



The advanced recycling technology for wasted PV, Automobile & LCD panel glasses

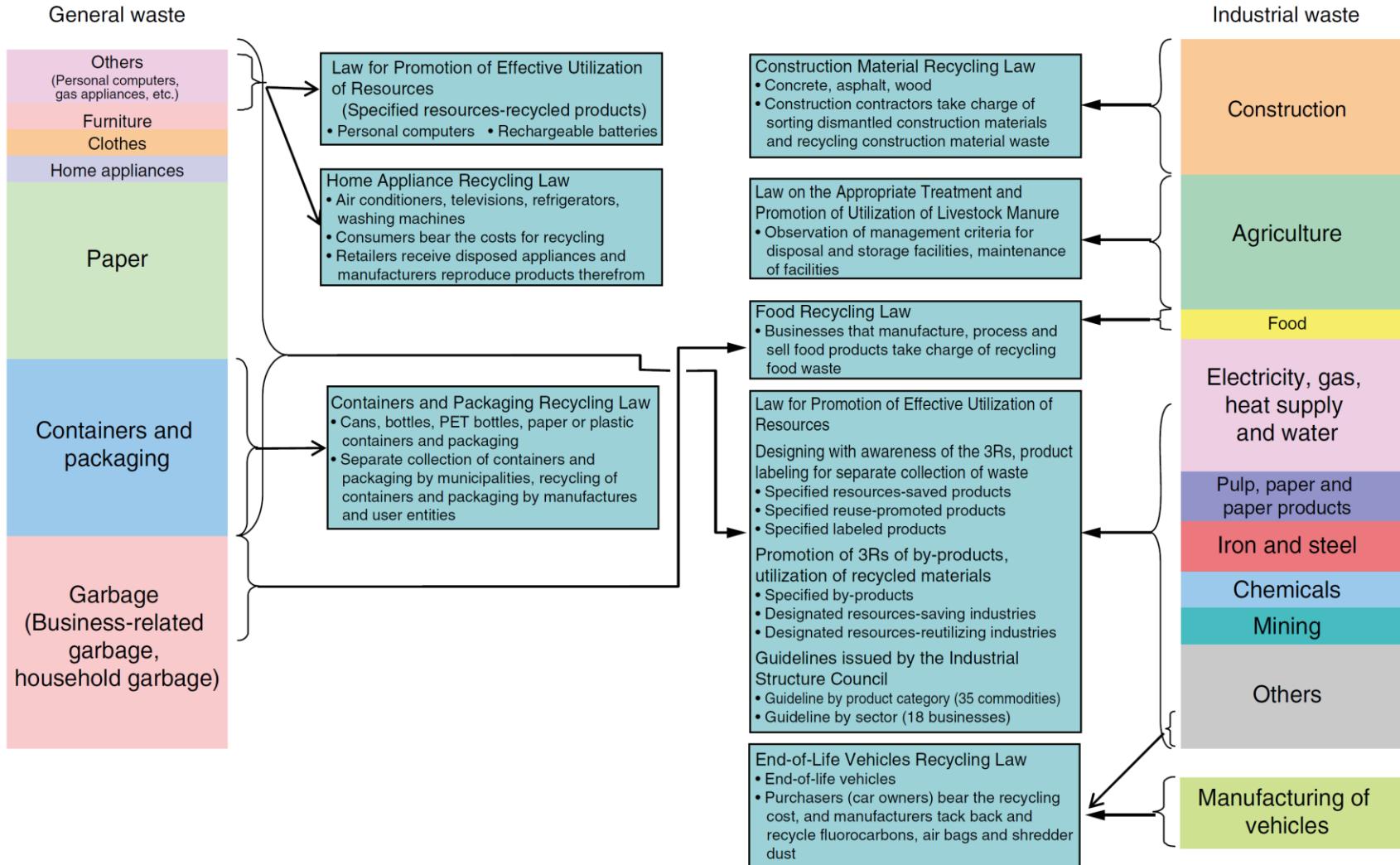
太陽光発電、自動車と液晶パネルガラス等の高度再資源化技術開発

Oct. 3rd , 2018 @慶應義塾大学 経済学部
細田研究室 環境経済学特別セミナー

The Glass Recycling Committee of Japan
ガラス再資源化協議会
Chairperson SO KATO
代表幹事 加藤 聰

Laws and Guideline to Control Waste

廃棄物関連の法律とガイドライン



GRCJ Profile

GRCJの概要

[Basic Data]

- Organization Name : The Glass Recycling Committee of Japan …GRCJ
- Founded : 1999.
- The core members : The corporates of recycling, producing, R & D waste glasses, and code of ethics promote the use of waste glasses.

[Objectives]

- To research and develop environmental technology.
- To promote multi-purpose development of waste glasses.
- To support market expansion of recycled glasses.
- To advocate and offer guidance on the use of eco-friendly glass material in compliance with the international standard of Life Cycle Assessment, for the purpose of establishing a resource-recycling socioeconomic system.

[Policy]

- To reconsider our current consumption-based lifestyle and find ways to effectively make use of limited resources, in order to transform our society into a sustainable society.
- To recognize the importance of advocating for recycling waste glass and prioritizing its reuse.
- To raise public awareness, prioritizing the use of recycled material, and collaborating with government bodies and related industries to diffuse knowledge and increase demand in this area.

【基本データ】

- 団体名：ガラス再資源化協議会
- 設立：1999年
- 会員：廃棄ガラスの再資源化の事業・研究・調査に関する企業・団体

【設立目的】

- 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
- 循環型リサイクル社会の構築に向け環境負荷の少ないガラスLCAの国際的な動きに協力・推進

【方針】

- 消費一辺倒の生活を見直し、限られた資源を有効に活かす、持続可能な社会に変えていく努力の継続
- 廃ガラスの再資源化及び廃ガラス再利用材の優先的使用の広報
- 廃ガラスの再利用技術開発、公的認知や再資源化材料の率先使用の普及・需要拡大

GReAT (Glass Recycling Advanced Technology) Project Summary

GReATの概要

[Summary]

- To collaborate with various companies which are responsible for transportation, dismantling, separation, segregation, raw materials manufacturing and product development.
- To conduct R&D activities on advanced recycling of glasses of end of life vehicle (ELV), PV panel, liquid crystal panel display and others.
- To establish criteria to judge whether the used PV panel should be reused or recycled and researched on the basic technique to recycle the PV panel.
- To develop an evaluation system of total optimization and specific optimization of recycling of above-mentioned various glasses with different compositions and concentration of impurities.
- This project proved that the glass recycling could significantly contribute to the waste and CO₂ reduction.

【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の協働
- ・ 液晶ガラス、太陽光パネル、自動車ガラスなどの高度リサイクル技術開発と
サプライチェーン体制の確立
- ・ 太陽光パネルは回収時にリサイクルかリユースするかの判断基準を確立し、
リサイクルの基本技術の調査
- ・ 成分や用途や不純物濃度の異なるガラスのリサイクルシステムを鳥瞰的に把握し、
全体最適や個別最適等の評価システムの構築
- ・ ガラス再資源化技術開発は CO₂ 排出量削減、低炭素化社会構築に貢献できる
社会基盤となる可能性を示した

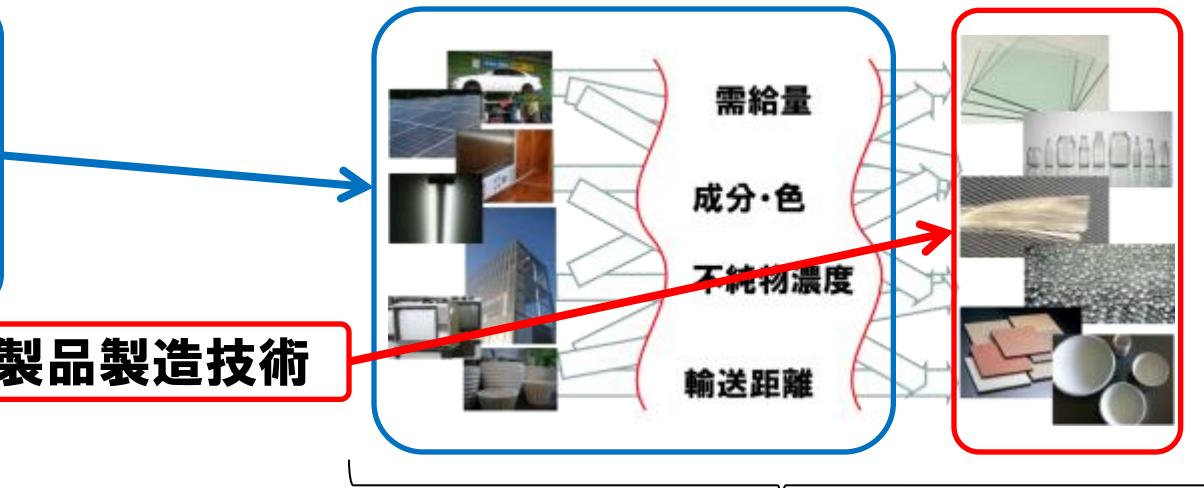
Objectives of GReAT PJ

GReATプロジェクトの目的

① This project develops the following techniques for the abolished glass and build a integrated recycling model system of the glass.

廃ガラスの以下の技術開発、統合化したガラス再資源化の循環型モデルシステムの構築する

- 分離技術
- 中間処理技術
- 運搬技術
- 原料加工技術
- **ガラス再資源化製品製造技術**



② Through the (abolished glass collection) down stream (development and production of the glass recycling product) of upper reaches, GreAT builds the model of the effective supply chain managed on the basis of commerce.

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、商業ベースで成立つ効率的なサプライチェーンのモデルを構築する

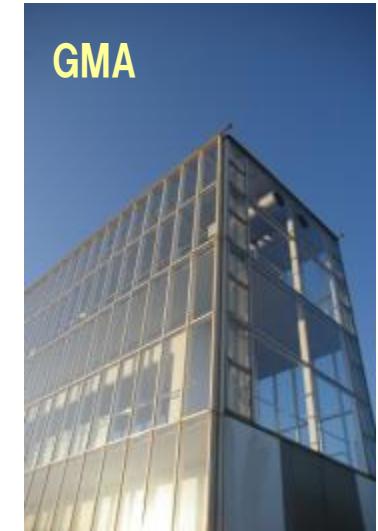
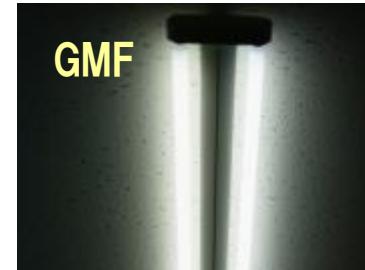
GReAT promotes recycling of the used glassware and control a CO₂ discharge in the whole circulation system of the glass and contribute to the construction of recycling society, the low-carbon society.

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

The waste which a project intends for GReAT

GReATプロジェクトが対象とする廃棄物

- Home Appliance Recycling Law **GML** 廃液晶ガラス(家電リサイクル法関連)
- Law for the Recycling of End-of-Life Vehicle **GMV** 廃自動車ガラス(自動車リサイクル法関連)
- Home Appliance Recycling **GME** 廃ブラウン管ガラス(家電リサイクル法関連)
- Construction Material Recycling Law **GMPV** 廃太陽光パネルガラス(建設リサイクル法関連)
- Construction Material Recycling Law **GMA** 廃建築ガラス(建設リサイクル法関連)
- Construction Material Recycling Law **GMF** 廃蛍光灯(建設リサイクル法関連)



Glass characteristic

ガラスの特徴

Several glasses in market depend on the case of useful

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	
ガラス種類	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
アルミニ ホウケイ酸	ソーダ石灰	ソーダ石灰/アルミニ 珪酸	ソーダ石灰	ソーダ石灰	ソーダ石灰	バリウム・ ストロンチウム	鉛
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	
~850	720~740	720~850	720~740	720~740	690~715	655~675	
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	
クリア	GMA:クリーン、クリア GMV:クリーン、 キャラクシー	クリア	クリア 混色	クリア、 ブルー、グリーン、 他多種多様	クリア		

Selection of recycle method in adequate glass material

ガラス材質に適合したリサイクル方法を選択

Glass category

ガラスの用途分野種類

G-material

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

G-material category ジーマテリアルの種類

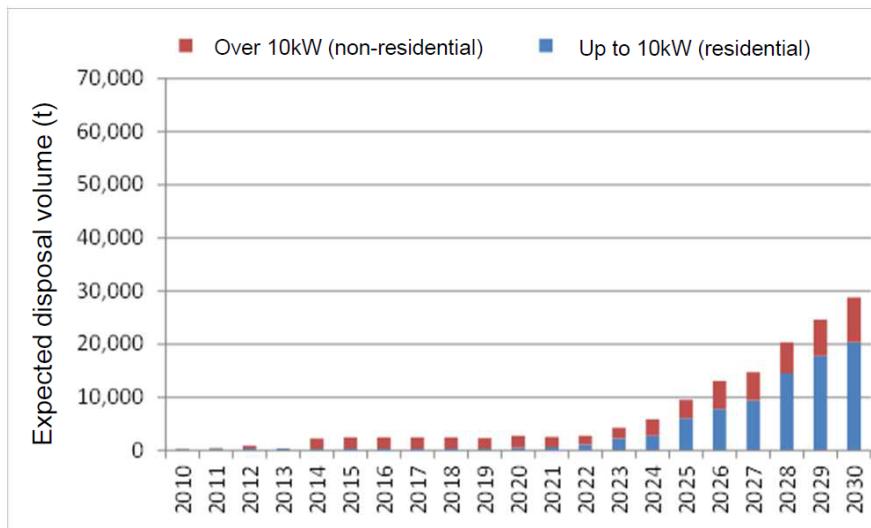
GMB	Bottle ビンガラス	GMA	Architectural 建築ガラス	GMV	Vehicle 自動車ガラス	GMF	Fluorescent 蛍光灯ガラス
GML	Liquid crystal 液晶板ガラス	GMPV	Photovoltaic 太陽光ガラス	GME	Electron tube 電子管ガラス	GMM	Medical 医療用ガラス
GMP	Planter 工芸用ガラス	GMC	Ceramic セラミックガラス	GMT	Table ware 食器ガラス	GMFI	Fiber 繊維ガラス
GMO	Optical 光学ガラス	GMQ	Quartz 石英ガラス				

