

# State-of-the-art recycling management including lithium-ion batteries from PV modules

**PVモジュールからリチウムイオン電池を含む最新再資源化マネジメント**

**May 13th , 2021 @Royal Thai Embassy**

**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**



# DGE-METI WG ON NEW ENERGY SYSTEMS

Grenoble, France  
February 11<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup>, 2020



In collaboration with:

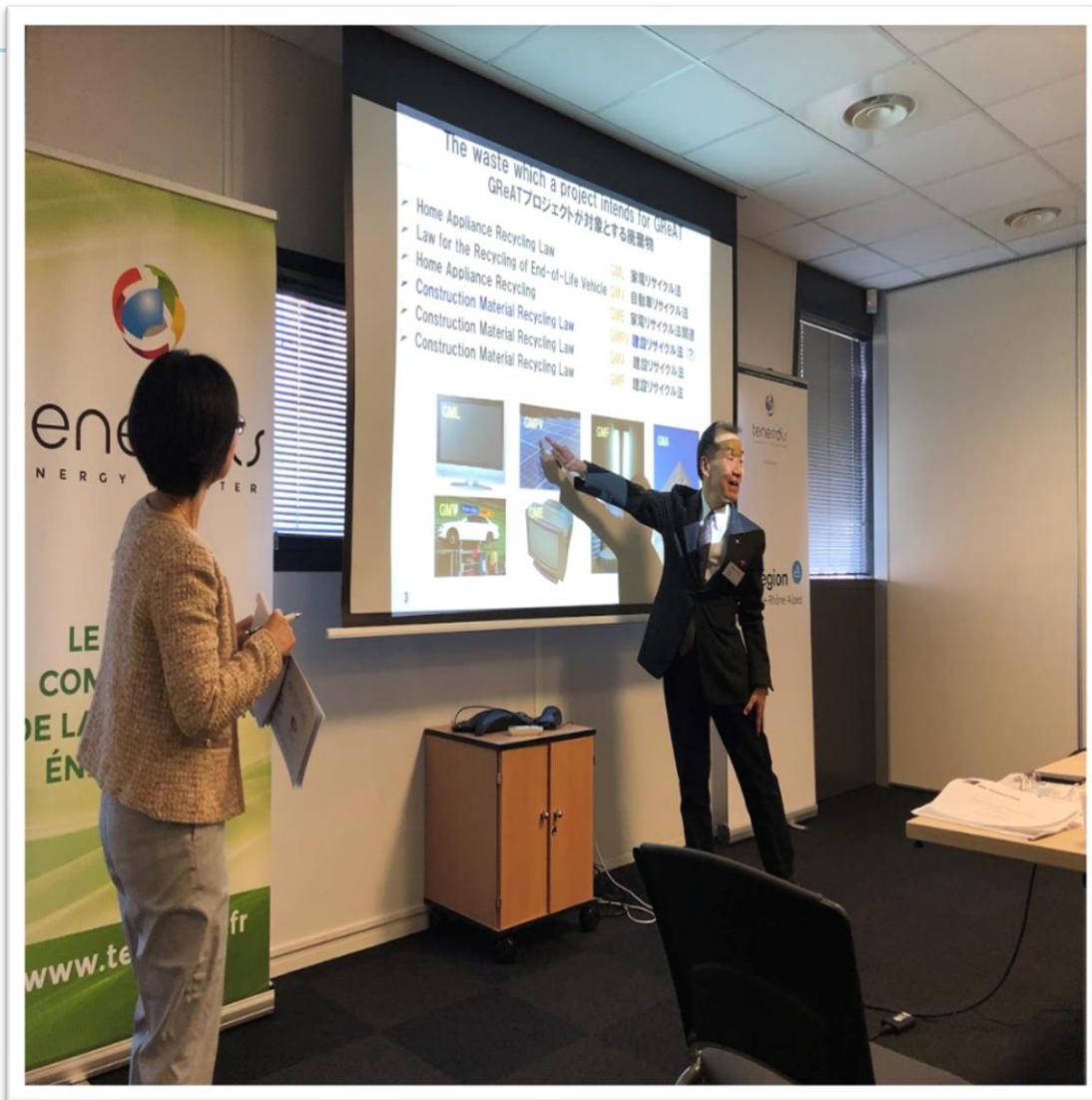


Time	Events	Place
<b>Tuesday 11<sup>th</sup>, February 2020</b>		
8.00	<b>Mandatory meeting point for bus pick-up - Hôtel d'Angleterre Grenoble Centre</b>	5 Place Victor Hugo
8.20-9.30	8.20-8.30 Welcome Coffee 8.30-8.40 Welcome by <b>Christophe FERRARI</b> , President of Grenoble-Alpes Métropole 8.40-9.00 Welcome by <b>Caroline MISCHLER</b> , Head of DGE delegation and <b>Masaomi KOYAMA</b> , Head of METI delegation - Presentation of the workshop 9.00-9.20 Presentation of the Grenoble Energy ecosystem by <b>Cyril ISABELLO</b> , Director of Innovation unit 9.20-9.30 Pictures and departure by bus	Grenoble-Alpes Métropole (GAM)  Le Forum 3 rue Malakoff 38031 Grenoble
10.00-13.30	<b>Hydrogen Sequence : Co-chair DGE/METI</b> <b>Visits of CEA infrastructures on hydrogen production and P2X (1hr)</b> <b>Presentations (1hr)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introduction to the CEA Liten new energy strategy (15')</li> <li>○ Presentation of the Valomé project – Vicat (20')</li> <li>○ GRDF hydrogen gas transportation by gas pipeline (20')</li> </ul> <b>Presentation of Japanese and French companies on hydrogen (10' each) + Q&amp;A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AD Venta, Ataway, Sylfen, H2sys</li> <li>○ Toyota, Iwatani, Panasonic</li> </ul>	 The Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA) 17 Avenue des Martyrs 38000 Grenoble
13.30-14.30	<b>Lunch buffet - BtoB</b>	CEA
14.30-15.30	<b>Green H2 production:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Visit of Engie Cofely installation of green H2 production on site <i>Bus transport mandatory to Air Liquide</i></li> </ul>	CEA
16.00-18.30	<b>Hydrogen: Air Liquide (Co-chair DGE/METI)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Security clearance (15')</li> <li>○ Presentation of hydrogen strategy (15')</li> <li>○ Presentation by Asahikasei (10')</li> <li>○ Workshop visits / discovery of activities: hydrogen and biogas / space (an example of expertise and use of hydrogen) and cryogenics (illustration production tool) (2hrs)</li> </ul>	 Air Liquide 2 Rue de Clémencière 38360 Les Côtes-de Sassenage
