

平成24年度
環境研究総合推進費補助金 研究事業 補助金
技術開発報告書

廃液晶ガラス・廃自動車ガラス等の高度
再資源化システムに関する研究(J123003)

平成25年3月

株式会社イースクエア
ガラス再資源化協議会

補助事業名 平成 24 年度環境研究総合推進費補助金次世代事業

所管 環境省

総事業費 49,170,130 円

国庫補助額 23,414,286 円

研究課題名 廃液晶ガラス・廃自動車ガラス等の高度再資源化システムに関する研究

研究事業期間 平成 24 年 6 月 10 日～平成 25 年 3 月 31 日

代表研究者名 柳田 啓之(株式会社イースクエア)

1. 報告書概要.....	4
1.1. 研究課題名・研究番号.....	4
1.2. 総事業費.....	4
1.3. 国庫補助額.....	4
1.4. 研究事業期間.....	4
1.5. 研究事業年度.....	4
1.6. 代表研究者名.....	4
1.7. 事業の目的.....	4
1.8. 開発した技術の詳細.....	4
1.9. 開発した技術がもたらす効果.....	5
1.10. 環境政策への貢献.....	5
1.11. 開発した技術の事業化の可能性.....	7
1.12. 事業計画.....	8
2. 報告書詳細.....	9
2.1. 研究開発の概要.....	9
2.2. 研究開発の目的.....	9
2.3. 対象とする廃棄物ガラスの種類.....	9
2.4. 各社の研究開発概要.....	9
2.5. 各社の最終年度での目標.....	10
2.6. 組織体連携図.....	10
2.7. 研究体制.....	11
2.8. 研究開発した技術の詳細.....	11
2.9. まとめ.....	32
2.10. 事業概要図.....	32
2.11. 関係する論文.....	32

1. 報告書概要

1.1. 研究課題名・研究番号

廃液晶ガラス・廃自動車ガラス等の高度再資源化システムに関する研究(J123003)

1.2. 総事業費

49,170,130 円

1.3. 国庫補助額

23,414,286 円

1.4. 研究事業期間

2012 年度～2014 年度

1.5. 研究事業年度

2012

1.6. 代表研究者名

柳田 啓之（株式会社イースクエア）

1.7. 事業の目的

家電リサイクル法に係る廃液晶ガラス、自動車リサイクル法に係る廃自動車ガラスは現在ほとんどが埋め立て処分されている。これらの廃ガラスの高度リサイクルに関する技術開発を、運搬、解体、分離、分別、原料化、製品化を担う異業種の企業が協働して行い、これまで廃棄されていた使用済みガラスを再生利用できるサプライチェーンを構築する。

1.8. 開発した技術の詳細

(1) 会宝産業株式会社(KHS)

使用済み自動車から自動車ガラスの取り外しの研究開発

(2) 株式会社浜田(HMD)

廃ガラスの効率的な収集・運搬等の研究開発

(3) リサイクルテック・ジャパン株式会社(RTJ)

廃ガラスの選別・分離等の研究開発

(4) 株式会社ホンジョー(HNJ)

液晶ガラスと自動車ガラスの分離・洗浄等の研究開発

(5) 丸美陶料株式会社(MTK)

廃ガラスのセラミック原料化等の研究開発

(6) クリスタルクレイ株式会社(CC)

原料化された廃ガラスを使った建材の研究開発

(7) ガラス再資源化協議会(GRCJ)および株式会社イースクエア(ES)

ガラス再資源化システムの設計・評価、環境配慮セラミックスの研究開発

1.9. 開発した技術がもたらす効果

家電リサイクル法に係る廃液晶ガラス、自動車リサイクル法に係る廃自動車ガラス等に関する運搬技術、分離技術、中間処理技術、原料加工技術、ガラス再資源化製品製造技術を開発し、これらを統合化したガラス再資源化の循環型モデルシステムを構築する。上流(廃ガラス収集)から下流(ガラス再資源化商品の開発・製造)を通し、商業ベースで成り立つ効率的なサプライチェーンのモデルを構築することで、成果が本共同開発者に留まらず、他地域や他社へ波及することを目指す。それにより、これまで資源として活用されず、埋め立て処分されていた使用済みガラス製品のリサイクルを促進するとともに、製品ライフサイクルのCO2排出量を抑制し、循環型社会・低炭素社会の構築に寄与する。

1.10. 環境政策への貢献

日本では、液晶用で年間約3万トン、自動車用で年間約11から12万トンの廃ガラスが排出されていると推計され、うちリサイクルされるのはごくわずかに過ぎない。日本のテレビ市場は、ブラウン管タイプから液晶を中心とするフラットタイプに移行している。既に普及しているパソコン用と併せて、液晶ガラスのリサイクルの確立が急務となっている。

また、2005年に施行された自動車リサイクル法では、2015年に車両の重量比で95%をリサイクルすることが目標とされているが、現在のリサイクル率は85%程度である。リサイクル率95%を達成するためには現在ほとんどがシュレッダーダスト(ASR)として処理されている自動車ガラスの再資源化が非常に有効である(ガラス再資源化により、車両全体のリサイクル率を約3ポイント向上させ、ASRを車1台当たり約32kg削減する効果がある)。

さらに、福島県を中心に原発事故に起因する放射性物質の影響抑制が急務となっているため、近年回収量が急増しているブラウン管ガラスを活用して放射線を遮蔽する機能セラミックスの研究開発も行う。

GRCJのマーケティング部会で調査した結果を表1に示す。

図1のフレームワーク中の③が理想の姿である。

表1 国内の自動車と電気機器用ガラスのリサイクルの現状

	ガラスの用途	ガラス産業連合会 GIC	製品関係団体	関連法	施行年		2010年 日本市場				備考
							販売	収集	ガラスリサイクル推定量	リサイクル%	
GMV	自動車ガラス	板硝子協会	自工会	自動車リサイクル法	2005年	台数(千台)	4,956	3,648	110	3%	解体時にガラスは取り外しは実施していない、ASRIに引き取りされて廃棄物
						ガラス量(トン)	158,592	113,088	3,392	3%	
GML	液晶板ガラス (TV,PC,携帯電話、モニター)	電気硝子工業会	JEITA	家電リサイクル法、資源有効利用促進法、小型家電リサイクル法	2001年	台数(千台)	74,760	8,377	1,034	12%	エコポイントでCRTテレビから液晶に切替のため収集少、携帯電話は自宅滞蔵大。カバーガラスはリサイクル率が高い
						ガラス量(トン)	54,460	2,402	495	21%	
GME	電子管ガラス (TV,モニター)	電気硝子工業会	JEITA	家電リサイクル法、資源有効利用促進法	2001年	台数(千台)	0	17,554	17,554	100%	ファンネルは鉛含有率約25%のため水平リサイクルが困難
						ガラス量(トン)	0	419,648	285,359	68%	
計						ガラス量(トン)	213,052	535,138	289,246	54%	電子管ガラスがリサイクル量の大半

製品別ガラス量の仮定:

