

公益財団法人 自動車リサイクル高度化財団 公募事業

2024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

(A-(3) ASRの低減・自動車3Rの高度化に資するリサイクルシステムの事業性評価事業)
自動車ガラスを対象とする板ガラス向け再生原料基準の制定及び品質管理実証

- 代表事業者
 - 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
- 共同実施者
 - 一般社団法人板硝子協会
- 連携先法人(外注先)
 - 一般社団法人日本自動車リサイクル機構
 - 株式会社ツルオカ
 - TREガラス株式会社
- アドバイザー
 - 全国板カレットリサイクル協議会
 - 硝子繊維協会

2025年9月1日

三菱UFJリサーチ&コンサルティング

世界が進むチカラになる。



目次

1. 助成事業の計画
 - 1.1 自動車リサイクル業界における事業の位置づけ・背景
 - 1.2 事業の実施内容

2. 助成事業の報告
 - 2.1 助成事業実施結果
 - 2.2 実施結果を踏まえた考察

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
 - 3.2 課題の解決方法

4. 事業化の計画
 - 4.1 想定する事業

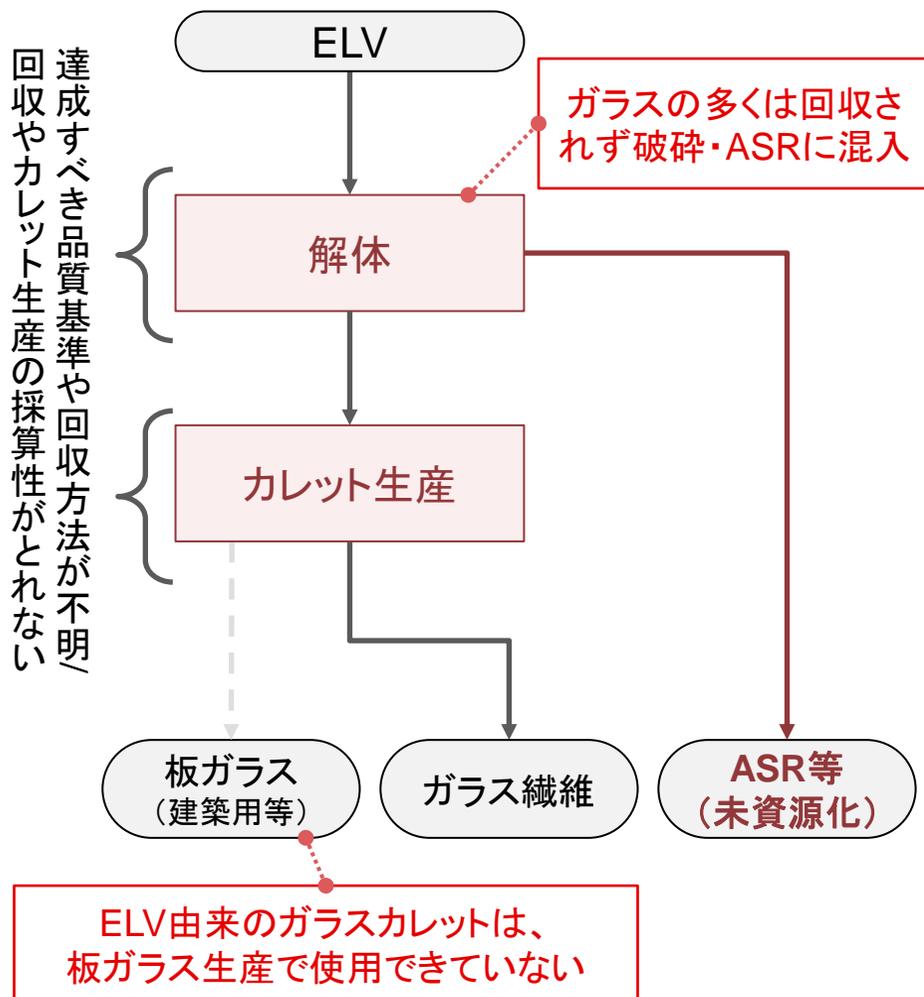
5. 事業の評価
 - 5.1 採算性の評価
 - 5.2 有効性の評価

1. 助成事業の計画

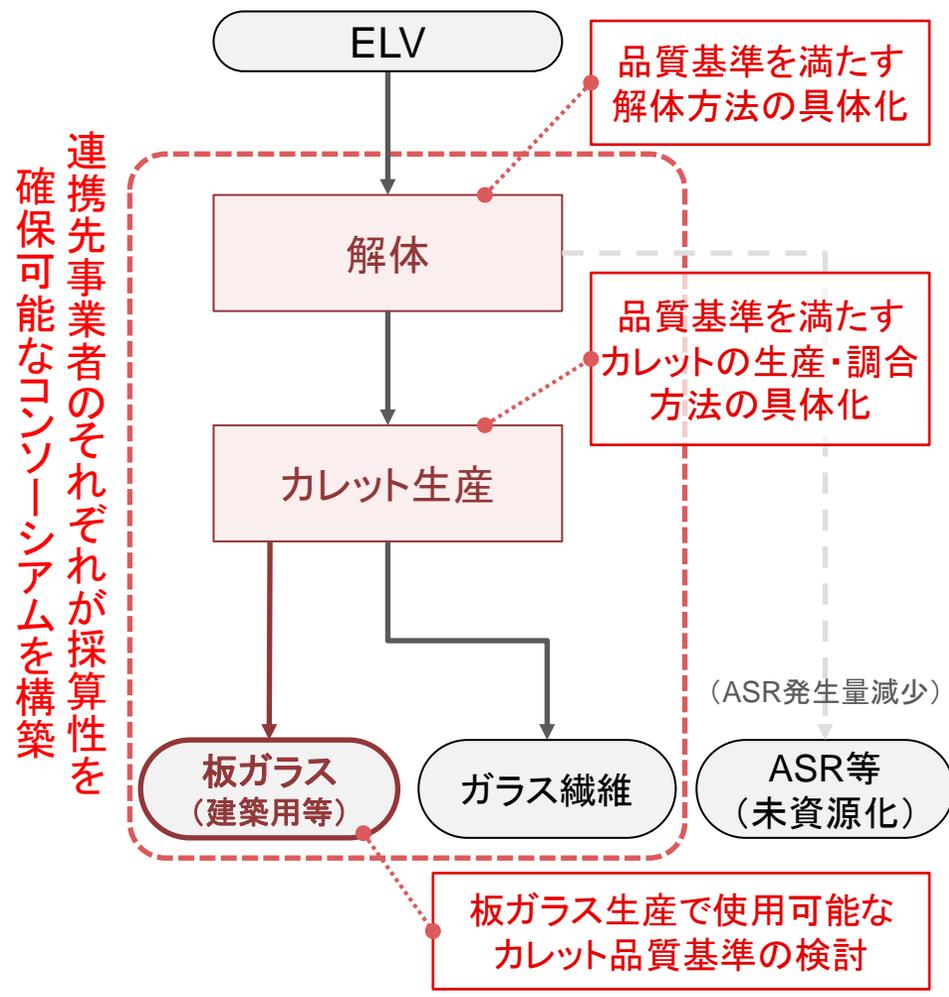
自動車ガラスを板ガラス(建築用等)として活用するための要件を明らかにする

1. 助成事業の計画 1.1 自動車リサイクル業界における事業の位置づけ・背景

現状

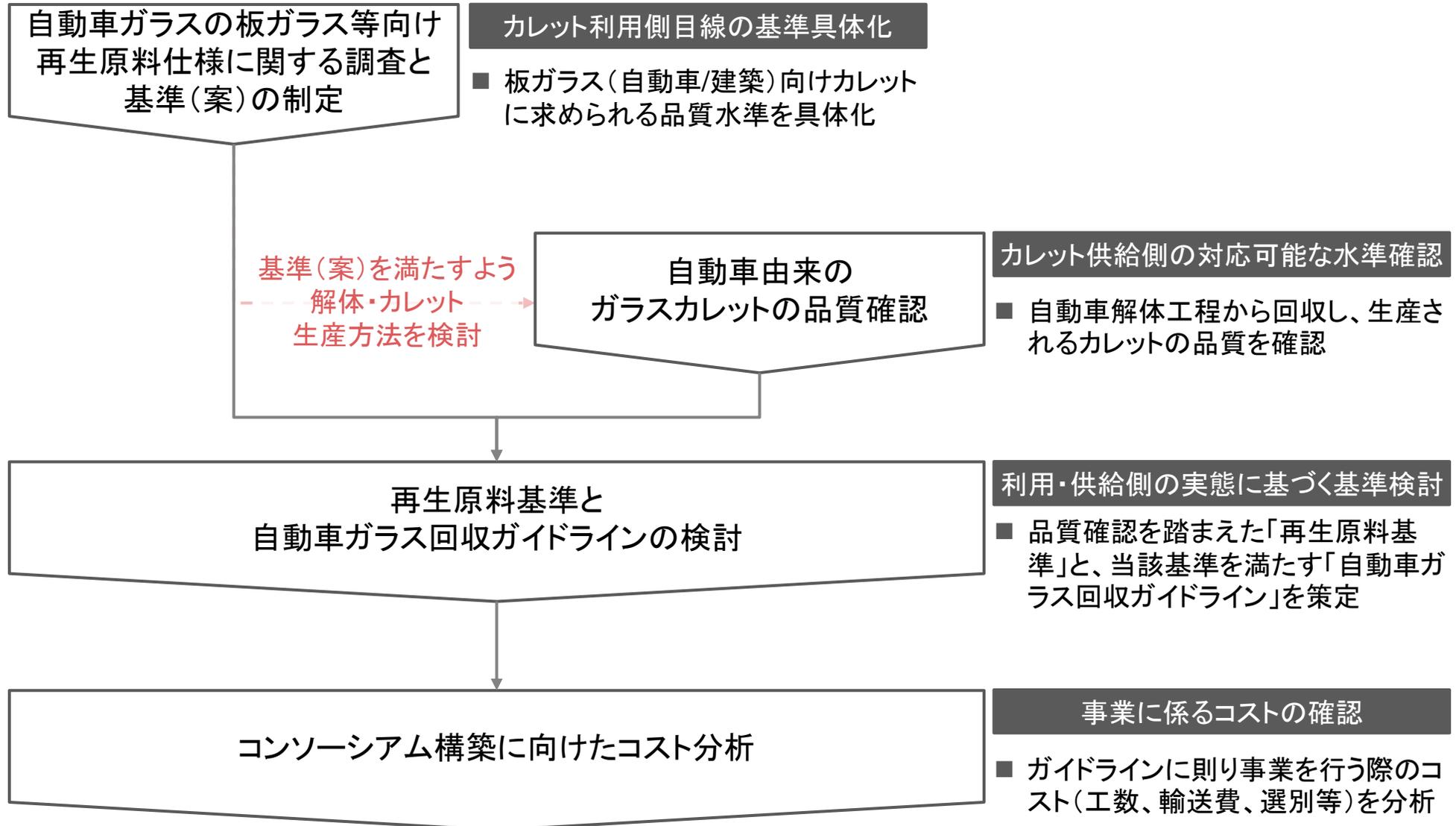


事業実施後に目指す姿



カレット利用側・供給側で対応可能な水準を摺合せて回収ガイドラインを具体化する

1. 助成事業の計画 1.2 事業の実施内容



2. 助成事業の報告

板ガラス生産時には多くの元素(特にNi、Al)等を管理することが求められる

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果

元素	影響			主な影響(一例)
	安全性	光学特性	プロセス	
Ni	●	●		NiSが発生し、強化板ガラスが自然破損する。
Al		●	●	非常に強い還元性によって金属珪素が発生し、徐冷中の板ガラスが割れて製品を回収できなくなる。
Ag/Cu		●	●	ガラス融液中で金属液滴として沈降すると、ガラス溶解槽窯の炉材を侵食し、窯の寿命が短くなる。
Zn/Sb/Cr		●		
Ti/Ce		●		酸化Ceは屈折率分布・透過像の歪みの原因となる。
Fe		●		
CSP・ 結晶化ガラス	●			製造時に溶解せず製品中に残存してしまう。
有機物		●		ガラス溶融素地中の溶存酸素濃度を局所的に低下させ、酸化還元に影響する。

非鉄

板ガラス生産における忌避物質許容度等からカレット品質の目標水準(当初)を設定

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果

項目	建築用板ガラス向け(当初案) (カレット1tonあたり/本事業にて検討)	自動車用板ガラス向け (2000年策定)	ガラスウール向け (2023年策定)
粒度	5mm以上、100mm以下	2mm以上、100mm以下	2mm未満 30%以下 2~40mm 70%以上
水分	3.0%以下	2.5%以下	2%以下
Ni	0g	ないこと	1mm未満 50ppm未満 1mm以上 ないこと
非鉄	0g	ないこと	(ただし、Pbは1000ppm以下)
Fe	1mm未満 10g未満 1mm以上 0g	1mm未満 10ppm以下 1mm以上 ないこと	1mm未満 50ppm未満 1mm以上 ないこと
CSP (陶磁器・砂利 等)	0g	0.5mm未満 10ppm以下 0.5mm以上 ないこと	1mm未満 50ppm未満 1mm以上 ないこと
結晶化 ガラス	0g	ないこと (合わせガラス、プリントガラスは混在不可。建築用ガラス以外は混在不可)	ないこと
有機物	10mm未満 100g未満 10mm以上 0g	10mm未満 20ppm未満 10mm以上 ないこと	10mm未満 500ppm未満 10mm以上 ないこと
その他	0g	—	As ないこと Sb 3,000ppm以下
総数管理	有機物を除く合計で10g以下	—	—

建築用板ガラス向けの品質基準を満たせるよう解体プロセスを検討・実証(フロント)

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果

フロントガラス

管理対象とする元素等

その他

①ガラスのメーカー確認

国内板ガラスメーカー3社のみを回収



認証マーク

AGC



日本板硝子



セントラル硝子
プロダクツ



Cr/Cu等

②ガラスの切り出し

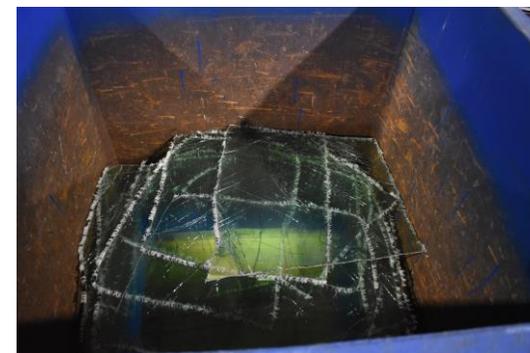
ガラスのみ切り出し(黒セラは避ける)、
保管・輸送容器に収まるよう2分割



有機物

③ガラスの保管

リア・サイドガラスとは分けて保管



建築用板ガラス向けの品質基準を満たせるよう解体プロセスを検討・実証(サイド)

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果

サイドガラス

管理対象とする元素等

①ガラスの判別

色やメーカーによって7区分
(1.濃色-AGC、2.濃色-NSG、3.濃色-CGP、
4.緑-UV有、5.緑-UV無、6.その他着色、7.無色)

①-1 メーカーの判別 **その他**
(国内メーカー製であることを確認)

①-2 色の判別 **非鉄・鉄**
(濃色/緑/その他着色/無色)

①-3 【濃色】メーカー判別 **非鉄**
(濃色は各社組成が異なるため)

①-4 【緑】UV有無の判別 **非鉄**
(UV有はCe・Tiなどを含有)
※UV機能の有無はガラス面に記載あり

非鉄・鉄

②ガラスの回収

7区分が混在しないよう破碎



全元素

③ガラスの保管

7区分が混在しないよう保管



建築用板ガラス向けの品質基準を満たせるよう解体プロセスを検討・実証(リア)

