

State-of-the-art and outlook of glass recycling Technologies for photovoltaic modules

太陽光モジュール等のガラス最先端再資源化技術と展望

Feb. 27th , 2019 @東京ビッグサイト 第1回資源リサイクルセミナー

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 聡

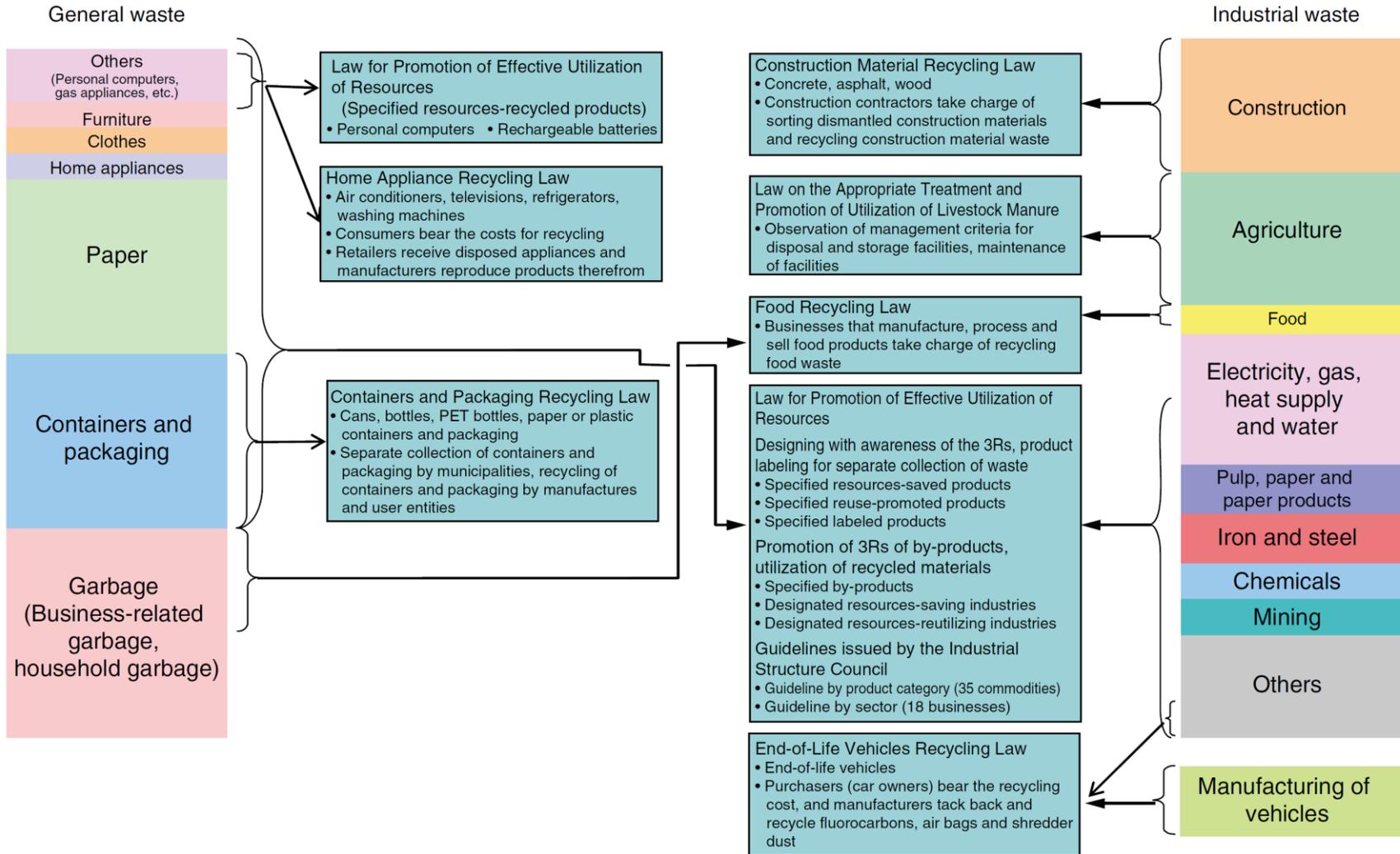
Table of contents

目次

- Activity of Glass Recycling Committee of Japan・・・GRCJ
- Recycling of photovoltaic power generation module
Example Introduction of domestic and overseas
- Recycling of automotive and liquid crystal display glass
- Summary
 - ガラス再資源化協議会の活動
 - 太陽光発電モジュールのリサイクル
国内と海外の事例紹介
 - 自動車・液晶ガラスのリサイクル
 - まとめ

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]

- **Name** : The Glass Recycling Committee of Japan・・・GRCJ
- **Founded** : 1999.
- **Members** : Corporates of recycling, producing, R & D waste glasses, and code of ethics promote the use of waste glasses.

【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・調査に関係する企業・団体

GReAT (Glass Recycling Advanced Technology) Project

GReATの概要

[Summary]

- To collaborate with various companies which are responsible for transportation, dismantling, separation, segregation, raw materials manufacturing development.
- 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.

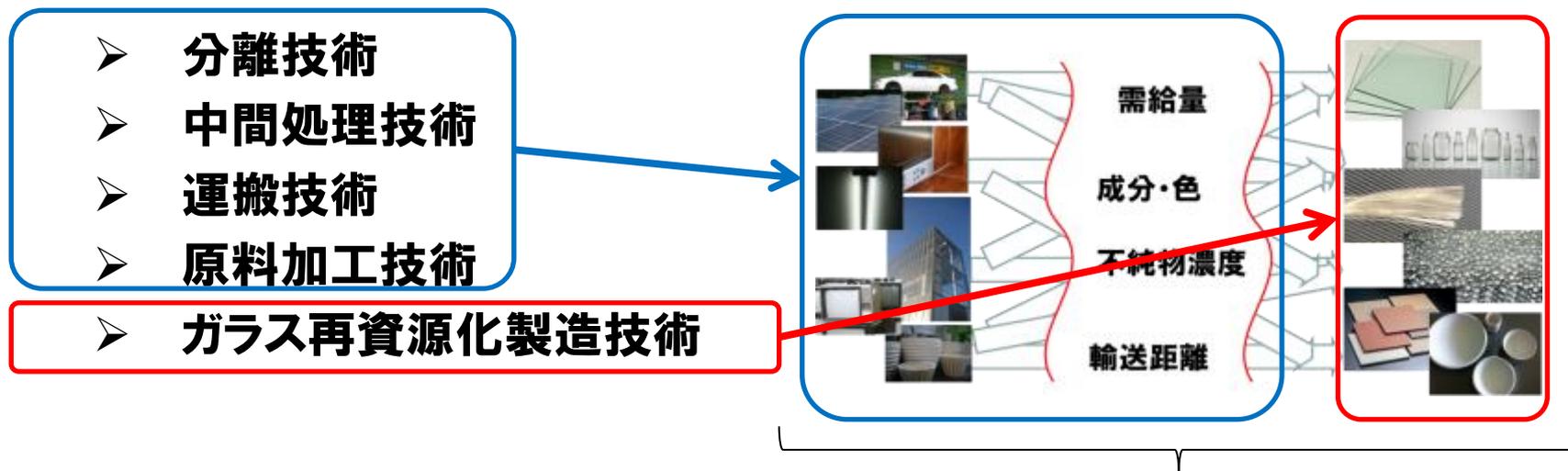
【概要】

- 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
- 成分の異なるガラスリサイクルを全体最適や個別最適の評価システムの構築
- ガラス再資源化技術開発で CO2 排出量削減、低炭素化社会に貢献で可能性

Objectives of GReAT PJ

GReATプロジェクトの目的

- ① Develop for the abolished glass and build integrated recycling model system
廃ガラスの技術開発、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

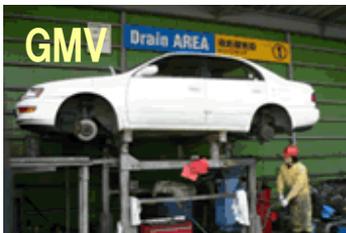
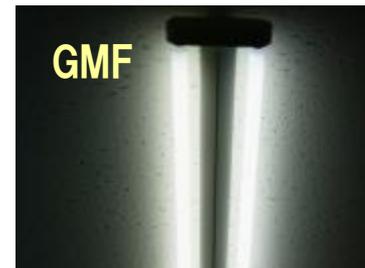


- ② GreAT build model of effective supply chain managed on basis of commerce.
上流(廃ガラス収集)から下流(ガラス再資源化商品の開発・製造)を通し、商業ベースで成立つ効率的なサプライチェーンのモデルの構築

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
 - Law for the Recycling of End-of-Life Vehicle
 - Home Appliance Recycling
 - Construction Material Recycling Law
 - Construction Material Recycling Law
 - Construction Material Recycling Law
- GML** 家電リサイクル法
 - GMV** 自動車リサイクル法
 - GME** 家電リサイクル法関連
 - GMPV** 建設リサイクル法 (?)
 - GMA** 建設リサイクル法
 - GMF** 建設リサイクル法



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	
	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	

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

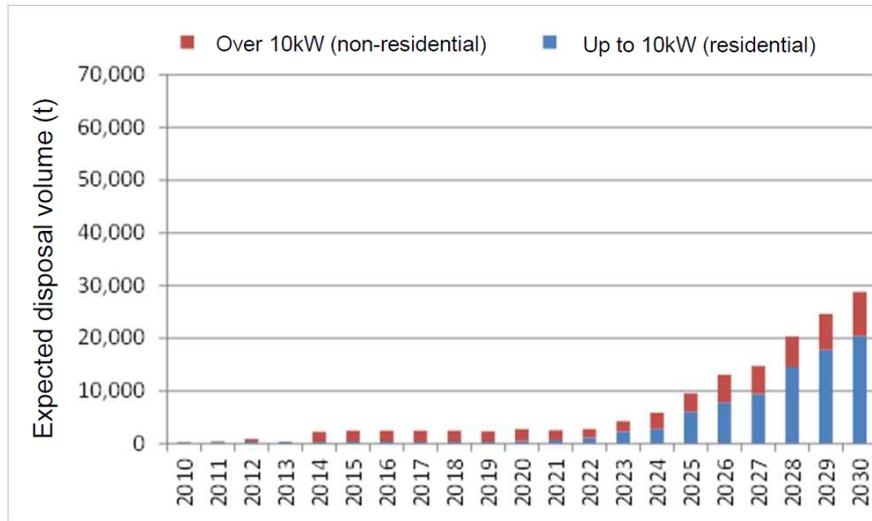
GMB	Bottle ビンガラス	GMA	Architectural 建築ガラス	GMV	Vehicle 自動車ガラス	GMF	Fluorescent 蛍光灯ガラス
GML	Liquid crystal 液晶板ガラス	GMPV	Photovoltaic 太陽光ガラス	GME	Electron tube 電子管ガラス	GMM	Medical 医療用ガラス
GMP	Planter 工芸用ガラス	GMC	Ceramic セラミックガラス	GMT	Table ware 食器ガラス	GMFI	Fiber 繊維ガラス
GMO	Optical 光学ガラス	GMQ	Quartz 石英ガラス				

Glass category ガラスの種類

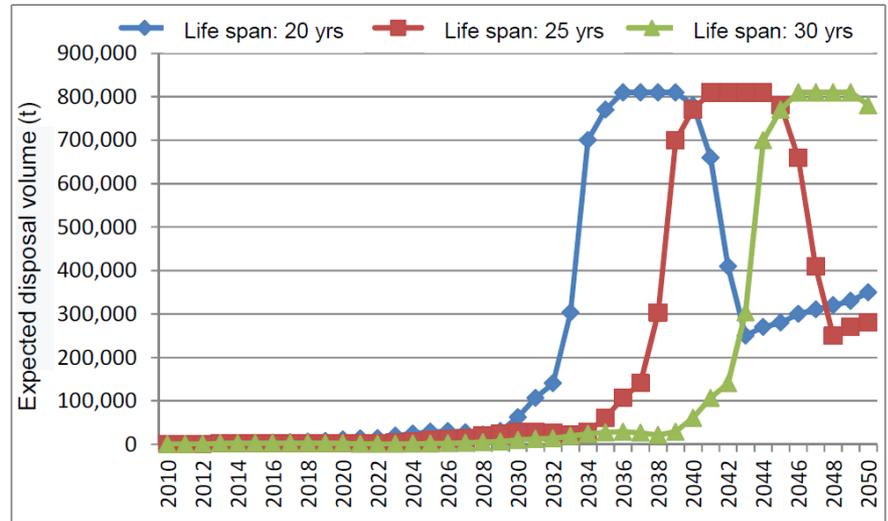
Lead 鉛	SodaBolisilicate ソーダ石灰ホウ珪酸	Sodalime ソーダ石灰	Silicic acid 珪酸塩	Medium Borosilicate 中性ホウ珪酸	Borosilicate ホウ珪酸
Soda alumina Borocilicate 石灰アルミノホウ 珪酸	Aluminosilicate アルミノ珪酸	Alumina Borosilicate アルミノホウ珪酸	Quartz 石英	Non alkali 無アルカリ	Others その他

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 PV 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

2008年から2017年の累計出荷量

国内市場向け	年度	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(1) 住宅用	MW	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	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	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	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	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
1981年からの累計	MW	2,197	2,820	3,883	5,287	9,097	17,642	26,859	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) 電卓、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

2018年から2027年の排出量試算

耐用年数	国内市場向け	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
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
	(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	3,606.8
	(3) 発電事業用	トン	0	0	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	68.1	68.1
	単年計	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
	2001年からの累計	トン	15,448.0	22,669.4	30,367.3	41,889.3	55,812.3	73,428.1	93,298.8	110,878.5	124,875.6	140,734.7
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
	(2) 非住宅・産業用	トン	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
	(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
	単年計	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
	2001年からの累計	トン	1,559.4	1,918.3	2,413.3	2,866.5	3,257.7	3,734.2	4,445.8	5,695.8	7,750.2	10,429.6

- (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) 電卓、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：GRCJ

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



19年度末までに50万軒の家庭太陽光パネルがFIT終了（写真はイメージ）

周知が第一

FITは10年間にわたって導入促進が政府の政策として進められてきた。FIT制度は、再生エネルギーの発電事業者が電力会社に電力を供給する際に、政府が定めるFIT価格で買い取りを行う制度である。FIT制度は、再生エネルギーの普及を促進し、環境負荷の低減に貢献している。しかし、FIT制度の導入から10年が経過し、再生エネルギーの発電事業者はFIT価格の低下を懸念している。また、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れも懸念されている。政府は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、FIT制度の終了に関する周知を第一と見ている。

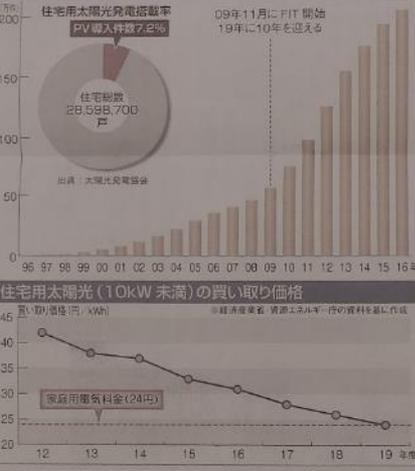
再生エネ買い取り FIT「19年問題」

FIT依存脱却へ

19年問題を迎える再生エネ事業者は、FIT依存からの脱却を急務としている。FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、再生エネ事業者は、FIT制度の終了に関する周知を第一と見ている。また、再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、FIT制度の終了に関する周知を第一と見ている。



太陽光発電の導入件数と搭載率



太陽光パネル魅力 企業、CO2削減価値調達

企業は、太陽光パネルの導入によるCO2削減の価値を調達している。FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、企業は、太陽光パネルの導入によるCO2削減の価値を調達している。また、企業は、太陽光パネルの導入によるCO2削減の価値を調達している。

新たなビジネス模索

再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、新たなビジネス模索を行っている。再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、新たなビジネス模索を行っている。

蓄電池市場 提案型に 自家消費の拡大見込む

蓄電池市場は、提案型に自家消費の拡大を見込んでいる。再生エネ事業者は、蓄電池の導入による自家消費の拡大を見込んでいる。また、再生エネ事業者は、蓄電池の導入による自家消費の拡大を見込んでいる。



再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、新たなビジネス模索を行っている。再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、新たなビジネス模索を行っている。

再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、新たなビジネス模索を行っている。再生エネ事業者は、FIT制度の終了による再生エネルギーの普及の遅れを解消するため、新たなビジネス模索を行っている。

Collection Financial Reserve for Disposal 廃棄に積立金の徴収

**太陽光発電
パネル廃棄へ積立金
発電収益から徴収**

経産省方針

経済産業省は、全国に広がる太陽光発電パネルが将来使用済みになった時に備え、廃棄に向けた積立金制度を設ける。パネルの大量廃棄は2040年頃に見込まれているが、対応が進んでいない。第三者機関が業者が発電から得る売り上げの一部を差し引き、積み立てる仕組みにする。

太陽光発電は12年の固定価格買い取り制度(FIT)導入で全国に広がった。太陽光パネルの寿命は25〜30年とされ、FIT法では、発電業者に廃棄費用の自主的な積み立てを義務づけている。経産省の調査では、小規模業者の74%、大規模業者の59%が「積み立てていない」と回答した。

太陽光パネルには、鉛やカドミウムといった有害物質が含まれているものがある。放置や不法投棄が環境汚染を招く懸念が出てい

業者の59%が「積み立てていない」と回答した。

太陽光パネルには、鉛やカドミウムといった有害物質が含まれているものがある。放置や不法投棄が環境汚染を招く懸念が出てい

経産省は、確実に廃棄費用を捻出できるような制度を整備することにした。業者の自主性に任せるのではなく、第三者機関が積み立てる方式とする。

パネルの廃棄費用は、2000坪・30規模の業者で約2400万〜3400万円かかると思われる。負担が大きいため、10〜20年間かけて売り上げから分割徴収することを検討している。廃棄の際に費用として業者に払い戻す。

