	7.12	3.55	1.68	0.61	4.06	1.58	0.41	0.38	0.04	ND	0.02	0.01	ND	ND	0.01	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.17	67.58	13.29	7.70	2.88	1.48	0.66	4.45	0.88	0.63	0.06	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	0.00	0.26	70.41	13.24	8.04	3.70	0.21	0.08	2.87	ND	0.90	0.04	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.00	0.29	68.84	12.44	7.98	3.43	1.92	0.91	3.38	0.01	0.48	0.02	0.17	ND	ND	0.02	0.00	0.01	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	0.00	0.18	69.64	13.32	7.03	3.55	1.49	0.15	3.56	ND	0.81	0.02	0.12	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.20	0.26	67.09	12.92	8.11	3.99	1.67	0.65	4.29	ND	0.68	0.05	0.22	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.13	69.01	13.13	7.72	3.55	1.53	0.94	2.80	0.04	0.80	0.03	0.15	ND	ND	0.03	0.00	0.01	ND	0.01
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.27	69.67	13.06	7.90	3.66	0.17	0.06	4.04	ND	0.95	0.03	0.09	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.30	68.60	12.33	6.92	4.36	1.75	0.44	4.33	ND	0.68	0.05	0.18	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.26	69.42	12.26	7.08	4.37	1.73	0.49	3.42	ND	0.67	0.05	0.17	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.15	69.75	12.25	7.27	4.31	1.74	0.52	2.94	ND	0.67	0.05	0.17	0.06	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02
	ホンダ・モビリオスバイク	2005	AGC	0.00	0.20	69.56	12.20	7.37	4.32	1.79	0.62	2.84	ND	0.70	0.04	0.16	0.07	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.03
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	0.00	0.29	70.67	13.05	7.67	3.73	0.14	0.04	3.23	ND	0.91	0.04	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	0.01
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.19	68.56	12.93	7.32	3.38	1.52	0.83	4.06	0.02	0.83	0.03	0.16	ND	ND	0.03	ND	0.01	ND	0.01
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.00	0.18	69.18	12.95	7.89	3.64	0.14	0.05	4.73	ND	0.91	0.07	0.15	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.23	68.04	12.36	7.73	3.40	1.84	0.88	4.68	ND	0.48	0.02	0.17	ND	ND	0.03	ND	0.02	ND	0.01
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.43	67.96	11.89	7.83	3.86	1.84	0.82	4.36	0.06	0.37	0.07	0.13	ND	ND	0.03	0.08	0.04	ND	0.01
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.19	68.86	12.21	7.14	4.17	1.74	0.40	4.30	ND	0.66	0.05	0.18	ND	ND	0.02	0.00	ND	ND	0.02
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.17	69.72	13.37	7.09	3.59	1.49	0.14	3.40	ND	0.79	0.02	0.11	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0.01
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.97	66.87	12.70	8.51	3.92	1.87	0.75	3.23	ND	0.78	0.05	0.23	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02

※成分比は酸化物換算(FeはFe₂O₃換算)。

(SFR つづき)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (%)																																	
				微量成分															Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo	As	Y	Sb	Nb
				Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo																			
SRR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	ND	0.019	0.000	0.002	0.006	0.005	0.007	0.006	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.001	ND	ND															
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	ND	0.021	ND	0.002	0.005	0.006	0.006	ND	0.001	ND	ND	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND															
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	ND	0.006	0.031	0.003	0.008	0.006	0.008	ND	0.065	0.007	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND															
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	ND	0.006	ND	0.025	0.005	0.040	0.007	0.001	0.001	0.006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND															
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	ND	0.005	0.004	0.024	0.005	0.035	0.007	0.000	0.001	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND															
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	ND	0.007	0.001	0.071	0.010	0.003	0.002	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	0.000	ND	ND															
	日産・マーチ	2003	AGC	ND	0.017	ND	0.002	0.005	0.005	0.006	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND															
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.018	ND	0.003	0.005	0.011	0.008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	0.001	ND	ND	ND	ND															
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	ND	0.005	ND	0.023	0.004	0.038	0.007	ND	0.001	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND															
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	ND	0.006	0.031	0.003	0.007	0.005	0.009	0.001	0.011	0.006	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND															
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	ND	0.006	0.001	0.070	0.007	0.004	0.002	0.001	0.002	0.005	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	0.000	ND	ND															
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.004	0.009	0.002	0.005	0.004	0.007	0.001	ND	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	0.001	ND	ND	0.001															
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	ND	0.015	0.002	0.080	0.006	0.007	0.006	0.001	0.006	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	0.002	ND	ND															
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	ND	0.003	ND	0.025	0.005	0.031	0.006	ND	0.001	0.006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND															
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	0.003	0.009	0.002	0.005	0.004	0.006	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	0.001	ND	ND	ND															
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	0.004	0.009	0.003	0.004	0.003	0.006	ND	0.000	0.006	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	0.002	ND	0.000															
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	ND	0.006	0.040	0.002	0.003	0.003	0.006	0.017	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.001															
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	ND	0.013	0.037	0.002	0.004	0.003	0.006	0.011	0.001	0.006	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	0.001															
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	ND	0.003	ND	0.023	0.005	0.004	0.022	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND															
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	ND	0.009	0.002	0.080	0.008	0.008	0.007	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	ND	ND	ND	ND															
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	ND	0.013	0.002	0.022	0.004	0.032	0.007	ND	0.001	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND															
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	ND	0.005	0.031	0.002	0.005	0.005	0.008	ND	0.056	0.007	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND															
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	ND	0.026	0.071	0.007	0.005	0.023	0.036	0.026	0.007	ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND															
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	ND	0.005	0.008	0.002	0.004	0.004	0.008	ND	0.001	0.005	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	0.001	ND	0.001															
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	ND	0.005	ND	0.071	0.010	0.005	0.002	ND	0.001	0.002	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	0.001	ND	ND															
	トヨタ・イスト	2007	AGC	ND	0.006	0.037	0.010	0.005	0.006	0.008	0.004	0.002	0.005	ND	ND	0.005	0.000	0.002	0.001	0.002	ND	0.001															