Glass category ガラスの種類

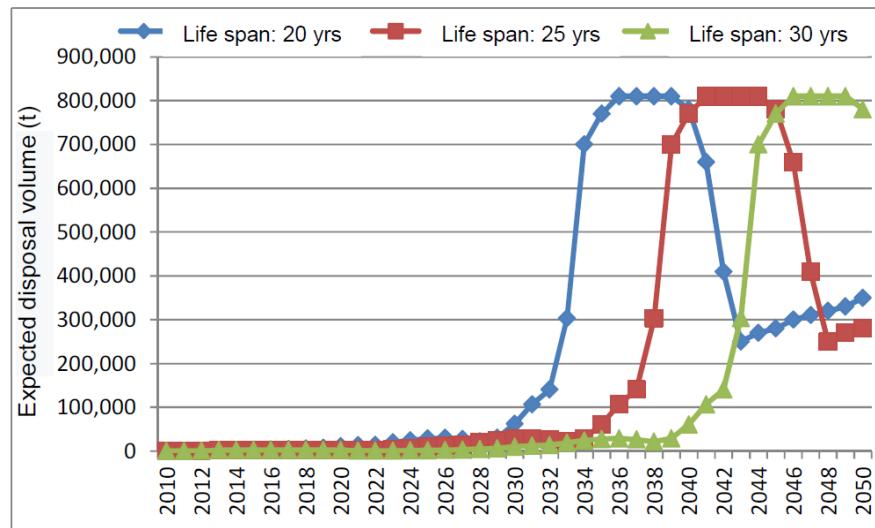
Lead 鉛	SodaBolisilicate ソーダ石灰ホウ珪酸	Sodalime ソーダ石灰	Silicic acid 珪酸塩	Medium Borosilicate 中性ホウ珪酸	Borosilicate ホウ珪酸
Soda alumina Borocilicate 石灰アルミニホウ 珪酸	Aluminosilicate アルミニ珪酸	Alumina Borosilicate アルミニホウ珪酸	Quartz 石英	Non alkali 無アルカリ	Others その他

Expected Disposal Volume of the End-of-Life Facilities for PV Module 太陽電池モジュールの排出見込

Estimation of the future disposal volume of PV module



Graph: Expected Disposal Volume of PV Module
(life span of 25 years)



Graph: Expected disposal volume of PV module
(life span of 20, 25, 30 years)

Total volume of domestic shipment according to the use 太陽発電モジュールの国内向け用途別累計出荷量

国内市場向け	年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
(1) 住宅用	MW	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.4	1.3	1.1	1.7	2.9	5.0	5.4	5.4	6.2	10.1	18.3	31.3	42.0
(2) 非住宅・産業用	MW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(3) 発電事業用	MW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(4) 電力応用・民生用	MW	0.3	0.5	1.2	1.7	2.1	3.0	3.0	2.9	2.2	2.9	3.0	2.3	1.3	1.5	1.4	1.9	1.9	1.3
単年度計	MW	0.4	0.7	1.7	2.5	3.3	4.4	4.3	4.0	3.9	5.8	8.0	7.7	6.7	7.7	11.5	20.2	33.2	43.3
累計	MW		1.1	2.8	5.3	8.6	13	17.3	21.3	25.2	31	39	46.7	53.4	61.1	72.6	92.8	126	169.3

国内市場向け	年度	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(1) 住宅用	MW	76.5	112.4	119.6	160.1	198.7	246.3	269.9	235.3	176.6	196.9	543.7	862.2	1,204.9	1,869.0	2,367.0	1,973.2	1,547.3	1,211.4	1,078.9
(2) 非住宅・産業用	MW	0	0	0	18.4	18.0	20.7	31.7	31.4	32.2	38.7	74.4	196.9	141.9	1,213.5	3,279.9	3,461.6	3,363.9	3,476.0	2,719.1
(3) 発電事業用	MW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53.6	724.2	2,896.7	3,780.2	2,192.4	1,649.9	1,438.8
(4) 電力応用・民生用	MW	4.6	4.3	4.8	7.7	8.3	7.2	3.5	1.5	1.1	1.1	5.0	3.8	3.7	2.8	2.1	1.3	33.0	3.6	9.5
単年度計	MW	81.1	116.7	124.4	186.2	225.0	274.2	305.1	268.2	209.9	236.7	623.1	1,062.9	1,404.1	3,809.5	8,545.7	9,216.3	7,136.6	6,340.9	5,246.3
累計	MW	250.4	367.1	491.5	677.7	902.7	1,177	1,482	1,750	1,960	2,197	2,820	3,883	5,287	9,096	17,642	26,858	33,995	40,336	45,582

- (1) 住宅用10kW以下
- (2) 事務所、工場、学校、病院、役所、公共施設（500kW未満の地上設置を含む）
- (3) 発電を目的とした500kW以上の出力の発電装置
- (4) 電車、時計、計算機、該当、灯台、交通表示等の電力応用・民生製品

出典 : JPEA

Expected Disposal Volume of the End-of-Life Facilities for PV Module Glass

太陽電池モジュールのガラス排出見込

耐用年数	国内市場向け	年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
20年	(1) 住宅用	トン	6.2	12.4	30.9	49.5	74.3	86.6	80.4	68.1	105.2	179.5	309.4	310.8	310.8	383.7	625.0	1,132.4	1,936.8	2,599.0	
	(2) 非住宅・産業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(4) 電力応用・民生用	トン	18.6	30.9	74.3	105.2	129.9	185.6	185.6	179.5	136.1	179.5	185.6	142.3	80.4	92.8	86.6	117.6	117.6	80.4	
	計	トン	24.8	43.3	105.2	154.7	204.2	272.3	266.1	247.5	241.3	358.9	495.0	453.1	391.2	476.5	711.6	1,250.0	2,054.4	2,679.4	
	累計	トン	—	68.1	173.3	328.0	532.2	804.4	1,070.5	1,318.0	1,559.4	1,918.3	2,413.3	2,866.4	3,257.7	3,734.1	4,445.8	5,695.7	7,750.2	10,429.6	
30年	(1) 住宅用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.2	12.4	30.9	49.5	74.3	86.6	80.4	68.1
	(2) 非住宅・産業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(4) 電力応用・民生用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.6	30.9	74.3	105.2	129.9	185.6	
	計	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.8	43.3	105.2	154.7	204.2	272.3	
	累計	トン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68.1	173.3	328.0	532.2	804.4	1,070.5	1,318.0	

耐用年数	国内市場向け	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
20年	(1) 住宅用	トン	4,733.8	6,955.3	7,400.8	9,907.0	12,295.6	15,241.0	16,699.7	14,560.4	10,928.0	12,184.2	33,644.2	53,352.9	74,559.2	115,653.7	146,470.0	122,101.6	95,746.9	74,961.4	
	(2) 非住宅・産業用	トン	0	0	0	1,138.6	1,113.8	1,929.2	2,954.4	2,926.5	3,001.0	3,806.8	6,934.1	18,351.1	13,225.1	113,098.2	305,686.7	322,621.1	313,515.5	323,963.2	
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,995.5	67,495.4	269,972.4	352,314.6	204,331.7	153,770.7
	(4) 電力応用・民生用	トン	284.6	266.1	297.0	476.5	513.6	445.5	216.6	92.8	68.1	68.1	309.4	235.1	228.0	173.3	129.9	80.4	204.2	222.8	
	計	トン	5,018.5	7,221.4	7,697.9	11,522.1	13,923.0	17,615.8	19,870.7	17,579.7	13,997.1	15,859.1	40,887.6	71,939.2	93,008.8	296,420.6	722,259.0	797,117.8	615,636.1	552,918.1	
	累計	トン	15,448.0	22,669.4	30,367.3	41,889.4	55,812.4	73,428.2	93,298.9	110,878.5	124,875.6	140,734.7	181,622.4	253,561.5	346,570.3	642,990.9	1,365,249.9	2,162,367.8	2,778,003.9	3,330,922.0	
30年	(1) 住宅用	トン	105.2	179.5	309.4	310.8	310.8	383.7	625.0	1,132.4	1,936.8	2,599.0	4,733.8	6,955.3	7,400.8	9,907.0	12,295.6	15,241.0	16,699.7	14,560.4	
	(2) 非住宅・産業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,138.6	1,113.8	1,929.2	2,954.4	2,926.5
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(4) 電力応用・民生用	トン	136.1	179.5	185.6	142.3	80.4	92.8	86.6	117.6	117.6	80.4	284.6	266.1	297.0	476.5	513.6	445.5	216.6	92.8	
	計	トン	241.3	358.9	495.0	453.1	391.2	476.5	711.6	1,250.0	2,054.4	2,679.4	5,018.5	7,221.4	7,697.9	11,522.1	13,923.0	17,615.8	19,870.7	17,579.7	
	累計	トン	1,559.4	1,918.3	2,413.3	2,866.4	3,257.7	3,734.1	4,445.8	5,695.7	7,750.2	10,429.6	15,448.0	22,669.4	30,367.3	41,889.4	55,812.4	73,428.2	93,298.9	110,878.5	

耐用年数	国内市場向け	年度	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
30年	(1) 住宅用	トン	10,928.0	12,184.2	33,644.2	53,352.9	74,559.2	115,653.7	146,470.0	122,101.6	95,746.9	74,961.4
	(2) 非住宅・産業用	トン	3,001.0	3,606.8	6,934.1	18,351.1	13,225.1	113,098.2	305,686.7	322,621.1	313,515.5	323,963.2
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	4,995.5	67,495.4	269,972.4	352,314.6	204,331.7	153,770.7
	(4) 電力応用・民生用	トン	68.1	68.1	309.4	235.1	229.0	173.3	129.9	80.4	204.2	222.8
	計	トン	13,997.1	15,859.1	40,887.6	71,939.2	93,008.8	296,420.6	722,259.0	797,117.8	615,636.1	552,918.1
	累計	トン	124,875.6	140,734.7	181,622.4	253,561.5	346,570.3	642,990.9	1,365,249.9	2,162,367.8	2,778,003.9	3,330,922.0

Expected Disposal Volume of the End-of-Life Facilities for PV Module Glass 太陽電池モジュールのガラス排出見込

2018年から2025年の排出見込

耐用年数	国内市場向け	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
20年	(1) 住宅用	トン	4,733.8	6,955.3	7,400.8	9,907.0	12,295.6	15,241.0	16,699.7	14,560.4
	(2) 非住宅・産業用	トン	0	0	0	1,138.6	1,113.8	1,929.2	2,954.4	2,926.5
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0
	(4) 電力応用・民生用	トン	284.6	266.1	297.0	476.5	513.6	445.5	216.6	92.8
	計	トン	5,018.5	7,221.4	7,697.9	11,522.1	13,923.0	17,615.8	19,870.7	17,579.7
	累計	トン	15,448.0	22,669.4	30,367.3	41,889.4	55,812.4	73,428.2	93,298.9	110,878.5
30年	(1) 住宅用	トン	105.2	179.5	309.4	310.8	310.8	383.7	625.0	1,132.4
	(2) 非住宅・産業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0
	(3) 発電事業用	トン	0	0	0	0	0	0	0	0
	(4) 電力応用・民生用	トン	136.1	179.5	185.6	142.3	80.4	92.8	86.6	117.6
	計	トン	241.3	358.9	495.0	453.1	391.2	476.5	711.6	1,250.0
	累計	トン	1,559.4	1,918.3	2,413.3	2,866.4	3,257.7	3,734.1	4,445.8	5,695.7

"The 19 years problem" of FIT 再生エネ買い取りの「19年問題」



Local uneven distribution characteristics of mega solar facilities

メガソーラー設備の地域偏在性

No.	県名	容量 MW	拠点数	平均 容量 MW
1	北海道	1,205	240	5.0
2	岡山県	952	98	9.7
3	福島県	811	115	7.1
4	茨城県	721	176	4.1
5	長崎県	706	80	8.8
6	兵庫県	675	190	3.6
7	鹿児島県	666	183	3.6
8	福岡県	603	171	3.5
9	栃木県	552	126	4.4
10	青森県	542	74	7.3
11	千葉県	539	147	3.7
12	大分県	527	74	7.1
13	宮城県	442	86	5.1
14	三重県	423	103	4.1
15	岩手県	414	75	5.5
16	熊本県	402	113	3.6

No.	県名	容量 MW	拠点数	平均 容量 MW
17	愛知県	381	73	5.2
18	静岡県	368	92	4.0
19	群馬県	343	80	4.3
20	宮崎県	342	74	4.6
21	山口県	301	89	3.4
22	広島県	288	91	3.2
23	和歌山県	206	39	5.3
24	大阪府	191	58	3.3
25	その他	180	14	12.9
26	愛媛県	166	44	3.8
27	石川県	156	31	5.0
28	埼玉県	143	69	2.1
29	高知県	126	47	2.7
30	鳥取県	125	34	3.7
31	神奈川県	124	36	3.5
32	長野県	120	46	2.6

No.	県名	容量 MW	拠点数	平均 容量 MW
33	秋田県	119	48	2.5
34	香川県	119	52	2.3
35	京都府	114	29	3.9
36	島根県	112	40	2.8
37	山梨県	111	47	2.4
38	新潟県	109	31	3.5
39	徳島県	87	40	2.2
40	奈良県	83	33	2.5
41	佐賀県	83	51	1.6
42	滋賀県	82	43	1.9
43	岐阜県	73	37	2.0
44	富山県	59	29	2.0
45	沖縄県	53	17	3.1
46	山形県	52	20	2.6
47	福井県	30	21	1.4
48	東京都	18	12	1.5

	容量 MW	拠点数	平均 容量 MW
総計	15,043	3,518	4.3

Local uneven distribution characteristic of mega solar facilities メガソーラー設備事業主体別の偏在性

(事業主体別 TOP15) 大規模太陽光発電所導入動向

	事業主体	容量 MW	拠点数	平均 容量 MW
1	オリックス / ORソーラー	760 注1	81	9.4
2	NTTファシリティーズ	652 注2	1,381	0.5
3	SBエナジー	597	46	13.0
4	パシフィコ・エナジー	589	7	84.1
5	九電 / 九電工	564	39	14.4
6	ユーラスエナジー	389	13	29.9
7	レノバ	356	14	25.4
8	NRE (日本再生可能エネルギー)	250	13	19.2
9	ウェルホールディングス	247	137	1.8
10	SGET (スパークス・グリーンエナジー & テクノロジー)	198	16	12.4
11	日立 / 日立ハイテク / 日立グリーンエネルギー	163	13	12.5
12	大和ハウス / 大和エネルギー	148	49	3.0
13	京セラ / 京セラTCL	142	17	8.4
14	丸紅	134	3	44.7
15	山佐産業	125	18	6.9
計		5,313	1,847	1.8

注1: 出典 オリックス メガソーラー Project 2017の説明書

注2: 出典 NTTF 2017年CSR報告書(自社メガソーラー 73拠点 203MW, SI事業 1,308拠点 449MW)