経産省は今後、法的な課題を含めた具体的な仕組みについて、18年度中に結論を出す考えだ。

Mandatory Reuse for PV Panel

太陽光パネル再利用義務化

環境省、大量廃棄時代に備え

太陽光パネル 再利用義務化

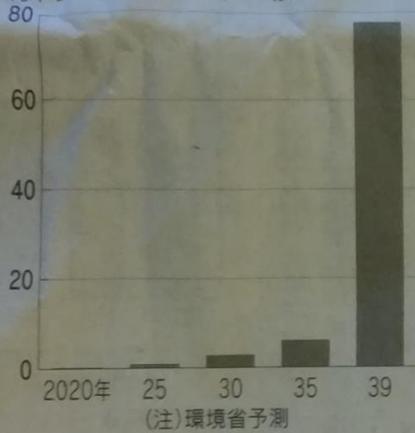
月末時点の導入量は40万トンのうち、3・7倍に急増すると見られる。買い取り価格は導入当初の1割程度に落ち、40円から下がり、19年度は14円。今後も低下する見通し。パネルの製造コストが下がっても採算が取れず、事業を更新しない家庭や企業も増えるという見込みがある。

環境省によると、現在パネルの廃棄量は千ト程度だが、25年に1万ト、30年に3万ト、35年に6万ト、39年に77万トへ増える見通し。現在、パネルの処分は廃棄物処理法などに基づくガイドラインで定めるが、リサイクルを義務付けていない。パネルは高性能なガラスや電子機器、銀などの資源でできている。リサイクルせず処分をした場合、年230億〜370億円相当の銀などの有用な資源が未回収になる見込み。義務化しなければ、放置したり不法投棄した

環境省は太陽光パネルのリサイクルを利用者などに義務付ける方針を固めた。パネルの耐用年数は20年程度で、2012年に始まった固定価格買取制度（FIT）で急速に普及が進んだパネルが30年ころから大量の廃棄が見込まれるため。義務化により不法投棄を防ぐほか、資源の回収にもつなげる。

太陽光パネルの導入はFITで急速に進み、経産省によると18年6

太陽光パネルの廃棄量は加速度的に増える
(寿命25年の場合)



りする例が出る恐れもある。耐用年数を過ぎた太陽光パネルを長期間放置すると、電流の不具合で火災の原因となったり、パネルに含まれる鉛などの有害な物質が流出したりする恐れもある。割れたパネルが飛び散り、ケガをする懸念も大きい。

環境省は今夏にも太陽光発電のリサイクル体制を議論する検討会を立ち上げる。パネルを利用した消費者や発電事業者がリサイクル料金の支払いを義務付ける仕組みなどについて検討する。埋め立てごみの総量を減らす方法なども詰める。早ければ来年の通常国会に関連法案を提出する。

リサイクルでは、パネルの重量の6〜7割を占めるとされるガラス部材は、ガラスワールと呼ばれる繊維として断熱材などに再利用できる。ただパネルには鉛などの有害な物質も含まれており費用面ではリサイクルよりも埋設処分した方が安い。安価なリサイクル技術の開発も進める。

太陽光発電の普及が進む欧州ではリサイクルを義務付け回収体制を整えている。日本でも大量導入によって再利用の仕組みの導入が求められている。

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



小規模PVながら全国的展開でメガ規模になる設備、
例：レオパレス、コスモ石油GS、日本郵便など

	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 <small>注1</small>	760	81	9.4
2	NTTファシリティーズ <small>注2</small>	652	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 NTT 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

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けた
ガイドライン

(第二版)

平成 30 年

環境省 環境再生・資源循環局 総務課 リサイクル推進室

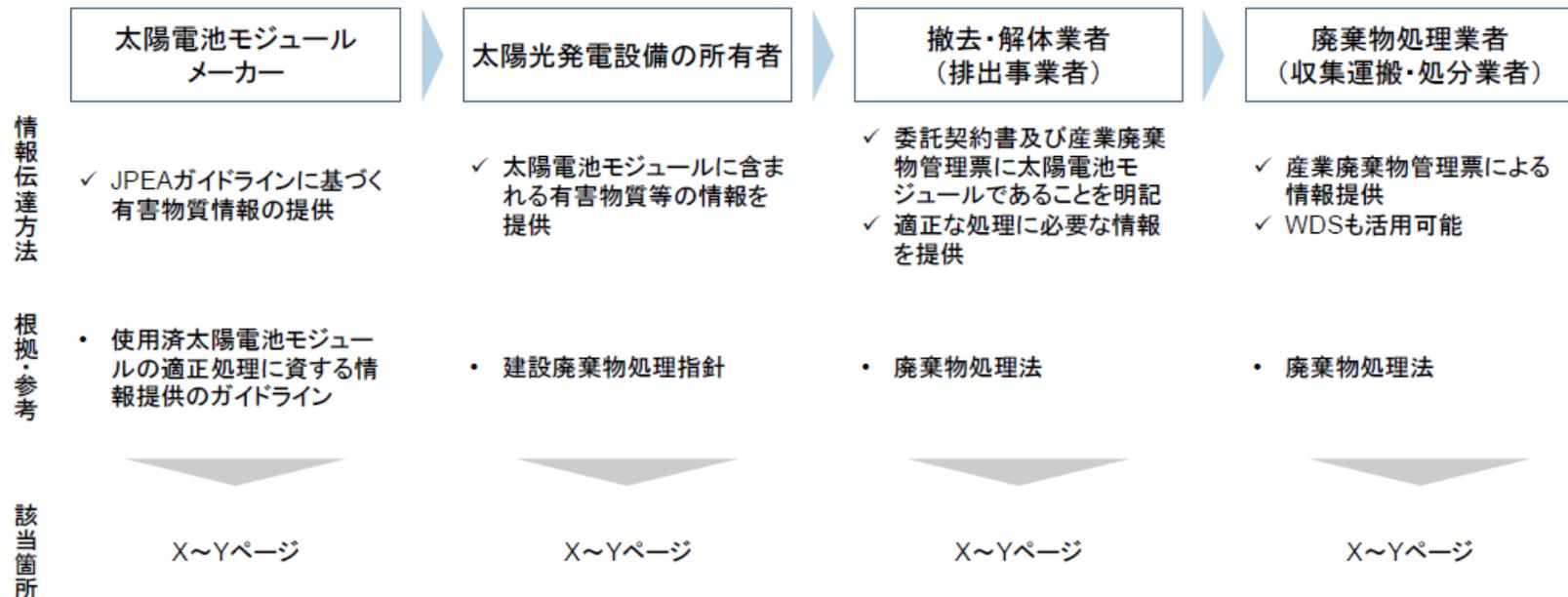
Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

Transmission of information for toxic substances : Perspective 有害物質等の情報伝達：全体像

【変更点】

- リサイクル及び最終処分に必要な情報提供については、排出事業者の責務と明記。そのうえで、関係者ごとに提供すべき情報及びその手法を記載。

関係者毎の太陽電池モジュールに関する情報の伝達方法



Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

Transmission of information for toxic substances : Offer of the information necessary for appropriate disposal 有害物質等の情報伝達：適正処分に必要な情報提供

【変更点】

- 一般社団法人太陽光発電協会が策定・公表している「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供ガイドライン」を紹介。また、太陽電池モジュールの構成部位と情報提供で示された4部位との対応表を作成

「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供のガイドライン」からの抜粋

4. 情報提供する対象物質の種類と閾値

1) 対象物質

廃棄時に環境に影響を及ぼす可能性のある化学物質の視点と太陽光発電モジュールの種類に応じた含有の可能性の高さを考慮し、以下の4物質とする。

鉛、カドミウム、ヒ素、セレン

2) 含有率基準値

表示を行う際の含有率基準値は以下の通りとし、これを超える場合に4項に定める方法で表示する。

鉛：0.1wt%

カドミウム：0.1wt%

ヒ素：0.1wt%

セレン：0.1wt%

尚、対象物質の含有率は、比較的容易に解体できるモジュール部を構成する4つの部位(①フレーム、②ネジ、③ケーブル、④ラミネート部(端子箱を含む、①・②・③以外部分))毎の質量を分母、それぞれの部位中の対象化学物質含有量を分子とし、除して算出する理論値。

出所)「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供のガイドライン(第1版)(太陽光発電協会)」

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

表 太陽電池モジュールの断面図

種類	断面図
結晶シリコン系	<p>①. カバーガラス(受光面) ②. 太陽電池セル</p> <p>③. 充填材</p> <p>④. 耐候性フィルム</p> <p>⑤. 出力ケーブル</p> <p>⑥. 端子箱</p> <p>⑦. フレーム</p>
薄膜シリコン系	<p>①. カバーガラス(受光面) ②. 透明電板 ③. 発電層</p> <p>④. 裏面電極</p> <p>⑤. 充填材</p> <p>⑥. 耐候性フィルム</p> <p>⑦. 出力ケーブル</p> <p>⑧. 端子箱</p> <p>⑨. フレーム</p>
化合物系 (CIS/CIGS系)	<p>①. カバーガラス(受光面) ②. 透明電板 ③. 発電層</p> <p>④. ガラス基板</p> <p>⑤. 充填材</p> <p>⑥. 耐候性フィルム</p> <p>⑦. 出力ケーブル</p> <p>⑧. 端子箱</p> <p>⑨. フレーム</p>

出典：「太陽光発電システムの設計と施工（改訂5版）（太陽光発電協会）」に基づき作成

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

表 情報提供のガイドラインで示される4つの部位

部位	内容
①フレーム	モジュール4辺に組付けられている枠。通常はこの枠に開けられた取り付け穴を使用してモジュールを設置する。一般的にこの枠はアルミ合金製。
②ネジ	フレームを組み付ける際に使用するネジ。一般的に材質はステンレス製で、縦フレームと横フレームの連結部分に使用する。
③ケーブル	モジュールの背面側の端子箱に接続されている出力連結用のケーブル。一般住宅向けモジュールの場合、+極用、-極用の2本で長さは1m程度、ケーブル先端には防水コネクタが取り付けられている。
④ラミネート部	上記太陽電池モジュールから、①フレーム、②ネジ、及び③ケーブルを外したもの。

出典：「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供のガイドライン（第1版）（太陽光発電協会）」
<http://www.jppea.gr.jp/topics/171211.html>

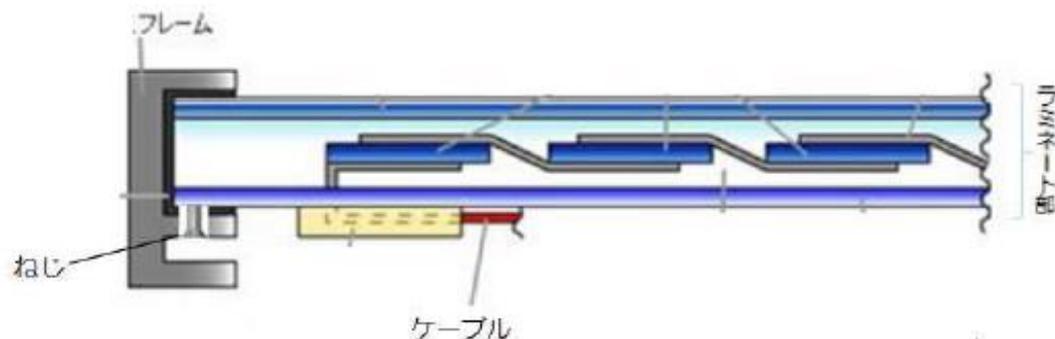


図 情報提供のガイドラインで示される4つの部位イメージ

出典：「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供のガイドライン（第1版）（太陽光発電協会）」
<http://www.jppea.gr.jp/topics/171211.html>

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

参考技術① 「アルミフレーム枠外し機」を活用した破碎・選別の効率化（環境省実証事業にて開発）

A社では、アルミフレーム枠外し機を使用して、アルミ枠の取り外しを行った後に太陽電池モジュールの破碎・選別を行います。

アルミ枠が取り外された太陽電池モジュールを破碎機に通し、ガラスの破碎・除去を行っています。除去されたガラスは篩選別、風力選別で粒度を分けています（1.2～2.5mm、2.5～5mm に選別）。

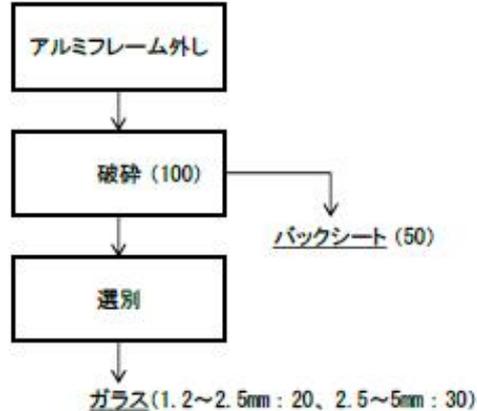


図 簡易プロセスフロー
(数値は代表的なマテリアルバランスを示す)



図 アルミフレーム枠外し機



図 破碎機での破碎の様子

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

参考技術② 大量処理による低コスト化および湿式処理による選別高度化の実現（環境省実証事業にて開発）

B社では、太陽電池モジュールを湿式処理しており、処理能力は20t/hです。

太陽電池モジュールは既設設備の全設備屋内型シュレッダーにより破碎されます。自動車等の他製品もすべて当該設備による一律の方法で処理可能であり、鉄・アルミ、非鉄金属を始めとする多様な資源の分別を行っています。

破碎後、ふるいにより8mmオーバー、0.5mmアンダーが取り除かれた後、湿式比重選別機（RETAC ジグ）で物質相互の比重差を利用して上層分と下層分に選別されます。湿式比重選別機

（RETAC ジグ）は低コストかつ大量処理が可能な設備であり、選別能力は5~10 t/hです。

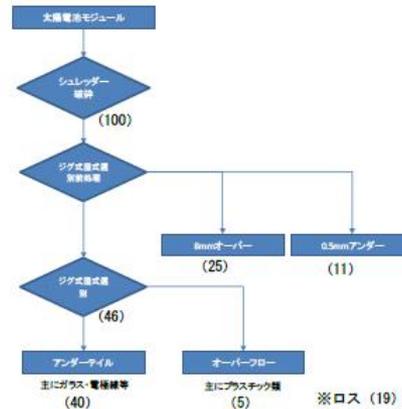


図 ローダーでシュレッダーに投入



図 破碎後ホッパーへ投入



図 湿式比重選別機

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

参考技術③ PVクラッシャーR、PVスクラッチャーR等の複合技術を織り込んだ処理の高度化

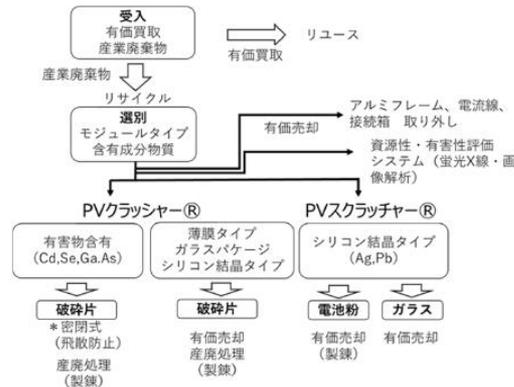
C社では、太陽電池モジュールのタイプや含有成分の違い等にかかわらず、ほぼ全ての使用済太陽電池モジュールの適切な処理が可能なプロセスを導入している。

また、C社では乾式の汎用性の高いリサイクル機器を開発したことにより高エネルギーや二次汚染が懸念される有機溶剤を使用することなく処理することが可能である。

具体的な処理方法は、アルミフレーム、電流線、接続箱を取り外し、含有成分分析を蛍光X線機器と画像処理機器を組み合わせた資源性・有害性評価システムにて実施する。

その後、C社が開発したPVクラッシャーR、PVスクラッチャーRによって主にガラスパッケージ、薄膜タイプのモジュールのガラス・発電素子等をそのまま破碎し、回収している。また、シリコン結晶タイプについては、電池粉の資源成分を濃縮し粉体として回収すると共に、板ガラスは不純物の少ないガラスとして回収している。

回収した物質については、主に資源として、また有害物質として製錬を中心に適切にリサイクル処理している。



図表 35 PVクラッシャーR、PVスクラッチャーRによる処理フロー



資源性・有害性評価システム



PVクラッシャー®



PVスクラッチャー®

図表 36 資源性・有害性評価システム・PVクラッシャーR、PVスクラッチャーR

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities

ガイドライン

参考技術④ NEDO 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクトによる技術開発

NEDO では、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、太陽電池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ています。

【採択テーマ例】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

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断し、ガラスやシリコンセルを破砕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・開発を実施しています。

また、本事業では、ガラスが割れている太陽光パネルを分離できる装置も新たに開発しています。割れたパネルをプレートで上から押さえ、フラットな状態にしてホットナイフで割れたガラスとEVA/セル層を分離することが可能です。

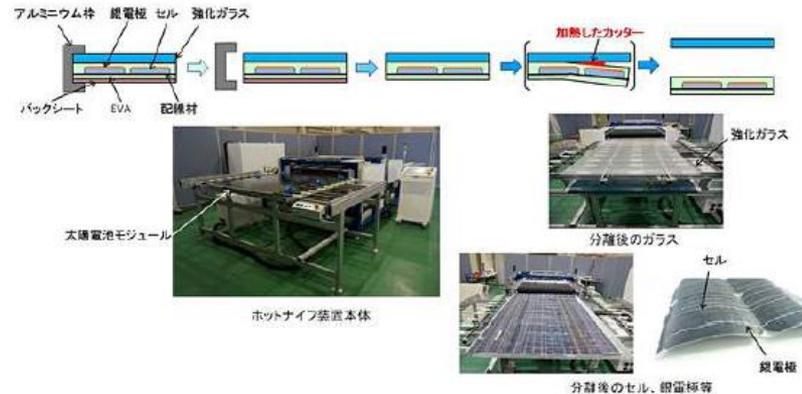


表 NEDO 平成 29 年度「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」実施テーマ一覧

1. 結晶シリコン太陽電池モジュールのリサイクル技術実証
(三菱マテリアル株式会社)
2. 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
(株式会社浜田、株式会社エヌ・ピー・シー)
3. 合わせガラス型太陽電池の低コスト分解処理技術実証
(ソーラーフロンティア株式会社)
4. PVシステム低コスト汎用リサイクル処理手法に関する研究開発
(株式会社新菱)

