

ガラス再資源化の概要

1 はじめに

環境政策におけるリサイクル法の先駆けとして容器包装リサイクル法(1997制定)が審議開始され資源循環型社会構築への意識高まりの中、サントリー、キリン、アサヒ、サッポロなどのボトラー等のびん利用事業者ならびに収集、再資源化、再商品化事業者により平成5年(1993)ガラスびん他用途開発を目的としたクリスタルクレイ社が設立された。ガラスびん再資源化は建築用セラミックとして実用化され、その後板硝子、電気硝子、建築分野から旭硝子、日本電気硝子、TOTO、INAX(現LIXIL)、鹿島建設、NIPPO等が参画。<http://www.crystalclay.co.jp/>

グリーン購入法の平成12年(2000)制定に先立ち、平成11年(1999)ガラス再資源化協議会が設立され廃棄ガラスの再資源化に関する行政との連携及び大学研究機関、産業界との環境技術の開発と研究、他用途開発の促進、市場拡大への支援、指導を通じて地球温暖化防止に際して環境負荷の少ないガラスマテリアルをLCAの国際的な動きに協力し推進するガラス再資源化ネットワークが構築された。<http://www.grcj.jp/>

ガラス再資源化の概要

2 ガラス産業の現状

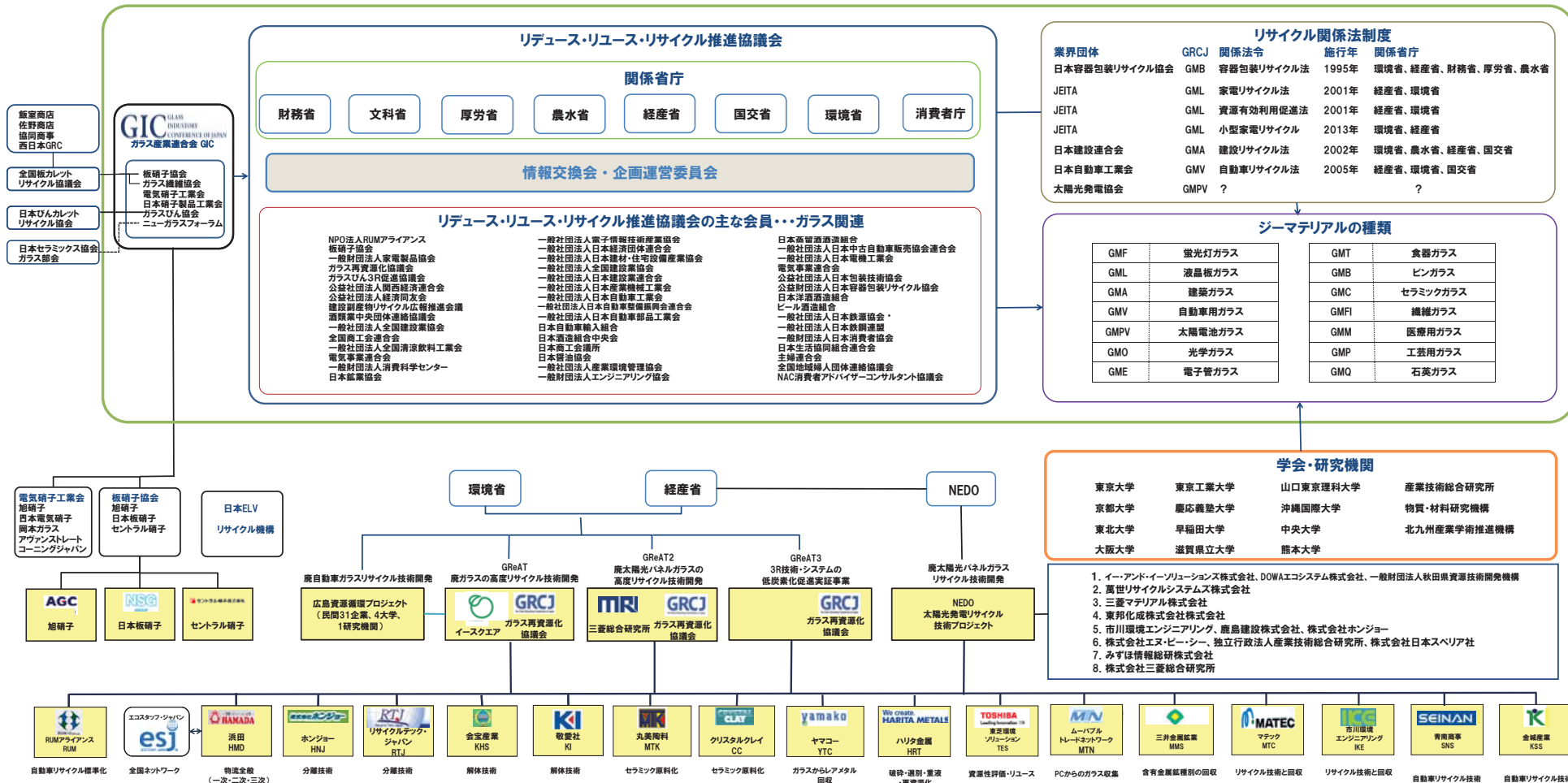
ガラス産業は板硝子協会、ガラス繊維協会、電気硝子協会、(社)日本硝子製品工業会、日本ガラスびん協会、(社)ニューガラスフォーラムの6団体の連合体としてガラス産業連合会(GIC)により構成されている。<http://www.gic.jp/index.html>

ガラス産業の形態は建築・自動車分野、ディスプレイ分野、情報通信分野、ガラス食器等の生活用品分野、びん・断熱材等の5つの分野に大別される。とくに建築・自動車の板ガラス、液晶ディスプレイガラス、磁気ディスク用素材、通信用光ファイバー、石英ガラスにおいては世界的に高い生産シェアを占めている。

3 各分野のリサイクル法に関連した各種ガラス

各リサイクル法の制定経緯は容器包装リサイクル法(1997)に始まり、ガラス再資源化はびんガラスの他用途開発推進を目的としてスタートした。その後、家電リサイクル法(2001)によるテレビのブラウン管ガラス、建築リサイクル法(2002)による建築板ガラス、自動車リサイクル法(2005)による自動車窓ガラス、小型家電リサイクル法(2013)によるPC液晶ガラス、携帯電話リサイクル、他蛍光灯ガラスなどの各種リサイクル法に関連した廃棄ガラスの存在がある。

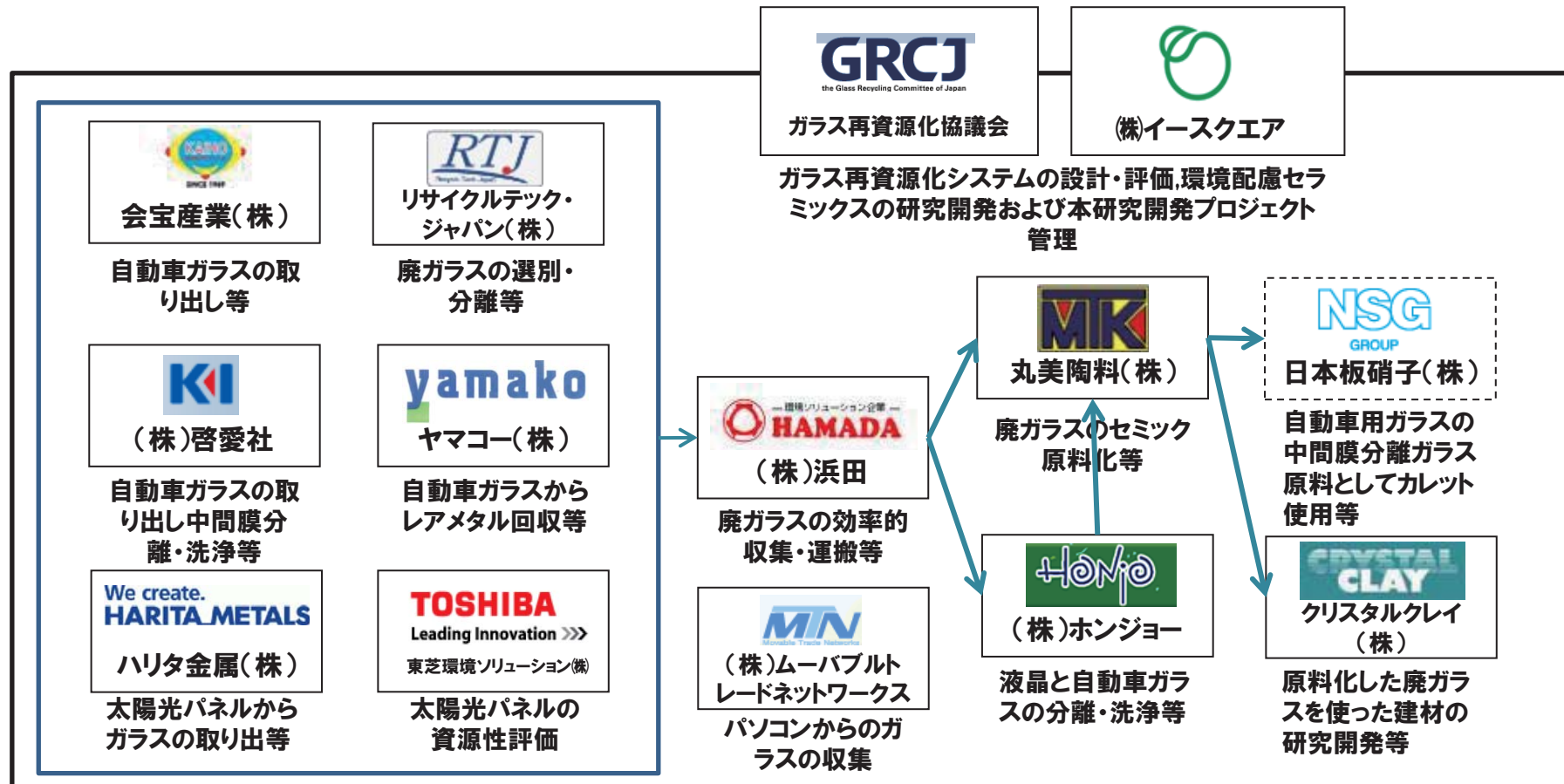
リサイクル率の高いびんガラスでも色つきびんのマテリアルリサイクルは難しく、建築板ガラス・自動車ガラス、DP液晶ガラス、太陽光パネルに至ってはほとんどが廃棄されている。



GReATプロジェクトの概要（2014年度）

Glass Recycling Advanced Technology

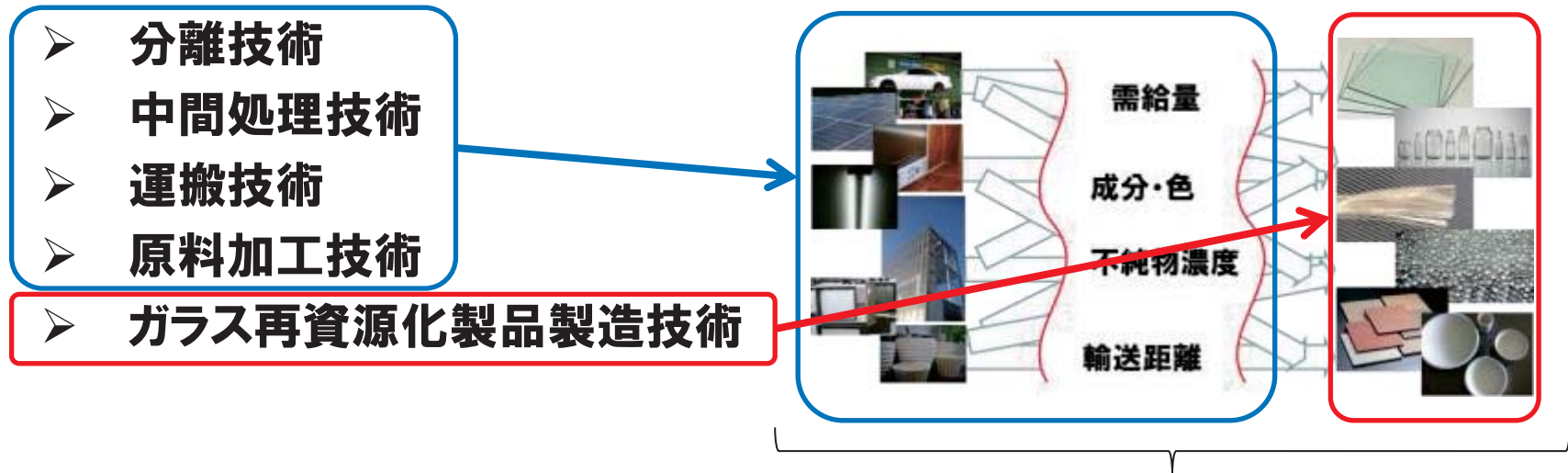
廃ガラスの高度リサイクル技術開発を、運搬、解体、分別、分離、原料化、製品化を担う異業種の企業が協働し、廃棄されていた使用済みガラスを再生利用のサプライチェーンを構築



