

---

# Glass Recycling Advanced Technology GReATプロジェクト平成25年度活動報告

『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』

平成25年度環境研究総合推進費補助金  
次世代循環型社会形成推進技術基板整備事業

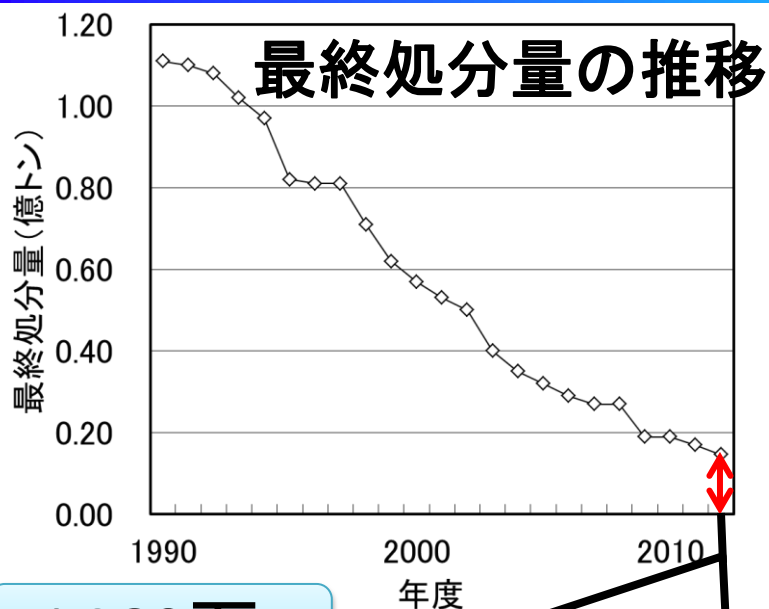
---

東京大学 准教授 醍醐市朗

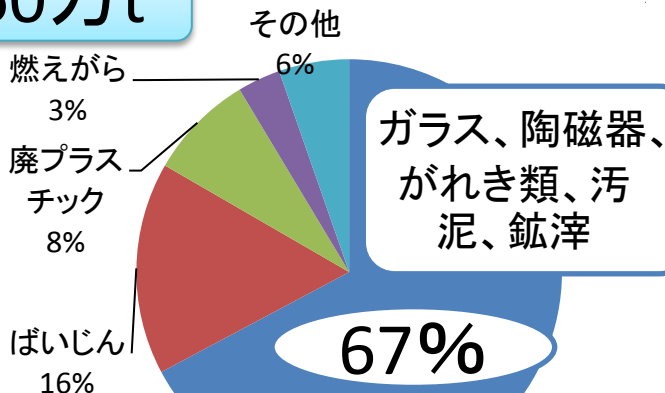
# 我が国におけるガラスリサイクル

## リサイクルの3つの効果

- 天然資源の消費削減
- 廃棄物の発生抑制
- 生産時の環境負荷低減



1460万t



# ガラスの用途分野種類

## ジーマテリアルを用途分野に GMB～GMPV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	GMO	光学ガラス	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	GMF I	繊維ガラス
GMQ	石英ガラス	GMPV	太陽光パネル 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

# GReATプロジェクトが対象とする廃ガラス

- 廃液晶ガラス(家電リサイクル法関連)
- 廃ブラウン管ガラス(家電リサイクル法関連)
- 廃自動車ガラス(自動車リサイクル法関連)
- 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 Law for the Promotion of Sorted Collection & Recycling of Containers and Packaging

Home Appliance Recycling Law

End-of-Life Vehicle Recycling Law

Construction Material Recycling Law



# 要求品位とカスケードリサイクル



# 自動車用板ガラスの許容品質

国内板ガラス製造3社別の回収は不要

色の混入は可能(条件アリ)

合わせガラスは透明部だけのシート状であること(強化は破碎状態で2 mmφ~100 mmφの大きさ)