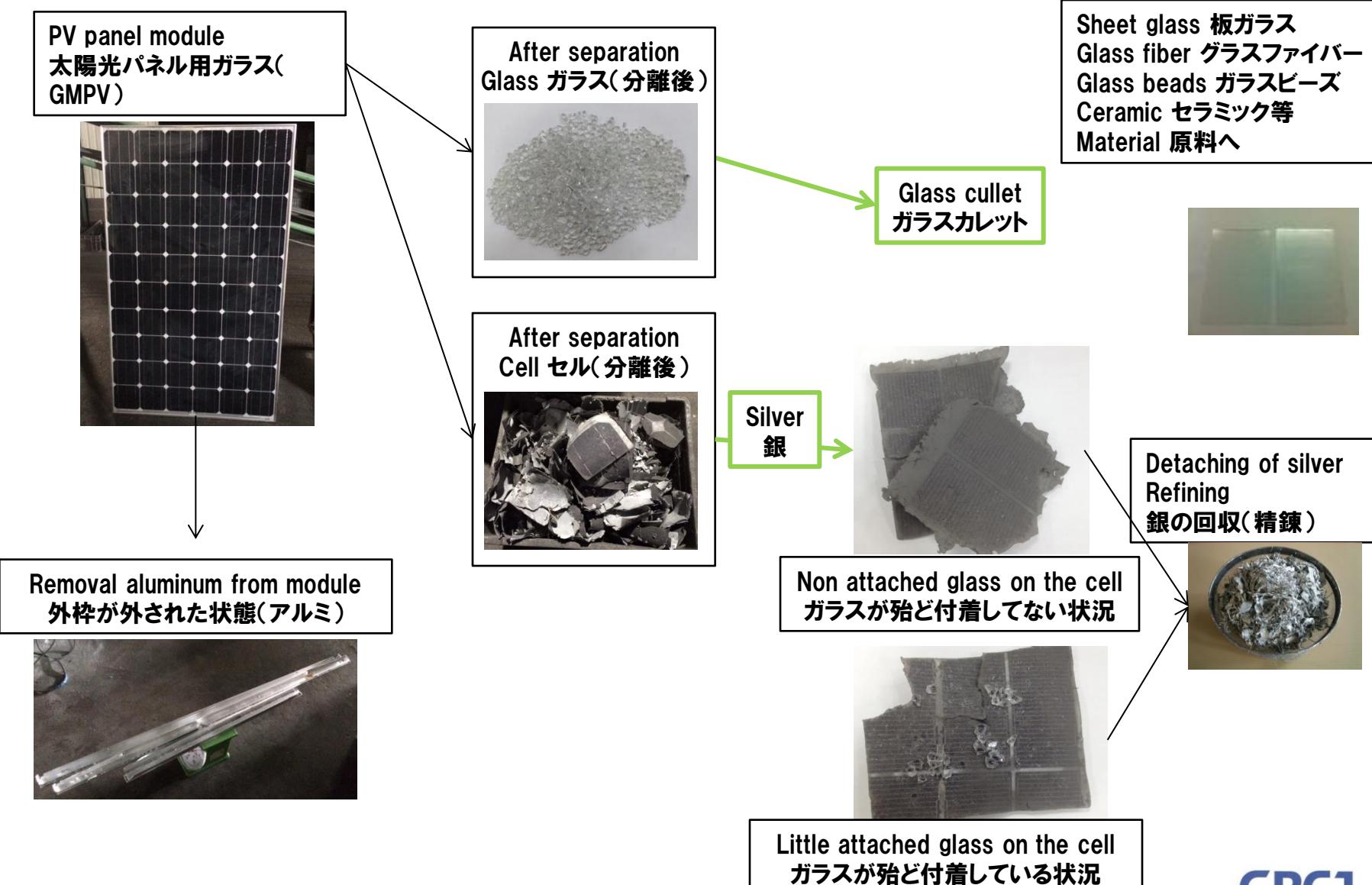
Local uneven distribution characteristics of mega solar facilities メガソーラー設備パネル別の偏在性

メガソーラー設備パネル別のTOP10

	パネルメーカー	容量 MW	拠点数	平均容量 MW
1	京セラ	1,088	126	8.6
2	東芝	874	94	9.3
3	シャープ	705	145	4.9
4	ハンファ	639	86	7.4
5	トリナソーラー	492	25	19.7
6	ソーラーフロンティア	478	130	3.7
7	インリー	463	92	5.0
8	三菱電機	435	54	8.1
9	カナディアンソーラー	391	94	4.2
10	LG	231	21	11.0
トップ10の計		5,797	867	6.7
総数に対するTOP10の%		78%	65%	
総数の計		7,457	1,336	5.6

Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル



太陽光パネルのガラス実証試験(RTJ社)

Glass verification tests of the PV panel (By RTJ)



Machine to take off the
aluminum frames



Biaxially crusher



The appearance of the crush by the crusher

太陽光パネルのガラス実証試験(ハリタ金属)

Glass verification tests of the PV panel (By Harita Material)



- ① Injection into hopper with a forklift for the PV panel waste which it crushed with a shredder

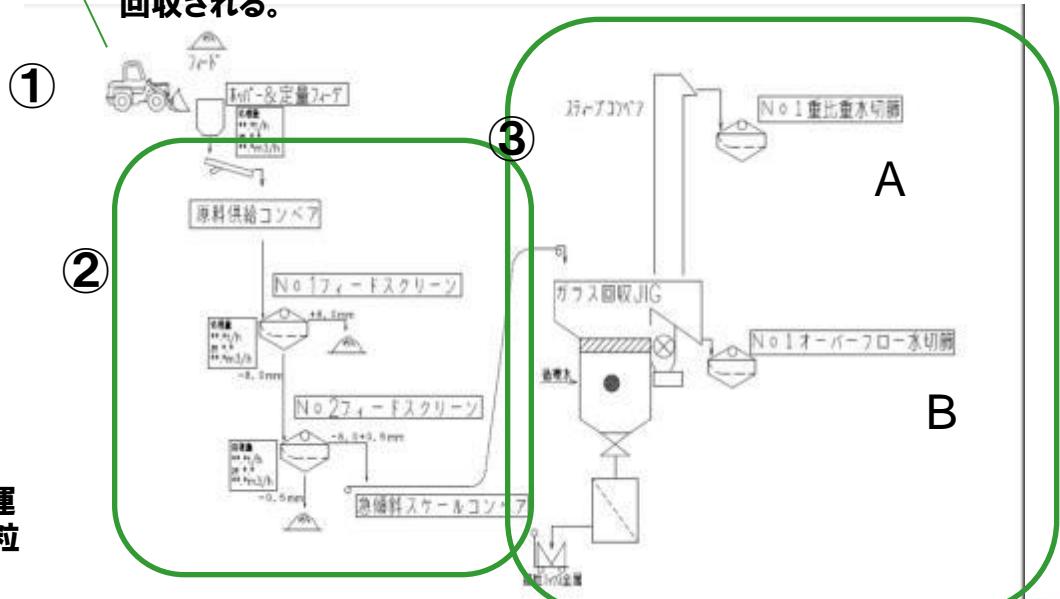


- ② 投入したパネル破碎屑は、原料供給コンベアで運ばれ2つのフィードスクリーンでふるいにかける。一定粒径内の破碎屑は急傾斜スケールコンベアを経て選別機本体へ運ばれる。



実証試験はパネルの入庫後11月より本格的に開始する予定。

- ③ 選別機本体内で水の隆起・沈降を繰り返し、物質の比重差によって、2種類のマテリアルに分離。水切りを行った後、A・Bの出口よりそれぞれ回収される。



太陽光パネルのガラス実証試験(浜田，エヌ・ピー・シー)

Glass verification tests of the PV panel (By Hamada , NPC)



New Energy and Industrial Technology
Development Organization

News
Release

2015年9月16日

—太陽光発電のリサイクル社会構築や発電コスト低減を目指す—

To direct toward an intended goal at recycling society construction of the photovoltaic power generation and the reduction of the generation cost

太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト

Photovoltaic power generation recycling technology development project

太陽光発電の大量導入に伴い、使用済み太陽光発電システムが将来大量に発生することが予想されますが、そこから生じる廃棄物の量を最小化し、発電コストにも影響する処理コストを低減することが、太陽光発電を社会に定着させるためには必要です。

そこで、太陽電池モジュールの分解処理コストとして5円/Wを目標に掲げ、太陽光発電モジュールのリサイクル処理技術、有価物の回収率向上技術、回収物高純度化技術を開発し、その効果を実証試験により検証します。

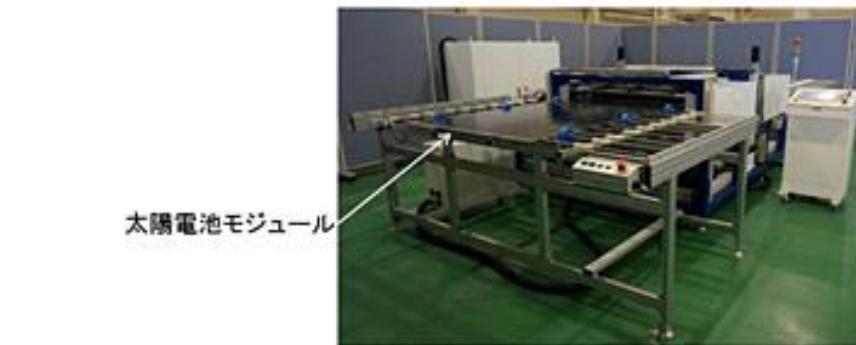
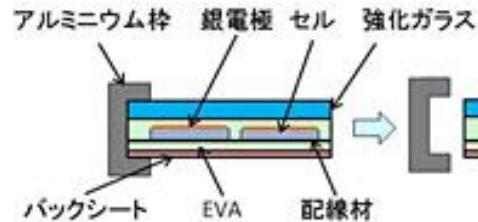
太陽光パネルのガラス実証試験(浜田，エヌ・ピー・シー)

Glass verification tests of the PV panel (By Hamada , NPC)

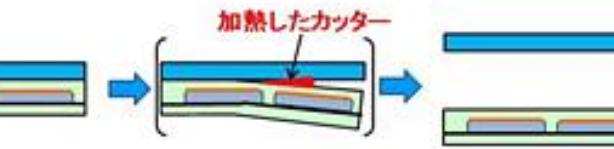
ホットナイフ分離法によるガラスと金属の完全リサイクル技術開発

Glass and metal complete recycling technology development
by the hot knife separation method

結晶シリコン系太陽電池モジュールの分解処理を目的とし、ガラスとシリコンセルの間の封止剤(EVA)層を加熱した刃で切斷し、ガラスやシリコンセルを破碎せずに分離回収できる「ホットナイフ」技術を開発すると共に、回収したガラスや金属等を全て再資源化するための設備及びプロセスの設計・開発を実施。



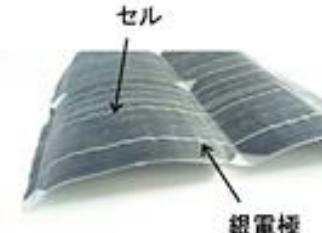
ホットナイフ装置本体



分離後のガラス



分離後のセル、銀電極等



Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル

● ガラスカレットの溶解温度帯チェック(テストピース製作)

➤ 目的

異なる温度帯のガラスが混在すると、タイル焼成時に溶け切ることができず、破損等につながるため、各ガラスの溶解温度帯を確認した。

➤ 試料

3mmガラスカレット	①多結晶(メーカー混合) ②単結晶(メーカー混合) ③-1薄膜(アルミナ系) ③-2薄膜(その他) ④CIS/CIGS系(メーカー混合) ①②-1単結晶・多結晶(混合) ①②-2単結晶・多結晶(混合)
------------	--

➤ 結果・分析等

- 溶解温度帯が高い順に④>③-1,③-2>その他となった。
- 焼成前には目立たなかった異物が、加熱温度によっては焼成後に広がり目立つようになった。
- 850°Cから明らかに角が丸くなり、収縮したため、焼成後の収縮を考慮して温度と焼成時間を設定する必要がある。



➤ 方法:

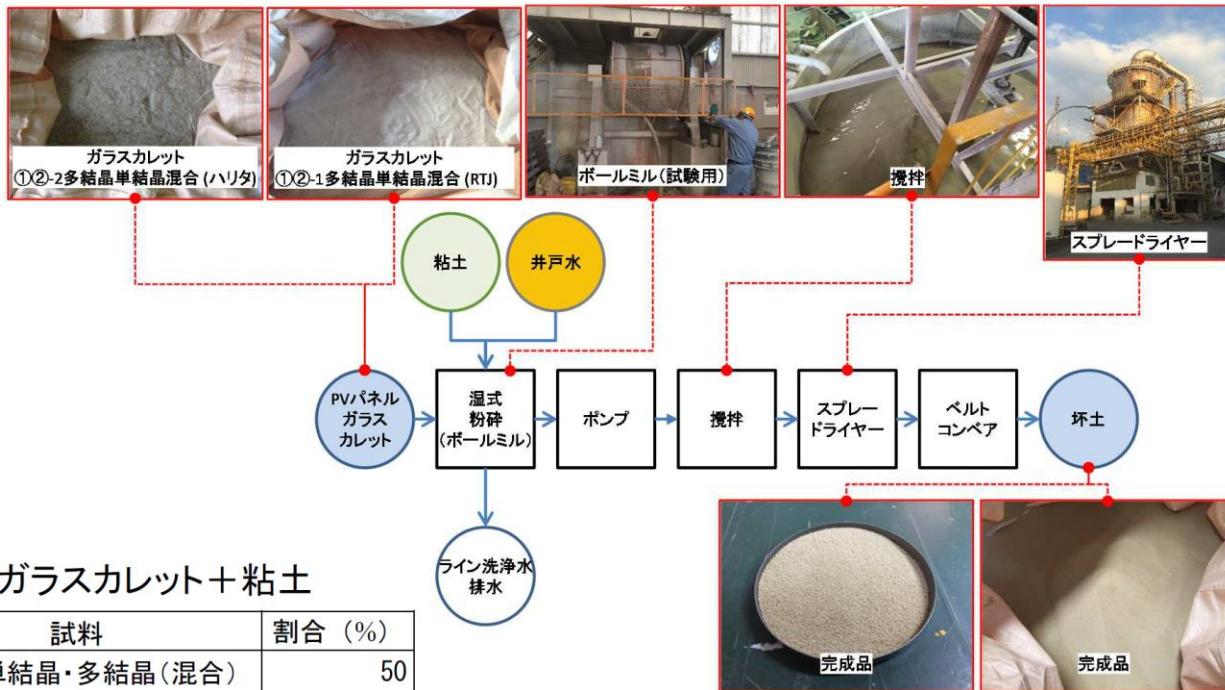
- 粘土系で成形されたケースに各ガラスカレットを入れ、電気窯にて焼成。
- 昇温: 大気温度～設定温度まで120分、そのまま40分間キープし成り行きで冷却。
- 設定温度: 700°Cから50°C刻みで1,000°Cまで7水準を行った。

Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル

● 坯土調合

配合試験で考査した配合のうち、A-50及びB-50の2種類の配合で500kgの坯土を生産した。



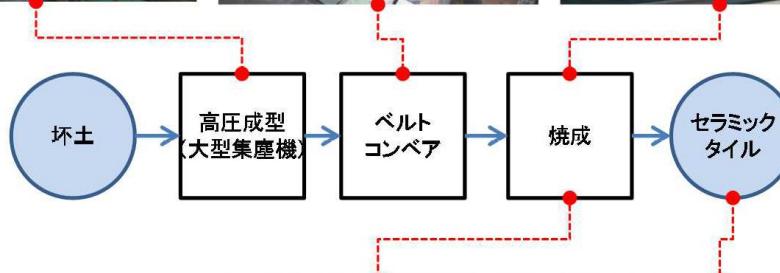
➤ 原材料: ガラスカレット+粘土

坯土	試料	割合 (%)
A-50	①②-1単結晶・多結晶(混合)	50
	粘土	50
B-50	①②-2単結晶・多結晶(混合)	50
	粘土	50

Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル

- 坯土によるテストピース(タイル)の焼成
 - 原料: 坯土(A-50、B-50の2種類)

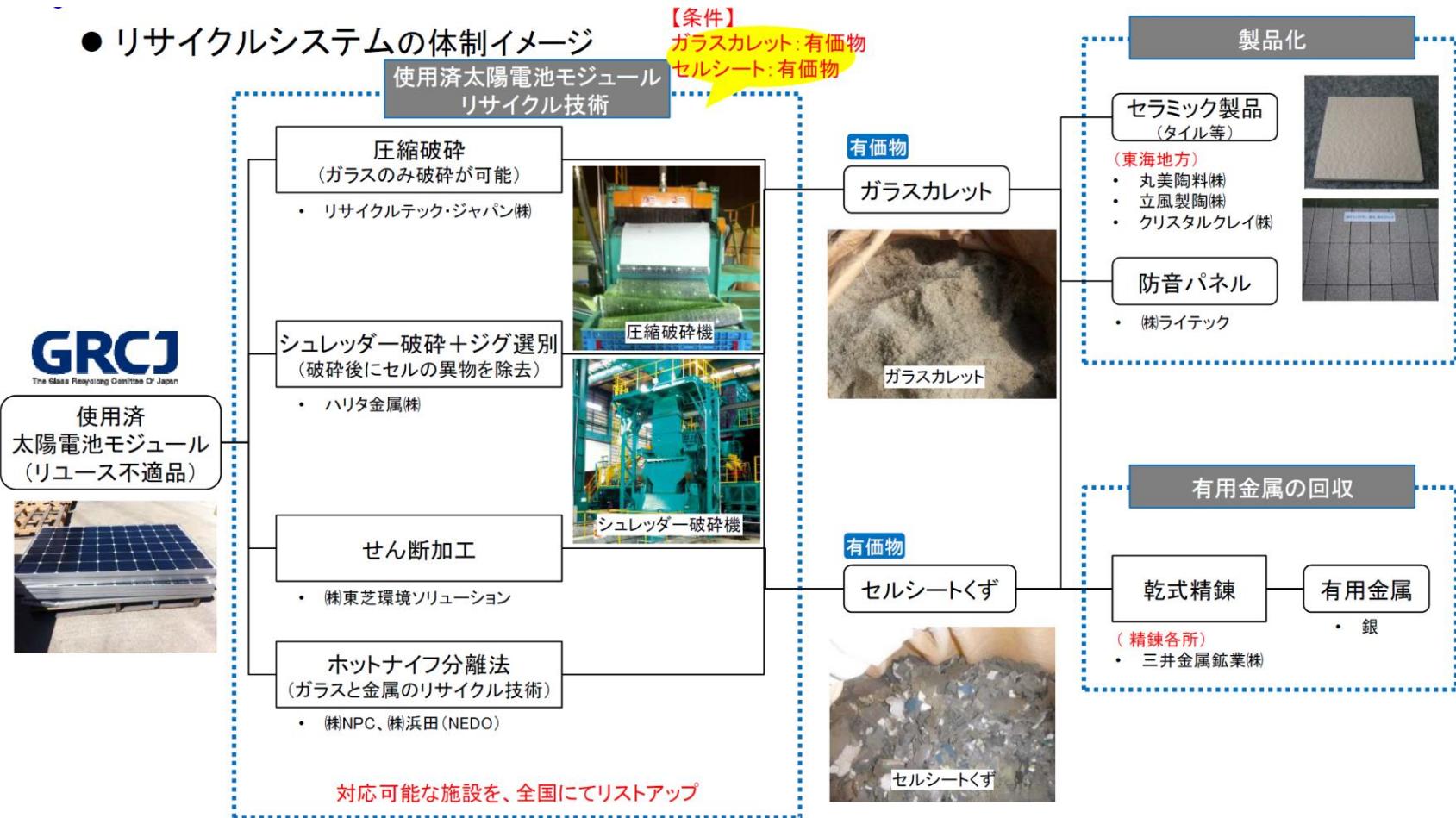


Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル

全国リサイクルシステムの構築に向けた検討

● リサイクルシステムの体制イメージ



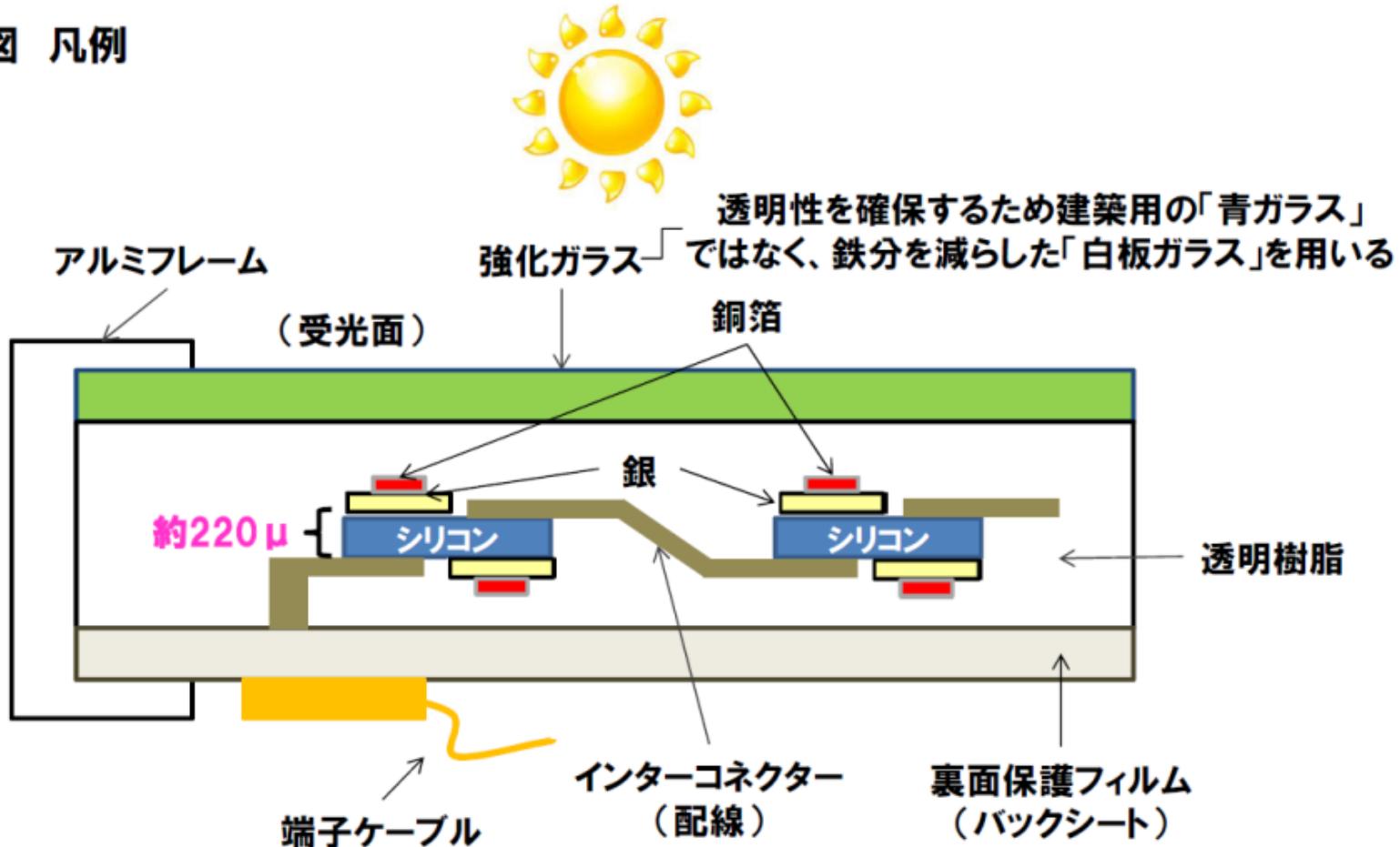
Basic structure of PV

太陽光パネルの基本構造

Typical example

Cross section view of crystal silicon PV
結晶シリコン太陽電池モジュールの断面図

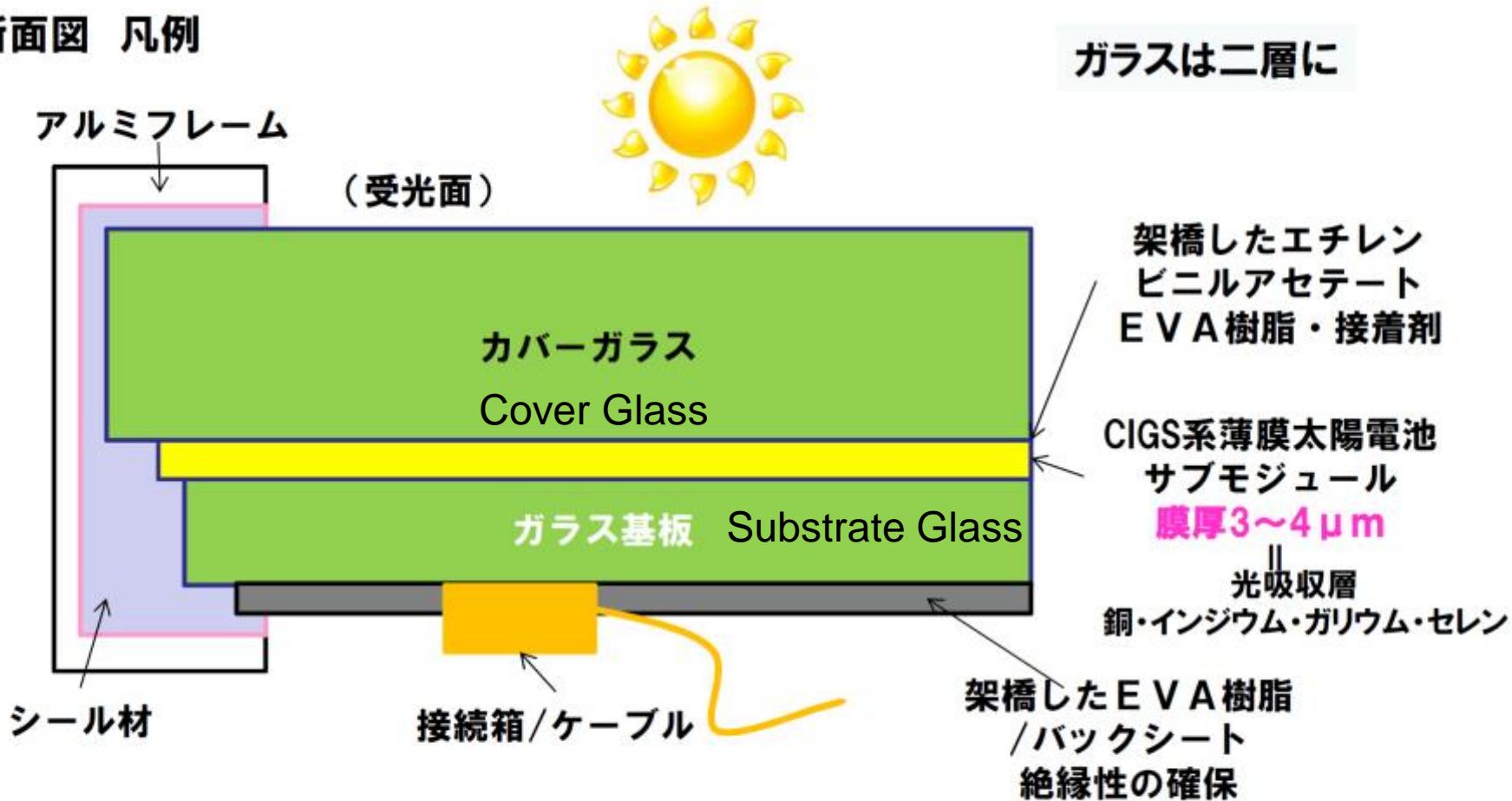
断面図 凡例



Cross section view of thin film PV

CIGS系薄膜太陽電池のモジュール断面図

断面図 凡例



ガラスなどの基板にシリコンや化合物の薄い膜を作るため材料減→安価だが効率劣る

薄膜の構造をもった化合物系にはカドテル (CdTe) のPVもあります

Elution test result according to each modules

結晶系モジュールの部位別溶出試験結果

結晶系モジュールで鉛溶出と化合物モジュールでセレン溶出が確認されたものを対象に溶出試験を実施し、溶出に寄与する大きい部位を特定した

種類	メーカー	製造年	分析項目	モジュール全体	フレーム	フロントカバーガラス	電極	EVA	Si結晶	バックシート	端子ボックス	その他
多結晶 国内	G社	2012以降	重量(kg)	-	2.8900	12.3400	0.1400	分離不可	2.2400	0.1300	0.3400	0.0800
			構成比	-	15.9%	68.0%	0.8%	-	12.3%	0.7%	1.9%	0.4%
			pH	6.5~6.6	-	9.2	10.1	-	7.8	7.7	7.6	-
			EC (mS/m)	-	-	2.3	8.7	-	1.3	3.6	1.8	-
			Pb (mg/L)	0.30~0.42	-	<0.01	500	-	<0.01	<0.01	<0.01	-
多結晶 海外	I社	2012	重量(kg)	-	2.4500	11.9700	0.1400	分離不可	2.2500	0.1300	0.3400	0.6500
			構成比	-	13.7%	66.8%	0.8%	-	12.5%	0.7%	1.9%	3.6%
			pH	6.6~6.6	-	9.3	10.3	-	7.4	8.2	7.5	-
			EC (mS/m)	-	-	2.6	9.3	-	1.5	3.1	1.2	-
			Pb (mg/L)	0.29~0.44	-	<0.01	570	-	<0.01	<0.01	<0.01	-
多結晶 海外	K社	2013	重量(kg)	-	3.4600	12.4700	0.1600	分離不可	2.1400	0.3500	0.3300	0.1400
			構成比	-	18.2%	65.5%	0.8%	-	11.2%	1.8%	1.7%	0.7%
			pH	6.5~6.7	-	9.6	9.9	-	7.4	8.1	7.5	-
			EC (mS/m)	-	-	3.4	8.1	-	1.0	2.7	1.4	-
			Pb (mg/L)	0.20~0.90	-	<0.01	470	-	<0.01	<0.01	0.01	-