自動車: 32kg/台、

液晶とカバーガラス: TV32":1.47kg/台、ノートPC15":0.69kg/台、モニター21":0.96kg/台、携帯電話3.5": 0.15kg/台

電子管: TV32":24kg/台、モニター 21":16kg/台。CRTの重量比率:ファンネル40%、パネル60%。

ガラスリサイクルのフレームワーク

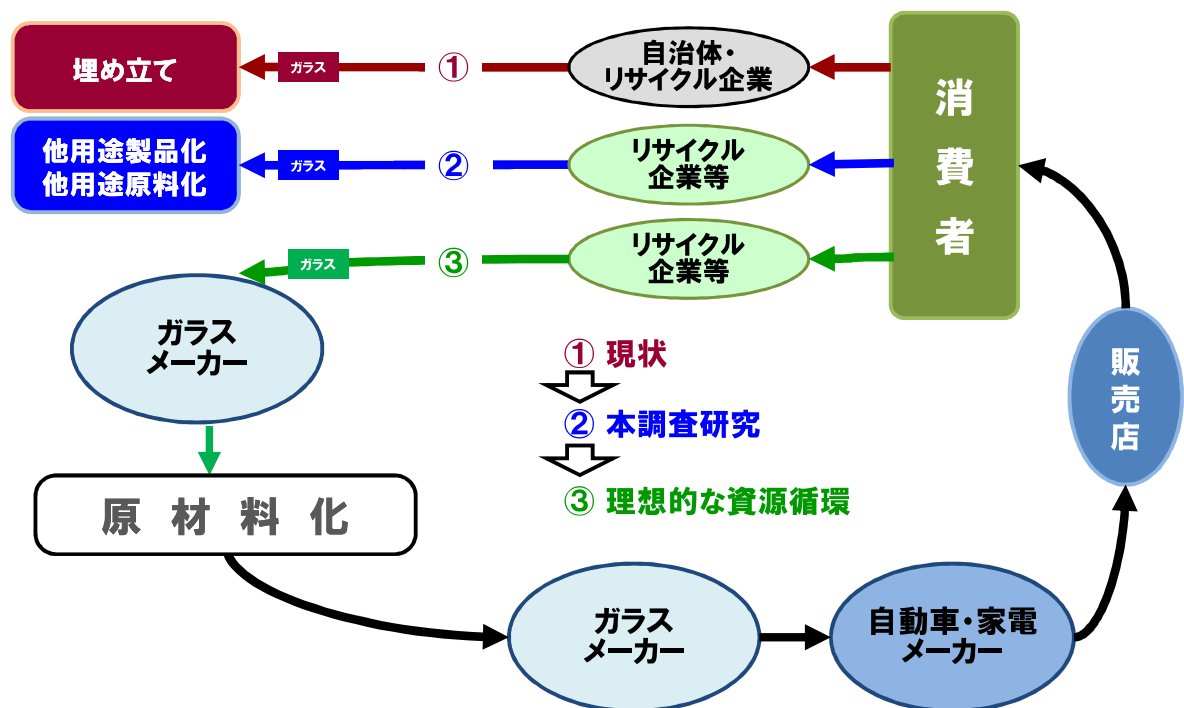


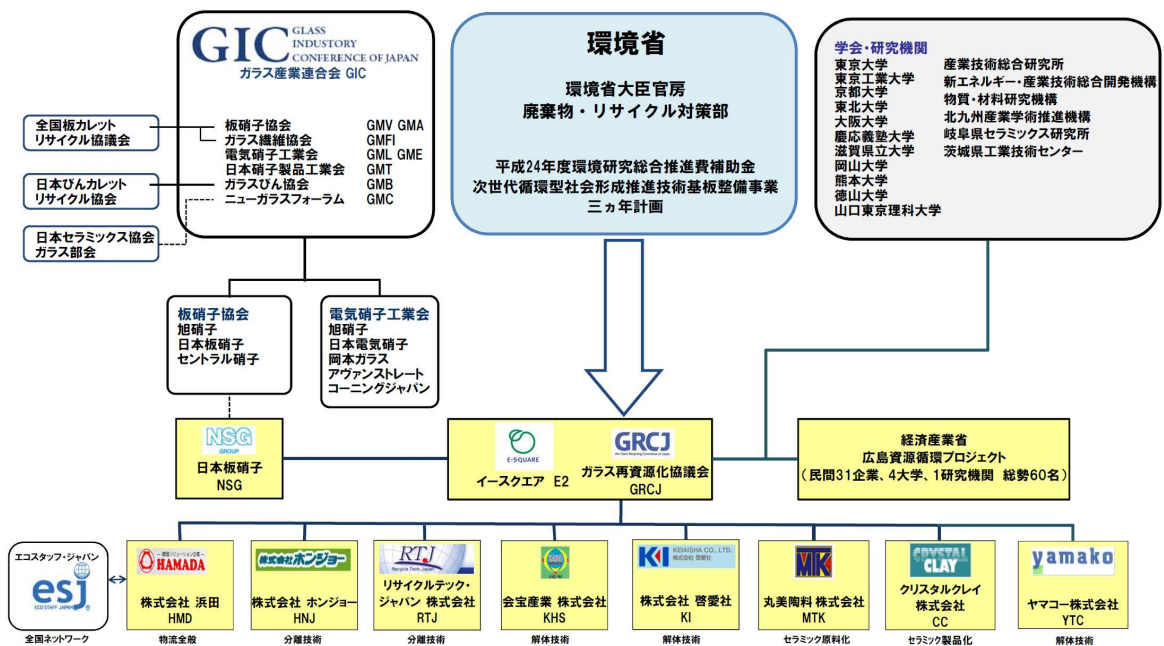
図1 GML(液晶ガラス)と GMV(自動車ガラス)のリサイクルフロー

1.11. 開発した技術の事業化の可能性

今年度の7社・組織から次年度は9社・組織に範囲を広げて研究開発に取り組む。大学、研究機関との連携も一層深める。

自動車ガラスを取り外すことによるCO2誘発量がELV1台あたり13kgと推計されるので共同研究先の東大と分析を行いガラス再資源化システムの開発研究を行う。

サプライチェーンを通じた環境負荷の削減効果やコストメリットを訴求することで、事業化には大きな可能性があるものとする。



1.12. 事業計画

申請時のテーマに沿った活動を実施中である。

テーマ	2012年度	2013年度
1、廃液晶ガラスと廃自動車ガラス等の運搬・分離・分別・洗浄・原料化技術の確立	運搬は実証試験中。 解体分離は各種試験を実施し評価完了。 洗浄は次年度集中化。 原料化は実証試験、評価が完了し次年度も継続	運搬コンテナは量産化し最適化を研究開発へ 解体は最適な装置設計を決定し導入へ 洗浄は装置導入し実証試験を開始へ 原料化は新規設備導入を検討し、評価継続
2、廃液晶ガラスと廃自動車ガラス等を原料にしたガラス再資源化商品の技術開発	各種セラミック商品の試作と評価は完了。 規格満足への研究開発を開始した。	品質規格を満足する商品開発の研究 放射線ガラスなど特殊用途に向けた商品化を研究継続
3、廃液晶ガラスと廃自動車ガラス等を原料にしたガラス再資源化商品の改良と性能分析・評価	本年度活動なし	新規商品の高付加価値の認証と経済性評価開始