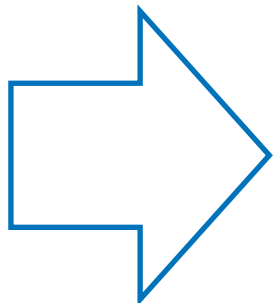
※(株)浜田は一次、二次、三次物流の全てを担当

GReATプロジェクトの目的

- ① 廃ガラスに関する以下の技術を開発し、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



- ② 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



使用済みガラス製品のリサイクルを促進するとともに、ガラスの循環システム全体での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。

GReATプロジェクトが対象とする廃棄物

- 廃液晶ガラス(家電リサイクル法関連)
- 廃自動車ガラス(自動車リサイクル法関連)
- 廃ブラウン管ガラス(家電リサイクル法関連)
- 廃太陽光パネルガラス(建設リサイクル法関連)
- 廃建築ガラス(建設リサイクル法関連)
- 廃蛍光灯(建設リサイクル法関連)
- 廃食器 等



GReATプロジェクトのマイルストーン(達成目標)

【プロジェクト全体】

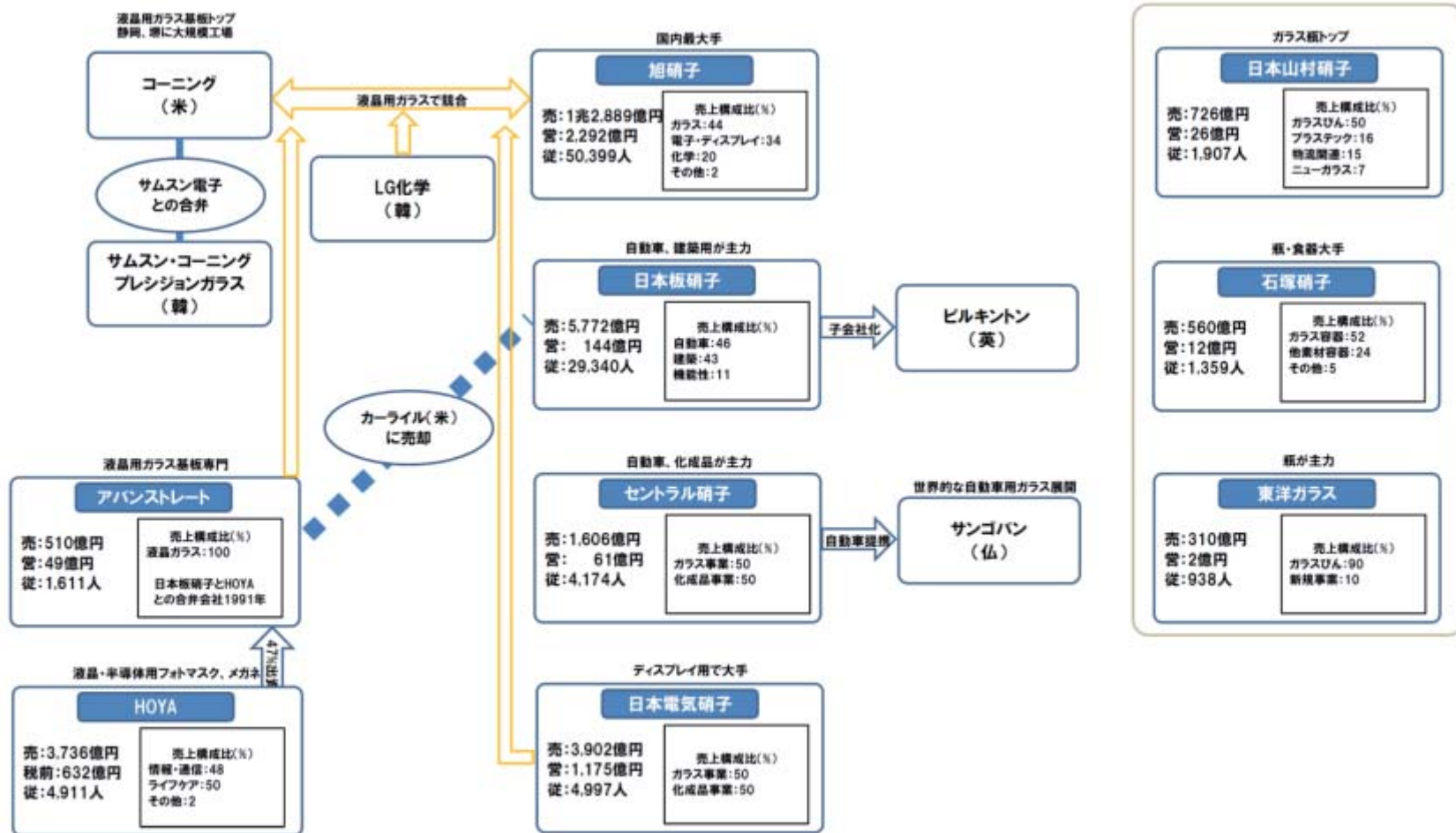
「廃液晶ガラス・廃自動車ガラス等の高度再資源化システムの確立」

廃液晶ガラス、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。

テーマ	2012	2013	2014
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」	[Progress bar from 2012 to 2013]		
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」	[Progress bar from 2012 to 2014]		
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」	[Progress bar from 2013 to 2014]		

2010年度ガラス業界の規模と関係図

国内主要ガラスメーカーの総売上高は約3兆円、うちガラス売上は約2兆5千億円



ガラス用途別のリサイクル状況調査

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	2012年 日本市場				備考	
					販売	市場収集	ガラスリサイク ル推定量	リサイクル 推定%		
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)	5,369	3,405	102	3%	解体時にガラスは取り外しは実施していない、 ASRIに引き取りされて路盤材。 自工会、JARC資料参考。
					ガラス量(トン)	171,808	108,960	3,269	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)	45,268	7,506	841	11%	内訳 TV 6,453 491 PC等 12,712 409 携・スマ 26,103 6,606 単位:千台
					ガラス量(トン)	23,410	1,366	316	23%	
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	2,282	2,282	100%	パネルはリサイクル化で構成比60%、ファンネル 部分は鉛含有率約25%のため水平リサイクルが 困難
					ガラス量(トン)	0	55,712	33,427	60%	
GMPV 太陽光発電 パネル	電気硝子工業会/ 板硝子	JPEA	-	-	KW	2,843,218	54,031	0	0%	リサイクル制度が確立していないので収集の統計 資料は未整備で、廃棄されている。
					ガラス量(トン)	166,044	3,028	0	0%	
計					ガラス量(トン)	361,262	169,066	37,012	22%	

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%。

PV: カバーガラス14.6kg/250W

ガラスの特徴

使用用途に沿い多様なガラスが開発されている

	GML	GMA/GMV	GMPV	GMFI	GMB	GME	
	液晶	建設・自動車	太陽電池	繊維ガラス	びん	ブラウン管	
						パネル	ファンネル
ガラス種類	アルミノ ホウケイ酸	ソーダ石灰	ソーダ石灰/ アルミノ珪酸	ソーダ石灰	ソーダ石灰	バリウム・ ストロンチウム	鉛
特徴	科学的耐久性	光透過性	光透過性	光透過性	色調管理	X-線吸収性	より高い X-線吸収性
軟化点℃	~850	720~740	720~850	720~740	720~740	690~715	655~675
比重	2.36~2.77	2.48~2.6	2.36~2.77	2.48~2.6	2.48~2.6	2.48~2.6	3.4~4.28
色調	クリア	GMA:クリーン、クリア GMV:クリーン、 ギャラクシー	クリア	クリア 混色	クリア、ブラウン、 ブルー、グリーン、 他多種多様	クリア	

ガラス材質に適合したリサイクル方法を選択

ガラスの用途分野種類

ジーマテリアルを用途分野に GMB～GMQの種類別に分け受け入れ

ジーマテリアルの種類

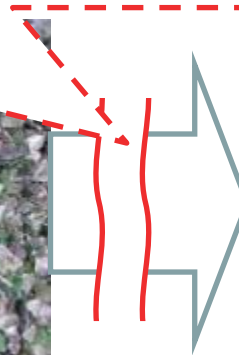
GMB	ビンガラス	GMA	建築ガラス	GMV	自動車ガラス	GMF	蛍光灯ガラス
GML	液晶板ガラス	GMPV	太陽光ガラス	GME	電子管ガラス	GMM	医療用ガラス
GMP	工芸用ガラス	GMC	セラミックガラス	GMT	食器ガラス	GMFI	繊維ガラス
GMO	光学ガラス	GMQ	石英ガラス				

ガラスの種類

鉛	ソーダ石灰ホウ珪酸	ソーダ石灰	珪酸塩	中性ホウ珪酸	ホウ珪酸
石灰アルミノホウ珪酸	アルミノ珪酸	アルミノホウ珪酸	石英	無アルカリ	その他

現在のガラスリサイクルにおける課題

発生する廃ガラスの不純物濃度に対し、リサイクル先における許容濃度が低い



求められる対策

- 1) 不純物、他ガラスの混在しない廃ガラスの回収
 - 2) 不純物の除去、選別
- 【ガラスの使用】不純物の混入しにくい設計

- 1) 不純物の許容濃度を高める
- 2) 不純物の許容濃度の高い新しい用途

GReATプロジェクトの調査研究活動状況

テーマ	2012～2013年度	2014年度
1、廃液晶ガラス、廃自動車ガラス、廃ブラウン管ガラス、廃太陽光パネルガラス、廃建築ガラス等の運搬・分離・分別・洗浄・原料化技術の確立	<p>運搬はガラスの運搬物流に適したコンテナを試作し実証試験により課題が明確化できた。</p> <p>解体分離は各種基礎試験を実施し評価し改善方法の計画立案迄完了した。</p> <p>洗浄は基礎実験を完了し実機導入に向けて課題が明確化した。</p> <p>原料化技術は実証試験、評価が完了し品質改善を繰り返し中。</p>	<p>運搬物流の最適コンテナを量産しリサイクルの全体最適を目指した活動につなげる。</p> <p>解体は最適な装置設計を決定し導入を図る。</p> <p>洗浄は装置を導入し実証試験からガラスカレットの量産化を開始する。</p> <p>原料化は新規設備導入により品質改善と量産化を推進する。</p>
2、廃液晶ガラスと廃自動車ガラス等を原料にした環境配慮型のガラス再資源化商品の技術開発	<p>ガラス再資源化原料を使用した各種セラミック商品の試作と評価は完了した。</p> <p>環境配慮型の新商品について商業ベースで製品化できる製品規格の研究開発が進んだ。</p> <p>新機能商品の製作販売の目処が立ってきた。</p>	<p>品質規格を満足する環境を意識したオリジナリティの高い新機能商品を販売開始する。</p> <p>放射線ガラスなど特殊用途に向けた商品の研究を継続して行い性能分析や評価を実施し早急に社会に貢献できる商品群を拡大する。</p>
3、ガラスリサイクルをシステム化するための最適化モデルの構築	<p>廃ガラスのリサイクルにおける課題は廃ガラスに混在する不純物濃度とリサイクル先の製品に求められる不純物の許容濃度のミスマッチであることを前提に全体最適の方法を東京大学の共同研究の中で課題抽出ができた。</p>	<p>ガラスリサイクルにおける鳥瞰的な循環利用システムを評価可能な最適化の手法を構築化する。</p>

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)
廃ガラスを効率的に収集・運搬するコンテナ作成と全国から排出される
コンテナ物流を最適化する配車システム等の研究開発
- 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と太陽電池パネルガラスの分離・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、ヤマコー株式会社 (YMK)
使用済み自動車から自動車ガラスを回収することによる経済性評価の調査研究
- 8、株式会社啓愛社 (KEI)
自動車合わせガラスからの中間膜とガラスカレットの完全分離技術の研究開発
- 9、ハリタ金属株式会社 (HRK)
廃太陽光パネルの破碎選別による、リサイクルスキームの構築
- 10、株式会社ムーバブルトレードネットワークス (MTN)
使用済み携帯電話、パソコン、モニタなどのガラスリサイクル方法の研究開発
- 11、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
- 12、東芝環境ソリューション株式会社 (TKS)
太陽光パネルの性能と資源性の評価、パネル分離と再資源化開発

GReATプロジェクトの開発内容(1)

① 廃自動車用ガラスに関する技術開発

・ガラス取り出し

廃自動車から効率的にガラスを取り出す方法の研究開発する。



取り出した自動車ガラス

・ガラス破碎

中間膜を損傷せず、ガラスを窯に戻すことが可能な品質に粉碎できるロール式破碎装置を開発する。



ガラス破碎装置

・中間膜剥離

中間膜とガラス片を分離した後、剥離されたガラス片を搬出する技術を開発する。 また、酸洗浄槽によりプリント剥離と銀線の回収を行う技術を開発する。



破碎された中間膜

GReATプロジェクトの開発内容(2)

② 廃ガラスの粉砕原料化加工技術

安定したセラミック製品を作るための最適な廃ガラスの粒度や廃ガラスと混ぜるその他原料との最適な組み合わせを実証実験する。



廃液晶ガラスのカレット

③ 物流容器(コンテナ)の開発

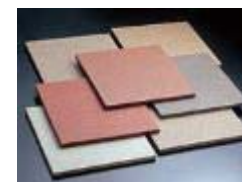
各種ガラスの収集運搬、保管、液処理で一貫利用が可能な物流容器(コンテナ)の研究開発を行う。