18.30-23.00	Dinner at Les Jardins de Sainte-Cécile - Return free time by public transport	18 Rue de l'Alma

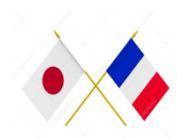


Wednesday 12<sup>th</sup>, February 2020

9.00	<b>Mandatory meeting point for bus pick-up - Hôtel d'Angleterre Grenoble Centre</b>		5 Place Victor Hugo
9.30-12.15	<p><b>Solar &amp; PV Recycling Sequence :</b> <i>Co-chair DGE/METI</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentation of the activities of the French national Institute on solar energy (LITEN) (30')</li> <li>➤ Presentation of companies (10') Q&amp;A - cards' exchanges</li> </ul> <p>-Rosi, ApollonSolar, SERMa, Wattway -Kaneka, NPC,GRCJ, Harita Metals</p>	<p><b>Biomass Sequence : Co-chair DGE/METI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Visit of La Poterne (boiler) presentation of the district heating network (60')</li> <li>○ Presentation on bio resource thermo-conversion technologies for energy and P2X application (CEA Liten) (20')</li> <li>○ Presentation of companies (10' each) on biomass - Q&amp;A - cards' exchanges</li> </ul> <p>-APIX, WAGA -Fuji Clean, Hokkaido University</p>	<p>Tenerdis 19 Rue des Berges 38000 Grenoble</p> <p>La Poterne 42 Chemin de la Poterne 38100 Grenoble</p>
12.30-13.30	<b>Lunch buffet - BtoB</b>		Schneider Electric
13.30-17.00	<p><b>Smart grid Sequence : Co-chair DGE/METI</b></p> <p>Introduction on Smart Grid followed by demos in show room and lab (90') :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Group 1:</b> New generation of Medium Voltage equipments: green (SF6 free) and digitally enabled (IoT)/ Software and analytics to manage DER (Distributed Energy Resources) integration on Grid.</li> <li>○ <b>Group 2:</b> Demand Side: Microgrid solution for prosumers</li> </ul> <p>Presentation of the Institut des Smart grids (5')</p> <p>Presentation of French and Japanese companies (10' each) + Q&amp;A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Enedis, Energypool, Exagan, Roseau tech, RTE / Cosmotech, INES, IFPEN</li> <li>○ Daikin, NEC, Nissan, Sumitomo Electric Industries, Mitsubishi Electric</li> </ul>		<p>Schneider Electric Site Technopole GreenOvalley</p> <p>Conference Room &amp; laboratories</p> <p>28 rue Henri Tarze 38000 Grenoble</p>
17.00-17.10	<b>Closing comments by DGE and METI</b>		
17.10-18.00	<b>BtoB between companies (Smart grids)</b>		Schneider Electric
18.00	<b>Bus back to train/bus station</b>		