2. 報告書詳細

2.1. 研究開発の概要

廃ガラスの運搬、解体、分離、分別、原料化、製品化を担う異業種の企業が協働し、廃棄されていた使用済みガラスを高度リサイクルする技術開発およびサプライチェーンの構築を行う。本プロジェクトは GReAT(Glass Recycling Advanced Technology)プロジェクトと命名している。

2.2. 研究開発の目的

家電リサイクル法に係る廃液晶ガラス、自動車リサイクル法に係る廃自動車ガラスは現在ほとんどが埋め立て処分されている。これらの廃ガラスの高度リサイクルに関する技術開発を、運搬、解体、分離、分別、原料化、製品化を担う異業種の企業が協働して行い、これまで廃棄されていた使用済みガラスを再生利用できるサプライチェーンを構築する。

特に液晶ガラス偏光板とガラスの分離・分別および自動車ガラス中間膜の分離に関する技術開発に加え、そのガラスの組成に合わせたセラミック製品に再資源化する研究開発を行う。ガラスを再生利用した製品は従来のセラミック製品より低温度焼成で製品化でき、環境配慮型製品としても優れた性能を持つことが検証されている。その環境性能を活かしつつ、現在行われているタイル、レンガ等の建築材料への活用に加えて透水保水機能性セラミックス、低温度焼成食器、ファインセラミックスへの活用の研究開発も行う。なお、放射線遮蔽機能セラミックスの開発もブラウン管ガラスリサイクルの一環として行う。

2.3. 対象とする廃棄物ガラスの種類

- (1) 廃液晶ガラス(GML):家電リサイクル法関連
- (2) 廃自動車ガラス(GMV):自動車リサイクル法関連
- (3) 廃ブラウン管ガラス(GME):家電リサイクル法関連
- (4) 廃太陽光パネルガラス(GMPV):建設リサイクル法関連
- (5) 廃建築ガラス(GMA):建設リサイクル法関連
- (6) 廃蛍光灯ガラス(GMF):建設リサイクル法関連
- (7) 廃食器ガラス(GMT):

2.4. 各社の研究開発概要

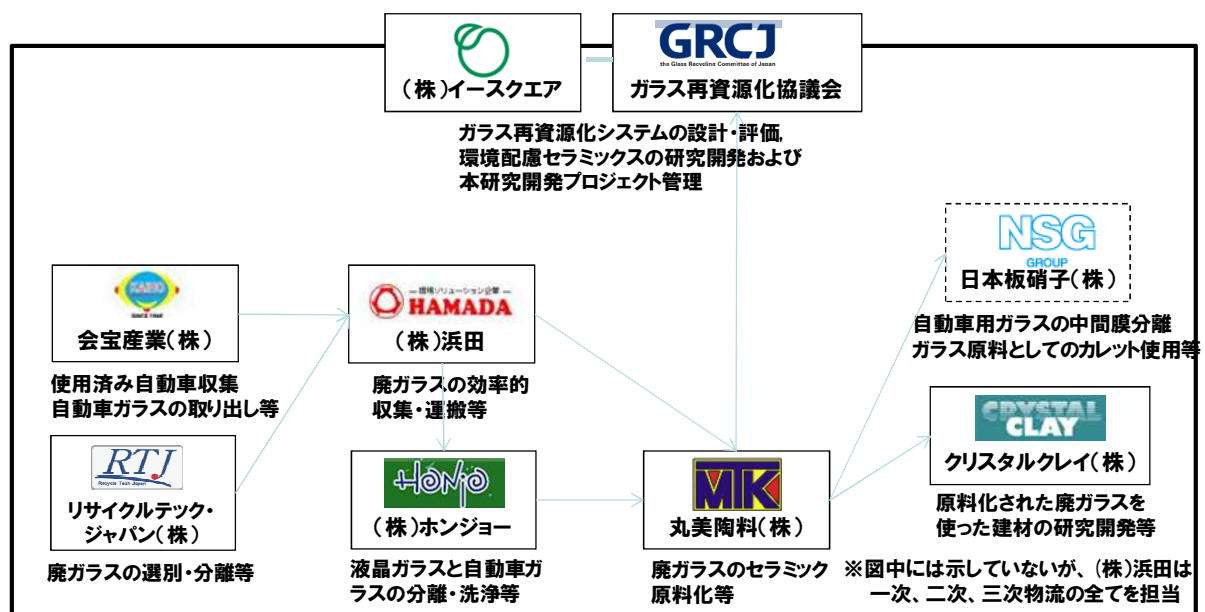
- (1) 会宝産業株式会社(KHS)
使用済み自動車から自動車ガラスの取り外しの研究開発
- (2) 株式会社浜田(HMD)
廃ガラスの効率的な収集・運搬等の研究開発
- (3) リサイクルテック・ジャパン株式会社(RTJ)
廃ガラスの選別・分離等の研究開発
- (4) 株式会社ホンジョー(HNJ)

- 液晶ガラスと自動車ガラスの分離・洗浄等の研究開発
- (5) 丸美陶料株式会社(MTK)
廃ガラスのセラミック原料化等の研究開発
- (6) クリスタルクレイ株式会社(CC)
原料化された廃ガラスを使った建材の研究開発
- (7) ガラス再資源化協議会(GRCJ)および株式会社イースクエア(ES)
ガラス再資源化システムの設計・評価、環境配慮セラミックスの研究開発

2.5. 各社の最終年度での目標

各社	最終目標
KHS	ELV 解体時に WS(ウィンドシールド)、BL(バックライト)、FD(フロントドア)、RD(リアドア)のガラスを全量取り外し(年間380トン)
HMD	150台の新規 WS 用コンテナを量産し解体業者と分離業者を回収運搬
RTJ	遊戯機器で廃ガラスの1200トン、液晶・太陽光ガラスで3600トンの再資源化
HNJ	ELV や GMA の合わせガラスから中間膜とガラスを完全分離、ELV から銀とガラスの完全分離
MTK	総量で1万トンの廃ガラスの再生原料化
CC	年間2400トンの GML,GMV の再生原料からセラミックタイル化
GRCJ /ES	サプライチェーン全体で最適化されたガラス再資源化システムの設計を行う。また、環境配慮セラミックスを開発する。

2.6. 組織体連携図



2.7. 研究体制

会社名	区分	名前	役職
(株)イースクエア	研究代表者	柳田 啓之	コンサルティンググループマネジャー
	経理担当者	荒井 悦子	オフィスマネージャー
ガラス再資源化協議会	研究代表者	加藤 聡	代表幹事
	研究者	猪子 兼行	技術部会 GM
	研究者	須永 竹英	マーケティング部会 GM
	経理担当者	関口 純子	総務部門
会宝産業(株)	研究代表者	山口 敦史	アライアンス部部长
	経理担当者	近藤勝枝	経理部長
クリスタルクレイ(株)	研究代表者	北山 勝也	取締役社長
	経理担当者	市之瀬 修次	総務部部长
(株)浜田	研究代表者	丸木 啓	取締役 営業部長
	研究者	中村 美菜子	営業部 主任
	経理担当者	平井 朋子	総務部長
(株)ホンジョー	研究代表者	本城 新吾	取締役 業務部長
	経理担当者	番場 洋子	経理担当
丸美陶料(株)	研究代表者	小川 英世	常務取締役
	経理担当者	小川 兼護	取締役
リサイクルテック・ジャパン	研究代表者	山口 玲奈	執行役員 社長付
	研究者	深谷 崇	研究部 主任
	経理担当者	小山 昭美	経理課長