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果

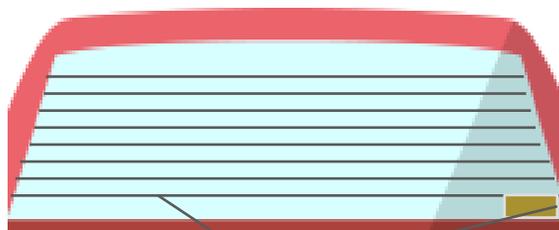
リアガラス

管理対象とする元素等

その他/Ag

①ガラスのメーカー確認

国内板ガラスメーカー3社のみを回収
黒セラ・銀プリントの有無を判別



- 認証マーク(右下部に記載)
- 黒セラ・銀プリントは目視確認

非鉄

②ガラスの回収

2区分が混在しないよう破碎



全元素

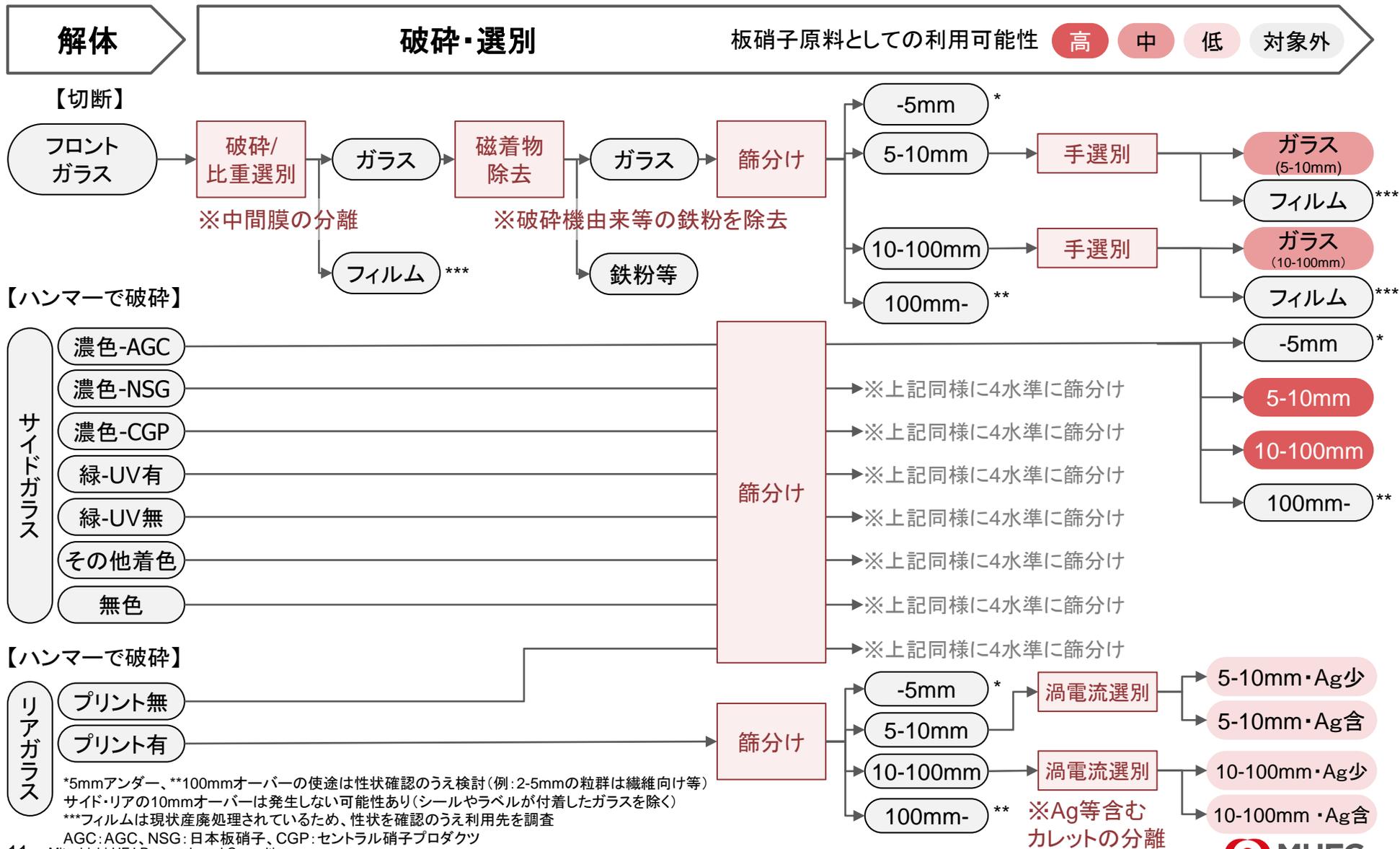
③ガラスの保管

2区分が混在しないよう保管



建築用板ガラス向けの品質基準を満たせるようにカレット生産プロセスを検討

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果



フロントでは粒度、Fe・中間膜・異種ガラスの混入に関する改善が必要

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果／実施結果を踏まえた考察

項目	当初案	評価結果	混入要因・品質基準の改善事項
粒度	5mm以上～100mm以下	-5mm 841 kg 5-10mm 28 kg 10-100mm 0.3 kg	既存装置でガラスと中間膜を可能な限り分離するため、粒径は細くなるような破碎したため、5mm以下産物の比率が高くなった。
水分	3.0%以下	50～113 ppm	(達成)
Ni	0 g/ton	-5mm 3 ppm 5mm- 11 ppm	元の板ガラス製品に由来するものと想定
非鉄	0 g/ton	Ti 0.04～0.05 wt% Ag 定量下限以下	元の板ガラス製品に由来するものと想定
Fe	1mm未満 10 g/ton未満 1mm以上 0 g/ton	-5mm 0.37 wt% +磁性材料(鉄粉) 5mm- 0.46 wt%	選別工程で破碎機に投入するために切断した際の鎌(鉄製)の刃こぼれや、破碎機の摩耗による混入。吊下式磁石では-5mmの磁粉は十分回収できていなかった恐れ。一部、元の板ガラス製品に由来するものも含まれる。
CSP/ 結晶化 ガラス	0 g/ton	(確認されず)	(達成)
有機物	10mm未満 100 g/ton未満 10mm以上 0 g/ton	中間膜・フィルム+ ～数百 ppm	フィルム付きの場合は解体対象とせずであったが、部分的にフィルムが付着していた可能性。中間膜(特に、ガラス切断面の三日月状のもの)は選別工程で十分に分離できず。
その他	0 g/ton	瓶ガラス 強化ガラス	異種ガラスの分離は事前洗浄のみでは不十分な可能性(共洗いや独立したライン処理など)
総数	10 g/ton以下 (有機物以外)	Fe 0.37～0.46 wt% Ti 0.04～0.05 wt% Ag 定量下限以下	元の板ガラス製品に由来するものと想定

サイドでは粒度、UV有無の混在(サンプル⑤⑥)、Feの混入に関する改善が必要

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果／実施結果を踏まえた考察

項目	当初案	評価結果	混入要因・品質基準の改善事項
粒度	5mm以上～100mm以下	-5mm回収量が最多	強化ガラスの特性上、5mm以下が一定度以上発生
水分	3.0%以下	～150 ppm	(達成)
Ni	0 g/ton	～303 ppm	元の板ガラス製品に由来するものと想定
非鉄	0 g/ton	Ti ～0.18 wt% Ag ～10 ppm Ce ～5,000 ppm	サイドグリーン・UVなしでCe含有量が高いのは、解体工程でUV有無が混在した可能性がある。一部、元の板ガラス製品に由来するものも含まれる。
Fe	1mm未満 10 g/ton未満 1mm以上 0 g/ton	0.49～1.12 wt% +塊状の磁性材料	解体工程で鉄塊が混入した可能性あり(選別工程は篩い分けのみ)。一部、元の板ガラス製品に由来するものも含まれる。
CSP/ 結晶化 ガラス	0 g/ton	(確認されず)	(達成)
有機物	10mm未満 100 g/ton未満 10mm以上 0 g/ton	有機物～140 ppm (紙/繊維/破片)	(概ね達成)
その他	0 g/ton	異種ガラス (濃色/緑/UV) 黒セラ/シール/汚れ	解体工程でUV有無が混在した可能性がある。また、黒セラは、解体工程において、エッジ部分由来のものが少量混入した。10mm-に盗難防止シール付着品が混入。
総数	10 g/ton以下 (有機物以外)	Fe 0.49～1.12 wt% Ti ～0.18 wt% Ag ～10 ppm Ce ～5,000 ppm	CeはUV有無の混在による影響 その他は元の板ガラス製品に由来するものと想定

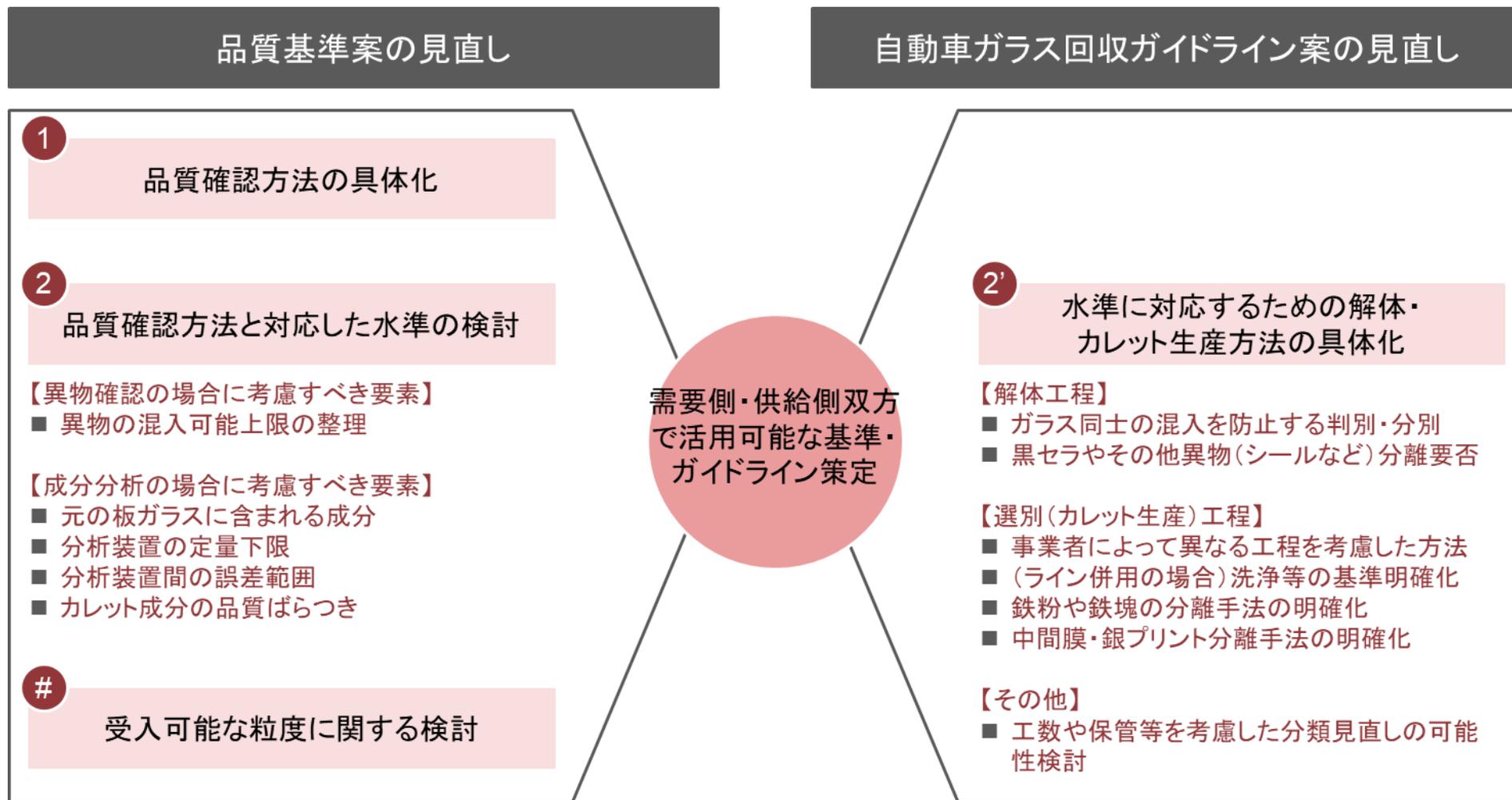
リアでは粒度、Fe・銀プリント・黒セラの混入に関する改善が必要

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果／実施結果を踏まえた考察

項目	当初案	評価結果	混入要因・品質基準の改善事項
粒度	5mm以上～100mm以下	-5mm 299kg 5-10mm 145kg 10-100mm 6.4kg	強化ガラスの特性上、5mm以下が一定程度以上発生
水分	3.0%以下	～80 ppm	(達成)
Ni	0g/ton	～86 ppm	元の板ガラス製品に由来するものと想定。
非鉄	0g/ton	Ti ～0.05 wt% Ag 110 ppm+プリント	銀プリントが選別工程で分離できずAg含有量が高い。また、黒セラ中のCr ₂ O ₃ に由来するCr含有量も高い。一部、元の板ガラス製品に由来するものも含まれる。
Fe	1mm未満 10g/ton未満 1mm以上 0g/ton	0.9 wt% +塊状の磁性材料	解体工程で鉄塊が混入した可能性あり(選別工程では破碎せず)。一部、元の板ガラス製品に由来するものも含まれる。
CSP	0 g/ton	(確認されず)	(達成)
有機物	10mm未満 100g/ton未満 10mm以上 0g/ton	有機物～100 ppm (紙/繊維/破片)	(概ね達成)
その他	0 g/ton	瓶ガラス 黒セラ 濃色ガラス	瓶ガラスの分離は事前洗浄のみでは不十分な可能性。黒セラは解体工程で、エッジ部分のものが一定量混入した可能性がある。
総数	10g/ton以下 (有機物以外)	Fe 0.9 wt% Ti ～0.05 wt% Ag 110 ppm	Ag、Crは既述の通り、銀プリント及び黒セラによる混入可能性。その他は元の板ガラス製品に由来するものと想定。

分析結果を踏まえて、品質基準案と回収ガイドライン案の見直しを実施

2. 助成事業の報告 2.1 助成事業実施結果／実施結果を踏まえた考察



3. 今後の実証事業実施における課題 及び解決方法等

解体・カレット生産の各段階、コンソーシアムでの物量管理や輸送面の課題解決が必要

3.1 現状の課題／3.2 課題の解決方法

工程	課題	対応方向性
解体工程	<ul style="list-style-type: none"> ■ ガラス回収量の増加 ■ 異種ガラスが混在しないような解体及び管理方法の徹底と採算性の両立 ■ 他事業者で広く活用可能なガイドラインへの改善 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 黒セラの許容量や後段での選別可能性、3社以外ガラス回収可否の検討 ■ コンソーシアムの認定要件や必要となる車体管理や報告工数確認/ダスト引きの改訂 ■ 複数の解体方法や、回収ガラスの分類を変更した際の品質への影響確認 <ul style="list-style-type: none"> ● 高水準な解体ガイドラインのみでなく、作業効率を重視した中水準の解体ガイドライン検討
カレット生産工程	<ul style="list-style-type: none"> ■ 瓶ガラスや鉄粉・鉄塊等の異物混入量を目標に収めるための解体・破碎方法や事前洗浄・共洗い方法の特定 ■ フロントガラスから中間膜、リアガラスからの銀プリント付きのガラスを分離可能な選別技術の検証及び回収された中間膜や銀プリント付きのガラスの利用先の開拓や利用方法の検討 ■ 採算性の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 複数のライン(破碎・選別工程)で、事前清掃や共洗いの規模に関する条件を複数設定したうえで、品質の近いガラスを投入した産物評価 ■ フロント・リアガラスの選別候補技術を選定したうえで、実際のサンプルを一定量投入し、その際の品質や歩留まりを評価
物量管理・輸送	<ul style="list-style-type: none"> ■ 解体業者から小規模・分散で回収されたガラスを、効率的にカレット業者に輸送し、板ガラスメーカーやガラス繊維メーカーが納入可能な量への調整 <ul style="list-style-type: none"> ● 物量調整機能の具備 ● 効率的な輸送網の構築 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 解体業者、カレット生産事業者、素材メーカーでのコンソーシアムを構築を目指し、事業関係者を地理的に整理したうえで、最適な事業者間での輸送方法や物量調整を検討 <ul style="list-style-type: none"> ● 他の素材・部品との合積みなどの検討

品質水準・ガイドラインの見直しとコンソーシアム構築に向けた検討を実施

3.3 次年度以降の助成事業展開(想定する事業の内容)

1 解体方法による再生原料品質への影響確認

- 複数の解体方法(ライン式、バッチ式)において、ELVからのガラス回収を行う。
- ただし、後段の選別工程で十分量のELVガラスを確保できるように注意する。

2 カレット生産方法による再生原料品質への影響確認

- フロントガラス・リアガラスを、破碎機構や選別原理の異なる複数装置に投入し、その際に回収されるガラスの異物確認等を行う。
- 鉄粉とガラスを混ぜたのち、磁力の異なる複数の磁選機に投入することで、鉄粉を分離するために必要な磁選機の仕様を特定する。
- 想定されるカレット生産(破碎・選別)ラインのパターンを複数設定し、異物混入が想定されるポイント特定したうえで、清掃回数や共洗い、処理方法等を変えた実証試験を行う。

3 品質基準及び自動車ガラス回収ガイドラインの見直し

- 回収されたカレット製品の品質や、解体工程や破碎・選別工程の工数等を考慮し、品質水準の見直しを検討する。
- フロントガラス・リアガラスの選別結果、鉄粉の分離に必要な磁選機のスペック、破碎・選別ラインの構成や洗浄・共洗いの規模と、品質の関係を明らかにしたうえで、自動車ガラス回収ガイドラインの見直しを検討する。