ガラス用コンテナ
(イメージ)

④ ガラス再資源化商品の開発

廃ガラスを原料に使用した建材や環境配慮型の機能性セラミックスの研究開発を行う。



廃ガラス使用の
せつ器質タイル
(既存商品)



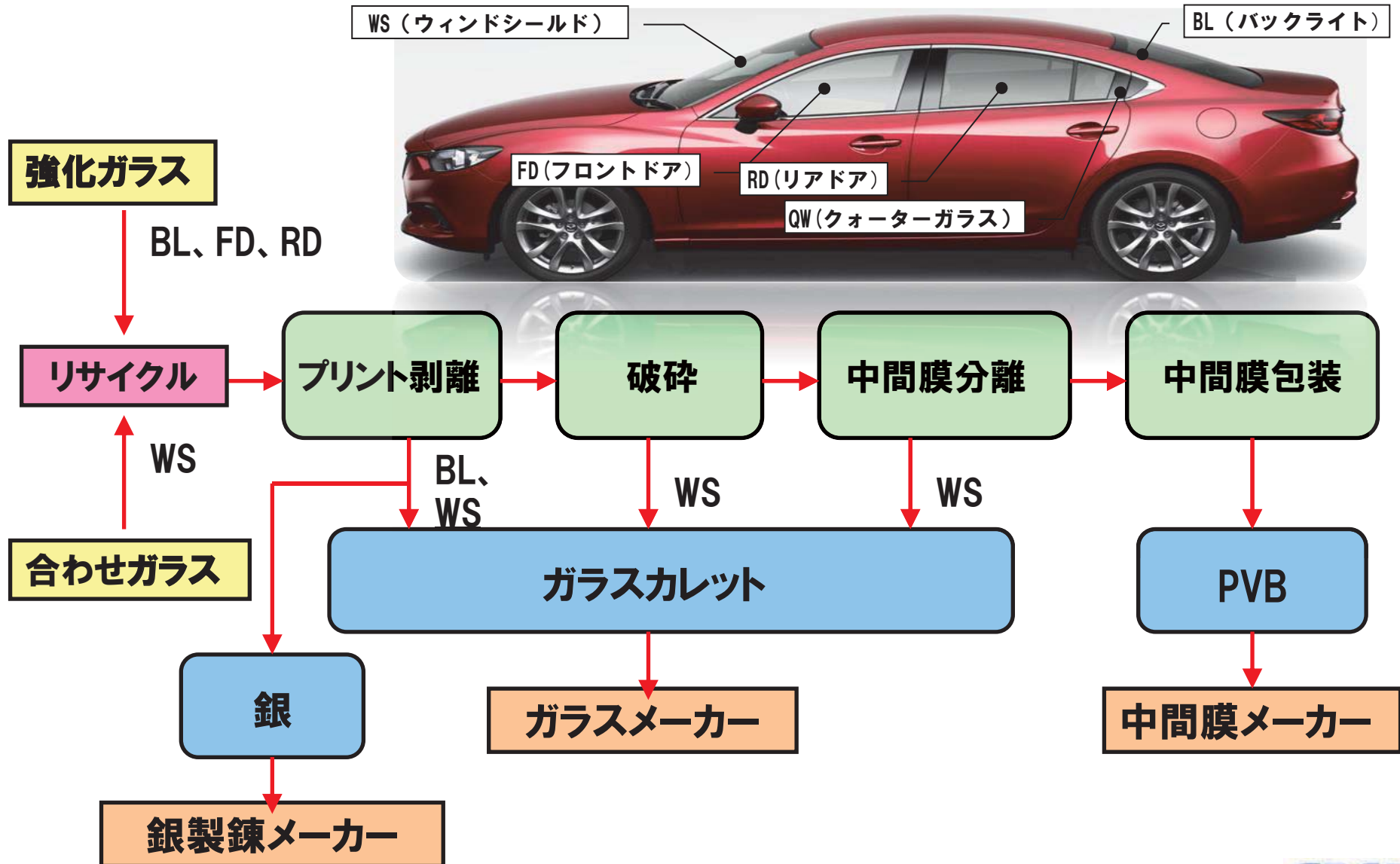
廃ガラス使用の
セラミックス素地(試作品)

総事業費と国庫補助額(予定)

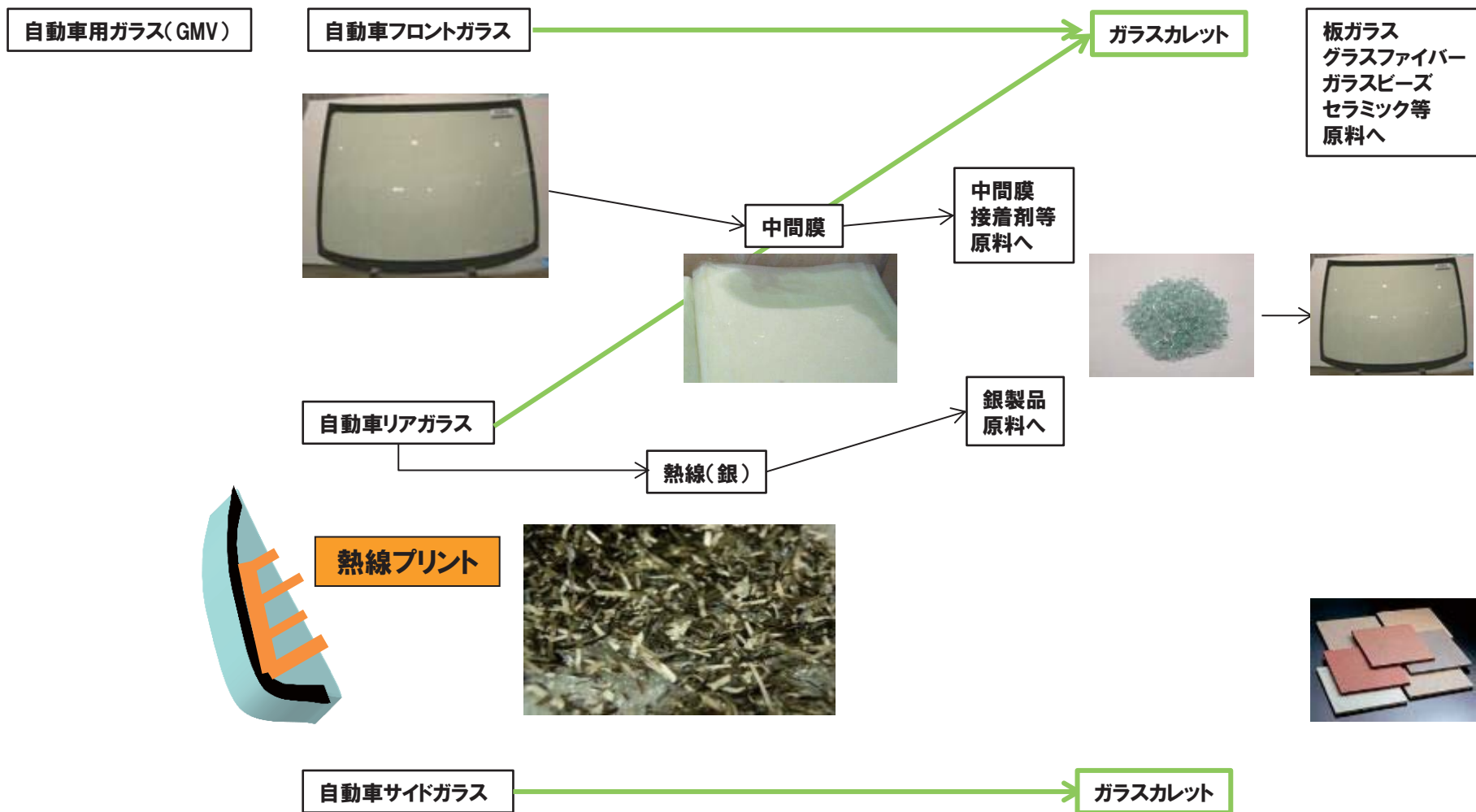
単位:千円

	H24年度	H25年度	H26年度	3年間合計
総事業費	49,170	133,183	44,854	227,207
国庫補助額	23,414	61,770	22,427	107,611

自動車ガラスのリサイクルフロー



廃自動車のガラスリサイクル



自動車ガラスの回収時間とコストの検証



	AZ-W	DWデミオ	BJファミリア	ファミリアSW	SKボンゴ	Ave
WS	68秒	81秒	74秒	77秒	84秒	77秒
BL	67秒	63秒	65秒	58秒	72秒	65秒
FD × 2	74秒	82秒	80秒	73秒	86秒	79秒
RD × 2	78秒	85秒	92秒	72秒	—	82秒
合計	287秒	311秒	311秒	280秒	242秒	286秒
台当り/分	4.8分	5.2分	5.2分	4.7分	4.0分	4.8分
工賃(@40/分)	¥ 191	¥ 207	¥ 207	¥ 187	¥ 161	¥ 191

* QWガラスなど黒セラ(低融点ガラス+黒色顔料)部は板ガラスへのリサイクル不可の為回収しない。

* FD、RDガラス回収Boxから保管用フレコンへの移動、入替え、作業終了後の清掃時間は含まない。

ガラス運搬・保管用コンテナの開発

コンテナの要求仕様を関係者で打ち合わせし最終の仕様決定を行った。
10トンウイング車に、2段高さで2列4行の積載を可能とした。(図1、図2)

試作コンテナの現地製作状態確認を実施し、実ガラスの試行による運搬、保管、作業性の確認テストを実施して量産用コンテナの仕様を決定。



図1:トラック内コンテナ(正面)



図2:2段積みコンテナ(横)

自動車ガラスの回収(WSの場合)



チゼルと吸引エアース

切断工程



回収保管

保管、運搬用共通
コンテナ



自動車ガラス(WS)の中間膜剥離(ホンジョー)



一次破碎



中間膜の乾燥



中間膜剥離バレル

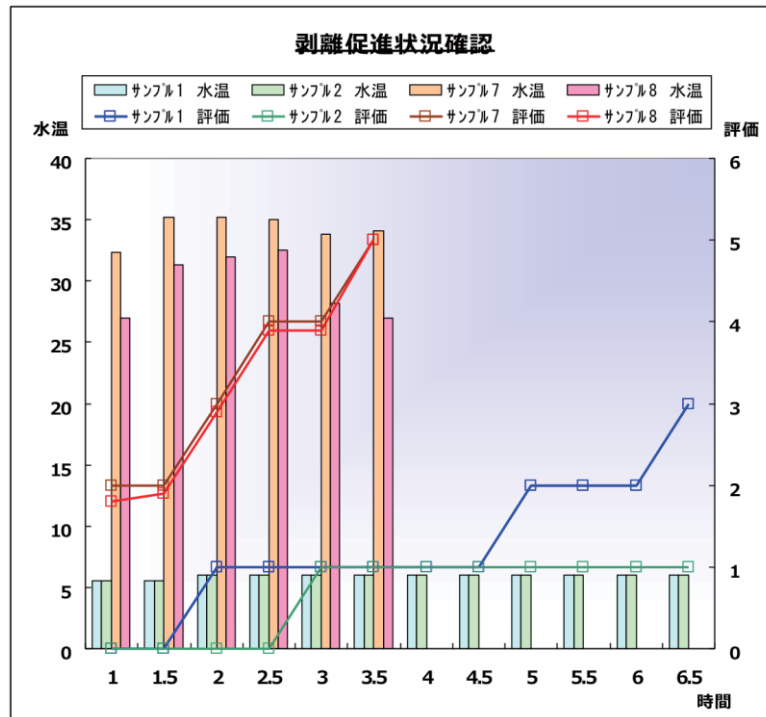
自動車ガラス(WS)の中間膜剥離液の開発



ガラス破碎後の中間膜



ガラスと分離後の中間膜



剥離液の成分

主成分:官報公示整理番号 化審法 : (1)-369 相当

水酸化カリウム水溶液 PH : pH>11

物質 : 強アルカリ性

安全性:通常安定である。比重 : 1.49 (20°C)

評価(目視)	剥離具合	感触
0	0	
1	10~20%	こすっても剥れない
2	20~40%	こすれば剥れる(強く)
3	40~60%	こすれば剥れる
4	60~80%	こすれば剥れる(弱く)
5	80~100%	振るだけで剥れる