2.8. 研究開発した技術の詳細

(1) 会宝産業株式会社(KHS)

① 背景

日本全国の ELV(廃棄自動車ガラス)の処理台数は約350万台であり年間約12万トンの ELV ガラスが発生している。会宝産業はこのうち ELV から約380トン相当のガラスを処理している。しかしながら、リユース目的で約3%相当の10トンは取り外しするが、残りの370トン分は車体(鉄くず)に含まれる形でシュレッダー会社に売却し、シュレッダー会社で産廃処理されるのが実態である。

② 目的・目標

- ・ ELV からガラスを解体工程で取り外すことによりシュレッダー工程でのミックスメタルの品位を向上させるとともに、ガラスの産廃から再資源化原料への転換を図る。社内の活動原価計算の結果から5分以内(約200円のコスト)での解体処理時間であれば経済的価値ありと判断されるため、取り外し作業の目標値は5分とした。

- ・ 自動車ガラスを社内の KRA システム(自動車解体管理システム)に組み込むための仕様変更を実施しオンラインでのシステム構築を行う。

③ 実績

- ・ 5分という短時間での WS(ウィンドシールド)ガラスを自動車ボディから取り外すためにインダクター(電子レンジのしくみ)によるガラスとボディの熱による接着剤剥離を実証実験した。(図1参照)
- ・ 結果は、WS の取り外しは20分から25分、BL の取り外しは15分から18分でできた。
- ・ 自動車ガラスに対応した KRA システムが始動した。

④ 達成度評価

最終年度目標に対して50%、評価点は△とし、初年度の予定に対して若干計画に遅れがあるが、次年度以降で挽回する。

⑤ 次年度以降の取り組み

ELV からガラスの外し方については熱剥離方式は一部では有効であるが、熱以外との組み合わせ方式による更なる時短が必要であるため、新たな剥離方式について大学や企業と連携し対応検討中である。

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
外注費	KRA システムの仕様変更	自社 KRA システムへのガラス重量マスタの追加

ガラス回収機の実証実験

2012.10.16
会宝産業㈱IREC実験場内



原理

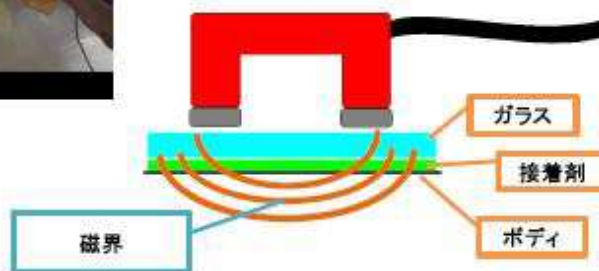
AC100V電源を使用し、コイルで昇圧、強力な磁場を作ってガラスと接着剤の下に有るボディ鉄板に磁界を作り、鉄板自体を発熱させ、境界面の塗膜および接着剤を剥離する。
原理は電子レンジ。

所要工数

リア 約15～18分
フロント 約20～25分

※ リアガラス:チェイサー(100系)
フロントガラス:プリメーラ(11系)

装置イメージ



考察①

作業時間(時短)の面で考えると手作業で分解(分離)させる場合と変わらない。しかし、無傷での回収を前提とした装置なので、多少の破損が容認されるならば数分は早く回収出来る。

考察②

装置+α(ワイヤーと併用・複数台使用等)で考えれば余地は有る。今後2w程度を目安に機器レンタルを打診中。作業結果レポート提出を条件に交渉を進める。

考察③

リアガラスとフロントガラスでは接着剤の種類とガラスの種類が違う為、当日はリアではうまく剥離出来たがフロントでは出来なかった。また、合わせガラスの為テコ入れでの剥離が難しい。
ワイヤーを併用すれば作業は切断は出来るが手作業の方が早かった。

図1 インダクターを用いた廃棄自動車からのガラス回収方法

(2) 株式会社浜田(HMD)

① 背景

- ・ ELV(廃棄自動車ガラス)をはじめ市場より発生する各種ガラスを効率よく収集運搬することが必要である。
- ・ 特に自動車ガラスのリサイクルには WS(ウィンドシールド)、BL(バックライト)、FD(フロントドア)、RD(リアドア)など全ての部位が任意の曲率をもった曲面形状であるため運搬保管用として専用のコンテナが必要になる。
- ・ 各産業分野別にガラスの収集ができなければガラスが種類分けできず混載されるリスクが高まりリサイクルを促進することができない。

② 目的・目標

- ・ 解体済みの WS を対象として取り扱いが容易でトラックの運搬効率が最大となるコンテナを設計製作する。
- ・ 各産業分野別に廃ガラスを収集運搬する。

③ 実績

- ・ 試作コンテナ2台を製作した。(図1を参照)
- ・ GMV を使用した運搬、保管、作業性テストを繰り返し実施して最終仕様の決定を行い需要にあった必要な数量を求める。
- ・ 産業分野別には、GML、GMV、GMPV の収集体制と集荷が整った。表2に実績を示すとともに図2に廃ガラス拠点と回収拠点を地図にプロットした。

④ 達成度評価

最終年度目標に対して55%、評価点は△とし、初年度の予定に対して若干計画に遅れがあるが、次年度以降で挽回する。

⑤ 次年度以降の取り組み

- ・ ELV から解体された WS をコンテナに積み込み、取り出しの実証確認テストを4月中に2回から3回実施し安全性を最終確認する。
- ・ 会宝産業、ホンジョーとの連携を強化して実証試験の結果を反映した量産用コンテナの製作を行う。
- ・ 産業分野別の最適ロジスティクスシステムの基盤整備を行う。

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
外注費	ガラス運搬用コンテナ設計費	試作まで実施
外注費	ガラス運搬用コンテナ製作費	試作まで実施
外注費	ガラス分析費	予算外
外注費	ガラスサンプル運搬費	予算外

表2 24年度ガラス収集実績

2013.3.11 現在

GM 区分	発生物詳細	納入場所	納入時期	納入数量(kg)
GML	液晶 TV 向けガラス	丸美陶料	2012 年	720,000
GML	液晶 TV 向けガラス	丸美陶料	2013 年	76,300
GML	液晶 TV 向けガラス		2012 年	9,280
GML	液晶 TV 向けガラス	丸美陶料	2013 年	9,880
GMV	自動車ガラス(ヤマコー)	丸美陶料	2012 年	400
GMV	自動車ガラス(ヤマコー)	ホンジョー	2012 年	400
GMA	垂壁	ホンジョー	2013 年	10,970
GMA	パチンコ前面板ガラス	飯室商店	2013 年	24,430
GMPV	太陽光パネル	飯室商店	2013 年	20,920
GME	ブラウン管ファンネルガラス	丸美陶料	2012 年	1,000
合計				873,580



