Glass Recycling Advanced Technology GReATプロジェクト平成26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26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

~ガラス再資源化システムの 設計・評価と展開~

東京大学大学院 准教授 醍醐市朗







様々なガラス

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	GI	МЕ
	液晶	建設·自動車	太陽電池	繊維ガラス	びん	ブラヴ	フン管
						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	化学的耐久性	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	

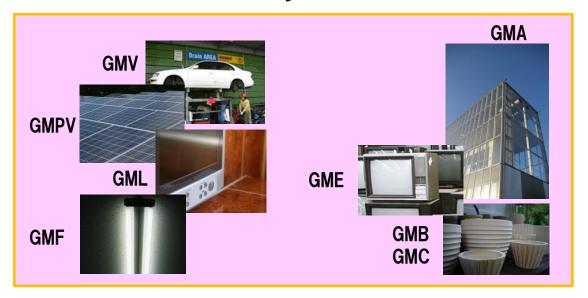
ガラス材質に適合したリサイクル方法を選択







ガラス







不純物に対する許容が小さい ⇒制約

- 光透過性
- 脆性破壊







要求品位とカスケードリサイクル















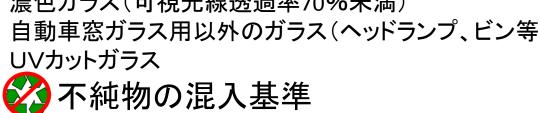




自動車用板ガラスの許容品質

🌇 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



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、スッテカー、ゴム、プラスチッ	≧10 mm	無いこと
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	≦ 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



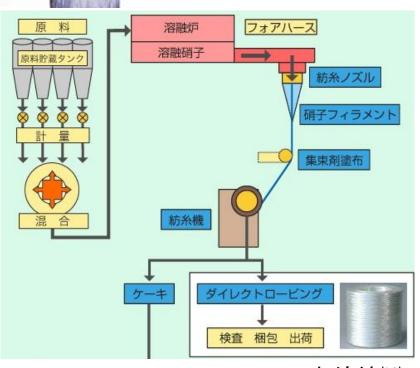


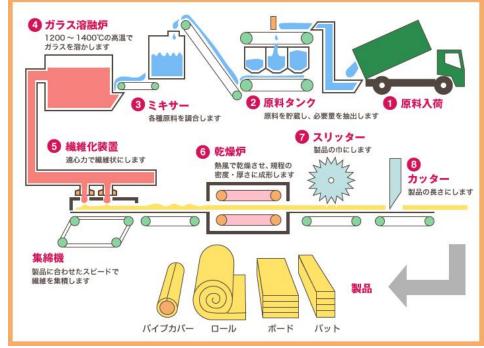


ガラス繊維

○ 融点と粘度を阻害する組成の不純物

🚰 金属等の不純物





日東紡績(株)