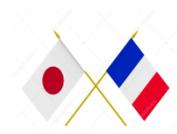


2月12日  
GRCJ 加藤プレゼン





2月12日  
ハリタ金属株式会社  
代表取締役  
張田 真 プレゼン

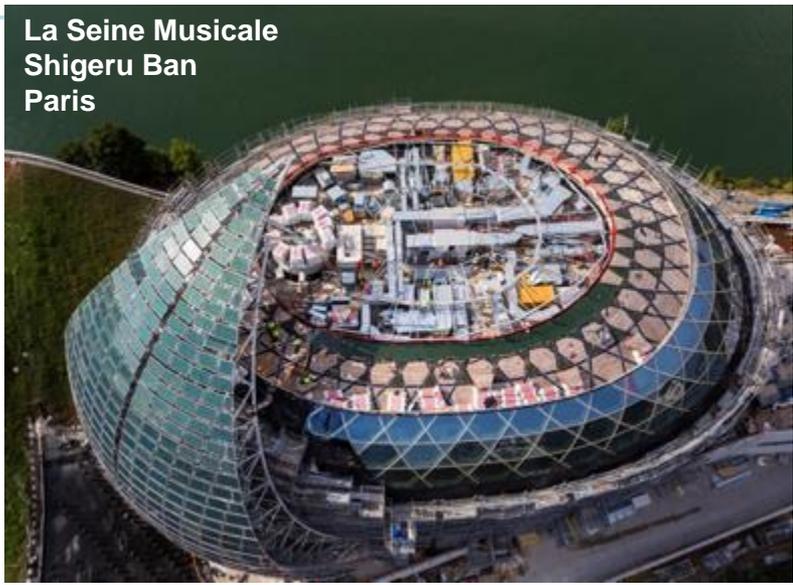




# Solar architecture to decarbonize the building industry BIPV



# High visibility projects from Oslo to Hong Kong BIPV





# Spread of Building Integrated Photovoltaics

## BIPV (建材一体型太陽光発電) の普及



An aerial photograph showing a vast solar farm installed in a hilly, forested region. The solar panels are arranged in neat, parallel rows across the slopes. A dirt road winds through the site, and a small building is visible near the center. The surrounding area is lush with green trees and vegetation.