図1 コンテナ試作品内部写真

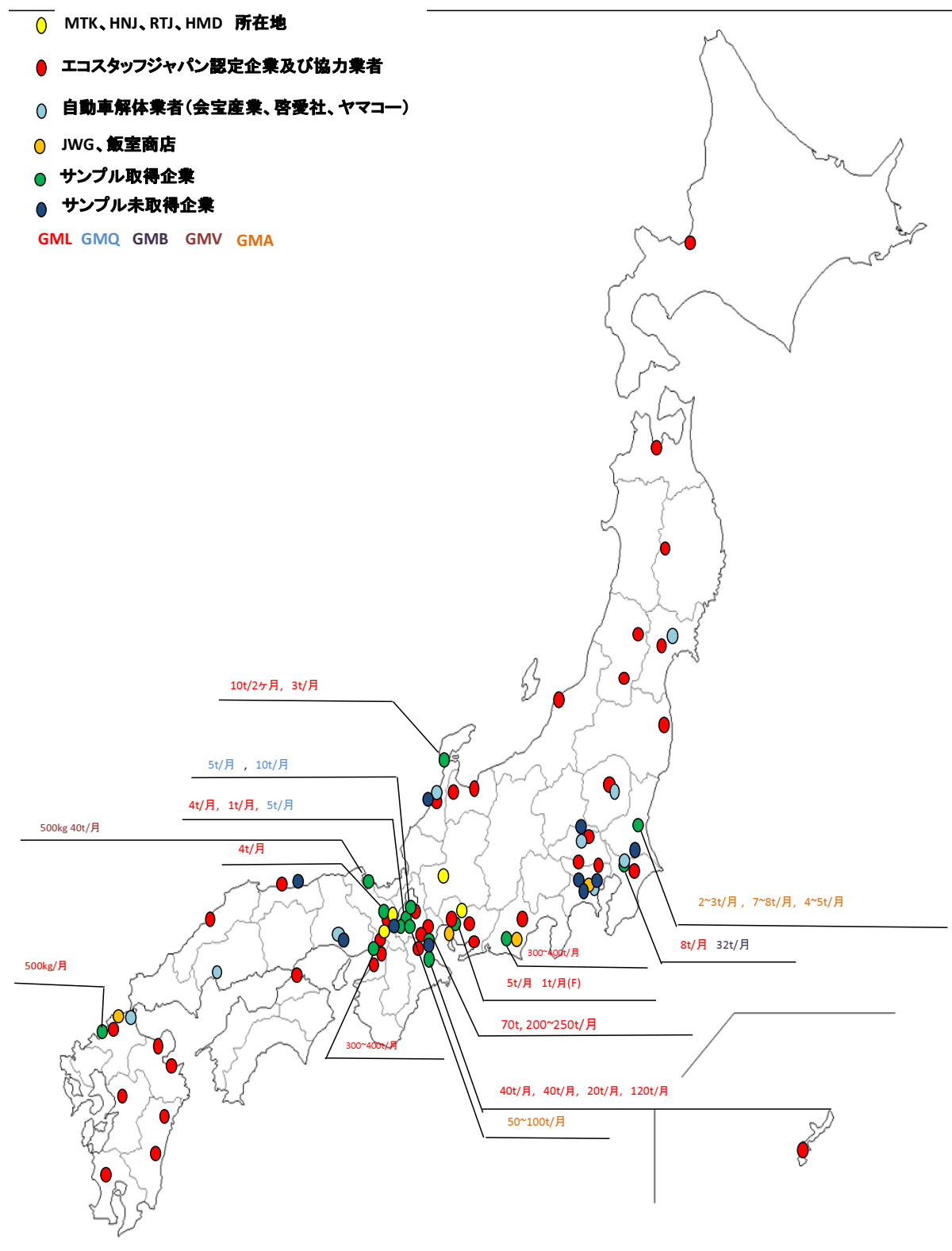


図2 廃ガラス拠点と回収拠点

(3) リサイクルテック・ジャパン株式会社(RTJ)

① 背景

- ・ 廃棄される遊戯機器は年間約150万台あり、年間約4500トンの産廃ガラスが発生している。
- ・ 液晶ガラスや太陽光パネルにはプラスチックや金属が付着しておりまだ適正な処理方法が定まっていない。

② 目的・目標

- ・ 日本全体の遊戯機器の約26%がリサイクルテック・ジャパンの取り扱いシェアである。
- ・ このシェアに相当する年間約1200トンのガラスの再資源化を行う。
- ・ 液晶パネルや太陽光パネルの再資源化を目指し年間約3600トンの再資源化を目指す。

③ 実績

- ・ 合わせガラス破碎装置の導入により遊戯機器のガラスとプラスチックの分離ができた。(図1、2、3参照)
- ・ 導入前の手作業方式と比較して時間当たりの処理量が235%向上し、カレットの品質も向上した。
- ・ これにより自動車合わせガラスの処理も可能になった。
- ・ ガラスとプラスチックの分離により、分離したプラスチックも有価で売却可能となった。
- ・ 液晶パネルや太陽光パネルについては本年度は活動できなかったが、次年度からは本格的に活動を開始する予定である。(表2参照)

④ 達成度評価

最終年度目標に対して65%、評価点は○とし、ほぼ初年度の予定に対して計画通りの進捗であった。

⑤ 次年度以降の取り組み

- ・ 遊戯機器については、ほぼ計画通りであるが更なる需要増に対応した能力アップを図る。
- ・ 今後要求が高くなる液晶パネルや太陽光パネルからのガラスと金属の分離方法について研究開発する。

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
機械装置購入	合わせガラス剥離装置	遊戯機ガラス剥離用
機械装置購入	剥離装置 追加設備	カレット品質向上の為の手選別ベルトコンベア設置
機械装置購入	剥離装置 追加設備	安全柵が設置していなかったため取りつけた。



図1 合わせガラス破碎装置による遊戯機器の破碎



図2 合わせガラス破碎装置と手選別ベルトコンベア



図3 手選別後の再資源化カレット

表2 実証実験結果



品目	破碎前重量(kg)	破碎後ガラスのみ重量(kg)	破碎後ガラス+フィルム重量(kg)	ガラスのみになった割合	破碎時間(秒/枚)
①太陽光パネル	0.66	0.16	0.5	24%	10
②遊戯機器プラスチック枠付ガラス	3.13	2.88	0.25	92%	30
③遊戯機器合わせガラス	1.7	0.94	0.76	55%	15

(4) 株式会社ホンジョー(HNJ)

① 背景

- ・ ELV(使用済み自動車)の WS(ウィンドシールド)の合わせガラスと GMA の合わせガラスには PVB(ポリビニールブチラル)中間膜が付着しており完全分離が難しいため、産業廃棄物として埋め立て処分されている。
- ・ ELV の BL(バックライト)の熱線にはガラス表面に銀がプリントされているが、完全分離ができない為に産業廃棄物として埋め立て処分されている。