4 事業コンソーシアム構築に向けた検討

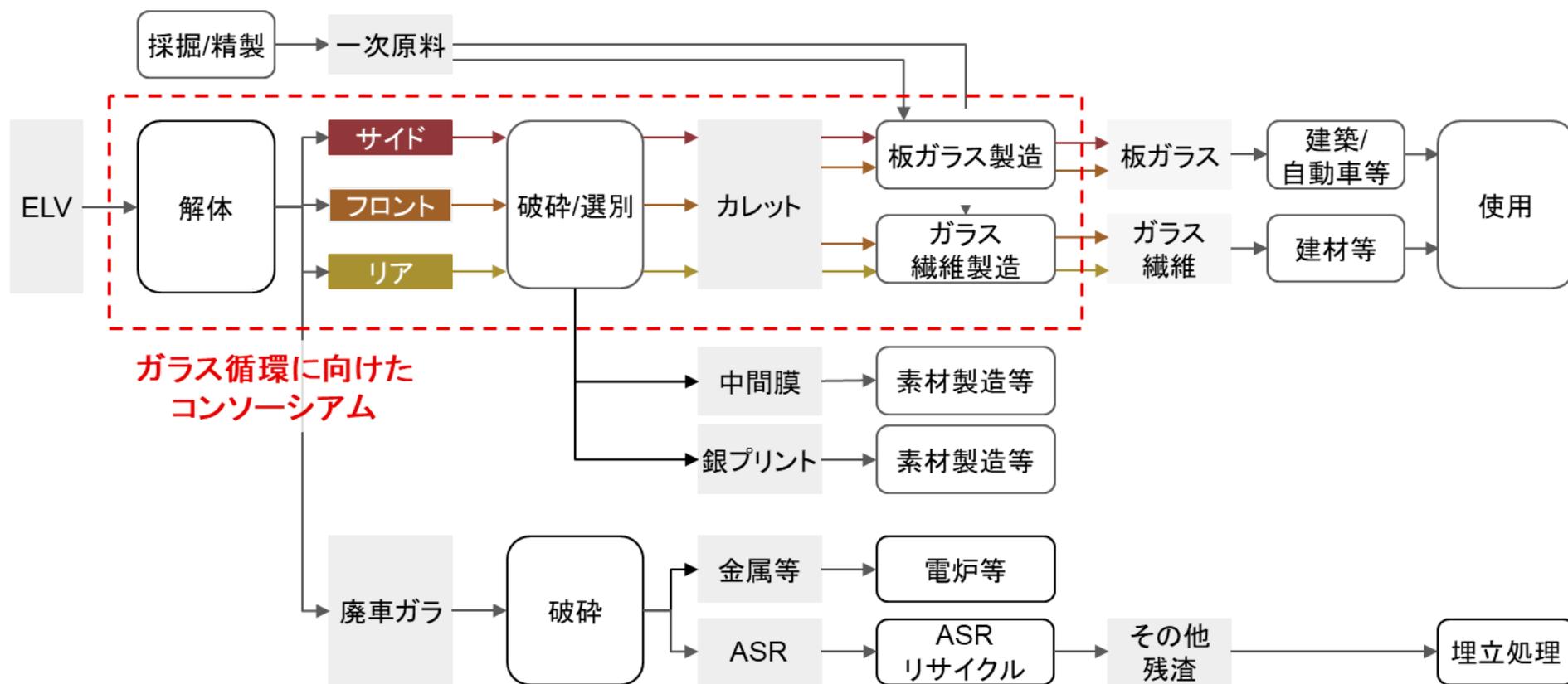
- 資源回収インセンティブ制度も念頭に置き、コンソーシアムの契約・取引形態を検討する。
- 解体業者で回収が見込まれるELV由来ガラスの発生量、カレット生産事業者のキャパシティ、板ガラス及びガラス繊維生産工場までの距離とその際の輸送費用等を推計し、必要量のELV由来ガラスやカレットの需給調整や、事業採算性の高い範囲を具体化する。

4. 事業化の計画

ガラス循環にかかる事業者が連携したコンソーシアムでの事業化を目指す

4.1 想定する事業

解体業者、カレット生産事業者、素材メーカー（板ガラス、ガラス繊維）でのコンソーシアムを構築を想定。周辺事業者として、フロントガラス由来の中間膜や、リアガラス由来の銀プリントの利用先、ガラス回収後の廃車ガラを破碎する事業者との連携をとっていくことも重要と思慮。



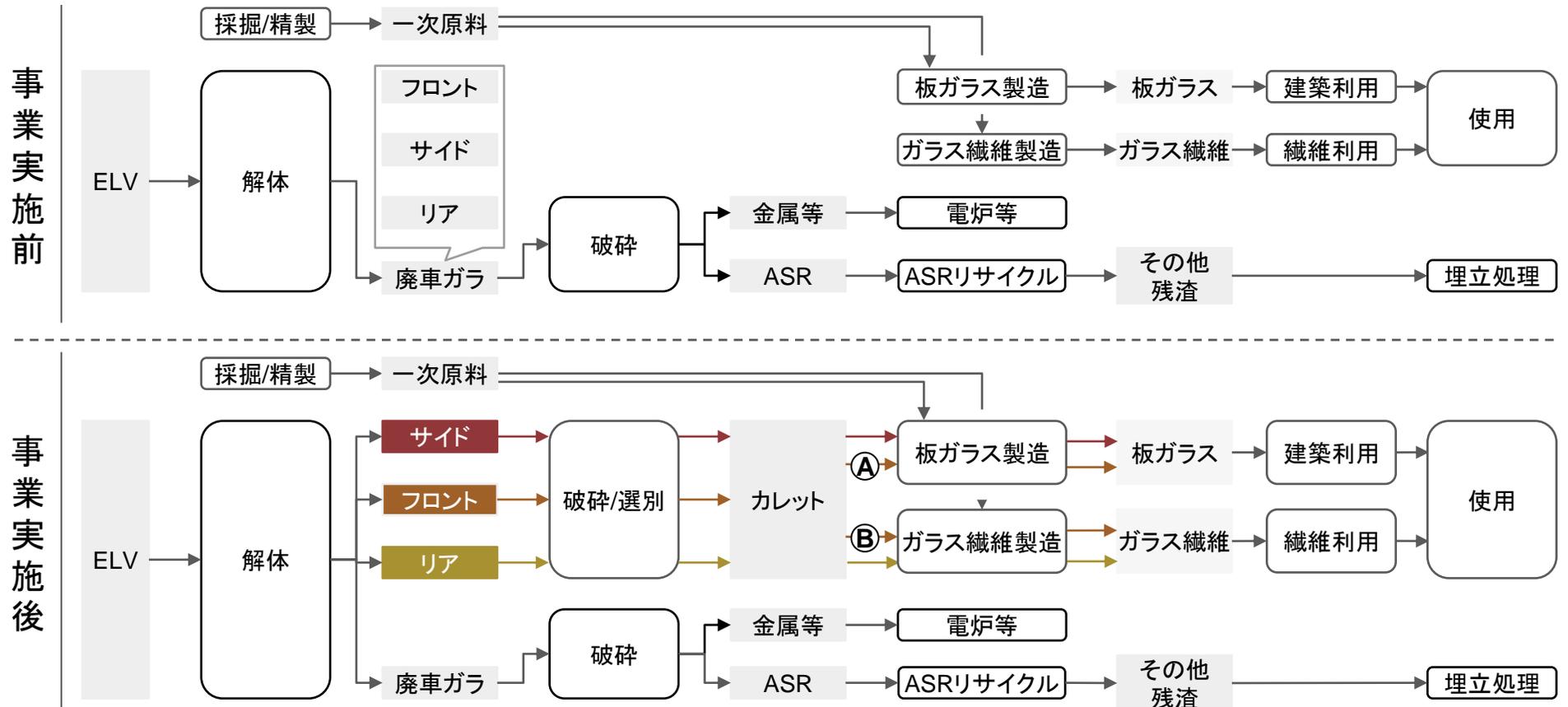
5. 事業の評価

事業実施前と比較するため、ガラスの利用方法に関する2通りのシナリオを設定

5.1 採算性の評価 / 5.2 有効性の評価

- (事業実施前) ベースライン: 自動車ガラスは全てASRに含まれ処分される。
- (事業実施後) シナリオA: フロント・サイドは板ガラス向け、リアはガラス繊維向けリサイクル
- (事業実施後) シナリオB: サイドは板ガラス向け、リア・フロントはガラス繊維向けリサイクル

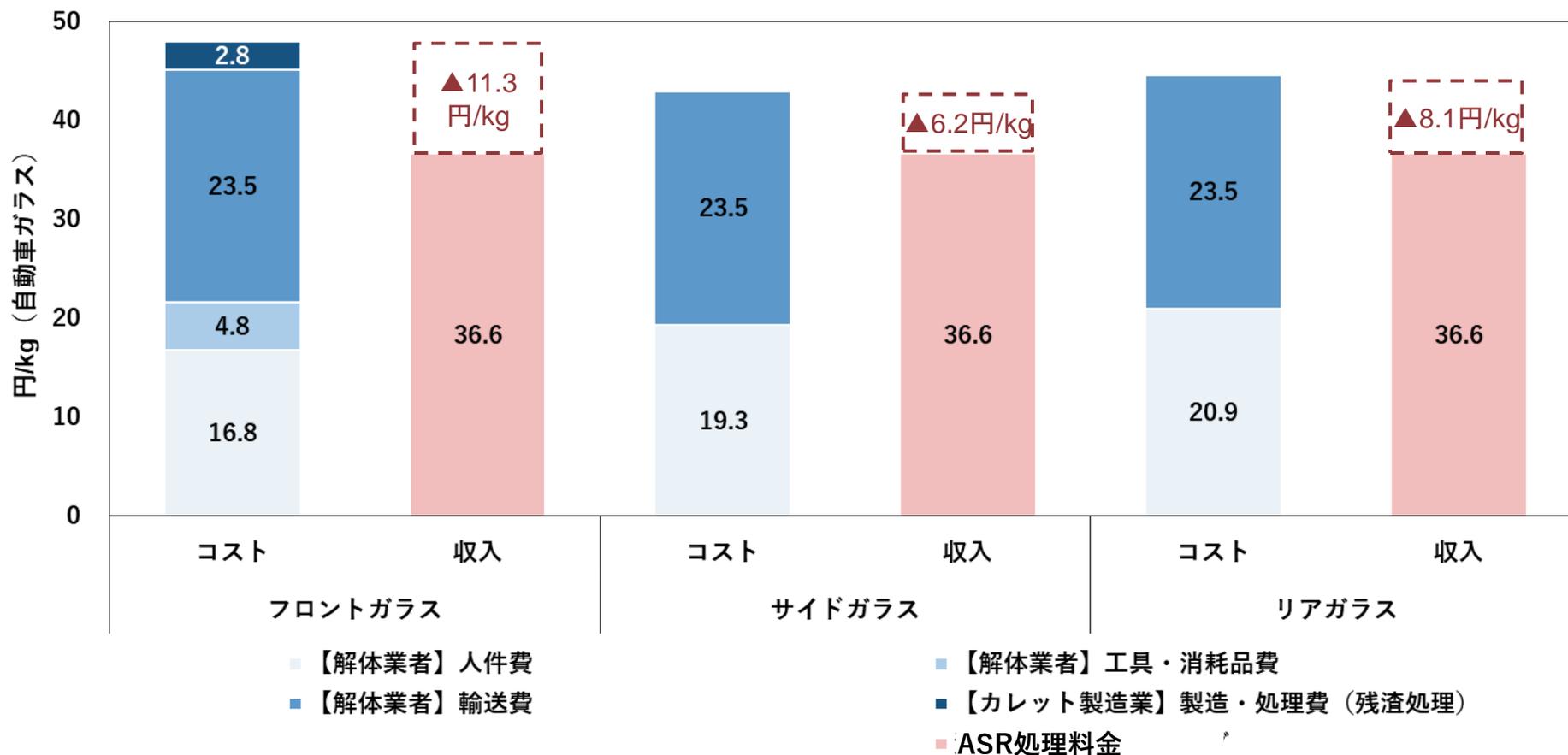
自動車ガラスのリサイクルシナリオ



本実証手法でガラスを回収する場合の追加費用は40～50円程度（試算結果）

5.1 採算性の評価／5.2 有効性の評価

コスト分析結果（解体・回収に要する追加費用 vs 現行ASR処理料金）

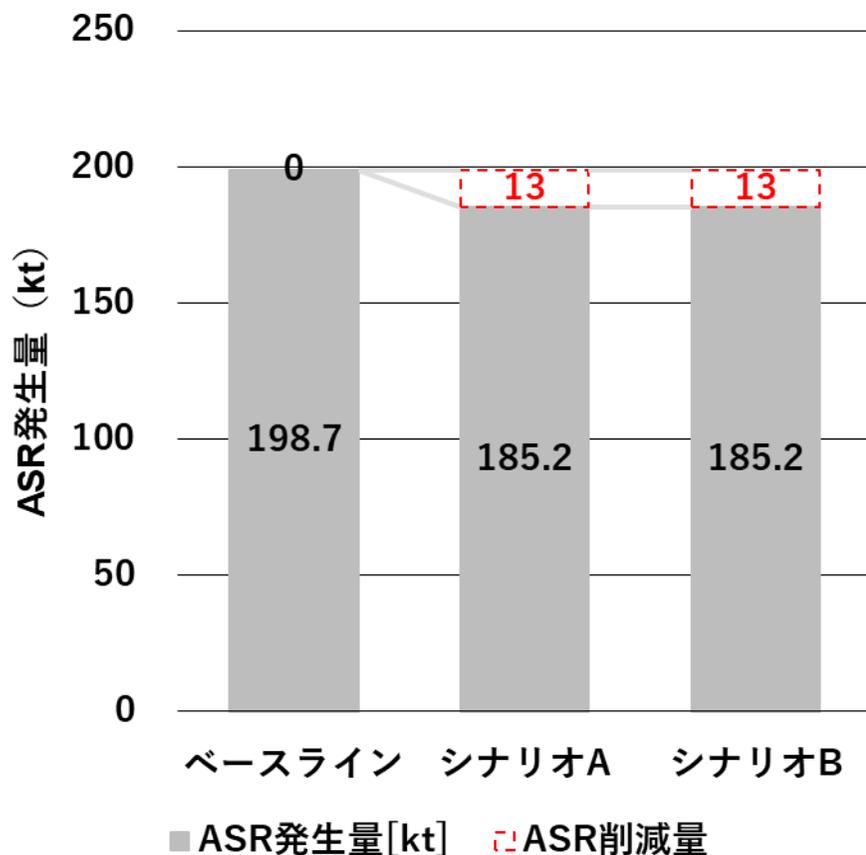


（注）図中の費用以外にも光熱費などがかかると想定されるが今回は除外。詳細な条件は末尾参考資料に整理。解体業者の輸送費は本実証での一次データを用いたため、通常取引価格よりも高く算出されている点に注意。ASR処理料金は資源回収インセンティブ制度で付与される金額の最大値として参考記載