メガソーラー事業  
Mega Solar

【新ひだかソーラーパーク】  
21.0MW・2018年3月完工

メガソーラー事業  
Mega Solar

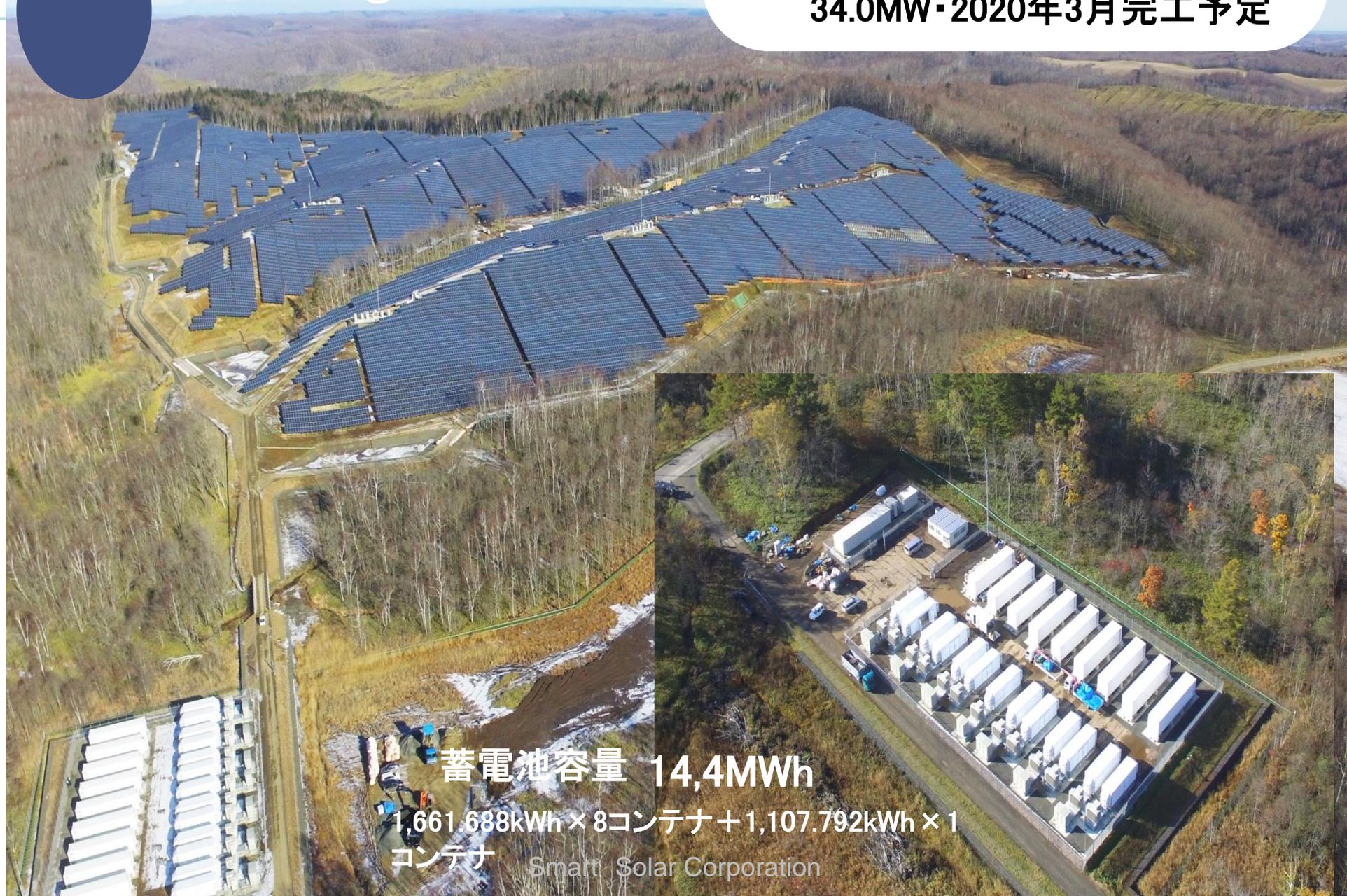


蓄電池容量 **9MWh**

1,661.688kWh × 8コンテナ + 1,107.792kWh × 1コンテナ

メガソーラー事業 Mega Solar

【釧路ソーラーパーク】建設中  
34.0MW・2020年3月完工予定



蓄電池容量 14,4MWh

1,661,688kWh × 8コンテナ + 1,107,792kWh × 1  
コンテナ