② 目的・目標

- ・ ELV の WS(ウィンドシールド)や GMA の合わせガラスを一次破碎装置で破碎した後で、剥離液を使用した湿式法によりガラスと中間膜を完全分離する。
- ・ 技術的には日本板硝子が開発し特許を取得したドニコインターナショナルの中間膜分離方式を導入する。
- ・ ELV の BL からの銀の回収には、薬品による湿式法を導入し分離後のカレットの活用

やりサイクルも可能にする。

③ 実績

- ・ 中間膜分離装置の導入は次年度に実施することにし、初年度は一次破碎装置を導入し、合わせガラスから約70%のカレットを破碎できる最適条件を得ることができた。(図1、2参照)
- ・ BL からの銀の回収は薬品として HF(フッ化水素酸)の1%濃度、40℃、10分間の浸漬が最適条件であることが分かった。(図3、表2参照)

④ 達成度評価

最終年度目標に対して50%、評価点は△とし、初年度の予定に対して若干計画に遅れがあるが、次年度以降で挽回する。

⑤ 次年度以降の取り組み

- ・ 合わせガラスの破碎の最適化と効率改善のため、速度条件の研究や装置の大型化を図る。
- ・ 中間膜剥離の最適化と作業改善のため、専用バレルを導入し中間膜剥離の実証実験を実施する。
- ・ ELV 解体工程からのガラスを増やして、ガラスの形状による剥離方法や最適な剥離液の検証についてさらに実証試験を進める(表3参照)

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
機械装置購入	FDS650 型破碎機	H25 年度の計画を前倒しした
機械装置購入	ワッシャー	H25 年度の計画を前倒しした
機械装置購入	横切り盤	H25 年度の計画を前倒しした
機械装置購入	ベルトコンベア 1 基	H25 年度の計画を前倒しした



図 1 FDS650 型破碎機



図2 破碎後の GMA カレット写真

熱線剥離処理まえ	熱線剥離処理あと	
		

図3 GMV-BL の湿式処理による熱線剥離写真

表2 GMV-BL の湿式剥離実験の結果まとめ

	粒度選別	風力選別	
名称	GMV-BL(※1)	GMV-BL	AGV(※2)
画像			
重量	5.16kg	0.027kg (27.45g)	0.009kg (8.88g)
重量比 (w%)	99.2%	0.05%	0.02%
銀純度			7.1%(0.63g)※3

価格	¥32(¥6/kg)	¥0.16(¥6/kg)	¥63(¥7,029/kg) (2013/1/24 相場)
----	------------	--------------	----------------------------------

※1 GMV-BL:Glass Material from Vehicle Back Light

※2 AGV:Ag(銀)from Vehicle

※3 三井金属鉱業(株)分析データによる

表3 GM 別24年度ガラス受入量と25年度受入目標

GM 区分		H24 受入量	処理量	ガラス詳細	H25 受入目標
GMA		10,970kg	10,970kg	網ガラス	50,000kg/月
		9,930kg	9,930kg	合わせガラス	30,000kg/月
GMV	WS	240kg(25 台分)	240kg	合わせガラス	20,000kg/月
	BL	53kg(10 台分)	53kg	熱線付強化ガラス	20,000kg/月
GML		280kg	280kg	液晶ガラス	500kg/月

(5) 丸美陶料株式会社(MTK)

① 背景

- ・ 廃ガラスをタイルなどの建材品や食器の原料に添加すると製品製造時の歩留まりや物性への悪影響があるため、1%未満に抑えて使用していた。
- ・ 特にソーダガラスを入れると従来タイルの焼成温度(1250℃)では形状の不安定さが増すことが分かっていた。
- ・ 自社の敷地に各産業分野別に集積したガラスの保管用ストックヤードが不足しておりガラスの混入リスクがあった。

② 目的・目標

- ・ 廃ガラスを30%から60%配合設計し安定した原料を製造する。
- ・ それにより、年間10,000トンの廃ガラスの使用を可能にする。
- ・ 自社内ストックヤードに屋根を増設することで、新規の廃ガラスの受け入れを可能にする。

③ 実績

- ・ GML、GMV を使用した低温焼成軽量断熱タイル用の配合試験を行った。
- ・ ガラスを30%から60%の配合範囲で最適化を図り環境負荷の低減のために焼成を1100℃で実施し基本特性を確認した。曲げ試験機とサンプルを図1、2に示す。
- ・ 自社内ストックヤードの#3、#4、#5、#6のストックヤードに新規で屋根が設置できたため、集荷したガラスの品質維持や混載リスクの防止に貢献できた。(図3参

照)

④ 達成度評価

最終年度目標に対して70%、評価点は○とし、ほぼ初年度の予定に対して計画通りの進捗であった。

⑤ 次年度以降の取り組み

- ・ 低温焼成軽量断熱タイルの外観はタイル同様であるが、曲げ強度、寸法精度などが製品規格を満たしていないため最適化実証試験を継続する。
- ・ GML、GMV の最適な配合比を試験する。

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
物品費	島津オートグラフ AGS-5kNX1式	曲げ試験機(島津サイエンス西日本(株))
建設費	ストックヤード基礎工事	北上建設(株)
建設費	ストックヤード屋根設置 建設費	GML を適切に保管するため(有)久田溶接所)
外注費	定量分析費 3 点 定性分析費 10 点	試料分析費 13 点(岐阜県セラミックス研究所)
材料費	電気炉 SiC 棚板 250×250×8mm 18 枚 235×195×8mm 5 枚	試験部材(株)アコーセラミック)
外注費	物性評価(NT-900N のタイル寸法・ばち測定、面反り・ねじれ・辺反り・側反り測定、直角性測定、吸水試験(真空法)、曲げ破壊荷重及び曲げ強度試験、耐貫入試験、耐凍害性試験、耐薬品性試験	一般財団法人全国タイル検査・技術協会
外注費	土壌溶出試験(平成 3 年環告第 46 号)及び土壌含有量試験(平成 15 年環告第 19 号)(NT-900N)	(株)総合保険センター



図1 曲げ試験機 (株)島津製作所オートグラフ(AGX-5KNX)



図2 曲げ強度試験で使用したサンプル



図3 スtockヤード屋根設置

(6) クリスタルクレイ株式会社(CC)

① 背景

GML、GMV の廃ガラスは、GMB(ガラスびん)に比べてタイルやセラミック建材などの窯業原料として使われていない。

② 目的・目標

年間2,400トンの廃ガラス(GML、GMV)を使用したセラミックタイルを製品化する。

③ 実績

- ・ GML、GMV,GME を30%から60%使用した軽量セラミックタイルを試作した結果、外観や形状については概して目標通りできた。(図1、2参照) しかしながら JIS 規格は満たすことができなかった。
- ・ GME を重量比で60%使用した放射線セラミックタイルを製造し評価機関に出荷した。(図5-1、2参照)

