

2018 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)

報告書

2019年3月28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・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では（平成 26・27 年度環境省低炭素型 3R 技術・システム実証事業²）、これまでスラグ（自リ法第 31 条プロセス）や ASR（自リ法第 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、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ることを確認した。これは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ている。

これまで、使用済自動車ガラスのセメント再生までの実証はあったが、ガラスとしての再生までの実証はなかった。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、我が国における ASR の発生抑制に貢献することを目的とした。

初年度である本年度の事業内容は、主に自動車ガラスの特性把握、精緻解体実証の試行、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。対象とした自動車ガラスはフロントガラスを除く 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）である。

自動車ガラスの特性として、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いたサイドガラス（サイドフロントガラス及びサイドリアガラス）はほぼ一様な構造・成分であり、原料由来の混入物や添加成分などの微量成分に差があるほかは成分的な差は小さいことが確認された。本事業では光学特性や色を厳密に調整する必要のある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た。本実証結果では、自動車ガラスは取り外すのではなく破碎して回収し、破碎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（既存の静脈物流拠点を活用）し、そこからガラス再資源化拠点のカレット工場へ輸送する方法がもっとも低コストで最適であることが示唆された。また、回収が見込める自動車ガラスは全国で 2.1～5.6 万 t と推計された。

今後の課題は、効率的な自動車ガラス解体及び回収プロセスの導入による採算性の向上、ガラスの減少した廃車ガラのダスト引きの削減（シュレッダー処理の場合）や A プレスの引き取り価格の上昇（全部再資源化の場合）による解体事業者へのインセンティブの拡大等である。また、輸送単価を小さくできるような効率的な輸送方法の検討やグラスウールの再資源化を試行し、事業化可否の検証を行う必要がある。

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. 本事業を実施するに至った背景	1
1. 2. 事業の実施内容	2
2. 助成事業の報告	5
2. 1. 助成事業実施結果	5
2. 2. 実施結果を踏まえた考察	58
3. 今後の実証事業実施における課題及び解決方法等	62
3. 1. 現状の課題	62
3. 2. 課題の解決方法	65
3. 3. 次年度以降の助成事業展開	68
4. 事業化の評価	71
5. 事業の評価	72
5. 1. 採算性の評価	72
5. 2. 有効性の評価	72

1. 助成事業の計画

1.1. 本事業を実施するに至った背景

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、解体業者による部品リユースの取組、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（自リ法第 31 条プロセス：全部再資源化）や ASR（自リ法第 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（初年度・第2年度）

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を行う。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（手解体 and/or ニブラ使用）。これに基づき（単位重量あたりの）効率性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（初年度・第2年度）

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、またこ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、実際の運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）、（単位重量あたりの）効率性やコストを推計する。

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）

自動車ガラスは、部位によって銀等の成分を含み、メーカー等によっても様ではない。再資源化方法として、①板ガラス（車・建築等）、②グラスウール、③セメント、④その他（鉄鋼電炉等）を想定しているが（このほか PVB 中間膜の利活用可能性も検討）、素材メーカーそれぞれに選好・忌避物質を考慮し、成分分析から予め想定される技術上の課題を特定する。

4. 再資源化プロセスの実証（第2年度）

様々な条件で精緻解体された自動車ガラスについて、再生品を試作し、各種物性について評価を行う。

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（第2年度）

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 発生抑制効果に加え、環境負荷低減効果等を評価する。

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」で座長をお願いしている早大・小野田教授等）や、協力事業者にも参加を頂き、総合的な検証を進めている。「自動車リサイクル制度研究会」に登録されている自動車メーカーの方にも適宜オブザーバーとして出席頂き、自動車メーカーの視点も盛り込んだ議論にすることを旨とする。

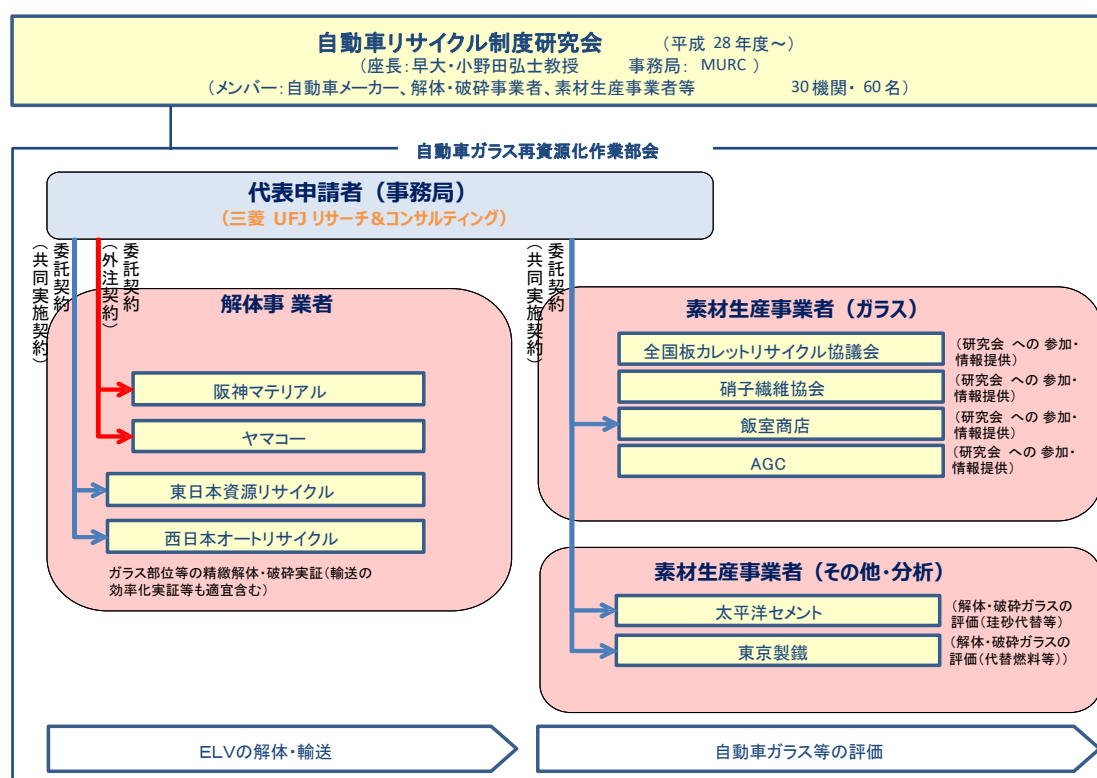


図 1-1 実施体制

出所）MURC 作成

1.2.3. 事業の実施スケジュール

本事業は2か年での実施を予定しており、今年度（初年度）は以下のとおり、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を行った。

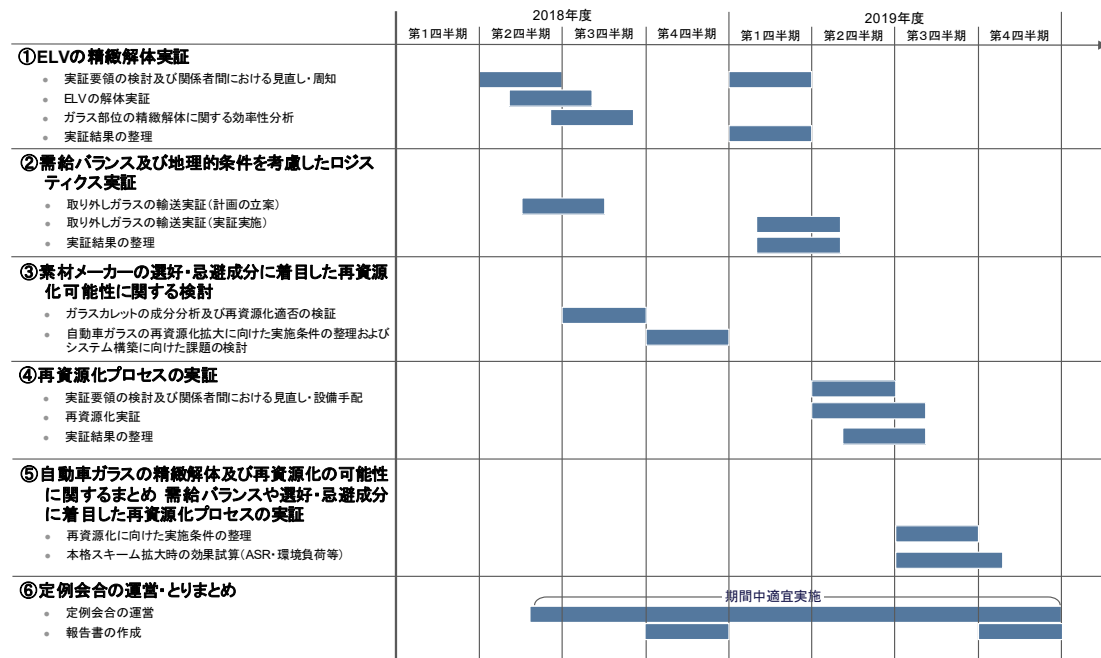


図 1-2 実施スケジュール

出所) MURC 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

解体事業者は使用済自動車から必要な自動車ガラスを手解体もしくはニブラ解体等の機械を用いた方式で解体し、自動車ガラスの回収を行った。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行った。

(2) 解体対象とした ELV

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ことを踏まえ、本実証事業ではこれら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台の使用済自動車の選定を行った。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選定した。

表 2-1 本事業でガラス回収対象とした ELV

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

出所) MURC 作成

(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は以下の部位のものとした。自動車ガラスとしては、こ

のほかにフロントガラスもあるが、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、すぐの回収及び再資源化は難しいと判断し、比較的再資源化に向けた課題の少ないその他部位を対象とした。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 2-2 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	

出所) MURC 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。ただし「運搬」は、解体作業場付近のフレコンバッグ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 2-3)。

表 2-3 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	・工具等でねじやリベット等を取りはずす ・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	・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	・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	・装置の立ち上げを待つ ・(2人作業で)別の作業者の作業終了を待つ 等

出所) MURC 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 2-4）。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 2-4 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) MURC 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 2-5 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などを行った。

表 2-5 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) MURC 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。ただし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。

表 2-6 記録様式（部品名は例）

部品番号 004		計測日		計測者氏名	
部品名 エアバックコンピュータBOX					
解体 一次解体					
部品点数					
作業人数					

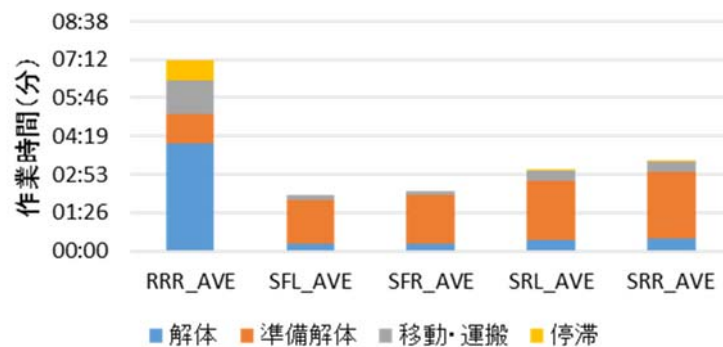
作業区分					
	解体	準備解体	移動・運搬	停滞	合計
作業数	0	0	0	0	0
作業時間合計	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00

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			00:00	0:00					
2			00:00	-					
3			00:00	-					
4			00:00	-					
5			00:00	-					
6			00:00	-					
7			00:00	-					
8			00:00	-					
9			00:00	-					
10			00:00	-					
11			00:00	-					
12			00:00	-					
13			00:00	-					
14			00:00	-					
15			00:00	-					
16			00:00	-					
17			00:00	-					
18			00:00	-					
19			00:00	-					
20			00:00	-					
21			00:00	-					
22			00:00	-					
23			00:00	-					
24			00:00	-					
25			00:00	-					
26			00:00	-					
27			00:00	-					
28			00:00	-					
29			00:00	-					
30			00:00	-					
31			00:00	-					
32			00:00	-					
33			00:00	-					
34			00:00	-					
35			00:00	-					
36			00:00	-					
37			00:00	-					
38			00:00	-					
39			00:00	-					
40			00:00	-					
41			00:00	-					
42			00:00	-					
43			00:00	-					
44			00:00	-					
45			00:00	-					
46			00:00	-					
47			00:00	-					
48			00:00	-					
49			00:00	-					
50			00:00	-					
51			00:00	-					
52			00:00	-					
53			00:00	-					
54			00:00	-					

出所) MURC 作成

(6) 自動車の解体時間分析結果

本実証事業に参画した解体事業者（事業者A～D）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、各部位ごとのその平均作業時間を図 2-1 に示した。なお、本実証事業ではガラス成分分析の精度を上げるためにサイドガラス4枚は割らずに取り外して回収した。リアガラスの解体・回収方法は解体事業者によって異なっている。



RRR_AVE: リアガラス平均作業時間

SFL_AVE: サイドフロント（助手席側）ガラス平均作業時間

SFR_AVE: サイドフロント（運転席側）ガラス平均作業時間

SRL_AVE: サイドリア（助手席側）ガラス平均作業時間

SRR_AVE: サイドリア（運転席側）ガラス平均作業時間

図 2-1 部位別自動車ガラスの平均作業時間

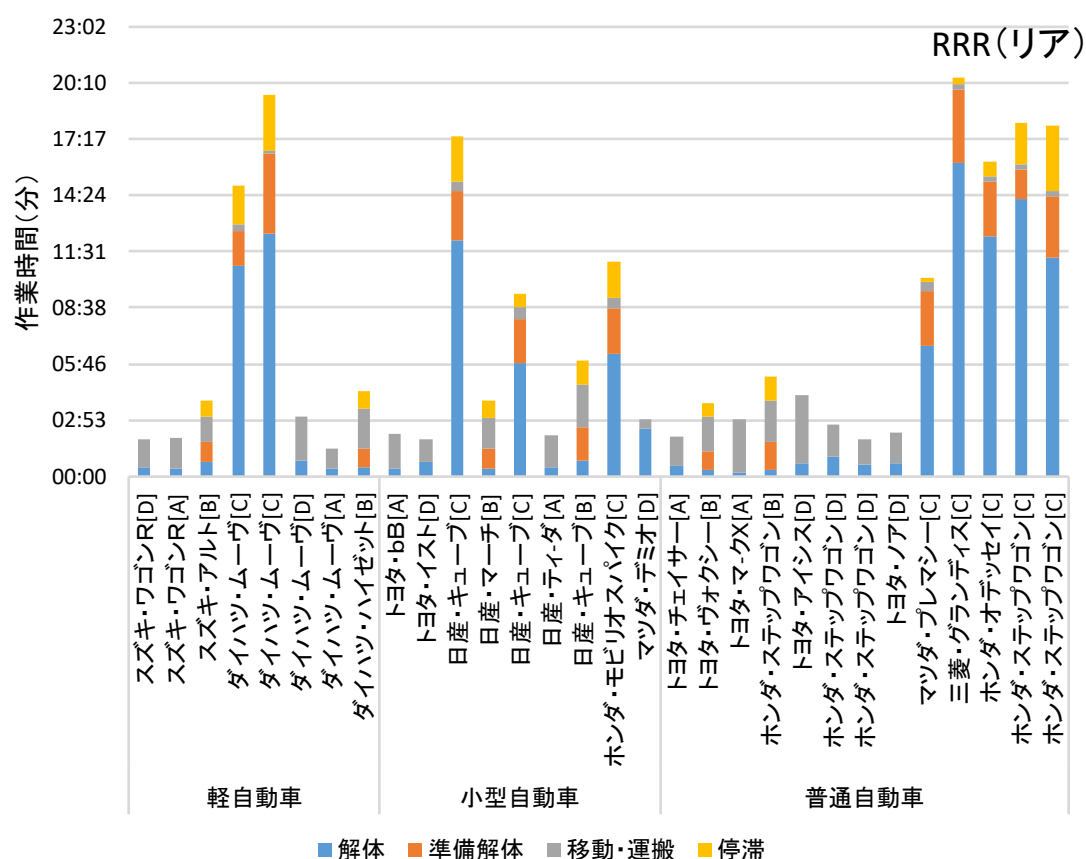
注) 単位は「分：秒」

出所) MURC 作成

サイドリアガラスは小さい部位の取り外しも含む場合もあり、サイドフロントガラスより解体作業時間がかかっている。また、リアガラスはほかの部位と比較して解体に時間がかかっている。

時間分析を行った全 30 台について、各車両の部位別解体時間は以下の通りである。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（事業者A～D）を示す。

リアガラス



※解体事業者 [C] はリアガラスを割らずに取り外しており、それ以外の解体事業者は割って回収している。

図 2-2 リアガラスの各車両解体作業時間

出所) MURC 作成

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、また、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（助手席側）

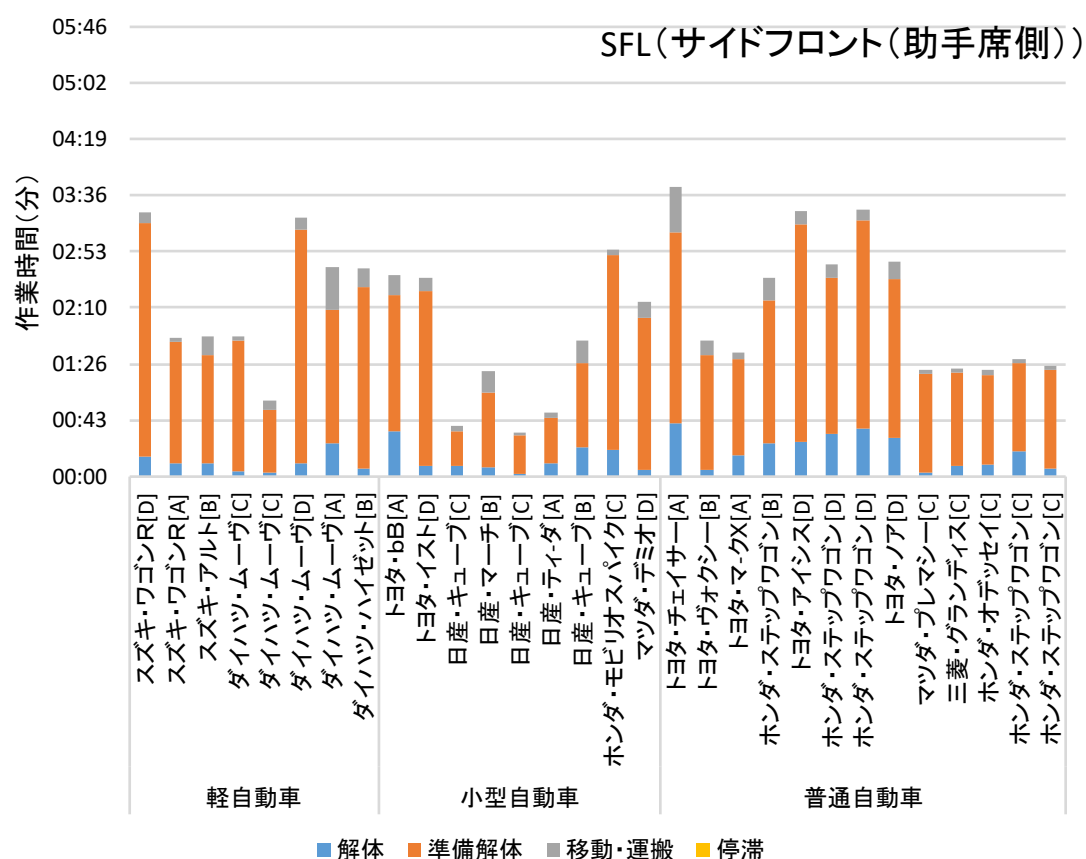


図 2-3 サイドフロントガラス（助手席側）の各車両解体作業時間
出所) MURC 作成

サイドフロントガラス（運転席側）

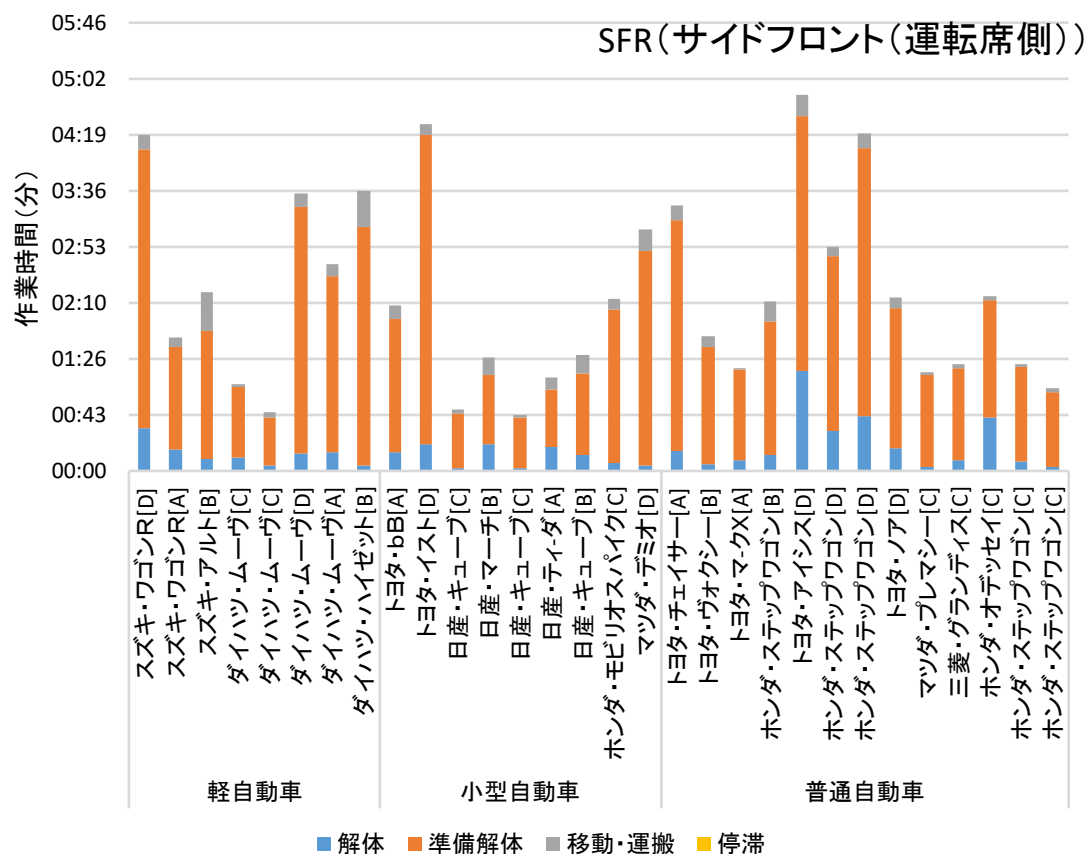


図 2-4 サイドフロントガラス（運転席側）の各車両解体作業時間
出所) MURC 作成

サイドフロントガラスでは準備解体に係る作業時間に大きな差が見られ、車種によるドアトリム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（助手席側）