図2 : 水温による剥離の有意差

サンプル1、2は常温(約15°C)、サンプル7、8は35°C

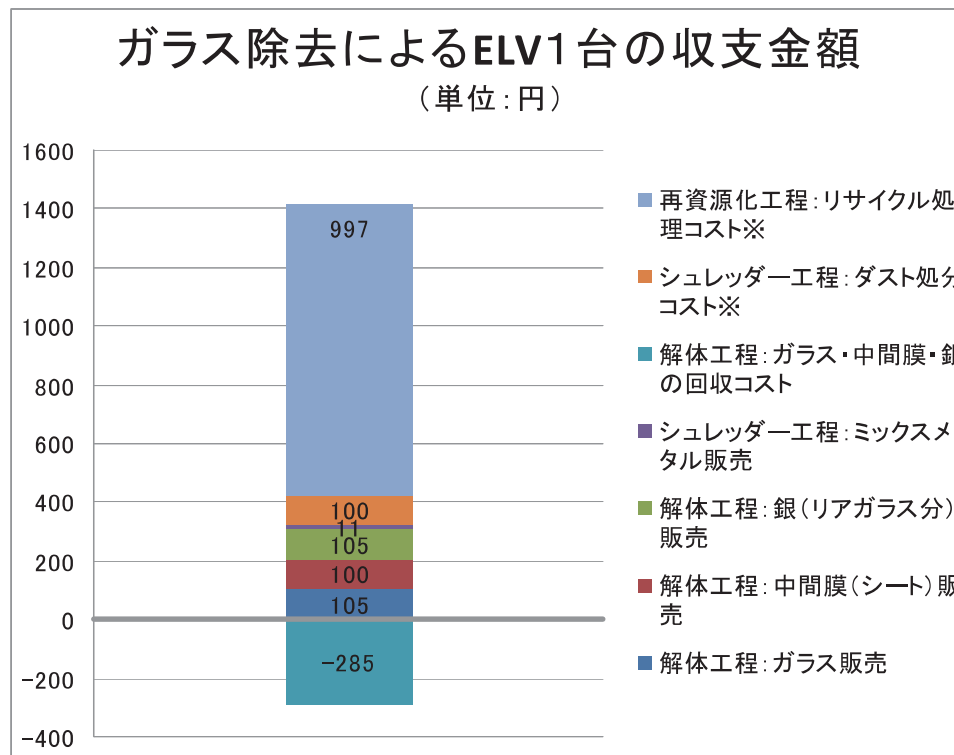
剥離液による有意差を温度と時間で評価

ELV1 台のガラスリサイクルのメリット予測

ガラス除去によるELV1台の収支金額(単位:円)

解体工程: ガラス販売	105
解体工程: 中間膜(シート)販売	100
解体工程: 銀(リアガラス分)販売	105
シュレッダー工程: ミックスメタル販売	11
解体工程: ガラス・中間膜・銀の回収コスト	-285
シュレッダー工程: ダスト処分コスト※	100
再資源化工程: リサイクル処理コスト※	997
合計	1,133

但し、運搬物流コストは含まず



再資源化工程におけるガラスの有無によって、処理コストの有意差について、ガラスを解体工程で取り外した場合とそのまま処理する場合の有意差について各50台のELVを使用した試験を東京製鉄の協力を得ながら1回目の試験終了。50台テストでは違いが明確化できず12月末までに数値化を図るためヤマコー(株)でガラス除去プレス品を再度準備してテストを行う。

自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(湿式)

検証目的:

使用済み自動車から割れた状態で回収されたリアガラスより、湿式法にて熱線を剥離し、回収可能性を検証

対象ガラス:

対象ガラスは下記表通り

車両情報				
メーカー	車種	年式	車体No.	
M	カペラ	1995年式	CG2PP-112700	
ガラス情報				
種類	メーカー	M-No.	備考	重量
GMV-M-NR	N	398	熱線・シール	5.2kg

自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(湿式)

剥離処理:

剥離液を所定の温度に保ち、対象のガラスを一定時間浸け置きした。

結果:

熱線はほぼ100%の剥離を目視にて確認(下図②)。

浸け置き時間を少し長くすると糊も剥離することができる(下図③)

①剥離処理まえ(熱線有)



②剥離処理あと(熱線剥離)



③剥離処理あと(熱線・糊剥離)



自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(湿式)

まとめ:

割れた自動車用リアガラスから湿式法により、下記の通りGMVと銀を含む熱線を回収できた。

	回収重量(5.2kg中)	回収比率	回収率
GMV	5.187kg	99.8%	100%
熱線	0.009kg(8.88g)	0.2%	100%

考察:

今回は、割れた自動車用リアガラスから熱線の剥離・回収が可能かどうかの「可能性」を検証することができた。

次回からは、反応促進攪拌設備開発と洗浄液濃度の最適化、並びに効率的な回収方法について検討を進める。

自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(湿式)

選別回収:

熱線剥離後のガラスを水洗・乾燥した後、粒度選別し、ふるい下を比重選別する。

結果:

粒度選別で約99%のカレットの回収ができた(下図①)。ふるい下を比重選別により、カレット0.027kg(下図②)、熱線(ガラス粉入)0.009kg(下図③)を回収できた。

①GMVカレット(粒度選別後)



重量:5.16kg

②GMVカレット(比重選別後)



重量:0.027kg(27.45g)
採算予想:ゼロ

③熱線(比重選別後)



重量:0.009kg(8.88g)
採算予想:180円

自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(乾式)

BLのガラスの端をハンマーで割り、
全体に亀裂が入った所で受け皿を用意し、回収。



自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(乾式)

使用機械

(株)マゼラー製 RW250式ミキサー 5.5kW

GMV-BL 25台分をミキサーに投入し攪拌。
攪拌時間を10分、30分、60分とした。



自動車用リアガラス (BL) からの熱線の回収(乾式)

攪拌10分: 表面の酸化被膜が削れた程度で、鮮やかな銀色をした熱線が現れた。

攪拌30分: 約80%が削れて無くなっている。

攪拌60分: 完全に熱線が剥れ落ち、下地の黒セラと銀の焼き付き部分が鮮明になった。

今後ミキサーの下部に溜まった物質より銀を取り出す方法を検討していく。



リアガラス熱線測定システムの確立

X線分析計を用いた回収物の測定

オリンパス製蛍光X線分析計 DELTA Premium50

	剥離前	剥離後
1回目	1.71%	0.92%
2回目	1.65%	0.86%
3回目	1.63%	0.82%

剥離前:ガラスに印刷されている熱線を計測
剥離後:ミキサーにより剥離した沈殿物を計測

剥離前と剥離後で品位が約半分になってしまう結果となった。
ミキサーに入れる水の量が少なすぎた為、ガラス自体を削ってしまい、沈殿物の品位を下げたものと思われる。

今後は水分量を攪拌スピード、攪拌時間の相関関係をデータとして蓄積し、一番効率の良い方法を見つけていく。



使用済パソコンからのガラス解体(MTN社)

使用済パソコン等IT機器の素材別リストによる解体

TFTの解体



解体
⇒

解体後の液晶パネル



・液晶の解体化は事業化出来ている、液晶自体の数はあるのだが液晶パネルからパネル部分を抜き出すより現在のところ解体するよりも個体で販売した方が収益性はある

IT機器等の解体



解体
⇒



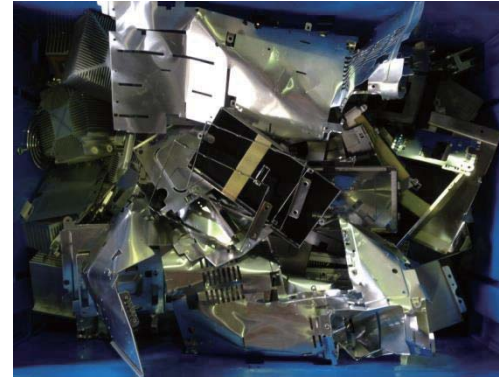
使用済パソコンの解体
IT機器に使用しているガラスは少量であり、量の確保が難しい

携帯・パソコンからの有価物回収(MTN社)

携帯電話の回収



パソコン解体時に 出てきた金属類

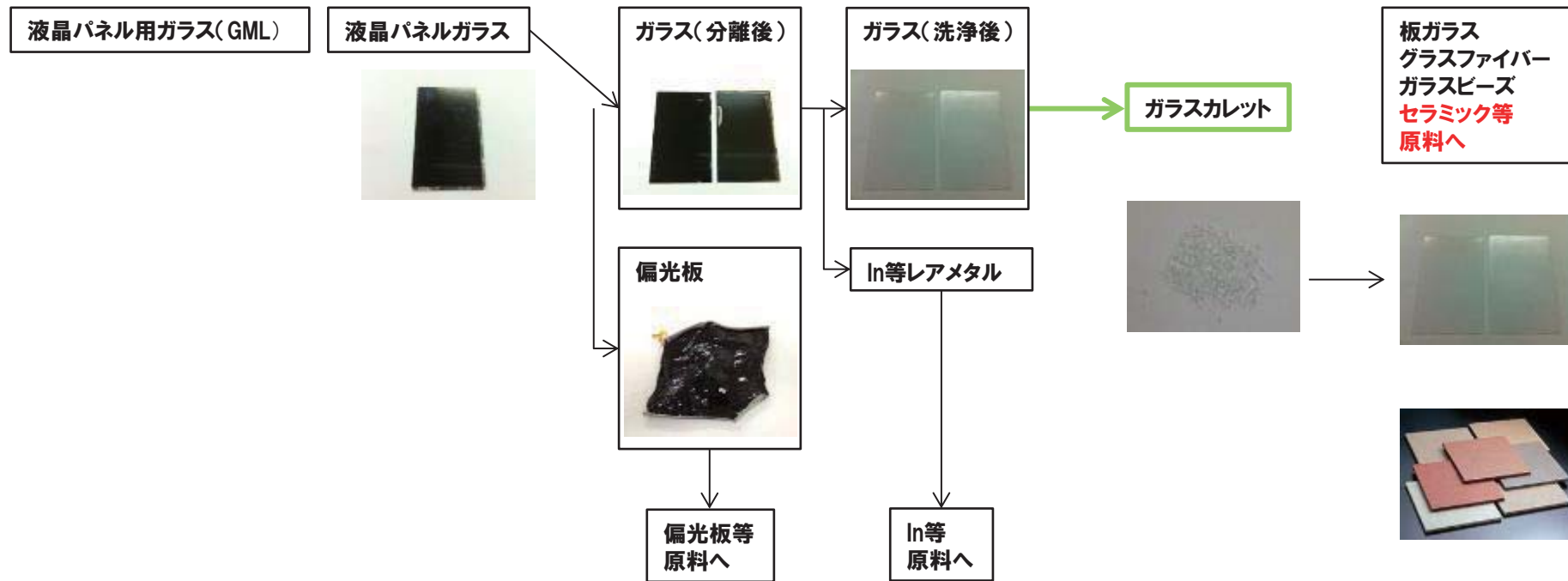


特にパソコンの基盤からはアルミニウム・鋼が多く検出され筐体部からは鉄が含まれていたため不良機器の物からは再資源化に向けて期待出来る

太陽光発電パネルの回収・再資源化

NTTファシリティーズとの連携に向けて模索中である。
NTT事業である太陽光発電パネル中古物件の引揚や回収について
リユース・リサイクルを進展の計画

廃液晶パネルのガラスリサイクルの概要



GML、GME廃ガラスのセラミック建材への活用

**背景：通常タイルの55%程度の比重となり軽量で断熱性能が優れた新商品開発である。
取り扱いが容易のため運搬から施工迄コスト削減に寄与が期待できる。**

1、目的・目標

年間2,400トンのGML、GMEの廃ガラスを使用した住宅用壁軽量セラミックタイルの製品化

2、実績

- ・自社既存タイル生産用の大型実機設備を使用し、軽量タイルの中量試作試験をおこなった
- ・試験回数を重ねることにより、平均的に品質が向上した

3、次年度以降の取り組み

- ・量産レベルでの安定品質確保
- ・商業事業化達成
- ・事業継続性と、廃ガラスの可変性への対応

GML、GME廃ガラスのセラミック建材活用実験

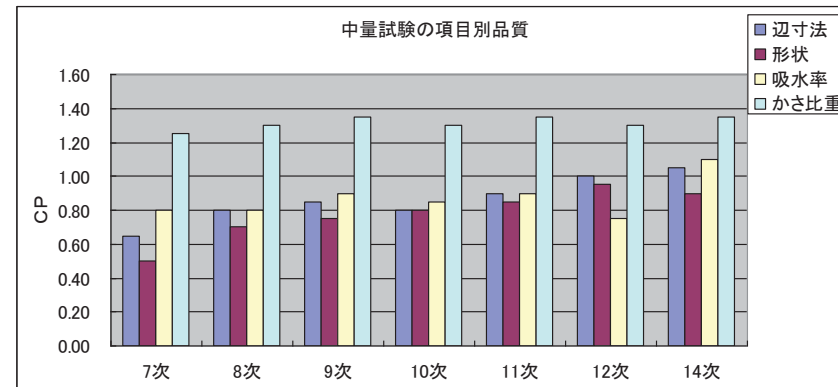
クリスタルクレイ(株)と丸美陶料(株)の共同開発

1. 主な試験仕様

項目	仕様	内訳
目的	量産想定	中量実機
原料	GLM、GLE使用SPIはい土	0.5~10t(試験毎製作)
成形	800t高圧成形機	自動連続運転 10~50m ³
施釉	手動および自動施釉装置	一部連続運転
焼成	75mローラーハースキルン	1,100℃焼成
評価	外観、品質、物性	自社及び外部研究機関