④ 達成度評価

最終年度目標に対して65%、評価点は○とし、ほぼ初年度の予定に対して計画通りの進捗であった。

⑤ 次年度以降の取り組み

- ・ 軽量セラミックタイルは材料配合や焼成の最適条件について更に研究する。
- ・ セラミックブロックは量産に向けて生産性の向上とコストダウンの実現に向けた装置やシステム開発を行う。

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
材料費	タイル成形用特殊金型	300tプレス用 100 ミリ角成形一式(ヒカリ金型)
材料費	GML 加工原料	SP 顆粒はい土 4 配合分(丸美陶料)
機械装置 購入		次年度に持ち越し

GMVタイル原料化試作				
サンプル NO	基本配合	焼成最高温度(電気炉)		
		1045℃	1060℃	1075℃
1102T (NSG)	GMV 40% 粘土類 60%			
1103T (YTC)	GMV 40% 粘土類 60%			
<参考比較> S-38	GMB 60% 粘土類 40%			

図1 GMV ガラスを配合したセラミックタイルの試作結果



透水ブロック(200x100x60ミリ)

図2 GME(ブラウン管パネルガラス)の透水ブロック試作品

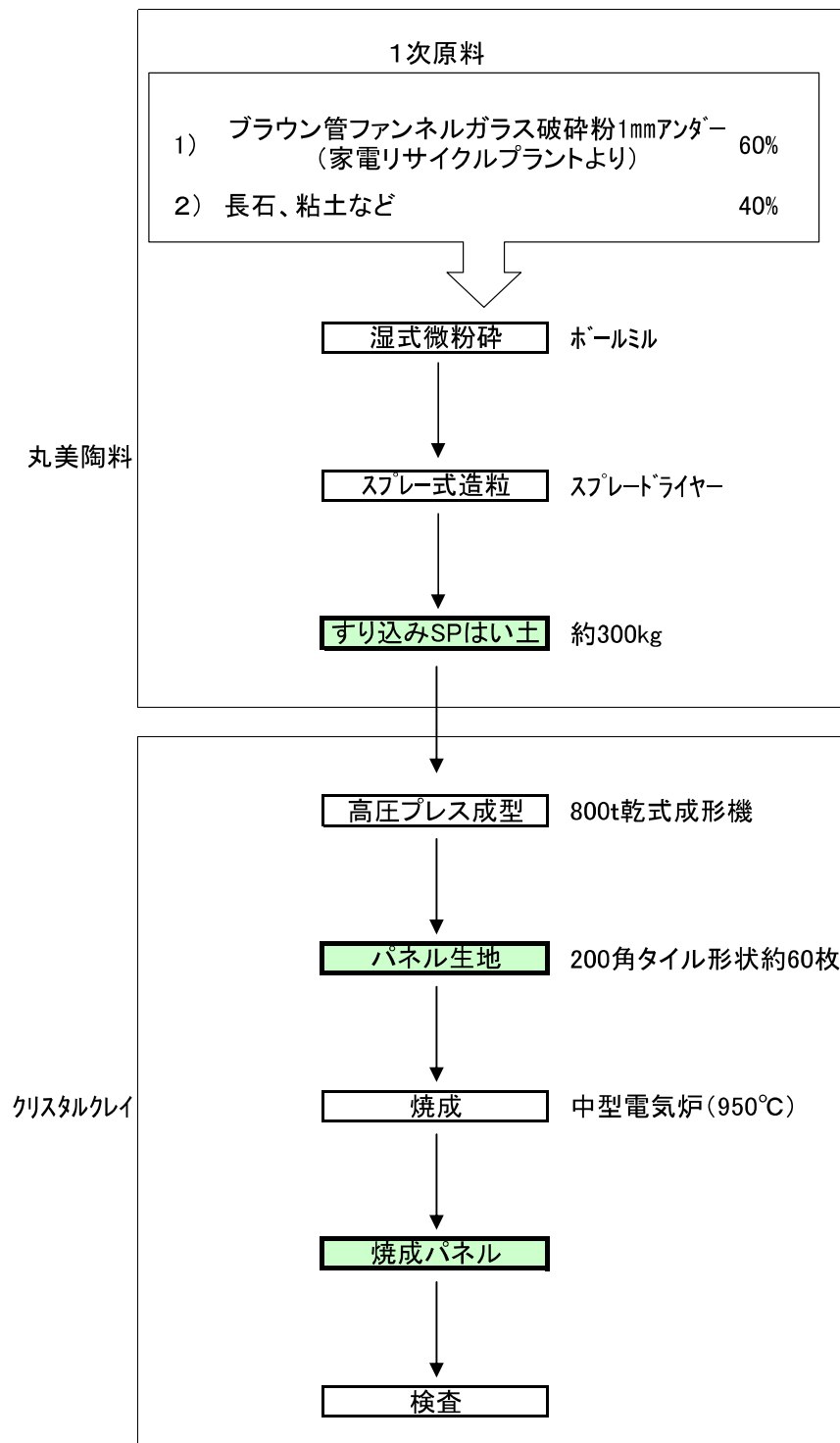
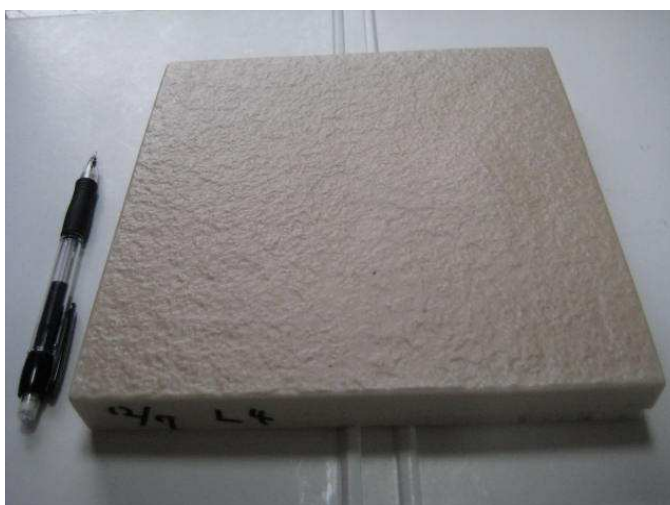


図4 GME(ブラウン管鉛ガラス)を使用した機能パネルの製作フローシート



試作タイル(200x200x25mm)側面

図5-1 GME(ブラウン管鉛ガラス)試作タイル



遮蔽能試験(1ブロック)

図5-2 GME(ブラウン管鉛ガラス)タイル放射性遮蔽能力試験サンプル

(7) ガラス再資源化協議会(GRCJ)および株式会社イースクエア

① 背景

- ・ 廃ガラスの再生利用に向けて GMV をモデルにした LCA および MFCA(Material Flow Cost Accounting)の実証評価が求められている。
- ・ 本サプライチェーン6社について各社の LCA についての把握ができていない。
- ・ 環境配慮型セラミックスの新商品群の研究と実用化が社会から求められている。