## ◆混入してはいけないガラス

濃色ガラス(可視光線透過率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

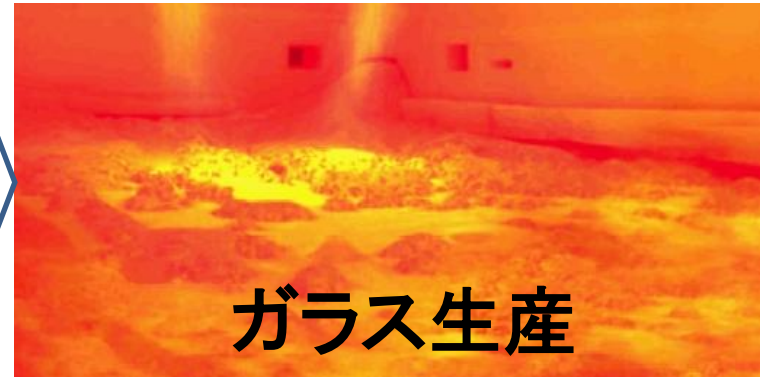
## ◆不純物の混入基準

不純物の種類	大きさ	許容量
①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)	≥10 mm	無いこと
	<10 mm	≤20 ppm
②石、砂、セラミックス、セメント、等	≥0.5 mm	無いこと
	<0.5 mm	≤10 ppm
③鉄くず(ステンレス鋼等、ニッケルを含む特殊鋼を除く)	≥1 mm	無いこと
	<1 mm	≤10 ppm
④アルミニウム、非鉄金属、ニッケル化合物	全て	無いこと