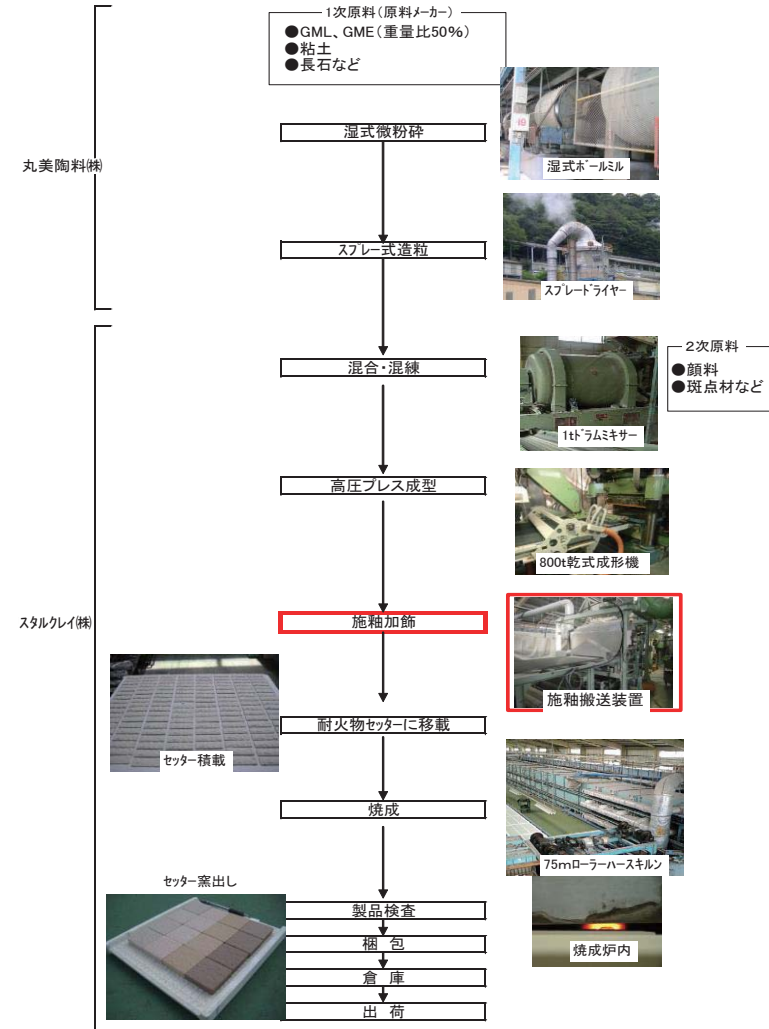
2. 試験実施内容

時期	試験名	目的	成果
2013年5月	第7次中量試験	成形条件とタイル形状変化1	形状安定性不十分
2013年7月	第8次中量試験	成形条件とタイル形状変化2	形状改善
2013年9月	第9次中量試験	全炉使用の焼成条件1	炉1と炉2による品質差あり
2013年10月	第10次中量試験	全炉使用の焼成条件2	炉1と炉2による品質差縮小
2013年11月	第11次中量試験	施工試験用サンプル作成	施釉手作業で目標達成
2013年12月	第12次中量試験	量産施釉装置設計	施釉装置の設計確定
2014年1月	第13次中量試験	基本品質再確認	原料仕様の一部見直し
2014年3月	第14次中量試験	施釉搬送装置動作確認	一定のタイル仕様では良好



軽量タイル製造フロー

製品名：ガラス再資源化軽量タイル(仮称)
仕様：ガラスすり込み坯土(SP顆粒)製
区分：磁器質住宅壁用



丸美陶料(株)の独立した原料タンクの設置改造

クリスタルクレイ(株)と丸美陶料(株)はガラス原料実証試験を継続中であるが、軽量セラミックタイルの性能(寸法、吸水、耐久性、耐摩耗性、耐薬品性、凍害、比重等)のうち一部の物性が不安定であった。再現試験を繰り返し、検証した(組成、粒度、成形条件、焼成条件の変更)が原因が分からず、急遽配合変更を行った。吸水率の規格を緩和し不具合の発生しにくい配合試験を繰り返し実施中である。



低温焼成食器用の原料開発

セントクレイ、セントクレイプラスの開発を通して各産地の工業用食器原料及び陶芸土に混練することで低温焼成が可能である。 さらに配合割合に応じて焼成温度を変化させることもできる。 また顆粒にすることで生産の配合時に粉じんも少なく、計量も容易となるのが特徴である。 ガラスとして液晶ガラスに使用中の無アルカリのホウケイ酸ガラスが適している。



低温焼成食器用の原料開発

セントクレイ試作TOKA



低温焼成食器用の原料開発

藤原アトリエ

セントクレイ元土及び配合テスト

H25.10 MTK別紙

試験方法

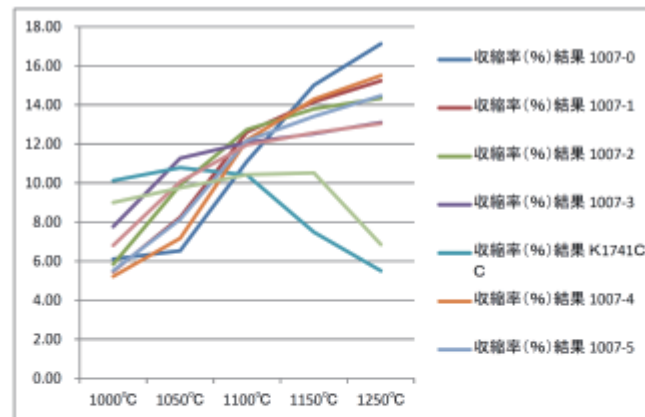
従来の食器の素地に対して各割合のK-1741CCもしくはK-1749CCを添加し加工後、各温度にて焼成した際の物性を測定する。

試験配合

- 1007-0 : 従来半磁器土(以降A粘土とする) 100%
- 1007-1 : A粘土90%:K-1741CC10%
- 1007-2 : A粘土80%:K-1741CC20%
- 1007-3 : A粘土60%:K-1741CC40%
- K1741CC : セントクレイ元土 GML50%使用品
- 1007-4 : A粘土90%:K-1749CC10%
- 1007-5 : A粘土80%:K-1749CC20%
- 1007-6 : A粘土60%:K-1749CC40%
- K1749CC : セントクレイ元土 GML60%使用品

収縮率(%)結果

	1007-0	1007-1	1007-2	1007-3	K1741CC	1007-4	1007-5	1007-6	K1749CC
1000℃	6.11	5.48	5.84	7.77	10.12	5.22	5.52	6.81	9.00
1050℃	6.53	8.24	9.90	11.26	10.78	7.17	8.14	10.06	9.75
1100℃	11.11	12.60	12.73	12.07	10.41	12.20	12.17	11.95	10.43
1150℃	15.00	14.15	13.79	12.52	7.49	14.29	13.41	12.56	10.52
1250℃	17.12	15.23	14.33	13.09	5.51	15.50	14.46	13.05	6.86



K-1741CC及びK-1749CCを除き全て温度に対して収縮する(寸法が小さくなっていく)傾向があり、収縮率だけを見るとまだ耐火度を下げる余地がある事がわかる。