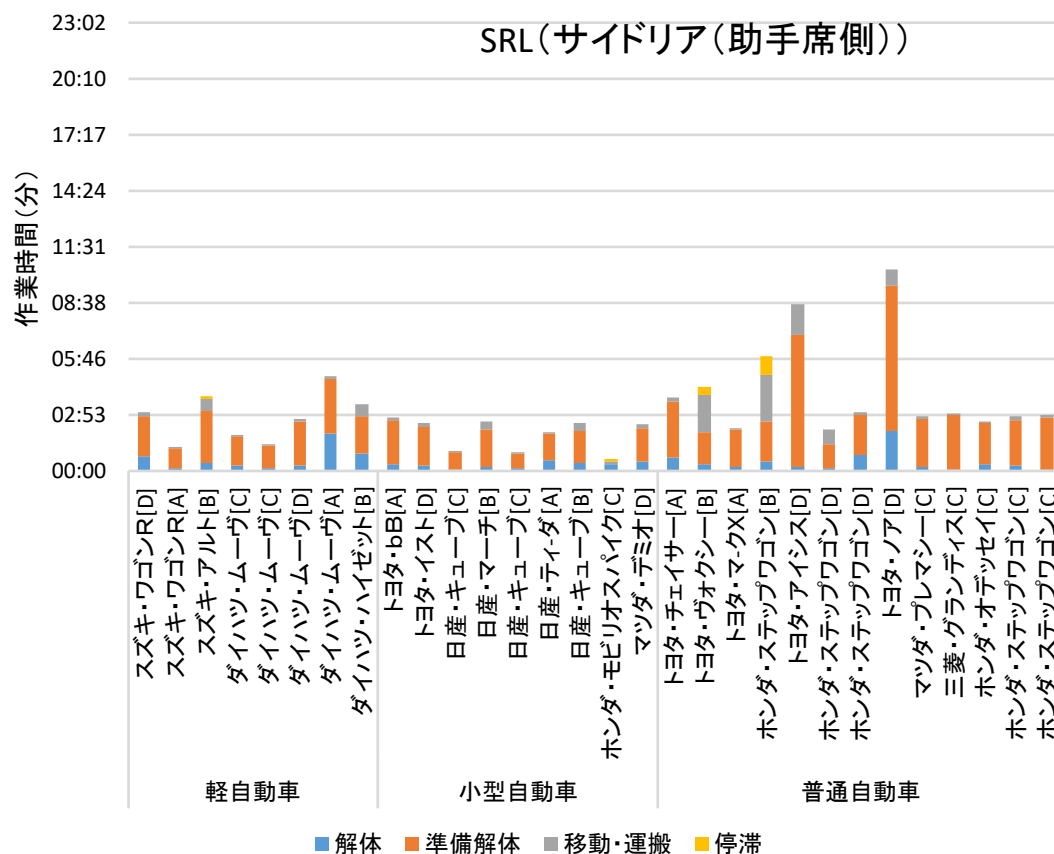


図 2-5 サイドリアガラス（助手席側）の各車両解体作業時間
出所）MURC 作成

サイドリアガラス（運転席側）

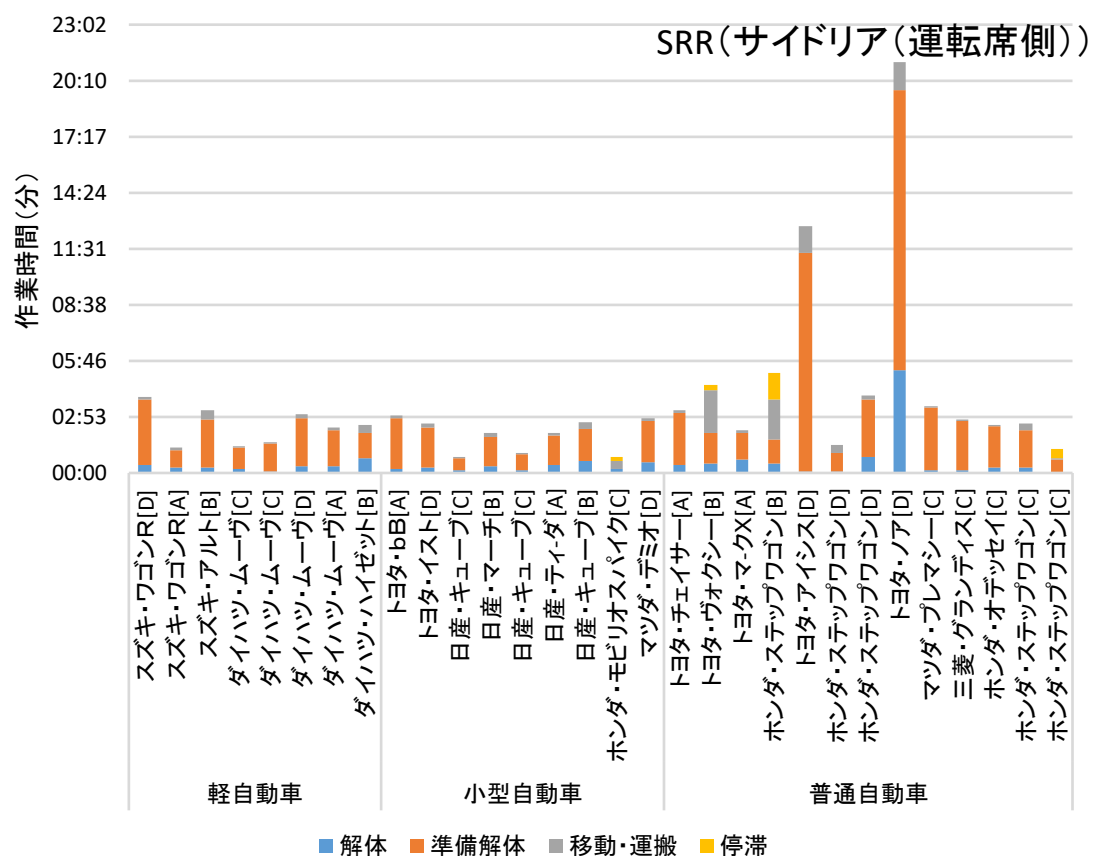


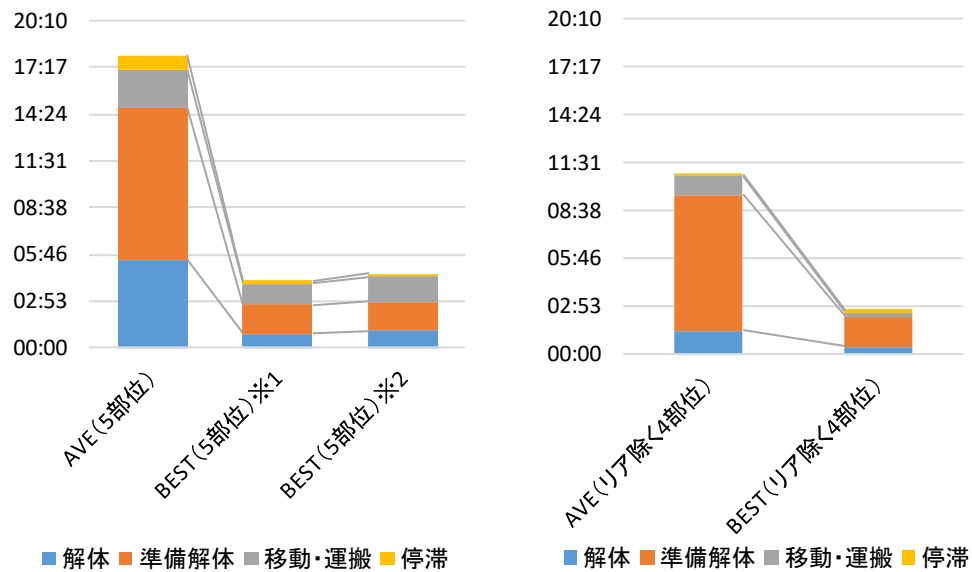
図 2-6 サイドリアガラス（運転席側）の各車両解体作業時間
出所) MURC 作成

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式ドアのある車種にお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。手動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。

最も短い時間で行われた解体（ベストプラクティス）の作業時間と平均の解体作業時間を比較すると大きく異なっている。（表 2-7、図 2-7）リアガラスのベストプラクティスは2つあり、「専用の機械設備を用いて解体作業を行っている場合」と「専用の機械設備を持たず手解体を行う場合」で解体方法が異なっている。専用の機械設備とは車体の移動などを行う際に用いる機械で、これを用いている場合は車体を回転させてからリアガラスを割って回収している。専用の機械設備がない場合は同様にリアガラスを割って回収しているが、回収の際にシートなどを用いて飛散しないようにしている。サイドフロントガラスの解体・回収にかかる作業時間は解体方法よりも車種によるドアトリムの構造や解体時の丁寧さ、手際の良さなどが影響している。サイドリアガラスの解体・回収にかかる作業時間は自動車のドアや窓ガラス設置の構造によって差が生じている。通常のドアではサイドフロント同様車種による構造上の違いによって作業時間が異なっている。スライド式のドアでは解体方法が作業時間に大きく影響しており、ドアを完全に外してから窓ガラスの回収を行う場合作業時間が長くなる。

表 2-7 部位別自動車ガラスの平均解体作業時間及び最も短い解体作業時間（ベストプラクティス）

部位	解体作業時間	解体	準備解体	移動・運搬	停滞	合計
RRR	平均	04:02	01:08	01:16	00:44	07:10
	ベストプラクティス (専用の機械設備有)	00:22	00:00	01:05	00:00	01:27
	ベストプラクティス (専用の機械設備無)	00:35	00:00	01:18	00:00	01:53
SFL	平均	00:15	01:40	00:10	00:00	02:05
	ベストプラクティス	00:02	00:30	00:02	00:00	00:34
SFR	平均	00:16	01:50	00:09	00:00	02:15
	ベストプラクティス	00:02	00:39	00:02	00:00	00:43
SRL	平均	00:25	02:13	00:24	00:03	03:06
	ベストプラクティス	00:19	00:00	00:09	00:09	00:37
SRR	平均	00:28	02:30	00:24	00:05	03:26
	ベストプラクティス	00:05	00:38	00:03	00:00	00:46



AVE：自動車ガラス解体・回収平均作業時間

BEST：自動車ガラス解体・回収ベストプラクティス作業時間

※1 専用の機械設備有（リアガラス解体時に使用）

※2 専用の機械設備無

図 2-7 自動車ガラス解体に係る平均作業時間とベストプラクティスの作業時間

注) 「5 部位」はリアガラス、サイドフロントガラス（運転席側、助手席側）、サイドリアガラス（運転席側、助手席側）である。「リア除く 4 部位」はサイドフロントガラス（運転席側、助手席側）、サイドリアガラス（運転席側、助手席側）である。

出所) MURC 作成

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

環境省「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」では、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。

過去の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（自り法第31条プロセス）やASR（自り法第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、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ることを確認し、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、我が国におけるASRの発生抑制に貢献する。

本提案の協力メンバーの主要工場の地理的分布をみると、北海道や四国・中国、南九州、島嶼部等の一部地域を除き広く分布しており、これら工場近傍においてガラスを回収するものと想定すれば、日本全国のうち大部分の地域をカバーすることが可能であり（図2-9）、地域によって条件は異なるものの、日本全国への普及を期待することができる。ELVの発生密度にもよるが、仮に近隣のガラスカレット工場等で最低限の採算確保ができる程度に再資源化が成立すると仮定すれば、現在国内で発生しているASR中のガラスを一定程度低減できる可能性がある。

本分析においては、解体事業者におけるガラス解体時間の集計より得られた採算性分析の結果を用いて、ガラスカレット工場へ集積可能な地理的範囲を特定し、日本全国でリサイクル可能なガラス量を推計する。具体的には、以下の4パートより分析を実施する。

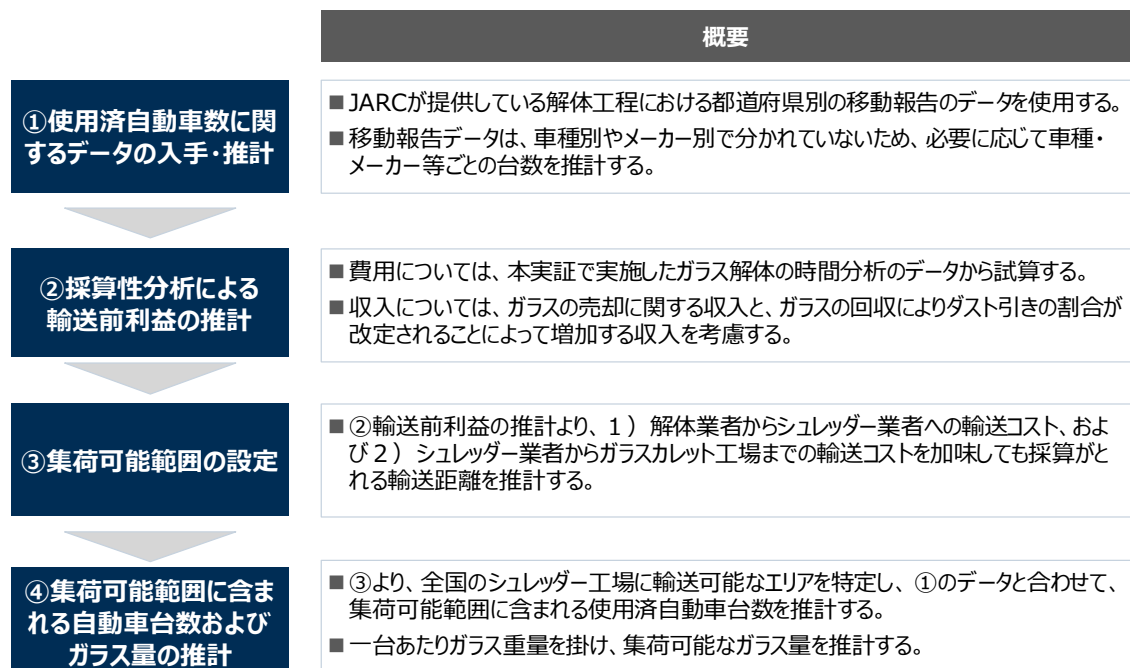


図 2-8 調査分析のフロー

出所) MURC 作成

(1) 使用済自動車数に関するデータの入手・推計

使用済自動車数に関するデータについては、JARC が公開する引取状況に関するデータを利用可能である。都道府県別の自動車保有台数のデータ等を用いて使用済自動車発生量の推計を行う方法もあるが、上記のデータは実際に国内で解体事業者に流通した件数であることから最も信憑性が高いと考えられる。

表 2-8 都道府県別の解体工程における移動報告数

単位：千台

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
北海道	210	219	211	212	211	177	202	208	199	188	186	188
青森県	71	72	63	66	65	57	68	70	65	63	57	48
岩手県	51	54	47	48	45	51	52	50	48	46	44	46
宮城県	95	111	102	106	98	113	122	111	95	91	82	92
秋田県	53	54	54	64	60	57	64	68	70	67	58	51
山形県	49	47	42	50	49	42	52	51	47	43	42	41
福島県	90	96	94	101	93	77	95	96	93	85	81	82
茨城県	96	128	124	124	116	98	114	123	126	111	121	118
栃木県	116	117	107	115	110	85	103	97	95	90	81	87
群馬県	79	81	76	87	83	66	77	79	80	72	65	69
埼玉県	182	186	192	214	187	134	167	153	143	134	129	127
千葉県	190	207	199	218	207	185	211	223	234	245	237	255
東京都	65	62	60	72	63	45	48	43	40	34	31	45
神奈川県	154	148	145	156	147	106	126	122	119	104	101	107
新潟県	105	103	96	104	101	80	93	94	95	88	87	84
富山県	60	55	54	59	57	46	52	52	52	48	46	43
石川県	48	46	46	49	48	39	46	45	44	40	39	37
福井県	33	39	36	36	33	26	31	32	30	28	25	27
山梨県	29	31	30	31	29	19	22	21	20	18	19	20
長野県	73	71	68	76	78	58	71	70	70	68	66	72
岐阜県	63	62	60	72	68	50	61	64	66	62	59	59
静岡県	110	110	111	122	111	84	100	96	93	87	82	84
愛知県	218	211	222	247	221	158	190	181	186	173	180	173
三重県	74	74	69	78	69	52	61	60	61	59	58	56
滋賀県	12	13	12	14	13	9	10	10	9	8	9	13
京都府	128	133	134	157	148	118	131	140	137	137	129	133
大阪府	99	95	89	99	87	71	76	76	67	61	54	62
兵庫県	169	184	189	196	180	138	165	169	164	156	148	149
奈良県	24	25	21	27	23	18	21	20	20	17	20	20
和歌山県	28	29	29	39	36	30	34	36	36	38	40	43
鳥取県	30	29	27	31	31	25	28	29	27	26	27	28
島根県	26	27	26	27	25	21	25	25	25	24	22	25
岡山県	71	73	71	77	70	56	64	64	66	65	64	61
広島県	107	108	105	110	101	82	95	95	92	86	85	86
山口県	54	55	55	59	56	47	55	57	53	49	48	49
徳島県	22	20	18	25	24	15	17	17	17	15	15	18
香川県	31	39	37	45	42	31	34	35	33	30	30	31
愛媛県	48	49	44	53	47	37	42	43	43	42	40	45
高知県	26	26	24	28	27	20	23	23	22	20	20	22
福岡県	152	159	150	154	146	108	127	127	118	114	117	123
佐賀県	32	35	31	38	35	27	30	37	42	41	42	41
長崎県	48	52	51	60	59	46	51	50	47	44	45	43
熊本県	70	71	64	76	76	55	67	72	70	59	65	61
大分県	57	58	52	61	61	54	55	54	55	55	54	54
宮崎県	52	58	53	54	55	45	52	57	56	53	58	56
鹿児島県	58	58	52	62	67	55	61	61	54	49	46	51
沖縄県	77	86	72	67	72	64	69	71	69	64	77	79
合計	3,739	3,867	3,717	4,076	3,834	3,083	3,568	3,588	3,503	3,306	3,231	3,305

出所) JARC ウェブサイト「都道府県別 引取(電子マニフェスト)実施状況・移動報告の状況」、JARC データ Book (2016) より作成

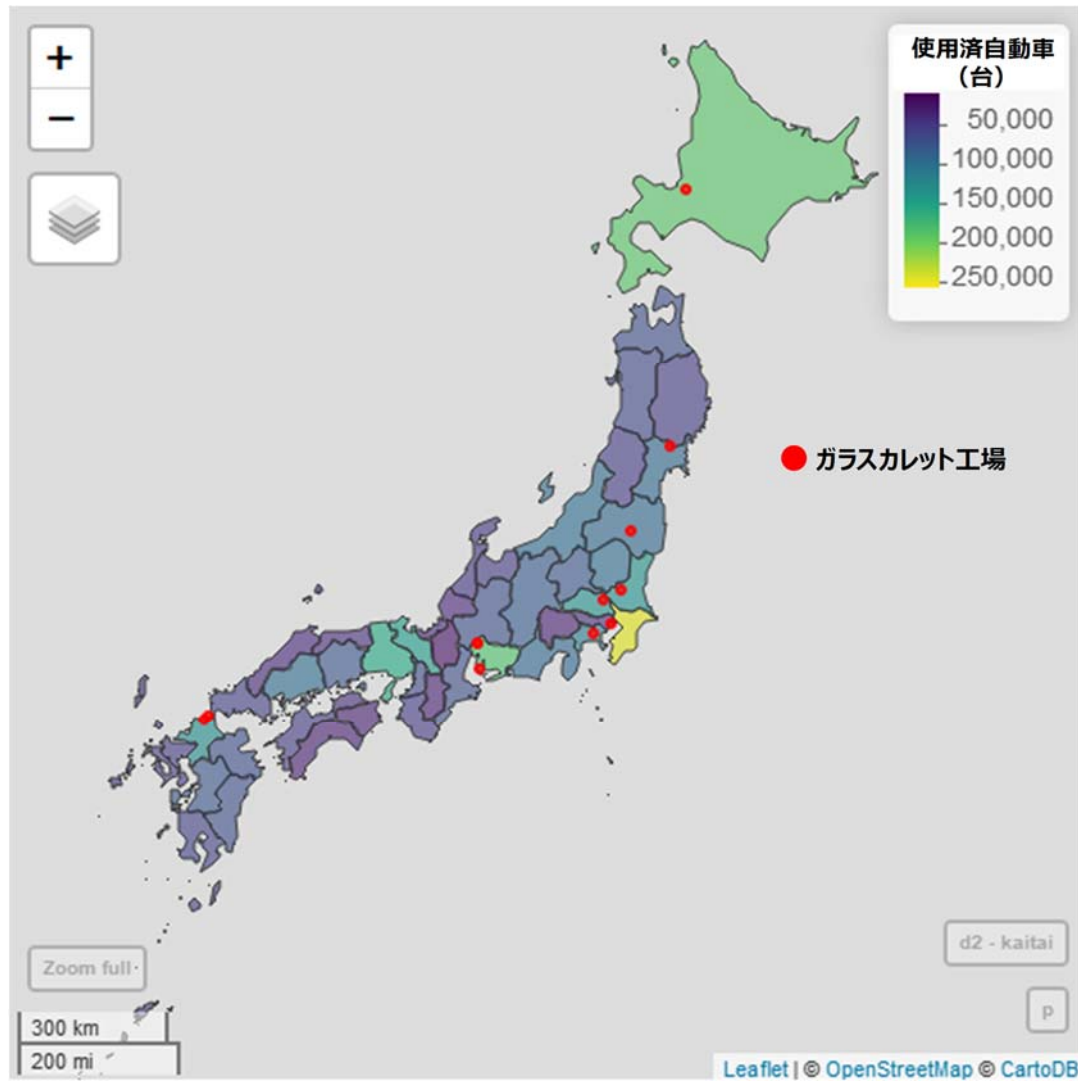


図 2-9 全国の使用済自動車数の分布およびガラスカレット工場（ガラスメーカー工場の近傍）の所在地

出所) MURC 作成

(2) 採算性分析による輸送前利益の算出

1) 収入

i ガラス売却による収入

採算性分析に用いる収入部分については、自動車ガラスのガラスカレット工場への売却益を使用する。自動車ガラス（今回対象としているサイドガラス、リアガラス）の重量については、解体実証で得られたデータを使用する（以下図 2-10 参照）。また、ガラスの単価については、関係者へのヒアリングより得られた値を用いることとする。

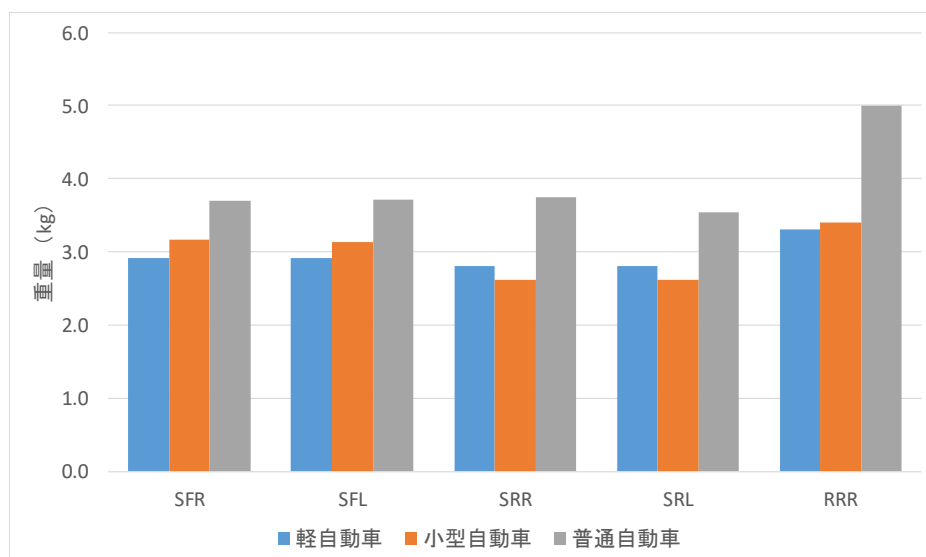


図 2-10 本実証において回収したガラス重量

出所) MURC 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

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

ii ダスト引きの比率改定による増収

解体事業者にて使用済自動車の解体後、通常廃車ガラは破碎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。これはダスト引きと呼ばれる。

一般的に、ダスト引きの比率は慣例的に決定されているため、破碎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の比率が変わることはない場合が多い。しかし、ダスト引きの比率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（ダスト量の少なくなるような）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、ダスト引きの比率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比率で設定されているケースもある。

そこで本試算では、ダスト引きの比率が、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についても収入として加味することとした。

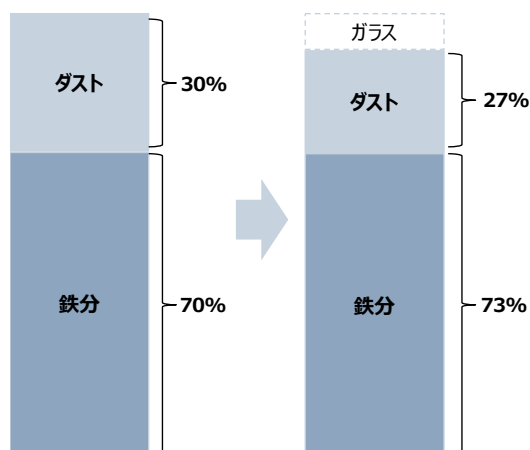


図 2-11 ダスト引きの比率改定のイメージ

出所) MURC 作成

注) 図中の数値はイメージとして記載

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	廃車ガラ価格（表示価格・台数当たり）	6,252	円/台	①×②
④	ダスト引き（慣例）	70.0%		関係者ヒアリング
⑤	廃車ガラ価格（実効価格・台数当たり）	4,377	円/台	③×④
⑥	鉄分重量	315	kg/台	②×④
⑦	新たに回収するガラス重量	16.95	kg/台	実証結果より
⑧	ガラス取り外し後のダスト量	118	kg/台	②×（1－④）－⑦
⑨	ダスト引き（改定）	72.7%		⑥／（⑧＋⑥）
⑩	料金改定後の価格	4,548	円/台	③×⑨
⑪	増加収入	171	円/台	⑩－⑤
⑫	ガラス回収重量あたりの収入増分	10.1	円/kg	⑪／⑦