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities

ガイドライン

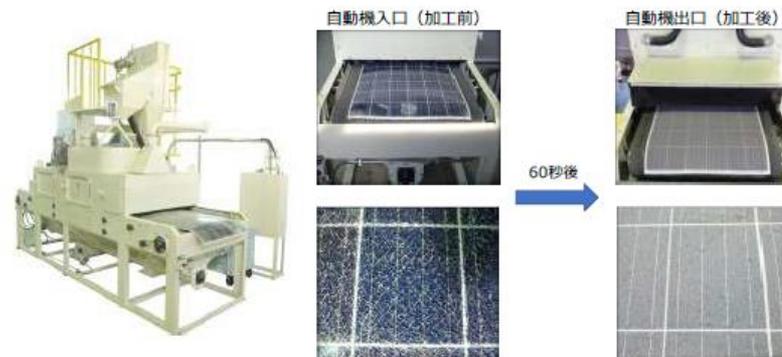
参考技術⑤：プラスト工法による太陽電池モジュールのカバーガラス剥離技術

プラスト工法によるカバーガラスの剥離とは、粒状の投射材料を圧縮エアまたはモーター駆動によってカバーガラス表面に吹き付けてカバーガラスを剥離する方法です。剥離したカバーガラスは自動的に分別され、回収できる。

シリコンセルのEVA層が、投射材料の衝撃を吸収し弾くため、カバーガラス真下のシート面にダメージ等の影響がなく分離することができます。また、カバーガラス面と投射材料の投射口は接触しないため、災害等でカバーガラスが割れ変形してしまったパネルでも用意に処理できる点が本技術の特徴です。



加工例：自動機(フレーム・ジャンクションボックス解体後)



Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities

ガイドライン

- 災害によって、太陽電池モジュールの一部が破損した場合には、保険が適用されるため、全量取替が実施される。本事例で被災認定された太陽電池モジュールの多くは、まだ使える状態であった。
- 太陽電池モジュールに関する情報（メーカー名、型番、使用状況）、及び写真等を提供してもらい、使用状況と外観に問題がなかったため、リユース業者が太陽電池モジュールを購入した。
- 購入した太陽電池モジュールは、リユース業者の施設まで運搬され、工場にて洗浄、絶縁検査、IV カーブ検査、EL カメラ検査を実施し、リユース太陽電池モジュールとしてのランク評価をした後に、梱包・保管していた。
- そのリユース太陽電池モジュールは購入され、現在は発電所に設置、使用されている。また、発電所への設置以外にも、オフグリッド用途として街灯や池の循環ポンプ等で使用されている太陽電池モジュールも存在する。



図 太陽電池モジュールの外観検査



図 リユース品を使用した発電所

Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル

PV panel module
太陽光パネル用ガラス(GMPV)



After separation
Glass ガラス(分離後)



Glass cullet
ガラスカレット

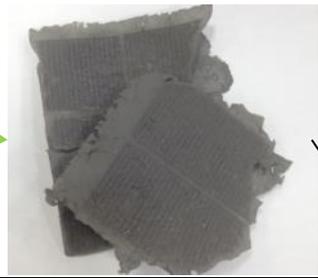
Sheet glass 板ガラス
Glass fiber グラスファイバー
Glass beads ガラスビーズ
Ceramic セラミック等
Material 原料へ



After separation
Cell セル(分離後)



Silver
銀



Detaching of silver
Refining
銀の回収(精錬)



Removal aluminum from module
外枠が外された状態(アルミ)



Non attached glass on the cell
ガラスが殆ど付着していない状況



Little attached glass on the cell
ガラスが殆ど付着している状況

Glass verification tests of the PV panel (By RTJ)

太陽光パネルのガラス実証試験(RTJ社)



Machine to take off the aluminum frames



Biaxially crusher



The appearance of the crush by the crusher

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

太陽光パネルのガラス実証試験(ハリタ金属)

①



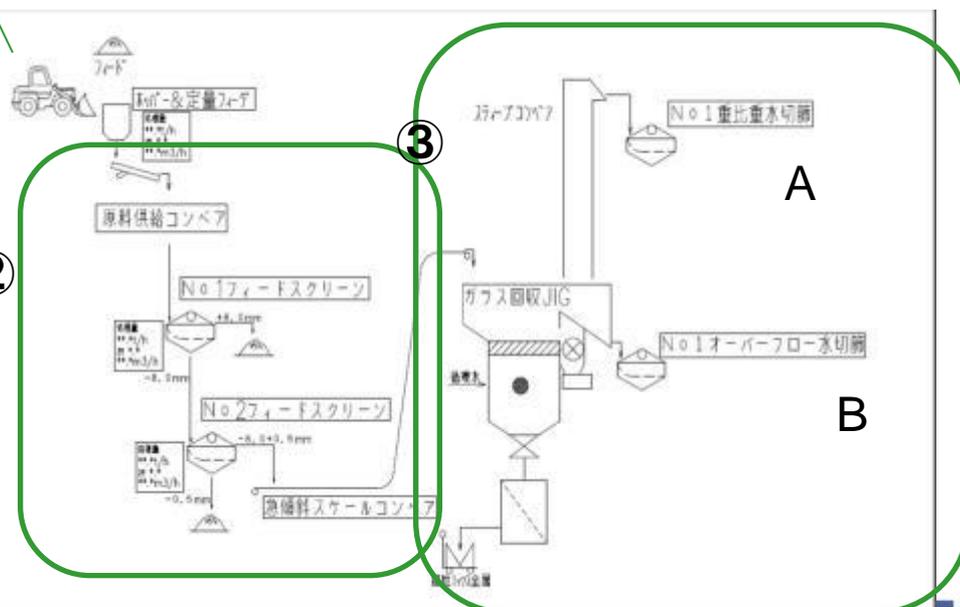
③



②



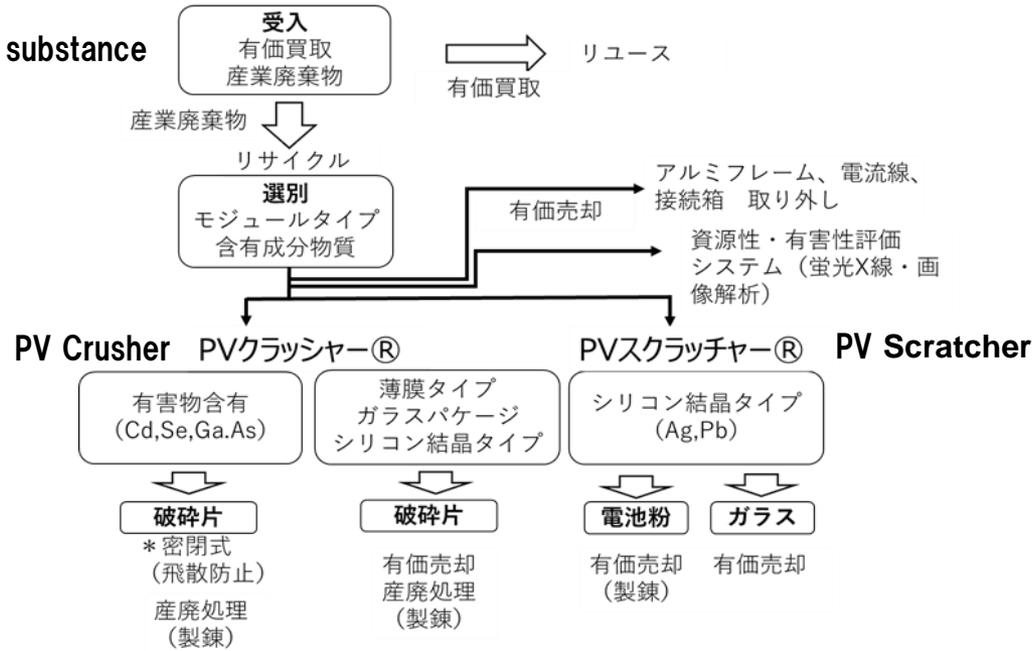
①



Glass verification tests of the PV panel (By Toshiba)

太陽光パネルのガラス実証試験(東芝環境ソリューション)

Evaluation system of the toxic substance



資源性・有害性評価システム
Evaluation system of the toxic substance

PVクラッシャー®
PV Crusher

PVスクラッチャー®
PV Scratcher

Glass verification tests of the PV panel (By Hamada , NPC) 太陽光パネルのガラス実証試験(浜田 , エヌ・ピー・シー)

News
Release



New Energy and Industrial Technology
Development Organization

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 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大量に発生することが予想。廃棄物量を最小化し、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必要

太陽電池モジュールの分解処理コスト5円/Wを目標、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する実証試験で検証

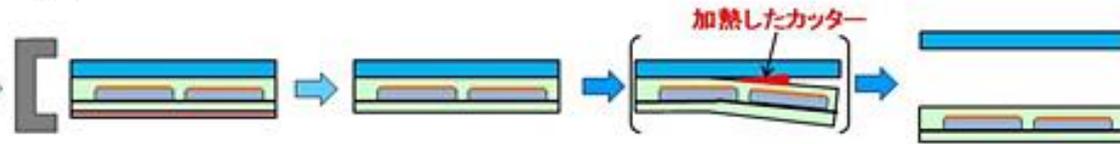
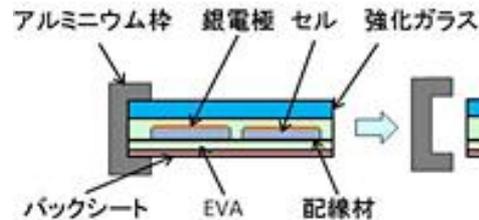
Glass verification tests of the PV panel (By Hamada , NPC)

太陽光パネルのガラス実証試験(浜田 , エヌ・ピー・シー)

ホットナイフ分離法によるガラスと金属のリサイクル技術開発

Glass and metal recycling technology development by hot knife separation method

ガラスとシリコンセル間の封止剤(EVA)層を加熱した刃で切断し、ガラス等を破碎せずに分離回収する「ホットナイフ」技術の開発、回収ガラス・金属を再資源化する設備・プロセスの設計・開発の実施。



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

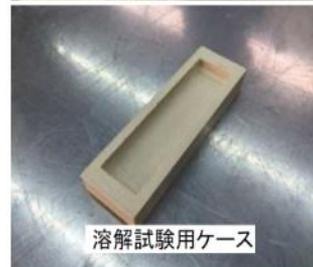
3mmガラスカレット	①多結晶(メーカー混合)
	②単結晶(メーカー混合)
	③-1薄膜(アルミナ系)
	③-2薄膜(その他)
	④CIS/CIGS系(メーカー混合)
	①②-1単結晶・多結晶(混合)
①②-2単結晶・多結晶(混合)	

➤ 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水準で行った。

➤ 結果・分析等

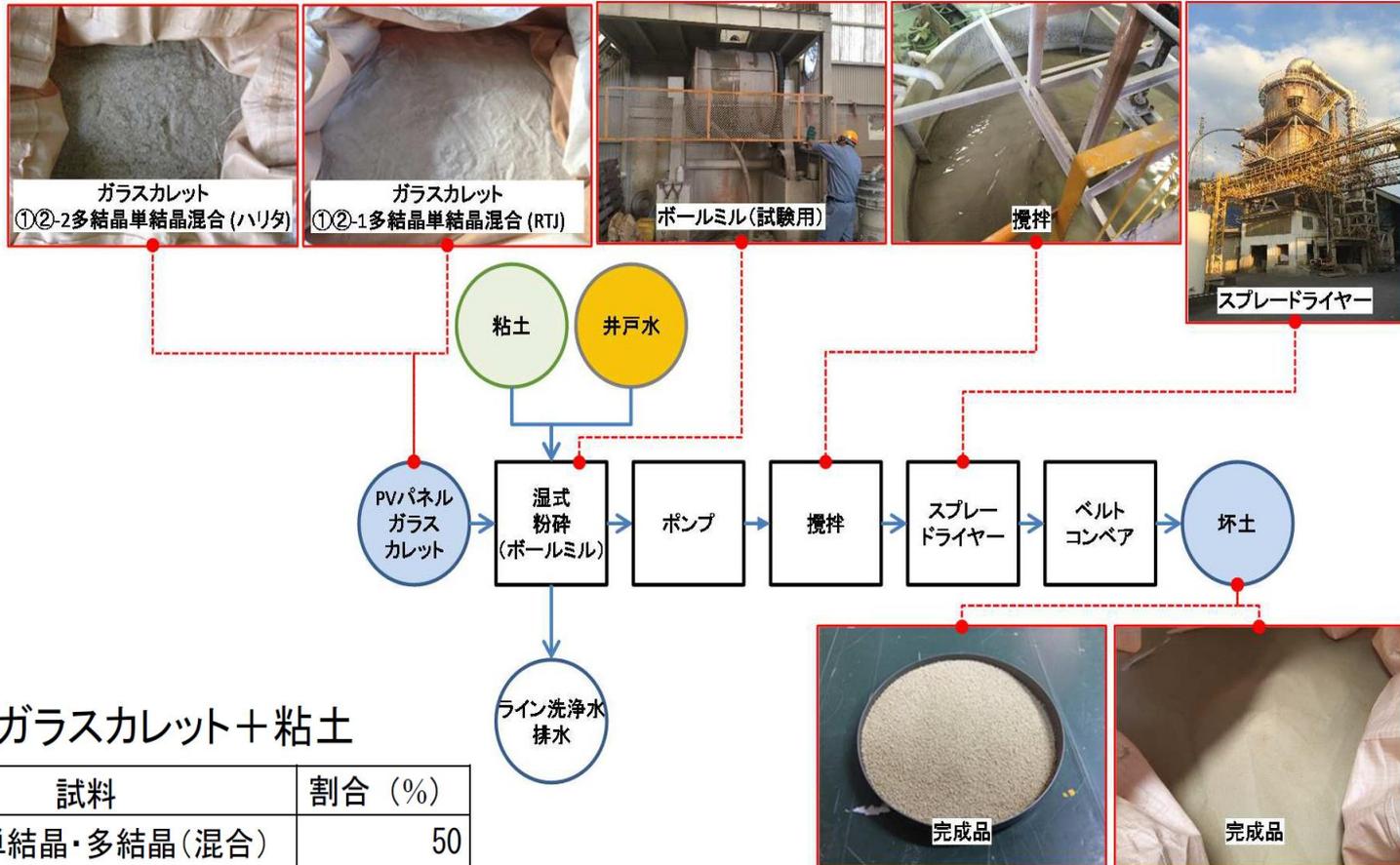
- 溶解温度帯が高い順に④>③-1,③-2>その他となった。
- 焼成前には目立たなかった異物が、加熱温度によっては焼成後に広がり目立つようになった。
- 850°Cから明らかに角が丸くなり、収縮したため、焼成後の収縮を考慮して温度と焼成時間を設定する必要がある。



Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル

● 坏土調合

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の坏土を生産した。



➤ 原材料: ガラスカレット + 粘土

坏土	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

● 坏土によるテストピース(タイル)の焼成

➤ 原料: 坏土(A-50、B-50の2種類)



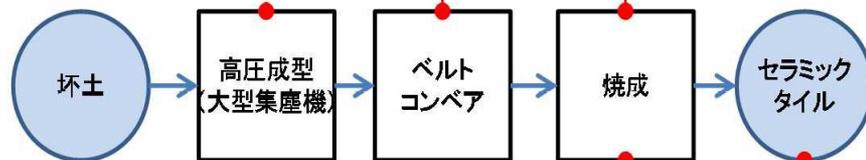
800t成形機



原料投入



タイル搬送



焼成中

電気炉



炉内のタイル



A-50 (GMPV-MIX-MIX-RTJ 50% 粘土 50%)



B-50 (GMPV-MIX-MIX-HRK 50% 粘土 50%)