硝子繊維協会







タイル

原材料



素材加工



素材加工



粉砕・混合し、 原料を調製する

成形



成形



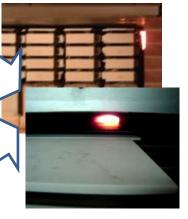
乾燥



施釉



焼結





🚱 調整を阻害する不純物

出典:ニッタイ工業株式会社、株式会社LIXIL







要求品位とカスケードリサイクル







成分制約 の少ない 新素材の 開発



成分制約の 少ない新しい 用途の開拓







ガラスの主要8成分

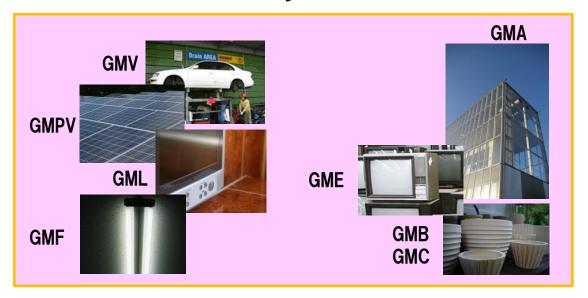
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	B ₂ O ₃	その他
GMB(透明)	72.5	1.8	0.03	11.2	0.1	0.8	13.1	0	0.18
GMB(茶色)	72.6	2.0	0.26	10.5	0.2	1.2	13.1	0	0.09
GMB(その他)	71.9	2.0	0.15	10.6	0.3	1.3	13.1	0	0.41
GMA	70.0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0.4
GMV	70.0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0.4
GMF	72.7	3.1	0	1.2	0	4.5	4.3	14.1	0
GML	68.6	16.4	0	9.5	5.2	0	0	0	0
硅砂	99.8	0.04	0.01	0.05	0.05	0	0	0	0
長石	75.2	14.5	0.23	0.62	0.04	6.08	3.3	0	0
粘土	65.4	30.2	1.78	0.27	0.4	1.2	0.26	0	0
陶石	79.4	16.5	0.54	0.21	0.12	2.9	0.23	0	0
ロウ石	77.7	20.3	0.25	0.08	0.13	0.65	0.49	0	0
石灰石	1.02	0.34	0.17	97.6	0.82	0	0	0	0
ドロマイト	0.67	0.09	0.08	63.8	35.3	0	0	0	0
滑石	65.9	0.08	0.07	0.44	33.5	0	0.01	0	0
珪藻土	83.8	10.8	2.3	1.24	0.77	0.45	0.42	0	0
パーライト	76.5	13.7	1.0	0.66	0.13	4.0	3.88	0	0
ソーダ灰	0	0	0	0	0	0	100	0	0
ほう砂	0	0	0	0	0	0	30.8	69.2	0
ほう酸	0	0	0	0	0	0	0	100	0







ガラス







不純物に対する許容が小さい ⇒制約

- 光透過性
- 脆性破壊







酸化物系セラミックス



原料

石灰石

硅砂·硅石

ドロマイト

長石

粘土









酸化物系セラミックスの主要11成分

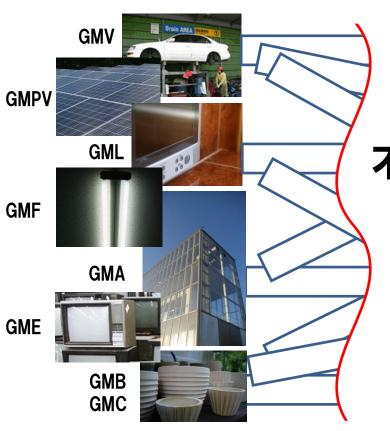
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	B ₂ O ₃	その 他
GMB(透明)	72.5	0	1.8	0.03	11.2	0.1	0.8	13.1	0	0	0	0.18
GMB(茶色)	72.6	0	2.0	0.26	10.5	0.2	1.2	13.1	0.01	0	0	0.09
GMB(その他)	71.9	0	2.0	0.15	10.6	0.3	1.3	13.1	0	0	0	0.41
GMA	70.0	0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0	0	0.4
GMV	70.0	0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0	0	0.4
GMF	72.7	0	3.1	0	1.2	0	4.5	4.3	0	0	14.1	0
GML	68.6	0	16.4	0	9.5	5.2	0	0	0	0	0	0
高炉スラグ	33.8	0	13.4	0.4	41.7	7.4	0	0	0.3	0.1	0	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	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	0	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	0







GReATプロジェクトの目指す全体最適

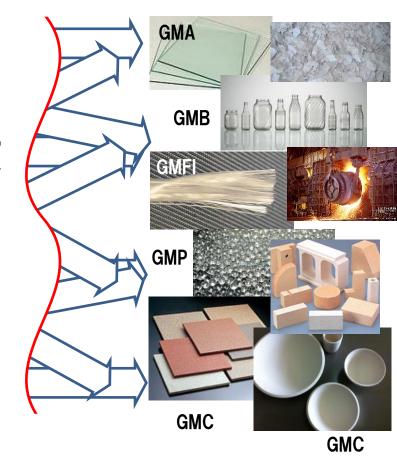


成分·色

不純物濃度

需給量

輸送距離









酸化物系セラミックス間のリサイクル可能性

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 生產量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×

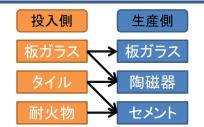
がラスびん(透明)、 がラスびん(茶色)、 がラスびん(その他)、 板がラス、蛍光灯、 液晶板がラス、 衛生陶器、 電気用陶磁器、 飲食食器

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、ガラス長繊維、タイル、キャスタブル、吹き付け耐火物、セメント、インターロキングブロック