Smart Solar Corporation

メガソーラー事業

Mega Solar

【紋別メガソーラーパーク】建設中  
15.7MW 2020年2月完工

メガソーラー事業  
Mega Solar



蓄電池容量 **8.3MWh**

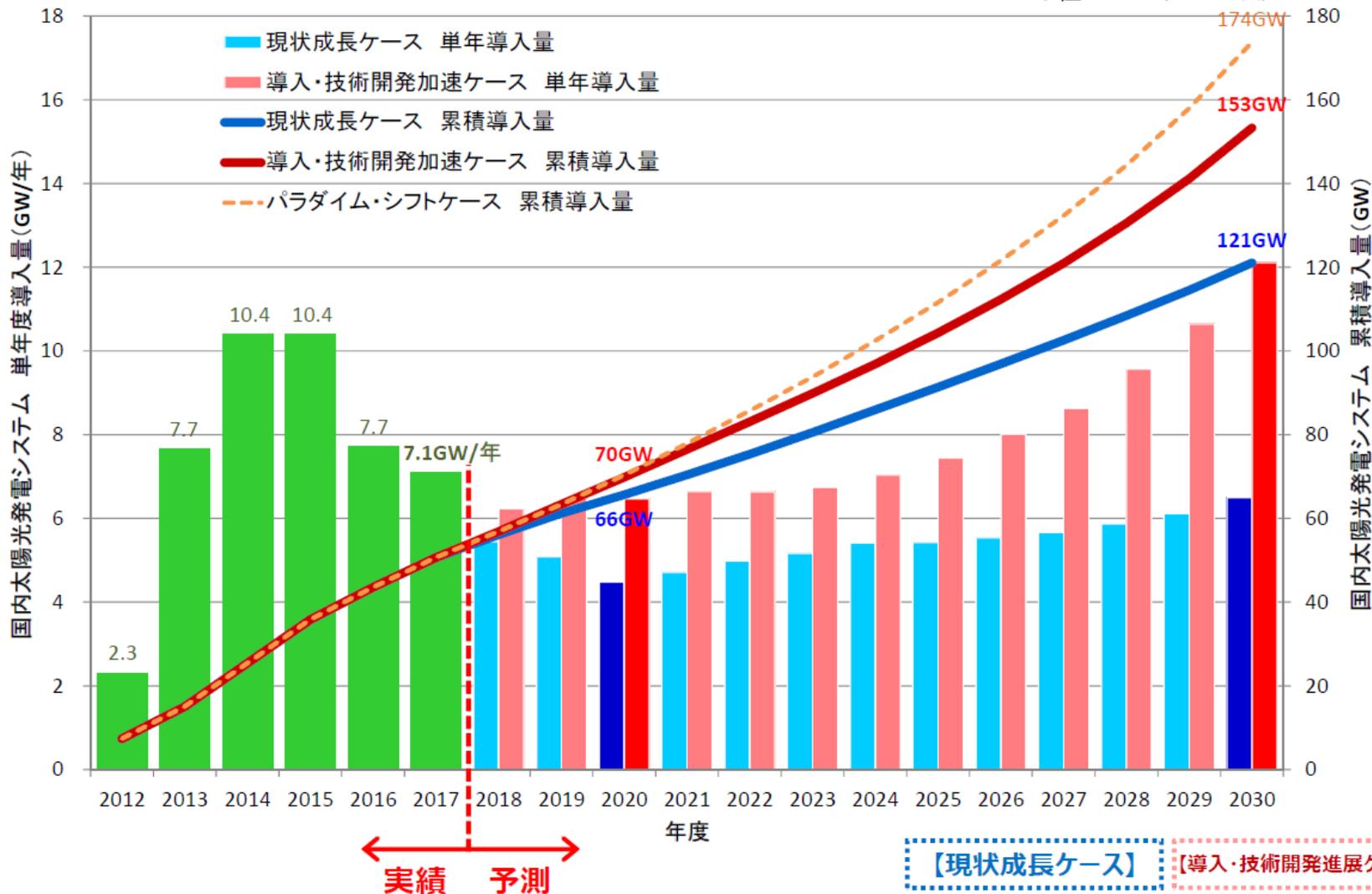
2,095.2kWh × 4コンテナ

# 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

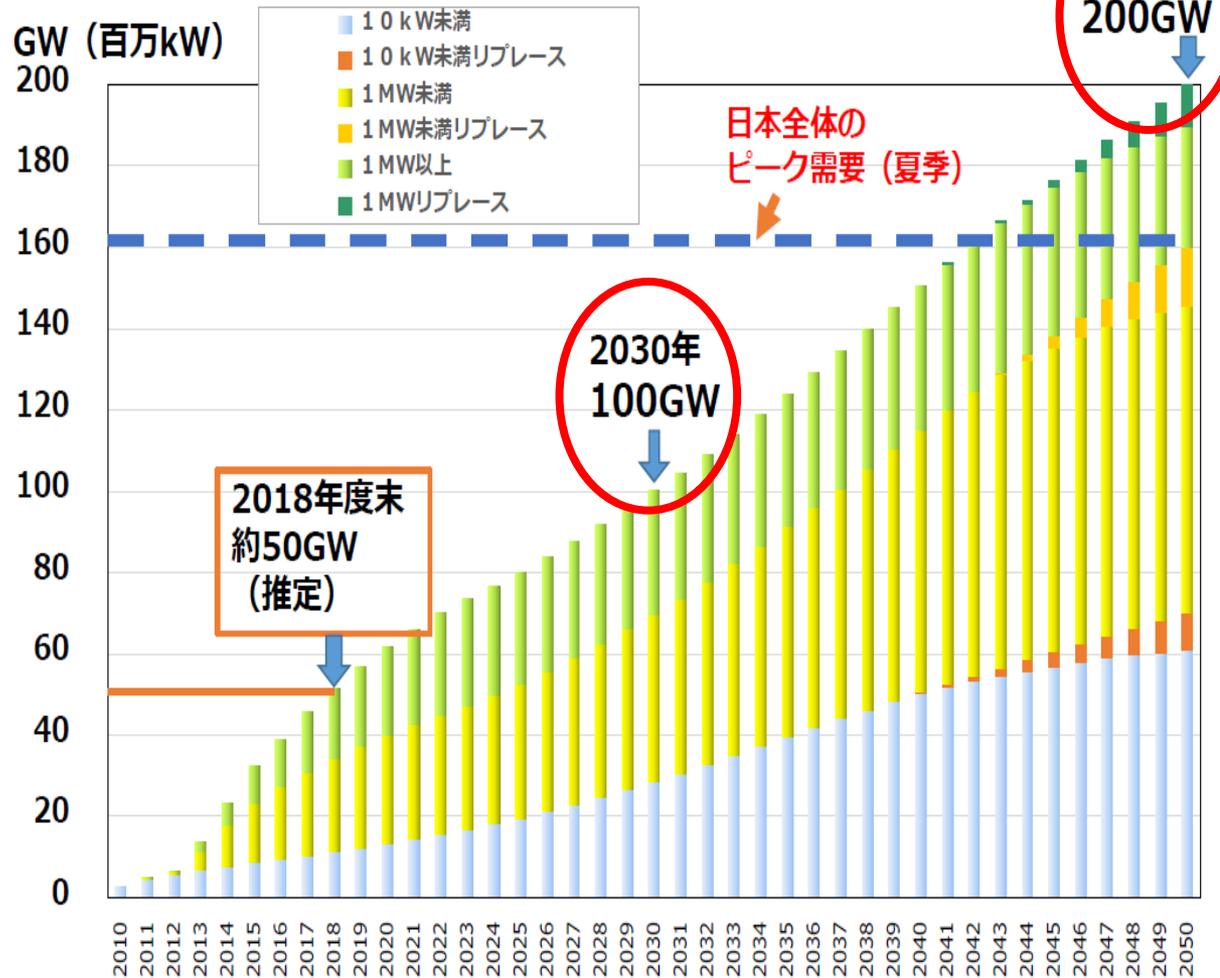
単位：GW (DCベース)