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

使用済太陽電池モジュール
リサイクル技術

【条件】
ガラスカレット: 有価物
セルシート: 有価物



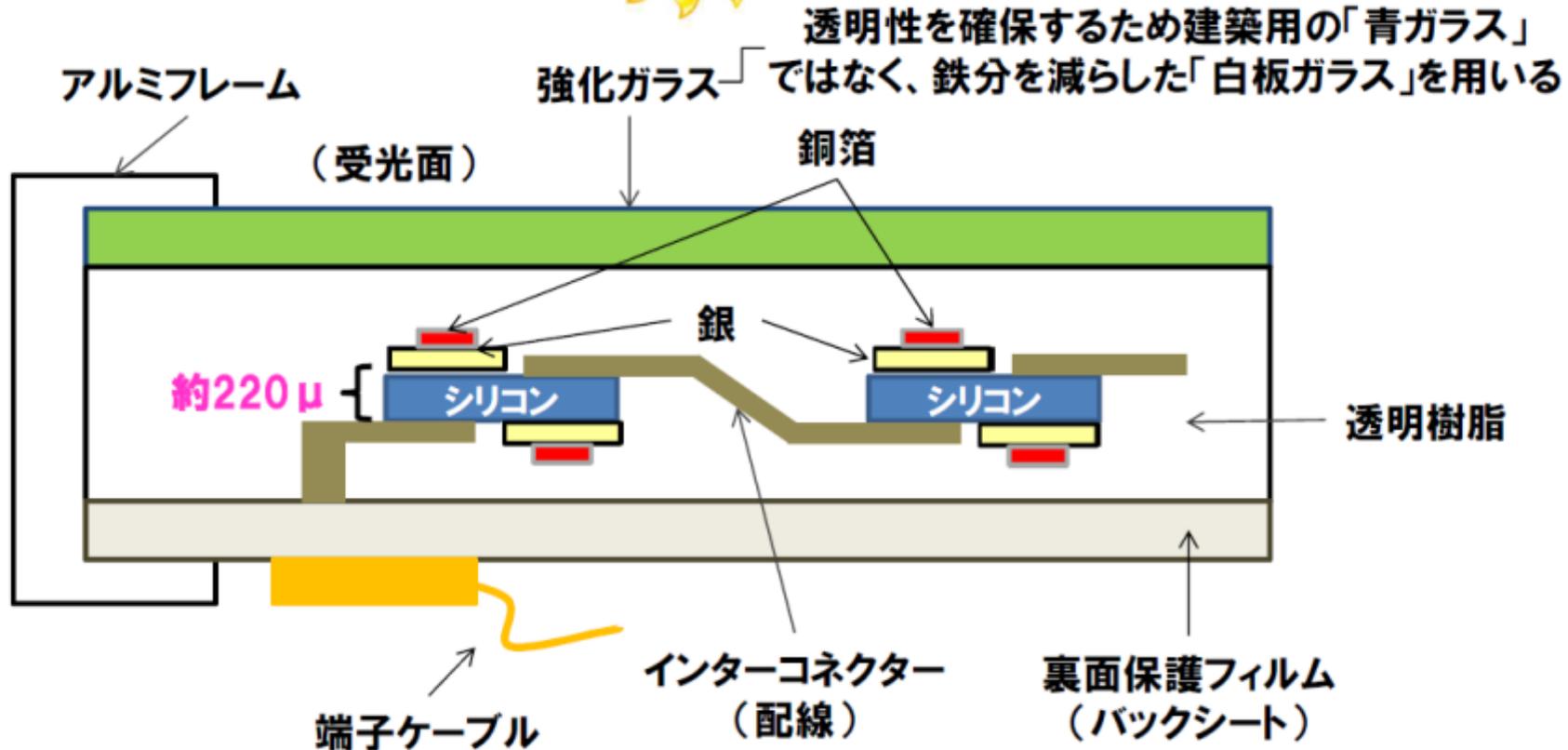
使用済
太陽電池モジュール
(リユース不適品)



Basic structure of PV 太陽光パネルの基本構造

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

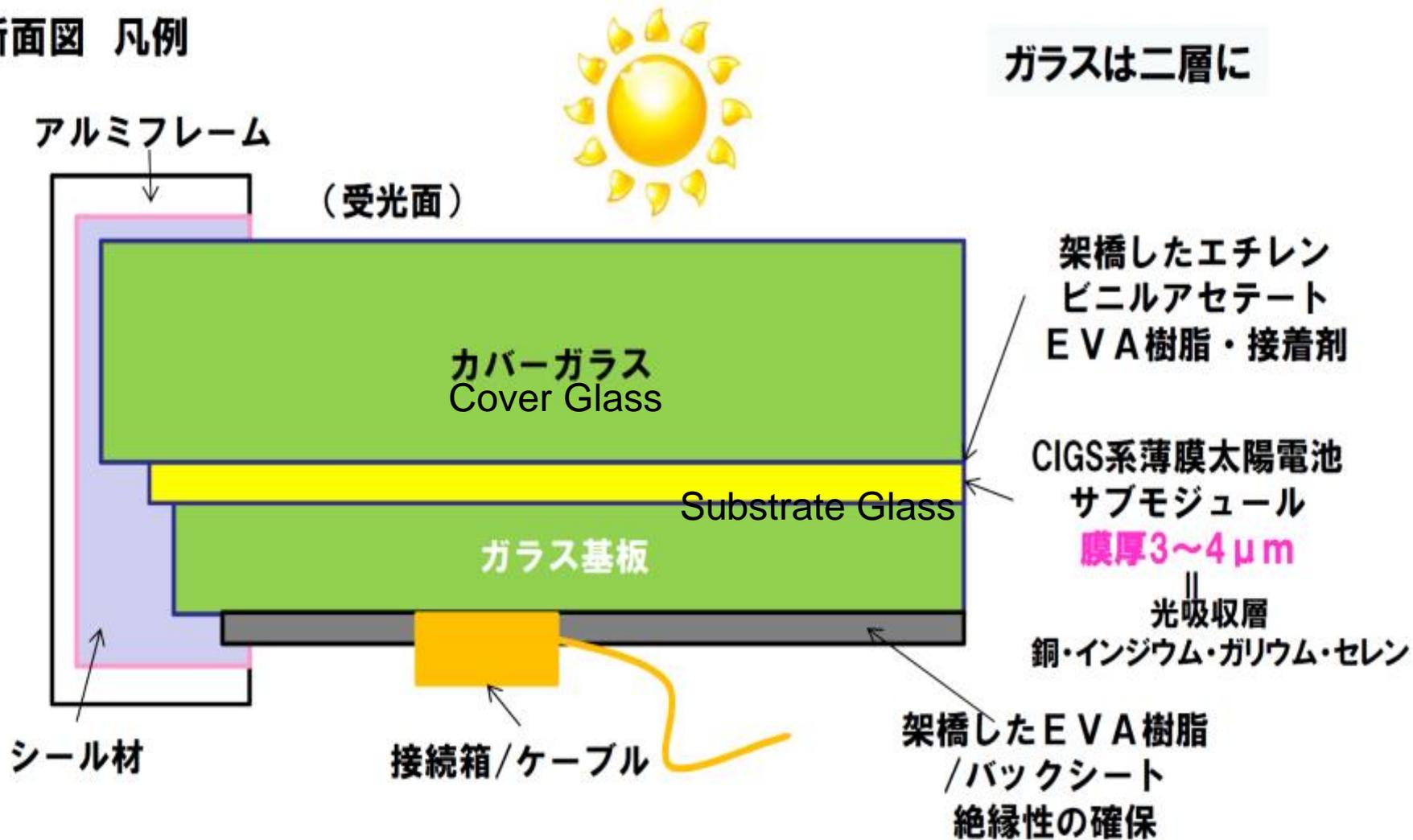
断面図 凡例



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

ガラスは二層に



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

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系モジュールでセレン溶出が確認、溶出試験の結果、溶出の大きい部位を特定した

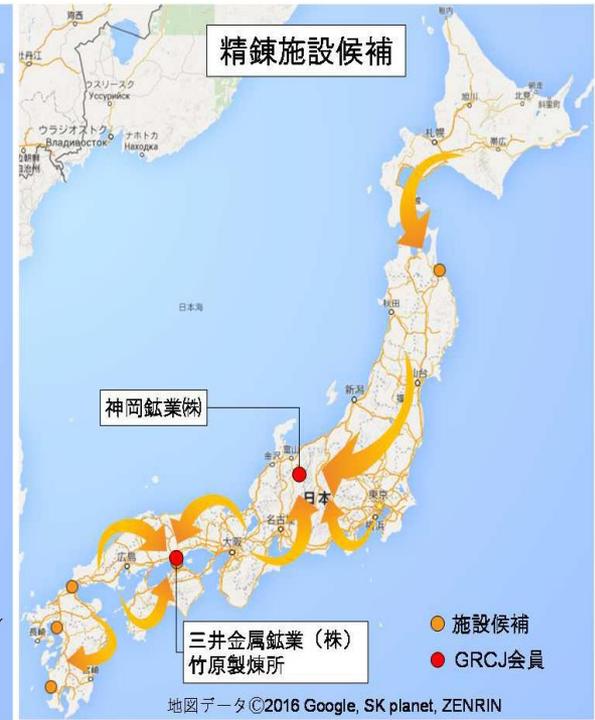
種類	メーカー	製造年	分析項目	モジュール全体	フレーム	フロントカバーガラス	電極	EVA	Si結晶	バックシート	端子ボックス	その他	
多結晶	国内	G社	2012以降	重量(kg)	-	2.8900	12.3400	0.1400	分離不可	2.2400	0.1300	0.3400	0.0800
				構成比	-	15.9%	68.0%	0.8%	-	12.3%	0.7%	1.9%	0.4%
				pH	6.5~6.6	-	9.2	10.1	-	7.8	7.7	7.6	-
				EC (mS/m)	-	-	2.3	8.7	-	1.3	3.6	1.8	-
				Pb (mg/L)	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	-	7.6
			EC(mS/m)	2.1	-	-	6.1	-	1.9	-	2.7
			Se(mg/L)	0.04	-	-	<0.01	-	0.06	-	<0.01

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。

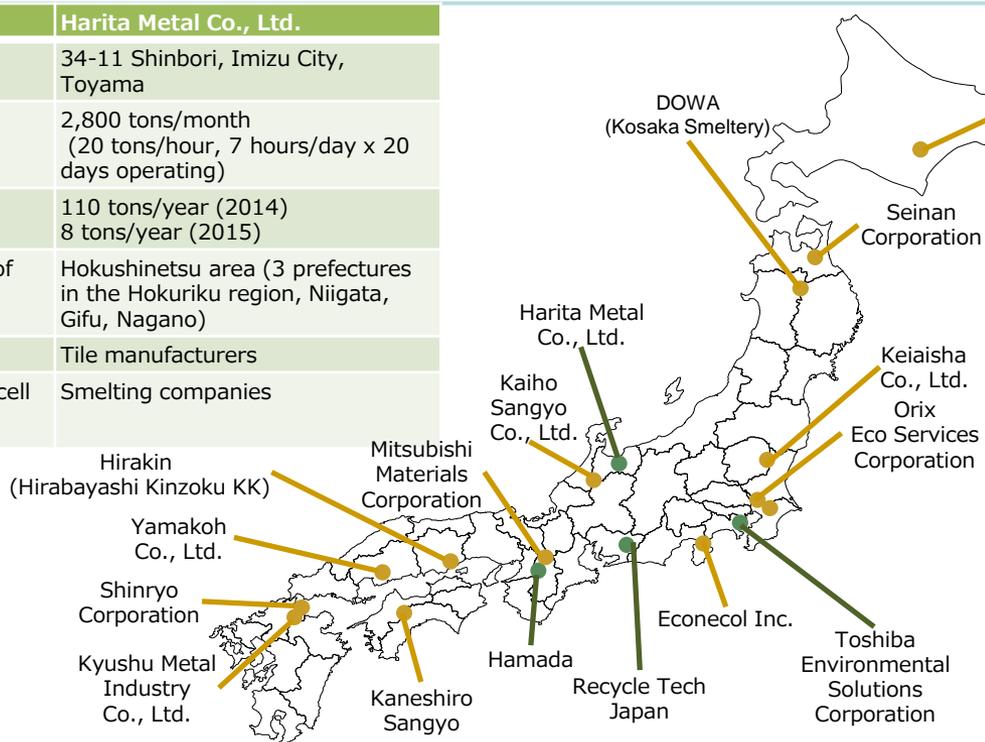
セラミックタイル化が可能な施設は、東海の窯業が盛んな地域に集中しているため、運搬コストを考慮すると、まずは関東、中部、近畿地方にて排出された使用済太陽電池モジュールのリサイクル用途となるのではないかと考えられる。

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来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.
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



		Toshiba Environmental Solutions Corporation
Address		20-1 Kansei-cho, Tsurumi-ku, Yokohama City, Kanagawa
Equipment capacity		Crushing capacity 44 tons/month/machine
Quantity of goods accepted up to now		180 tons/year (10,000 sheets/year) Note: crystalline system 250W class Average for 2013 - 2015
Areas for acceptance of goods		Head office: Kanto region Affiliates: Nationwide
Sales channels for products after processing	Glass	(1) Damaged goods as well as modules with high resource value (with large quantities of Ag) → Crushed and provided to smelting companies as resources (2) Undamaged modules → Separated and recycled as sheet glass (currently in development)
	Scrap cell sheets	Separated and then recovered as battery powder (in a powdered state) and provided to smelting companies as a resource

		Hamada Co., Ltd.	
Address		8-6 Hashiramoto 3-chome, Takatsuki City, Osaka	7-5 Keihinjima 2-chome, Ota-ku, Tokyo
Equipment capacity		86.4 tons/month (4.32 tons/day x 20 days)	86.4 tons/month (4.32 tons/day x 20 days)
Quantity of goods accepted up to now		10 tons/year	—
Areas for acceptance of goods		Nationwide but primarily the Kinki region	Nationwide but primarily the Kanto region
Sales channels for products after processing	Glass	Glass manufacturers (anticipated)	Glass manufacturers (anticipated)
	Scrap cell sheets	Smelting companies	Smelting companies
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

		Recycle Tech Japan Co., Ltd.
Address		204 Jinguji 1-chome, Minato-ku, Nagoya City
Equipment capacity		642.6 tons/month
Quantity of goods accepted up to now (tons/year)		2014 Approx. 54 tons/year Approx. 2,700 sheets 2015 Approx. 36 tons/year Approx. 1,800 sheets
Areas for acceptance of goods		Nationwide
Sales channels for products after processing	Glass	Cullet trading companies (for use as raw material for glass wool)
	Scrap cell sheets	Rare metal recycling companies

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



Tempered glass
強化ガラス

BL、FD、RD

Recycle
リサイクル

WS

Laminated glass
合わせガラス

Silver
銀

Silver refining maker
銀製錬メーカー

Print detachment
プリント剥離

BL、WS

Crushing
破碎

WS

Exfoliation
中間膜分離

WS

Glass cullet ガラスカレット

Glass maker
ガラスメーカー

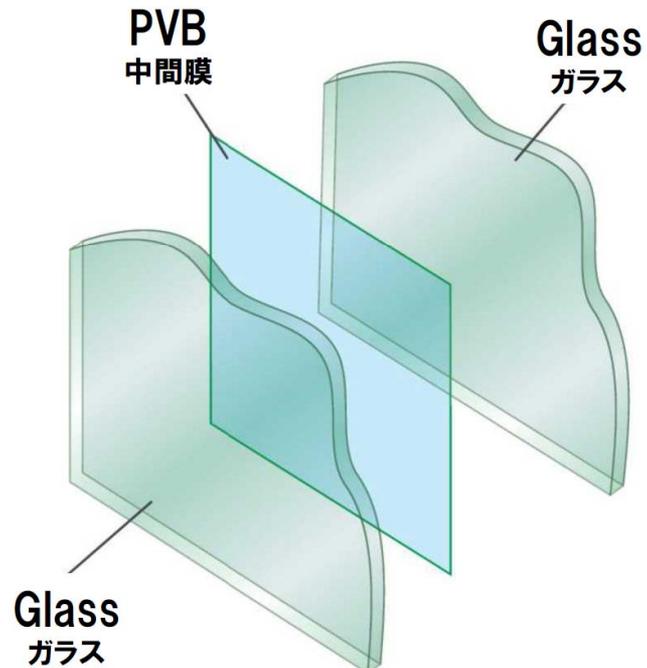
PVB packing
中間膜包装

PVB

PVB maker
PVBメーカー

Structure of the laminated glass for the car 自動車用合わせガラスの構造

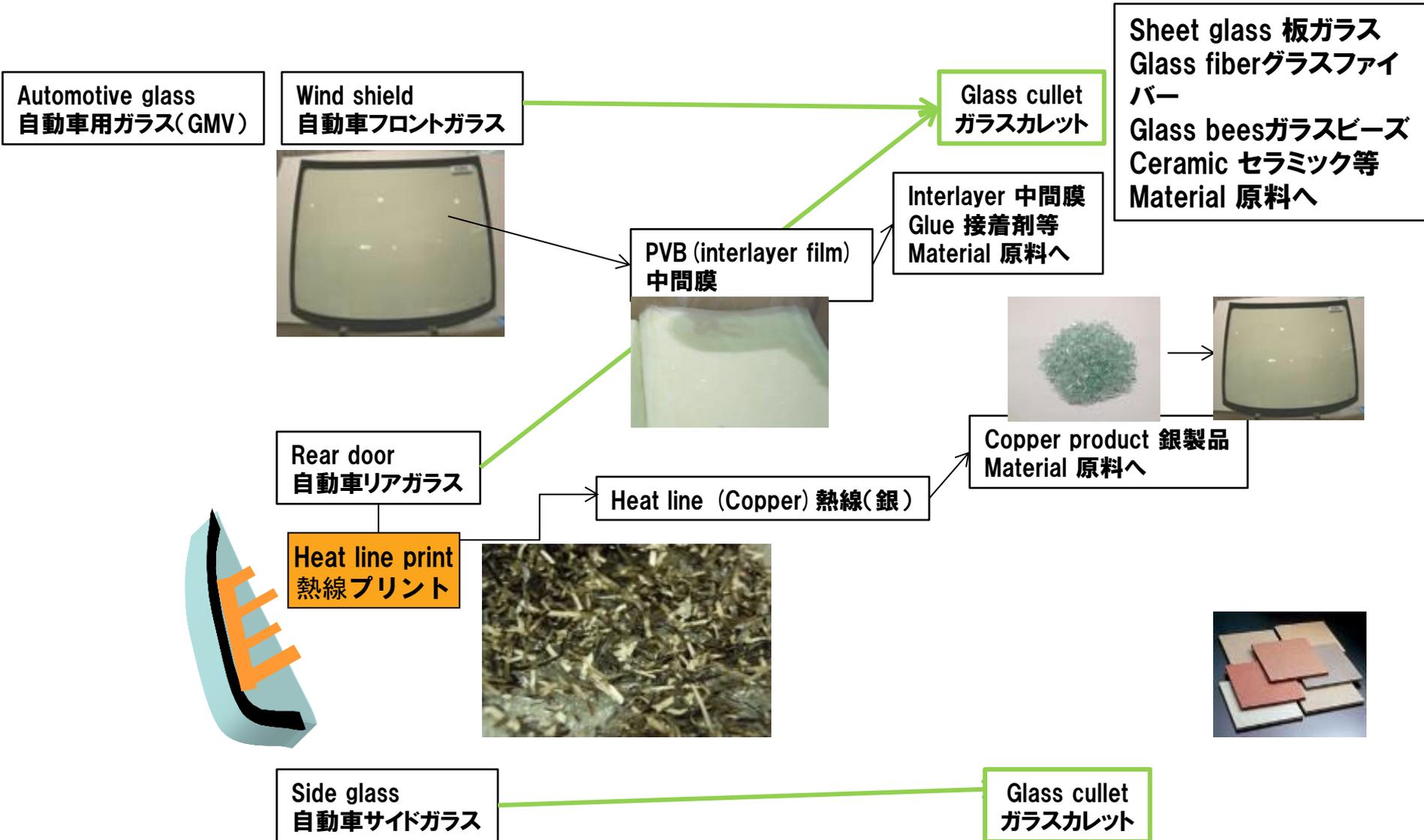
合わせガラスの特徴は、普通の板ガラスと変わらない透視性をもつ強化ガラス、破砕した際には細かなガラス片になり、白い網状の亀裂が走る、フロントガラスに再利用できない



Characteristic of 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, it cannot reuse as windshield glass.