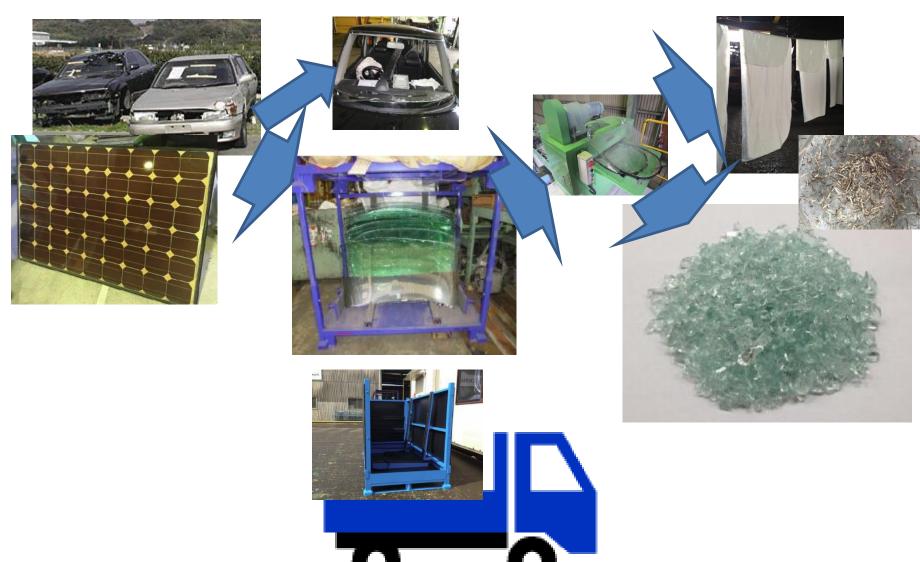








効率的に不純物なく分別・回収





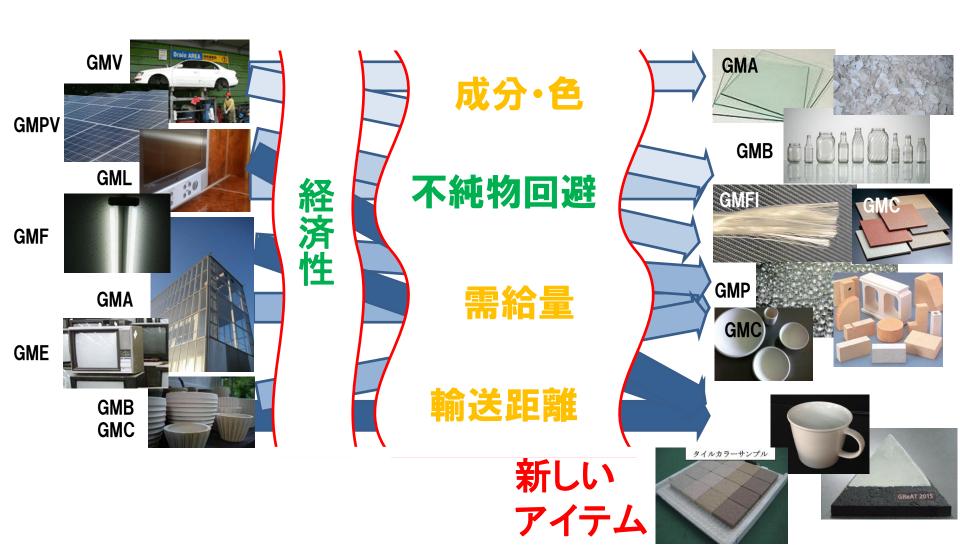




新しい用途の開発



GReATプロジェクトの目指す全体最適





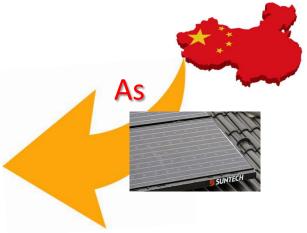


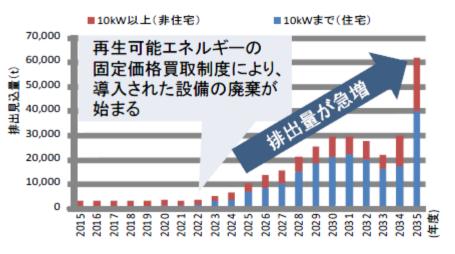


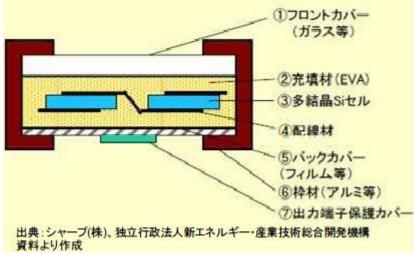