# 〈参考〉太陽光発電協会による国内累積稼働量目標

PV OUTLOOK 2050 : GHG80%削減を視野に

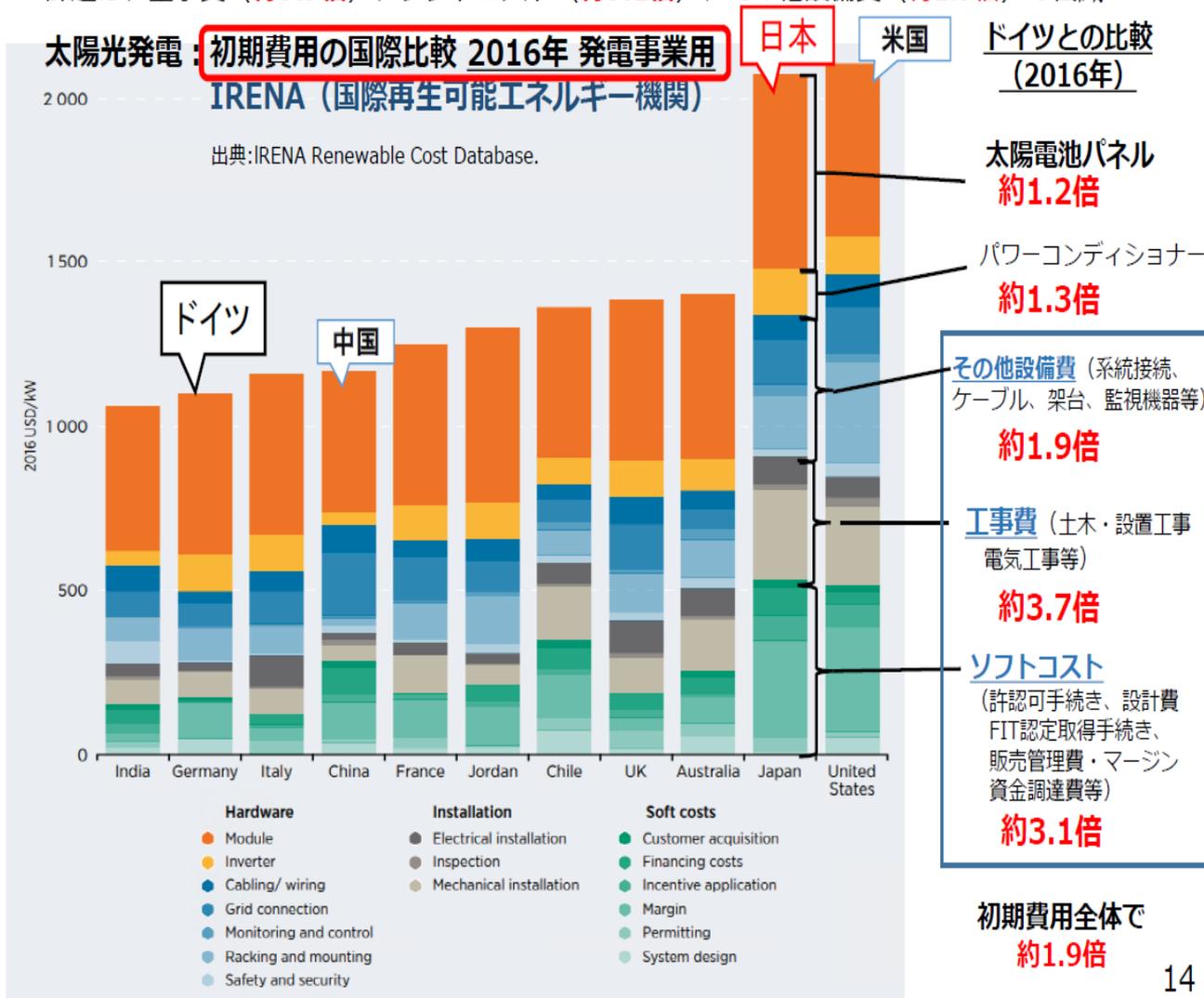
交流(AC)