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 3 R 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 台あ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については、基本的に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。人件費単価については、直近の統計データ（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）」）より算出する³。

i 全平均ケース

解体時間の平均値より、ガラス回収に伴う解体事業者における費用を算出した結果を以下に示す。サイドフロントガラス（運転席側、助手席側）一枚あたりの平均回収時間は約 130 秒程度であり、それに伴う回収費用は約 60 円程度であった。サイドリアガラス（運転席側、助手席側）一枚あたりの平均回収時間は約 200 秒程度であり、それに伴う回収費用は約 90 円程度であった。リアガラス一枚あたりの平均回収時間は約 430 秒程度であり、それに伴う回収費用は約 190 円程度であった。

ガラスの種類別に比較をすると、リアガラスの解体に最も時間を要し、次いでサイドリアガラス、サイドフロントガラスの順となった。ただし、軽自動車と小型自動車の場合はサイドフロントガラスとサイドリアガラスの回収時間の差に大きな差は見られず、普通自動車の場合にのみ差が見られた。

車種別（軽自動車、小型自動車、普通自動車）に見ると、小型自動車の解体が最も早く、次いで軽自動車、普通自動車となる傾向が見られた。

表 2-11 解体時間・解体費用（平均・台あたり）

	サイドフロント （運転席側）		サイドフロント （助手席側）		サイドリア （運転席側）		サイドリア （助手席側）		リア	
	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用
	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)
全体	135	60	125	55	206	91	186	82	430	189
軽	150	66	138	61	143	63	165	73	383	169
小型	117	51	103	45	117	51	113	50	378	166
普通	139	61	133	59	307	135	249	110	496	218

出所) MURC 作成

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。

表 2-12 解体時間・解体費用（平均・kg あたり）

	サイドフロント (運転席側)		サイドフロント (助手席側)		サイドリア (運転席側)		サイドリア (助手席側)		リア	
	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用
	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)
全体	41	18	38	17	65	29	60	27	106	47
軽	52	23	47	21	51	22	59	26	116	51
小型	37	16	33	14	45	20	43	19	111	49
普通	38	17	36	16	82	36	70	31	99	44

出所) MURC 作成

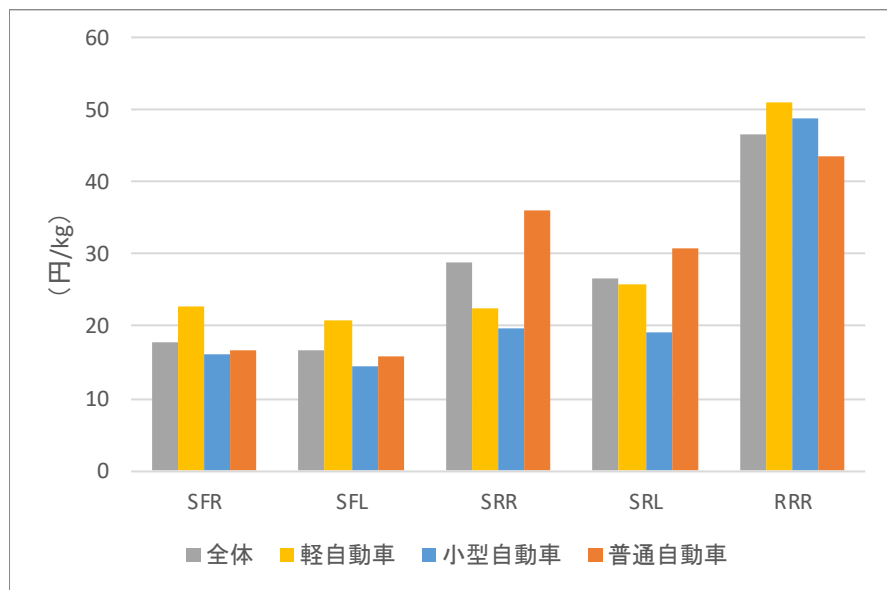


図 2-12 解体費用分析

出所) MURC 作成

ii ベストプラクティス導入ケース

次に、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った。

サイドフロントガラス（運転席側、助手席側）一枚あたりの回収時間は約 40 秒程度であり、それに伴う回収費用は約 20 円程度であった。サイドリアガラス（運転席側、助手席側）一枚あたりの回収時間も同様に約 40 秒程度であり、それに伴う回収費用は約 20 円程度であった。リアガラス一枚あたりの回収時間は約 90 秒程度であり、それに伴う回収費用は約 40 円程度であった。

ガラスの種類別に比較をすると、リアガラスの解体に最も時間を要し、サイドガラスについてはいずれも同程度であった。

車種別（軽自動車、小型自動車、普通自動車）に見ると、普通自動車の解体には多くの時間を要する傾向が見られた。

表 2-13 解体時間・解体費用（ベストプラクティス・台あたり）

	サイドフロント (運転席側)		サイドフロント (助手席側)		サイドリア (運転席側)		サイドリア (助手席側)		リア	
	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用
	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)	(秒/台)	(円/台)
全体	43	19	34	15	46	20	37	16	87	38
軽	45	20	58	26	76	33	73	32	87	38
小型	43	19	34	15	46	20	37	16	115	51
普通	63	28	82	36	73	32	126	55	113	50

出所) MURC 作成

表 2-14 解体時間・解体費用（ベストプラクティス・kg あたり）

	サイドフロント (運転席側)		サイドフロント (助手席側)		サイドリア (運転席側)		サイドリア (助手席側)		リア	
	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用	時間	費用
	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)	(秒/kg)	(円/kg)
全体	15	7	11	5	9	4	7	3	21	9
軽	15	7	19	9	28	12	27	12	32	14
小型	15	7	11	5	9	4	7	3	44	19
普通	15	7	20	9	13	6	25	11	21	9

出所) MURC 作成

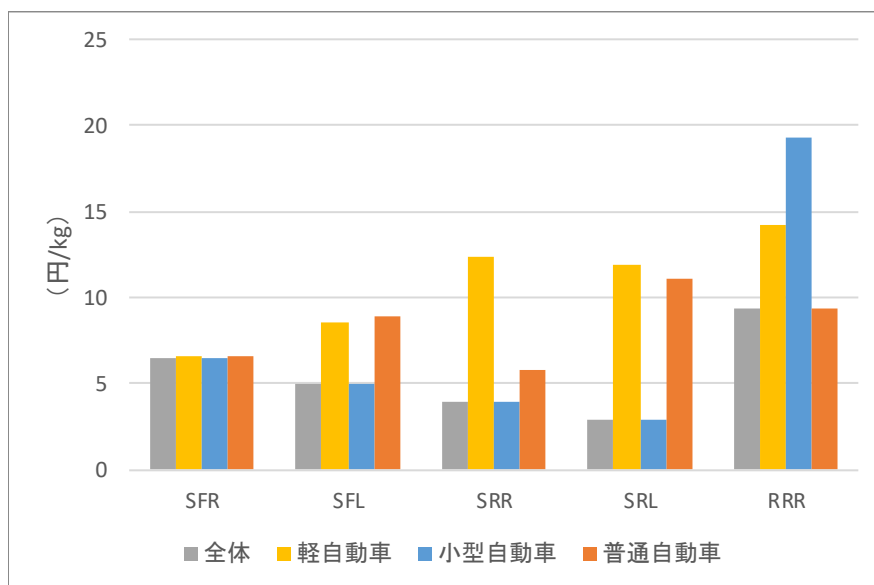


図 2-13 ベストプラクティス導入時の解体費用分析

出所) MURC 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

3) 輸送前利益

i 全平均ケース

解体時間の平均値より、ガラス回収に伴う解体事業者における費用を算出した結果を以下に示す。

結果より、収入と比して解体コストが大きく、収益を上げることが難しいことが分かった。

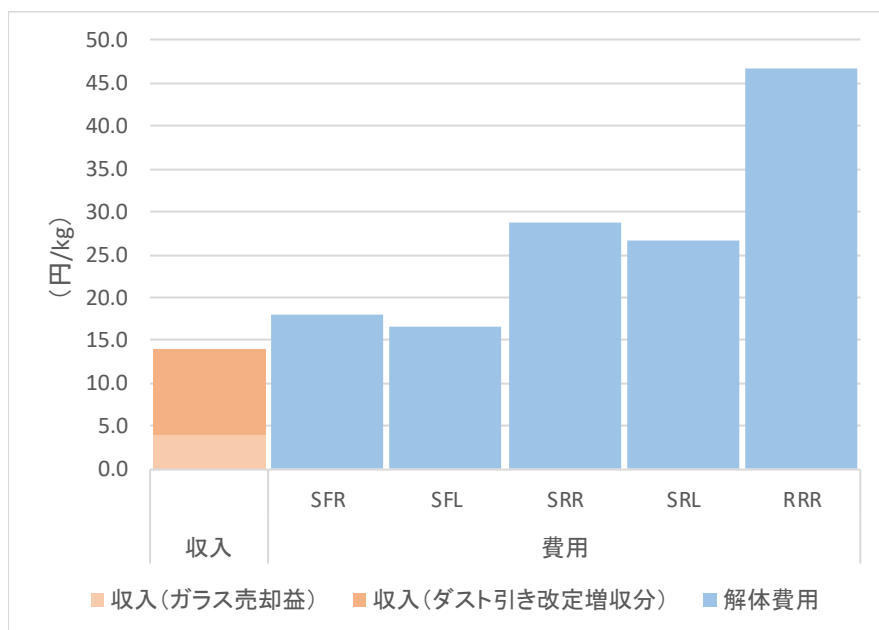


図 2-14 採算性分析（平均解体時間）

出所) MURC 作成

ii ベストプラクティス導入ケース

次に、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った。

結果より、全ての解体作業の平均を取って採算性分析を行った場合と比して、大きく採算性が改善されていることが分かる。特定事業者における特定車種の解体においては、平均的な解体時間と比して極めて速い時間で解体を実現できている場合があり、効率的な解体により採算性が向上する可能性があることが示された。

後段の集荷可能範囲の特定では、各種ガラスの解体費用の平均値である 5.54 円/kg を解体費用として使用した。

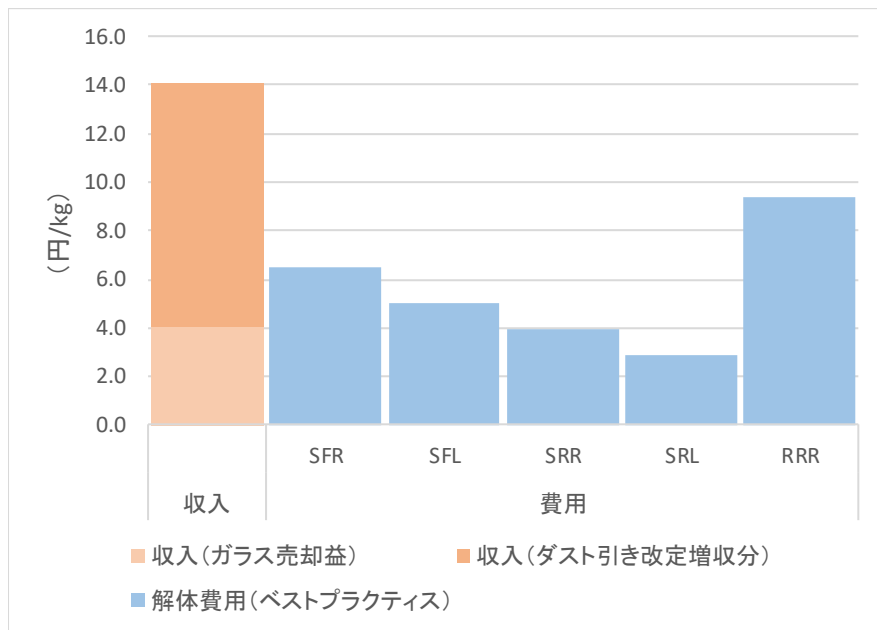


図 2-15 採算性分析 (ベストプラクティス導入時)

出所) MURC 作成

(3) 集荷可能範囲の設定

上述の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、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。

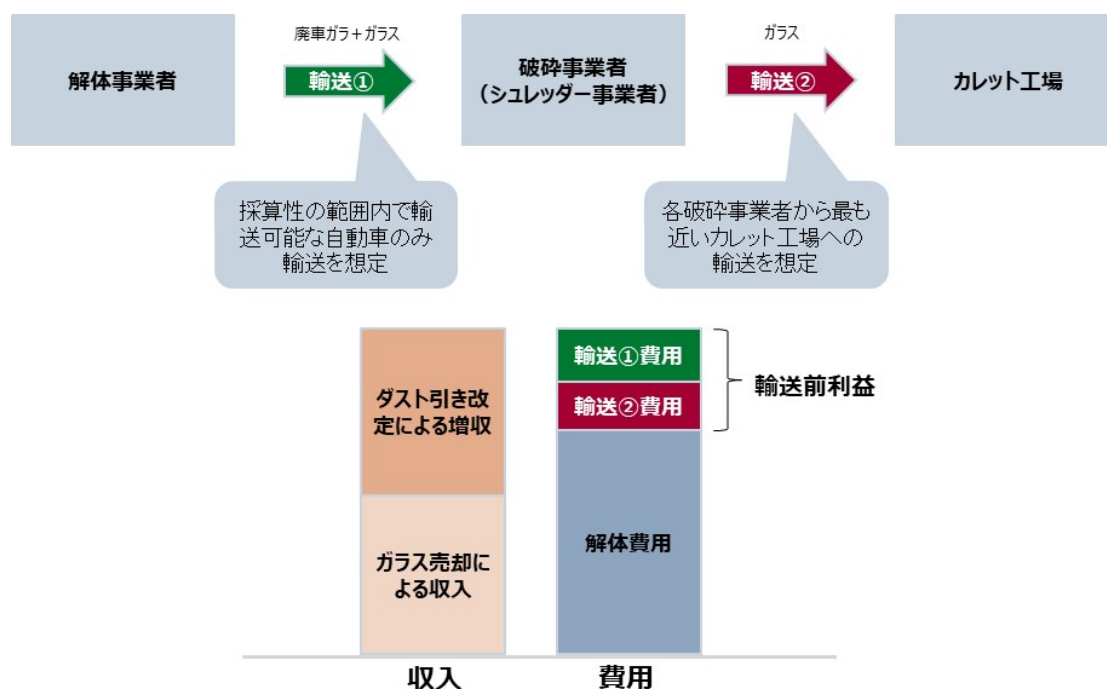


図 2-16 想定する輸送経路

出所) MURC 作成

具体的な算出の手順および算出イメージは図 2-17 に示す通りである。

シュレッダー工場からガラスカレット工場への輸送は、最も直接距離が近いカレット工場へ輸送されると想定し、その距離に対応する輸送費がかかると考えた。輸送距離と輸送費用の対応については、公開情報およ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 (以下式および図 2-18)。

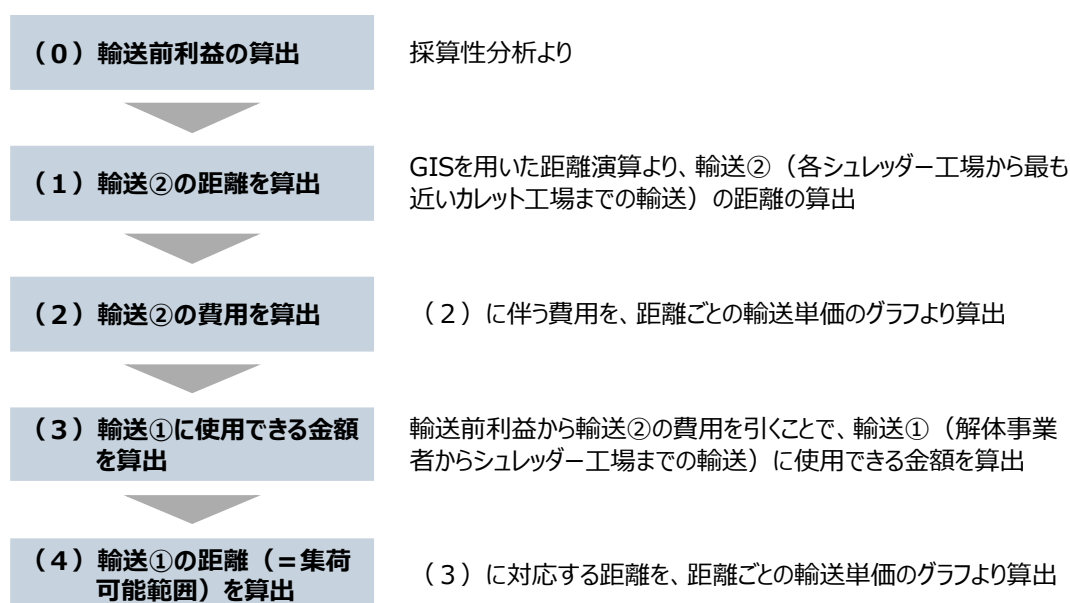
$T = 2.8 \ (d \leq 50)$
$T = 3.9 \ (50 < d \leq 100)$
$T = 4.7 \ (100 < d \leq 150)$
$T = 5.6 \ (150 < d \leq 200)$
$T = 6.4 \ (200 < d \leq 250)$
$T = 7.1 \ (250 < d \leq 300)$
$T = 7.9 \ (300 < d \leq 350)$
$T = 8.6 \ (350 < d \leq 400)$
$T = 9.4 \ (400 < d \leq 450)$
$T = 10.0 \ (450 < d \leq 500)$
$T = 10.8 \ (500 < d \leq 550)$
$T = 11.5 \ (550 < d \leq 600)$

T = 12.2 (600 < d ≤ 650)
T = 13.0 (650 < d ≤ 700)
T = 13.7 (700 < d ≤ 750)
T = 14.4 (750 < d ≤ 800)
T = 15.2 (800 < d ≤ 850)
T = 15.9 (850 < d ≤ 900)
T = 16.7 (900 < d ≤ 950)
T = 17.4 (950 < d ≤ 1000)

T: 輸送単価 (円/kg)

d: 輸送距離 (km)

次に、各シュレッダー工場とガラスカレット工場の位置関係を考慮し(図 2-19)、これら2点間の輸送費用を加味した上で、採算性の範囲内で解体事業者から各シュレッダー工場への輸送が可能な距離を算出した。



	(0)輸送前利益	(1)輸送②の距離	(2)輸送②の費用	(3)輸送①に使用できる金額	(4)輸送①の距離 (集荷可能範囲)
シュレッダー工場A	8円/kg	120km	4.7円/kg	3.3円/kg	50km
シュレッダー工場B	8円/kg	210km	6.4円/kg	1.6円/kg	0km
シュレッダー工場C	8円/kg	60km	3.9円/kg	4.1円/kg	100km
シュレッダー工場D	8円/kg	20km	2.8円/kg	5.2円/kg	150km
シュレッダー工場E	8円/kg	130km	4.7円/kg	3.3円/kg	50km
:					
:					
算出方法	採算性分析より	GISを用いた距離演算より	距離と輸送費用の対応グラフより	(2)-(0)	距離と輸送費用の対応グラフより

図 2-17 集荷可能距離算出の流れとイメージ

出所) MURC 作成

注) 表中の数値はイメージとして記載

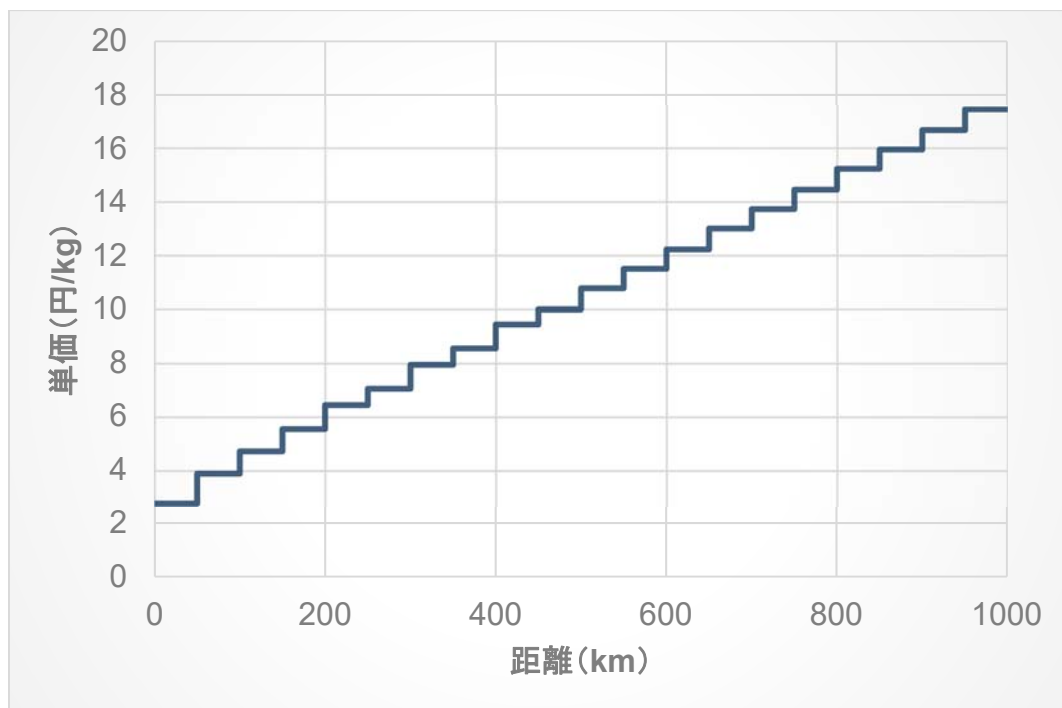


図 2-18 輸送距離と単価の対応
出所) 各種資料および関係者ヒアリングより MURC 作成

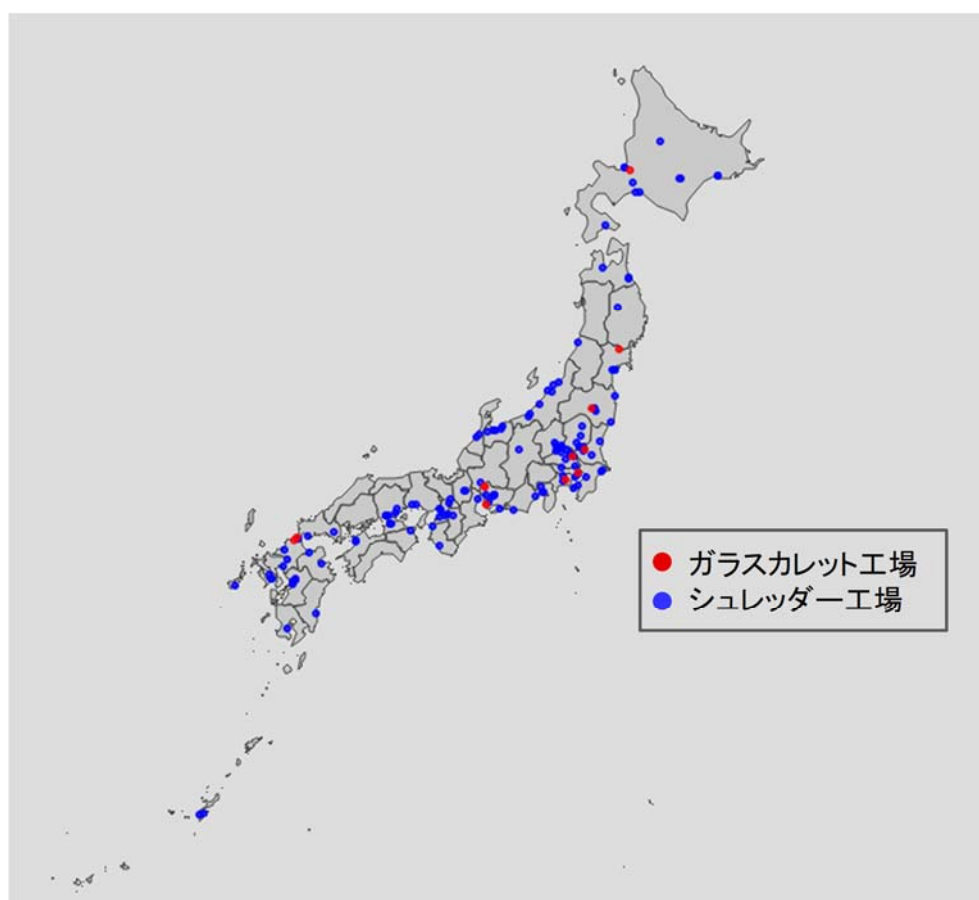


図 2-19 全国のシュレッダー工場とカレット工場の分布
出所) 各種資料および関係者ヒアリングより MURC 作成

以下に解体自動車をシュレッダー工場に集荷可能な範囲の特定のイメージを示す。

上述のように、まず各シュレッダー事業者（破碎事業者）から最も近いカレット工場を特定し、そこから輸送②のコストを確定させ、残った利益（輸送①のコストに充てられる金額）に応じて、シュレッダー工場に持ち込み可能な解体自動車の範囲が決定される。すなわち、輸送②を加味した損益分岐点から、輸送①のコストとして投じることのできる金額とそこから逆算される距離が、各シュレッダー工場を中心とした円で示される。