② 目的・目標

- ・ 東京大学と委託することによりライフサイクルインベントリ分析から ELV よりガラスを回収した場合と回収しなかった場合のリサイクル工程における CO2 排出量について算出評価する。
- ・ 徳山大学への委託を通じMFCAを実施してガラスを解体業者で取り外ししない従来プロセスと取り外す新プロセスを実証試験して試験前の予測値と試験による実測値を定量化してコスト比較や経済効果を把握する。
- ・ 量と品質の両面を考慮したマテリアルピンチ解析の手法により発生量と需要量を物質収支を考慮しながらリサイクル量が最大となる組み合わせを導き出す。
- ・ ガラス再生タイルの技術を食器に応用する。
- ・ 放射線遮蔽セラミックスによる放射線による人体への悪影響を抑制する製品を研究する。

③ 実績

- ・ 必要なデータを全て揃えた上でライフサイクルインベントリ分析を実施した。
- ・ 考慮した CO2 排出量ならびに回避効果を一覧表にまとめた。
- ・ ELV からガラスを解体時に取り外すことにより経済的にプラス効果があることを明示化することができた。
- ・ マテリアルピンチ解析は今後東京大学に委託して研究する準備ができた。
- ・ 環境配慮型の製品開発としては、茨城県工業試験センターの協力で食器用粘土の試作と物質材料研究機構の協力でタイルの試作と遮蔽能力試験を実施した。

④ 達成度評価

最終年度目標に対して75%、評価点は○とし、ほぼ初年度の予定に対して計画通りの進捗であった。

⑤ 次年度以降の取り組み

- ・ 自動車のガラスリサイクルに関しては理論上の効果は得られた。
- ・ 自動車ガラスの取り外しすることによる経済効果を明示化するにあたり、解体時に想定した自動車の台数や型式などから実測値と予測値の乖離が大きいことが判明したのでデータの収集方法を含め、評価実験方法を導き出す。

- ・環境配慮型の商品については更に食器の分野と放射線遮蔽セラミックスの分野を主体に試作と評価を継続して実施していく。

⑥ 24年度経費実績

表1 実績表

経費	支出内容	備考
外注費	ガラス再資源化システムの設計・評価委託	LCA実証評価 東大
外注費	ガラス再資源化システムの設計・評価委託	MFCA(マテリアルフローコスト会計)分析評価 徳山大
外注費	ガラス再資源化製品の物性評価	セントクレイ物性評価
外注費	ガラス再資源化製品の試験制作依頼	陶磁器産地陶芸家
外注費	ガラス再資源化製品の試験制作依頼	放射線遮蔽セラミックス制作
外注費	ガラス再資源化製品の評価試験	放射線遮蔽能力試験
外注費	試料分析費	GMV組成分析
外注費	ガラス分析費	
機械装置購入	ガラス溶融試験、試作用電気炉	溶融試験用電気炉
機械装置購入	電気炉追加設備	溶融試験用電気炉
外注費	液晶ガラス・自動車ガラス産業分野別マテリアルフロー調査研究1	
外注費	液晶ガラス・自動車ガラス産業分野別マテリアルフロー調査研究2	
諸経費	報告書製本代	

2.9. まとめ

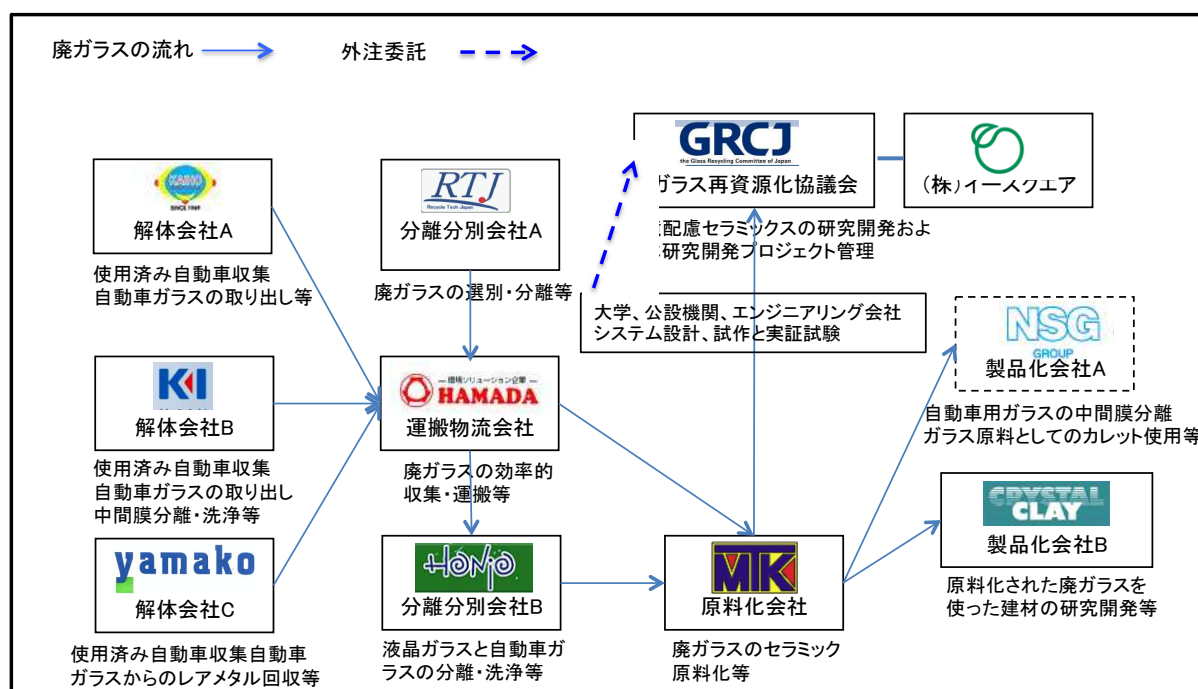
異業種によるサプライチェーン型の廃ガラスの高度資源化システムの構築について官民学の関係する部門から高い関心と評価を頂いている。かなり挑戦的な研究内容であり、社会的な意義や貢献度は大きいと考えている。

初年度は、実証試験と評価がほぼ計画通りに進捗できたが需要と供給の量のバランスを調査、検討中である。次年度からは、自動車ガラスの解体会社2社(啓愛社、ヤマコー)が新たに加わるため今年以上に自動車ガラスの研究開発が進む計画である。

2.10. 事業概要図

環境省助成事業の概要と各社の役割(2012～2014)

廃ガラスの高度リサイクルに関する技術開発を、運搬、解体、分別、分離、原料化、製品化を担う異業種の企業が協働して行い、これまで廃棄されていた使用済みガラスを再生利用できるサプライチェーンを構築します。



2.11. 関係する論文

今回の研究開発を通して下記の報告書をまとめた。

- (1) ガラス再資源化システムの設計・評価(東京大学特任准教授:醍醐市朗)
- (2) 自動車静脈系サプライチェーンへのマテリアルフロー会計の適用による廃ガラス再資源化の可能性に関する研究(徳山大学准教授:木村眞実)
- (3) ガラスを再生利用した低温焼成陶磁器用素地の物性評価(茨城県工業技術センター)
- (4) 鉛ガラスセラミックスの放射線遮蔽材としての評価(物質・材料研究機構:原田幸明)