※成分比は酸化物換算。

7.6. フロントガラス (FFF)

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)																		
						主成分										微量成分								
						Si	Na	Ca	Mg	Al	K	B	Ce	Fe	Ti	S	Bi	La	Cl	F	Pb	Ba	Nd	P
FFF	ダイハツ・ムーヴ	1999	AGC	0.00	0.24	69.56	12.99	7.64	4.62	1.43	0.69	2.25	ND	0.32	0.03	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	0.02	ND	0.01
	ダイハツ・タント	2013	AGC	0.00	0.14	68.15	12.30	8.41	3.65	1.79	0.85	3.95	ND	0.38	0.08	0.20	ND	ND	0.03	ND	ND	0.02	ND	0.02
	ホンダ・アコード	2005	AGC	0.00	0.11	68.10	12.67	7.66	4.18	1.67	0.76	4.24	0.03	0.33	0.03	0.14	ND	ND	0.03	ND	ND	0.02	ND	0.01
	トヨタ・ノア	2001	日本板硝子	0.00	0.13	68.64	13.42	8.31	3.25	1.49	0.79	2.80	0.36	0.47	0.04	0.18	ND	ND	0.04	ND	ND	0.01	ND	0.01
	トヨタ・シエンタ	2006	日本板硝子	0.00	0.12	69.02	13.14	8.12	3.57	1.49	0.99	2.77	0.09	0.33	0.03	0.18	0.02	ND	0.03	ND	0.00	0.01	ND	0.01
	トヨタ・ヴォクシー	2002	AGC	0.10	0.09	68.67	12.76	7.90	4.01	1.65	0.24	3.97	ND	0.36	0.05	0.15	0.06	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	0.02
	マツダ・デミオ	2005	日本板硝子	0.00	0.17	69.39	13.07	8.14	3.59	1.51	0.90	2.52	ND	0.37	0.03	0.23	ND	ND	0.03	ND	0.00	ND	ND	0.01
	マツダ・デミオ	2001	日本板硝子	0.00	0.21	68.37	12.90	8.25	3.50	1.49	1.04	3.56	ND	0.35	0.03	0.21	ND	ND	0.02	ND	ND	0.02	ND	0.01
	トヨタ・パッソ	2009	AGC	0.00	0.16	69.64	12.71	8.45	3.75	1.72	0.73	2.16	0.05	0.35	0.06	0.14	0.00	ND	0.01	ND	ND	0.02	ND	0.01
	日産・キューブキュービック	2004	セントラル硝子	0.00	0.16	69.56	12.63	8.43	3.23	1.93	1.02	2.28	0.03	0.37	0.02	0.22	0.00	ND	0.02	0.03	ND	0.02	ND	0.01

※成分比は酸化物換算(FeはFe₂O₃換算)。

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (%)																		
				微量成分																		
				Ag	Mn	Cr	Ni	Sn	Zr	Sr	Cu	Zn	Se	V	Th	Br	Rb	Mo	As	Y	Sb	Nb
FFF	トヨタ・マークX	2005	AGC	ND	0.008	ND	0.002	0.003	0.004	0.008	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	ND	0.023	ND	0.002	0.003	0.005	0.006	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	ND	0.009	ND	0.002	0.004	0.005	0.005	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	ND	0.011	ND	0.003	0.004	0.004	0.007	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	ND	ND	
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	ND	0.009	0.007	0.002	0.009	0.008	0.006	0.004	0.006	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	ND	ND	
	トヨタ・bB	2003	AGC	ND	0.007	0.016	0.002	0.004	0.007	0.007	0.007	0.001	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	ND	0.008	ND	0.003	0.006	0.004	0.006	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	ND	ND	ND	
	ダイハツ・ハイゼット	2007	日本板硝子	ND	0.008	ND	0.002	0.008	0.008	0.006	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.003	0.001	ND	ND	ND	
	日産・マーチ	2003	AGC	ND	0.015	ND	0.002	0.005	0.006	0.006	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	0.004	0.004	0.002	0.006	0.003	0.008	0.002	0.001	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	

※成分比は酸化物換算。