以下の図ではイメージとして、3つのシュレッダー工場のみを対象に、解体自動車の集荷可能範囲を円で示したものである。例えば、神奈川県に所在するシュレッダー工場を考えた場合、同一県内の近い位置にカレット工場が存在することから輸送②の費用は小さく済み、したがって解体自動車のシュレッダー工場への輸送（輸送①）が可能な範囲の円は大きくなる。反対に、熊本県に所在するシュレッダー工場を考えた場合、最短のカレット工場は福岡県となることから輸送②の費用は大きくなり、したがって解体自動車のシュレッダー工場への輸送（輸送①）が可能な範囲の円は小さくなる。

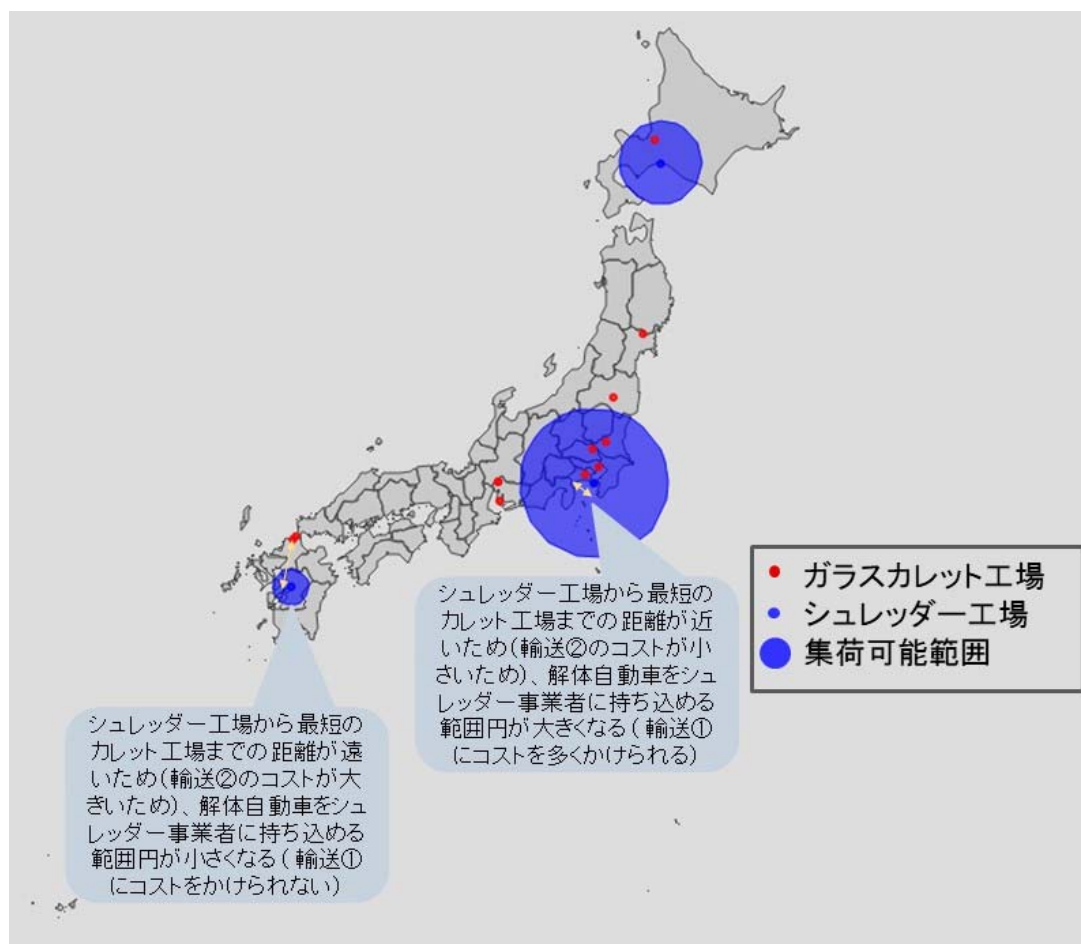


図 2-20 集荷可能範囲特定のイメージ

出所) MURC 作成

(4) 集荷可能範囲に含まれる自動車台数およびガラス量の推計

1) 推計方法

全国のシュレッダー工場の位置情報を入手し、上で推計した集荷可能範囲に含まれるエリアを特定した。各シュレッダー工場からの集荷可能範囲、および都道府県別の自動車数データを用いて、GISを用いた地理空間情報の演算により、集荷可能範囲に含まれる使用済自動車台数を推計した。なお、ここでは同一都道府県内で自動車は一様に分布すると想定し、各都道府県面積と集荷可能範囲面積の面積比を当該都道府県に存在する使用済自動車数と掛け合わせることで推計を行った。

集荷可能なガラス量については、得られた結果に、解体実証結果より得られた一台あたりガラス重量を掛けることで推計した。

$$ELV = \sum_i^{47} elv_i * \frac{S_i}{A_i}$$

$$G = \alpha * ELV$$

ELV：回収可能な使用済自動車台数（台）

elv_i ：都道府県 i に存在する使用済自動車台数（台）

S_i ：都道府県 i のうち自動車を回収可能な面積（ km^2 ）

A_i ：都道府県 i の面積（ km^2 ）

G：回収可能なガラス量（kg）

α ：自動車1台あたりのガラス重量（kg/台）

ここでは比較のため、ガラスの単価としてヒアリングより得られた最小値である 1.0 円/kg のケース、最大値である 4.0 円/kg のケース、また中間値である 2.5 円/kg で試算を行った。

2) 結果

上述の前提に基づき推計を行ったところ、ガラスカレット工場にて自動車ガラスを回収可能な使用済自動車数は、ガラスの単価が 1.0 円/kg の場合で約 125 万台、回収可能なガラス量については、約 21,000 トンと推計された。

表 2-15 破砕事業者へ運搬可能なガラス量及び自動車台数

	自動車台数 (千台)	回収可能なガラス量 (トン)
1.0 円/kg	1,254	21,260
2.5 円/kg	2,568	43,530
4.0 円/kg	3,289	55,753

出所) MURC 作成

以下に自動車を集荷可能な範囲を地図上で示す。全国の各シュレッダー工場(青点で表示)から、採算性の範囲内で集荷可能な範囲を青色で示している(各シュレッダー工場から集荷可能な範囲円を発生させ、円が重なる部分は結合)。シュレッダー工場を示す青点のみが表示され、集荷可能な範囲を示す青円が表示されていないシュレッダー工場は、集荷可能な範囲がゼロであることを意味している。すなわち、こうしたシュレッダー工場は、近隣にカレット工場が存在せず、採算性の範囲内で自動車を集荷することが難しいことを意味している。

ガラスの単価が上昇するにつれ、各シュレッダー工場から採算性の範囲内で集荷可能な範囲円は広がるため、地図上の青色でカバーされる地域が増加している。

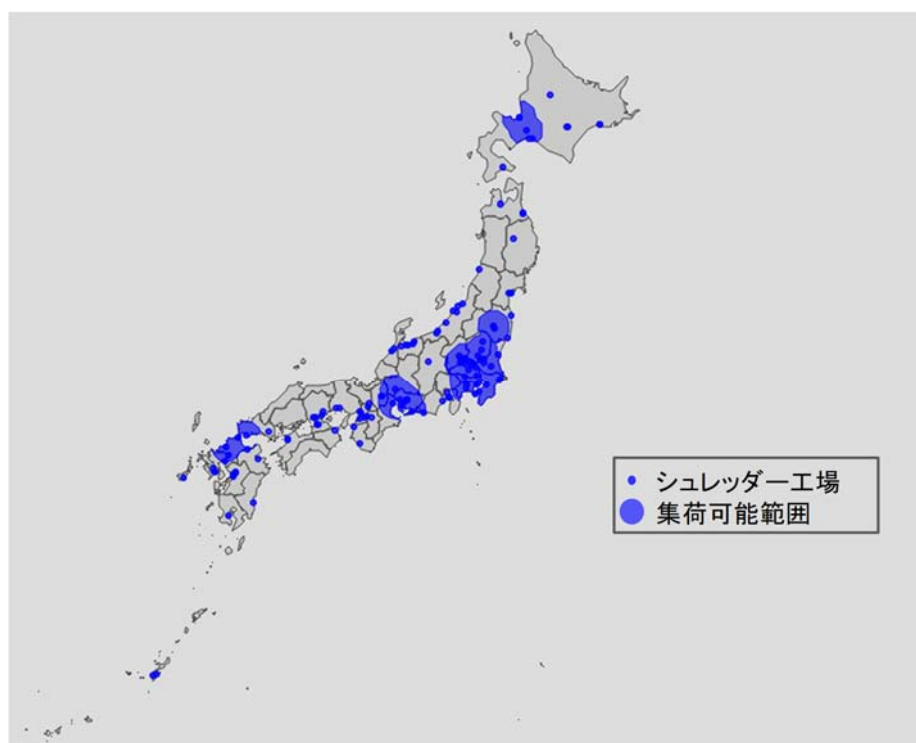


図 2-21 ガラスカレット工場へ運搬可能な範囲 (ガラス単価 1.0 円/kg の場合)
出所) MURC 作成

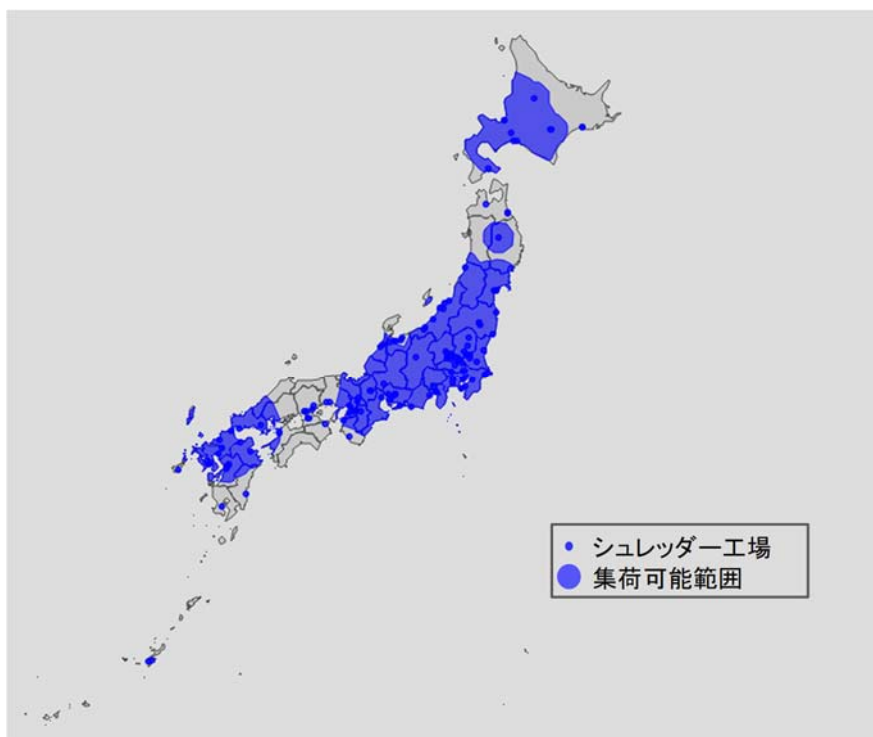


図 2-22 ガラスカレット工場へ運搬可能な範囲（ガラス単価 2.5 円/kg の場合）
出所）MURC 作成

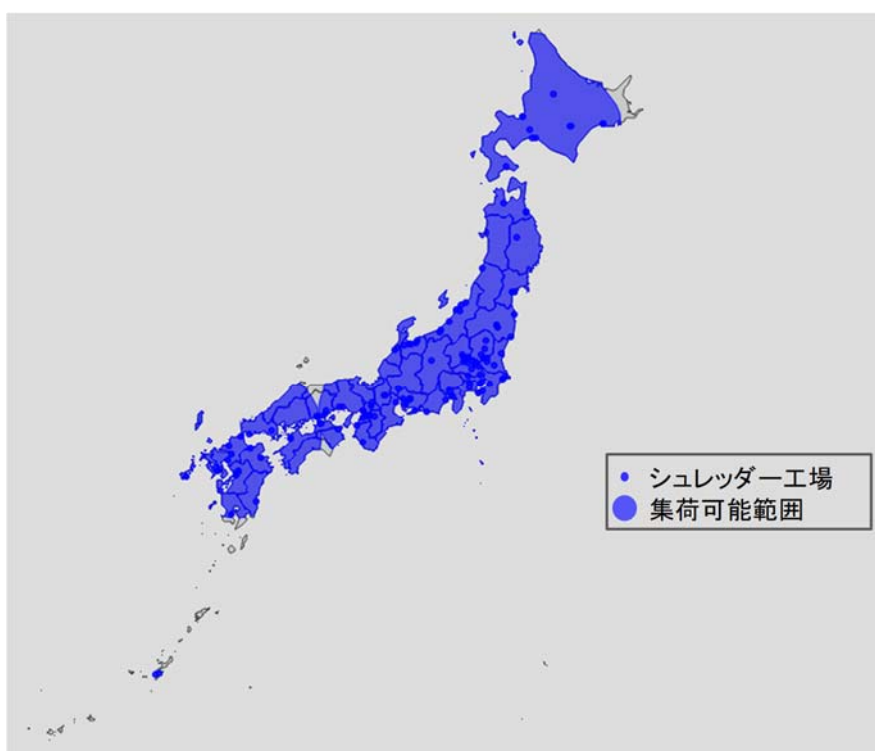


図 2-23 ガラスカレット工場へ運搬可能な範囲（ガラス単価 4.0 円/kg の場合）
出所）MURC 作成

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

使用済自動車より回収したガラスに含まれる成分を分析し、部位ごとやメーカーごとに比較することにより、再資源化可能性を検討した。

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、用いるガラスカレットの質が重要である。板ガラスやグラスウールの生産におけるカレットの受け入れ条件を表 2-17 に示す。

表 2-16 ガラス主成分

ガラス主成分（多い順）
SiO ₂ 、Na ₂ O、CaO、MgO、Al ₂ O ₃ 、K ₂ O、B ₂ O ₃

出所) 工藤透「1. 板ガラスのリサイクル」(2008) (<http://www.agc.com/innovation/library/pdf/58-02.pdf>)

表 2-17 板ガラス及びグラスウールのカレット受け入れ時の忌避物質

カレット用途	カレット受け入れ時の忌避物質	
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
	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表層のイオンが白濁する)
	アルミニウム (Al)	酸化アルミニウムはガラスの原料として使用される場合もあるが、金属アルミニウムは忌避物質として扱われる。酸化ケイ素を金属ケイ素に還元し、金属ケイ素の熱膨張率の違いから板ガラスが割れてしまう。
	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もなる可能性がある。
	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
	※金属類が金属としてある程度の大きさで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可能性がある。炉材のれんがに穴をあけ窯の寿命を著しく短くする可能性があるため、金属の混入は避けたい。	
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け入れが難しい
	融点と粘度を阻害する組成の不純物	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、利用は避けたい

*出所) 工藤透「1. 板ガラスのリサイクル」(2008) (<http://www.agc.com/innovation/library/pdf/58-02.pdf>)

出所) 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～」(ガラス再資源化協議会・第 13 回 エコプレミアムクラブ シンポジウム「大転換・Transformation」)(2016)

(2) 使用済自動車より回収したガラスの成分分析方法

現状、合わせガラスの再資源化は中間膜の分離等といった課題があることを踏まえ、また運転席側のサイド・フロントガラスは透明性の高いものが用いられる傾向があることを踏まえ、本年度（平成30年度）はサイド（フロント・リア）及びリアのガラスを回収対象とした。

各解体事業者は、解体を行う使用済自動車について、該当する部位の自動車ガラスを回収し、十分な梱包を行った上で、期日までに必要重量分をカレットメーカーの飯室商店あてに発送した。

また、各解体事業者は、回収対象とした自動車ガラスについて、車種（及びメーカー）、年式、取り外したガラスの部位を事務局指定の様式へ記録の上、適当なサンプル番号を付した上でカレットメーカーの飯室商店へ発送した。飯室商店は異物の付着などガラスの状況とガラス原料化の可否を部位ごとに確認のうえ破碎して試料を作成し分析事業者に発送した。

分析事業者は各ガラス検体について、主にガラス中に含まれる金属元素測定を目的として蛍光X線分析を行い、回収した自動車ガラスの物性を明らかにした。

表 2-18 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 135 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	● 水分： JIS Z 7302-3 に準ずる。 ● ig.loss： 700～1000℃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より提出された試験報告書をもとに MURC 作成

(3) ガラスの成分分析結果

全 135 のガラス検体について、部位ごとのガラス成分平均値を図 2-24 に示す。いずれもソーダ石灰ガラスであり、シリカ 7 割、ソーダ灰 1 割強ほどを含んでいる。

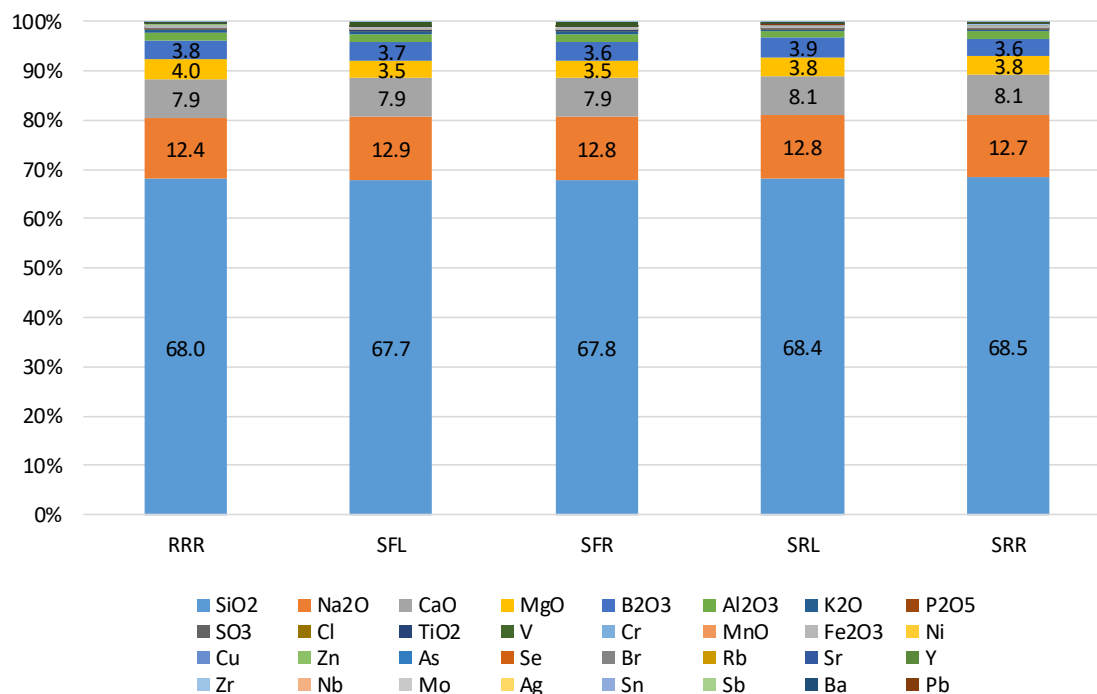


図 2-24 部位別ガラス成分平均値

出所) MURC 作成

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 Na_2O 、 SiO_2 、 K_2O 、 CaO 、 B_2O_3 を除いた微量元素の含有割合を図 2-25 に示す。また、各部位ごとの含有成分割合の一覧表を表 2-19～表 2-28 に示す。オーダー分析の試験結果は半定量値であり、正確な分析値が必要な場合には定量分析を行う必要がある。一覧表記載の「ND」はピークが検出できなかったことを示している。