2006年 ガラスリサイクルワークショップ 旭硝子 環境室 資料より

# ガラスリサイクルの促進

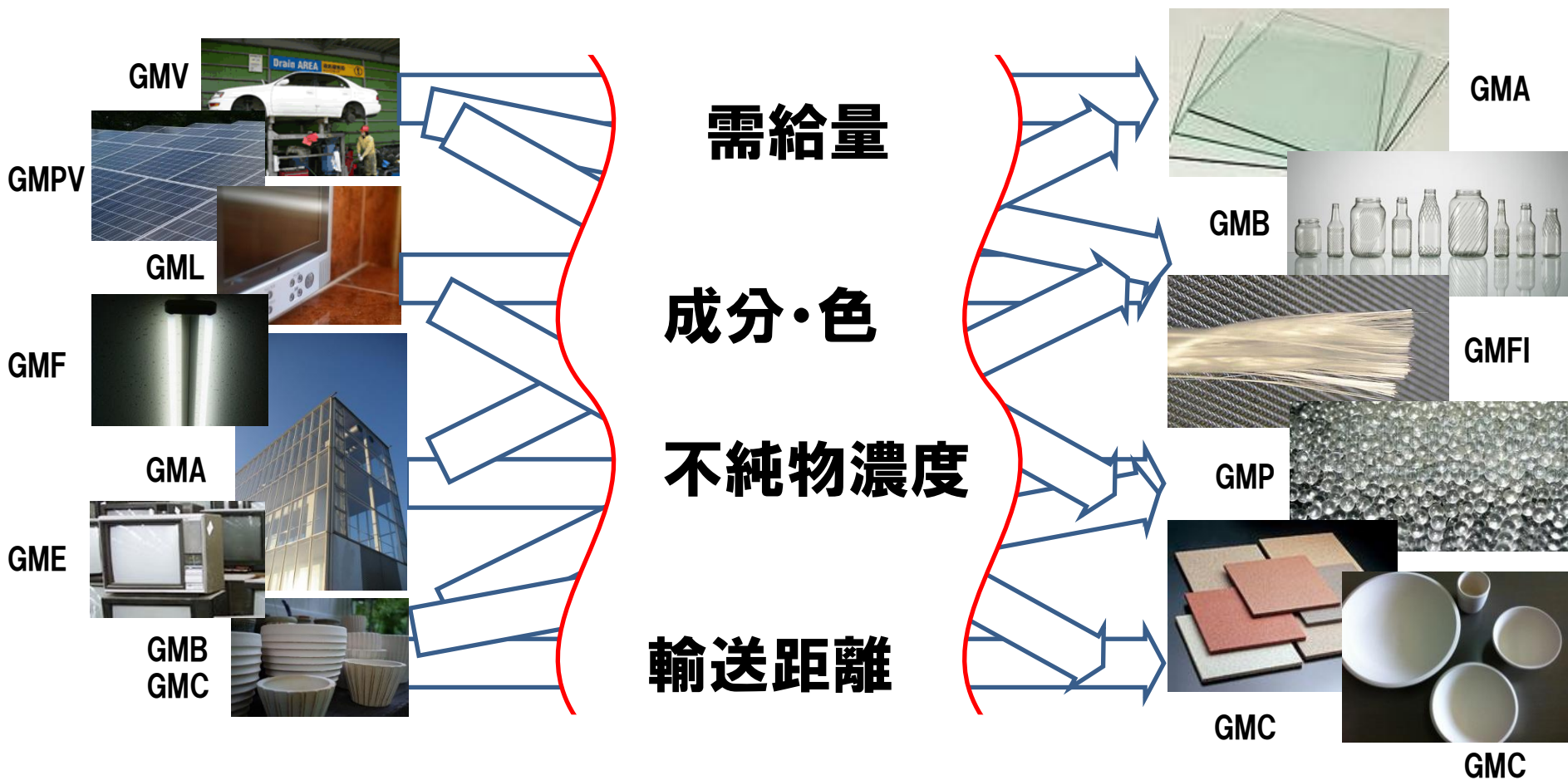
発生する廃ガラスの不純物濃度に対し、リサイクル先における許容濃度が低い



- 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

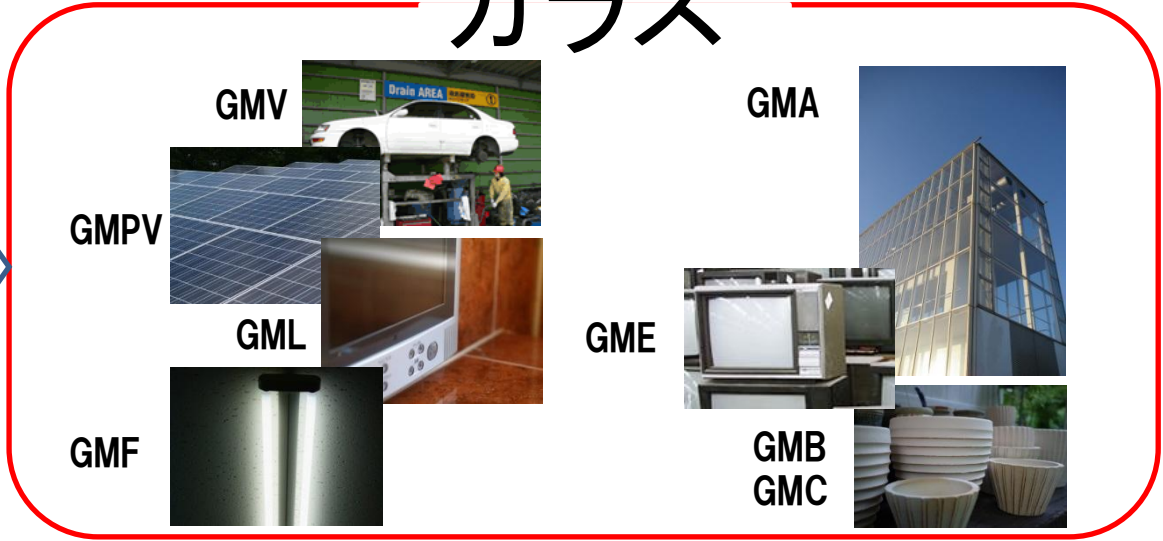


ガラスに組成( $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ 系セラミック)の類似したセラミック類も全体最適の評価対象内に含める

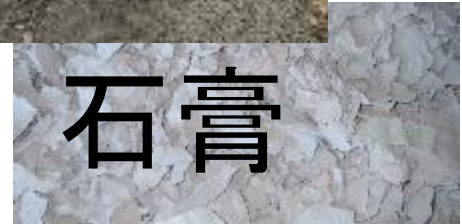
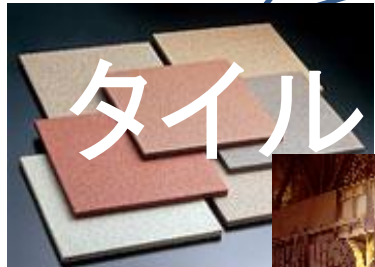


# ガラス

- 石灰石
- 珪砂・珪石
- ドロマイト
- 長石
- 粘土



# 酸化物系セラミックス



# 酸化物系セラミックス全体の 循環利用最適化

## ガラス to ガラス

投入側

ガラスびん

板ガラス

ガラス繊維

耐火物

陶磁器

高炉スラグ

ガラスびん

板ガラス

ガラス繊維

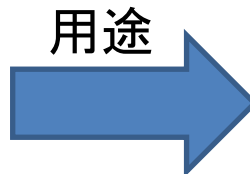
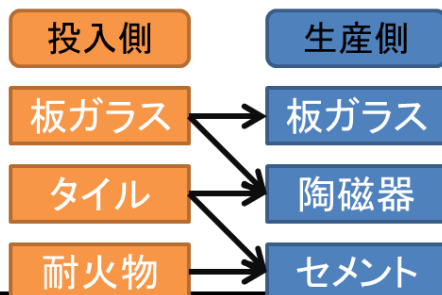
耐火物