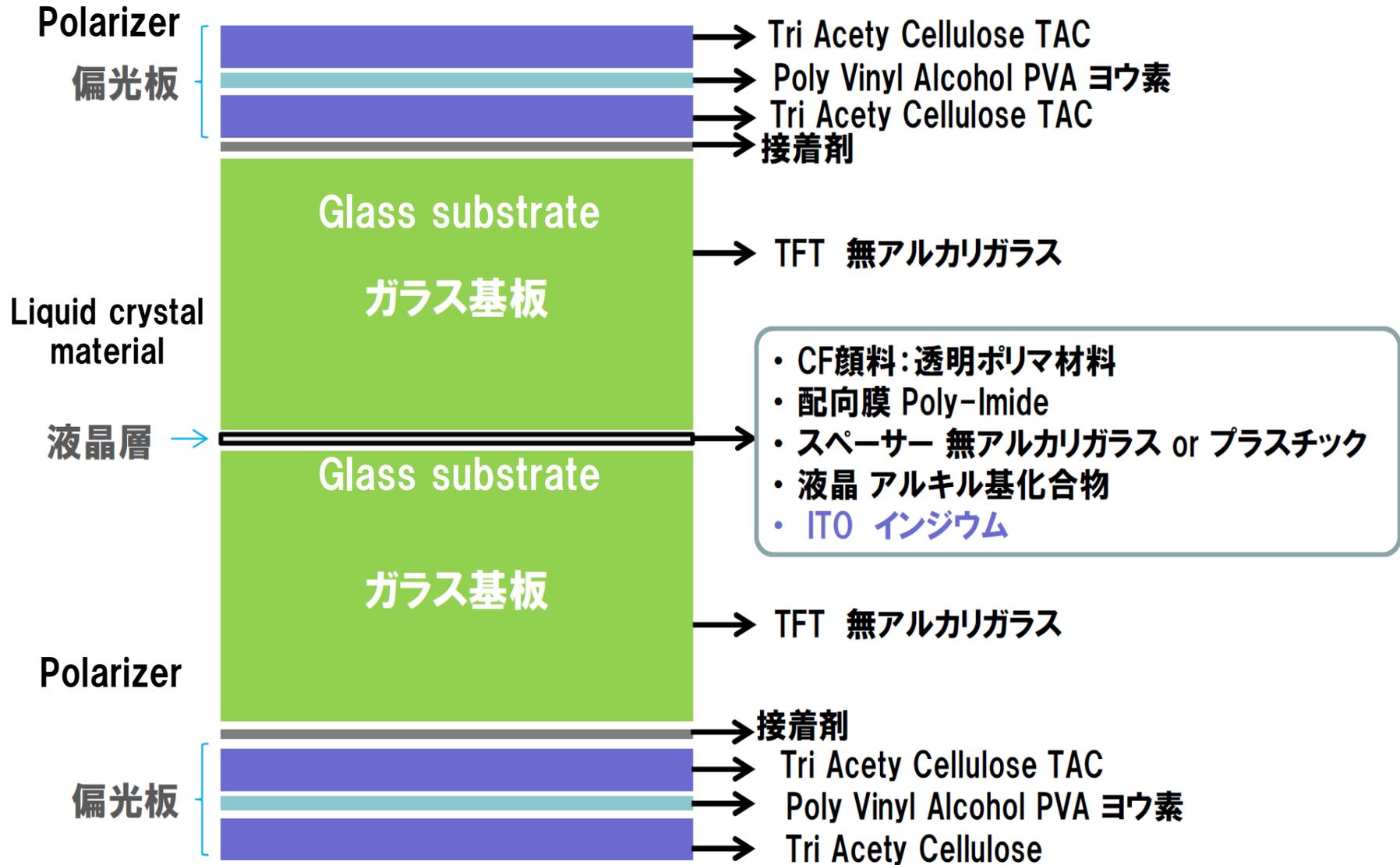
Glass recycle of end of life automobile

廃自動車のガラスリサイクル



Cross section of the liquid crystal display panel

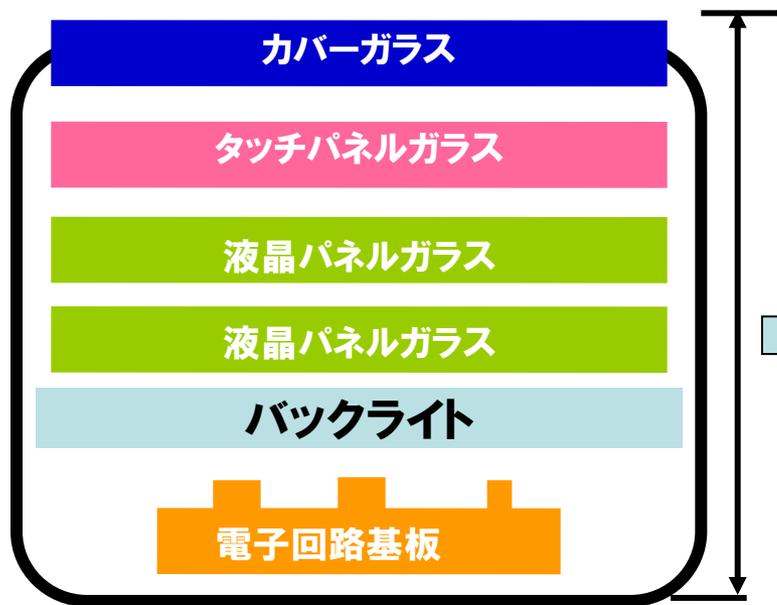
廃液晶パネルのガラスリサイクルの概要



Cross section of touch panel タッチパネルの断面図

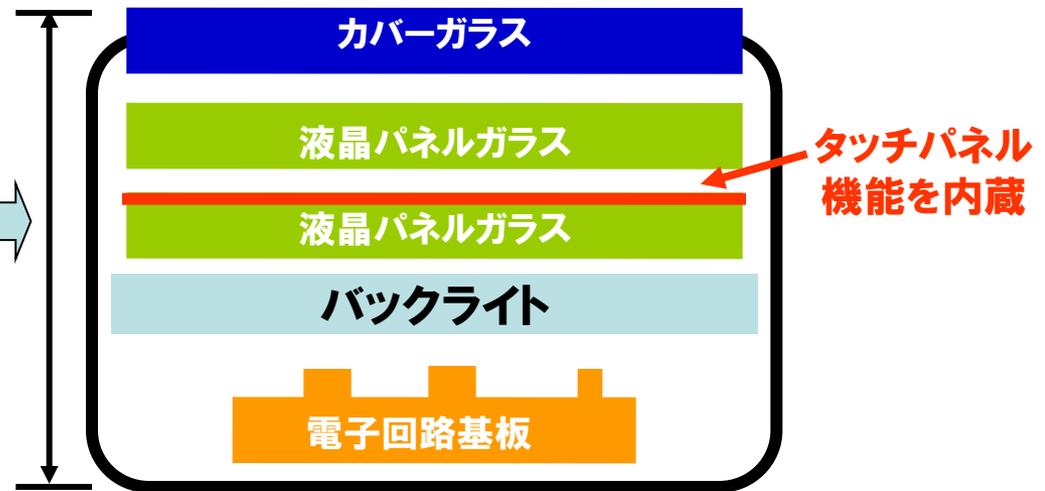
断面図による比較

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：無アルカリアルミノホウケイ酸ガラス

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パネルの解体



解体
⇒

解体後の液晶パネル



IT機器等の解体



解体
⇒



使用済パソコンの解体

2016 Enforcement Status of the Home Appliances Recycling Law and Recycling Statistics

2016年 家リ法の収集とリサイクル実績

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を行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。

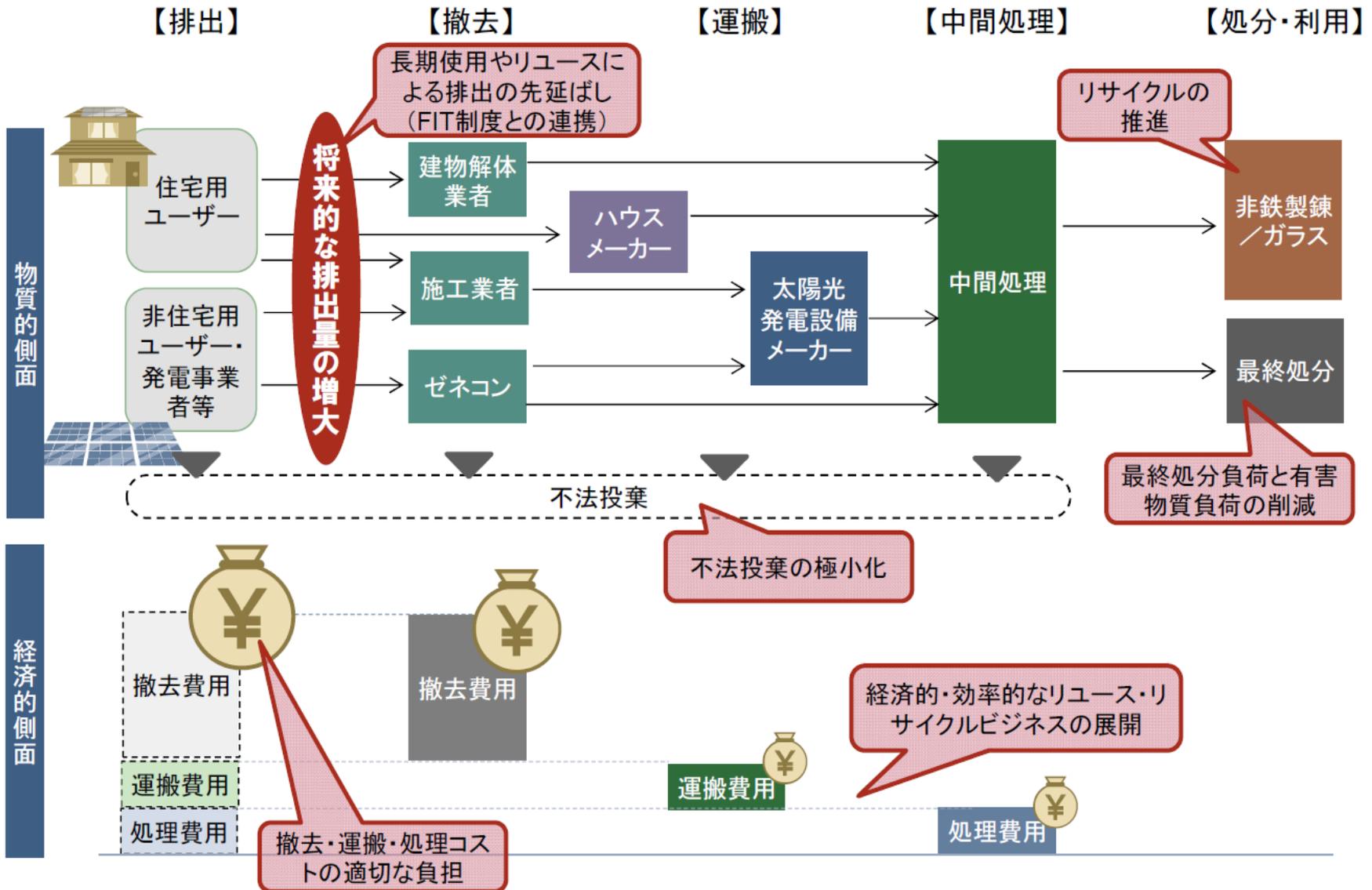
現在、FIT 制度の調達価格には既に廃棄費用が含まれており、事業計画策定ガイドラインにおいても、事業終了時の廃棄のために計画策定時に廃棄費用やその積立額を記載することを求めています。また、総合資源エネルギー調査会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会の中間整理（2018年5月）においては、アクションプランとして、資源エネルギー庁が2018年度中に「現行のFIT制度の執行強化にも取り組み、廃棄費用の積立計画・進捗報告の毎年の報告を義務化し、それを認定事業者の情報として公表するほか、必要に応じて報告徴収・指導・改善命令を行う。」こととされています。

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。

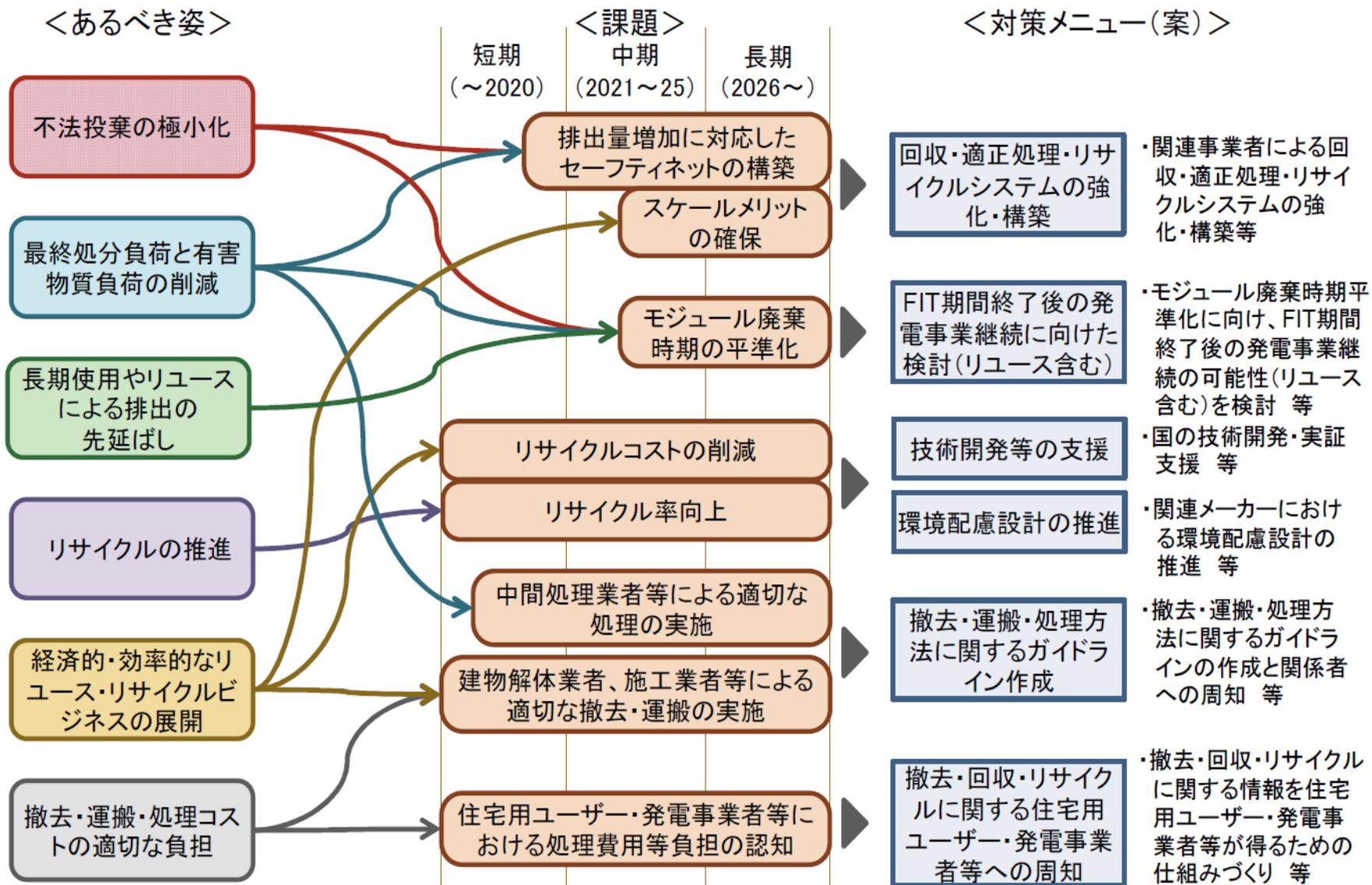
Ideal situation on Removal, Transport, Treatment in PV systems