種類	メーカー		モジュール全体	フレーム	フロントカバーガラス	電極	EVA	CIS/CIGS化合物	基板ガラス	バックシート・その他
CIS 国内	D社				分離不可		分離不可		分離不可	
			pH	9.8	-	-	9.1	-	9.9	-
			EC (mS/m)	2.1	-	-	6.1	-	1.9	-
			Se (mg/L)	0.04	-	-	<0.01	-	0.06	-

- 結晶系モジュールの一部で鉛が特別管理産業廃棄物の判定基準を超過しているものが確認された。製品に使用されている金属電極に由来するものと推測されるのでその取扱いについては注意が必要である。
- 一部モジュールからは、産業廃棄物の溶出基準値のある物質として鉛、セレン、カドミウムの溶出が、また、溶出基準値のない物質ではアンチモン、テルルの溶出が確認されている。

Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル

全国リサイクルシステムの構築に向けた検討

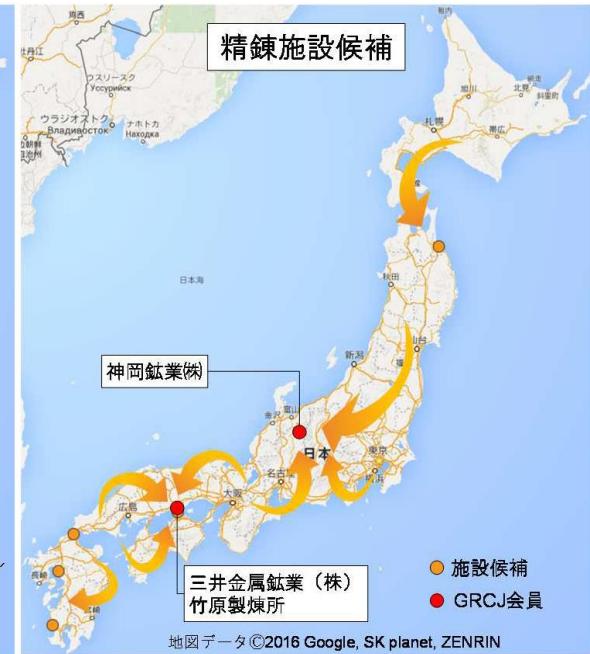
● リサイクル施設



太陽電池モジュールのリサイクル施設候補は、家電リサイクル施設や小型家電リサイクル施設等、破碎と選別能力を備えた施設が候補として考えられる。



セラミックタイル化が可能な施設は、東海の窯業が盛んな地域に集中しているため、運搬コストを考慮すると、まずは関東、中部、近畿地方にて排出された使用済太陽電池モジュールのリサイクル用途となるのではないかと考えられる。



セルシートについては、銀評価と有害物質の処理対応の両方が可能な施設は、本実証事業体制内では、神岡鉱業、三井金属鉱業竹原事業所となる。従って、関東、中部、近畿地方にて発生した使用済太陽電池モジュール由來のセルシートの受入先となるのではないかと考えられる。

Facilities capable of recycling photovoltaic cell modules (GRCJ)

- The facilities that are currently able to recycle photovoltaic cell modules as determined by the Glass Recycling Committee of Japan (GRCJ) are as follows.

		Harita Metal Co., Ltd.				Toshiba Environmental Solutions Corporation						
Address		34-11 Shinbori, Imizu City, Toyama										
Equipment capacity		2,800 tons/month (20 tons/hour, 7 hours/day x 20 days operating)										
Quantity of goods accepted up to now		110 tons/year (2014) 8 tons/year (2015)										
Areas for acceptance of goods		Hokushinetsu area (3 prefectures in the Hokuriku region, Niigata, Gifu, Nagano)										
Sales channels for products after processing	Glass	Tile manufacturers										
	Scrap cell sheets	Smelting companies										
		Hamada Co., Ltd.				Recycle Tech Japan Co., Ltd.						
Address		8-6 Hashiramoto 3-chome, Takatsuki City, Osaka		7-5 Keihinjima 2-chome, Ota-ku, Tokyo		Address						
Equipment capacity		86.4 tons/month (4.32 tons/day x 20 days)		86.4 tons/month (4.32 tons/day x 20 days)		Address						
Quantity of goods accepted up to now		10 tons/year		—		Equipment capacity						
Areas for acceptance of goods		Nationwide but primarily the Kinki region		Nationwide but primarily the Kanto region		Quantity of goods accepted up to now (tons/year)						
Sales channels for products after processing	Glass	Glass manufacturers (anticipated)		Glass manufacturers (anticipated)		2014 Approx. 54 tons/year Approx. 2,700 sheets						
	Scrap cell sheets	Smelting companies		Smelting companies		2015 Approx. 36 tons/year Approx. 1,800 sheets						
Notes		Research institution owned by NEDO (modules are provided as research materials)		Used in prototypes Acquisition of intermediate processing permit expected in April 2017 or thereafter		Areas for acceptance of goods						
						Sales channels for products after processing	Glass					
							Scrap cell sheets					

● Already accepting goods for recycling

● Has the capability to accept goods for recycling

Recycling action of the disposal PV module by Trina & GRCJ

トリナとGRCJの廃棄太陽電池モジュールのリサイクル取組み



トリナ・ソーラー 廃棄太陽電池モジュールのリサイクル受付のお知らせ

この度の西日本豪雨により被害を受けられた皆さまに、謹んでお見舞いを申し上げます。
被災地の一日も早い復旧と復興を心よりお祈り申し上げます。

Trina Solar(以降「トリナ・ソーラー」もしくは「当社」)は、太陽電池モジュールの3R(リデュース・リユース・リサイクル)の取り組みの中で、ガラス再資源化協議会(GRCJ)に加盟し、パネルのリサイクル問題に早くから取り組んできました。この度の被害による当社製モジュールの廃棄処分は、当社にてリサイクル処理を受け付けております。(当社が会員となっているGRCJを通じてパネルの回収、リサイクルの仲介をいたします。運搬費等一部ご負担いただきます。)

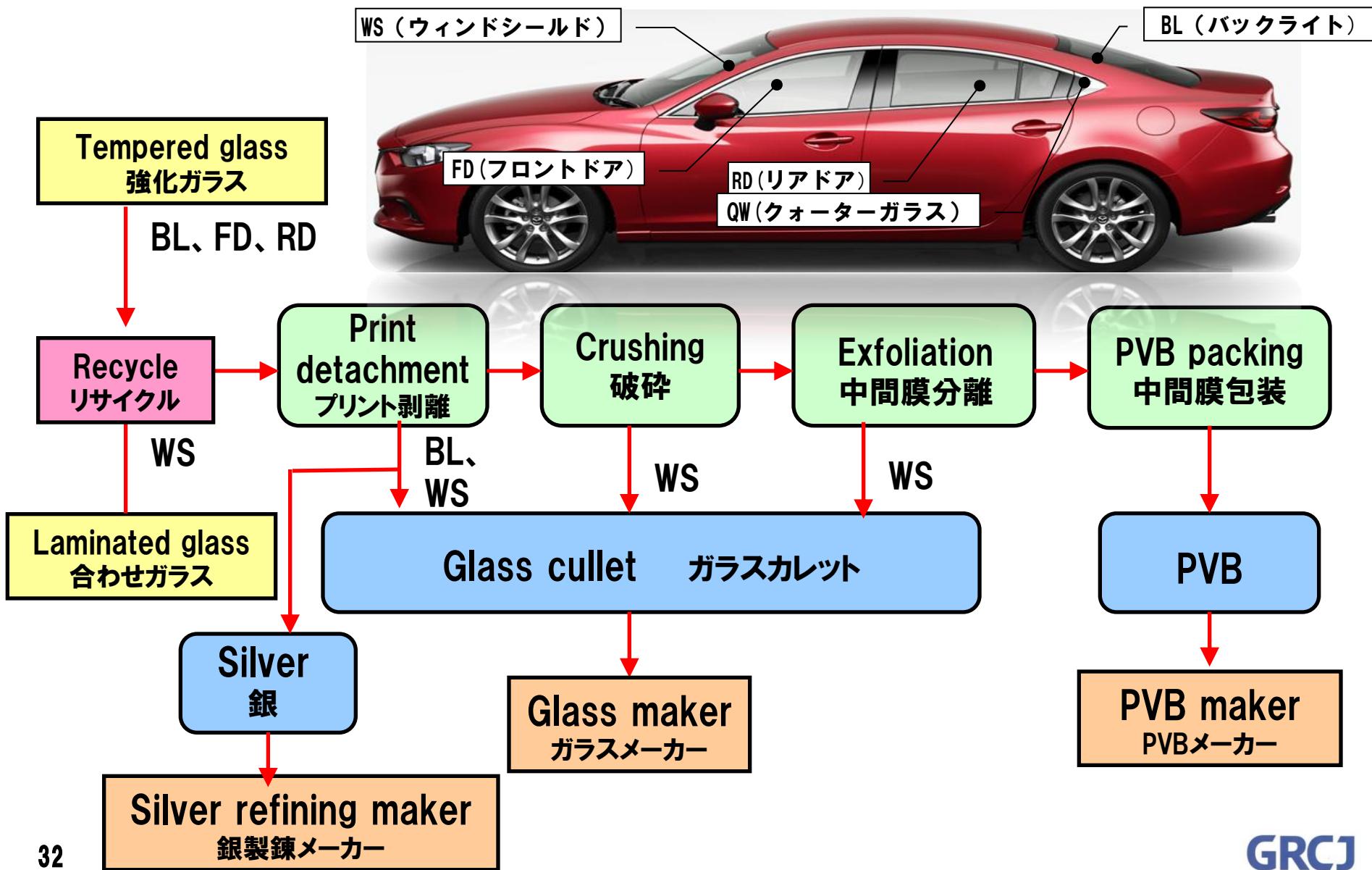
当社パネルをご使用のお客様でリサイクルを希望の方は、営業技術サポート部までご連絡ください。

電話: 03-6435-9008

メール: Product.jp@trinasolar.com

Recycle flow of Automobile glass

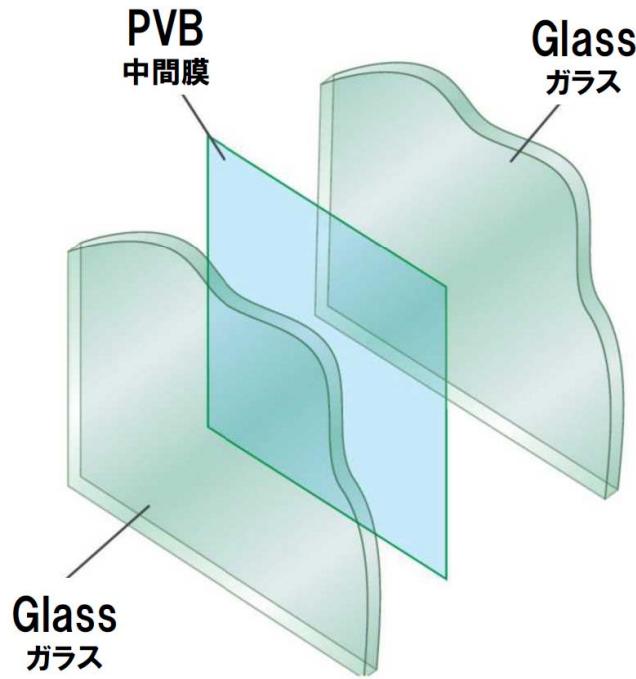
自動車ガラスのリサイクルフロー



Structure of the laminated glass for the car

自動車用合わせガラスの構造

合わせガラスの特徴は、普通の板ガラスと変わらない透視性をもつ強化ガラスは、破碎した際には細かなガラス片となり、白い網状の亀裂が走り、フロントガラスに再利用できない

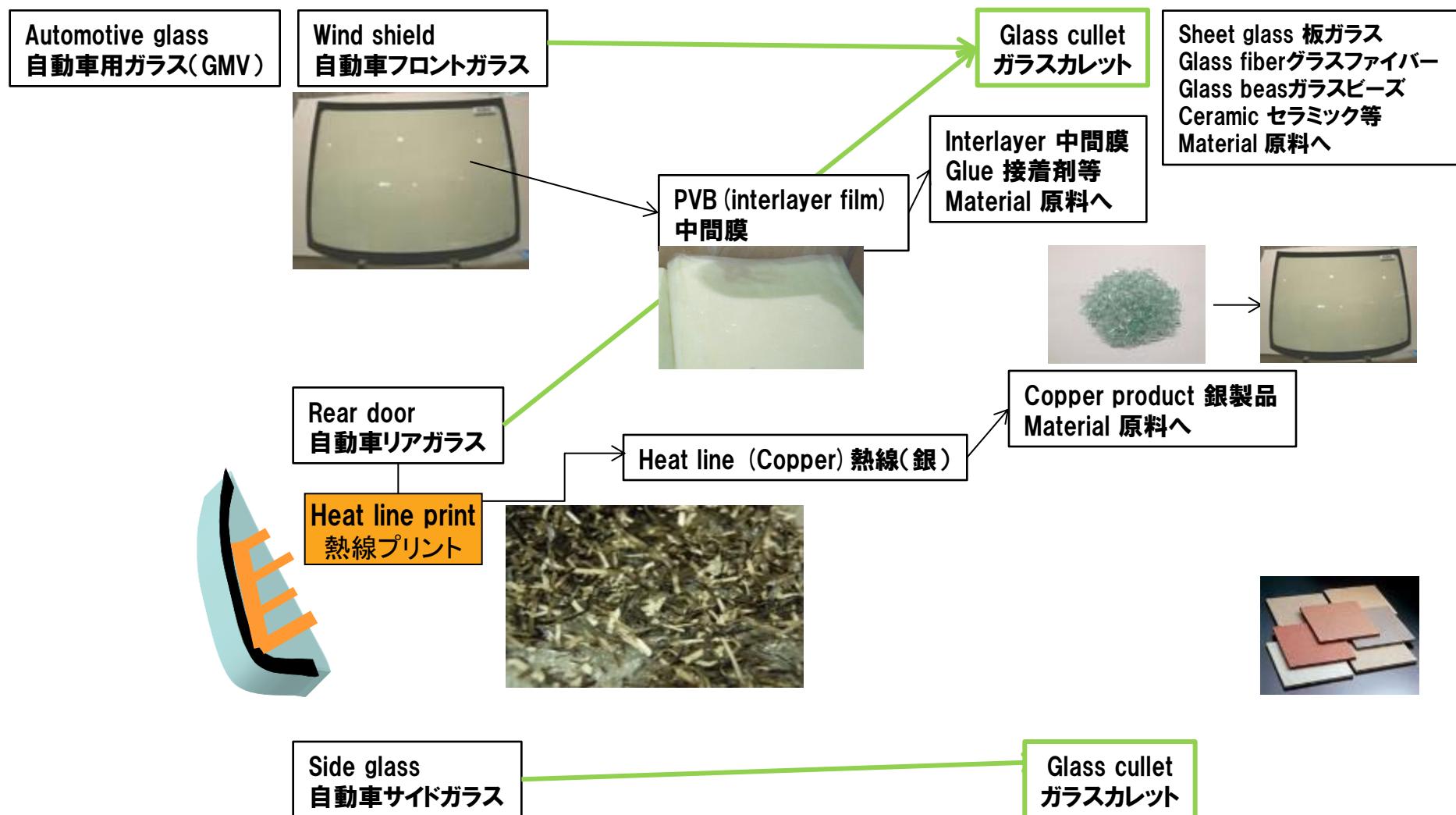


The characteristic of the laminated glass has normal flat glass and seeing through.