陶磁器

セメント

生産側

# 対象とする酸化物セラミックス



セメント、**ガラス**、鉄鋼、陶磁器、コンクリート、耐火物、研削砥石、石膏

$\text{SiO}_2, \text{TiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO}, \text{CaO}, \text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}, \text{MnO}, \text{P}_2\text{O}_5$

## 量的な制約条件

	ガラスびん (透明)	板ガラス	ガラス 短繊維	タイル	アルミナ 耐火物	高炉 スラグ
需要量(千t)	578	820	214	448		
供給量(千t)	578	797			186	24639

## 成分組成の制約条件

	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	MnO	$\text{P}_2\text{O}_5$
板ガラス 最大	73	1	2.1	0.12	9.5	5.5	2	14	0.05	※
最小	67	0	1.2	0.01	6.5	2.5	1	12	0	0

# 最適化評価対象の製品

セメント、ガラス、鉄鋼、陶磁器、コンクリート、耐火物、研削砥石、石膏

対象外成分1%以下 and 生産量10万t以上

組成が一意  
回収性あり

組成以外の要求 ×  
回収性あり

組成が一意  
回収困難 ×

データの  
入手可能

ガラスびん(透明)、  
ガラスびん(茶色)、  
ガラスびん(その他)、  
板ガラス、

データの  
入手困難

衛生陶器、  
電気用陶磁器、  
飲食食器

高炉スラグ、  
還元スラグ、  
アルミナ質耐火物、  
汚泥溶融スラグ、  
粘土質耐火物、  
塩基性耐火物、  
コンクリート、転炉スラグ、  
酸化スラグ、フライアッシュ