低温焼成食器用の原料開発

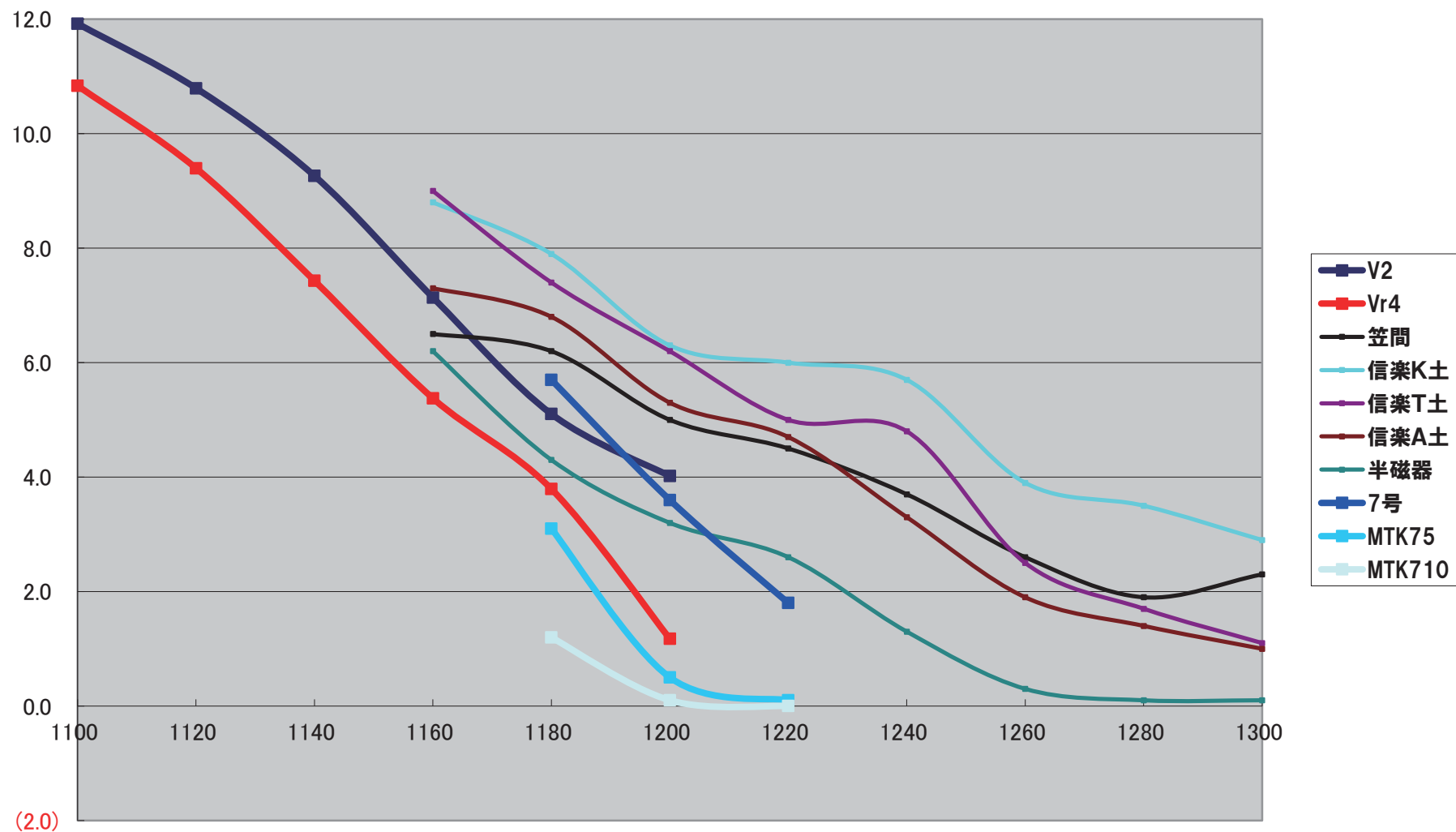


藤原アトリエ



陶磁器産地粘土素地とセントクレイ

吸水率比較



遊技機の合わせガラスのリサイクル

ベルトコンベアを破碎機排出部分に設置しコンベア上で手選別することによりカレット品質の向上が可能化した。

ベルトコンベア導入前の処理枚数は約85枚/時間

ベルトコンベア導入後200枚/1時間になり、

処理量UPが実現し生産性が235%UPした。



遊技機ガラスのガラスカレットの再生品としての出荷量

2013年1～12月 543トン

2014年1～10月 899トン



建築用ガラス(網入りガラス)のリサイクル



網入りガラスをハンマーで粉砕



ガラスと金属網は粉砕可能



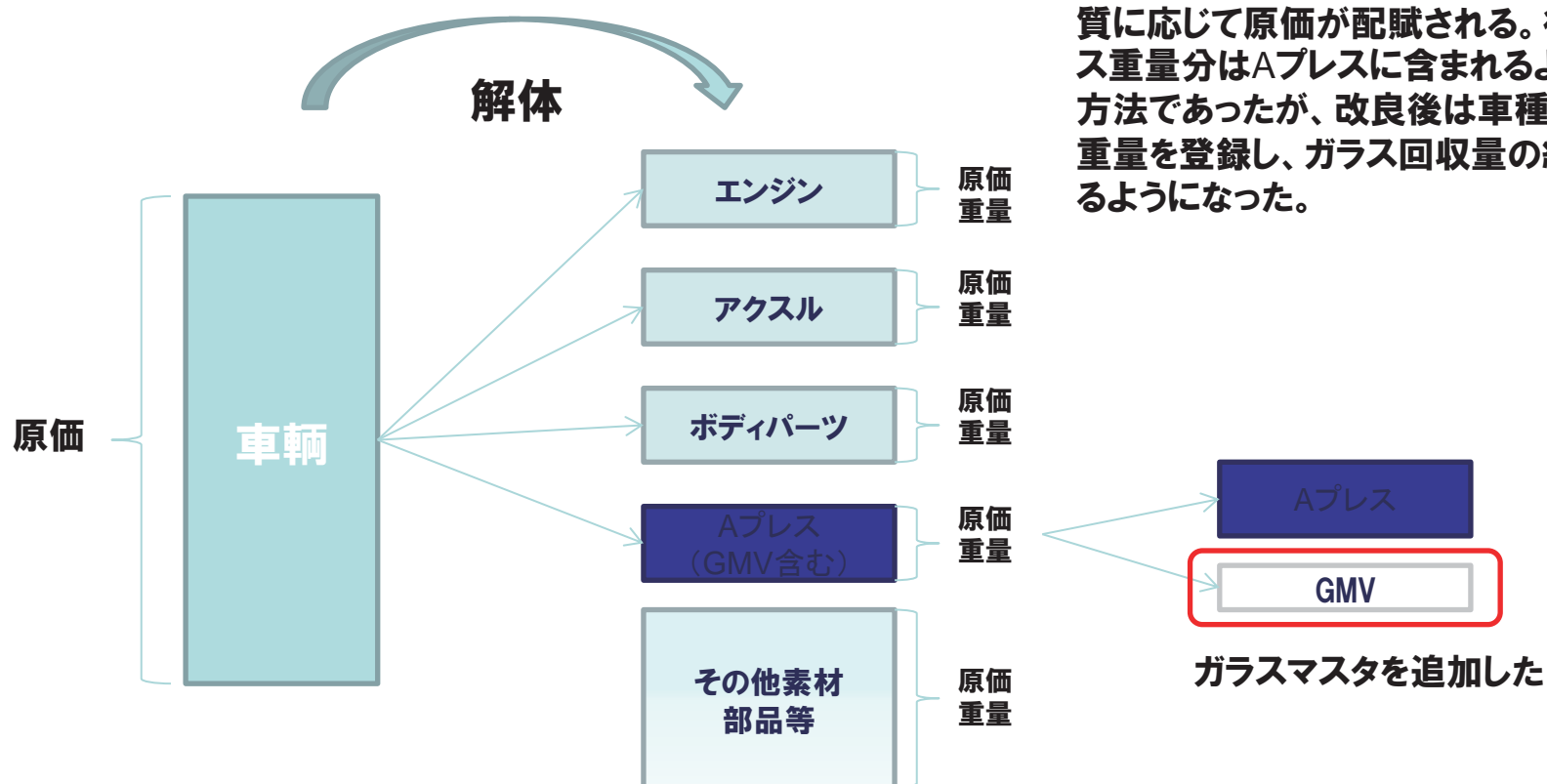
5ミリ以上のガラス(一部ワイヤー)

課題
ガラスからワイヤー
を分離する方法



5ミリ以下のガラス(一部ワイヤー)

自動車ガラスの原価システム登録開始(会宝産業)



車両を解体すると、車種・部品毎に重量・材質に応じて原価が配賦される。従来はガラス重量分はAプレスに含まれるような計算方法であったが、改良後は車種毎にGMV重量を登録し、ガラス回収量の統計が取れるようになった。

原価システム(イメージ)

KRAsystem 山口敦史さんログイン中
[ロケーション 会宝産業本社]

車輛型式マスタ [編集]

一覧画面

コード	1
車名コード	036 HIACE 素材構成コピー
車輛型式	YH50V
エンジン型式	2Y
使用禁止	<input type="checkbox"/>
触媒	プロアハニカム大
素材構成	
鉄スクラップH2	300.00 ks
鉄スクラップL1	15.00 ks
Aプレス	1000.00 ks
アルミホイール	30.00 ks
キロゲン材	0.00 ks
ガス切り材	0.00 ks
その他鉄スクラップ	0.00 ks
ステンレス類	0.00 ks
アルミコア(ラジエータープレス)	6.00 ks
キカイアルミ(キカイコ)	0.00 ks
アルミ新コ	0.00 ks
その他アルミ素材	0.00 ks
ハーネス	10.00 ks
銅コア(ラジエータープレス)	4.00 ks
砲金類	0.00 ks
真鍮類	0.00 ks
バッテリー	30.00 ks
白白エンジン	0.00 ks
白黒エンジン	280.00 ks
黒エンジン	0.00 ks
ECU	1.00 ks
PP素材	8.00 ks
樹脂類	60.00 ks
ガラス	45.00 ks

更新 削除

201410091830 - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	ロケーション	生年月日	生産月	生産年	生産担当商品コード	商品名	車名	車輛型式	エンジン型	数量	仕入合計	生産時間	生産時販売数量	販売実績	仕向先				
1	会宝産業本社	30	9	2014	板尻偉平	100000	エンジン	ハイエース LH178	5L	1	128,000	60	160,000	1	260,000	HADI COMPANY			
2	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	110072	フロントドア	ハイエース LH178	5L	1	288	5	4,000	0	0	HADI COMPANY			
3	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	110080	ドアミラー	ハイエース LH178	5L	1	19	5	300	0	0	HADI COMPANY			
4	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	110030	スライドドア	ハイエース LH178	5L	1	288	5	4,000	0	0	HADI COMPANY			
5	会宝産業本社	30	9	2014	竹端 俊哉	120230	ホーン	ハイエース LH178	5L	2	30	2	200	0	0				
6	会宝産業本社	30	9	2014	竹端 俊哉	120330	ラジエター	ハイエース LH178	5L	1	192	5	1,500	0	0	IMPORT & EXPORT AZUMI LMT			
7	会宝産業本社	30	9	2014	板尻偉平	140060	ドライブシャフト	ハイエース LH178	5L	2	154	20	3,000	0	0	HADI COMPANY			
8	会宝産業本社	30	9	2014	板尻偉平	140082	リアアクスル(生/D)	ハイエース LH178	5L	1	3,039	15	3,500	1	10,000	NEW KABU GENERAL TRADING L.L.C.			
9	会宝産業本社	30	9	2014	板尻偉平	140110	リアスプリング	ハイエース LH178	5L	1	288	5	1,000	0	0	HADI COMPANY			
10	会宝産業本社	30	9	2014	板尻偉平	140110	リアスプリング	ハイエース LH178	5L	1	288	5	1,000	0	0	HADI COMPANY			
11	会宝産業本社	30	9	2014	竹端 俊哉	140115	ロアアーム	ハイエース LH178	5L	2	154	20	1,000	0	0	HADI COMPANY			
12	会宝産業本社	30	9	2014	竹端 俊哉	140140	プロペラシャフト	ハイエース LH178	5L	2	576	20	3,000	0	0	HADI COMPANY			
13	会宝産業本社	30	9	2014	板尻偉平	140153	リアアクスル(生/D)	ハイエース LH178	5L	1	3,039	15	5,000	1	10,000	HADI COMPANY			
14	会宝産業本社	30	9	2014	竹端 俊哉	140165	ローター(ドラム)	ハイエース LH178	5L	2	384	10	1,400	0	0	HADI COMPANY			
15	会宝産業本社	30	9	2014	竹端 俊哉	140200	ラックアンドピニオン	ハイエース LH178	5L	1	120	5	2,000	0	0	HADI COMPANY			
16	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	160190	シート	ハイエース LH178	5L	2	307	4	2,000	0	0	KAHO(THAILAND)CO.LTD.			
17	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	160200	スタプリングセット(ハンドル Assy)	ハイエース LH178	5L	1	30	10	2,000	0	0	IMPORT & EXPORT AZUMI LMT			
18	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	160260	ハイパー(室内)/日よけ	ハイエース LH178	5L	2	38	4	200	2	200	IMPORT & EXPORT AZUMI LMT			
19	会宝産業本社	30	9	2014	棚沢大真	750004	ガラス	ハイエース LH178	5L	1	765	30	765	0	0				
20	会宝産業本社	30	9	2014			ニプラプレス	ハイエース LH178	5L	1	29,416	6	32,363	995	19,482				
21	会宝産業本社	30	9	2014			源処理	ハイエース LH178	5L	1	0	18	0	0	0				

マスタにて全ての車種ごとにガラス重量を登録する。
 車輛を解体すると明細にガラス重量から計算された原価と
 工数、販売価格が反映される。

月次統計・在庫管理(イメージ)

201410091852 - Microsoft Excel

ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 開発

切り取り コピー 貼り付け 書式のコピー/貼り付け クリップボード

Lr oSVbN 11 A A

折り返して全体を表示する セルを結合して中央揃え

標準 数値

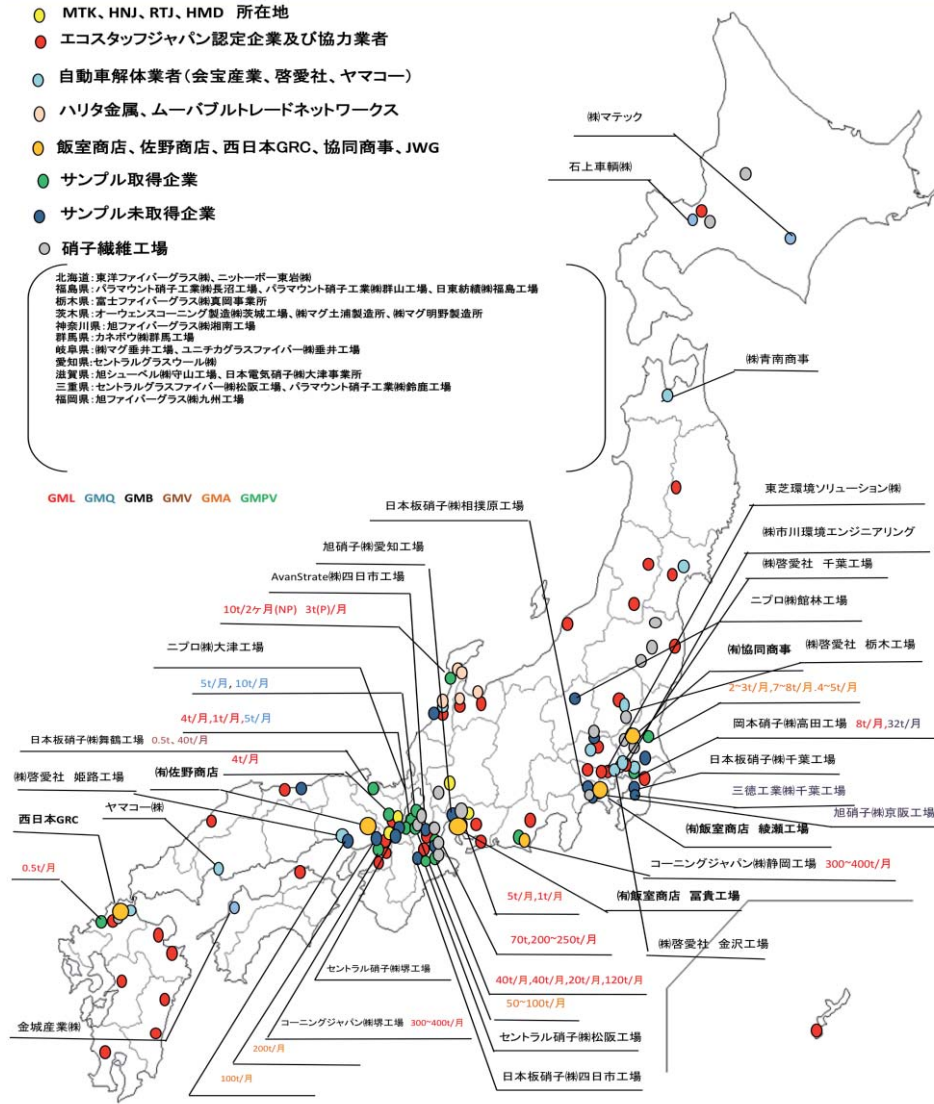
条件付き書式 テーブルとして書式設定

標準 悪い 良い

B30

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	素材在庫表のExcel出力【会宝産業(株)】							
2							出力日	2014/10/09
3	商品名	在庫重量	単位	仕入原価単価	仕入原価合計	販売単価	販売合計	
4	Aプレス	289,646.00	kgs	16.28	4,715,509.25	18.70	5,416,380.20	
5	ECU	5,816.50	kgs	144.24	838,970.82	200.00	1,163,300.00	
6	ELVバンパリサイクル原料	51,470.00	kgs	3.59	184,696.04	5.00	257,350.00	
7	エコプレスART	939.55	kgs	3.04	2,855.59	4.00	3,758.20	
8	エコプレスTH	380.00	kgs	3.42	1,299.60	4.00	1,520.00	
9	ガソリン	282.00	kgs	0.00	0.00	57.00	16,074.00	
10	ハーネス	8,781.00	kgs	164.68	1,446,089.05	210.00	1,844,010.00	
11	バッテリー	9,723.00	kgs	62.25	605,296.82	83.00	807,009.00	
12	白白エンジン	29,420.00	kgs	51.36	1,511,062.40	63.00	1,853,460.00	
13	白黒エンジン	35,826.00	kgs	42.89	1,536,750.00	53.00	1,898,778.00	
14	鉄スクラップH2	73,242.00	kgs	19.67	1,440,839.27	27.00	1,977,534.00	
15	鉄スクラップL1	12,570.00	kgs	20.15	253,234.95	26.00	326,820.00	
16	ガラス	1,018.00	kgs	16.28	16,573.04	16.28	16,573.04	
17	黒エンジン	500.00	kgs	23.74	11,870.00	20.00	10,000.00	
18	合計	519,614.05		571.59	12,565,046.83	786.98	15,592,566.44	
19								
20								
21								

廃ガラス拠点と回収地点所在図



収集運搬実績

表1. ガラス運搬実績表(平成24年度)