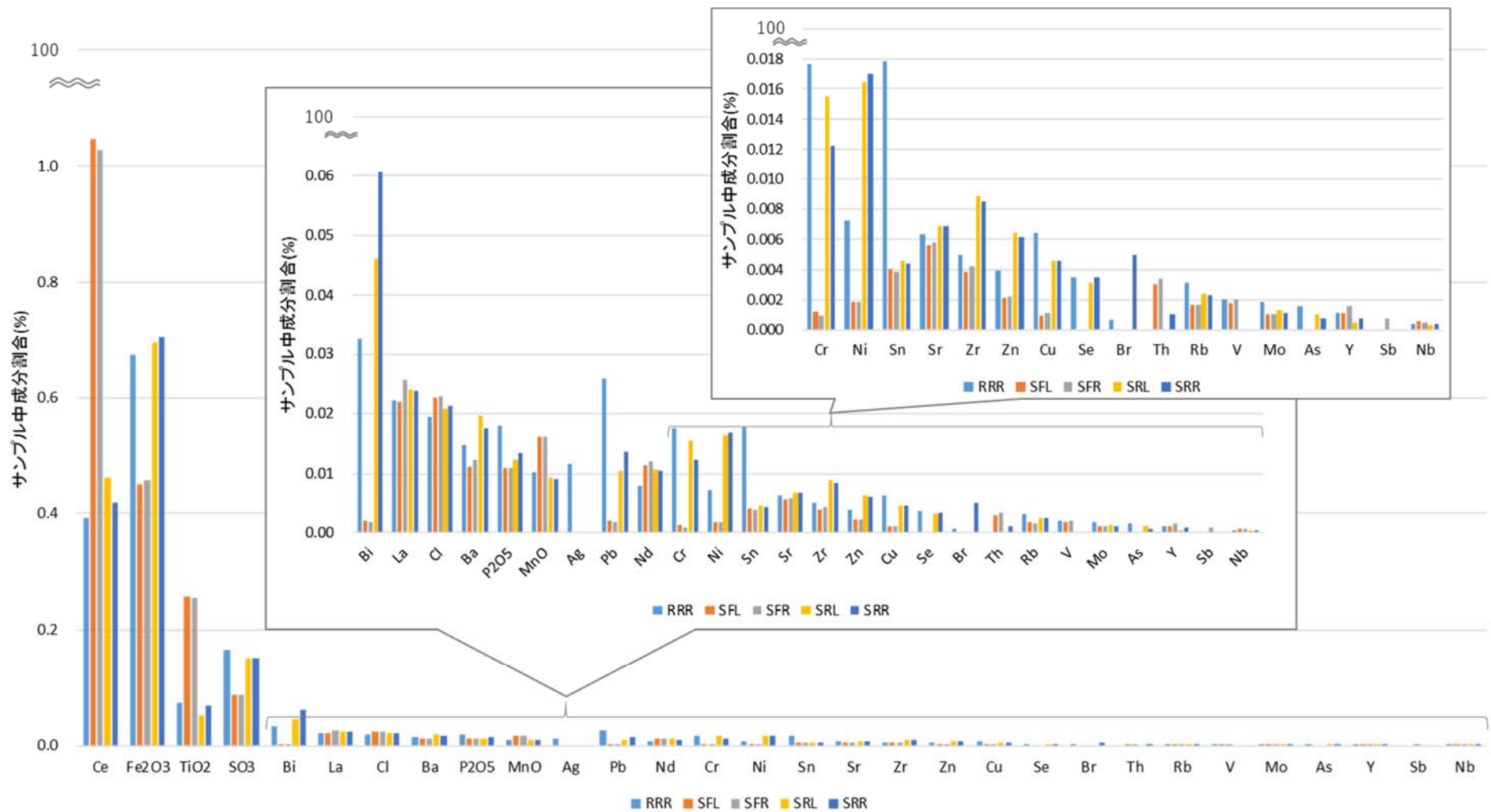


図 2-25 各部位ごとの微量元素含有割合

出所) MURC 作成

表 2-19 各部位ごとの含有成分割合一覧 RRR①

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									
						SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Ce	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	Bi	La	Cl	Ba	P ₂ O ₅	MnO	Ag
RRR	トヨタ・マークX	2005	AGC	0.00	0.55	68.163	12.442	7.928	3.696	2.374	1.796	0.700	1.337	0.453	0.384	0.043	ND	0.017	0.014	0.018	0.010	0.018	0.008
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.00	0.22	66.748	12.165	7.692	3.610	4.878	1.722	0.676	1.282	0.407	0.370	0.038	ND	0.028	0.046	0.010	0.015	0.019	0.010
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.27	67.957	12.362	7.821	4.275	4.176	1.707	0.342	ND	0.728	0.047	0.201	ND	ND	0.016	ND	0.018	0.005	0.008
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.20	0.23	67.631	13.051	8.858	4.133	2.548	1.677	0.764	ND	0.719	0.051	0.241	0.017	ND	0.009	ND	0.025	0.007	0.002
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.10	0.14	68.584	12.088	7.616	4.467	3.821	1.696	0.597	ND	0.647	0.045	0.179	0.006	ND	0.016	ND	0.029	0.005	0.007
	トヨタ・bB	2003	AGC	0.00	0.15	68.314	12.078	7.614	4.323	4.335	1.691	0.505	ND	0.683	0.040	0.159	ND	ND	0.017	ND	0.029	0.006	0.007
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.20	0.29	68.293	12.310	7.471	4.440	3.964	1.685	0.444	ND	0.648	0.054	0.177	0.070	ND	0.015	ND	0.022	0.004	0.023
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.20	0.27	68.212	12.225	8.360	3.452	3.766	1.889	0.911	ND	0.488	0.032	0.159	ND	ND	0.024	0.013	0.009	0.009	0.011
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.20	0.16	69.276	12.126	7.679	4.376	2.976	1.739	0.518	ND	0.693	0.036	0.173	0.083	ND	0.018	ND	0.022	0.016	0.016
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.31	66.776	12.787	8.780	4.065	3.714	1.643	0.687	ND	0.695	0.055	0.225	ND	ND	0.021	ND	0.022	0.005	0.038
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.14	68.130	13.014	8.029	3.634	3.372	1.533	0.909	0.024	0.794	0.035	0.159	ND	ND	0.027	0.012	0.012	0.016	0.018
	三菱・グランディス	2000	AGC	0.00	0.21	68.441	12.165	8.093	4.004	3.314	1.720	0.991	ND	0.697	0.032	0.201	ND	ND	0.023	0.019	0.011	0.008	0.007
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.25	69.211	12.208	7.529	4.502	2.947	1.735	0.493	ND	0.669	0.050	0.183	0.085	ND	0.013	ND	0.020	0.016	0.008
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.19	66.838	12.678	8.470	3.980	4.369	1.700	0.627	ND	0.698	0.049	0.206	0.059	ND	0.018	ND	0.015	0.017	0.018
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.20	68.394	12.029	7.482	4.299	4.227	1.717	0.518	ND	0.672	0.050	0.155	0.002	ND	0.014	ND	0.028	0.011	0.024
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	1.16	67.639	11.857	7.802	4.280	3.760	1.856	0.568	ND	0.732	0.044	0.160	ND	ND	0.018	ND	0.034	0.006	0.007
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.00	0.27	66.784	12.452	8.372	4.138	4.335	1.706	0.904	ND	0.704	0.041	0.176	0.007	ND	0.015	0.017	0.014	0.012	0.006
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.15	67.663	12.869	7.660	3.358	4.822	1.497	0.816	0.023	0.787	0.033	0.176	ND	ND	0.029	ND	0.012	0.009	0.009
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.00	0.18	69.905	13.105	8.489	3.797	3.084	0.147	0.054	ND	0.914	0.033	0.148	0.013	ND	0.021	ND	0.006	0.009	0.011
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.23	69.285	12.335	7.620	4.267	3.173	1.716	0.332	ND	0.734	0.051	0.164	ND	ND	0.017	ND	0.019	0.005	0.006
	スズキ・ワゴンR	1992	AGC	0.00	0.89	66.867	11.770	8.326	3.924	4.634	1.905	0.796	0.042	0.408	0.093	0.146	ND	ND	0.026	0.016	0.012	0.022	0.007
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.21	68.132	12.130	7.429	4.300	4.688	1.721	0.391	ND	0.649	0.054	0.175	0.014	ND	0.016	ND	0.028	0.006	0.010
	トヨタ・ノア	2003	AGC	0.00	0.19	68.751	12.007	7.749	4.100	3.852	1.645	0.754	0.007	0.670	0.023	0.135	0.003	ND	0.018	0.014	0.014	0.010	0.008
	トヨタ・イスト	2007	日本板硝子	0.00	0.87	67.145	12.494	7.607	3.277	4.684	1.735	0.941	0.026	0.869	0.032	0.177	ND	ND	0.018	ND	0.009	0.009	0.010

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-20 各部位ごとの含有成分割合一覧 RRR②

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (%)																		
				微量成分																		
				Pb	Nd	Cr	Ni	Sn	Sr	Zr	Zn	Cu	Se	Br	Th	Rb	V	Mo	As	Y	Sb	Nb
RRR	トヨタ・マークX	2005	AGC	ND	0.008	0.014	0.006	0.004	0.006	0.008	0.001	0.001	ND	ND	ND	0.002	ND	0.001	ND	ND	ND	0.001
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.015	ND	0.006	0.004	0.018	0.005	0.004	0.001	0.008	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	0.001	ND	0.000
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.012	ND	0.009	0.002	0.023	0.007	0.004	0.001	0.003	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	ND	ND	0.010	0.002	0.004	0.006	0.003	ND	0.003	0.003	ND	ND	0.004	ND	ND	0.001	ND	ND	0.000
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.001	ND	0.016	0.002	0.003	0.005	0.003	0.011	0.006	0.004	ND	ND	0.005	ND	ND	0.002	0.001	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	AGC	0.015	ND	0.009	0.002	0.003	0.006	0.003	ND	0.004	0.003	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.002	ND	0.031	0.002	0.023	0.005	0.004	0.000	0.016	0.003	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.070	ND	0.039	0.002	0.020	0.007	0.004	0.005	0.016	0.005	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.003	ND	0.031	0.002	0.029	0.005	0.002	0.001	0.011	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.090	ND	0.017	0.002	0.045	0.006	0.002	ND	0.009	0.003	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	ND	ND	0.022	0.057	0.006	0.005	0.003	0.035	0.012	ND	ND	ND	0.003	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
	三菱・グランディス	2000	AGC	0.021	ND	0.009	0.002	0.005	0.012	0.005	0.001	0.004	0.003	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	ND	0.032	0.001	0.017	0.005	0.004	0.001	0.013	0.004	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	ND	0.024	0.001	0.017	0.004	0.005	0.001	0.009	0.003	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.092	ND	0.031	0.002	0.023	0.006	0.002	ND	0.015	0.004	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.002	ND	0.027	0.006	0.019	0.005	0.004	0.002	0.004	0.005	ND	ND	0.005	ND	0.002	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	ND	ND	0.006	0.001	0.024	0.004	0.004	0.001	0.001	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.016	ND	0.006	0.027	0.018	0.006	0.006	0.004	0.003	ND	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	ND	ND	0.005	0.018	0.022	0.008	0.026	0.001	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.003	ND	0.007	0.001	0.021	0.006	0.004	ND	ND	0.003	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	スズキ・ワゴンR	1992	AGC	0.023	ND	0.030	0.010	0.022	0.012	0.009	0.002	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	0.002	ND	0.002	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	ND	ND	0.010	0.002	0.016	0.007	0.004	0.001	0.002	0.004	ND	ND	0.003	ND	ND	0.001	ND	ND	0.000
	トヨタ・ノア	2003	AGC	ND	ND	0.009	0.002	0.022	0.009	0.002	0.002	0.001	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・イスト	2007	日本板硝子	ND	ND	0.026	0.022	0.027	0.005	0.005	0.005	0.002	ND	0.001	ND	0.003	ND	0.003	ND	ND	ND	ND

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-21 各部位ごとの含有成分割合一覧 SFL①

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							
						SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Ce	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	Bi	La	Cl	Ba	P ₂ O ₅	MnO	Ag
SFL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.00	0.14	68.130	13.637	8.287	3.012	3.147	1.476	0.683	0.733	0.450	0.061	0.158	ND	ND	0.030	0.004	0.009	0.017	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	0.00	0.17	65.860	13.960	8.342	3.134	4.901	1.448	0.212	1.312	0.370	0.095	0.078	ND	0.006	0.042	0.007	0.007	0.033	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.21	67.423	12.467	7.823	3.734	3.742	1.737	0.669	1.281	0.396	0.361	0.045	ND	0.026	0.029	ND	0.014	0.017	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	AGC	0.10	0.09	67.786	12.713	8.060	3.753	2.845	1.687	0.719	1.370	0.419	0.413	0.043	ND	0.024	0.018	ND	0.012	0.013	ND
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.30	0.14	67.153	13.193	8.067	2.972	4.791	1.443	0.664	0.724	0.559	0.059	0.158	ND	ND	0.031	ND	0.010	0.017	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.12	68.632	13.493	8.343	3.093	2.633	1.502	0.589	0.720	0.602	0.045	0.141	ND	ND	0.027	0.010	0.011	0.017	ND
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.00	0.29	67.807	12.321	8.010	3.456	4.755	1.871	0.899	ND	0.336	0.019	0.163	0.002	ND	0.022	0.012	0.009	0.005	ND
	日産・マーチ	2003	セントラル硝子	0.00	0.30	67.249	12.526	7.592	3.631	4.187	1.671	0.610	1.319	0.408	0.359	0.042	ND	0.032	0.017	ND	0.012	0.017	ND
	トヨタ・ヴォクシー	2003	日本板硝子	0.00	0.26	68.173	13.383	8.367	3.059	3.056	1.473	0.597	0.744	0.598	0.057	0.148	ND	ND	0.031	ND	0.011	0.019	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.20	68.383	12.625	7.744	3.741	2.780	1.691	0.650	1.273	0.403	0.381	0.041	ND	0.020	0.019	ND	0.011	0.017	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.00	0.25	67.473	12.467	7.637	3.710	3.922	1.695	0.676	1.270	0.401	0.365	0.042	ND	0.018	0.015	ND	0.011	0.017	ND
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.00	0.25	67.844	12.587	7.547	3.568	3.663	1.696	0.632	1.308	0.422	0.333	0.052	ND	0.032	0.012	ND	0.010	0.014	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.10	0.12	67.514	12.574	7.461	3.583	4.259	1.664	0.584	1.295	0.400	0.415	0.044	ND	0.011	0.016	0.013	0.014	0.015	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.20	0.23	67.023	13.244	7.926	2.951	4.980	1.479	0.576	0.728	0.599	0.049	0.135	ND	ND	0.023	0.008	0.011	0.015	ND
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.11	68.232	13.365	8.171	3.048	3.330	1.488	0.805	0.480	0.525	0.204	0.155	ND	ND	0.027	0.009	0.011	0.015	ND
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.23	67.224	14.077	8.332	3.171	3.057	1.504	0.258	1.497	0.394	0.086	0.076	ND	ND	0.034	ND	0.009	0.027	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.28	67.451	12.421	7.743	3.730	3.820	1.695	0.684	1.243	0.401	0.375	0.046	ND	0.026	0.014	0.019	0.010	0.018	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.23	68.156	12.559	7.830	3.745	2.856	1.714	0.683	1.290	0.415	0.387	0.043	ND	0.017	0.017	ND	0.011	0.018	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.12	68.017	12.616	7.495	3.647	3.625	1.673	0.598	1.290	0.411	0.344	0.044	ND	0.029	0.017	0.011	0.011	0.018	ND
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	0.22	67.940	12.582	7.899	3.672	3.177	1.689	0.584	1.300	0.399	0.386	0.040	ND	0.028	0.014	0.016	0.011	0.015	ND
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.10	0.30	67.374	12.815	7.826	4.195	3.300	1.445	0.756	0.396	0.587	0.716	0.175	ND	0.039	0.024	0.012	0.012	0.009	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.20	67.738	13.259	8.169	3.013	3.969	1.470	0.587	0.710	0.585	0.060	0.145	ND	ND	0.031	0.011	0.010	0.018	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	AGC	0.00	0.19	68.279	12.615	7.662	3.716	2.881	1.707	0.686	1.373	0.399	0.379	0.038	ND	0.015	0.018	ND	0.012	0.012	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.23	67.626	12.620	7.540	3.584	4.003	1.605	0.572	1.328	0.416	0.367	0.039	ND	0.007	0.017	ND	0.012	0.017	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.30	68.061	12.462	8.059	3.928	4.142	1.666	0.768	0.016	0.335	0.051	0.147	ND	ND	0.020	0.006	0.011	0.011	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.18	67.725	12.488	7.951	3.731	3.322	1.679	0.683	1.289	0.428	0.389	0.040	ND	0.025	0.018	ND	0.010	0.016	ND
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.18	68.776	13.409	8.206	3.086	2.651	1.506	0.592	0.730	0.578	0.056	0.146	ND	ND	0.033	ND	0.010	0.019	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.29	66.858	12.505	7.596	3.718	4.506	1.665	0.694	1.271	0.398	0.378	0.037	ND	ND	0.020	0.021	0.014	0.012	ND

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-22 各部位ごとの含有成分割合一覧 SFL②

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

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-23 各部位ごとの含有成分割合一覧 SFR①

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								
						SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Ce	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	Bi	La	Cl	Ba	P ₂ O ₅	MnO	Ag	
SFR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.00	0.17	67.679	13.588	8.092	3.029	3.866	1.471	0.671	0.695	0.432	0.061	0.160	ND	ND	0.028	0.010	0.009	0.017	ND	
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.00	0.14	68.257	12.382	8.210	3.811	2.531	1.785	0.723	1.287	0.362	0.331	0.043	ND	0.055	0.031	ND	0.017	0.019	ND	
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.27	67.343	12.444	7.655	3.664	4.023	1.724	0.663	1.290	0.398	0.384	0.046	ND	0.015	0.022	0.012	0.012	0.016	ND	
	ダイハツ・ムーヴ	2007	AGC	0.30	0.13	67.963	12.691	7.982	3.750	2.806	1.693	0.710	1.316	0.409	0.404	0.045	ND	0.027	0.015	ND	0.012	0.012	ND	
	日産・ティーダ	2006	セントラル硝子	0.20	0.12	67.972	13.351	8.269	2.990	3.682	1.494	0.533	0.739	0.564	0.071	0.134	ND	ND	0.033	ND	0.009	0.020	ND	
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.16	68.252	13.363	8.165	3.048	3.398	1.483	0.567	0.720	0.581	0.044	0.136	ND	ND	0.031	ND	0.011	0.017	ND	
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.00	0.23	68.865	12.400	8.325	3.498	3.228	1.898	0.941	ND	0.352	0.018	0.166	0.002	ND	0.028	0.014	0.008	0.005	ND	
	日産・マーチ	2003	セントラル硝子	0.00	0.34	68.039	12.575	7.694	3.663	3.149	1.685	0.621	1.316	0.416	0.361	0.044	ND	0.023	0.016	ND	0.012	0.017	ND	
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.29	67.481	13.276	8.000	2.967	4.344	1.471	0.588	0.709	0.599	0.054	0.139	ND	ND	0.031	ND	0.011	0.015	ND	
	トヨタ・ヴォクシー	2003	日本板硝子	0.00	0.22	67.651	13.260	8.461	3.049	3.613	1.462	0.606	0.774	0.610	0.058	0.143	ND	ND	0.033	ND	0.010	0.020	ND	
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.34	67.237	12.441	7.731	3.634	4.112	1.684	0.652	1.241	0.404	0.380	0.045	ND	0.017	0.017	0.018	0.012	0.016	ND	
	ダイハツ・ムーヴ	2005	AGC	0.00	0.27	68.016	12.549	7.762	3.732	3.057	1.709	0.691	1.303	0.404	0.372	0.043	ND	0.023	0.013	ND	0.012	0.017	ND	
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.10	0.24	67.626	12.546	7.635	3.552	3.816	1.689	0.639	1.333	0.425	0.345	0.050	ND	0.025	0.016	0.013	0.010	0.015	ND	
	ダイハツ・ムーヴ	2003	AGC	0.00	0.18	67.215	12.472	7.392	3.545	4.754	1.674	0.591	1.269	0.410	0.369	0.044	ND	0.012	0.012	0.011	0.011	0.020	ND	
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.22	68.771	13.458	8.220	3.024	2.542	1.525	0.593	0.741	0.622	0.048	0.147	ND	ND	0.025	0.015	0.010	0.014	ND	
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.22	67.662	13.367	8.047	3.092	3.824	1.527	0.783	0.547	0.521	0.150	0.160	ND	ND	0.030	0.014	0.011	0.018	ND	
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.25	67.248	14.051	8.337	3.192	3.120	1.536	0.243	1.319	0.424	0.084	0.081	ND	ND	0.037	0.013	0.009	0.030	ND	
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.32	67.086	12.493	7.617	3.682	4.272	1.691	0.671	1.239	0.396	0.376	0.045	ND	0.025	0.019	0.009	0.011	0.017	ND	
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.26	67.587	12.415	7.848	3.701	3.587	1.683	0.688	1.321	0.418	0.372	0.041	ND	0.012	0.023	ND	0.011	0.017	ND	
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.14	67.315	12.539	7.407	3.604	4.577	1.659	0.590	1.258	0.407	0.331	0.045	ND	0.033	0.023	0.008	0.011	0.017	ND	
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	0.21	68.190	12.557	8.016	3.643	2.807	1.681	0.593	1.363	0.408	0.378	0.040	ND	0.032	0.011	0.011	0.012	0.016	ND	
	トヨタ・アイシス	2012	AGC	0.20	0.31	67.358	12.837	7.737	4.191	3.391	1.457	0.748	0.381	0.583	0.715	0.178	ND	0.043	0.017	0.013	0.012	0.009	ND	
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.21	67.353	13.210	8.193	2.995	4.399	1.464	0.578	0.721	0.592	0.058	0.142	ND	ND	0.033	ND	0.010	0.017	ND	
	ダイハツ・ムーヴ	2006	AGC	0.00	0.19	68.416	12.532	7.614	3.528	3.017	1.699	0.695	1.362	0.417	0.403	0.033	ND	0.030	0.019	ND	0.010	0.016	ND	
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.22	67.425	12.560	7.621	3.643	4.112	1.662	0.611	1.249	0.391	0.377	0.041	ND	0.022	0.015	ND	0.012	0.017	ND	
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.32	68.361	12.482	7.937	3.874	4.000	1.673	0.768	0.008	0.325	0.042	0.140	ND	ND	0.017	0.014	0.011	0.011	ND	
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.25	67.212	12.441	7.769	3.686	4.149	1.671	0.670	1.243	0.412	0.368	0.040	ND	0.021	0.016	ND	0.010	0.015	ND	
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.18	68.583	13.384	8.362	3.065	2.698	1.486	0.601	0.747	0.593	0.058	0.147	ND	ND	0.035	ND	0.008	0.019	ND	
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.31	66.699	12.491	7.523	3.712	4.752	1.677	0.694	1.270	0.398	0.380	0.036	ND	ND	0.017	ND	0.013	0.012	ND	

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-24 各部位ごとの含有成分割合一覧 SFR②

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

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-25 各部位ごとの含有成分割合一覧 SRL①

部位	車種	年式	ガラスメーカー	水分 (%)	lg.loss (%)	化 学 成 分 (%)																	
						主成分										微量成分							
						SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Ce	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	Bi	La	Cl	Ba	P ₂ O ₅	MnO	Ag
SRL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.10	0.12	68.469	13.606	8.307	3.040	2.716	1.484	0.653	0.736	0.536	0.066	0.180	ND	ND	0.027	ND	0.010	0.020	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	0.10	0.13	66.041	13.841	8.191	3.163	5.007	1.431	0.234	1.284	0.397	0.084	0.094	ND	ND	0.039	ND	0.009	0.031	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.25	67.555	12.199	8.276	3.442	4.547	1.911	0.989	0.022	0.483	0.024	0.150	ND	ND	0.022	0.016	0.009	0.006	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.20	0.13	69.765	13.103	8.629	3.812	3.195	0.131	0.061	ND	0.898	0.031	0.156	ND	ND	0.016	ND	0.005	0.005	ND
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	0.30	0.12	68.973	12.919	8.534	3.712	4.276	0.153	0.059	ND	0.943	0.059	0.157	ND	ND	0.023	ND	0.006	0.007	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.09	68.677	13.304	7.539	3.651	4.067	1.451	0.147	ND	0.819	0.023	0.123	ND	ND	0.022	ND	0.009	0.006	ND
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.00	0.24	67.879	12.300	8.132	3.449	4.612	1.867	0.918	ND	0.342	0.016	0.168	0.002	ND	0.025	0.015	0.008	0.006	ND
	ダイハツ・ハイゼット	2007	日本板硝子	0.00	0.30	69.087	13.065	8.410	3.747	4.067	0.133	0.061	ND	0.865	0.034	0.147	ND	ND	0.016	ND	0.005	0.005	ND
	日産・マーチ	2003	AGC	0.00	0.28	67.747	12.526	7.648	3.630	3.674	1.664	0.610	1.312	0.412	0.360	0.044	ND	0.024	0.014	ND	0.011	0.018	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.27	67.322	13.320	8.138	2.989	4.280	1.455	0.617	0.720	0.613	0.066	0.132	ND	ND	0.027	ND	0.010	0.018	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	0.00	0.24	69.564	13.090	8.487	3.765	3.374	0.211	0.078	ND	0.905	0.037	0.157	ND	ND	0.021	ND	0.005	0.006	ND
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.00	0.31	67.583	12.243	8.262	3.456	4.600	1.874	0.891	0.008	0.471	0.024	0.175	ND	ND	0.018	0.014	0.010	0.005	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	0.00	0.16	69.287	13.316	7.563	3.643	3.336	1.470	0.146	ND	0.828	0.025	0.122	ND	ND	0.016	ND	0.009	0.006	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.20	0.23	66.152	12.813	8.148	4.110	5.168	1.718	0.623	ND	0.707	0.046	0.219	ND	ND	0.018	ND	0.015	0.009	ND
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.18	68.468	13.040	8.072	3.653	2.994	1.515	0.920	0.022	0.800	0.029	0.152	ND	ND	0.027	0.013	0.012	0.014	ND
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.29	69.577	13.070	8.464	3.778	3.422	0.164	0.063	ND	0.957	0.028	0.097	ND	ND	0.022	ND	0.009	0.004	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.28	69.334	12.396	7.586	4.515	2.675	1.748	0.452	ND	0.704	0.047	0.189	ND	ND	0.015	ND	0.026	0.004	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.30	69.181	12.233	7.427	4.513	3.153	1.758	0.477	ND	0.665	0.045	0.183	ND	ND	0.011	ND	0.023	0.003	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.17	68.457	12.255	7.463	4.273	4.277	1.698	0.482	ND	0.661	0.032	0.165	ND	ND	0.012	ND	0.025	0.004	ND
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	0.26	68.336	11.998	7.644	4.350	4.103	1.722	0.523	ND	0.664	0.044	0.143	0.091	ND	0.014	ND	0.026	0.016	ND
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	0.00	0.30	69.378	12.853	8.113	3.796	4.221	0.138	0.041	ND	0.916	0.027	0.140	ND	ND	0.024	ND	0.006	0.002	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.10	0.19	68.261	12.882	7.826	3.401	3.928	1.495	0.829	0.013	0.839	0.037	0.164	ND	ND	0.029	ND	0.011	0.009	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.00	0.17	69.605	13.057	8.517	3.770	3.443	0.138	0.047	ND	0.940	0.070	0.152	ND	ND	0.018	ND	0.006	0.013	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.21	67.707	12.185	8.196	3.460	4.649	1.868	0.907	ND	0.480	0.022	0.163	ND	ND	0.024	0.017	0.009	0.006	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.40	67.712	11.841	8.345	3.959	4.028	1.922	0.815	0.047	0.403	0.073	0.142	ND	ND	0.028	0.042	0.013	0.028	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.21	69.421	12.275	7.698	4.362	2.905	1.741	0.397	ND	0.673	0.053	0.185	ND	ND	0.020	ND	0.028	0.005	ND
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.15	68.167	13.149	7.270	3.617	5.059	1.439	0.134	ND	0.768	0.021	0.120	ND	ND	0.024	ND	0.009	0.005	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.55	67.281	12.659	8.915	4.047	2.771	1.883	0.743	ND	0.772	0.045	0.231	ND	ND	0.009	ND	0.023	0.006	ND