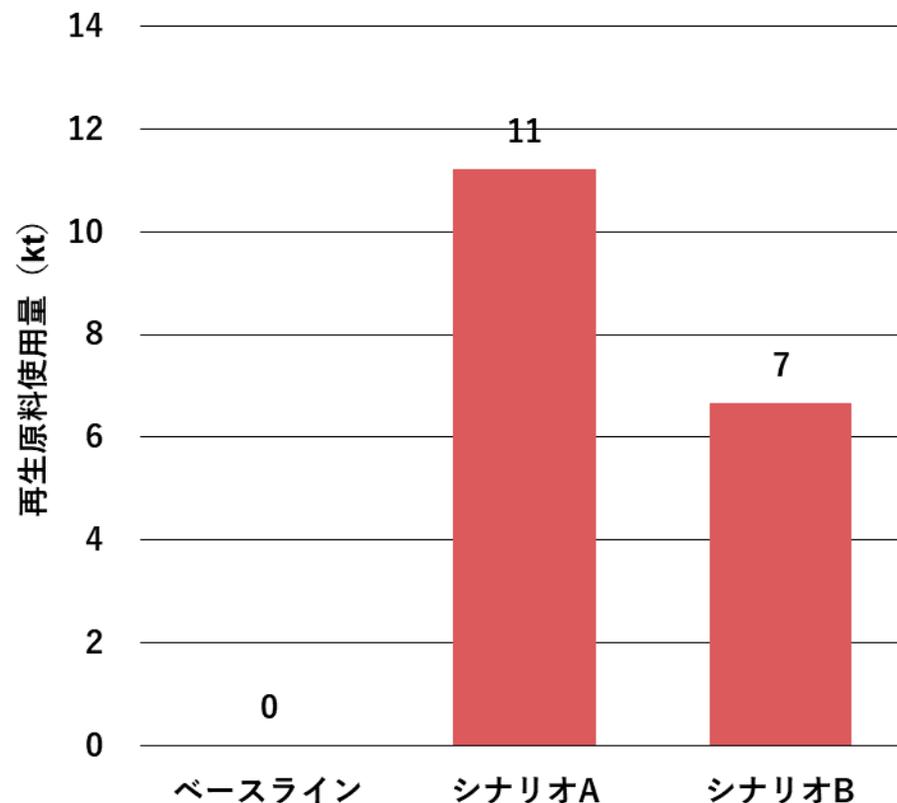
本実証の歩留まり等で事業拡大した場合13kt程度のASR発生抑制の貢献可能性

5.1 採算性の評価 / 5.2 有効性の評価

ASR発生抑制効果



再生原料使用量増加効果



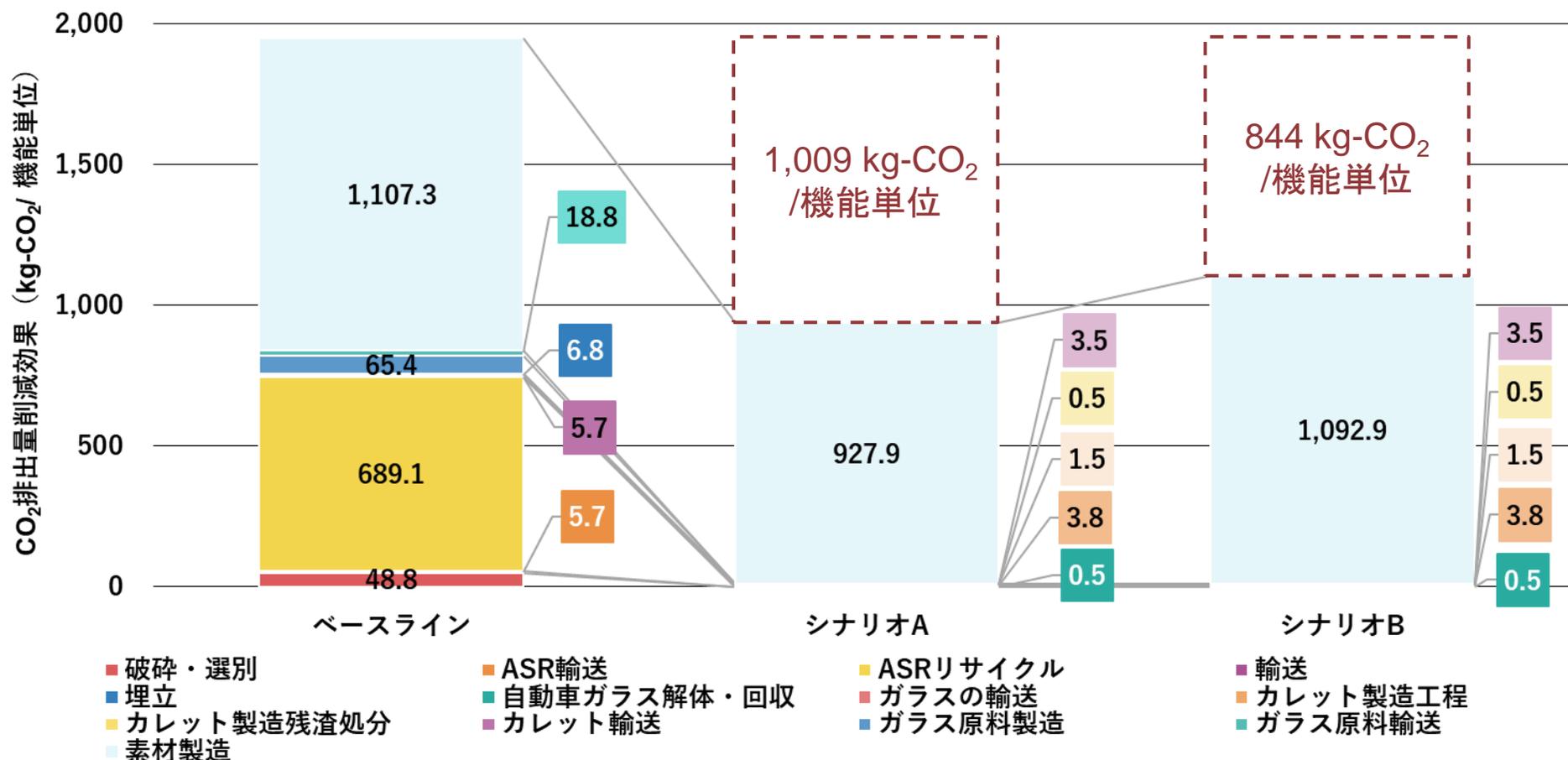
(注)ELV1台当たりのガラス回収量とカレット製造工程時の歩留まりを考慮し、再生原料利用量を算出。関東・中京圏および全国の解体業者が解体するELVのうち91%を回収、一台当たり5.5kg(フロント)/6.3kg(サイド)/2.3kg(リア)を回収することを想定。
なお、ガラス繊維製造時の原料に占めるカレット比率に変化はないものとした。

機能単位あたり0.8~1.0ton程度のCO₂排出削減効果が期待(試算)

5.1 採算性の評価 / 5.2 有効性の評価

- 機能単位: ELV由来ガラス1tonを回収するためのELV処理と、ELV由来ガラス1tonを原料として利用して生産した際に得られる建築用板ガラス/ガラス繊維の製品重量

CO₂排出量削減効果



参考資料

1. 助成事業の計画

事業実施体制

- 板硝子に関する業界団体(一般社団法人板硝子協会:AGC/板硝子/セントラル硝子プロダクツが会員)、解体業に関する業界団体や事業者と連携し、カレットの需要側・供給側双方の観点から品質基準や回収ガイドラインの策定を進める。
- 事業第2年度は広範な解体業者との連携を目指し、一般社団法人日本自動車リサイクル機構と連携する。このうち、板硝子メーカーの工場立地、過去事業参画実績、ELV・工場発生由来の双方のガラスを取り扱うこと等を踏まえて、初年度は株式会社ツルオカ、TREガラス株式会社と連携する。

代表事業者

A 三菱UFJリサーチ & コンサルティング株式会社

■実施事項①～⑤

【実施項目】

- ① 自動車等用途の板ガラス向け再生原料仕様の調査・基準(案)制定
- ② 自動車由来のガラスカレットの品質確認
- ③ 再生原料基準(案)の見直し及び自動車ガラス回収ガイドラインの検討
- ④ コンソーシアム構築に向けたコスト分析・インセンティブ検討
- ⑤ 報告書取りまとめ

共同事業者

B 一般社団法人板硝子協会

■実施事項①～④

再委託
(共同実施)

外注先

C 一般社団法人
日本自動車リサイクル機構

■実施事項②～④

再委託
(外注)

D 株式会社ツルオカ

■実施事項②～④

E TREガラス株式会社

■実施事項②～④

アドバイザー

F 全国板カレット
リサイクル協議会

■実施事項①～④への助言

助言依頼

G 硝子繊維協会

■実施事項①～④への助言

事業実施スケジュール

- 事業初年度、解体業者等2者と連携して、ガラスカレット再生原料に関する基準や回収ガイドラインを策定する。
- 事業第2年度は、連携先の解体業者を6者程度に拡大し、初年度策定した再生原料基準やガイドラインを精査する。
- 事業終了後のコンソーシアム構築に向けて、関東圏・中京圏を対象としたコスト分析を実施する。

調査項目	2024年度（初年度）												2025年度（第2年度）											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
① 自動車ガラスの板ガラス等向け再生原料仕様に関する調査と基準（案）の策定																								
調査・基準（案）策定	→																							
② 自動車由来のガラスカレットの品質確認																								
実施要領策定			→																					
自動車ガラスの回収				→																				
品質確認試験																								
③ 再生原料基準と自動車ガラス回収ガイドラインの検討																								
再生原料基準（案）見直し																								
回収ガイドライン（初版）策定																								
回収ガイドライン（第2版）策定																								
④ コンソーシアム構築に向けたコスト分析																								
コスト分析・検討（2事業者分）																								
コスト分析・検討（6事業者分）																								
⑤ 報告書取りまとめ																								
中間報告（初年度）																								
最終報告（第2年度）																								
⑥ 委員会																								
委員会開催	(1)		(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)			(8)			

参考資料

2. 助成事業の報告

フロント・サイド・リアから計8種類のサンプルを回収

回収対象	サンプル番号	ガラスメーカー	色	UV機能	黒セラ・銀プリント	選別回収結果					
						生産量	粒度別内訳			フィルム	散逸量
							5mm以下	5-10mm	10-100mm		
フロントガラス	①	国内3社	-	-	-	869.50kg	841.50kg	27.70kg	0.30kg	124.60kg	55.00kg
サイドガラス	②	AGC	濃色	-	-	237.20kg	119.10kg	84.10kg	34.00kg	-	0kg
	③	NSG	濃色	-	-	124.70kg	62.40kg	40.00kg	22.30kg	-	0kg
	④	CGP	濃色	-	-	159.70kg	83.50kg	52.10kg	24.10kg	-	0kg
	⑤	国内3社	緑	UV機能あり	-	646.70kg	281.50kg	270.30kg	94.90kg	-	0kg
	⑥	国内3社	緑	UV機能なし	-	102.20kg	49.70kg	32.70kg	19.80kg	-	0kg
	⑦	国内3社	無色	-	-	0.00kg	0.00kg	0.00kg	0.00kg	-	0kg
	⑧	国内3社	その他	-	-	0.00kg	0.00kg	0.00kg	0.00kg	-	0kg
リアガラス	⑨	国内3社	-	-	なし	3.10kg	2.90kg	0.20kg	0.00kg	-	0kg
	⑩	国内3社	-	-	あり	450.20kg	298.50kg	145.30kg	6.40kg	-	4.10kg

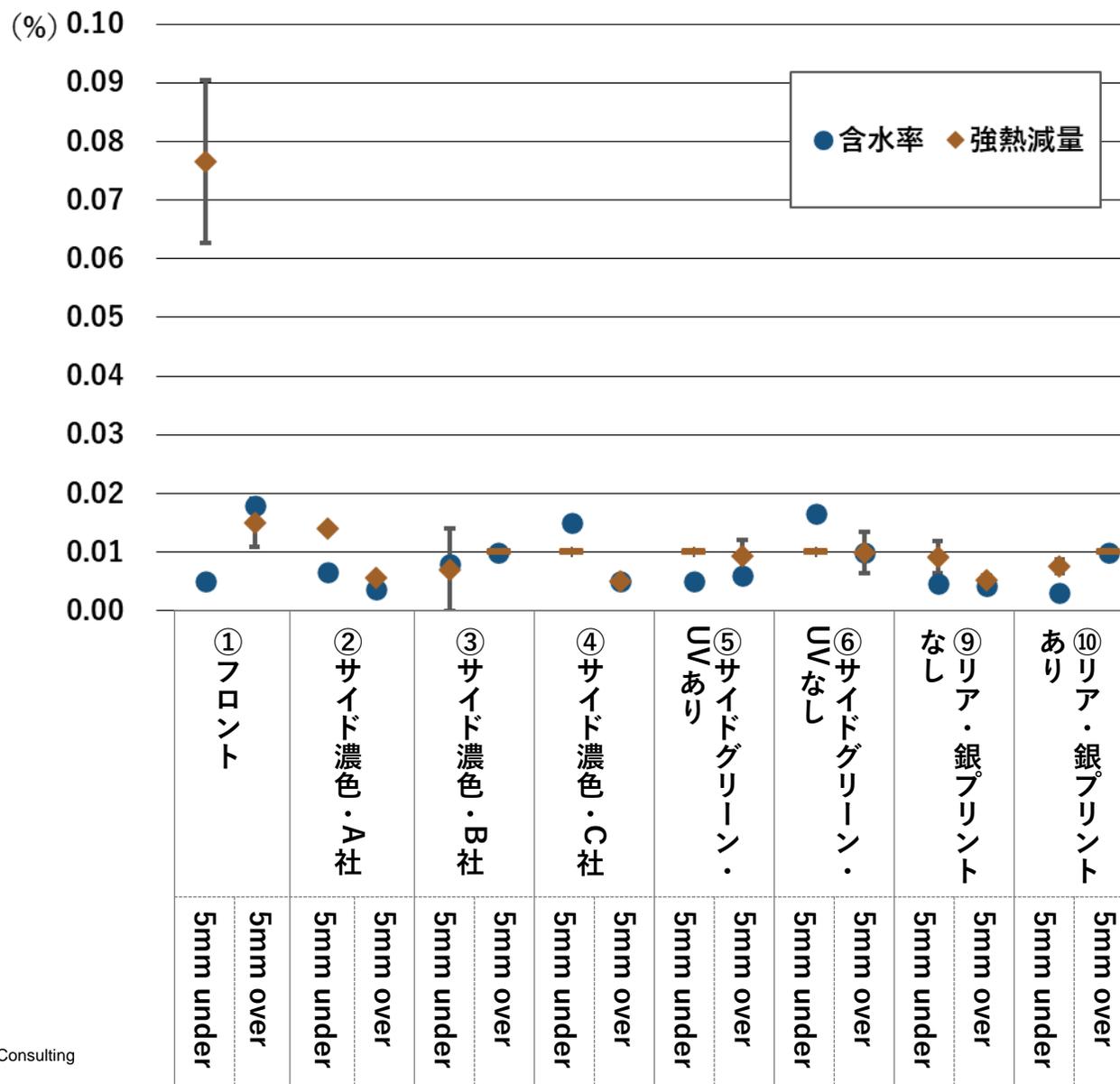
サンプル分析結果(詳細)

サンプル	水分率 (%)	強熱減量 (%)	分析結果 (wt%)										濃度 (g/kg)					
			Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	O*	Ag	Ni	Cr	Ce	Co	
当初品質基準案	3	0.01	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0.001	-	0	0	0	0	0
①合わせ	～5mm	0.005	0.077	9.64	2.36	0.91	33.28	0.07	0.66	6.07	0.04	0.37	46.48	<0.001	0.003	0.007	1.010	0.003
	5mm～	0.018	0.015	10.02	2.43	0.95	32.18	0.08	0.73	6.87	0.05	0.46	45.82	<0.01	0.011	0.005	-	<0.01
②濃色	～5mm	0.007	0.014	10.06	2.74	0.98	31.93	0.09	0.52	6.70	0.03	0.89	45.87	0.010	0.014	0.032	-	0.197
	5mm～	0.004	0.006	9.57	2.66	0.95	33.10	0.08	0.46	5.88	0.03	0.74	46.54	<0.001	0.002	0.038	0.029	0.180
③濃色	～5mm	0.008	0.007	10.34	2.42	0.53	32.26	0.08	0.47	6.72	0.03	1.12	45.80	<0.01	0.303	<0.005	-	0.147
	5mm～	0.010	<0.01	11.13	2.45	0.44	32.57	0.08	0.33	6.05	<0.06	1.10	46.05	<0.002	0.253	0.004	0.130	0.140
④濃色	～5mm	0.015	<0.01	10.39	2.71	0.93	32.26	0.08	0.39	6.00	<0.06	0.84	45.93	<0.002	0.004	0.049	0.037	0.180
	5mm～	0.005	0.005	9.99	2.74	0.96	32.02	0.09	0.48	6.66	0.03	0.87	45.90	0.010	0.013	0.042	-	0.197
⑤UVグリーン	～5mm	0.005	<0.01	11.13	2.21	0.86	32.26	0.04	0.47	5.88	0.14	0.63	45.71	<0.002	0.003	0.004	8.833	<0.002
	5mm～	0.006	0.009	10.09	2.29	0.84	32.82	0.04	0.51	5.71	0.18	0.53	45.95	<0.001	0.003	0.004	9.220	0.001
⑥ノーマルグリーン	～5mm	0.017	<0.01	10.63	2.57	0.90	32.26	0.07	0.50	5.88	0.08	0.49	45.75	<0.002	0.004	0.005	4.967	0.003
	5mm～	0.010	0.010	10.04	2.49	0.95	31.97	0.06	0.61	6.53	0.13	0.51	45.52	<0.01	0.018	<0.005	5.588*	<0.01
⑨銀なし	～5mm	0.005	0.009	9.50	2.49	0.90	33.10	0.07	0.67	6.37	0.04	0.37	46.41	<0.001	0.003	0.005	0.265	0.005
	5mm～	0.004	0.005	9.40	2.53	0.93	33.19	0.07	0.63	6.30	0.04	0.36	46.50	<0.001	0.003	0.006	0.207	0.004
⑩銀有り	～5mm	0.003	0.008	10.14	2.60	0.93	31.94	0.08	0.57	6.61	0.05	0.89	45.75	0.110	0.086	0.035	-	0.147
	5mm～	0.010	<0.01	11.13	2.69	0.92	32.26	0.08	0.36	6.00	<0.06	0.86	46.17	0.035	0.009	0.046	0.040	0.183

(注) NaからFeまではFP法を用いているため参考値であることに注意(酸化物態から元素単体に換算したものを記載)