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	MTK	2012年	729,280
GME	ブラウン管ファンネルガラス	MTK	2012年	1,000
GMV	自動車ガラス(YMK)	MTK	2012年	400
GMV	自動車ガラス(YMK)	HNJ	2012年	400
GML	液晶TV向けガラス	MTK	2013年	86,180
GMA	パチンコ全面板ガラス	飯室商店	2013年	24,430
GMPV	太陽光パネル粉碎後銀含有ガラス	飯室商店	2013年	20,920
GMA	垂壁	HNJ	2013年	10,970
合計				873,580

表2. ガラス運搬実績表(平成25年度)

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	MTK	2013年	470,340
GMA	カーナビ液晶ガラス	飯室商店	2013年	52,019
GMA	パチンコ全面板ガラス	飯室商店	2013年	914,450
GMPV	太陽光パネル粉碎後銀含有ガラス	飯室商店	2013年	51,010
GMA	垂壁	HNJ	2013年	1,880
GMV	自動車ガラス(KHS)	HNJ	2014年	1,350
GMV	自動車ガラス(YMK)	西日本GRC	2014年	960
合計				1,492,009

ガラス再資源化軽量タイル焼成時CO2排出量削減効果

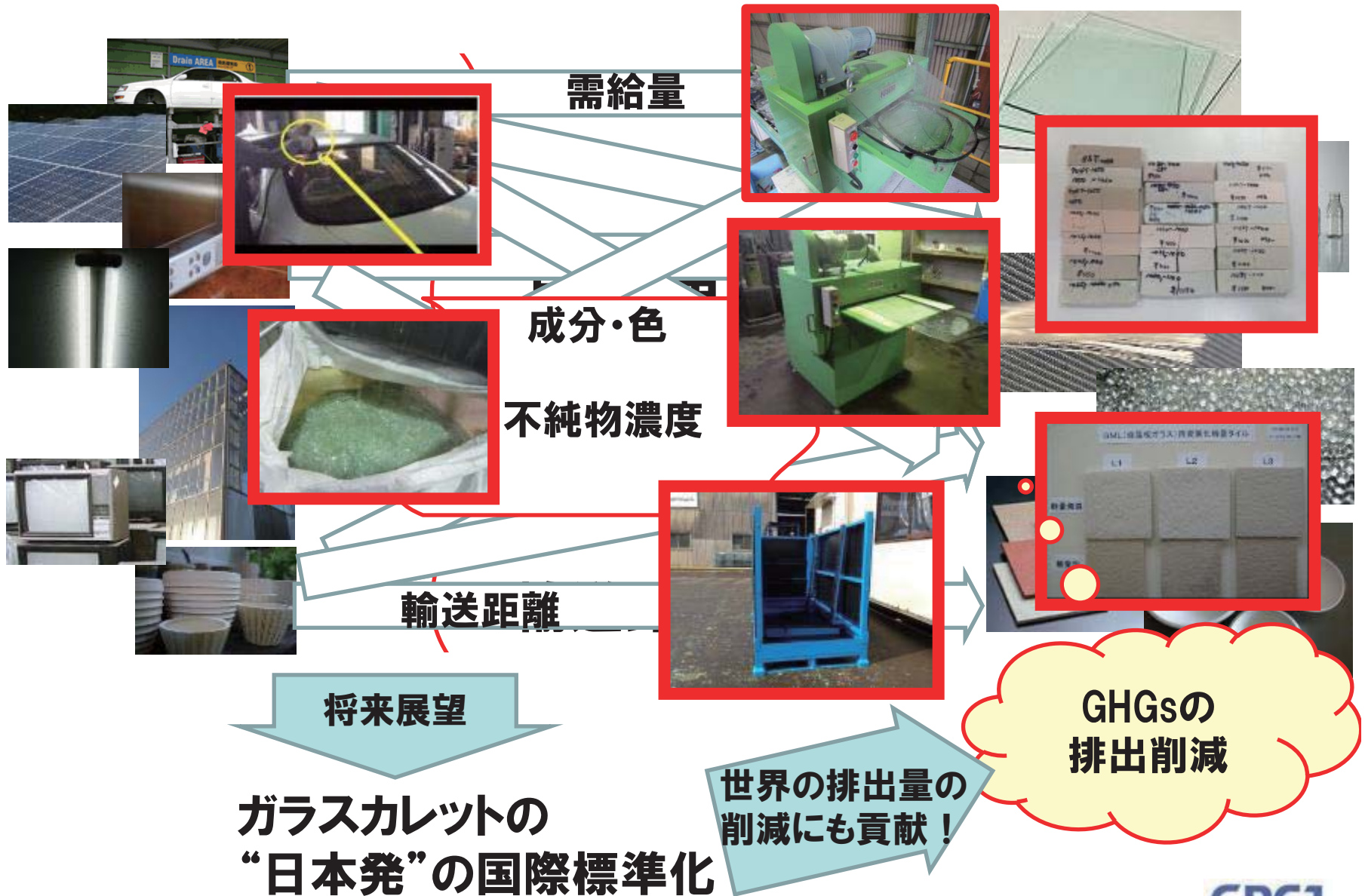
比較計算

焼成炉	焼成物	焼成温度℃	生産量 m ² /日	燃料LPG使用 量kg/日	m ² 当り LPG使用 量kg	※LPG1kg 燃焼にお けるCO2 排出量kg	CO2排出量 kg/日	m ² 当り CO2排 出量kg
RHK#2	既存磁器質タイル	1,250	300	1,800	6.0	3	5,400	18
	ガラス再資源化軽 量タイル	1,100	400	1,600	4.0	3	4,800	12
低減温度		150 °C	LPG削減量		2.0 kg	CO2削減量		6
低減割合		12%	削減割合		33%	削減割合		33%

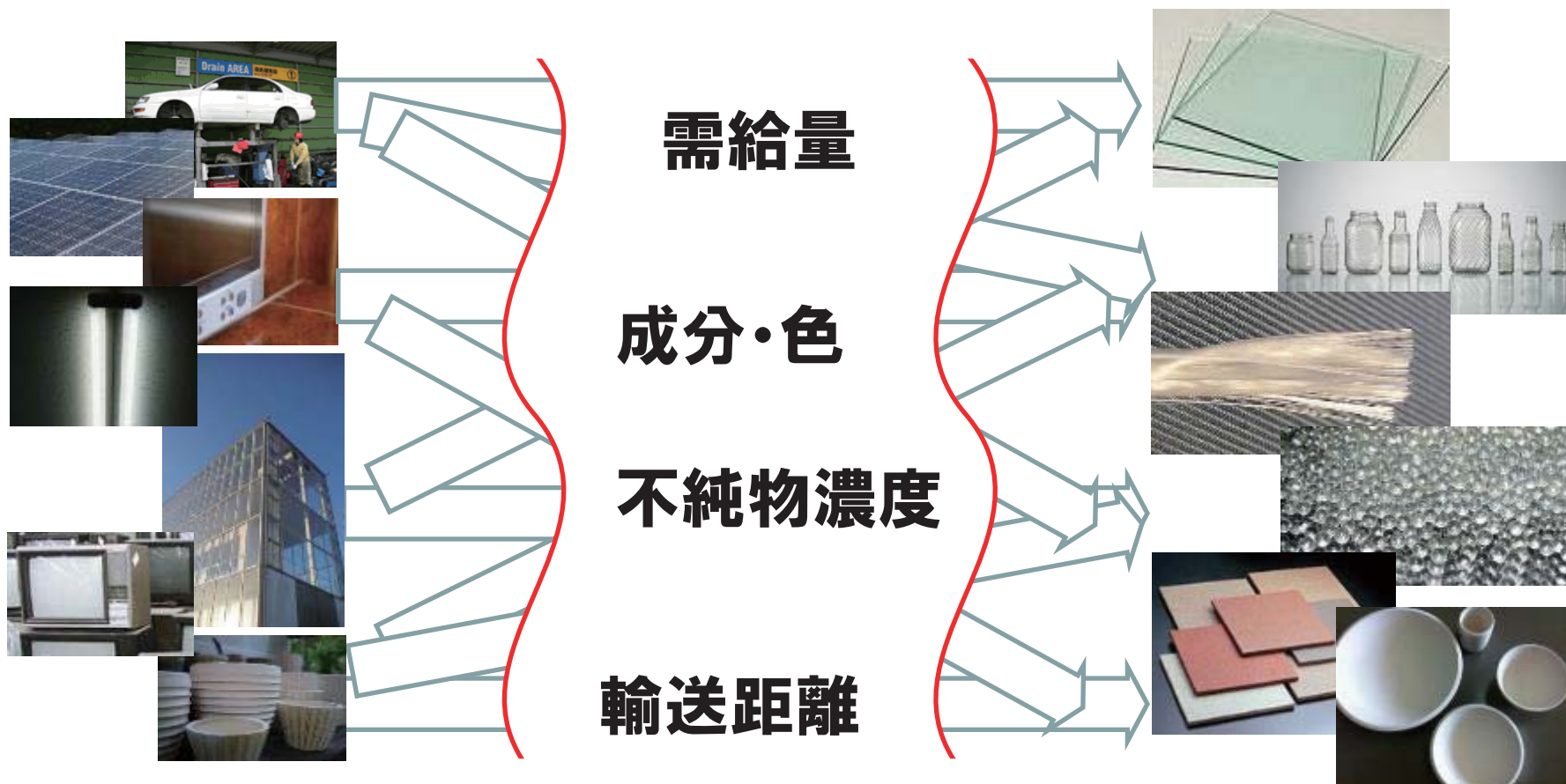
ガラス再資源化軽量タイルのCO2削減量

	m ² 当りタ イル重量 kg	原料中 ガラス 比率%	m ² 当り 原料中 ガラス kg	m ² 当り CO2削 減量kg	ガラス1kg使用 した場合CO2 排出削減量kg
ガラス再資源化軽量 タイル	14	50%	7	6	0.86

GReATの各成果と全体最適の関係(まとめ)



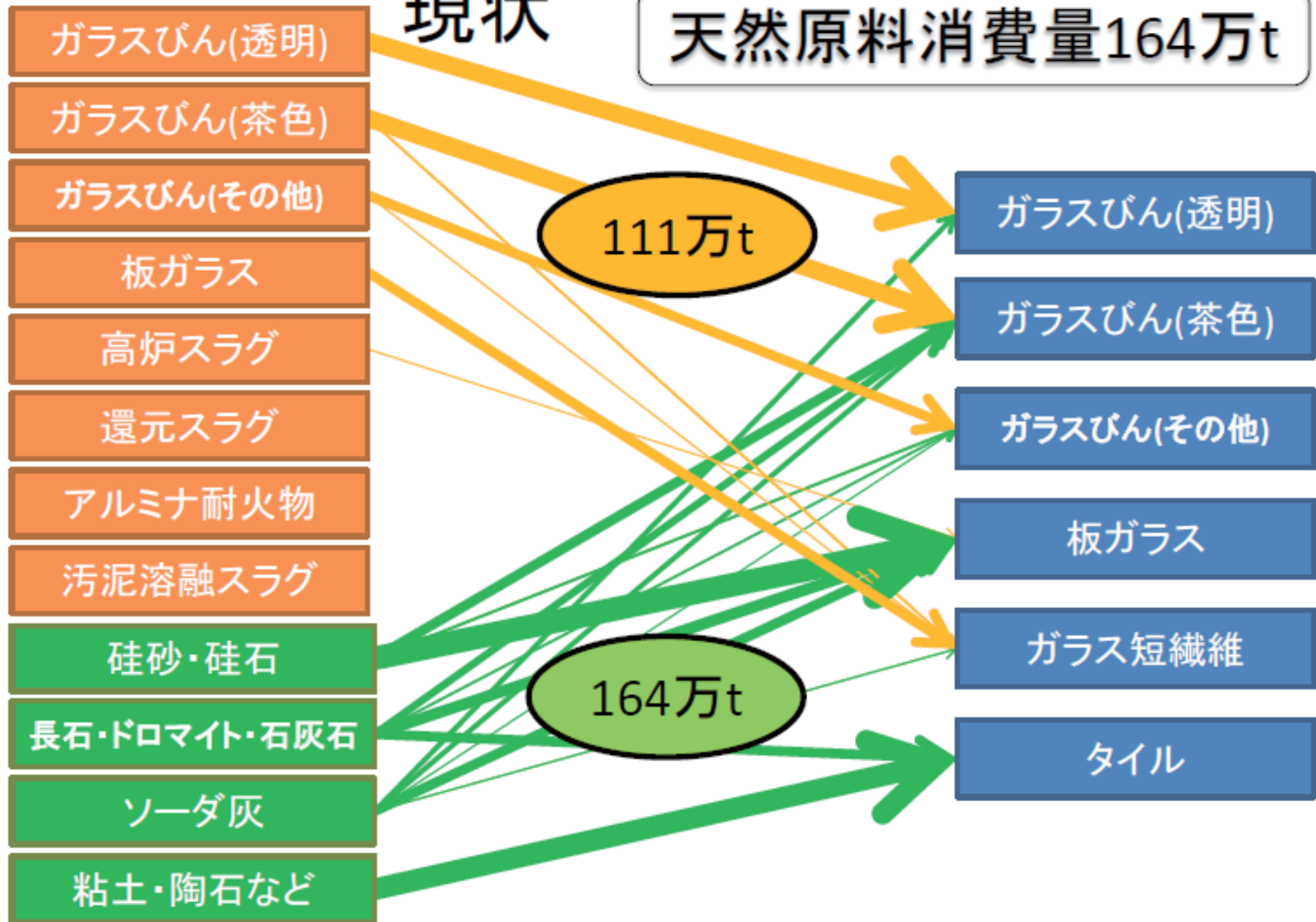
GReATプロジェクトの目指す全体最適



**ガラスに組成($\text{SiO}_2\text{-CaO}$ 系セラミック)の類似したセラミック類も
全体最適の評価対象内に含める**

現状

天然原料消費量164万t



種々の条件設定と最適化の結果

	条件の概要	天然資源消費削減可能	温室効果ガス排出削減効果 [t-CO2]
条件1	ガラスtoガラスのみ対象 ただし板ガラスの不純物混入を考慮	42万t	17万t
条件2	ガラス以外の酸化物セラミックスも対象 ただし板ガラスの不純物混入を考慮	51万t	21万t
条件3	板ガラスの不純物混入を考慮しない タイルのガラス利用率0%	121万t	48万t
条件4	板ガラスの不純物混入を考慮しない タイルのガラス利用率60%以下	121万t	48万t
条件5	板ガラスの不純物混入を考慮しない ガラス再資源化タイルのガラス利用率60%以下	116万t	68万t