## <参考> コスト競争力の向上（1）初期費用の低減が肝要

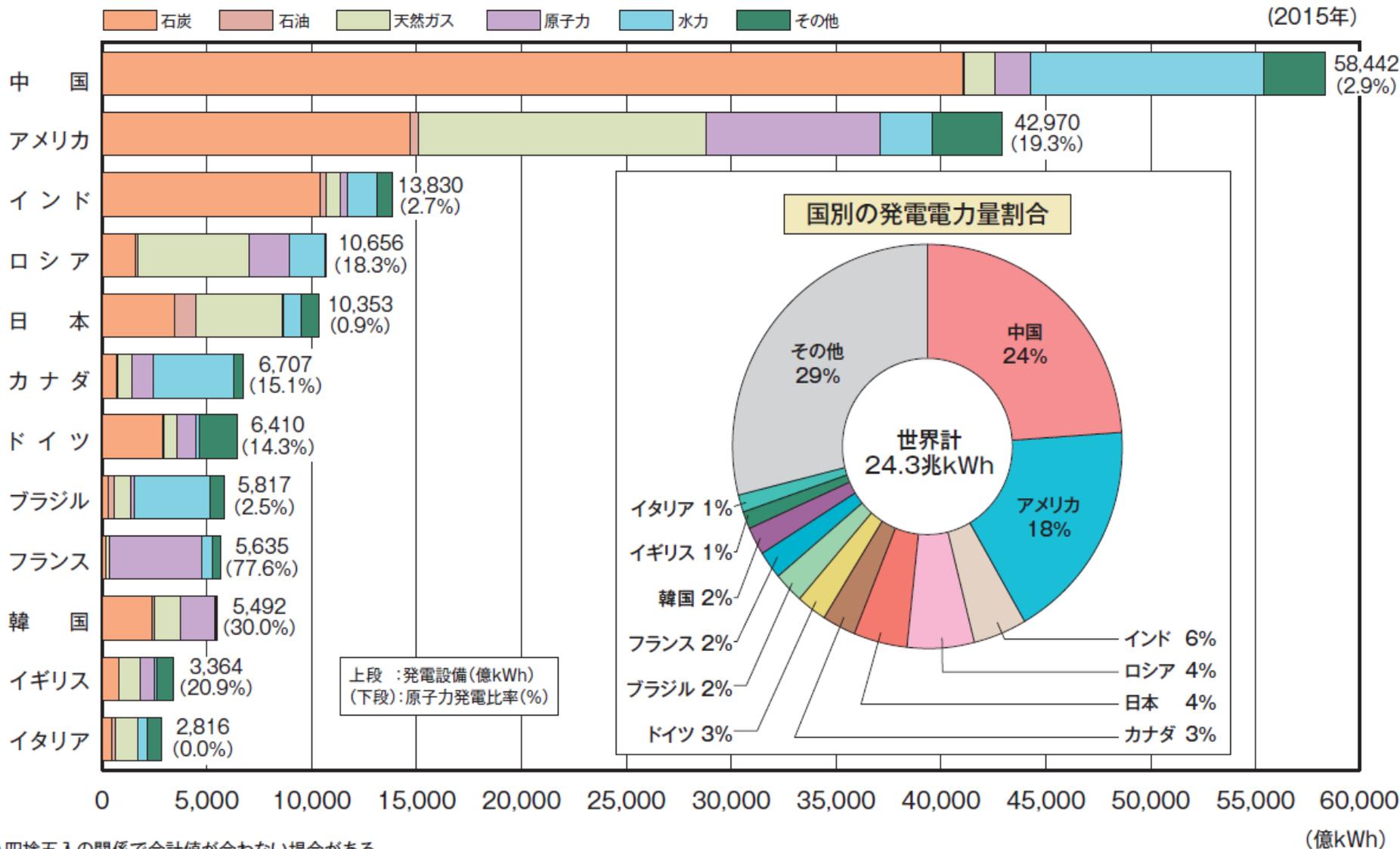
燃料費が不要な太陽光発電においては、初期費用が総コストの大半を占めている。

- 初期費用全体ではドイツと比較して**約1.9倍**。太陽電池パネルは**約1.2倍**（費用全体の3割弱）。
- 課題は、工事費（**約3.7倍**）、ソフトコスト（**約3.1倍**）、その他設備費（**約1.9倍**）の低減



# Generation electric energy and ratio of major country

## 主要国の発電電力量と割合

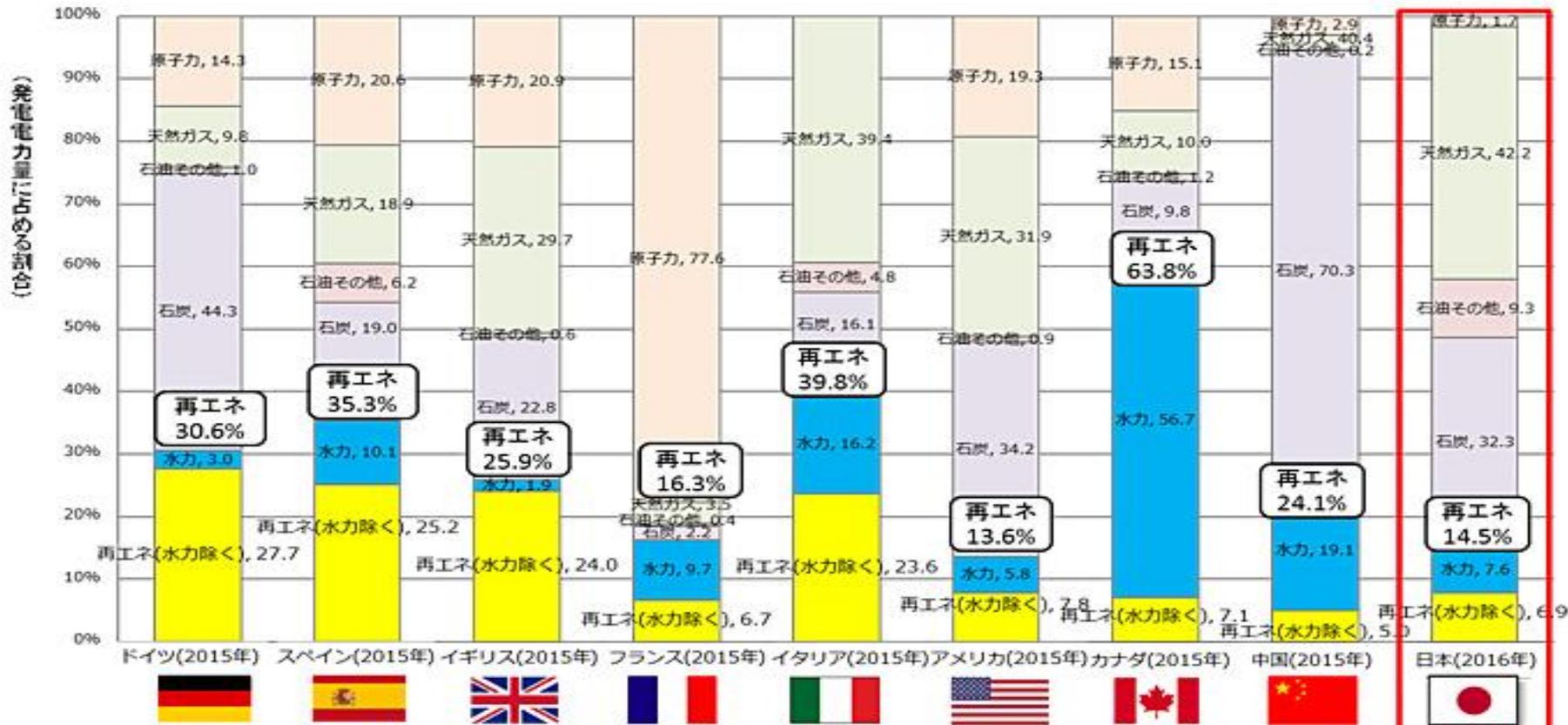


注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

# 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。

# Table of contents

## 目次

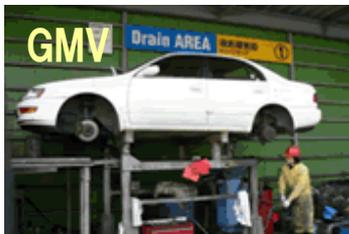
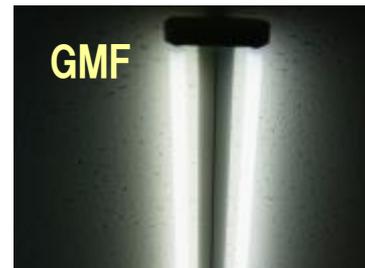
---