太陽光パネルの最適リサイクル









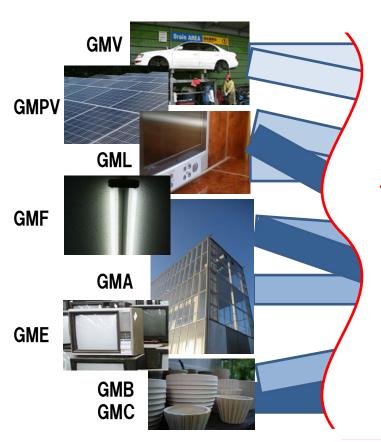




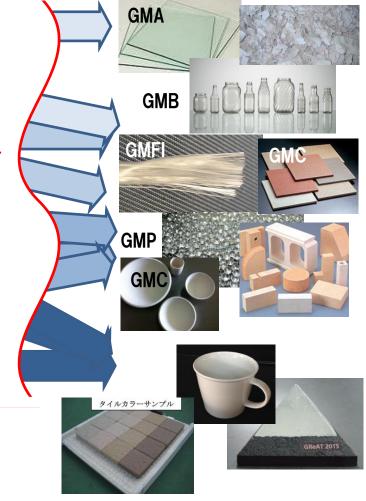




GReATプロジェクトの展開



温室効果ガス の 排出削減



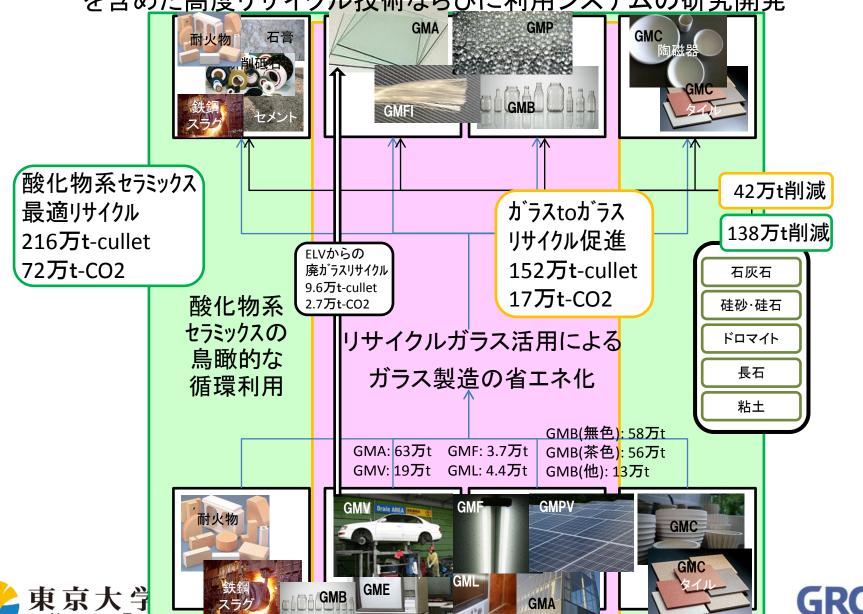






Glass Recycling Advanced Technology 3 (GReAT 3)