When tempered glass crushed it, it becomes the small glass piece, and a white reticular crack enters and is broken, and it cannot reuse as windshield glass.

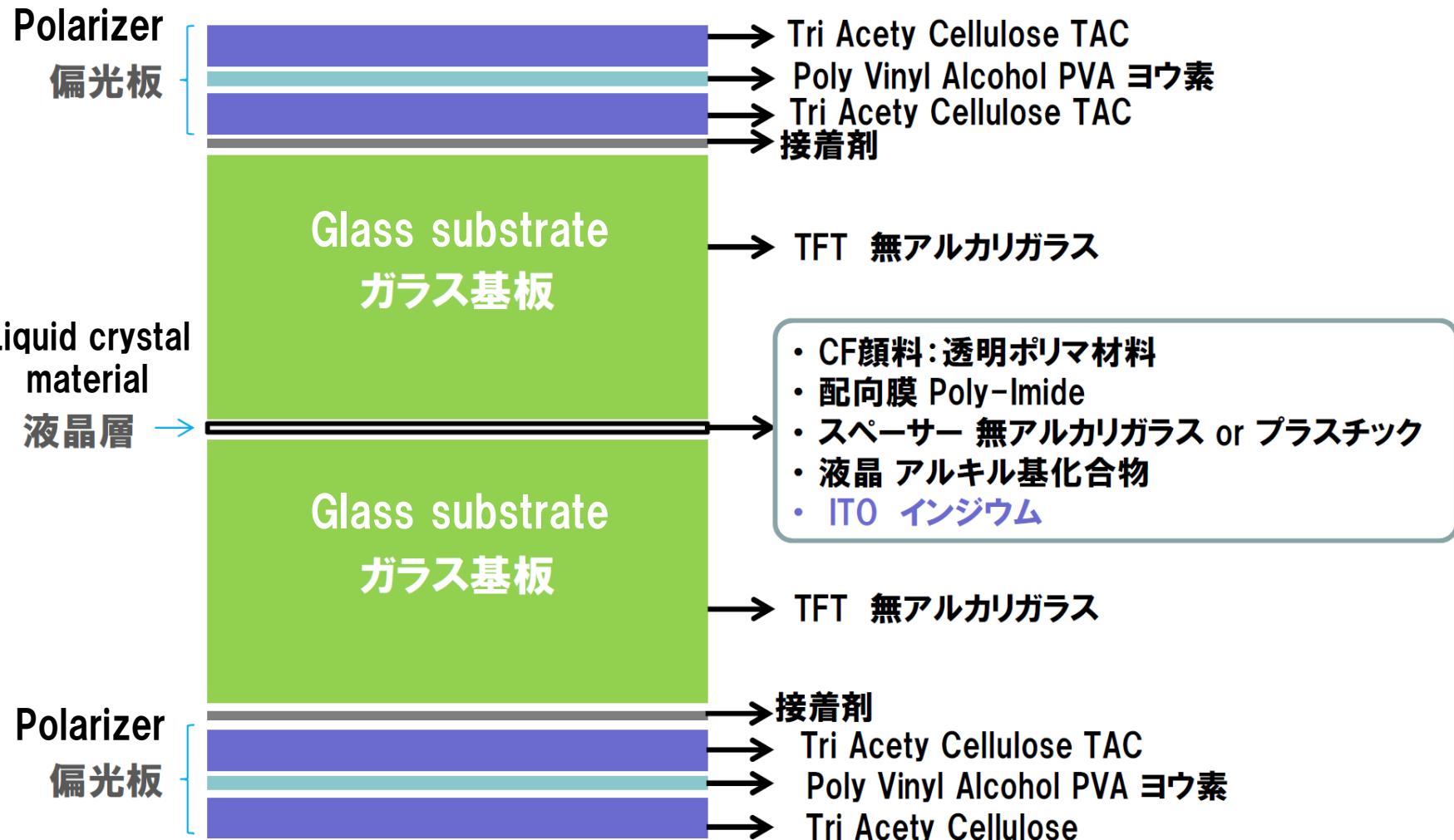
Glass recycle of end of life automobile

廃自動車のガラスリサイクル



Cross section of the liquid crystal display panel

廃液晶パネルのガラスリサイクルの概要

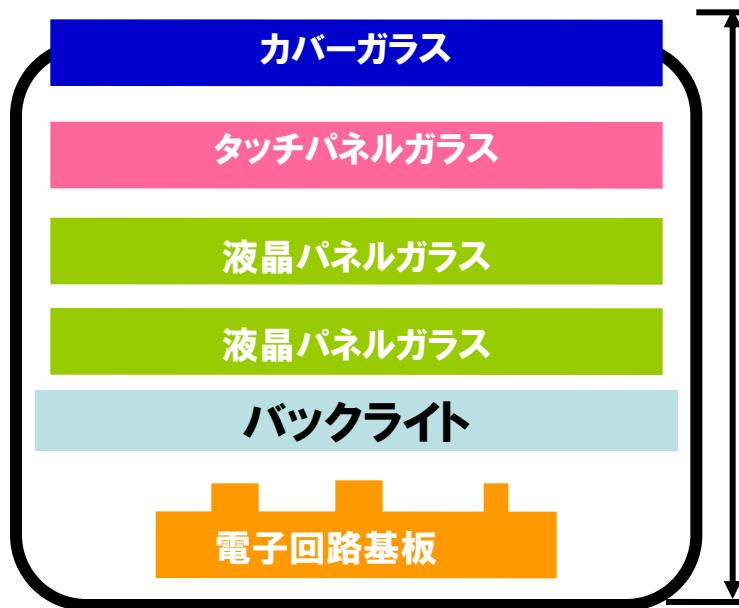


Cross section of touch panel

タッチパネルの断面図

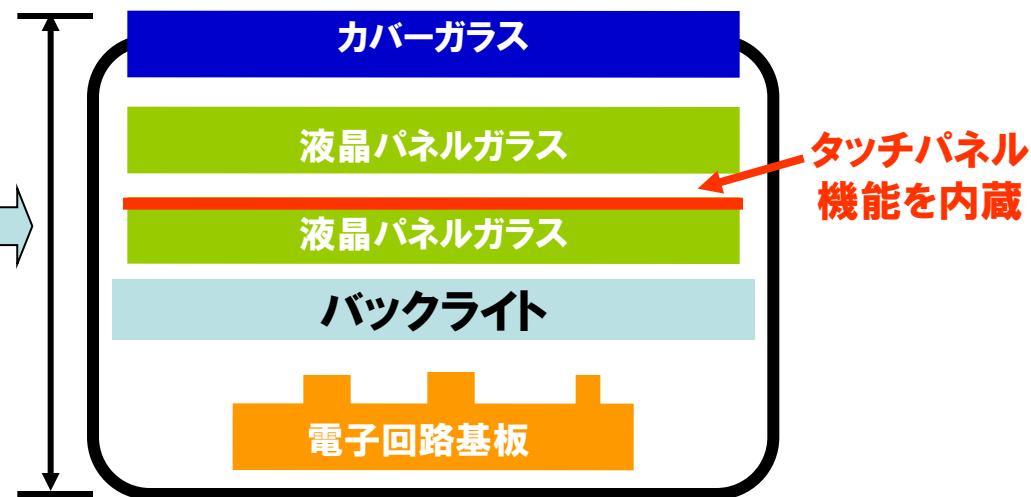
横断図

Existing type
既存タイプ



In cell type
インセル型

タッチパネルガラスの削減で薄型、軽量化実現
⇒iPhone



ガラスの素材

- ・カバーガラス、タッチパネルガラス : ソーダ石灰ガラス(化学強化)
- ・液晶パネルガラス:無アルカリアルミニウム酸ガラス

Dismantled glass from used PC

使用済パソコンからのガラス解体

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

Glass recycle of wasted liquid crystal display panel

廃液晶パネルのガラスリサイクルの概要

Disposal liquid crystal glass
液晶パネル用ガラス(GML)

LCD panel glass
液晶パネルガラス



After separation
ガラス(分離後)



Deflection plate
偏光板



偏光板等
Material
原料へ

Glass after
treatment
ガラス(洗浄後)

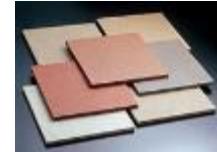


Rare metal
In等レアメタル

In等
indium
Material
原料へ

Sheet glass 板ガラス
Glass fiber ガラスファイバー
Glass beads ガラスピース
Ceramic セラミック等
Material 原料へ

Glass cullet
ガラスカレット



2016 Enforcement Status of the Home Appliances Recycling Law and Recycling Statistics 2016年 家電リサイクル法の実績

Recycling rates(actual results from the last three years)

	FY 2014	FY 2015	FY 2016
Air Conditioners	92%	93%	92%
CRT TVs	75%	73%	73%
LCD and Plasma TVs	89%	89%	89%
Refrigerators and Freezers	80%	82%	81%
Clothes Washers and Dryers	88%	90%	90%

Report duty of PV disposal expense

発電設備廃棄費用の報告義務

廃棄費用（撤去及び処分費用）に関する報告義務化について（周知）
(※10kW 未満の太陽光発電設備を除く)

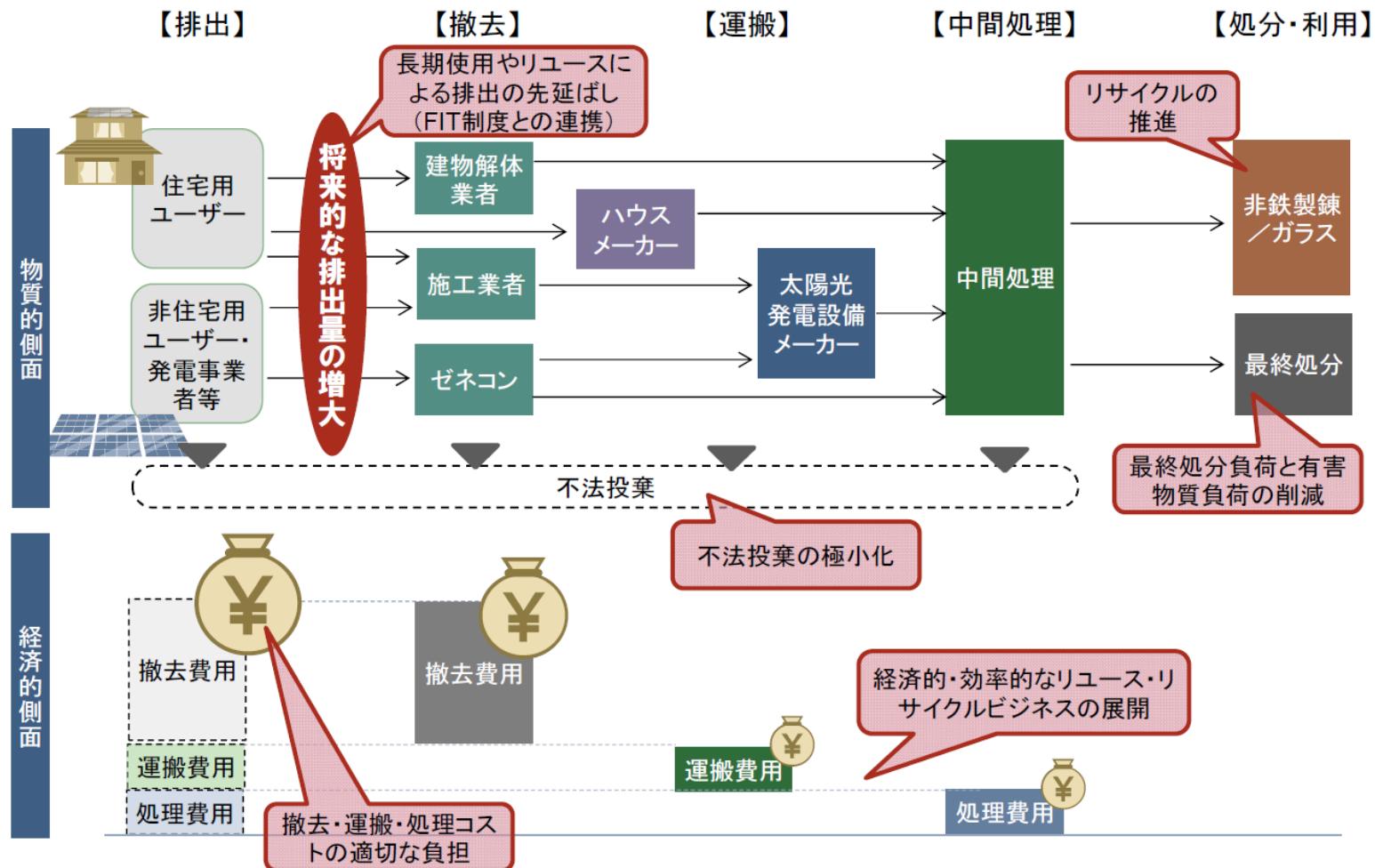
再生可能エネルギーが我が国のエネルギー供給の大きな役割を担う責任ある電源として、長期安定的な電源となるためには、太陽光発電のパネル廃棄に係る懸念をはじめ、将来の課題に対する備えを着実に行なうことが重要であり、そのためには、発電設備の廃棄費用（撤去及び処分費用）を確保していくことが必要です。