ガラス短繊維、  
タイル、

キャストブル、  
吹き付け耐火物、  
セメント、  
インターロッキングブロック

投入側

生産側

板ガラス

板ガラス

タイル

陶磁器

耐火物

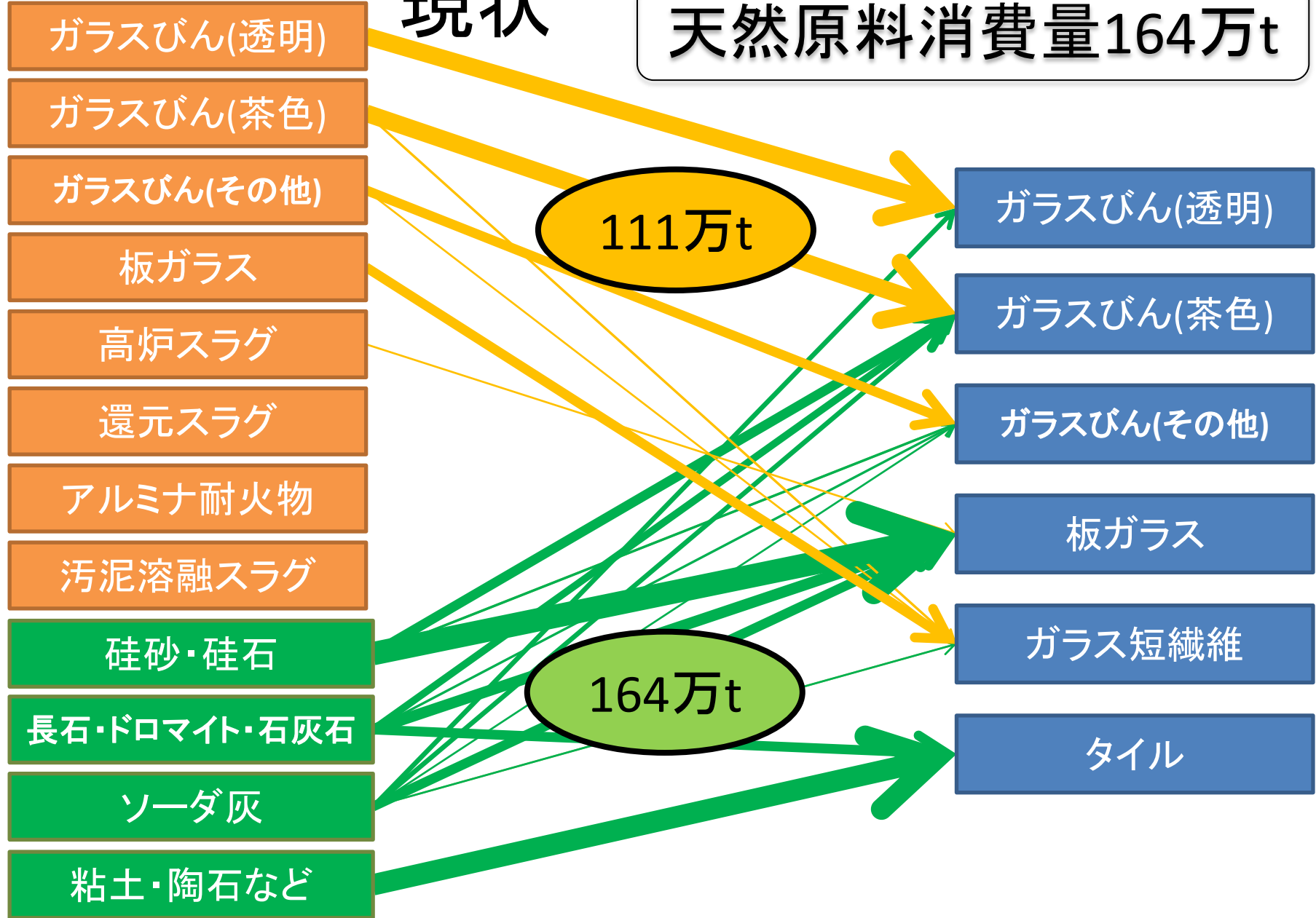
セメント

+12種類の天然原料

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	その他
GMB(透明)	72.5	0	1.8	0.03	11.2	0.1	0.8	13.1	0	0	0.18
GMB(茶色)	72.6	0	2.0	0.26	10.5	0.2	1.2	13.1	0.01	0	0.09
GMB(その他)	71.9	0	2.0	0.15	10.6	0.3	1.3	13.1	0	0	0.41
GMA	70	0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0	0.4
GMV	70	0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0	0.4
高炉スラグ	33.8	0	13.4	0.4	41.7	7.4	0	0	0.3	0.1	2.9
電気炉還元スラグ	18.8	0	16.5	0.3	55.1	7.3	0	0	1	0.1	0.09
汚泥溶融スラグ	30.4	0	12.9	11.2	17.1	2.64	2.16	1.05	0	15.8	2.6
アルミナ質耐火物	0.9	0.2	92.7	0.1	0.8	5	0.1	0.1	0	0	0
塩基性耐火物	設定すべき成分値を入手(設定)できなかった										
硅砂	99.8	0.03	0.04	0.01	0.05	0.05	0	0	0	0	0
長石	75.2	0.03	14.5	0.23	0.62	0.04	6.08	3.3	0	0	0
粘土	65.4	0.54	30.2	1.78	0.27	0.4	1.2	0.26	0	0	0
陶石	79.4	0.11	16.5	0.54	0.21	0.12	2.9	0.23	0	0	0
ロウ石	77.7	0.38	20.3	0.25	0.08	0.13	0.65	0.49	0	0	0
石灰石	1.02	0	0.34	0.17	97.6	0.82	0	0	0	0.02	0
ドロマイト	0.67	0	0.09	0.08	63.8	35.3	0	0	0	0.04	0
滑石	65.9	0	0.08	0.07	0.44	33.5	0	0.01	0.	0	0
珪藻土	83.8	0.15	10.8	2.3	1.24	0.77	0.45	0.42	0.02	0.01	0
パーライト	76.5	0.1	13.7	1.0	0.66	0.13	4.0	3.88	0.03	0	0
ソーダ灰	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0

# 現状

天然原料消費量164万t



# 最適化

天然原料消費量 43万t

-121万t

- ガラスびん(透明)
- ガラスびん(茶色)
- ガラスびん(その他)
- 板ガラス
- 高炉スラグ
- 還元スラグ
- アルミナ耐火物
- 汚泥溶融スラグ
- 珪砂・珪石
- 長石・ドロマイト・石灰石
- ソーダ灰
- 粘土・陶石など

111万t

232万t

高炉スラグを消費

164万t

43万t

長石・ドロマイト・石灰石を消費せず

- ガラスびん(透明)
- ガラスびん(茶色)
- ガラスびん(その他)
- 板ガラス
- ガラス短繊維
- タイル

# 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-CO <sub>2</sub> ]
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