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-26 各部位ごとの含有成分割合一覧 SRL②

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (％)																		
				微量成分																		
				Pb	Nd	Cr	Ni	Sn	Sr	Zr	Zn	Cu	Se	Br	Th	Rb	V	Mo	As	Y	Sb	Nb
SRL	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	ND	ND	ND	0.002	0.003	0.006	0.008	0.003	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	0.001	ND	0.000	ND	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	日本板硝子	ND	ND	ND	0.002	0.008	0.006	0.003	0.004	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.001	ND	0.019	0.002	0.006	0.007	0.005	0.053	ND	0.005	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	ND	ND	ND	0.019	0.004	0.007	0.028	0.001	0.000	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	ND	ND	ND	0.019	0.004	0.006	0.026	0.001	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	ND	ND	ND	0.057	0.009	0.002	0.002	0.001	0.001	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	スズキ・アルト	2004	セントラル硝子	0.002	ND	0.003	0.002	0.003	0.007	0.003	0.001	0.001	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ハイゼット	2007	日本板硝子	ND	ND	ND	0.019	0.004	0.006	0.027	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・マーチ	2003	AGC	ND	0.011	ND	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	0.001	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	ND	ND	0.002	0.003	0.006	0.005	0.004	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	ND	ND	ND	0.018	0.005	0.006	0.028	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.003	ND	0.020	0.003	0.005	0.007	0.003	0.009	0.001	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	ND	ND	ND	0.056	0.007	0.002	0.003	0.001	ND	0.001	ND	ND	0.000	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	ND	0.005	0.001	0.003	0.004	0.004	0.001	ND	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.002	ND	ND	0.062	0.006	0.005	0.005	0.005	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	ND	ND	ND
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	ND	ND	ND	0.019	0.004	0.005	0.023	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	ND	0.005	0.001	0.003	0.006	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	0.001	ND	ND	0.000
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	ND	0.006	0.002	0.004	0.005	0.002	0.001	ND	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	0.001	ND	0.000
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	ND	ND	0.006	0.001	0.003	0.006	0.002	0.000	ND	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.001	ND	0.031	0.002	0.003	0.005	0.003	0.002	0.013	0.004	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	ND	ND	ND	0.018	0.004	0.020	0.003	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	ND	ND	ND	0.061	0.007	0.006	0.005	0.004	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	ND	ND	ND	0.018	0.004	0.006	0.023	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	ND	ND	0.020	0.002	0.006	0.007	0.005	0.052	ND	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.064	ND	0.050	0.009	0.003	0.031	0.017	0.005	0.018	ND	ND	ND	0.002	ND	0.002	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.002	ND	0.005	0.002	0.003	0.007	0.003	ND	ND	0.004	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	0.001	ND	0.000
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	ND	ND	0.003	0.052	0.006	0.002	0.003	0.001	ND	0.001	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	ND	ND	0.029	0.010	0.003	0.006	0.005	0.001	0.001	0.004	ND	ND	0.004	ND	0.002	0.001	ND	ND	0.000

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-27 各部位ごとの含有成分割合一覧 SRR①

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									
						SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Ce	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	Bi	La	Cl	Ba	P ₂ O ₅	MnO	Ag
SRR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	0.00	0.12	67.670	13.548	8.182	3.001	3.805	1.464	0.650	0.710	0.526	0.063	0.176	ND	ND	0.032	ND	0.009	0.019	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	0.00	0.16	67.444	12.314	7.829	3.637	3.904	1.722	0.687	1.340	0.427	0.378	0.045	ND	0.028	0.032	ND	0.015	0.021	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.00	0.24	68.386	12.338	8.412	3.464	3.376	1.941	1.009	0.023	0.486	0.023	0.153	ND	ND	0.019	0.016	0.009	0.006	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	0.20	0.37	69.445	13.051	8.791	3.764	3.166	0.119	0.046	ND	0.942	0.050	0.158	ND	ND	0.021	ND	0.006	0.006	ND
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	0.20	0.11	69.929	13.156	8.657	3.782	2.866	0.160	0.061	ND	0.949	0.066	0.162	ND	ND	0.027	ND	0.008	0.005	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	0.00	0.17	69.428	13.376	7.516	3.650	3.157	1.480	0.148	0.011	0.807	0.024	0.128	ND	ND	0.019	ND	0.009	0.007	ND
	日産・マーチ	2003	AGC	0.00	0.30	67.442	12.491	7.577	3.650	4.039	1.672	0.605	1.289	0.417	0.384	0.043	ND	0.020	0.015	ND	0.012	0.017	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.00	0.17	67.278	13.234	8.179	2.956	4.421	1.476	0.652	0.713	0.633	0.059	0.144	ND	ND	0.033	ND	0.009	0.018	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	0.00	0.26	69.949	13.165	8.514	3.790	2.842	0.208	0.076	ND	0.907	0.037	0.159	ND	ND	0.022	ND	0.007	0.005	ND
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.00	0.29	68.407	12.378	8.451	3.515	3.355	1.912	0.904	0.007	0.479	0.022	0.178	ND	ND	0.017	0.011	0.010	0.006	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	0.00	0.18	69.237	13.256	7.454	3.643	3.533	1.482	0.147	ND	0.810	0.024	0.126	ND	ND	0.019	ND	0.010	0.006	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	0.20	0.26	66.641	12.847	8.581	4.091	4.245	1.665	0.648	ND	0.680	0.047	0.229	ND	ND	0.014	ND	0.021	0.004	ND
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.00	0.13	68.589	13.062	8.173	3.640	2.777	1.518	0.928	0.031	0.807	0.032	0.154	ND	ND	0.028	0.011	0.014	0.015	ND
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	0.00	0.27	69.227	12.992	8.369	3.753	4.000	0.165	0.064	ND	0.949	0.030	0.095	ND	ND	0.020	ND	0.008	0.003	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	0.00	0.30	68.190	12.263	7.330	4.469	4.290	1.743	0.435	ND	0.677	0.049	0.184	ND	ND	0.013	ND	0.025	0.003	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	0.00	0.26	69.000	12.200	7.501	4.480	3.391	1.719	0.482	ND	0.668	0.049	0.182	ND	ND	0.012	ND	0.023	0.004	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	0.00	0.15	69.333	12.190	7.696	4.419	2.912	1.728	0.516	ND	0.672	0.048	0.175	0.057	ND	0.014	ND	0.024	0.006	ND
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.00	0.20	69.138	12.139	7.800	4.427	2.815	1.780	0.611	ND	0.701	0.040	0.167	0.064	ND	0.018	ND	0.028	0.012	ND
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	0.00	0.29	70.228	12.980	8.126	3.824	3.198	0.141	0.043	ND	0.912	0.036	0.141	ND	ND	0.025	ND	0.007	0.003	ND
	マツダ・デミオ	2004	日本板硝子	0.00	0.19	68.162	12.866	7.753	3.473	4.027	1.512	0.820	0.017	0.835	0.031	0.163	ND	ND	0.028	0.012	0.012	0.009	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	0.00	0.18	68.744	12.882	8.358	3.738	4.688	0.137	0.047	ND	0.914	0.068	0.151	ND	ND	0.021	ND	0.005	0.013	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	0.00	0.23	67.631	12.297	8.186	3.488	4.644	1.832	0.875	ND	0.479	0.020	0.173	ND	ND	0.026	0.015	0.010	0.005	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.00	0.43	67.566	11.828	8.296	3.963	4.320	1.835	0.811	0.051	0.374	0.069	0.140	ND	ND	0.031	0.039	0.014	0.026	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.00	0.19	68.440	12.149	7.565	4.279	4.268	1.734	0.397	ND	0.664	0.050	0.187	ND	ND	0.018	ND	0.026	0.005	ND
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	0.00	0.17	69.313	13.305	7.508	3.685	3.369	1.478	0.139	ND	0.789	0.023	0.117	ND	ND	0.021	ND	0.008	0.005	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	0.00	0.97	66.403	12.624	9.006	4.015	3.203	1.854	0.748	ND	0.784	0.050	0.238	ND	ND	0.013	ND	0.023	0.006	ND

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

表 2-28 各部位ごとの含有成分割合一覧 SRR②

部位	車種	年式	ガラスメーカー	化 学 成 分 (％)																		
				微量成分																		
				Pb	Nd	Cr	Ni	Sn	Sr	Zr	Zn	Cu	Se	Br	Th	Rb	V	Mo	As	Y	Sb	Nb
SRR	トヨタ・マークX	2005	日本板硝子	ND	ND	0.000	0.002	0.004	0.006	0.003	0.003	0.005	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	トヨタ・チェイサー	1999	AGC	ND	ND	ND	0.002	0.004	0.005	0.004	0.001	ND	ND	ND	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	2000	セントラル硝子	0.001	ND	0.021	0.002	0.006	0.007	0.004	0.053	ND	0.005	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2007	日本板硝子	ND	ND	ND	0.020	0.004	0.006	0.030	0.001	0.001	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	日産・ティーダ	2006	日本板硝子	ND	ND	0.003	0.019	0.004	0.006	0.026	0.001	0.000	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	トヨタ・bB	2003	日本板硝子	ND	ND	0.001	0.056	0.008	0.001	0.002	0.001	0.001	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	日産・マーチ	2003	AGC	ND	0.011	ND	0.002	0.004	0.005	0.004	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	ND	ND	0.002	0.004	0.007	0.008	0.003	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	0.001	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2005	日本板硝子	ND	ND	ND	0.018	0.003	0.006	0.028	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	日産・キューブ	2003	セントラル硝子	0.003	ND	0.021	0.003	0.005	0.007	0.004	0.009	0.001	0.004	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2003	日本板硝子	ND	ND	0.001	0.055	0.006	0.001	0.003	0.002	0.001	0.003	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	日産・キューブ	2008	セントラル硝子	ND	ND	0.006	0.002	0.004	0.006	0.003	ND	0.001	0.003	ND	ND	0.004	ND	ND	0.000	ND	ND	0.000
	マツダ・プレマシー	2009	日本板硝子	0.002	ND	0.001	0.063	0.005	0.005	0.005	0.005	0.001	ND	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	0.002	ND	ND
	三菱・グランディス	2000	日本板硝子	ND	ND	ND	0.019	0.004	0.005	0.023	0.001	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	ホンダ・オデッセイ	2005	AGC	ND	ND	0.006	0.001	0.004	0.006	0.003	ND	ND	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	0.001	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2005	AGC	ND	ND	0.006	0.002	0.003	0.005	0.002	0.000	ND	0.004	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	0.001	ND	0.000
	ホンダ・ステップワゴン	2003	AGC	ND	ND	0.027	0.002	0.003	0.005	0.002	0.001	0.013	0.004	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	0.001
	ホンダ・モビリオスパイク	2005	AGC	0.002	ND	0.025	0.002	0.003	0.005	0.002	0.001	0.009	0.004	ND	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	0.000
	トヨタ・アイシス	2012	日本板硝子	ND	ND	ND	0.018	0.004	0.019	0.003	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	ND	0.002	0.063	0.006	0.006	0.006	0.003	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	0.001	ND	ND	ND	ND
	ダイハツ・ムーヴ	2006	日本板硝子	ND	ND	0.001	0.018	0.003	0.006	0.024	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	1997	AGC	ND	ND	0.021	0.002	0.004	0.007	0.004	0.045	ND	0.005	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	スズキ・ワゴンR	1992	セントラル硝子	0.073	ND	0.049	0.006	0.004	0.031	0.017	0.005	0.021	ND	ND	ND	0.002	ND	0.002	ND	ND	ND	ND
	ホンダ・ステップワゴン	2006	AGC	0.001	ND	0.005	0.001	0.003	0.006	0.003	0.001	ND	0.004	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	0.001	ND	0.000
	トヨタ・ノア	2003	日本板硝子	ND	ND	ND	0.056	0.008	0.002	0.004	0.001	ND	0.001	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	トヨタ・イスト	2007	AGC	ND	ND	0.025	0.008	0.004	0.006	0.004	0.001	0.003	0.004	0.005	ND	0.000	ND	0.001	0.001	0.002	ND	0.000

※ND は不検出を示す。

出所) MURC 作成

1) ガラス成分割合の部位別比較

サイドフロントガラスにはチタン (Ti) やセリウム (Ce) が高い割合で含まれている。サイドリアガラスにはニッケル (Ni) やビスマス (Bi) が他の部位に比べて高い割合で含まれている。リアガラスはほかの部位のガラスと比べて特徴的で、錫 (Sn)、リン (P)、銅 (Cu)、クロム (Cr) の割合が高くなっている。

特定の部位のみに含まれる元素としては、アンチモン (Sb) が運転席側のサイドフロントガラスにのみ含まれているほか、リアガラスのみに含まれる元素として銀 (Ag)、サイドリアガラス及びリアガラスのみに含まれる元素としてヒ素 (As)、セレン (Se)、臭素 (Br) が存在する。

2) ガラス成分割合のガラスメーカー別比較

本事業で対象とした使用済自動車のガラスメーカーは、AGC 製のガラスはリアガラス、サイドフロントガラスに比較的多く使用されており、日本板硝子製のガラスはサイドリアガラスに多く使用されていた。セントラル硝子製のガラスは部位での偏りはあまり見られなかったが、特定の自動車メーカーの自動車で使用されていた。

ガラスに含まれる成分の割合をガラスメーカー別で比較するとメーカーによって差が見られた。AGC 製のガラスではセリウム (Ce) やビスマス (Bi) の割合が高くなっている。日本板硝子製のガラスはチタン (Ti) やニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr) が他 2 社に比べて含有割合が高くなっており、セントラル硝子製のガラスは鉛 (Pb) や銀 (Ag)、亜鉛 (Zn) の含有割合が比較的高くなっている。

表 2-29 ガラスメーカー別含有成分平均割合一覧

		水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)						
				主成分						
				SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O
平均値	AGC	0.02	0.27	67.935	12.389	7.780	3.943	3.673	1.711	0.628
	セントラル硝子	0.05	0.26	67.701	12.604	8.085	3.571	4.049	1.708	0.719
	日本板硝子	0.03	0.20	68.498	13.245	8.170	3.447	3.581	1.089	0.402

		化 学 成 分 (%)														
		微量成分														
		Ce	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	Bi	Cl	La	Ba	Pb	Cr	P ₂ O ₅	MnO	Ag	Nd	Ni
平均値	AGC	1.1676	0.5310	0.2362	0.1081	0.0486	0.0176	0.0241	0.0143	0.0138	0.0154	0.0164	0.0124	0.0110	0.0114	0.0023
	セントラル硝子	0.6238	0.4995	0.1067	0.1400	0.0029	0.0224	0.0253	0.0162	0.0218	0.0166	0.0121	0.0122	0.0161	0.0113	0.0021
	日本板硝子	0.5901	0.7282	0.0525	0.1436	0.0152	0.0259	0.0055	0.0105	0.0048	0.0057	0.0092	0.0125	0.0100	-	0.0214

		化 学 成 分 (%)														
		微量成分														
		Sn	Sr	Zr	Cu	Zn	Se	Br	Th	Rb	V	Mo	As	Y	Sb	Nb
平均値	AGC	0.0072	0.0057	0.0038	0.0063	0.0029	0.0038	0.0050	0.0025	0.0024	0.0021	0.0016	0.0010	0.0014	-	0.0005
	セントラル硝子	0.0063	0.0077	0.0046	0.0057	0.0070	0.0041	-	-	0.0021	-	0.0012	0.0014	0.0011	-	0.0004
	日本板硝子	0.0061	0.0060	0.0099	0.0020	0.0034	0.0025	0.0007	-	0.0018	0.0017	0.0012	0.0013	0.0007	0.0008	0.0003

出所) MURC 作成

3) ガラス成分割合の自動車メーカー別比較

本事業で対象とした使用済自動車の自動車メーカー別に使用しているガラスメーカーを比較すると自動車メーカーによって使用しているガラスのメーカーに差があることが確認された（表 2-30）。

ガラスに含まれる成分の割合を自動車メーカー別で比較するとメーカーごとで差が大きい元素が存在した。ビスマス（Bi）はダイハツやホンダの自動車のガラスでほかのメーカーと比べて高い割合で含まれており、ニッケル（Ni）はマツダの自動車のガラスで割合が高くなっている。

表 2-30 本事業で回収した使用済自動車の自動車メーカーとガラスメーカー

自動車メーカー	台数	AGC	セントラル硝子	日本板硝子
スズキ	3	7%	93%	0%
ダイハツ	5	40%	0%	60%
トヨタ	7	40%	0%	60%
日産	5	12%	80%	8%
ホンダ	7	100%	0%	0%
マツダ	2	0%	0%	100%
三菱	1	20%	0%	80%

出所) MURC 作成

表 2-31 自動車メーカー別含有成分平均割合一覧

自動車 メーカー	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)						
			主成分						
			SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O
スズキ	0.0	0.3	67.83	12.25	8.11	3.74	4.12	1.82	0.80
ダイハツ	0.1	0.2	68.69	12.82	8.04	3.80	3.42	1.09	0.37
トヨタ	0.0	0.3	67.90	12.99	8.03	3.55	3.67	1.49	0.55
日産	0.1	0.2	67.74	12.81	8.09	3.51	3.97	1.51	0.61
ホンダ	0.0	0.3	68.16	12.35	7.71	4.00	3.70	1.72	0.58
マツダ	0.0	0.2	68.03	13.09	8.01	3.33	3.74	1.50	0.80
三菱	0.0	0.3	68.34	13.27	8.32	3.58	3.38	1.02	0.32

自動車 メーカー	化 学 成 分 (%)														
	微量成分														
	Ce	Fe ₂ O ₃	SO ₃	TiO ₂	La	Cl	Bi	Pb	Ba	MnO	Cr	P ₂ O ₅	Ag	Ni	Nd
スズキ	0.309	0.413	0.139	0.094	0.020	0.023	0.002	0.020	0.018	0.013	0.021	0.011	0.008	0.003	0.009
ダイハツ	1.320	0.678	0.114	0.175	0.020	0.017	0.046	0.002	0.012	0.011	0.013	0.011	0.013	0.013	0.014
トヨタ	0.805	0.606	0.131	0.149	0.031	0.025	0.005	0.015	0.012	0.014	0.012	0.012	0.008	0.011	0.008
日産	0.864	0.579	0.134	0.134	0.026	0.021	0.006	0.024	0.012	0.012	0.013	0.012	0.019	0.003	0.012
ホンダ	1.281	0.549	0.117	0.188	0.022	0.017	0.053	0.015	0.014	0.011	0.014	0.018	0.012	0.002	0.011
マツダ	0.259	0.709	0.157	0.067	-	0.029	-	0.005	0.012	0.014	0.006	0.011	0.013	0.034	-
三菱	1.408	0.684	0.110	0.052	-	0.027	-	0.021	0.016	0.014	0.009	0.009	0.007	0.009	-

自動車 メーカー	化 学 成 分 (%)														
	微量成分														
	Zr	Sr	Sn	Cu	Zn	Se	Br	Th	Rb	V	Mo	As	Y	Sb	Nb
スズキ	0.0061	0.0106	0.0068	0.0070	0.0098	0.0046	-	-	0.0021	-	0.0017	-	0.0021	-	-
ダイハツ	0.0124	0.0055	0.0070	0.0044	0.0010	0.0026	-	-	0.0018	0.0020	-	0.0013	0.0005	-	0.0004
トヨタ	0.0042	0.0061	0.0071	0.0023	0.0022	0.0027	0.0029	0.0010	0.0018	0.0015	0.0013	0.0010	0.0009	0.0006	0.0006
日産	0.0057	0.0058	0.0063	0.0037	0.0038	0.0038	-	-	0.0021	-	0.0008	0.0014	0.0005	-	0.0004
ホンダ	0.0034	0.0056	0.0065	0.0096	0.0045	0.0039	-	0.0032	0.0028	0.0022	0.0015	0.0010	0.0015	-	0.0004
マツダ	0.0049	0.0056	0.0065	0.0032	0.0072	-	-	-	0.0025	0.0020	0.0011	-	0.0017	0.0010	0.0003
三菱	0.0126	0.0070	0.0044	0.0037	0.0021	0.0032	-	-	0.0014	-	0.0012	-	0.0010	-	-

出所) MURC 作成

4) ガラス成分割合の自動車年式別比較

本事業で対象とした使用済自動車の年式ごとにガラスに含まれる各成分割合の平均値を算出し比較した。年次での変化が考えられるセリウム（Ce）、鉛（Pb）の成分割合の推移を図 2-26 と図 2-27 に示す。Pb の含有割合はやや減少傾向にある可能性が示唆された。

本年度の事業では使用済自動車 30 台分からガラスを回収し成分データを得ているが、年式によっては自動車 1 台分のデータしかない場合もあり、その自動車特有の成分がその年式の代表値となってしまう。現状のデータ数ではガラス成分の年次推移を評価するのは難しく、より多くのサンプルからデータを収集する必要がある。

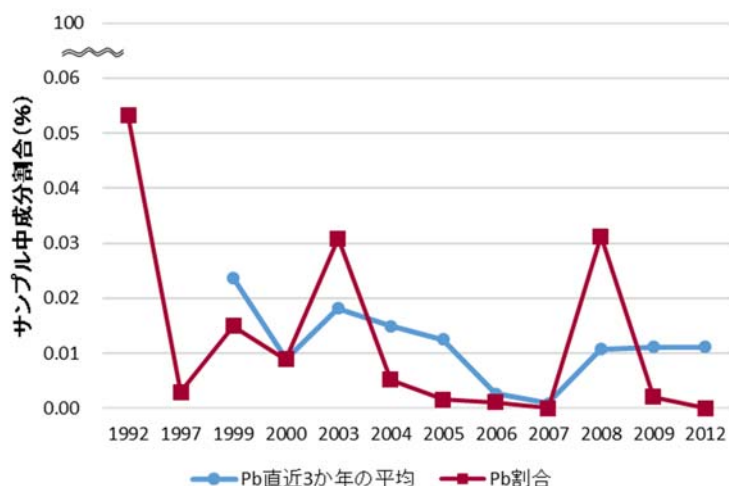


図 2-26 ガラスサンプル中の鉛（Pb）の成分割合の推移

※ 3 か年の平均値を算出する際は、データの得られた年のうち直近 3 か年の数値を用いている。（例：1999 年の平均値は 1992 年、1997 年、1999 年のデータから算出している）

出所) MURC 作成

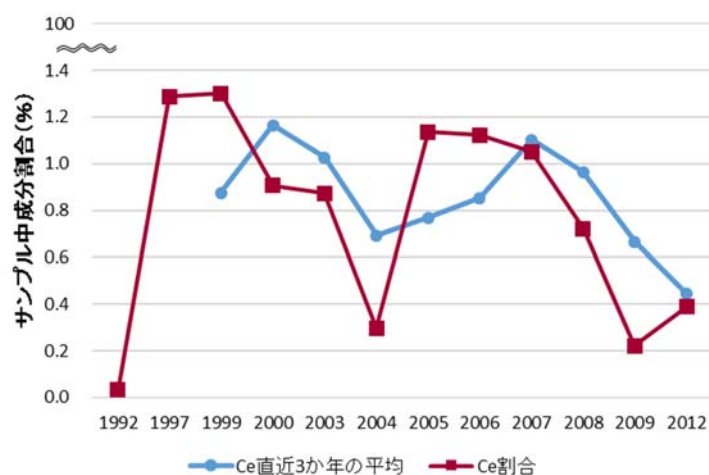


図 2-27 ガラスサンプル中のセリウム（Ce）の成分割合の推移

※ 3 か年の平均値を算出する際は、データの得られた年のうち直近 3 か年の数値を用いている。（例：1999 年の平均値は 1992 年、1997 年、1999 年のデータから算出している）