(注) * XRFで測定してFP法を用いて定量

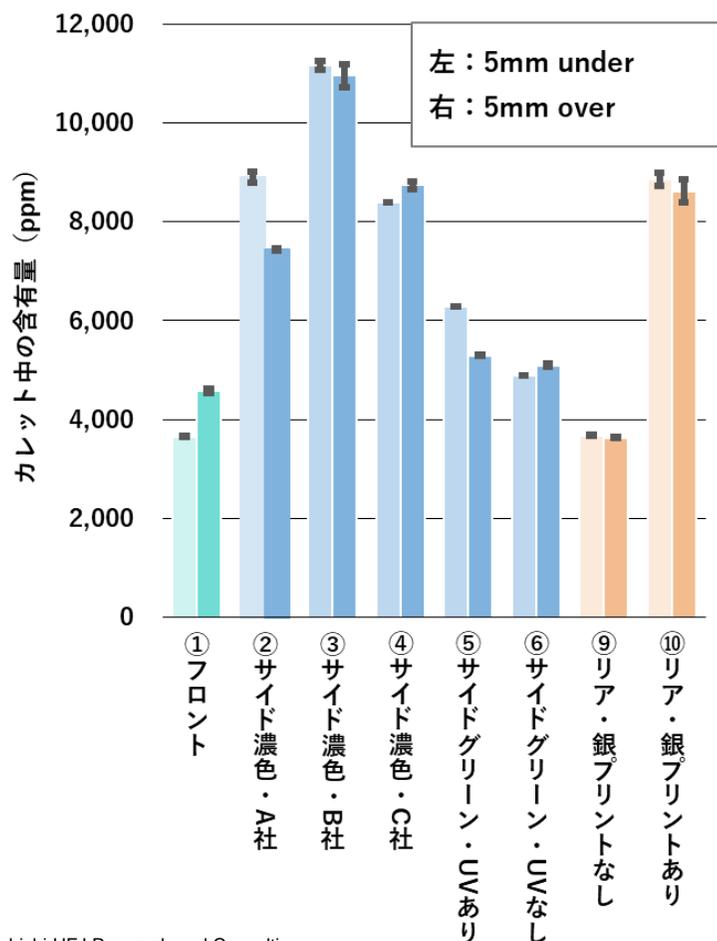
サンプル分析結果(詳細): 強熱減量分析



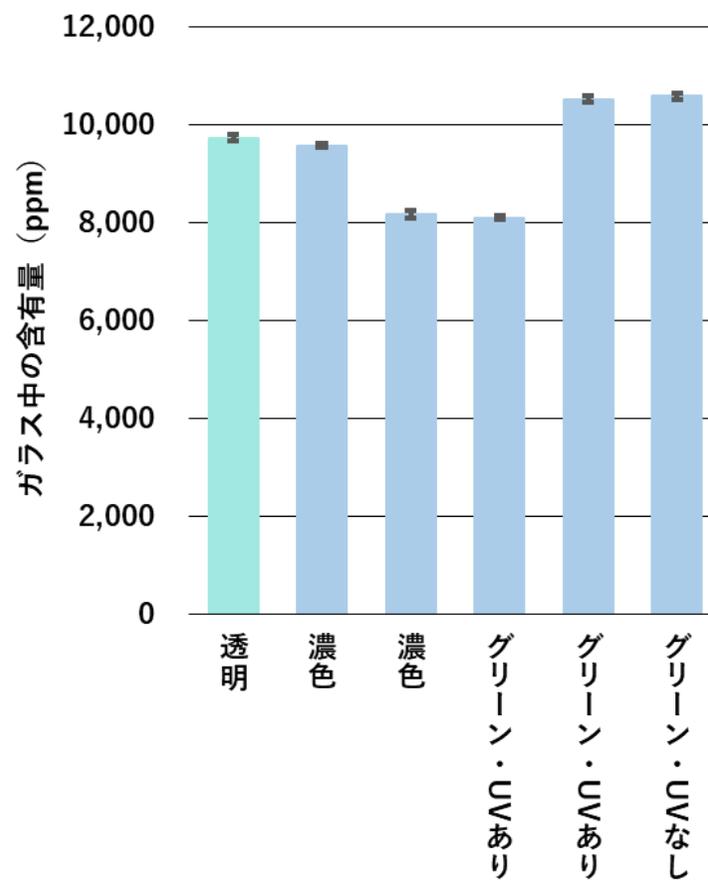
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Al)

- 濃色ガラスやリアガラスに約9,000ppm～約11,000ppm含まれていた。
- 予備試験結果(新製品)と比較してもさほど大きな成分値の差はみられなかった。

本試験結果



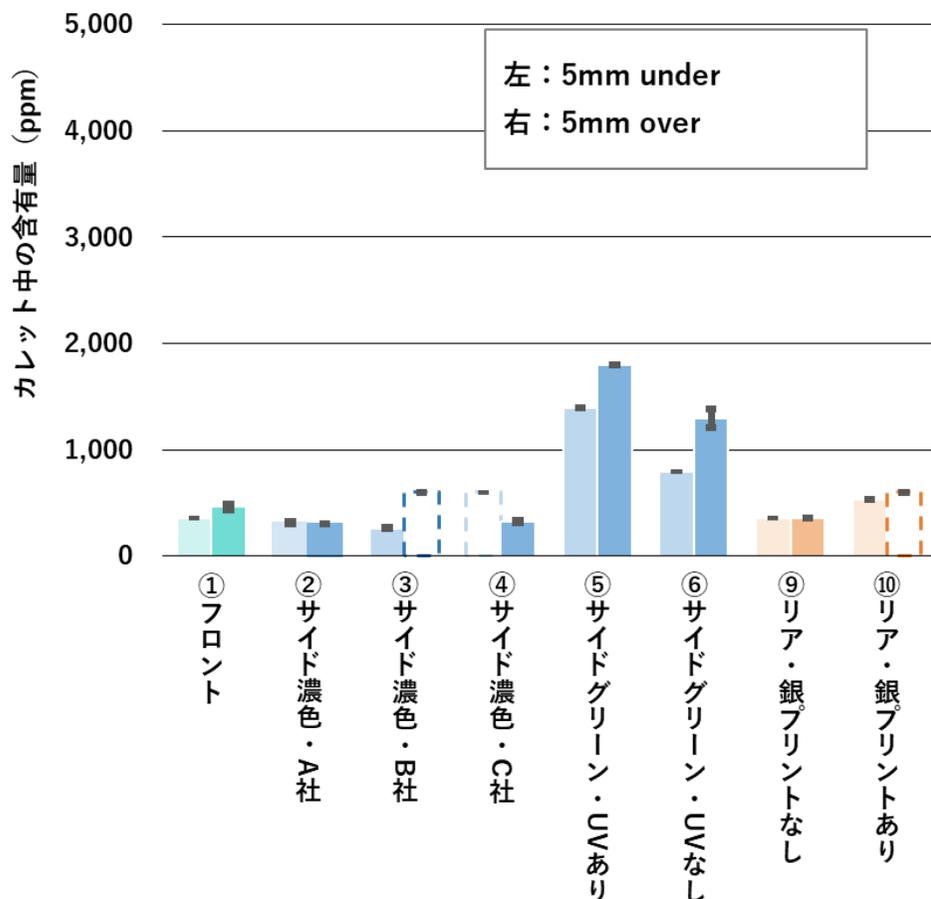
予備試験結果(板ガラス製品)



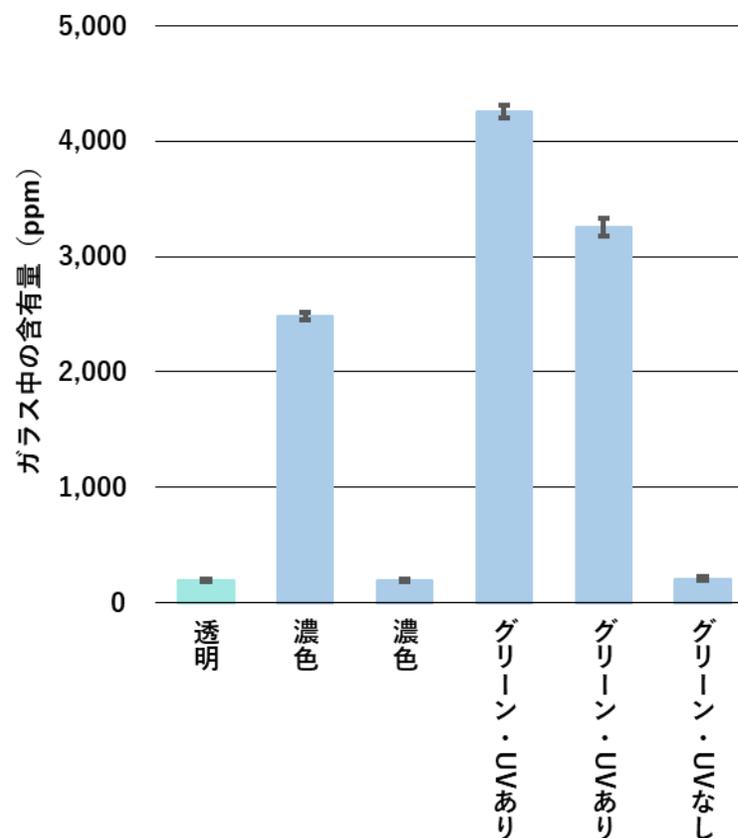
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Ti)

- グリーンガラスにおける含有量が多い傾向が確認された。
- 予備試験結果(新製品)と比較すると、ノーマルグリーンの含有量が高い傾向にある。

本試験結果



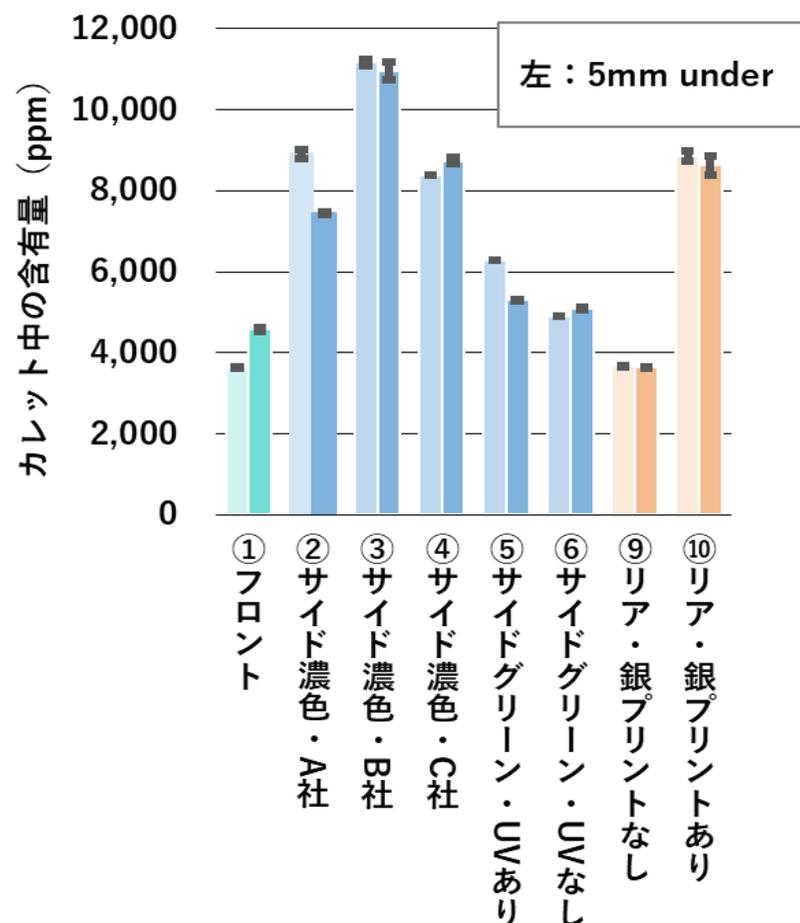
予備試験結果(板ガラス製品)



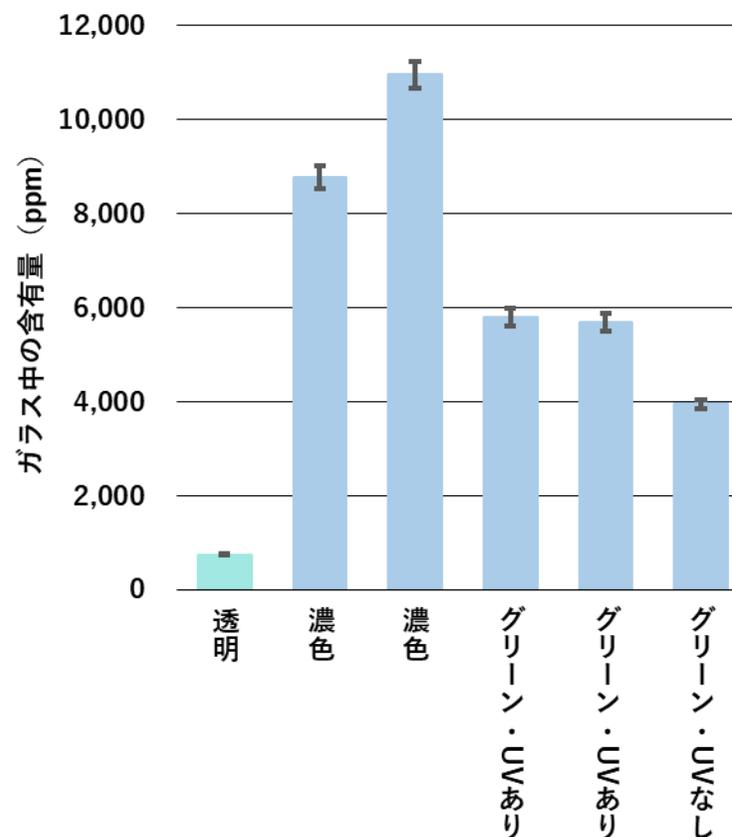
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Fe)

- 鉄は透明に近いフロントガラス(①)や銀プリントなしのリアガラス(⑩)以外の含有量が多い。
- 予備試験結果(新製品)と比較してもさほど大きな成分値の差はみられなかった。

本試験結果



予備試験結果(板ガラス製品)



ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Ag)

- Agは銀プリントありのリアガラスの分析値が高いことが確認された。その他は定量下限がほとんどであった。なお、Agは基本的に新製品に含まれないため、予備試験とは比較せず。

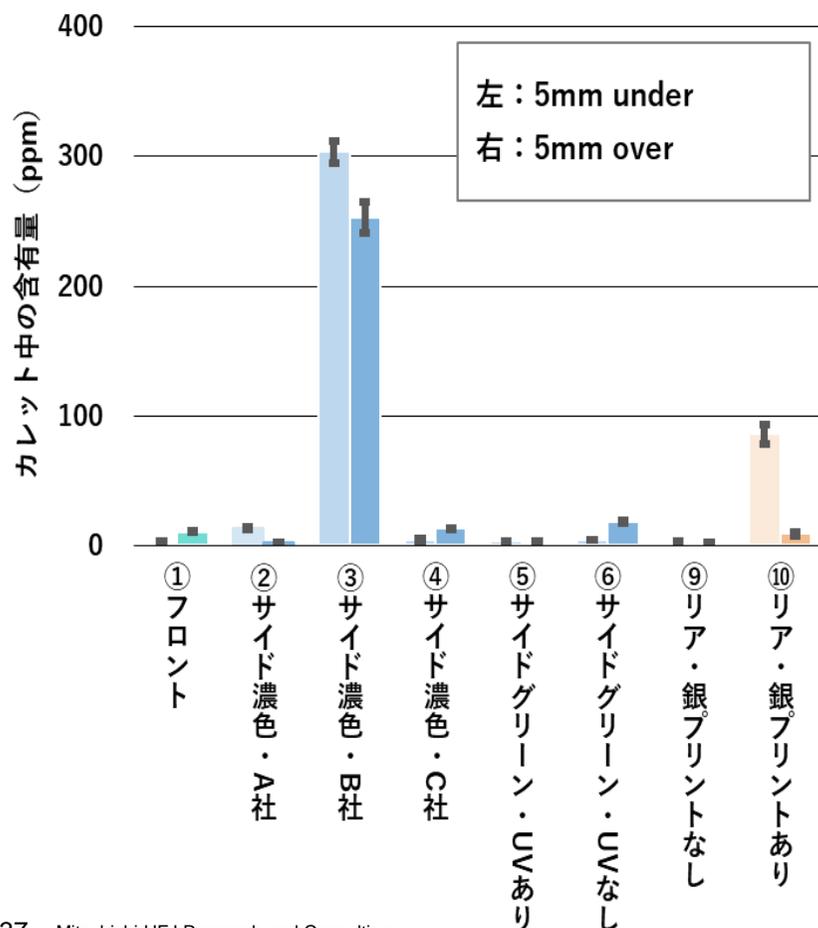
本試験結果



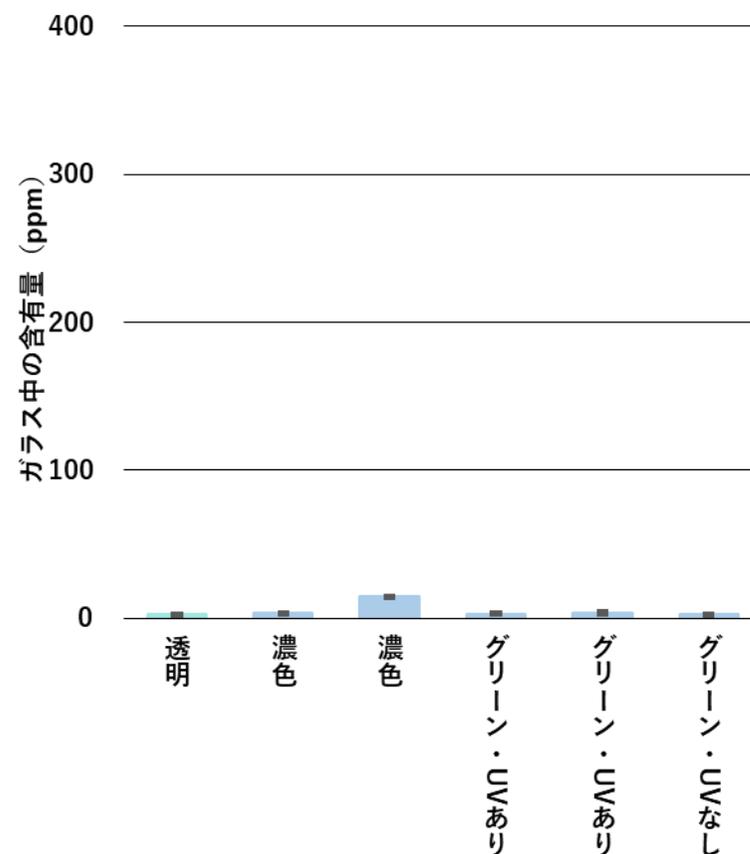
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別: Ni)