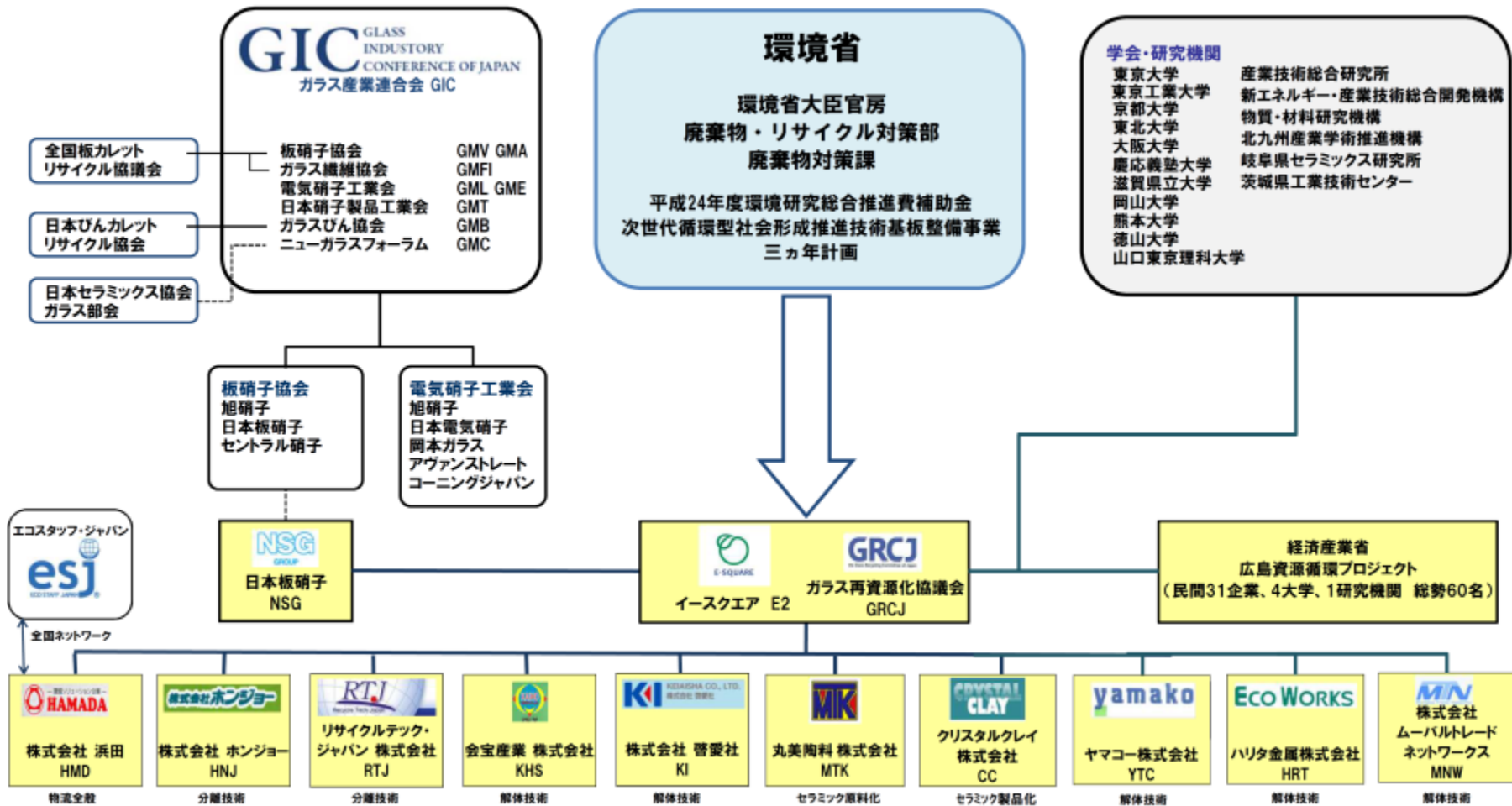
# 平成25年度GReATプロジェクトの成果

---

- 成分組成の類似性に着目することで、ガラスに閉じない、その他の酸化物系セラミックスまで対象を広げた鳥瞰的なリサイクルシステムを考慮し、評価できた
- 最適化により、今までにないリサイクルルートへの示唆が得られた