太陽発電設備の撤去・運搬・処理のあるべき姿

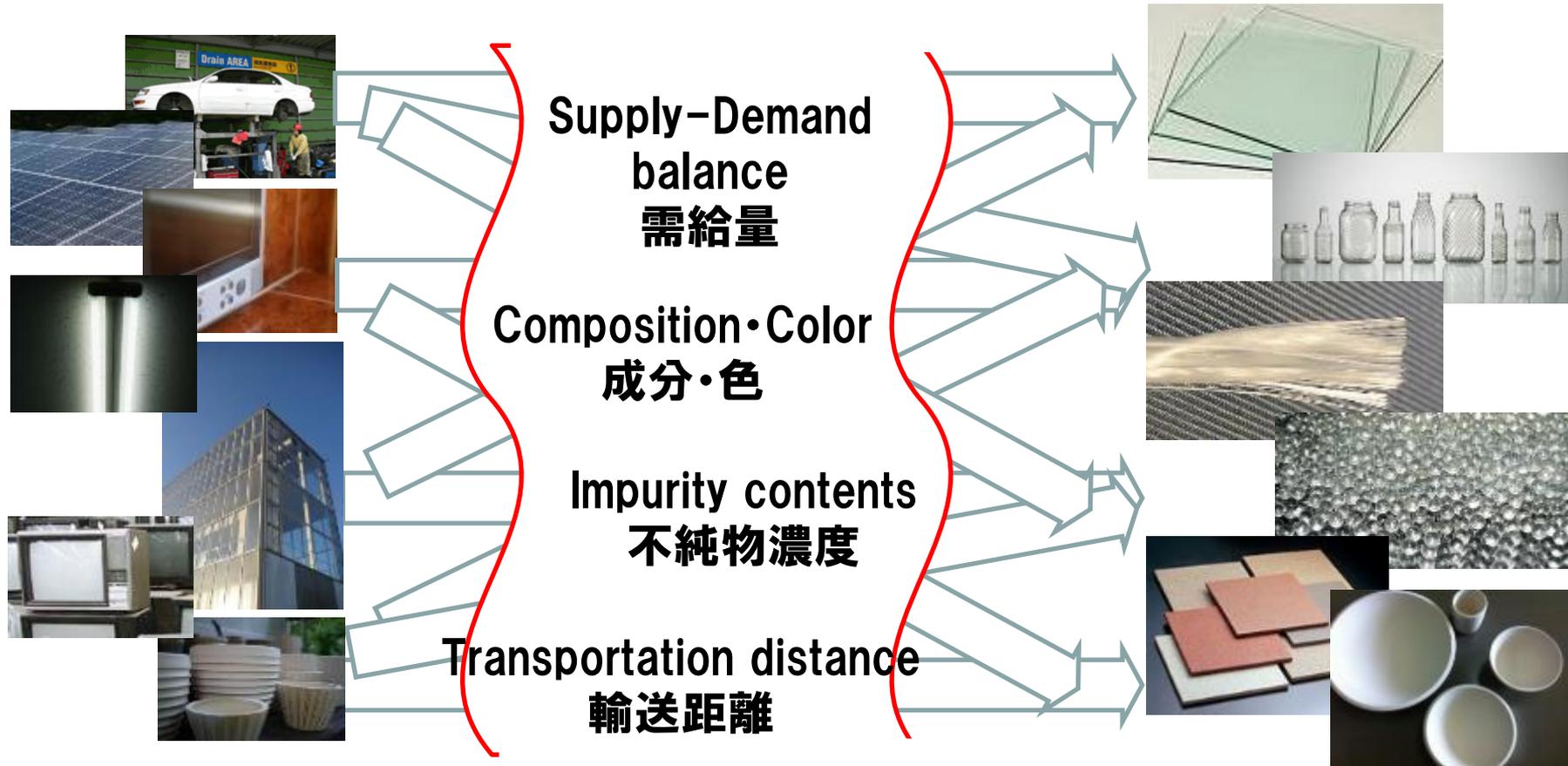


Ideal situation on Removal, Transport, Treatment in PV systems

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

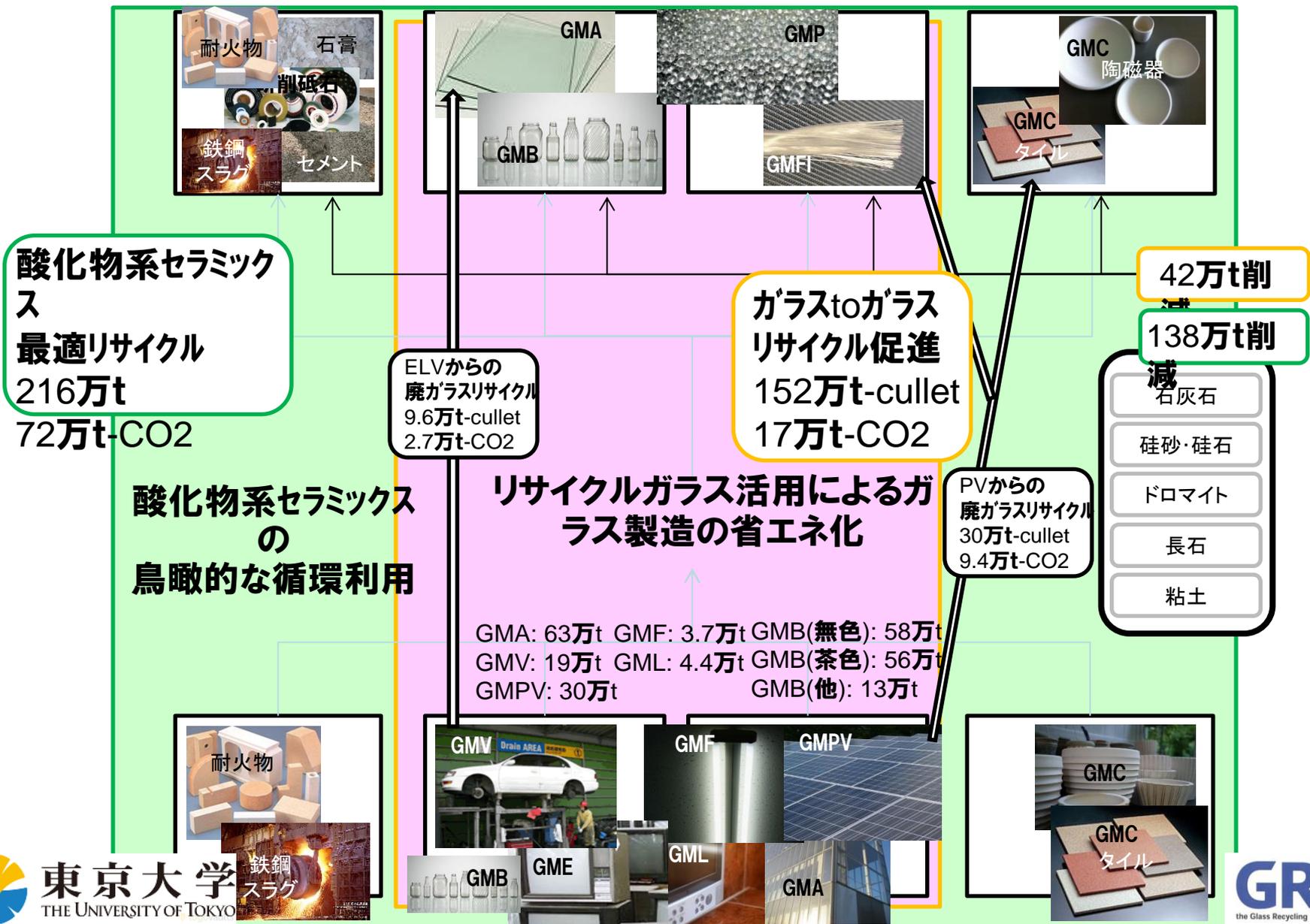


Oxide-based ceramics like almost same glass composition are included in the overall optimum evaluation

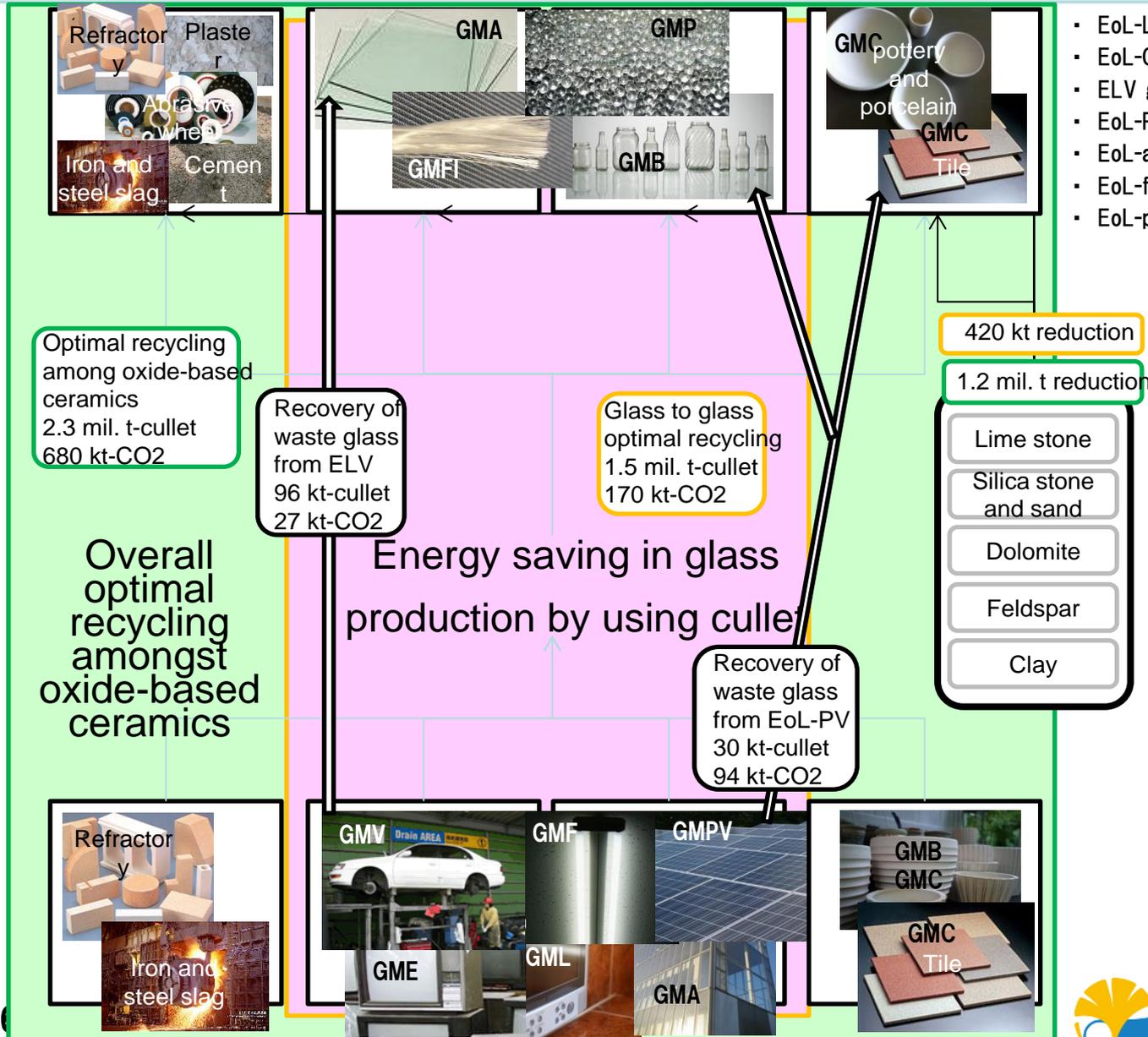
ガラスに組成($\text{SiO}_2\text{-CaO}$ 系セラミック)の類似した酸化物系セラミック類も全体最適の評価対象内に含める

Glass Recycling Advanced Technology

GReATプロジェクトの目指す全体最適と個別リサイクル推進の効果量



Recycling of glass cullet should be considered within family materials (glasses and other oxide-based ceramics)



- EoL-LCD glass (Home Appliance Recycling Law)
- EoL-CRT glass (Home Appliance Recycling Law)
- ELV glass (Automobile Recycling Law)
- EoL-PV glass (Construction Recycling Law)
- EoL-architectural glass (Const. Recycling Law)
- EoL-fluorescent bulb (Const. Recycling Law)
- EoL-plateware, etc.



[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でも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

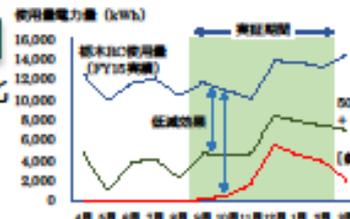
- 設備投資・使用電力料金低減の有効性の検証
- LIBとしてのEV向け使用から、PV向け応用の有効性の検証

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. 得られる経済的効果

- 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

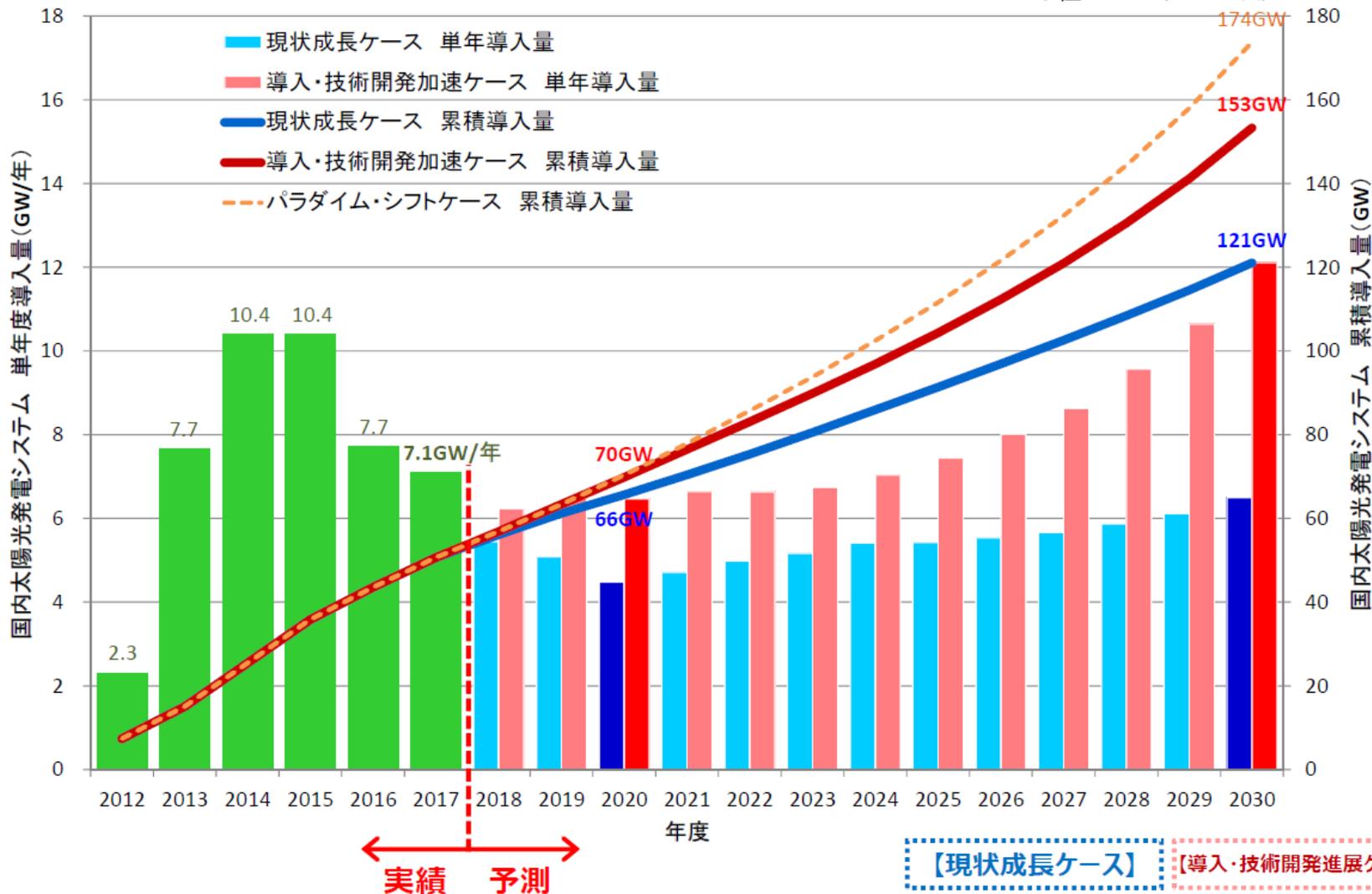


2030 PV Market forecast in Japan

2030年 太陽光発電の日本市場予測

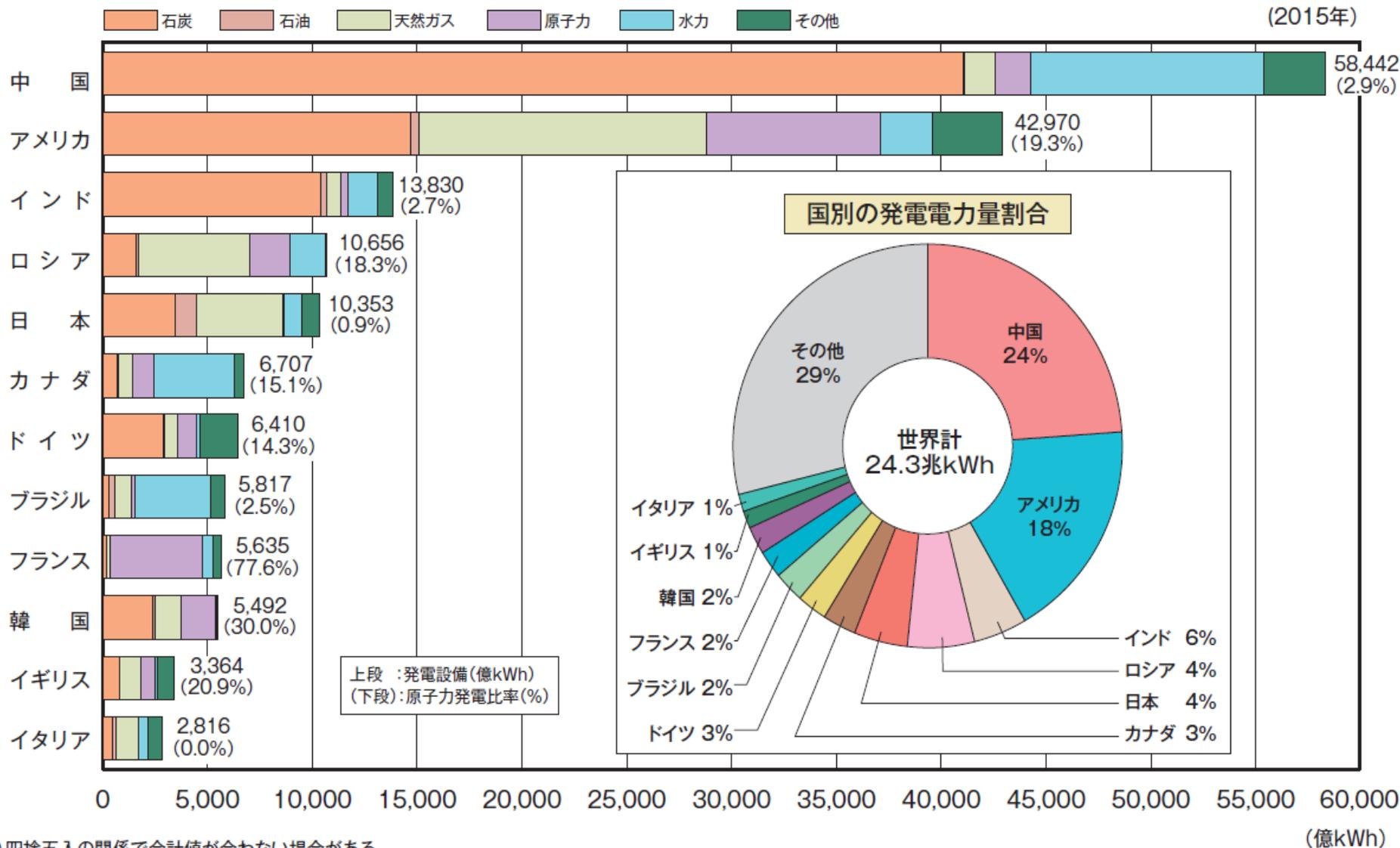
2015年9月「持続可能な開発のための2030アジェンダ採択

単位：GW (DCベース)