- Niは特定ガラスメーカーの濃色ガラス(③)のサンプルにのみ含まれていた。
- 予備試験ではいずれも数~十数ppmオーダーであった。

本試験結果



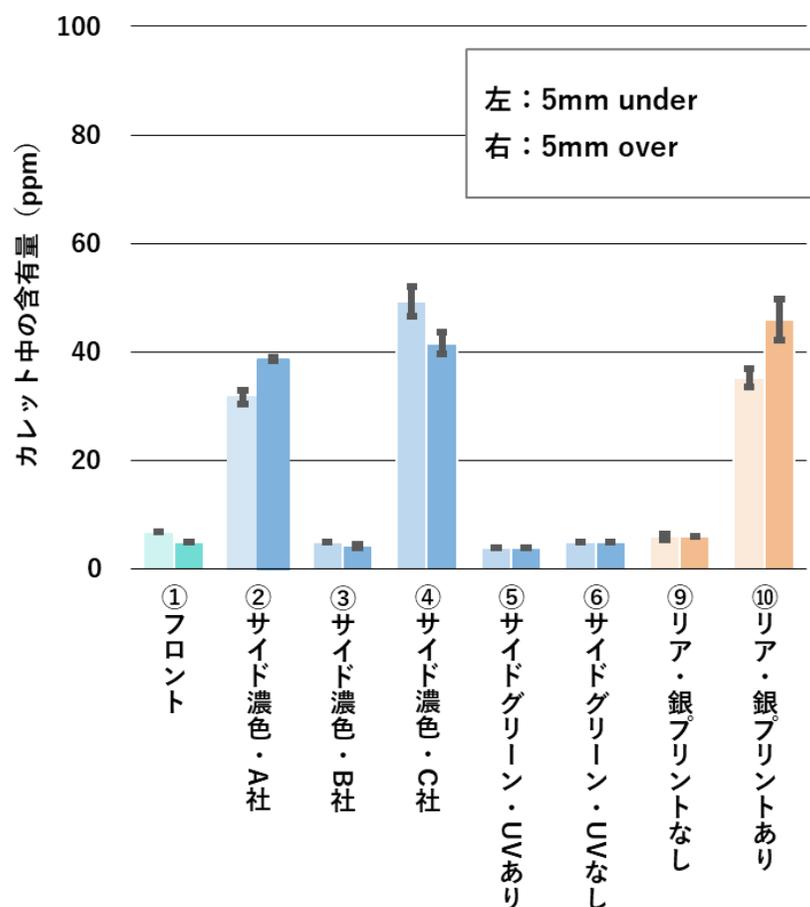
予備試験結果(板ガラス製品)



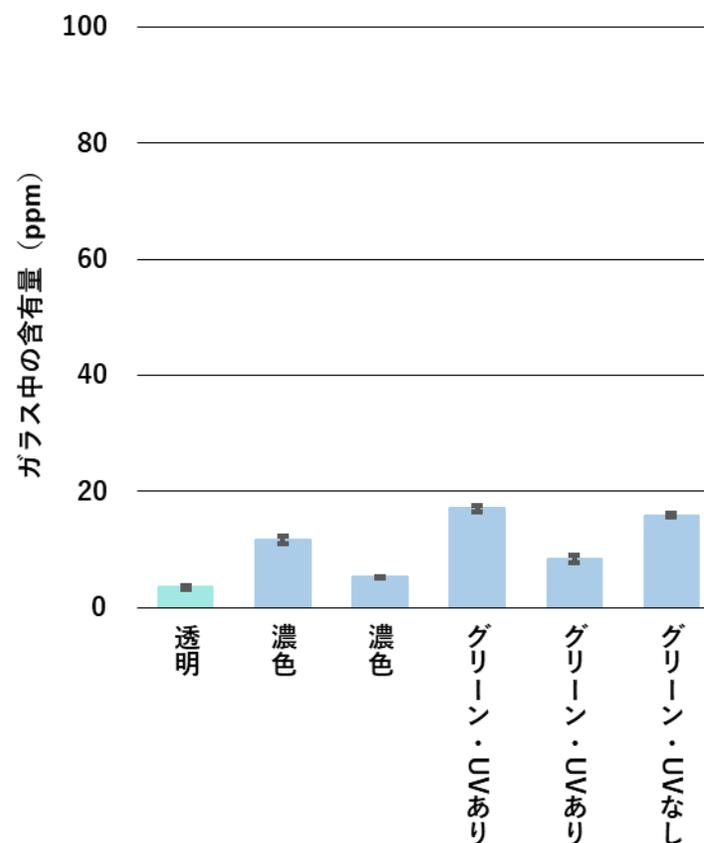
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Cr)

- Crは特定ガラスメーカーの濃色ガラス(②、④)及びリアガラスの含有量が多い。
- 予備試験ではいずれも20ppm以下であり、本試験のほうが若干成分値が大きく出ている。

本試験結果



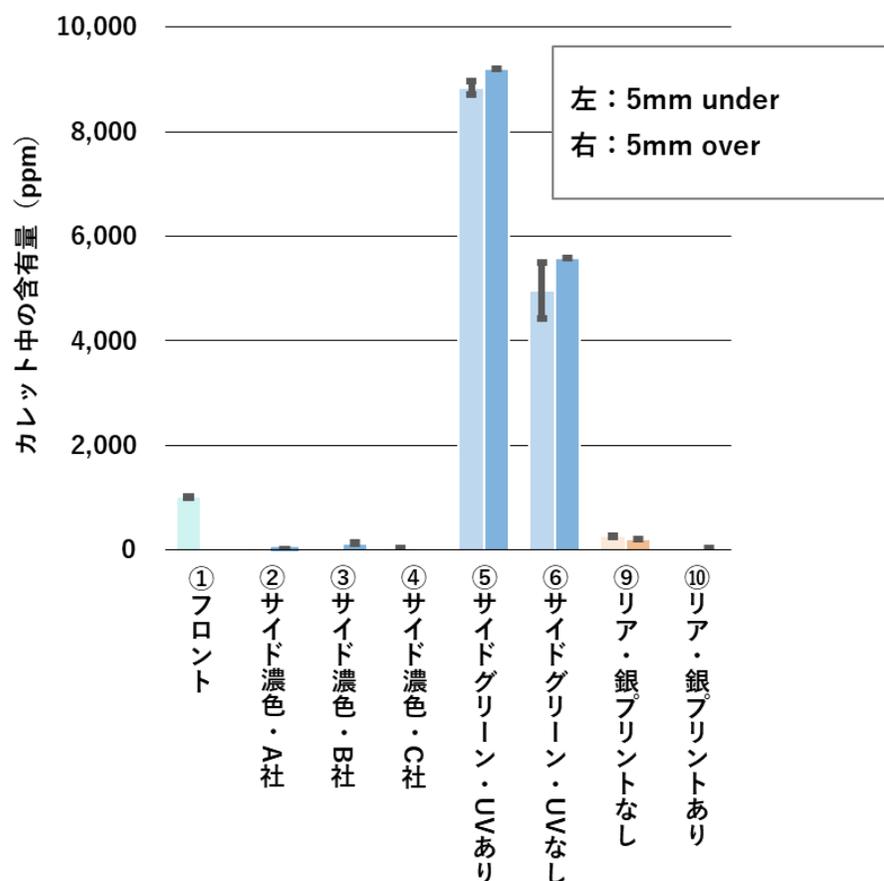
予備試験結果(板ガラス製品)



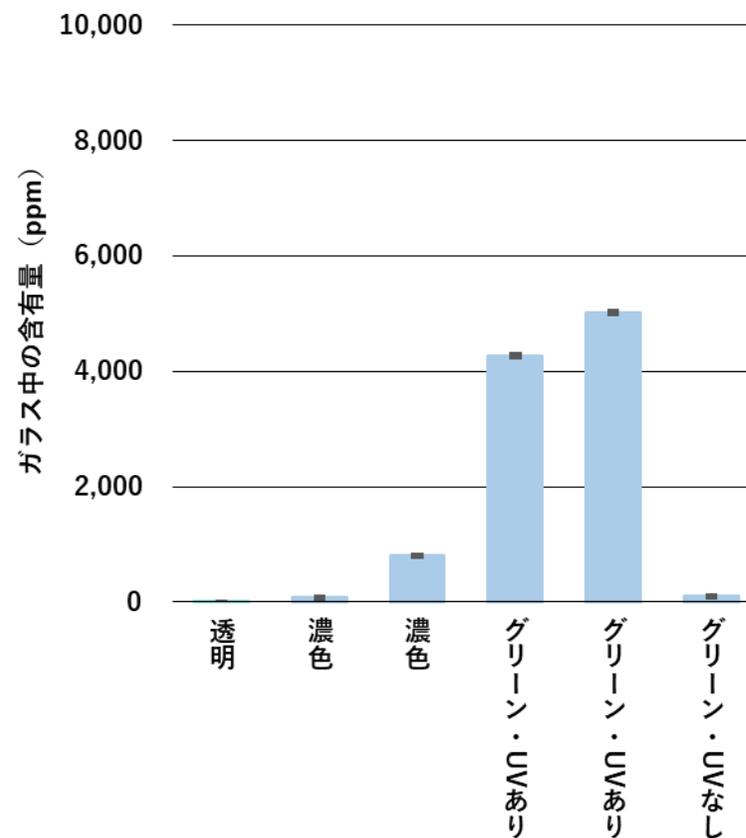
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Ce)

- CeはUVカットガラス(⑤)に約9,000ppm含まれ、グリーンガラス(⑥)にも約5,000ppm含まれていることが確認された(UVガラスがノーマルグリーンに混入していた可能性)。

本試験結果



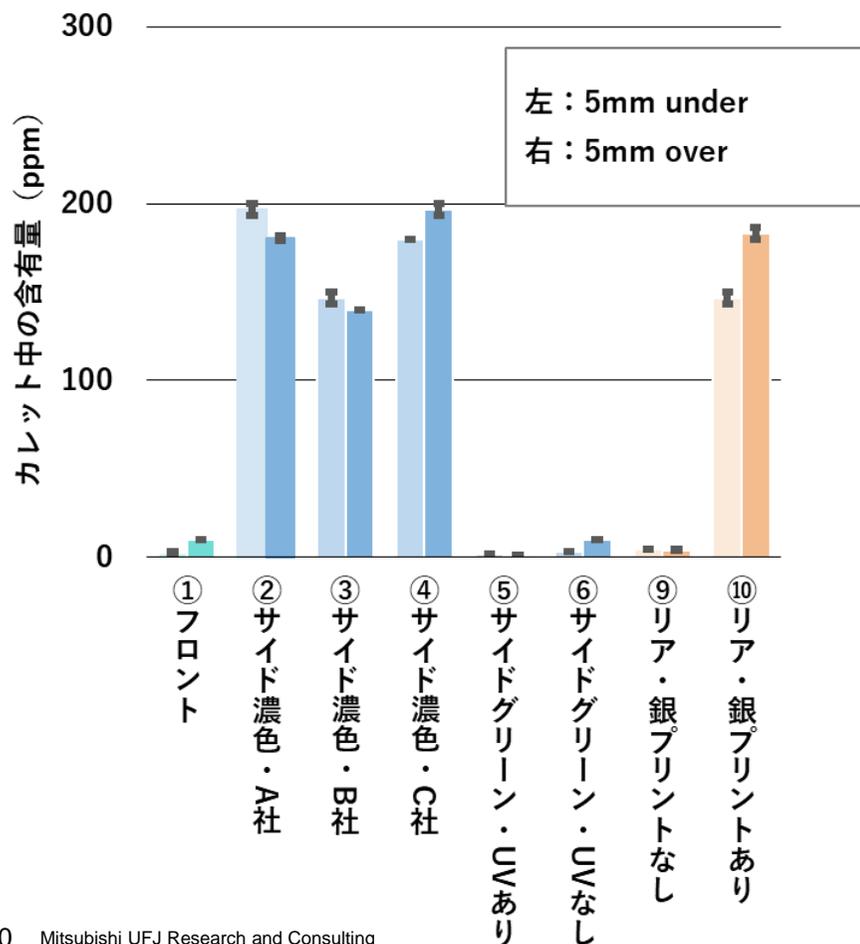
予備試験結果(板ガラス製品)



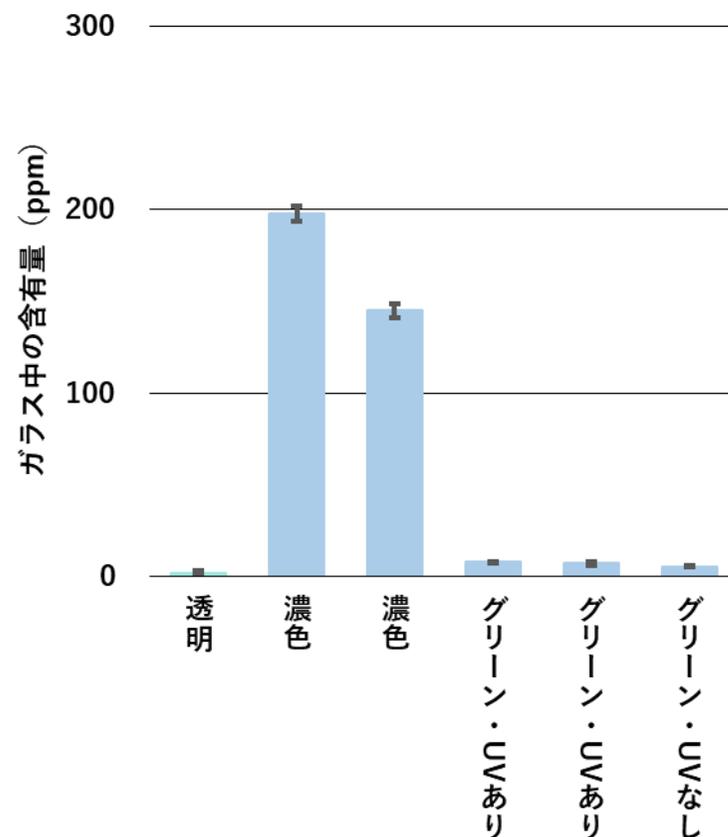
ELV由来ガラスカレットの分析結果(元素別:Co)

- Coはサイドの濃色ガラス(②、③、④)及び銀プリントありのリアガラス(⑩)に含まれていた。
- 予備試験結果(新製品)と比較してもさほど大きな成分値の差はみられなかった。

本試験結果



予備試験結果(板ガラス製品)



品質基準は分析(評価)方法と対応した表現・数値に改訂

項目	当初案	改定案	備考
粒度	5mm以上～100mm以下	X mm以上～100mm以下	(数値調整中)
水分	3.0%以下	3.0%以下	(不変)
Ni	0 g/ton	異物検査: Niを含む鋼材などが確認されないこと	(成分分析に関する水準の記載有無・記載する場合の値は継続検討課題)
非鉄	0 g/ton	異物検査: 確認されないこと (Ag,Ce,Cr,Co,Tiなどを含む異物を想定)	(成分分析に関する水準の記載有無・記載する場合の値は継続検討課題) ※Ag,Ce,Cr,Co,Tiなどを想定
Fe	1mm未満 10 g/ton未満 1mm以上 0 g/ton	異物検査: 鉄粉や鉄塊が確認されないこと	(成分分析に関する水準の記載有無・記載する場合の値は調整中)
CSP	0 g/ton	異物検査: 確認されないこと	(不変)
結晶化ガラス	0 g/ton	異物検査: 確認されないこと	(不変)
有機物	10mm未満 100 g/ton未満 10mm以上 0g/ton	異物検査: 10mm未満 100 g/ton未満 10mm以上 確認されないこと	フロントガラスからの中間膜分離可能性は継続検討
その他	0g/ton	異物検査: 確認されないこと	(混入量に関する水準は継続検討課題) 他分類のガラス X g/ton以下 黒セラ含有ガラス X g/ton以下 瓶ガラス X g/ton以下 PVガラス X g/ton以下
総数	10g/ton以下 (有機物以外)	異物検査: 10g/ton以下 (有機物以外)	