# GReATプロジェクトの位置づけ (2014年度)

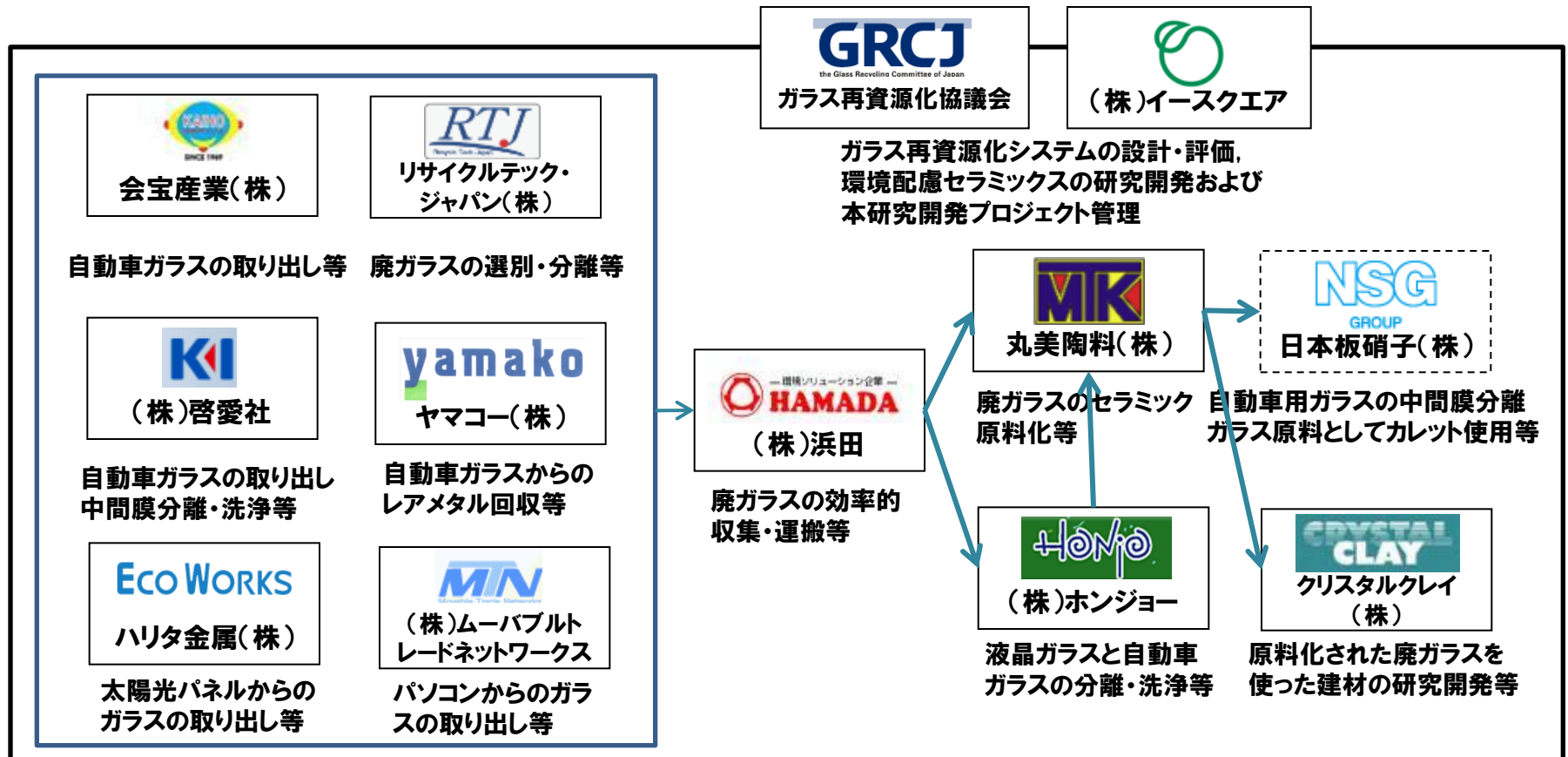
## Glass Recycling Advanced Technology



# 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

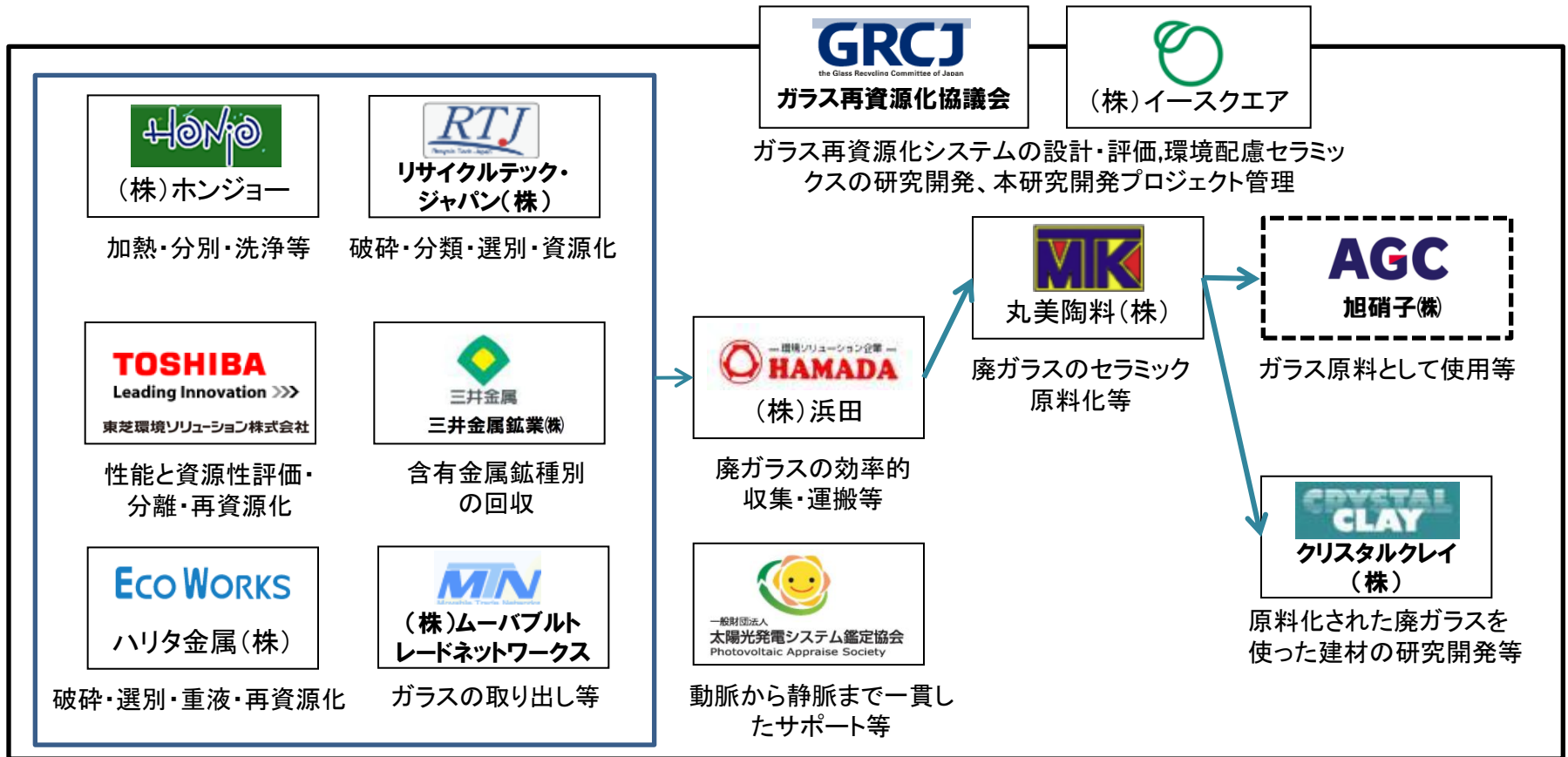


※図中には示していないが、(株)浜田は一次、二次、三次物流の全てを担当

# GReAT PV分科会 (2014年度)

Glass Recycling Advanced Technology

廃太陽光パネルガラス (GMPV) 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



出典: GRCJ資料

※図中には示していないが、(株)浜田は一次、二次、三次物流の全てを担当

# 最優秀口頭発表賞

日本LCA学会

2014.3.6

第9回 日本LCA学会 研究発表会  
The 9th Meeting of The Institute of Life Cycle Assessment, Japan

## 優秀口頭発表賞

清原 慎

(東京大学)

「ガラスを中心とした酸化物系セラミックスの  
循環利用システムの設計」

小野 雄也

(東京都市大学)

「実態を反映したウォーターフットプリント  
インベントリデータベースと影響評価手法の開発」

山岸 達矢

(東京大学)

「塗装における環境配慮型プロセス設計支援」