Generation electric energy and ratio of major country

主要国の発電電力量と割合

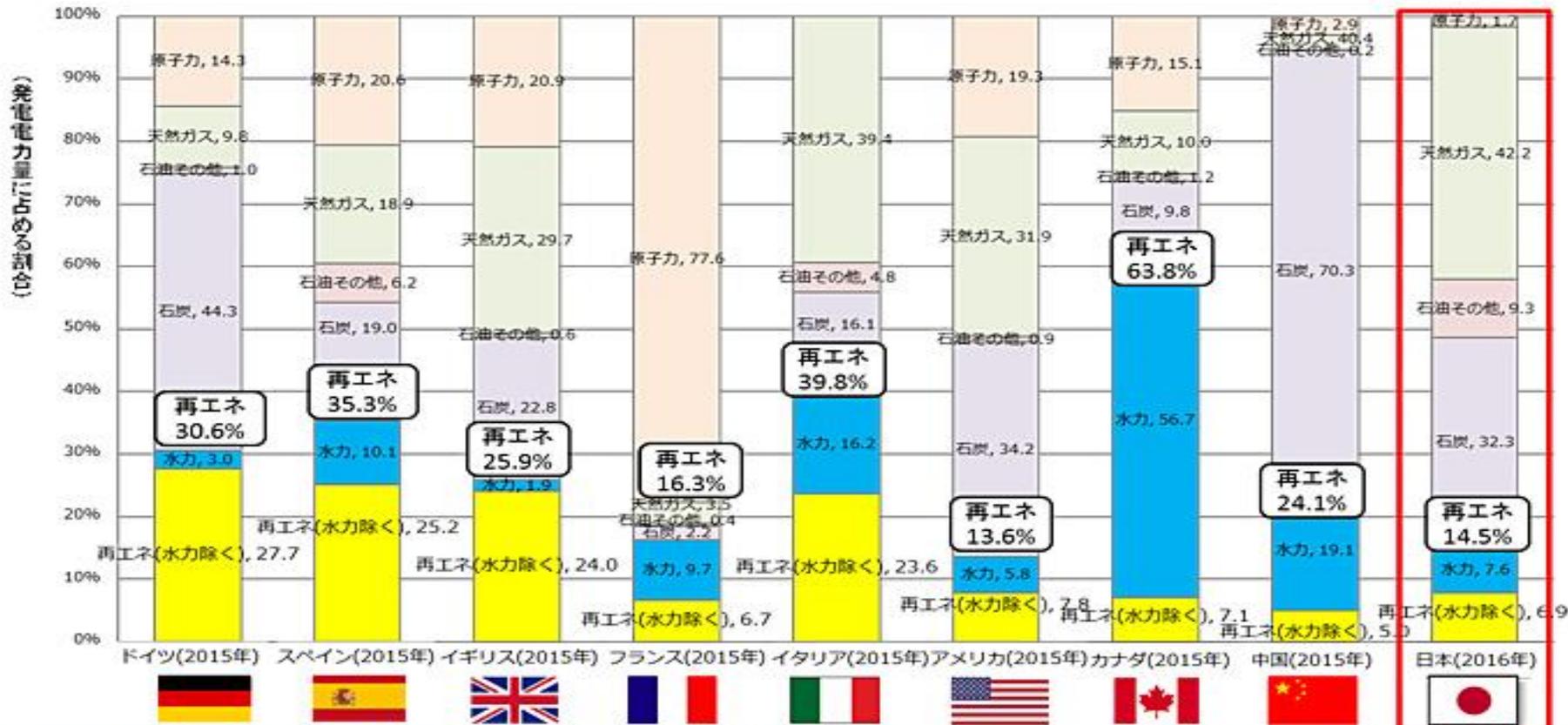


注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

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

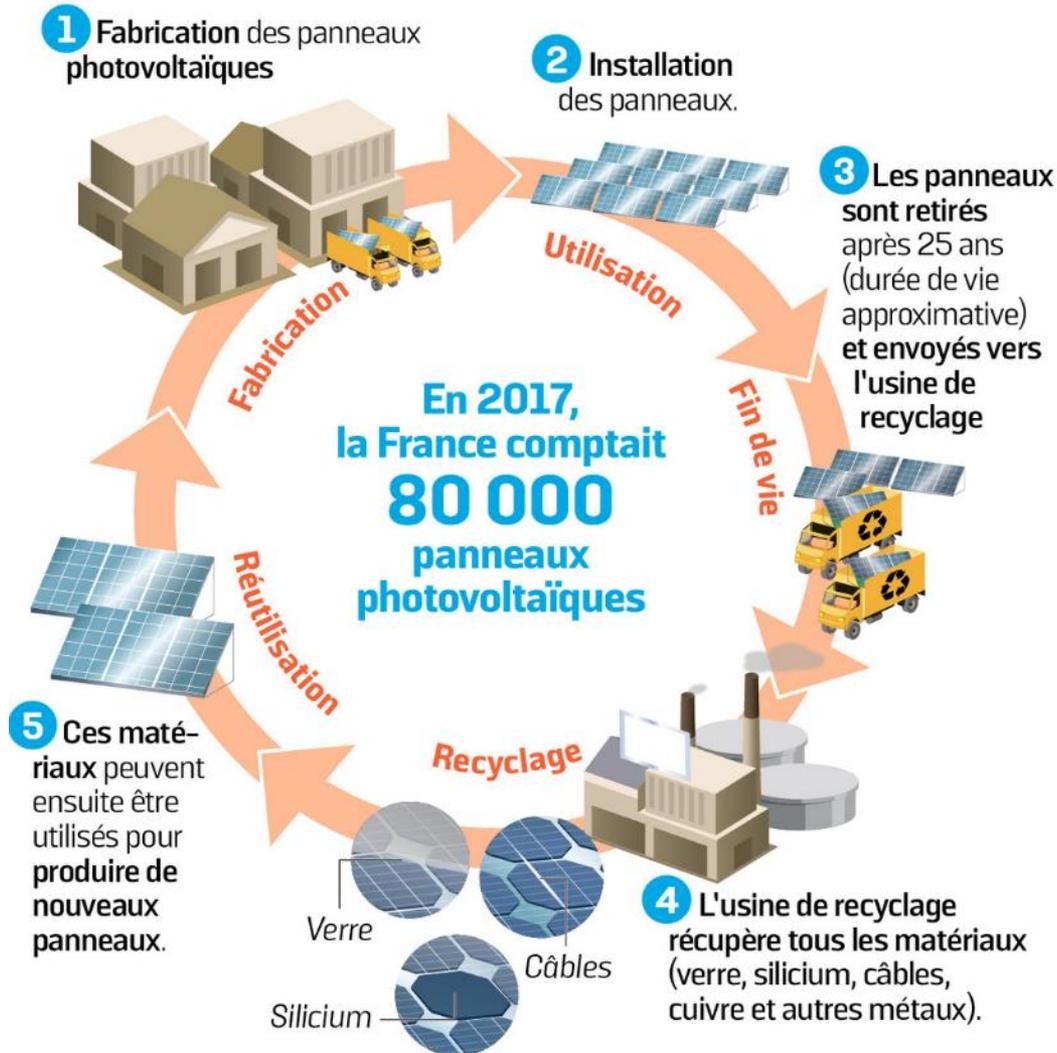


主要再エネ ※水力除く	風力 12.3%	風力 17.7%	風力 12.0%	風力 3.8%	太陽光 8.1%	風力 4.5%	風力 3.9%	風力 3.2%	太陽光 4.4%※
目標年	①2025年 ②2035年	2020年	2030年	2030年	2020年	2035年	— (国家レベルでは定めていない)	2020年	2030年
再エネ導入 目標比率	①40~45% ②55~60% 総電力比率	40% 総電力比率	44%(※) 総電力比率	40% 総電力比率	35~38% 総電力比率	80% クリーンエネルギー (再生可能なエネルギー)	— (国家レベルでは定めていない)	15% 1次エネルギーに 占める非化石比率	22~24% 総電力比率

(※) 複数存在するシナリオの1つ。

Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例

Comment ça marche ?

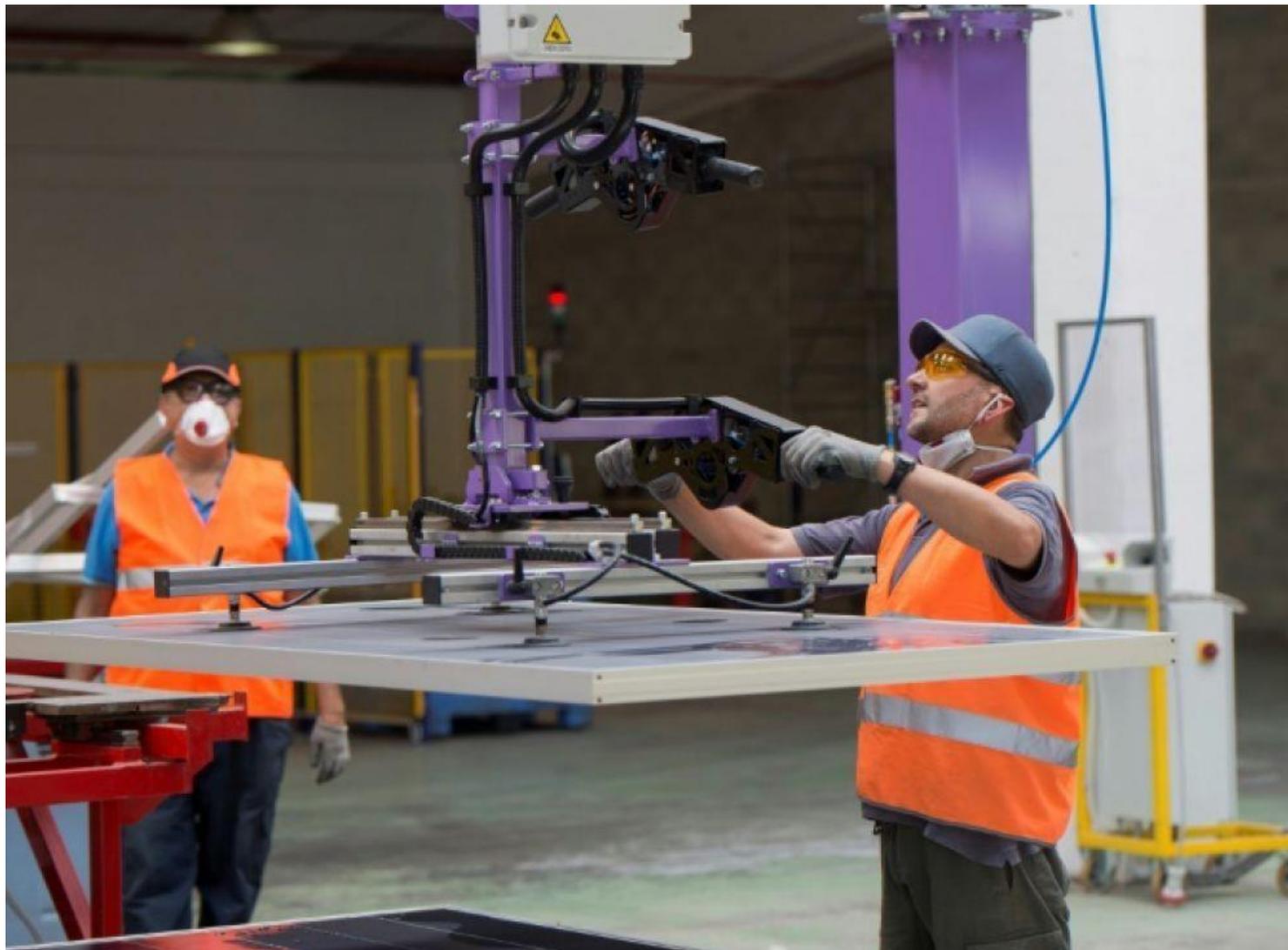


Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



回収・ストック状況

Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



アルミフレーム・J-Box除去

Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



アルミフレーム・J-Box除去

Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



ベルトでカッター処理機に運ぶ

Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



破碎分別装置概観

Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



破碎分別装置概観

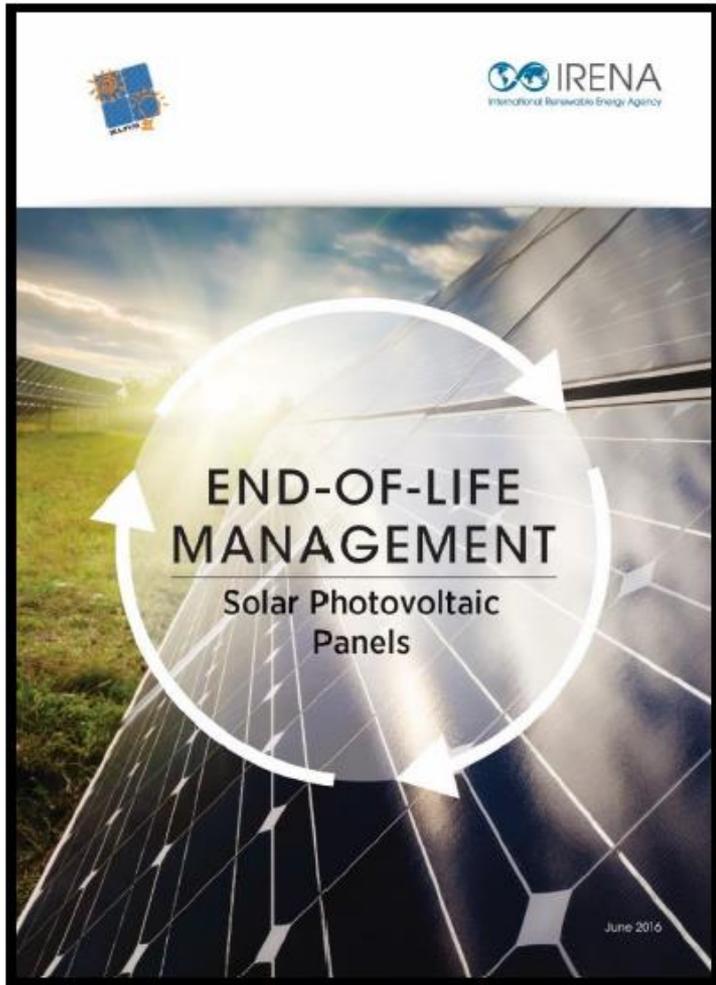
Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



リボン等金属

Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネジメントレポート2016



CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Andreas Wade (IEA-PVPS Task 12), Stephanie Weckend (IRENA), Garvin Heath (IEA-PVPS)

Contributors

Dr. Karsten Wambach (bifa Umweltinstitut), Tabaré A. Currás (WWF), Knut Sander (ökopol)