保管や輸送時、十分にガラスを管理できたため今回の方法をもとにガイドライン具体化

項目	内容
器具・装置	<ul style="list-style-type: none">● ガラスの回収やカレットの製造に使用する器具・装置には、AlやNiを含む材料が使用されていないことを確認すること。● ガラス回収やカレット製造を行う前には、清掃や洗浄を徹底すること。
保管	<ul style="list-style-type: none">● 回収したガラスやカレットが接触する容器や場所(床面、擁壁など)には、AlやNiを含む材料を使用しないこと。● 設備の新設や改造、工程変更を行う際には、上記の確認を行う内部ルールが策定されていること。● 保管状態でのコンタミネーションが生じないよう、保管場所ごとの間仕切りが徹底されていること。間仕切りに欠損や隙間がないことを定期的に確認すること。● 回収容器や保管容器には、不純物となりうるもの(他の素材、異種ガラス、陶磁器・砂利など)が混ざらないよう、清掃を徹底していること。● 保管してあるガラスやカレットがどの種類かわかるよう、明確に識別できるようにしておくこと。● 回収したガラスやカレットは可能な限り屋内や屋根がある箇所に保管し、屋外に保管せざるを得ない場合には、土埃などの混入に注意するほか、水抜きができるようになっていること。
輸送	<ul style="list-style-type: none">● 回収したガラスやカレットの輸送時には、アルミニウムやニッケルを含む材料を使用していない輸送容器を活用すること。● フレコンなどを用いて輸送する際には、輸送中に袋が破けるなどして、異種のガラスやカレットが混ざらないように注意のうえ、梱包などを行うこと。● 他の素材と合積みする場合には、他の素材が混入しないように管理すること。

一部混在はあったが、サイドを念頭に本実証手法に基づきガイドライン具体化(暫定)

項目	内容
対象物の管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動車以外の素材や、自動車ガラス以外のガラス(瓶、太陽光パネルなど)が混ざらないように分別・管理がされていること。 ● 解体対象とするガラスは、以下の板ガラスメーカーとすること。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ AGC株式会社 ➢ 日本板硝子株式会社 ➢ セントラル硝子プロダクツ株式会社
解体 (ガラス回収) 作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 土埃などが混入しないよう、可能な限り屋内で回収作業を行うこととし、難しい場合には、粉塵・砂利が混入しないよう注意のうえで回収作業を行うこと。 ● フロントガラス、サイドガラス、リアガラスは、以下の7通りにて回収すること。識別の誤りが生じないように、事前にマーキングしておくことを推奨する。この際には、ガラス本体ではなく、車体に記入すること。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ フロントガラス ➢ サイドガラス①: グリーン(UVあり)※UVマークで識別 ➢ サイドガラス②: グリーン(UVなし)※UVマークで識別 ➢ サイドガラス③: 濃色(AGC株式会社)※Mマークで識別 ➢ サイドガラス④: 濃色(日本板硝子株式会社)※Mマークで識別 ➢ サイドガラス⑤: 濃色(セントラル硝子プロダクツ株式会社)※Mマークで識別 ➢ リアガラス ● ガラス回収時には、可能な限り、センターバイザー(黒セラ)、車検シール、アンテナ、その他ステッカーなどが含まれないように切断・破碎・回収すること。 ● 解体時には、破碎したガラスが飛び散らないように袋などを使用することを推奨する。複数のガラスを対象に同一の袋を使用することは構わないが、ガラスが残存しないように注意すること。
保管	<ul style="list-style-type: none"> ● 回収した7通りのガラスは、それぞれ混在しないように保管すること。

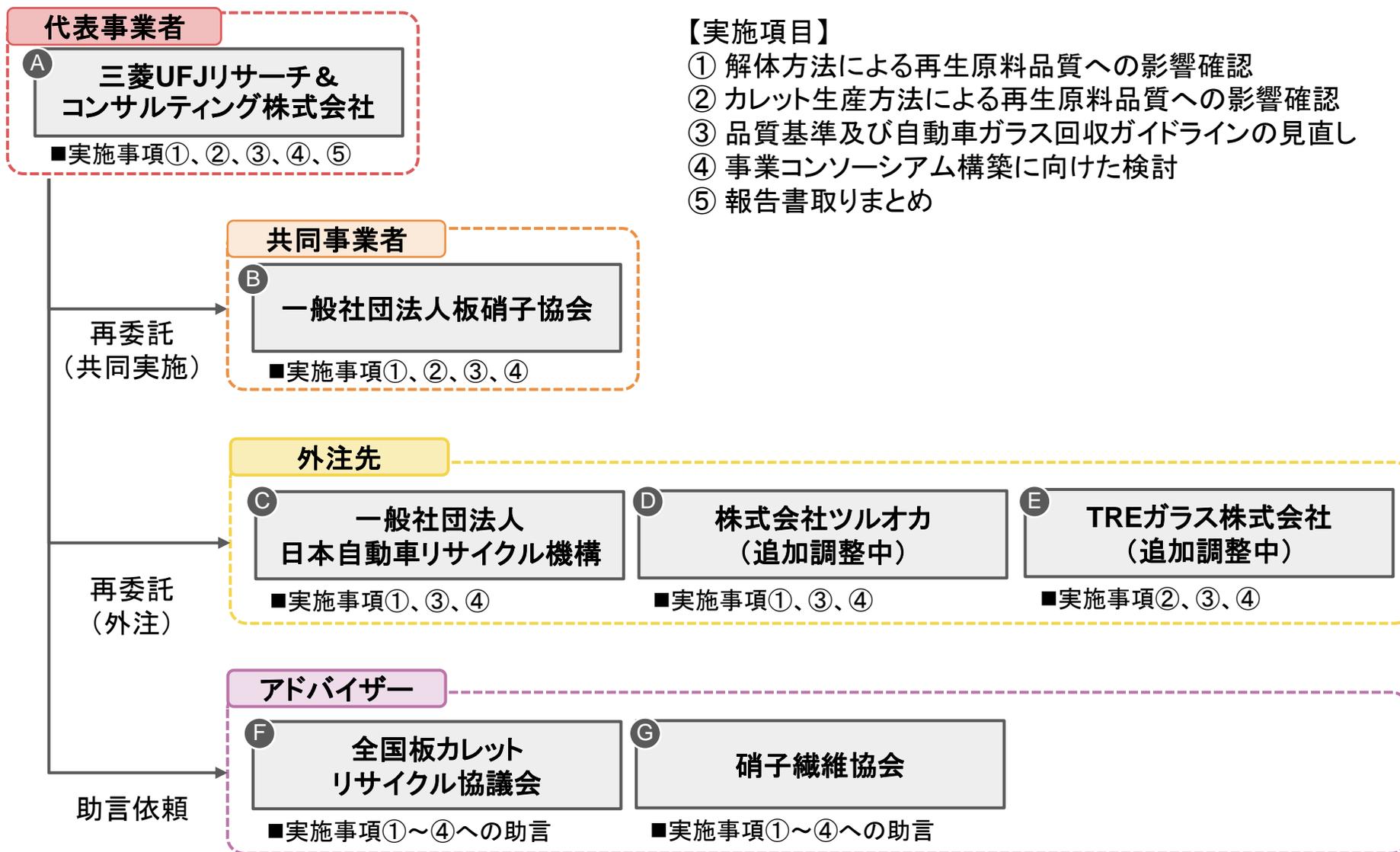
フロント・リアでは、選別方法や洗浄手法に関する追加検討が必要(暫定)

項目	内容
対象物の管理	<ul style="list-style-type: none">● 自動車以外のガラス(瓶、太陽光パネルなど)が混ざらないように分別・管理がされていること。● 解体業者から送付されてきた以下7通りのサンプルが、それぞれ混在しないように管理すること。<ul style="list-style-type: none">➢ フロントガラス➢ サイドガラス①: グリーン(UVあり)➢ サイドガラス②: グリーン(UVなし)➢ サイドガラス③: 濃色(AGC株式会社)➢ サイドガラス④: 濃色(日本板硝子株式会社)➢ サイドガラス⑤: 濃色(セントラル硝子プロダクツ株式会社)➢ リアガラス
破碎・選別(カレット化)	<ul style="list-style-type: none">● ガラスを破碎・選別する前には、設備(コンベアを含む)を入念に清掃すること。● 瓶ガラスや太陽光パネルなど、その他のガラスが混入しないようにすること。可能な限り、同一のラインで異なるガラス(瓶ガラスや太陽光パネルガラス)を処理しないこと。同一ラインで処理せざるを得ない場合には、試料を投入する前に、ラインの共洗いなどを行うこと。● フロントガラスの破碎等の工程に伴って、鉄粉や鉄塊が混入する恐れがあるため、これを除去可能な磁選機を設置することを推奨する。● シールやフィルムが付着しているガラスを分離できるよう、概ね10mm程度の篩を用意し、これらがカレット側に混入しないよう選別する。● 破碎・選別工程で飛散などしたガラスの粉などは、適切に分別処理していること。こうしたガラスの粉などが、回収容器や保管場所に混入しないように管理すること。
保管	<ul style="list-style-type: none">● 生産したカレットは、それぞれ混在しないように保管すること。

参考資料

3. 今後の事業計画

各団体・企業メンバーと連携した取り組みを継続（一部、調整中）



解体・カレット生産方法による品質への影響確認を踏まえたスケジュールに見直し

調査項目	2024年度（初年度）												2025年度（第2年度）											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
① 自動車ガラスの板ガラス等向け再生原料仕様に関する調査と基準（案）の制定																								
調査・基準（案）策定																								
② 自動車由来のガラスカレットの品質確認																								
実施要領策定																								
自動車ガラスの回収																								
解体方法による再生原料品質への影響確認																								
カレット生産方法による再生原料品質への影響確認																								
品質確認試験																								
③ 再生原料基準と自動車ガラス回収ガイドラインの検討																								
再生原料基準（案）見直し																								
回収ガイドライン（初版）策定																								
回収ガイドライン（第2版）策定																								
④ コンソーシアム構築に向けたコスト分析																								
コスト分析・検討（2事業者分）																								
事業コンソーシアム構築に向けた検討																								
⑤ 報告書取りまとめ																								
中間報告（初年度）																								
最終報告（第2年度）																								
⑥ 委員会																								
委員会開催		(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)								

実施内容の微修正に伴って金額を精査(実績は若干の変更可能性あり)

費目	初年度 (当初)	初年度 (実績)	第2年度 (総額:28.4百万円)	当初からの変更理由・見直し要因
人件費	9,900千円	9,900千円	9,500千円	(変更見込みなし)
諸謝金	80千円	0千円	80千円	初年度は外部有識者を委員会招致せず。次年度、選別等に関する有識者(学識者、選別機器メーカーなど)に対する謝金発生の可能性あり。
旅費	20千円	20千円	200千円	(変更見込みなし(連携先社数は減少する可能性があるが、訪問回数が増加すると想定されるため))
印刷 製本費	30千円	0千円	30千円	(成果報告書の印刷有無に応じて計上)
外注費	7,300千円	7,300千円	9,800千円	連携する解体業者やカレット業の社数は、当初(6社)まで拡大しない可能性はあるものの、1社あたりの処理量を増やして複数パターンでの実証を行う可能性があるため、総額は不変。
共同 実施費	8,100千円	8,100千円	8,800千円	(特段の変更見込みなし(分析点数等の大きな変更はないと想定されるため))

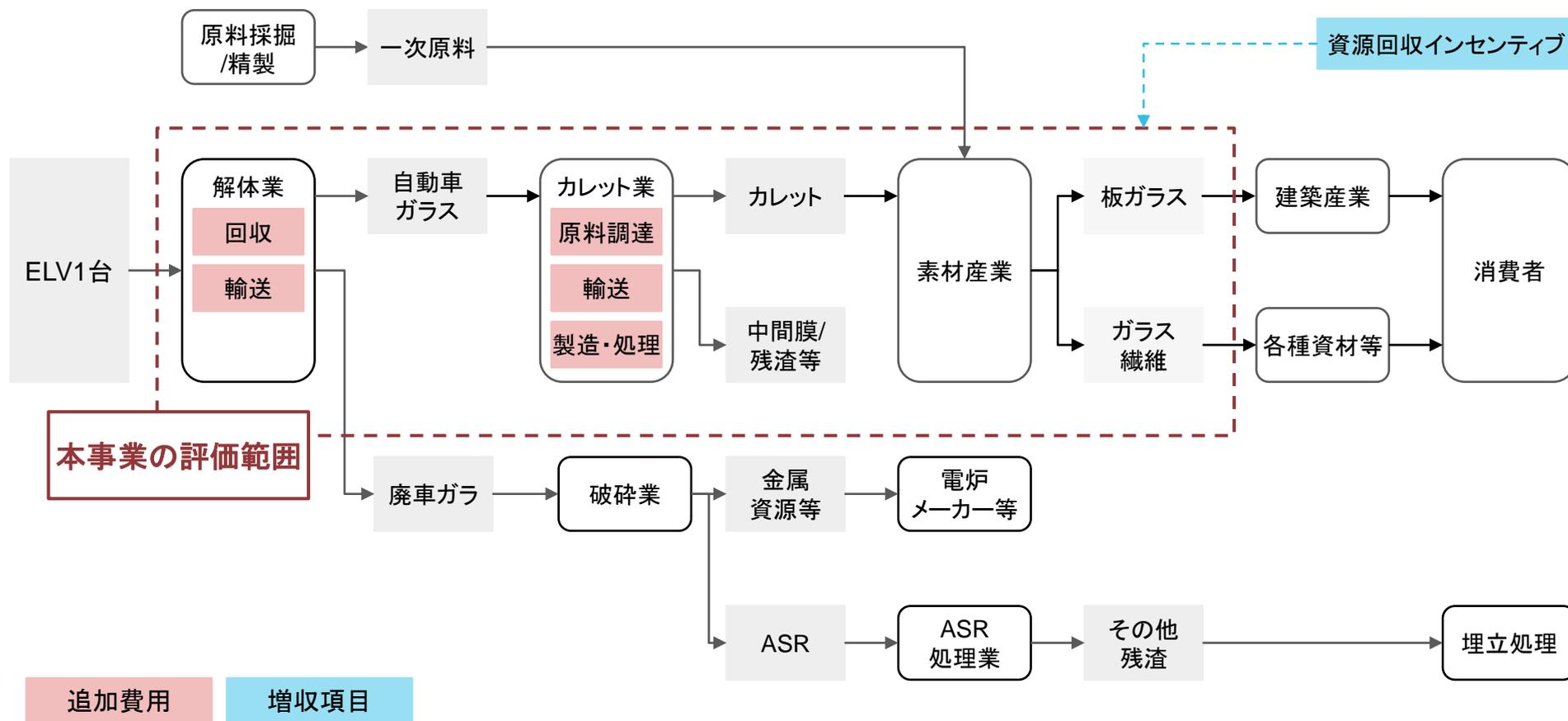
参考資料

5. 事業の評価

評価対象範囲と算定項目について(コスト分析)

- 解体業・カレット業・素材産業(板ガラス・ガラス繊維)から構成されるコンソーシアムを想定した。
- 自動車ガラスのリサイクルにより、コンソーシアム全体で発生する費用と期待される増収項目を整理した。
(2026年から導入される資源回収インセンティブ制度を活用することを念頭に置いている)

評価対象範囲及び対象とした算定項目



(参考)コスト分析に必要なデータ項目

■ 前提条件

- ELVからフロントガラス・リアガラス・サイドガラスを回収
- カレット製造時に得られる中間膜と銀は埋め立て処理
- カレット原料は全て板ガラス製造もしくはガラス繊維製造に投入

■ 対象データ

事業者	収支	データ項目	使用するデータ分類		備考
			対象	対象外	
解体業者 (ツルオカ)	支出	作業に係る人件費	●		
		消耗費	●		ガラスカッター刃
		工具機具備品	●		ガラスカッター本体・集塵機
		輸送費	●		ツルオカ-TREガラス
		光熱費		●	工具使用時の電気料金等
		その他販売・一般管理費等		●	土地の取得、設備投資等は無し
	収入	ガラスの売上		●	
		ダスト引き増収(ASR削減益)		●	破碎削減費+ASR輸送削減費
		資源回収インセンティブ	●		ASR処理費用をもとに仮設定
カレット製造業者 (TREガラス)	支出	ガラス購入費		●	
		輸送費		●	TREガラス-板ガラスメーカー
		工程発生残渣の処理費	●		
		作業に係る人件費等		●	追加作業は考慮しない
		その他販売・一般管理費等		●	設備投資等は無し
	収入	カレットの売上		●	
板ガラスメーカー/ ガラス繊維メーカー	支出	カレットの購入費		●	
	収入	一次原料調達削減益		●	
		カレット投入によるエネルギー削減分		●	影響は軽微として算定除外
		価格プレミアム		●	再生材利用による付加価値