福島での事業展開の展望

ブラウン管TVの鉛ガラスリサイクルによる放射線遮蔽試験

物材機構との連携

- 鉛ガラスセラミック
面積20cmx20cm 厚さ10mmのものを束ねて20cmとしたものを使用
- 線源、計測器の間に
1束(20cm)、2束(40cm)、3束(60cm)を置き
それぞれの計測線量より $y = k \exp(-bT)$ を得て、他素材と比較
- 鉛ガラス再溶解物についても遮蔽能を測定し、別途測定した鉛ガラスカレット粉砕体とも比較

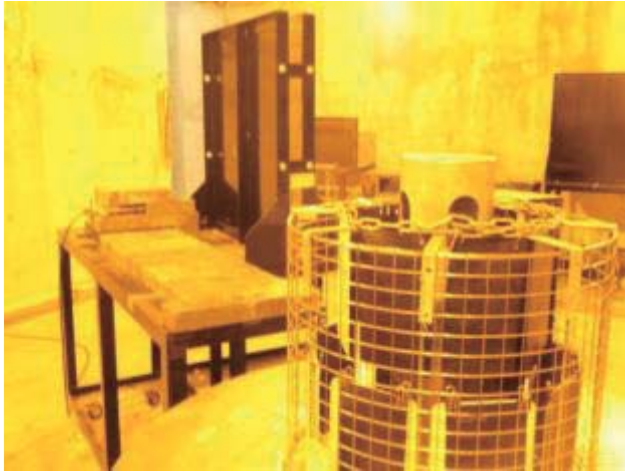
鉛ガラスによる放射線遮蔽試験

ATOX試験設備



鉛ガラスによる放射線遮蔽試験

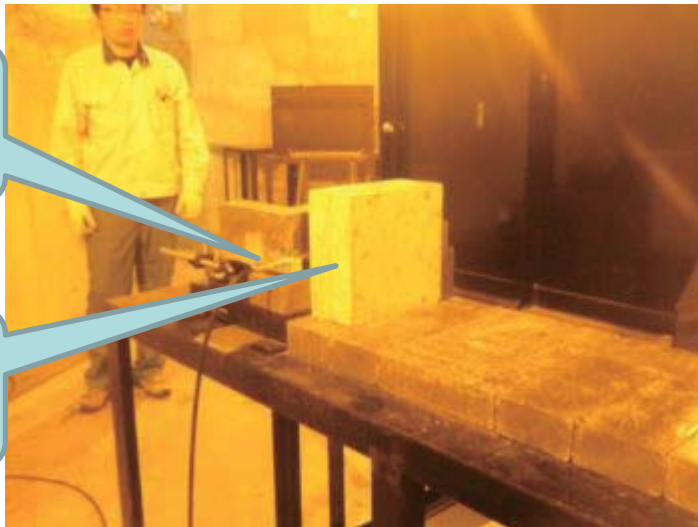
試験の様子（ガラスカレットを箱に入れて試験）



Co
線源

計測
装置

被試
験体



鉛ガラスによる放射線遮蔽試験

ブラウン管TVの鉛ガラスリサイクルによる放射線遮蔽試験

鉛の有効性

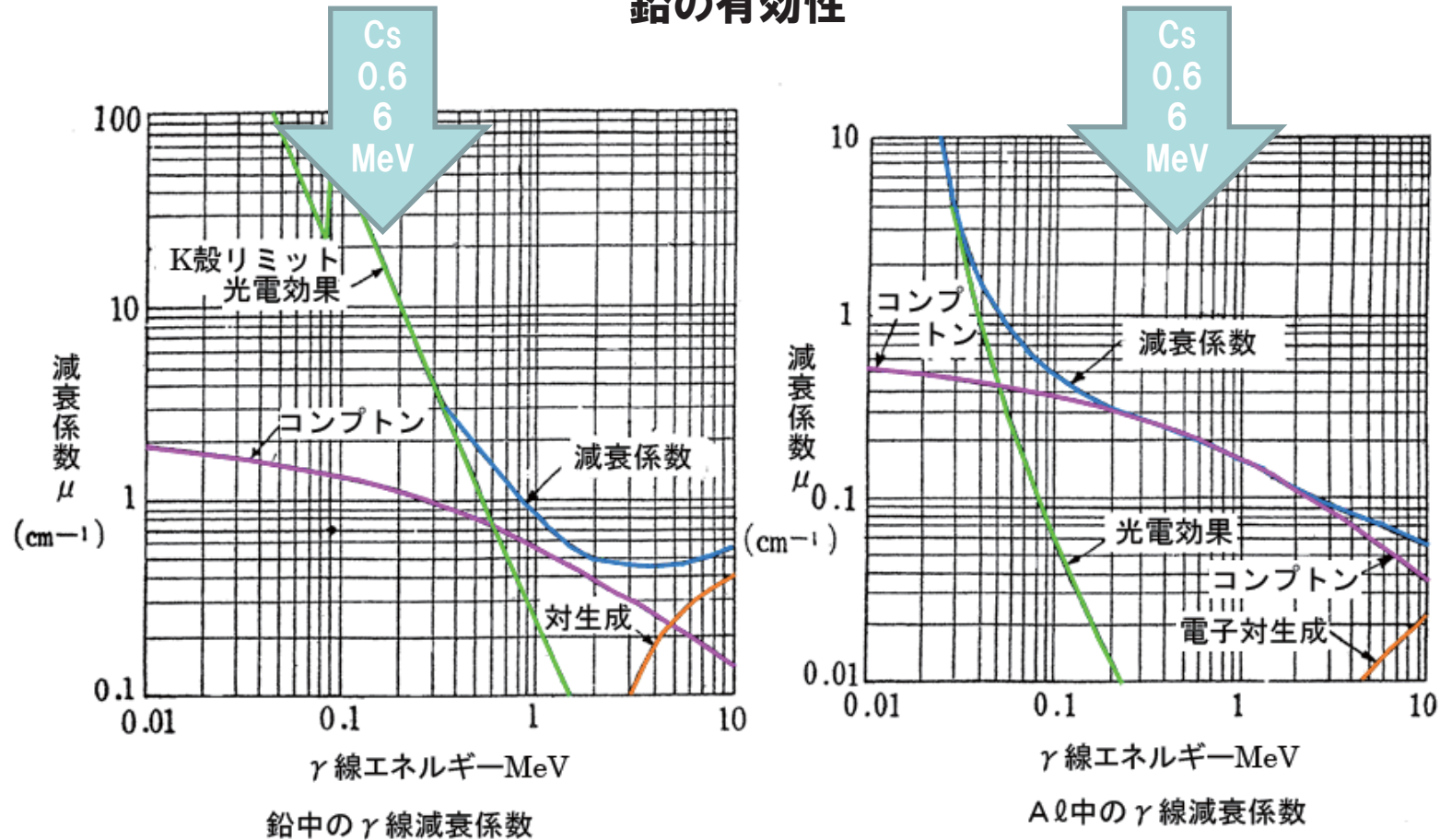
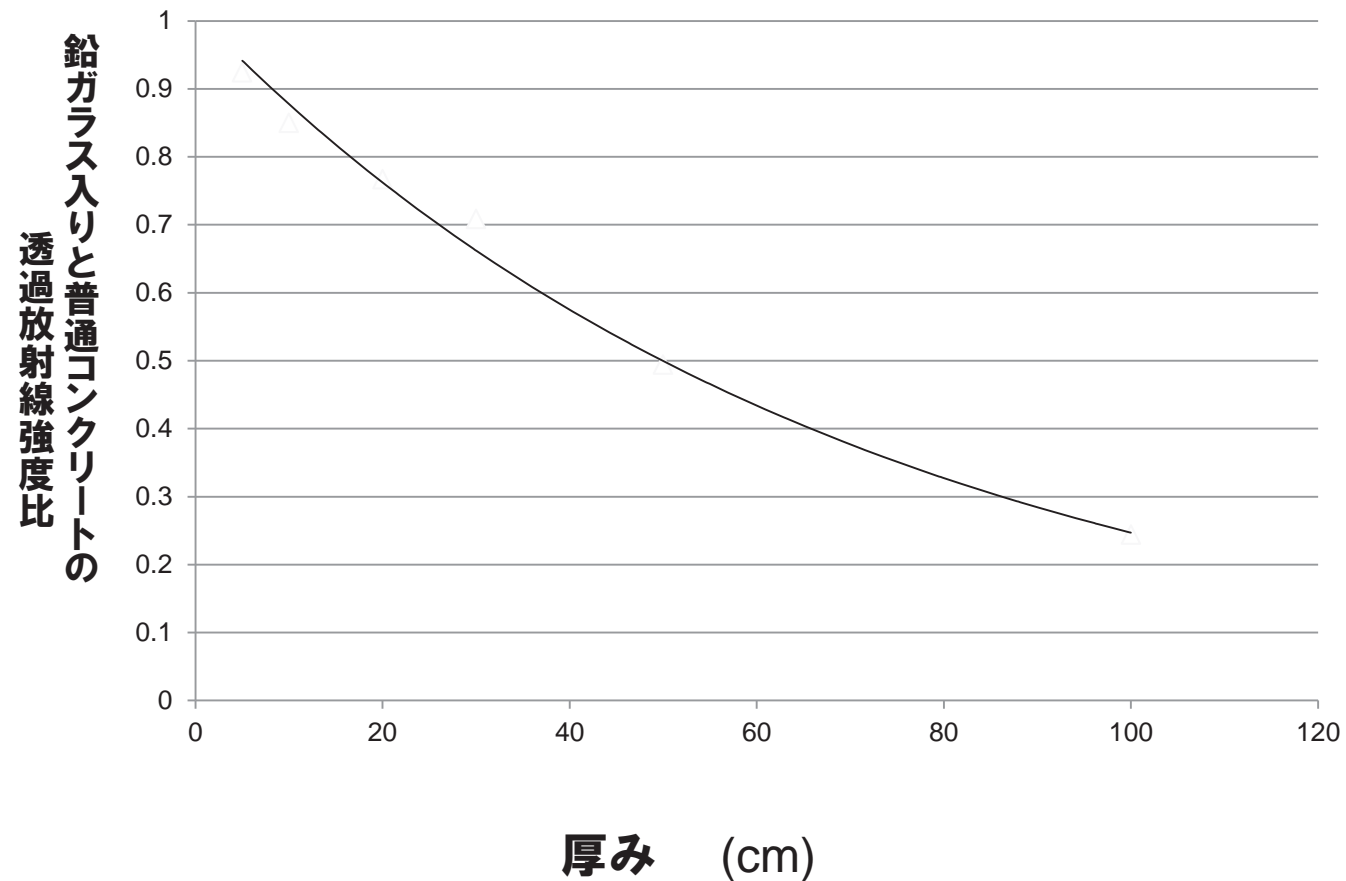


図3 γ 線のコンプトン効果

[出典] 三浦 功、菅 浩一、俣野恒夫:「放射線計測学」、裳華房、p.21

鉛ガラスによる放射線遮蔽試験

普通コンクリートと鉛ガラスコンクリートの遮蔽強度の比較例



鉛ガラスによる放射線遮蔽試験

鉛の有効性

Co60での放射線実験値を鉛の値を基準にCsに変換

	鉛	鉄	コンクリート	アルミ	水	開発コンクリート	開発樹脂
半価層 cm	0.53	1.19	3.77	3.35	8.2		
放射線量 1/5にする厚み	2.3cm	5.1cm	16.3cm	14.5cm	35.4cm	13.5cm	14.9cm
放射線量 1/10にする厚み	3.0cm	6.7cm	21.1cm	18.8cm	46.0cm	17.5cm	19.3cm
放射線量 1/100にする厚み	5.1cm	11.4cm	36.1cm	32.1cm	78.5cm	29.9cm	32.9cm
放射線量 1/1000にする厚み	7.1cm	15.9cm	50.2cm	44.6cm	109cm	41.6cm	45.8cm