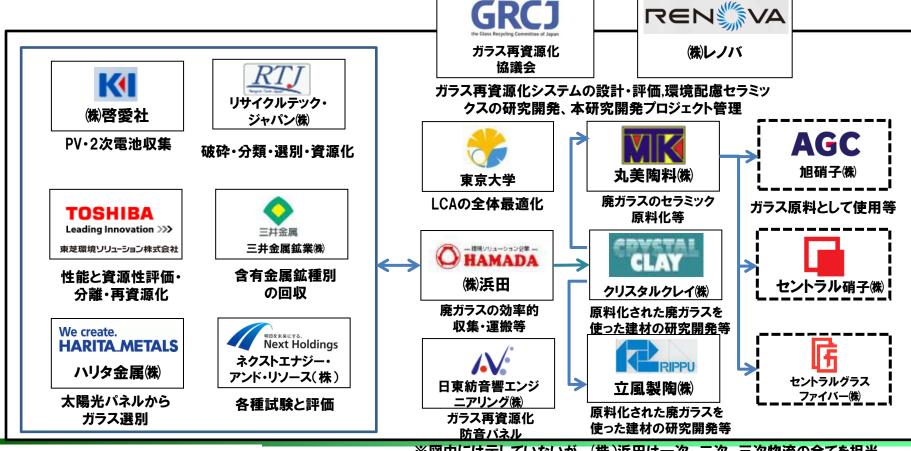
窯業における温室効果ガス排出削減に向けたガラスを中心とした酸化物系セラミックス を含めた高度リサイクル技術ならびに利用システムの研究開発



GReAT3 GMPVの概要(2015年度)

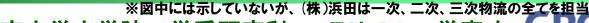
Glass Recycling Advanced Technology

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乾式・湿式等の開発と 有効性評価の推進、リユースの評価と使用済みガラスのリサイクルを促進 させるサプライチェーン構築と低炭素化に向けた実証事業

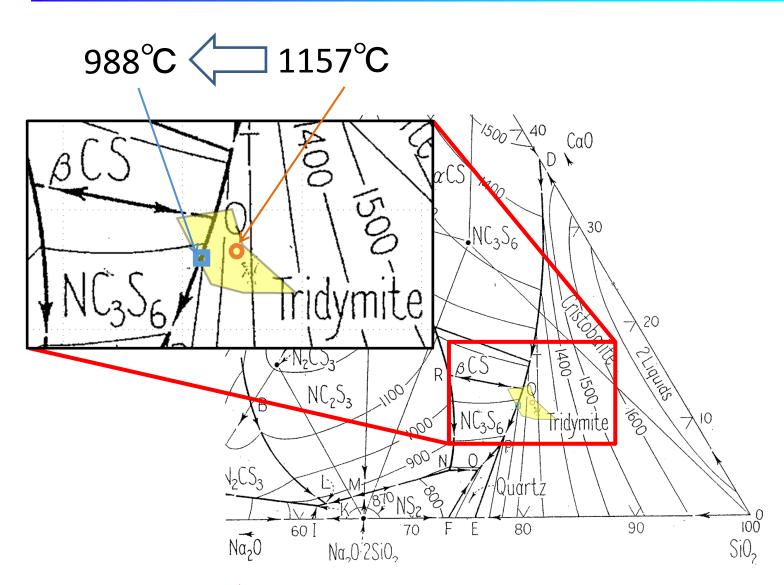




OF FOR WITH



エネルギー消費削減の可能性?



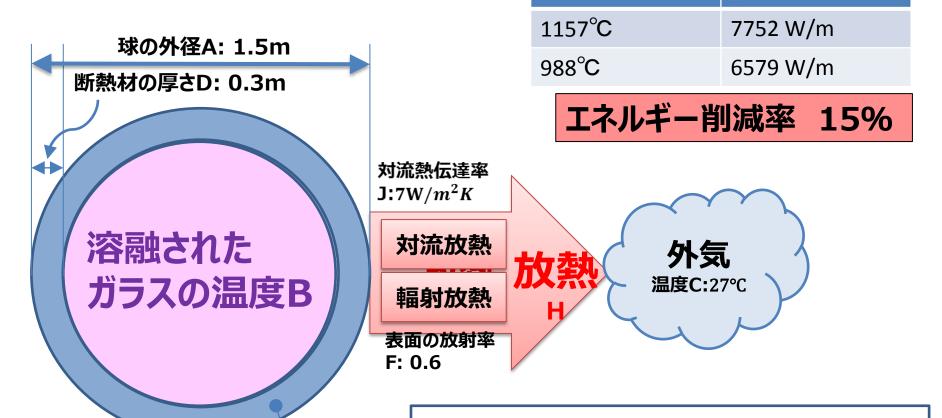






融点の低下による省エネ効果(概算)

融点B



*2013年度ガラスびん製造時のCO2排出量

77.5万t-CO₂* × 15% = 12万t-CO₂

放熱量H





断熱材の熱伝導率E: 0.4W/mK