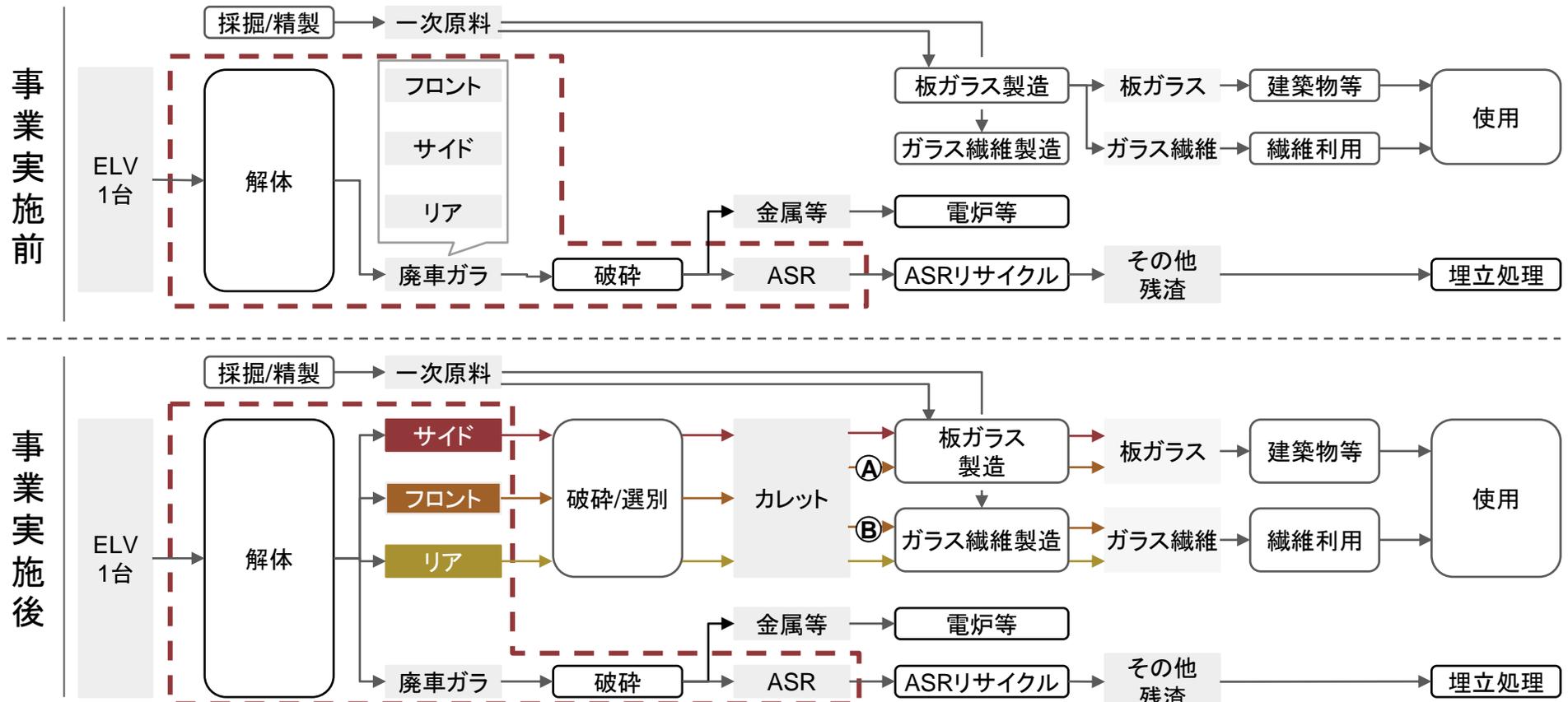
事業効果試算方法(ASR削減効果)

■ ELV1台当たりのガラス回収量とASR発生量をもとに、ベースラインと比較したASR削減量を算出した。

■ 試算の前提条件

- 関東・中京圏および全国の解体業者が解体するELVのうち91%を回収
- 一台当たり5.5kg(フロント)/6.3kg(サイド)/2.3kg(リア)を回収

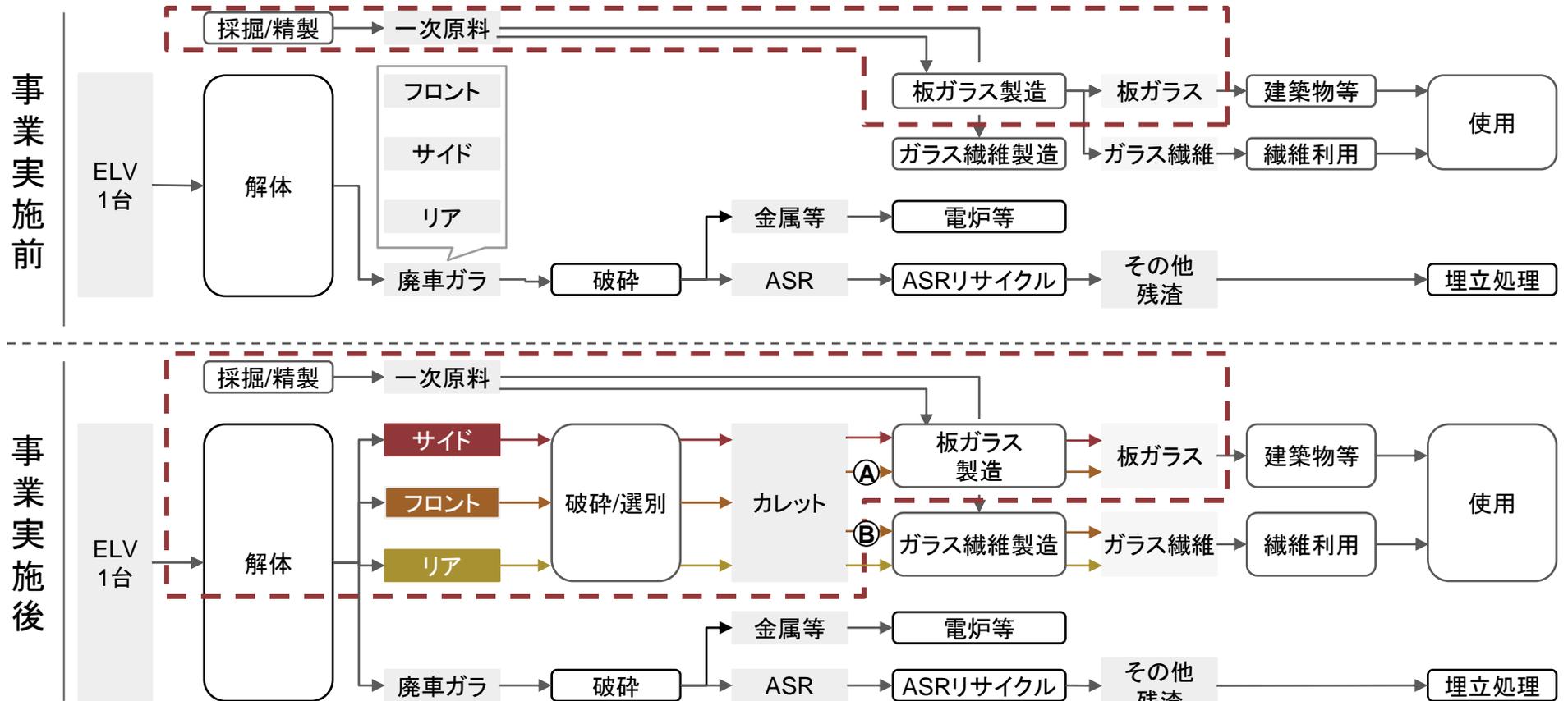
ASR削減効果の算定バウンダリ



事業効果試算方法(再生原料利用効果)

- ELV1台当たりのガラス回収量とカレット製造工程時の歩留まりを考慮し、再生原料利用量を算出した。
- 試算の前提条件
 - 関東・中京圏および全国の解体業者が解体するELVのうち91%を回収
 - 一台当たり5.5kg(フロント)/6.3kg(サイド)/2.3kg(リア)を回収
 - ガラス繊維製造時の原料に占めるカレット比率に変化はなし

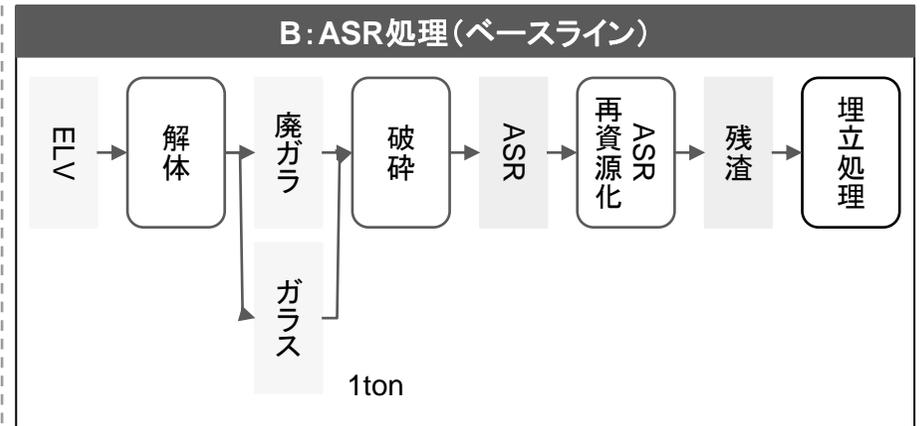
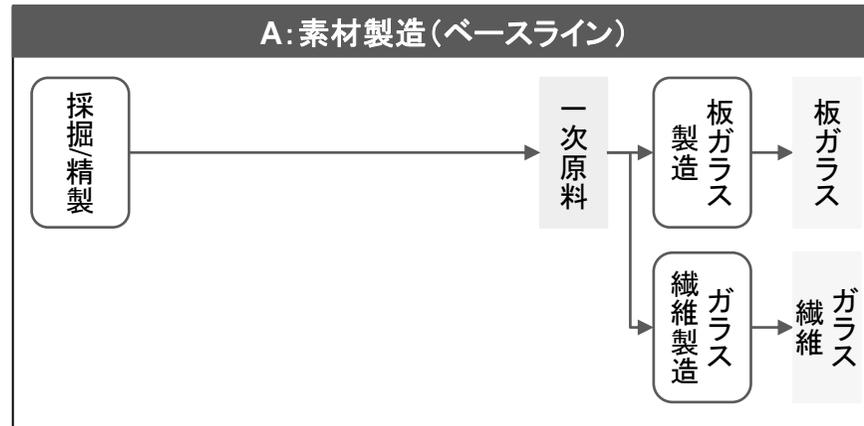
再生原料利用効果の算定におけるバウンダリ



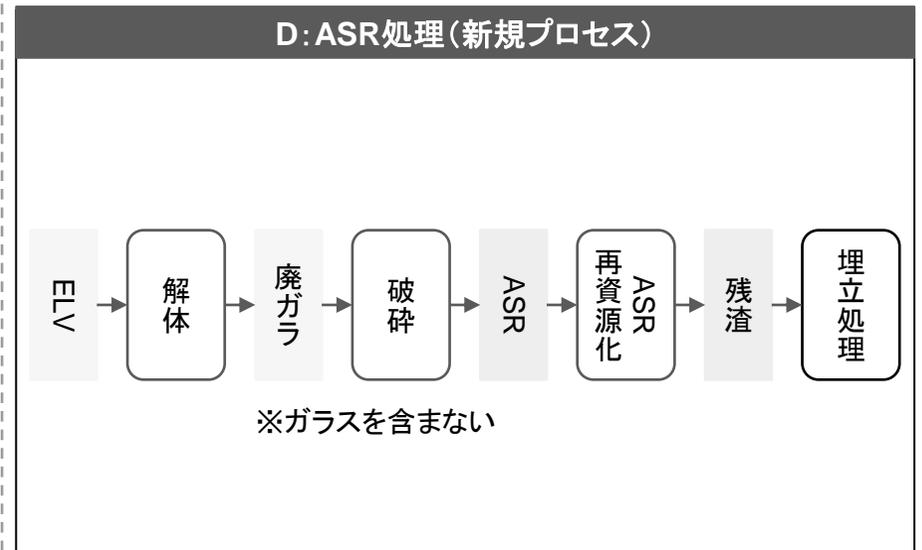
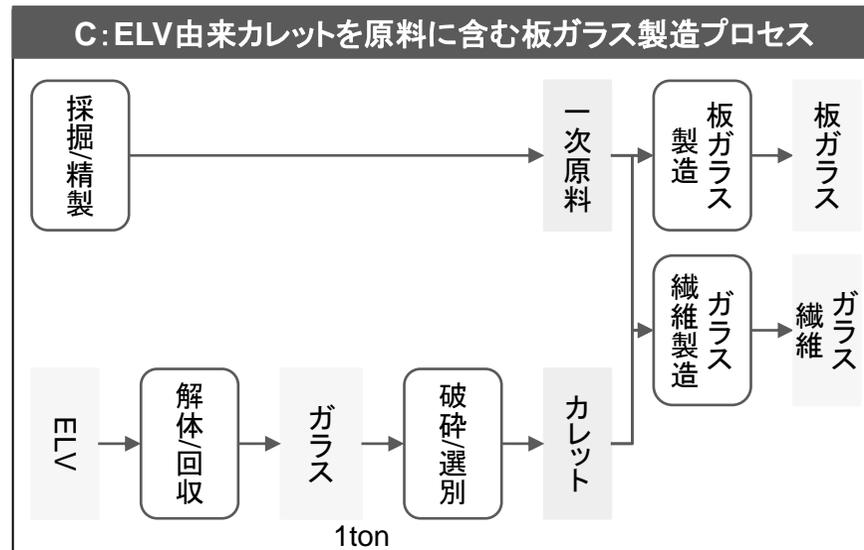
(参考)CO₂排出削減効果評価範囲の概要

■ 事業実施前(A、B)と事業終了後(C、B)について以下のプロセスを設定した。

事業実施前



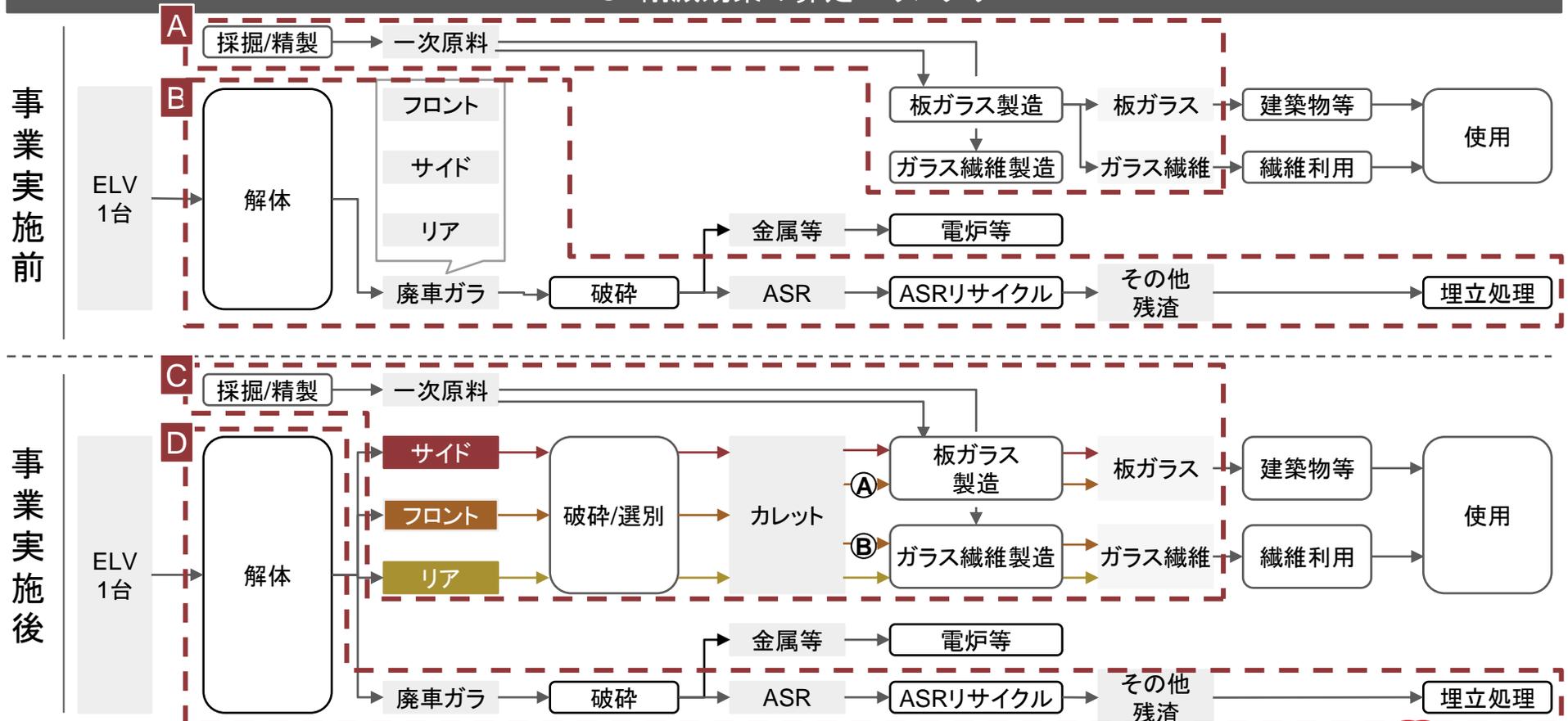
事業実施後



事業効果試算方法(CO₂削減効果)

- 機能単位: ELV由来ガラス1tonを回収するためのELV処理と、ELV由来ガラス1tonを原料として利用して生産した際に得られる建築用板ガラス/ガラス繊維の製品重量
- CO₂削減量 = 事業実施前のCO₂排出量(A+B) - 事業実施後のCO₂排出量(C+D)
- 前提条件: 再生原料利用量の算定時と同様

ASR削減効果の算定バウンダリ



三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

www.murc.jp/