出所) MURC 作成

表 2-32 使用済自動車の年式別ガラスサンプル含有成分平均割合一覧

年	水分 (%)	ig.loss (%)	化 学 成 分 (%)						
			主成分						
			SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O
1992	0.00	0.47	67.71	12.08	8.19	3.93	4.22	1.80	0.79
1997	0.00	0.22	67.93	12.40	7.83	3.69	4.12	1.74	0.66
1999	0.02	0.16	66.87	12.93	8.05	3.47	4.24	1.62	0.51
2000	0.00	0.25	68.04	12.82	8.16	3.65	3.68	1.41	0.53
2003	0.02	0.20	68.29	12.74	7.77	3.63	3.70	1.62	0.53
2004	0.01	0.21	67.97	12.76	8.01	3.33	4.22	1.63	0.80
2005	0.01	0.28	68.23	12.61	7.86	3.86	3.41	1.57	0.56
2006	0.07	0.17	68.57	12.69	8.01	3.79	3.73	1.15	0.40
2007	0.09	0.39	67.82	12.77	8.31	3.79	3.50	1.30	0.56
2008	0.08	0.25	67.18	13.12	8.25	3.39	4.21	1.55	0.62
2009	0.00	0.16	68.22	13.17	8.10	3.41	3.26	1.52	0.87
2012	0.06	0.29	68.22	12.79	8.03	4.03	3.69	0.98	0.50

年	化 学 成 分 (%)														
	微量成分														
	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe ₂ O ₃	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb
1992	0.012	0.143	0.025	0.065	-	0.043	0.020	0.369	0.006	0.014	0.003	-	-	-	0.002
1997	0.012	0.116	0.020	0.167	-	0.016	0.010	0.500	0.002	-	0.025	-	0.004	-	0.002
1999	0.013	0.060	0.038	0.252	-	0.006	0.025	0.393	0.002	0.008	0.002	-	-	-	0.001
2000	0.011	0.115	0.024	0.110	-	0.015	0.012	0.591	0.005	0.003	0.012	-	0.004	-	0.002
2003	0.013	0.114	0.020	0.141	0.002	0.014	0.012	0.581	0.012	0.004	0.002	-	0.003	-	0.002
2004	0.010	0.161	0.028	0.034	-	0.003	0.010	0.584	0.020	0.001	0.003	-	-	-	0.002
2005	0.015	0.120	0.018	0.183	-	0.016	0.013	0.559	0.003	0.007	0.001	0.001	0.004	-	0.003
2006	0.014	0.129	0.021	0.144	-	0.006	0.011	0.671	0.007	0.003	0.002	0.002	0.003	-	0.002
2007	0.013	0.137	0.016	0.170	-	0.023	0.008	0.679	0.010	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.002
2008	0.014	0.171	0.024	0.053	-	0.006	0.012	0.643	0.002	0.005	0.004	0.000	0.003	-	0.002
2009	0.012	0.156	0.028	0.090	0.002	0.008	0.016	0.689	0.037	0.003	0.011	-	-	-	0.003
2012	0.010	0.162	0.021	0.307	-	0.006	0.007	0.741	0.008	0.001	0.001	-	0.003	-	0.002

年	化 学 成 分 (%)														
	微量成分														
	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Sn	Sb	Ba	Pb	Bi	Th	La	Ce	Nd
1992	0.017	0.002	0.010	-	0.002	0.007	0.007	-	0.023	0.053	-	-	-	0.033	-
1997	0.007	0.001	0.004	0.000	-	0.006	0.007	-	0.016	0.003	-	0.003	0.015	1.288	-
1999	0.006	0.001	0.004	0.000	-	0.010	0.008	-	0.009	0.015	-	0.001	0.029	1.301	-
2000	0.007	0.001	0.008	-	0.001	0.007	0.006	-	0.015	0.009	-	-	0.020	0.905	0.009
2003	0.005	0.001	0.003	0.000	0.001	0.013	0.007	0.001	0.012	0.031	0.036	-	0.024	0.873	0.012
2004	0.006	-	0.004	0.000	0.001	0.009	0.006	-	0.013	0.005	0.002	-	-	0.297	-
2005	0.005	0.001	0.006	0.000	0.001	0.013	0.006	-	0.013	0.002	0.074	-	0.021	1.137	0.012
2006	0.006	0.001	0.011	0.000	-	0.009	0.006	-	-	0.001	0.011	-	0.023	1.122	0.007
2007	0.006	0.001	0.011	0.000	0.002	0.006	0.006	-	0.021	-	0.017	-	0.025	1.051	0.015
2008	0.006	-	0.004	0.000	0.001	0.038	0.009	-	0.011	0.031	-	-	-	0.722	-
2009	0.005	0.002	0.004	0.000	0.001	0.018	0.005	0.001	0.012	0.002	-	-	-	0.221	-
2012	0.010	0.001	0.004	0.001	-	0.006	0.008	-	0.014	-	0.007	-	0.041	0.388	-

(4) 使用済自動車より回収したガラスの再資源化可能性

使用済自動車より回収したガラスのカレットの適用可能性として、自動車用板ガラスへの利用は難しいと考えられる。自動車用板ガラスは光学特性や色を厳密に調整する必要がある、そのためにはカレット中の光学特性に係る成分比率が明確である必要がある。現時点の成分分析の結果から、同じ部位、メーカーでも微量成分値には差があり、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難しいと考えられる。

表 2-33 にて自動車用板ガラスとグラスウールのカレット受入基準を示しているが、今回の成分分析の結果、グラスウールへの再資源化可能性が示唆された。特にサイドフロントガラスについては、ヒ素 (As) の含有が確認されなかったのでグラスウール生産への利用は可能であると判断できる。グラスウールは原料としてソーダガラスを用いるが、今回の成分分析の結果から自動車ガラスはソーダ石灰ガラスであることがわかっている。また、グラスウール生産には光学特性や着色の程度はあまり問題にならず、今回の成分分析によって明らかになった微量混入元素の含有量は許容範囲内である。ただし、リアガラス及びサイドリアガラスについては一部のサンプルで As を 5~25ppm 含むものがあることが今回の成分分析の結果明らかになった（今回の成分分析ではピークの確認ができないものは ND(不検出)としているが、ピークの確認ができたものはその含有割合の値を記載している。）。また、ガラス製造においては金属の混入が熔融炉を傷める原因になることやグラスウール製造においてゴムなどの高温条件でも溶けないものが機械のトラブルの原因になりうるため、そういった混入物の除去は解体・保管時あるいはカレット工場での選別時に行う必要がある。一部のカレット工場においては、自動車ガラスの破損交換品や、製造工程途中品、製品在庫の破損品などに付属の金属やプラなどを選別しグラスウールの原料化をしている実績がある⁴。

⁴ 関係者ヒアリング

表 2-33 自動車用板ガラスとグラスウールのカレット受入基準

再資源化 用途	忌避物質	大きさ：許容量
自動車用 板ガラス	混入不可	・混色ガラス（可視光透過率 70%未満） ・自動車窓ガラス用以外のガラス（ヘッドランプ、ビン等） ・UV カットガラス
	不純物の 混入基準	合わせガラスの中間膜、フィルム、紙、ステッカー、ゴム、プラスチック、糊、木片等の有機物、有機化合物（但し、金属が蒸着、ラミネートされているものを除く） $\geq 10 \text{ mm}$ ：無いこと $< 10 \text{ mm}$ ： $\leq 20 \text{ ppm}$
		石、砂、セラミックス、セメント、等 $\geq 0.5 \text{ mm}$ ：無いこと $< 0.5 \text{ mm}$ ： $\leq 10 \text{ ppm}$
		鉄くず（ステンレス鋼等、ニッケルを含む特殊鋼を除く） $\geq 1 \text{ mm}$ ：無いこと $< 1 \text{ mm}$ ： $\leq 10 \text{ ppm}$
		アルミニウム（Al）、非鉄金属、ニッケル化合物 全て：無いこと
グラス ウール	混入不可	・金属等の不純物（結晶化ガラス、陶磁器類、非鉄金属、磁性体、有機物） ・融点と粘度を阻害する組成の不純物 ・ヒ素（As）（混入許容の要求条件は各社各様） ※ヒ素の自然界（上部大陸地殻の平均組成中）での存在量は 4.8ppm である ⁵

出所) 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～」(ガラス再資源化協議会・第 13 回 エコプレミアムクラブ シンポジウム「大転換・Transformation」)(2016)

⁵ 国立天文台編「理科年表 2019」(丸善出版)

2.2. 実施結果を踏まえた考察

2.2.1. ELV の精緻解体実証について

自動車ガラスの解体に要する作業時間を分析すると、中古部品として販売する可能性を意識し、破碎せずに取り外している事業者も存在することから、破碎して取り外している事業者との間には、解体作業時間に大きな差が生じている。破碎せずに取り外すほうでより多くの時間を要している。本事業の結果、破碎して取り外しても、自動車ガラス以外の成分が不純物として混入しない限り、グラスウール向けカレット原料として十分に利用できることが判明しており、自動車ガラスの解体に要するコストを最小化するため、破碎による回収が今後有望である（ただし、フロントガラスは未実証であり、今後の検討、実証を要する）。なお、より厳しい品質管理が求められる自動車等の板ガラス向けカレット原料を念頭に置いた場合、自動車ガラスの成分は部位やメーカーによっても多少異なることから、部位別に破碎、回収を行う必要が出てくる可能性がある。

グラスウール向けカレット原料としての再資源化を念頭に置いている限りは、回収した自動車ガラスを部位別やメーカー別に分別する必要は現状低く、塵埃や油分等の混入さえ留意しておけば、十分に再資源化の可能性がある。そのため、解体事業者において作業空間の確保、解体工程や順序等に応じた最適な解体方法の導入、一次保管スペースの確保を進めてもらう必要がある（ELV からの自動車ガラス解体・回収に関するガイドライン等）。

2.2.2. ELV から回収したガラスの成分分析結果について

リアガラスやサイドリアガラスから検出された鉛（Pb）やビスマス（Bi）は、はんだ成分由来で混入している可能性がある。また、クロム（Cr）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、セレン（Se）も同様にリアガラスやサイドリアガラスから検出されており、特に Cr、Ni、Se は着色剤成分や黒セラに由来している可能性がある（Cr、Ni、Se の含有割合が 10ppm 以下である場合は着色剤用途ではなく混入した不純物である可能性が高い）。

アンチモン（Sb）も検出されているが、おそらくこれは原料に由来するものと考えられる。一般にガラス製品の消泡剤として、以前はヒ素（As）、現在はこれの代替として Sb が用いられており、消泡剤に由来する可能性も考えられるが、ガラス表面を白濁させてしまう可能性があるため、自動車向けガラスに使用している可能性は低い。マグネシウム（Mg）、三酸化硫黄（SO₃）は、原料中にもともと含まれている可能性が高い。チタン（Ti）は、レンズ用ガラスでは一般的な成分であるものの、自動車用板ガラスの場合、一般的ではなく、この場合原料となる天然硅石中に由来する可能性がある。マンガン（Mn）の場合、Ti と同様に鉄（Fe）と同じ挙動を示すことから、ガラス原料中で Fe に付随して含まれていた可能性や、カルマイト等の高炉スラグに由来する可能性がある。

そのほかリン（P）や塩素（Cl）、バナジウム（V）も原料に由来する不純物である可能性が高い。イットリウム（Y）とルビジウム（Rb）とネオジム（Nd）の場合、同じ希土類元素であるセリウム（Ce）を主成分とする紫外線遮蔽を目的とした添加剤の不純物として

随伴している可能性が高い。ジルコニウム (Zr) は炉材である耐火煉瓦に由来し、亜鉛 (Zn) はやけ防止薬液に由来する可能性が高い。なお、ニオブ (Nb) の由来は不明である。

2.2.3. ELV から回収したガラスの利用可能性

グラスウール向けカレット原料として利用する際に求められる条件のうち、特に重要なことは金属、セラミックスや樹脂などの混入物が十分に少ないことである。いずれも溶融窯に原料を投入した後での除去は難しいため、投入前に除去することが求められる。ルームミラーやセンサーなどでは、台座部に金属（アルミニウムやステンレス等）が用いられており、ガラスとともに回収されることもあるが、これも取り除く必要がある。一部のカレット工場では、破損した自動車ガラスや、製造工程で発生する不良品や試験品、また破棄された製品在庫などをカレット原料として受け入れる際、各種の物理選別技術を適用してこれら不純物を除去している実績がある⁶。

ガラスが溶融する温度（約1200℃）でも固体のまま溶け残ってしまう金属、セラミックス、結晶化ガラス、また温度耐性に優れたゴム等を含む場合（同様に固体のまま残存の可能性あり）、溶融炉壁を穿孔して、損傷させてしまう可能性があるほか、一定粒径以上の場合（1 mm弱）、繊維化装置を目詰まりさせてしまう可能性もある。なお、一部のグラスウールメーカーでは、黒セラや熱線付着ガラスを問題なく使用している例がある⁷。黒セラの場合、粒径は約20 μ m程度であることから、溶融窯でうまく分散させることができれば、問題とはならない可能性がある。樹脂等の有機物が含まれている場合、製品の色調や各種光学特性に影響を与える可能性もあるが、フロントガラスに使用される樹脂中間膜の程度であれば、おおむね問題ないとされる。

このほか、生産プロセスや製品基準に直接影響するものではないが、加工工程で発生する廃水の処理を難しくする成分として、ヒ素 (As) やアンチモン (Sb) の混入がある。ガラスカレットにAs等を含む場合、その後の再資源化工程や生産・加工工程でAsを含む廃水を発生させてしまう可能性があり、リサイクル時に忌避される可能性がある。

本事業で回収された自動車ガラスのうち、少なくともサイドガラスはいずれも（成分的に）問題なくグラスウール向けカレット原料として使用することが可能である。一方、リアガラスには黒セラや熱線がしばしば含まれ、これらが上記の条件に抵触してしまう可能性も残されている。フロントガラスは、今年度実証で回収および成分分析を行っていないが、樹脂製中間膜を含むため、その取り扱いが問題となる可能性がある。

自動車用の板ガラス向けカレット原料として利用する場合、グラスウール向けカレット原料と異なり、より厳しい品質条件の原料が求められる。特に運転者の視界に悪影響を与える色調や屈折率といった光学特性に影響する不純物は強く忌避される。本事業で回収された自動車ガラスのうち、一部のガラスにはこうした成分が含まれるため、そのまま自動車用板ガラス向けカレット原料とするのは難しい場合もあると考えられる。この点、断熱

⁶ 関係者ヒアリング

⁷ 関係者ヒアリング

材や吸音材として利用されるグラスウール（自動車用や建築用）は、こうした光学特性が問題にされることは少ないため、自動車ガラスをグラスウール向けカレット原料として利用することはハードルが低い。

我が国で消費されるグラスウール原料の約 20 万 t のうち、約 9 割がびんや各種使用済製品から回収されたガラスのカレットであり、高度な資源循環⁸を実現している一方、その安定調達が大きな課題となっている。これらカレットのうち、約 4 割が容器包装リサイクル法等に基づく市中回収のびんガラスに由来しており、ELV に由来するガラスカレットはほとんど回収されていないのが実情である。ガラスびんが樹脂製容器にとって代わられることで、びん由来のカレット発生量も減少傾向にあるため、自動車リサイクル由来のカレットを利用できるようになれば、グラスウール向けの新たな原料供給源としても期待することができる。

本年度事業では、回収した自動車ガラスの自動車用板ガラスとグラスウールへの再資源化可能性を検討し、自動車用板ガラスへの利用はハードルが高く、グラスウールへの利用は可能性が十分にあることを確認した。一般に板ガラス向けガラスカレットは、高い品質管理水準が求められるものの、建築用板ガラスであれば、用途が多岐にわたるほか、自動車用途ほどの要求水準にないため、潜在的に建築用板ガラスへの再資源化可能性も考えられる。

2.2.4. リサイクルのためのガラスの集荷について

ガラスのリサイクルでは、解体事業者等によって回収されたガラスがカレット工場に集められ、そこでガラスメーカーの要求仕様に応じた前処理や選別が行われる。カレット工場は、品質保証を行いながら板ガラスメーカーやグラスウールメーカーに原料を安定供給している。

現在のところ、家電リサイクル工場で発生したテレビ等に由来するガラスを回収するルートが構築されており、ガラスびん以外では主要なガラスリサイクルのフローとなっている。本実証では自動車ガラスのリサイクルを目指しているが、回収したガラスの輸送コストが課題となっているため、こうした既存のガラス回収・輸送ルートを活用することで（合積み等）、新たな回収・輸送ルートを構築する手間と時間を省き、また輸送コストを圧縮することが期待される⁹。

⁸ 欧州の場合、グラスウール原料として使用される使用済製品等由来のガラスカレットは、5～7割程度に過ぎないと言われている。グラスウールを対象にした場合、我が国のほうが欧州よりもリサイクル原料の使用割合が高い。

⁹ 例えば、カレットメーカーの飯室商店の場合、愛知県（武豊町）と神奈川県（綾瀬市）それぞれに集荷及び（ガラスカレットの）生産拠点が、そこへ使用済テレビ由来のガラスが集約され、同社はこれを板ガラスメーカーやグラスウールメーカー向けに加工、調製している。家電リサイクル事業者各社が同社の敷地内に倉庫を持ち、持ち込むというかたちで家電由来のガラスが回収されている。飯室商店が負担する輸送費は、その倉庫から処理・生産設備までフォークリフトを用いて運搬するごくわずかの費用のみとなっている。

家電リサイクル事業者のAグループ所属事業者の中には、家電リサイクルだけではなく、自動車リサイクルも手掛ける事業者が多数存在することから、家電由来のガラス回収ルートが自動車由来のガラス回収ルートとして活用できる可能性がある。一方、こうした既存のガラス回収ルートを持っていないELV解体事業者の場合、近隣でこうした回収ルートをすでに構築している事業者を持ち込んだり、また新たな一次集荷拠点を構築して、そこからカレット工場に輸送する等の方法を導入したりすることで、これまで回収されていなかった自動車ガラスも送り出せる可能性がある。こうした場合の輸送費用をどのように折半するかは、今後の検討課題である。しかし、ブラウン管テレビの減少によって家電リサイクル由来のガラス回収量も減少傾向にあり、単位重量あたりでみた場合のガラス保管に要する手間や時間なども高まりつつあり、ここで自動車ガラス由来のガラスを輸送することでこうした手間や時間を軽減できれば、双方の利益となる可能性がある。今後、使用済太陽光パネルの発生量増加が見込まれており、政府審議会等でも新たな社会課題として議論されていることから、将来的には太陽光パネル由来のガラス回収とも連携できる可能性がある。現在のところ、使用済製品別に解体され、発生するガラスもそれぞれに処理されているが、ガラスという共通素材に注目した製品種別横断的な回収ルートを構築できれば、静脈物流の効率化に寄与できるものとみられる。

3. 今後の実証事業実施における課題及び解決方法等

3.1. 現状の課題

3.1.1. 解体工程における課題

本実証事業では、立地環境の異なる複数の解体事業者の協力を得ながら、ELV の解体に要する労務コストの評価や、コストを最小化できる解体（ベストプラクティス）のあり方について検討を行った。時間分析に基づくコスト試算の結果、このたびの実証で回収対象としたサイドフロントガラス、サイドリアガラス、リアガラスを現状の方法で回収するかぎり、多くの解体事業者で採算割れとなることが明らかとなった（図 3-1）。

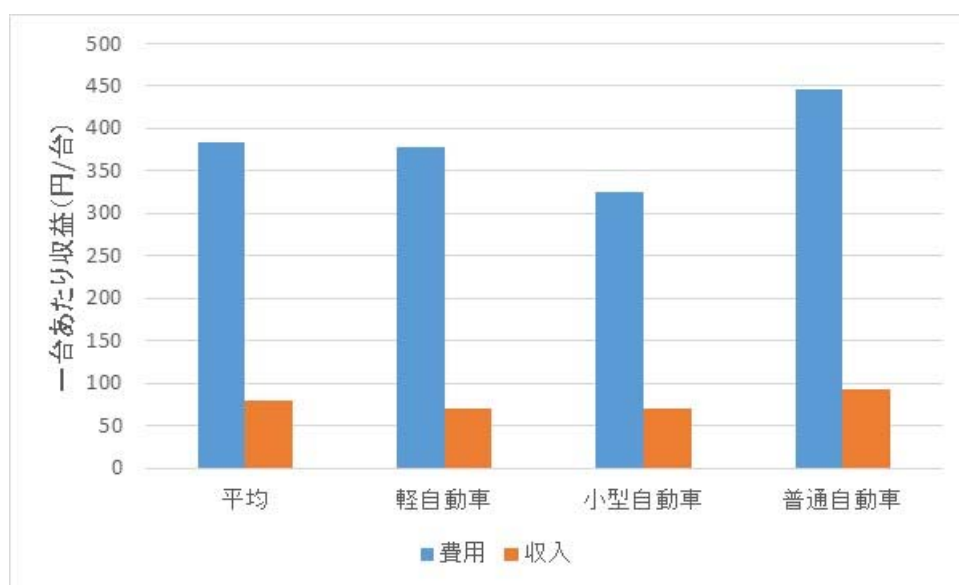


図 3-1 事業採算性分析

出所) MURC 作成

3.1.2. 流通面における課題

本実証事業では、解体事業者にて回収したガラスを、全国各地のガラスカレット工場へ輸送することを想定し、解体コストに輸送コストも加味した採算性の試算を行った。回収した自動車ガラスの輸送距離が長くなるほど輸送費用が増加するが、一方で近隣に既存の回収ルートが存在し、そうした回収ルートを活用した合積み等を行うことができれば、輸送コストの圧縮を行うことも可能であるとみられる。より多くの解体事業者から自動車ガラスの収集・運搬を行うためには、取り外したガラスの輸送単価を小さくする効率的な輸送ネットワークの構築、活用が必要である。

3.1.3. 再資源化に関する課題

(1) 忌避成分含有による問題

本実証事業では、自動車ガラスに含まれる各種成分を分析し、自動車用板ガラス向けカレットとしての利用は難しいものの、(自動車の吸音材や断熱材として利用できる可能性もある) グラスウール向けカレットとしての利用可能性は十分に高いことを確認した。グラスウールへの再資源化を行う際に取り除かれなければならないものは、溶け残って繊維化装置の穴を塞いでしまうような金属類等がある(表 3-1)。建築用板ガラス向けのカレットであれば、自動車用板ガラス向けほどには不純物等含有率の要求水準が厳しくはないとみられるため、潜在的に建築用板ガラス向けカレットとしての利用可能性が残されている。

グラスウールへのリサイクルでは、板ガラスほどに忌避物質の含有率等の要求水準が厳しくはないため、一部のカレット工場では、自動車ガラスの破損交換品や、製造工程で発生した不良品、また廃棄された製品在庫などを対象として、カレット原料化の実績がある¹⁰。

表 3-1 グラスウールへの再資源化を行う際の忌避物質

忌避物質	引き起こされる問題
金属類、結晶化ガラス、陶磁器類等	溶け残った異物が繊維化装置の穴(1 mm 弱)を塞いでしまう場合があるため、溶け残る可能性のある原料は受け入れが難しい
ヒ素(As)	その後の再資源化工程や生産・加工工程で As を含む廃水を発生させてしまう可能性があり、リサイクル時に忌避される可能性がある

出所) MURC 作成

ルームミラーやセンサーなどといったパーツ台座部分に金属(アルミニウムやステンレス等)を使用するパーツでは、こうした金属部位が付いた状態で自動車ガラスが発生するため、一部のカレット工場ではこれに対応して選別、除去するようにしている。金属などの混入物が増加すると、選別に要するコストが増加し、結果としてガラスリサイクル全体の経済性にも影響を及ぼすため、混入物の低減が求められる。

また、ヒ素(As)の混入はグラスウールの生産工程に直接的な悪影響を及ぼすわけではないものの、その後の処理や再資源化後の加工工程等で As 含有廃水を発生させる可能性があるため、忌避される傾向にある。過去には液晶テレビや太陽光パネル向けのガラスで消泡剤として As が使用されていたこともあり、こうしたガラスの混入には注意を要する。

(2) フロントガラスの利用可能性

本実証事業では、フロントガラスを除く、サイド(フロント・リア)ガラス、リアガラスを対象とした効率的な解体、また回収した自動車ガラスの成分分析及び再資源化の可能性を検討した。フロントガラスは、ガラスとガラスの間に樹脂製の間膜を挟んだ合わせガラ