IEA-PVPS Task 12: Zhang Jia, Keiichi Komoto, Dr. Parikhit Sinha

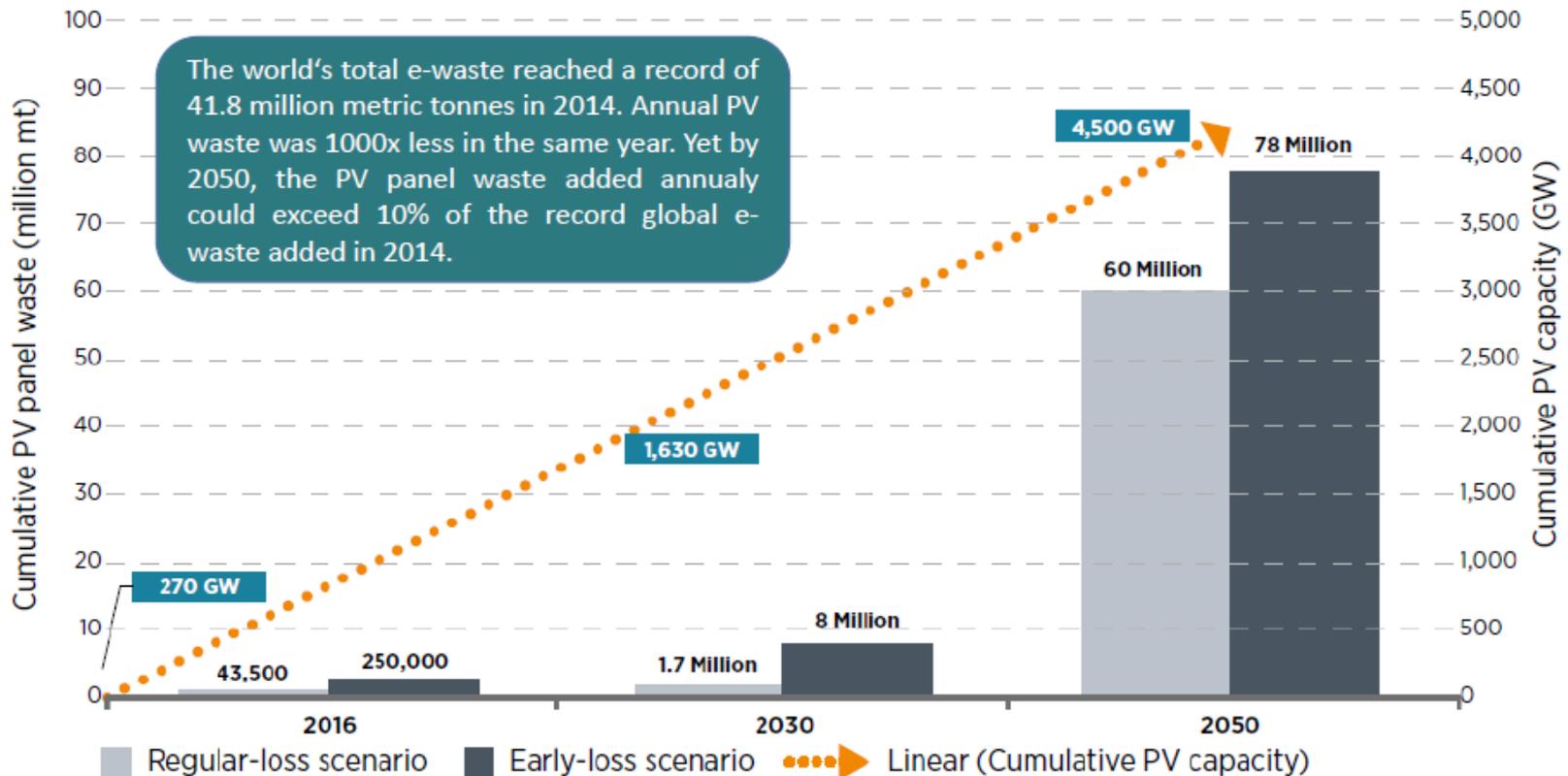
IRENA: Henning Wuester, Rabia Ferroukhi, Nicolas Fichaux, Asiyah Al Ali, Deger Saygin, Salvatore Vinci, Nicholas Wagner

Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネージメントレポート2016



GLOBAL PV PANEL WASTE PROJECTION 2016-2050

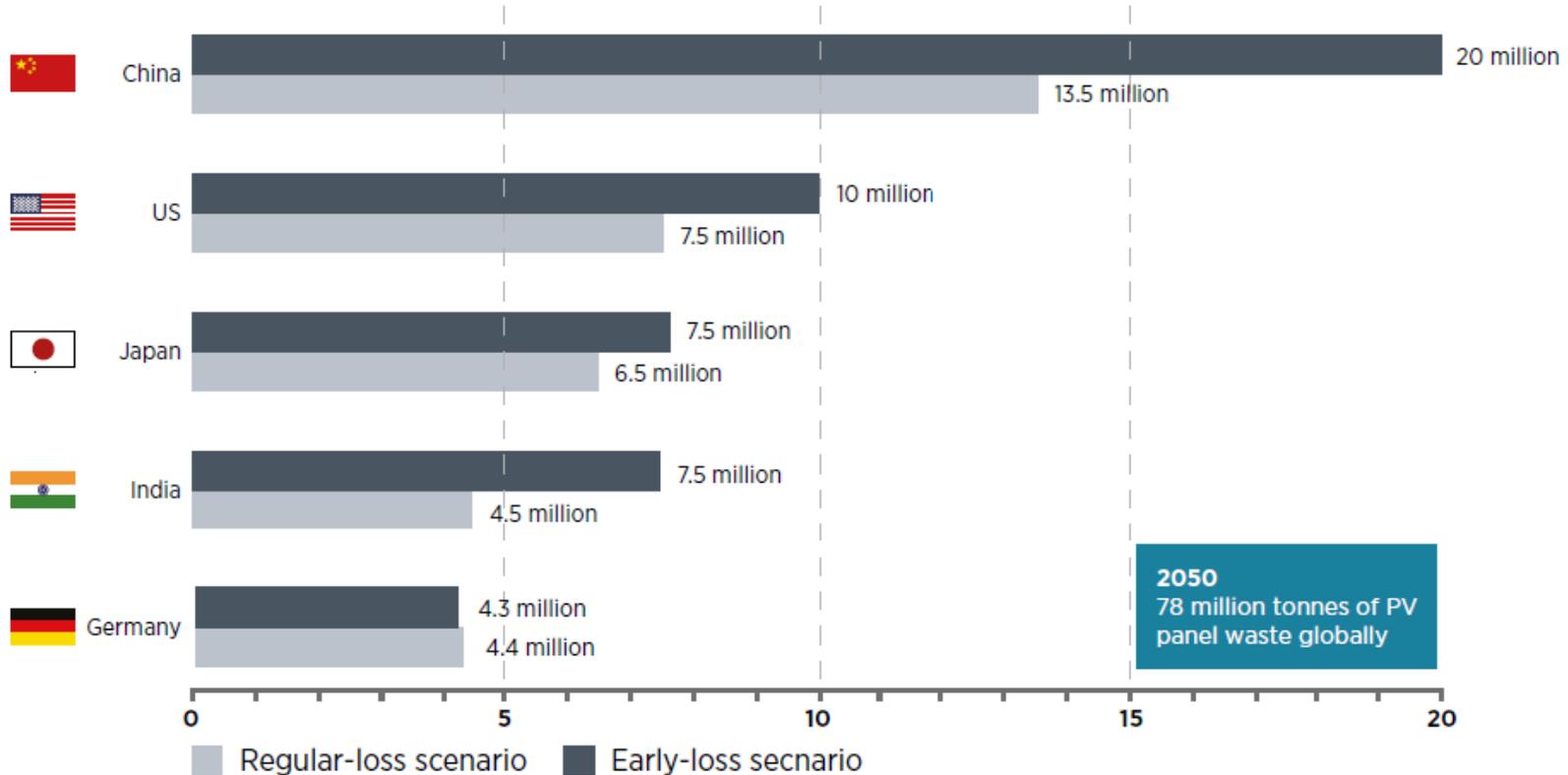


Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネージメントレポート2016



CUMULATIVE PV WASTE: TOP 5 REGIONS 2050

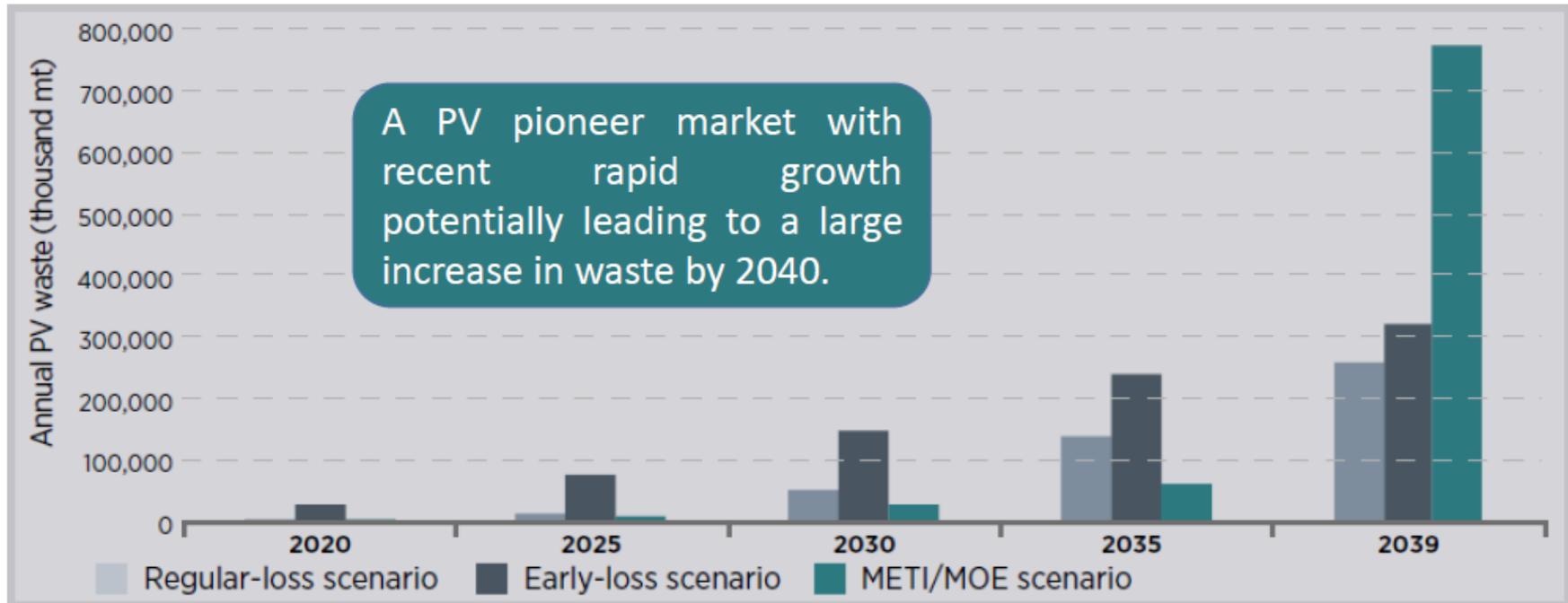


Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネージメントレポート2016



JAPAN –
advanced market without PV
specific waste regulations



Recycling example of PV module by FIRST SOLAR ファーストソーラー社の太陽光モジュールリサイクル実例

THIRD GENERATION CONTINUOUS PROCESS RECYCLING (2015) 第3世代リサイクル設備（2015年～）

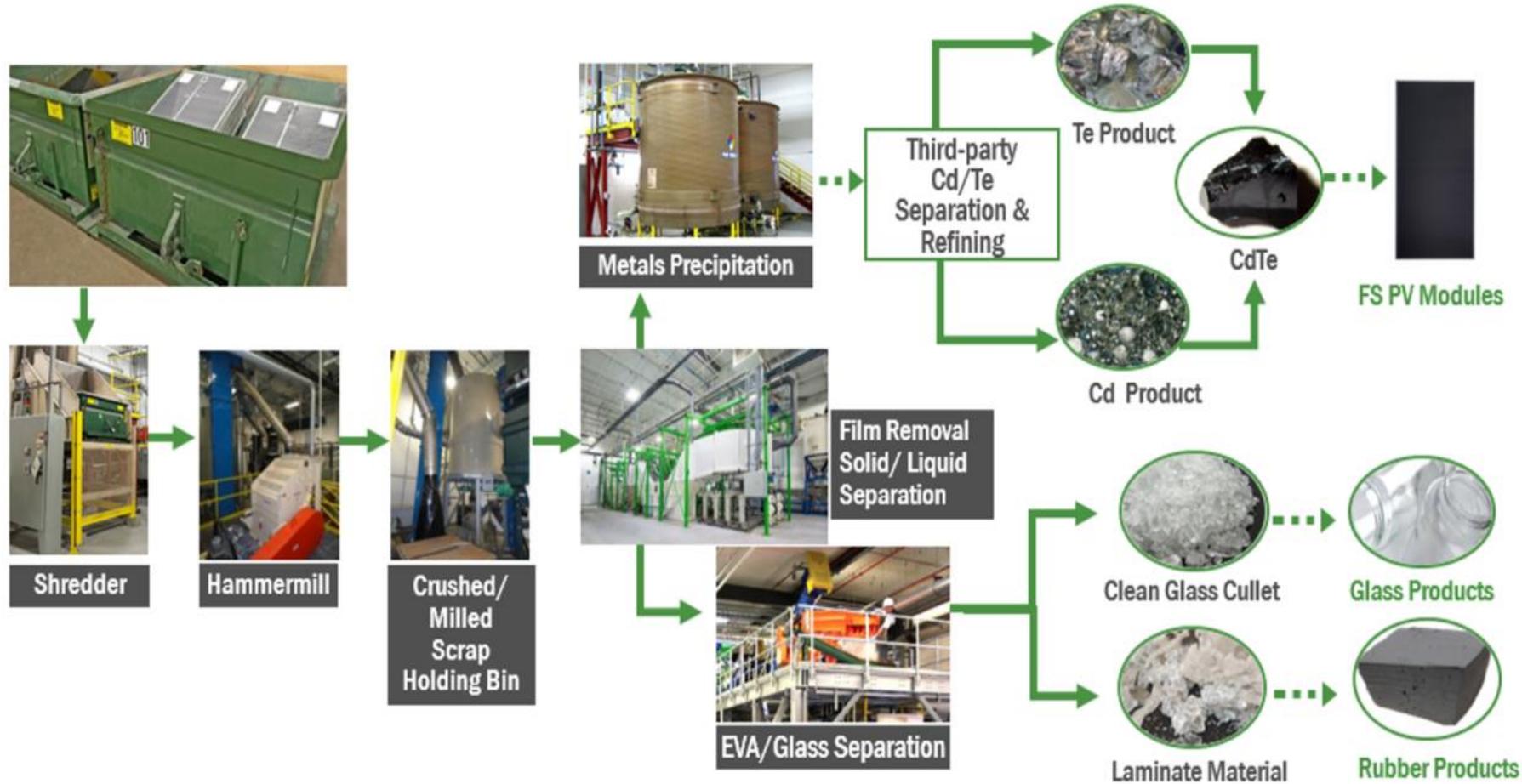
第2世代リサイクル設備（2011年～）との比較：

- 24時間稼働により効率アップ
- コンパクトな設計により必要面積を削減
- 1日当たりの処理能力30トン→150トンに向上
- 化学品使用量、設備投資額、人件費30%削減
- 回収するガラスおよび半導体の純度を向上



Recycling example of PV module by FIRST SOLAR ファーストソーラー社の太陽光モジュールリサイクル実例

FIRST SOLAR MODULE RECYCLING PROCESS ファーストソーラー社リサイクルプロセス



半導体素材 90%以上 & ガラス 90% をリサイクル

Recycling example of PV module by FIRST SOLAR ファーストソーラー社の太陽光モジュールリサイクル実例

GLOBAL AND PROVEN INDUSTRY-LEADING PV RECYCLING EXPERTISE パネルリサイクルのエキスパート

- ファーストソーラー社は、設立当初から自社製造パネルの高付加価値リサイクルにコミット。
- 2005年に業界初となるグローバルかつ自主的なリサイクルプログラムを導入。
- ドイツ、マレーシア、アメリカの施設は10年以上の運転実績があり、これまでに20万トンのリサイクル。
- スケールアップ可能な設備のため、将来的な廃棄パネルの急増にも対応可（既存設備で年間200万枚処理可）
- 半導体素材の90%以上を回収し自社パネル製造に再利用、ガラスも90%を回収しガラス製品にリユース。
- リサイクルプロセスの更なる向上と、運転維持費の削減に向けて継続的な研究開発に投資。



Action of European・American PV module recycling promotion 欧米の太陽光モジュールリサイクル推進の取組み

欧州 CENELECによる標準化

WEEE指令の改定を受け、欧州電気標準化委員会
(CENELEC: European Committee for Electro technical Standardization)
で標準化の議論がされ、**太陽光モジュールも対象製品となった**



この議論には欧州の太陽光発電界団体であるSolar Power EuropeやPV CYCLEが参加し、使用後処理の要求事項として「**EN 50625-24: Specific Requirements for treatment of PV Panel**」を策定した

Action of European・American PV module recycling promotion

欧米の太陽光モジュールリサイクル推進の取組み

CENELECによる、太陽電池モジュール使用後処理に対する要求事項の概略

<目 的>

- 汚染防止と排出物最小化
- リサイクルの促進
- 高品質な回収処理の促進
- 不適切な廃棄の防止、人間・環境への悪影響防止の保証
- 不適切な処理につながる移送の防止

<要求事項>

- 取り扱い、保管段階における注意の喚起（ガラス破損、感電など）
- Si系と非Si系の区別
- 鉛、その他有害廃棄物（非Si系の場合）の分離・除去
- Si系と非Si系の区別ができない場合は、非Si系のための処理技術を適用
- 有害廃棄物含有濃度を低減するための希釈、他物質との混合等の禁止
- ガラス混合物中の有害廃棄物含有濃度の上限
 - 鉛 : 100 mg/kg（乾重量）
 - カドミウム : Si系 1 mg/kg（乾重量）、非Si系 10 mg/kg（乾重量）
 - セレン : Si系 1 mg/kg（乾重量）、非Si系 10 mg/kg（乾重量）

Action of European・American PV module recycling promotion 欧米の太陽光モジュールリサイクル推進の取組み

米国における動向

国として具体的な施策は講じられていないが、様々な取組みが実施されている

カリフォルニア州

太陽光発電の導入が進み、有害物資対策としてPV処理に関する法案が成立

ワシントン州

太陽光発電モジュールの回収・リサイクルを求める法案が成立

US Solar Energy
Industries
Association : SEIA

2016年

PVモジュールのリサイクルプログラム発表

National Science
Foundation: NSF

2017年

Sustainability
Leadership
Standard for PV
Modulesが策定

Action of European・American PV module recycling promotion 欧米の太陽光モジュールリサイクル推進の取組み

US Solar Energy Industries Association : SEIA

2016年9月

PVモジュールのリサイクルプログラム発表



US Solar 将来の大量廃棄を見越した取組み
最終目標：「太陽光発電産業の埋立廃棄物ゼロ」



太陽光発電モジュールリサイクルの運営に必要なパートナーを選定し、
Contractを締結して取り組む・・・パートナー企業
ECS Refining , Green Century Recycling , First Solarなど

Action of European・American PV module recycling promotion 欧米の太陽光モジュールリサイクル推進の取組み

National Science Foundation: NSF

2017年10月

Sustainability Leadership Standard for PV Modulesが策定



第三者認証、製品認証、プログラム認証などの適合評価を行う非営利の組織が環境・持続性に配慮した製品を普及させるため、PVのライフサイクルの情報開示を求め、達成状況によりランキングを行う



ランキングのための指標例

回収製品からの資源回収率の達成度

加点1: ガラスの80%以上

加点2: ガラスの90%以上

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>