現在、FIT制度の調達価格には既に廃棄費用が含まれており、事業計画策定ガイドラインにおいても、事業終了時の廃棄のために計画策定時に廃棄費用やその積立額を記載することを求めていました。また、総合資源エネルギー調査会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会の中間整理（2018年5月）においては、アクションプランとして、資源エネルギー庁が2018年度中に「現行のFIT制度の執行強化にも取り組み、廃棄費用の積立計画・進捗報告の毎年の報告を義務化し、それを認定事業者の情報として公表するほか、必要に応じて報告徴収・指導・改善命令を行う。」こととされています。

こうした点を踏まえ、7月23日（月）より、定期報告（運転費用報告※）の項目に廃棄費用に関する項目を追加し、FIT認定を受けた全ての再生可能エネルギー発電事業（10kW未満の太陽光発電設備を除く。）について、廃棄費用に関する報告を義務化しました。

FIT認定事業者の皆様におかれましては、運転費用報告の際に、電子報告サイトの入力フォームにしたがって（紙での報告の場合は様式にしたがって）、廃棄費用の報告をお願いいたします。

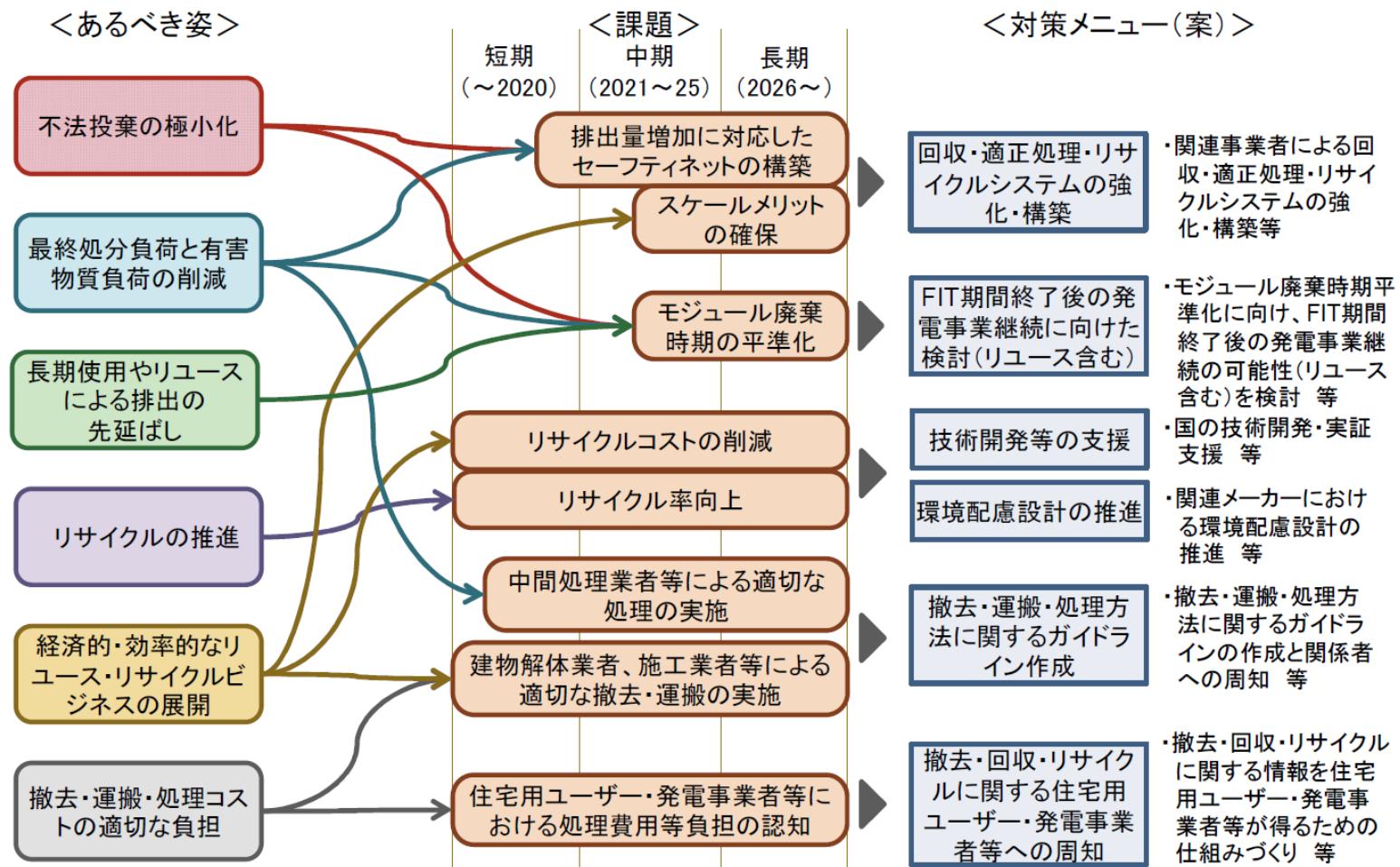
The ideal situation on Removal , Transport and Treatment in PV systems 太陽発電設備の撤去・運搬・処理のあるべき姿



出典：太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書の抜粋

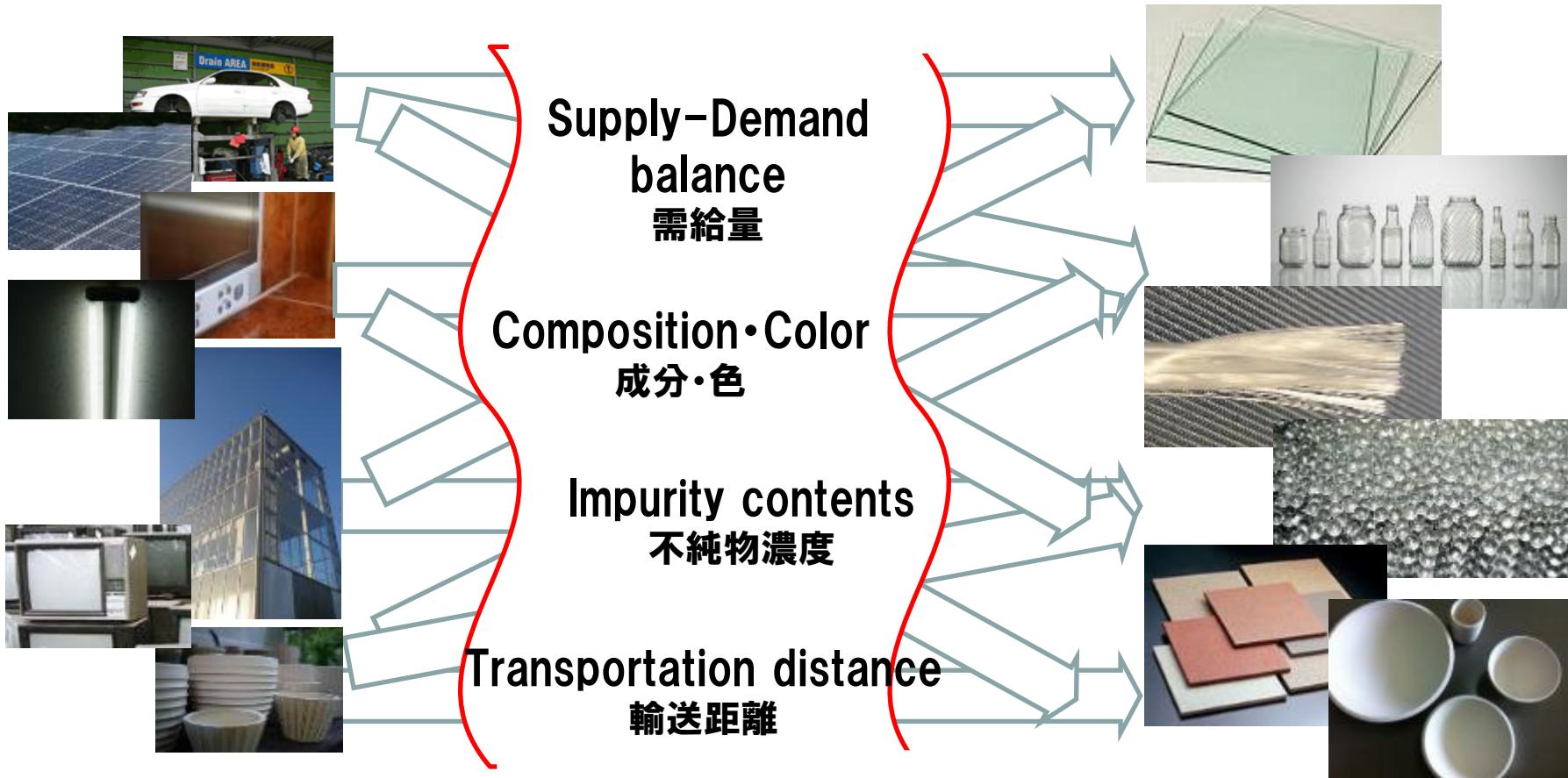
The ideal situation on Removal , Transport and Treatment in PV systems

太陽発電設備の撤去・運搬・処理のあるべき姿



Overall optimum of aiming GReAT project

GReATプロジェクトの目指す全体最適

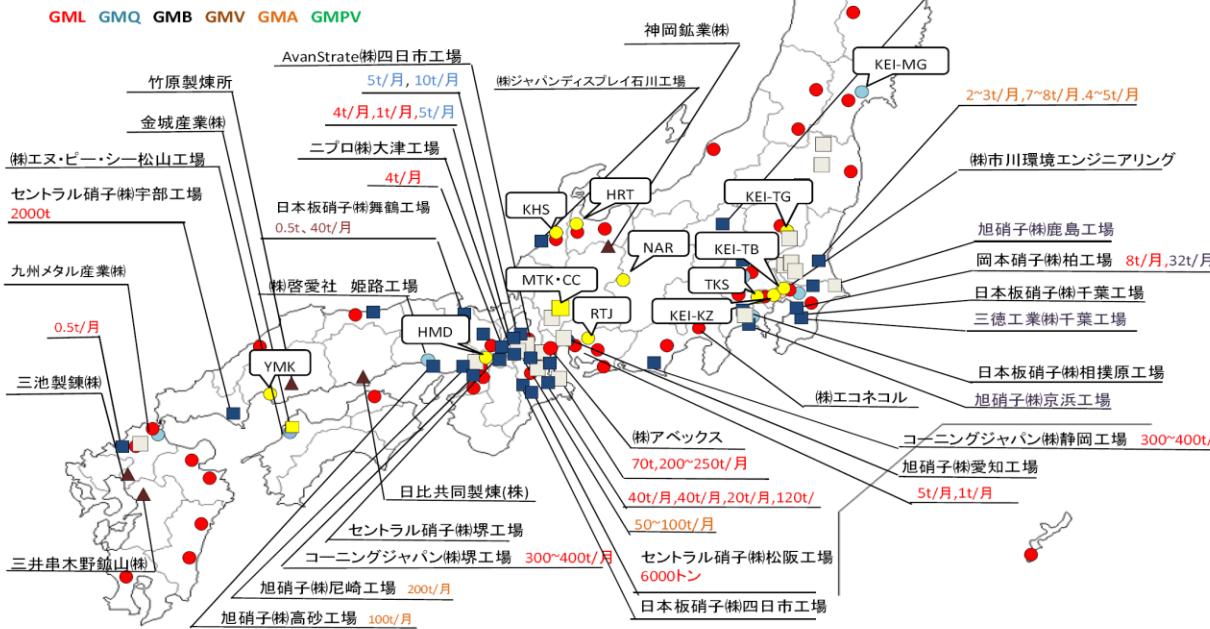


Oxide-based ceramics like almost same glass composition are included
in the overall optimum evaluation
ガラスに組成(SiO₂-CaO系セラミック)の類似した酸化物系セラミック類も
全体最適の評価対象内に含める

Key location map of GReAT activity

GReATの拠点マップ

- GReATメンバー
 - GReATメンバー(MTK、CC、NPCIに限る)
 - ▲ 三井金属グループ
 - エコスタッフジャパン認定企業及びGRCJメンバー
 - 自動車解体業者(GReATメンバーKHS、KEI、YMK含まない)
 - 硝子製造工場
 - 硝子織維工場
- 北海道: バラマウント硝子工業㈱
- 福島県: バラマウント硝子工業㈱長沼工場、バラマウント硝子工業㈱群山工場、日東紡績㈱福島工場
- 栃木県: 富士ファイバーグラス㈱真岡事業所
- 茨城県: オーウェンスコーンинг製造㈱茨城工場、㈱マグ土浦製造所、㈱マグ明野製造所
- 神奈川県: 旭ファイバーグラス㈱湘南工場
- 群馬県: カネボウ㈱群馬工場
- 岐阜県: ㈱マグ垂井工場、ユニチカグラスファイバー㈱垂井工場
- 愛知県: セントラルグラスワール㈱
- 滋賀県: 旭シユーペル㈱守山工場、日本電気硝子㈱大津事業所
- 三重県: セントラルグラスファイバー㈱松阪工場、バラマウント硝子工業㈱鈴鹿工場



[事業件名] リユースEV蓄電池（LIB）・リユース太陽電池モジュール（PV）を活用した低炭素電力システムの構築実証事業

[申請法人] 株式会社啓愛社

[連携法人] ガラス再資源化協議会、株式会社浜田、株式会社動力

東京大学、エコスタッフ・ジャパン株式会社

事業費 68,183,713円 (税込)

1. 事業の概要

株式会社啓愛社栃木リサイクルセンター（RC）にリユースLIBとリユースPVを設置し、循環型社会と低炭素社会の統合的実現に向けたCO₂排出量の削減が期待できる「低炭素電力システム」の有効性を検証する。

- 実証期間 平成29年9月～30年2月
- 設置場所 株式会社啓愛社 栃木RC（栃木県河内郡上三川町）
- 設置設備 リユースLIBとリユースPVモジュールシステムの設置

2. 事業の背景、目的

■ EV蓄電池（LIB）

- EVに搭載されているLIBは充放電を繰り返すと次第に電池容量が下がっていく特性がある。また、EVは「電池容量 = 1充電当たりの走行距離」であるため、定格容量の80%以下まで容量が低下した時点を電池寿命と定めることが一般的である。
- EVも発売開始から5年以上経過しており、廃車や劣化交換等で生じる使用済みLIBの数が今後増加することが予想される。