¹⁰ 関係者ヒアリング

スとなっており、カレット原料化に際してはしばしばその分離が課題となる。そのため、今年度実証事業では、比較的解体コストを小さくすることのできるフロントガラス以外の自動車ガラスを対象に検討を進めた。しかし、フロントガラスは自動車ガラスの中で最大の重量割合を占める部位であることが多く、もしサイドガラスやリアガラスとともに効率的なリサイクルを進めることができれば、ASR の発生抑制にも大きく貢献するだけでなく、グラスウール等向けの新たなカレット原料源として活用できる可能性もある。今後引き続きの検討課題である。

(3) 自動車用板ガラス及びグラスウール用途以外の再資源化可能性

本実証事業では、自動車ガラスの再資源化用途として自動車用板ガラスとグラスウール向けカレット原料を想定しながら検討を進めた。自動車用板ガラスは運転者の視界を確保する必要があり、色調や屈折率など厳しい光学特性を要求されることから、そのカレット原料では不純物の混入を強く忌避する傾向にある。一方、(自動車用の吸音材・断熱材としても利用される)グラスウールの場合、そこまでカレット原料への厳しい要求はないことから、グラスウール向けカレット原料へと再資源化することは十分に可能である。しかし、板ガラスの中でも建築用板ガラスは、自動車用板ガラスほどには要求水準が厳しくなく、自動車ガラス由来のカレット原料でも要求水準を満たせる可能性がある。今後の用途拡大、付加価値の向上を念頭におきながら、その他用途におけるカレット原料化の可能性も引き続き検討する必要がある。

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

ELV から自動車ガラスを回収する解体工程の時間分析では、現状の方法を採用するかぎり、多くの解体事業者で採算割れとなってしまうことが明らかとなった。しかし一部の解体事業者は優れた解体方法を採用することで、極めて短時間のうちに自動車ガラスの回収を完了させることができる場合もあった。このような優れた方法を導入できれば、平均的な解体よりも、大幅に解体に要するコストを圧縮できる可能性がある。自動車ガラス等の解体に係る優れた取り組みをベストプラクティスとして確立し、これを解体事業者に定着させることができれば、経済合理的に回収可能な自動車ガラスの量を増やすことにもつながることができる。結果として、ASR となってしまう自動車ガラスの量を減らすことにもつながることができる。

解体事業者における自動車ガラス回収プロセスの採算性を高めるためには、解体のベストプラクティス導入もそうであるが、こうした取り組みによって減少した ASR 処理コストをダスト引き割合の見直しにもつなげるなどの取り組みも重要である。自動車ガラスを回収することが、解体事業者の採算性向上、また売上向上にもつながれば、自発的な取り組みの拡大を期待することもできる。ダスト引き割合の見直しを行うためには、解体事業者が単独で取り組むことは難しく、廃車ガラを引き取る鉄鋼電炉事業者やシュレッダー事業者、また回収された自動車ガラスを引き取るカレットメーカー、さらにはこうした取り組みを後押しする自動車メーカー等との連携、協力が必要不可欠であり、コンソーシアムのような形で促していくことも今後考えられる。

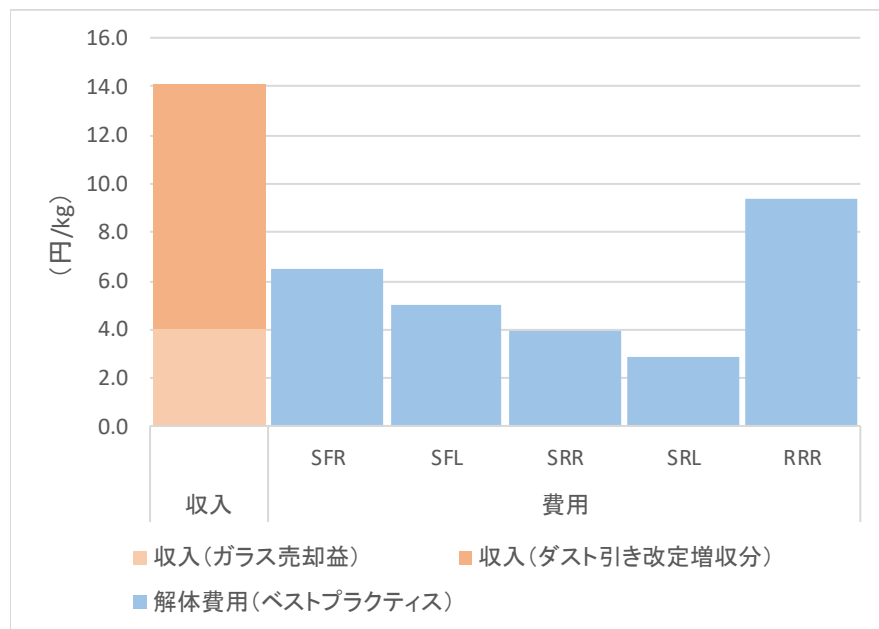


図 3-2 ベストプラクティスを導入した場合の収益性

出所) MURC 作成

3.2.2. 流通面における課題に対する解決方向性

ガラスは単位重量あたりの単価が低いため、回収したガラスを輸送して売却しようとする場合、同じ重量の他のスクラップ等を輸送する場合よりも、売上に対する輸送コストの割合は相対的に大きくなる。トラックでスクラップ等を輸送する場合、種類に関わらず、1台で積載できる重量にあまり差はないため、重量当たり単価の小さいものを運ぶほど、流通面での効率化が大きな課題となる。

そのため、自動車ガラスのためだけに新たな輸送ルートを構築するのは、採算性の点で得策ではなく、例えば複数荷主の貨物を1台のトラックに混載して輸送するなど、合積み方式によるコストの折半等で輸送コストを削減していくことが考えられる。この場合、合積み方式を導入できる既存ネットワークの確認や、その際の契約条件等を整理する必要があるが、実現できた場合、輸送コストを大幅に削減できる可能性がある。家電リサイクルでは、すでに使用済みテレビ等由来のガラスを回収するルートが日本全国で確立されており、最寄りの家電リサイクル工場に自動車ガラスを持ち込むことができれば、そこから先の輸送コストは家電リサイクルで発生したガラスの輸送と折半できる可能性がある。また、家電リサイクル工場以外でもこうした一次集荷拠点になり得る事業者を確保していくことができれば、より広範囲で自動車ガラスの回収を進めることができる。

3.2.3. 再資源化に関する課題に対する解決方向性

(1) 忌避成分含有による問題

グラスウールへのリサイクルでは、板ガラスへのリサイクルほどではないものの、溶け残りの可能性がある金属類や陶磁器類といった一部物質の混入を回避する必要がある。具体的には、ガラス部に付属するルームミラー台座部やセンサー台座部などの金属部位の混入を特に注意する必要がある。理想的な解体・分離方法の周知や実施推奨、買取可能なカレット原料の品質基準などの制定等を今後進めていく必要がある。また、原料として利用された後の加工工程でヒ素（As）を含む廃水处理を嫌う事業者もいるため、As含有ガラスの混入も同様に回避することが望ましい。天然原料に由来する混入可能性もあるが、消泡剤としてAsを添加した板ガラスが繰り返しリサイクルされることで、リサイクル原料由来のAsが混入している可能性もあるため、必要に応じて入荷時のチェックなども行っていく必要がある。

一部のカレット工場では、すでに破損した自動車ガラスや製造工程で発生した不良品、また破棄された製品在庫などから金属部位や樹脂部位などを取り除き、その上でグラスウール向けのカレット原料として活用している実績もある¹¹。こうした取組みを広げていくことで、自動車ガラスの品質安定化、また安定供給に近づけることができるようになる。

(2) フロントガラスの利用可能性

フロントガラスはカレット原料向けの回収、処理に要するコストが高くなる可能性が高いことから、まずはそうしたコストを低く抑えることのできるサイドガラス、リアガラスを

¹¹ 関係者ヒアリング

優先的な実証対象としたところである。しかし、自動車ガラスのうち、最大の重量割合を占めるフロントガラスは、リサイクルすることができれば、ASR の発生抑制に大きく貢献するばかりではなく、新たなカレット原料の供給源としても有用である。

フロントガラスのリサイクルに関する既往の調査・研究事業では、特に中間膜の剥離が最大の課題となるが、少なくとも技術的には解決できる見込みが立っている¹² ¹³。既存事業の成果を確認するかぎり、中間膜を剥離した後のガラスはガラスウール向けカレット原料として利用できる可能性が高く、あとは採算性を改善するための処理コストや運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。

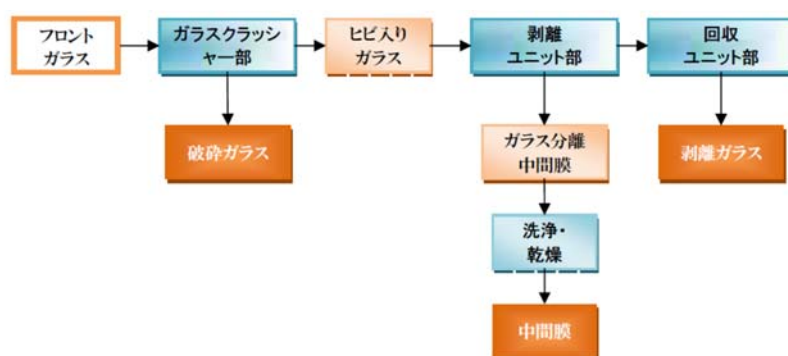


図 3-3 フロントガラス処理機の処理フロー（湿式）

出所) 環境省「平成 26 年度低炭素型 3R 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」

(3) 自動車用板ガラス及びガラスウール用途以外の再資源化可能性

今年度事業の結果、フロントガラスを除く自動車ガラスは、自動車用板ガラスへの再資源化は容易ではないものの、少なくともガラスウールへの再資源化は成分的に問題のないことを確認した。自動車ガラスの多くはソーダ石灰ガラスであるが、ソーダ石灰ガラスを用いる板ガラスには、自動車用板ガラス以外にも建築用板ガラスがあり、自動車用板ガラスほどには原料品質の要求水準は厳しくはないため（自動車用板ガラスの場合、運転者の視界を確保する必要があるため、色調や屈折率に影響を与える成分の混入は強く忌避される）、その他の再資源化可能性として建築用板ガラス向けカレット原料も考えられる。ガラス原料の要求水準で公開されているものが少ないため、今後、情報収集の工夫が必要であるが、自動車ガラスの安定需要を形成するため、建築用板ガラス向けカレット原料の受け入れ条件についても精査し、自動車ガラスの新たな再資源化可能性を検討していくことが望まれる。

¹² 環境省「平成 26 年度低炭素型 3R 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」

¹³ 経済産業省委託「平成 21 年度資源循環推進調査委託費（3R 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」

3.3. 次年度以降の助成事業展開

3.3.1. 想定する事業の内容

本年度事業の結果から、フロントガラスを除く自動車ガラスについて、一定の条件を満たせば、少なくともグラスウール向けに経済合理的な回収及び再資源化が可能であることがわかった。これを踏まえ、次年度事業では、以下を実施する。

1. ELV の精緻・迅速解体実証

初年度の成果を踏まえて ELV の精緻・迅速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コストを最小化できる精緻かつ迅速な解体について検証を行う。今年度の成果を踏まえ、そこでもっとも効率的と考えられた解体方法（手解体 and/or ニブラ使用）を取り入れる。これに基づき単位重量あたりの効率性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、実際の運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）、単位重量あたりの効率性やコストを推計する。

3. 再資源化プロセスの実証

様々な条件で精緻解体された自動車ガラスを原料として、グラスウールの再生品を試作し、製造条件および試作品の各種物性について評価を行う。

4. 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

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、また環境負荷低減効果等を評価する。

3.3.2. 事業の実施体制

本年度の実施体制に加え、グラスウールメーカーを追加して実施する。

3.3.3. 事業スケジュール

本年度事業終了後、2019年度は有望な再資源化方法について、実際に試作品を作成し、試作品の評価を実施する。2019年度事業終了後、2年度分の成果を踏まえてとりまとめを行う。

2019年度は2018年度の成果を踏まえて効率的なELVの解体方法を取り入れ、精緻かつ迅速な解体について検証を行う。これに基づき（単位重量あたりの）効率性やコストを算定する。ELVから取り外したガラスについては、輸送方法や再資源化方法、再資源化施設の所在地等によるコスト低減可能性を推計する。また、様々な条件で精緻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。2年度分の成果のとりまとめとして、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、また環境負荷低減効果等を評価する。

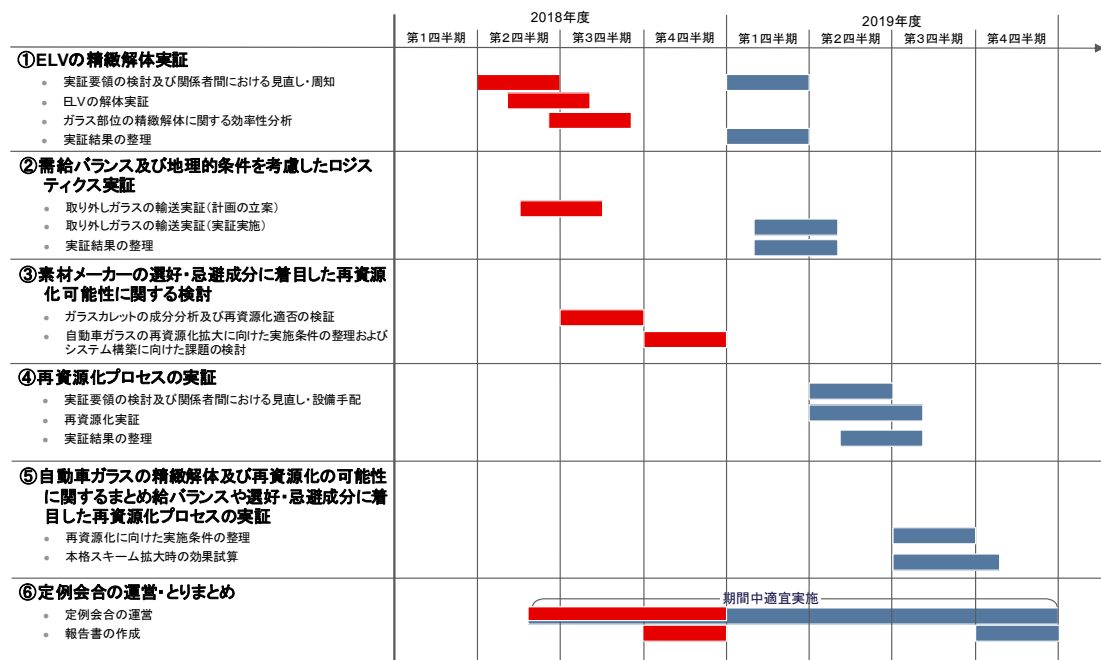


図 3-4 事業全体スケジュール

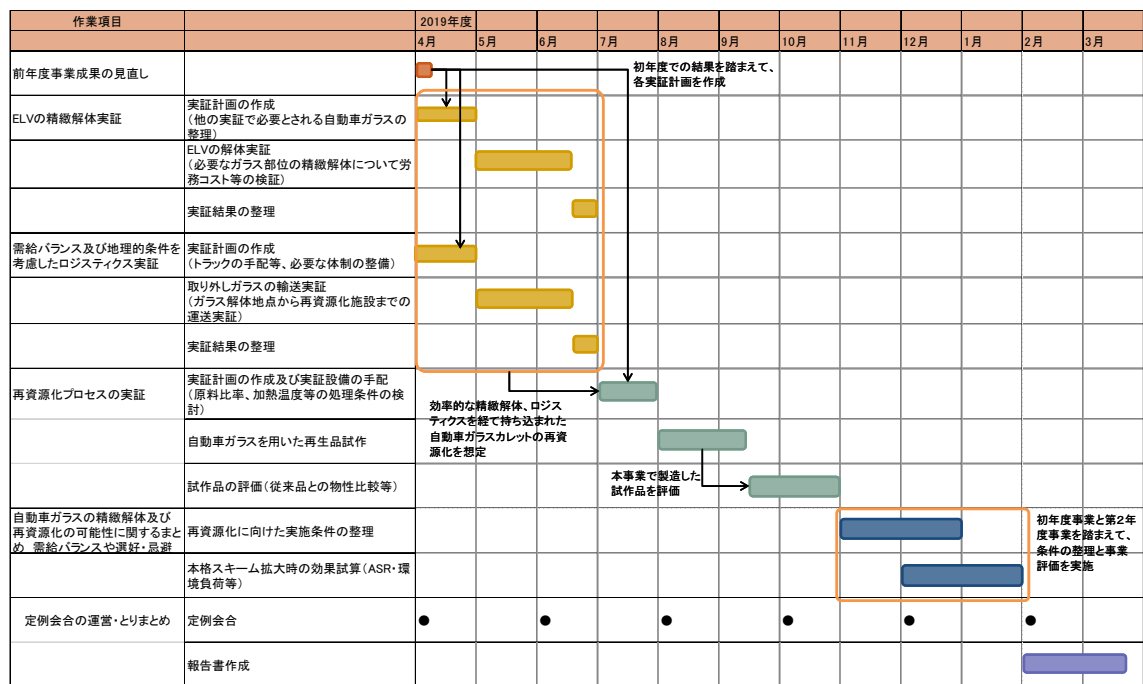


図 3-5 2019 年度事業スケジュール

3.3.4. 資金計画

全額、貴財団からの助成を受けて実施する予定である。

4. 事業化の評価

本年度事業では、自動車ガラスのうち、特にサイドガラス（フロント側及びリア側）について、破碎による効率的な回収が可能であり、またグラスウール向けカレット原料として利用に耐えられることを確認した。また、家電リサイクル工場やシュレッダー工場を一次集荷拠点とする新たな集荷ネットワークを構築し、ここで輸送コストを折半するなどの方法を導入することができれば、国内で少なくとも4割近くの回収ポテンシャルを有することも確認できた。

しかし、現在のところ、回収した自動車ガラスを実際にグラスウール向けカレット原料として再資源化するには至っていない。解体・破碎現場における塵埃の混入や、リアガラス等を回収する場合に混入する可能性があるセラミック状物質の混入が、グラスウールの品質に与える影響はまだ定かではなく、こうした事情が再資源化の障害になっている可能性がある。本年度事業では、自動車ガラスの一部のみを検討対象としているため、検討対象外としたフロントガラスについても、サイドガラス等と比べてどの程度再資源化が難しいのか、今後は定量的に整理していく必要がある。

集荷網の構築という観点では、現状、自動車ガラスを何らかの形で回収している解体事業者は極めて少なく、回収のノウハウ等も蓄積されているわけではないため、こうした取組みに関心を示し、協力してくれる事業者がどの程度存在するのかを把握する必要もある。特に効率的な回収網を構築するという観点では、一次回収拠点の候補とみている家電リサイクル工場やシュレッダー工場の理解と協力も得る必要がある。今後はこうした関係者の協力可能性についても確認していく必要がある。

5. 事業の評価

5.1. 採算性の評価

本実証事業にて測定された解体事業者によるガラスの平均解体時間を適用した場合、収入に比して解体コストが大きく、収益を上げることは難しいことが分かった。

一方、最も短い時間で行われた解体（ベストプラクティス）の作業時間を適用した場合、大きく採算性が改善されることが分かった。優れたノウハウを有する一部の解体事業者では、極めて短い時間で解体を完了できている場合があり、効率的な解体による採算性の向上可能性がある。

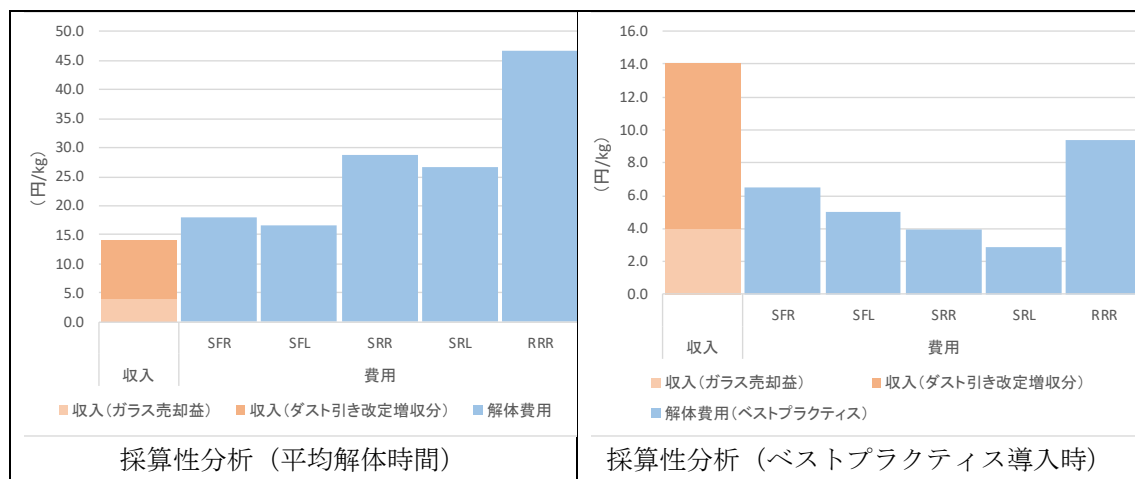


図 5-1 採算性分析（輸送考慮前）の比較

出所) MURC 作成

5.2. 有効性の評価

採算性分析から試算された期待利益（輸送考慮前の解体後に見込まれる利益：期待収入から解体費用を差し引いたもの）をもとに、一次集荷拠点として近隣シュレッダー工場まで潜在的に出荷することのできる使用済自動車の台数を推計した。

推計に際しては、ユーザーが手放した使用済自動車が、解体事業者で廃車ガラ（各種パーツ等を取り外した使用済自動車本体）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。これは、カレット工場近隣のシュレッダー工場まで自動車ガラスが運び込まれれば、そこから先はまとめてカレット工場まで輸送できるようになるとの前提に基づくものである。この推計では、解体事業者から一次集荷拠点としてのシュレッダー工場までの輸送コスト（合積み輸送を想定しているため既存廃車ガラ輸送コストを按分して評価）、またシュレッダー工場からカレット工場までの輸送コストを合計し、前述の期待利益を超過しない範囲であれば、その地域内にある使用済自動車はいずれも集荷可能であり、自動車ガラスの回収も可能であるとみなした。

具体的には、シュレッダー工場、カレット工場の位置情報を入手し、各シュレッダー工場から最も近いカレット工場までの距離と距離に応じた輸送コストを計算し、都道府県別の

自動車数データ等を用いながら GIS を用いた地理空間情報の演算により、ELV 発生源から一次集荷拠点としてのシュレッダー工場の輸送までにかかることのできる輸送コストを計算した。そこからシュレッダー工場に ELV の廃車ガラ及び自動車ガラスを持ち込むことのできる地理的範囲を特定し（期待利益 $\geq$ {(シュレッダー工場からカレット工場までの輸送コスト)+(発生源からシュレッダー工場までの輸送コスト(廃車ガラ輸送コストと折半))}）、その範囲で集荷可能な使用済自動車台数を推計した。ここではカレット原料として自動車ガラスを購入する際の単価を 1.0 円/kg、2.5 円/kg、4.0 円/kg の 3 ケース想定して評価を行った。このカレット原料購入単価は、業界ヒアリングより得られた最小値（1.0 円/kg）、最大値（4.0 円/kg）、これらの中間値（2.5 円/kg）である。

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まで可能な使用済自動車の台数（日本全国）は、カレット原料購入単価が 1.0 円/kg の場合で約 125 万台、回収可能な自動車ガラスの量は約 21,000 トンと推計された。カレット原料単価を最も低く見積もったケース（1.0 円/kg）であっても、ASR になってしまうガラスの発生抑制に大きなポテンシャルを有することがわかる。

カレット原料の購入単価が上昇すると、自動車ガラスの回収まで可能な使用済自動車の台数は増え（集荷可能な範囲が拡大）、2.5 円/kg の場合、集荷可能な自動車台数および自動車ガラス量は 2 倍程度に増加する。カレット原料の購入単価は、ASR になってしまうガラスの発生抑制効果を大きく左右する主要要因であることがわかる。現実的な単価設定について、今後さらに詳細に検討・分析を進めていく必要がある。

表 5-1 シュレッダー工場へ運搬可能なガラス量及び自動車台数

	自動車台数 (千台)	回収可能なガラス量 (トン)
1.0 円/kg	1,254	21,260
2.5 円/kg	2,568	43,530
4.0 円/kg	3,289	55,753

出所) MURC 作成

(以上)