■ 太陽電池モジュール（PV）

- FIT終了後並びに自然災害による災害廃棄パネルが増大しているが、その中にはリユース可能なPVモジュールが含まれている。

〔循環型社会と低炭素社会の統合的実現に向けた〕

リユースEV蓄電池（LIB）・リユース太陽電池モジュール（PV）を活用した低炭素電力システムの構築

3. 事業の全体イメージ（低炭素電力システム）



4. 解決すべき課題

A. 経済的なシステム構築

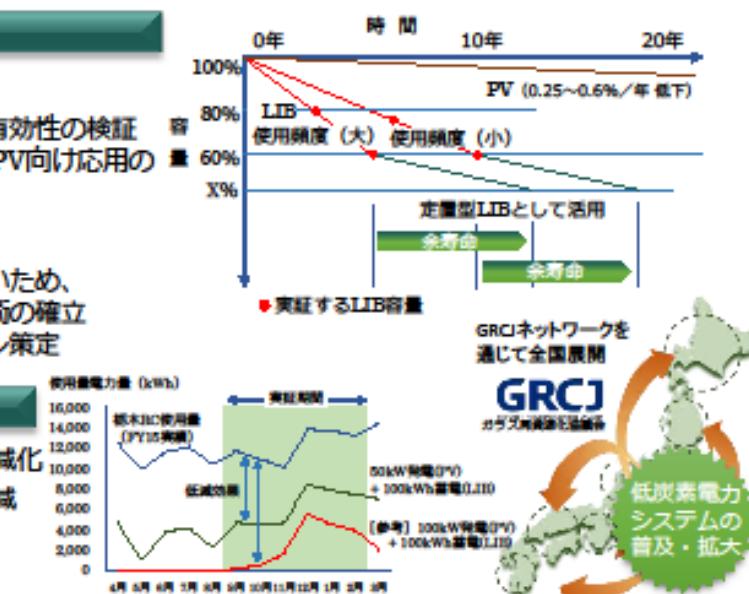
- 設備投資・使用電力料金低減の有効性の検証
- LIBとしてのEV向け使用から、PV向け応用の有効性の検証

B. リユース品の品質確保

- 同一仕様品を大量に確保できないため、多種多様な仕様品を利用する技術の確立
- リユースシステムのガイドライン策定

5. 得られる経済的效果

- 導入コストの現状に対しての低減化
- ピークカットによる契約電力削減
- CO₂排出量の削減
- リユースによる資源の有効活用



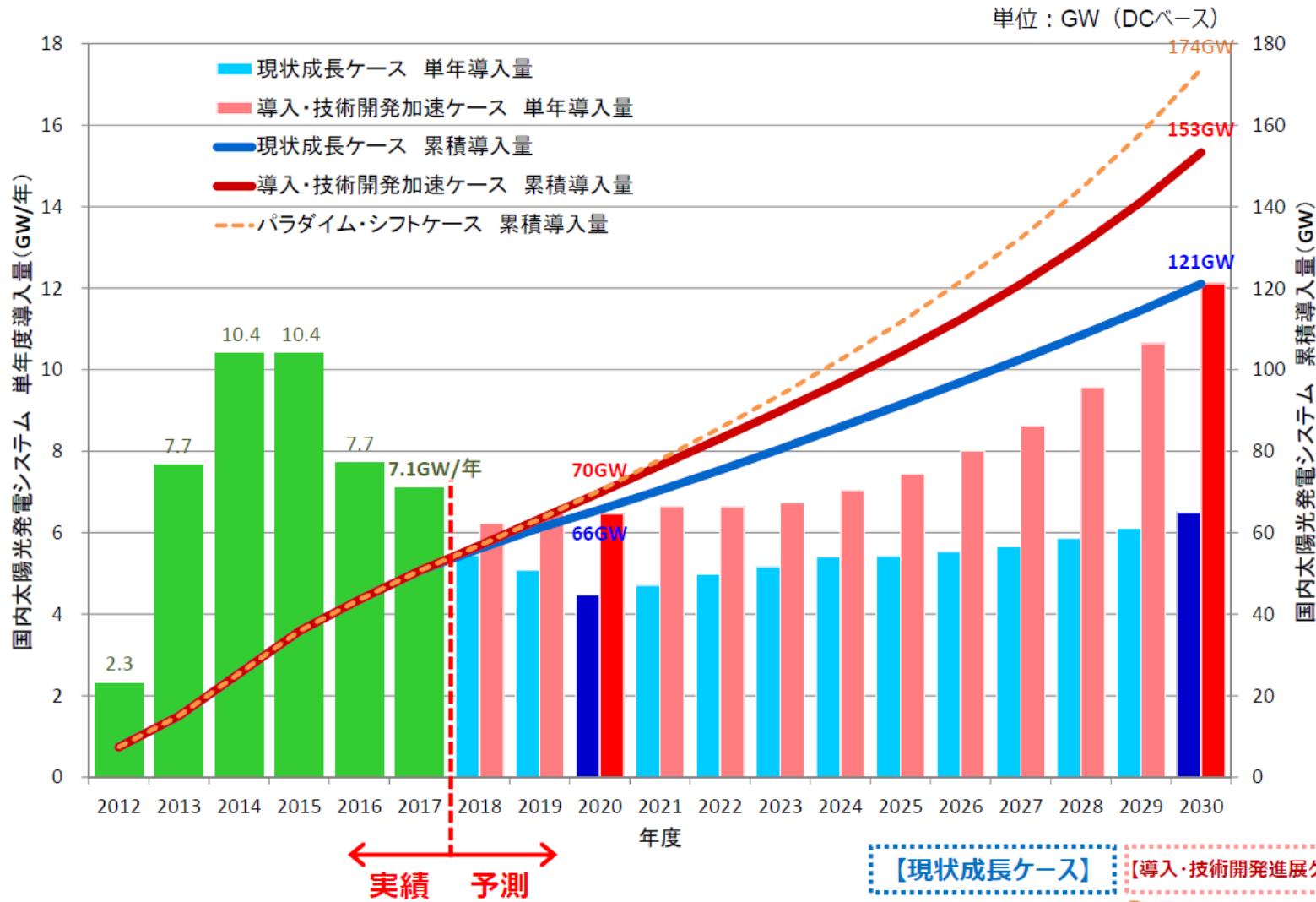
Spread of Building Integrated Photovoltaics BIPV (建材一体型太陽光発電)の普及



2030 PV Market forecast in Japan

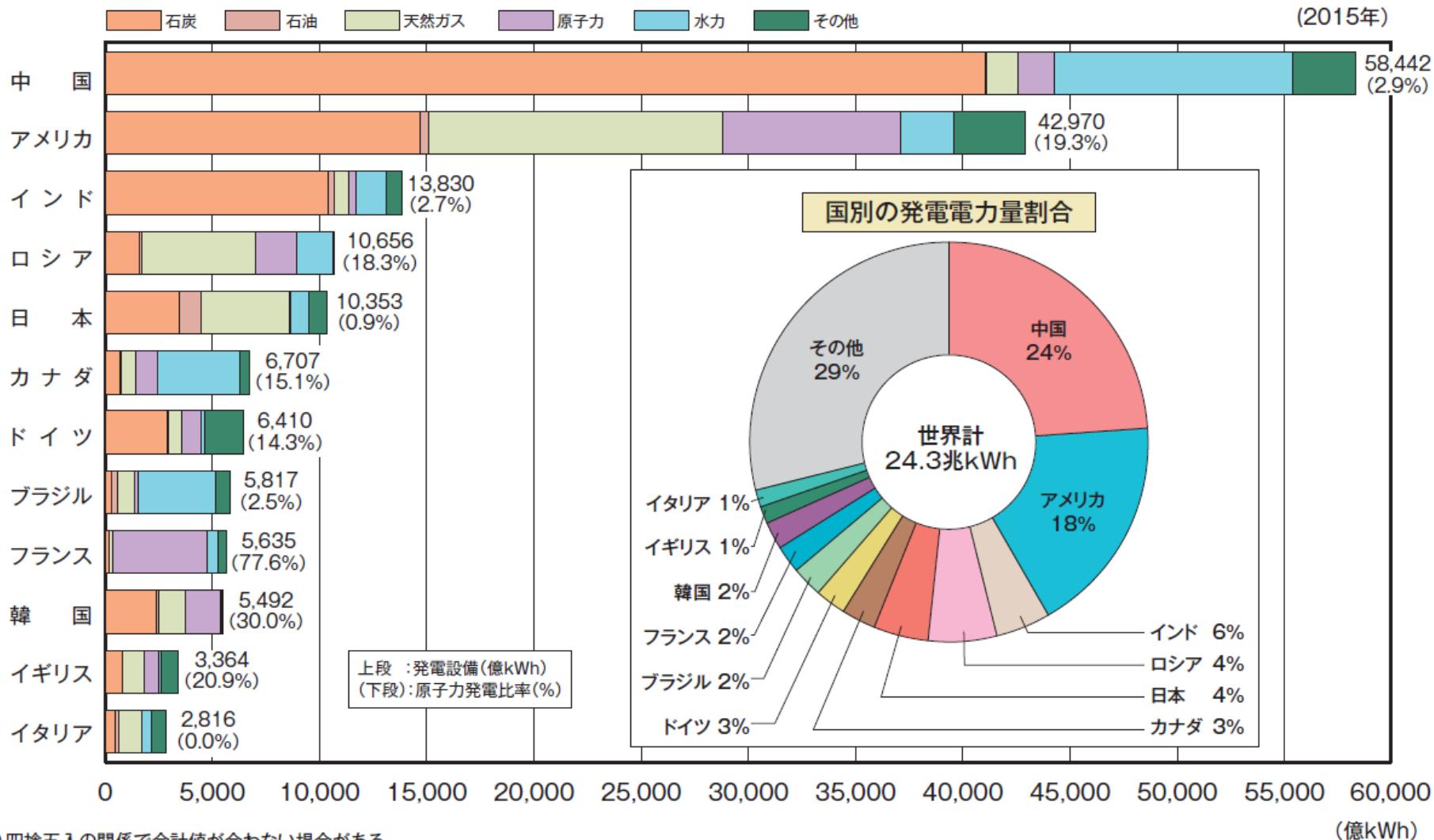
2030年 太陽光発電の日本市場予測

2015年9月「持続可能な開発のための2030アジェンダ」採択



Generation electric energy and ratio of major country

主要国の発電電力量と割合

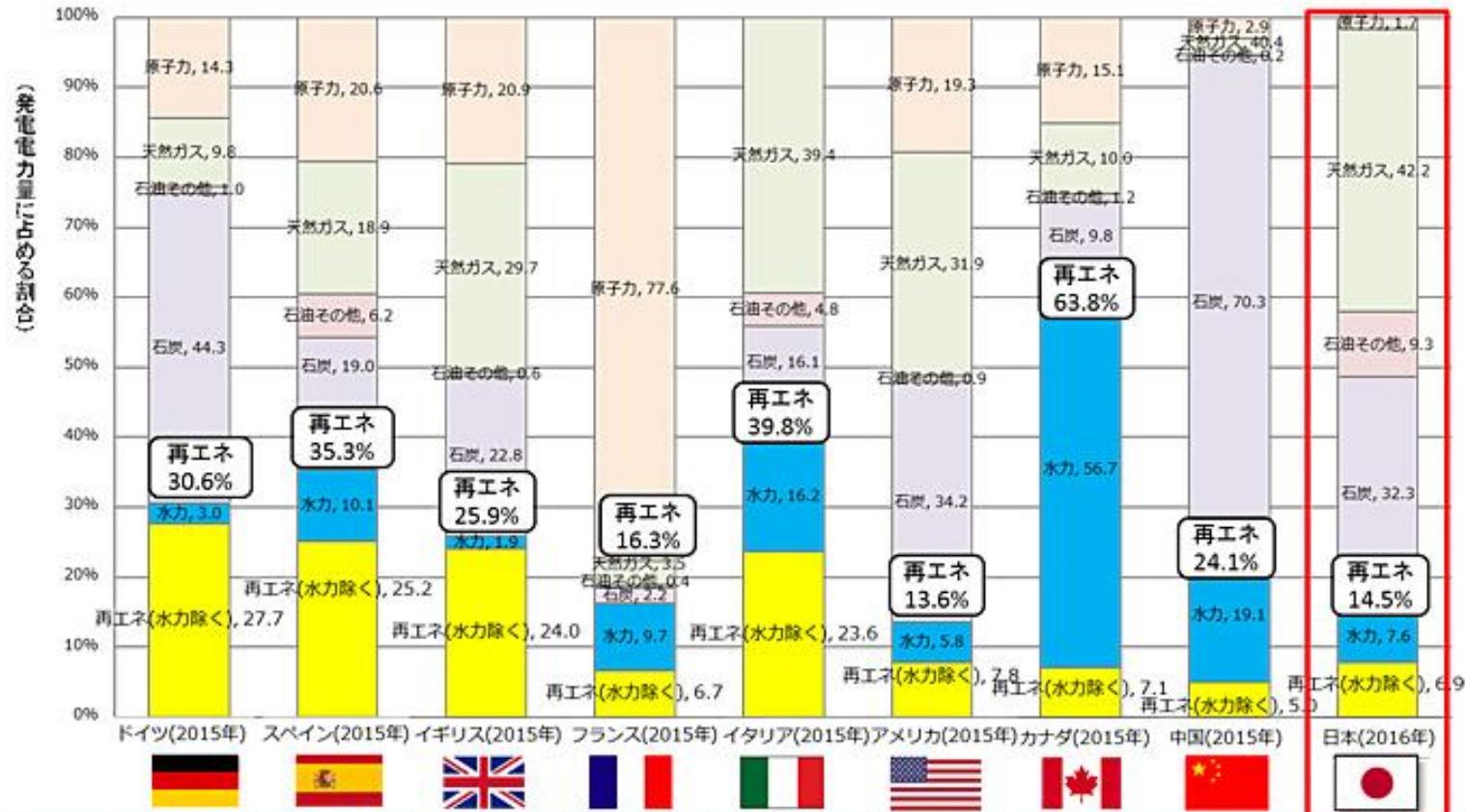


注)四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

2030 Main power supply of the renewable energy

2030年 再生可能エネルギーの主力電源化

2015年9月「持続可能な開発のための2030アジェンダ」採択



Thank you
有難うございます

GRCJ and EPC renewed homepages as follows:

ガラス再資源化協議会(GRCJ)とエコプレミアムクラブ(EPC)のホームページをリニューアルしました

<http://www.grcj.jp/index.html>

<http://ecopremiumclub.jp>