- Recycling of photovoltaic power generation module
- Recycling of Lithium Ion Battery
  
- 太陽光発電モジュールのリサイクル
- リチウムイオン電池のリサイクル

# 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、 キャラクシー	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

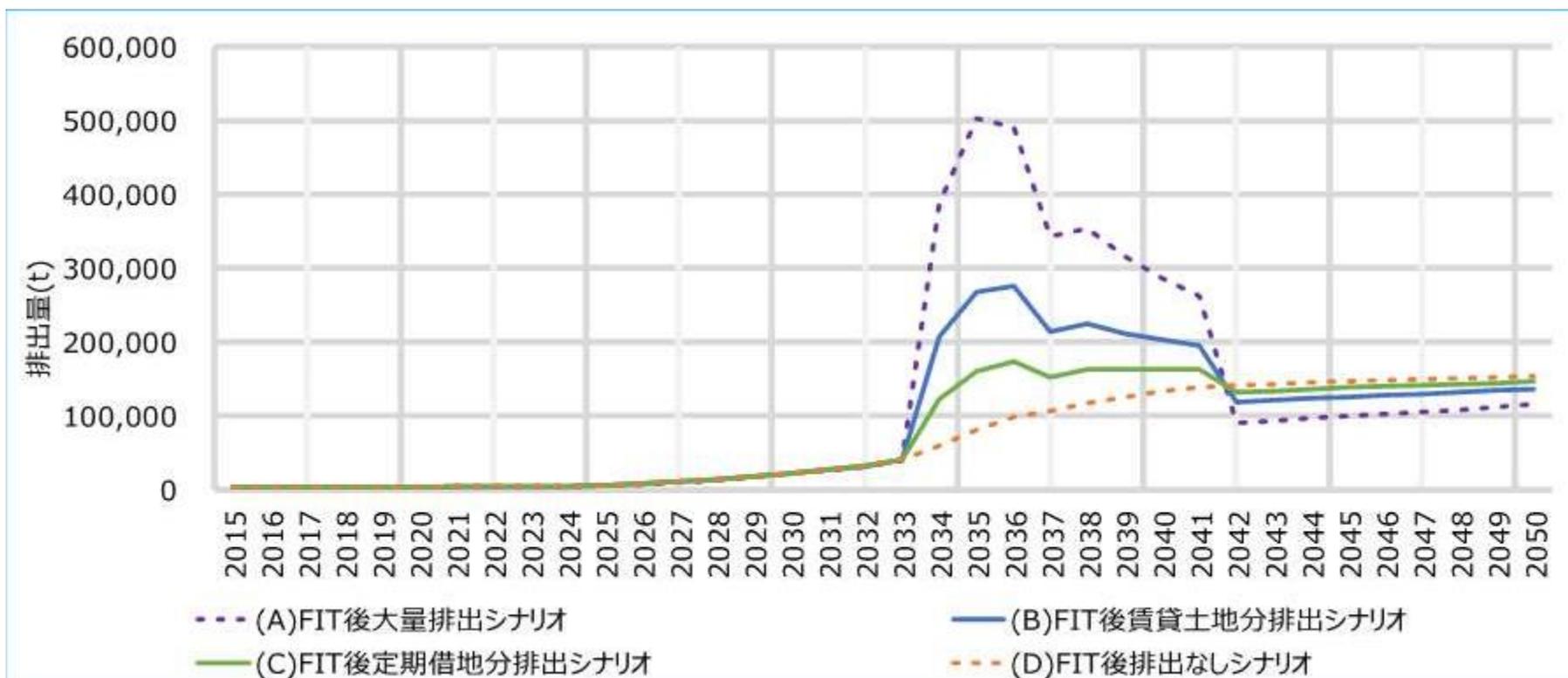
GMB	Bottle ビンガラス	GMA	Architectural 建築ガラス	GMV	Vehicle 自動車ガラス	GMF	Fluorescent 蛍光灯ガラス
GML	Liquid crystal 液晶板ガラス	GMPV	Photovoltaic 太陽光ガラス	GME	Electron tube 電子管ガラス	GMM	Medical 医療用ガラス
GMP	Planter 工芸用ガラス	GMC	Ceramic セラミックガラス	GMT	Table ware 食器ガラス	GMFI	Fiber 繊維ガラス
GMO	Optical 光学ガラス	GMQ	Quartz 石英ガラス				

### 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



	排出見込量 (B)、(C)	平成27年度の 産業廃棄物の 最終処分量に 占める割合
2020	約0.3万トン	0.03%
2025	約0.6万トン	0.06%
2030	約2.2万トン	0.2%
2036	約17~28万トン	1.6~2.7%

# 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

# 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

# PV Domestic market

## 国内太陽光発電（住宅用・産業用）の導入

### 2014年～2018年度 国内太陽光発電（住宅用・産業用）導入状況

（単位） 件数：千件 、 容量：MW 、 平均容量：KW

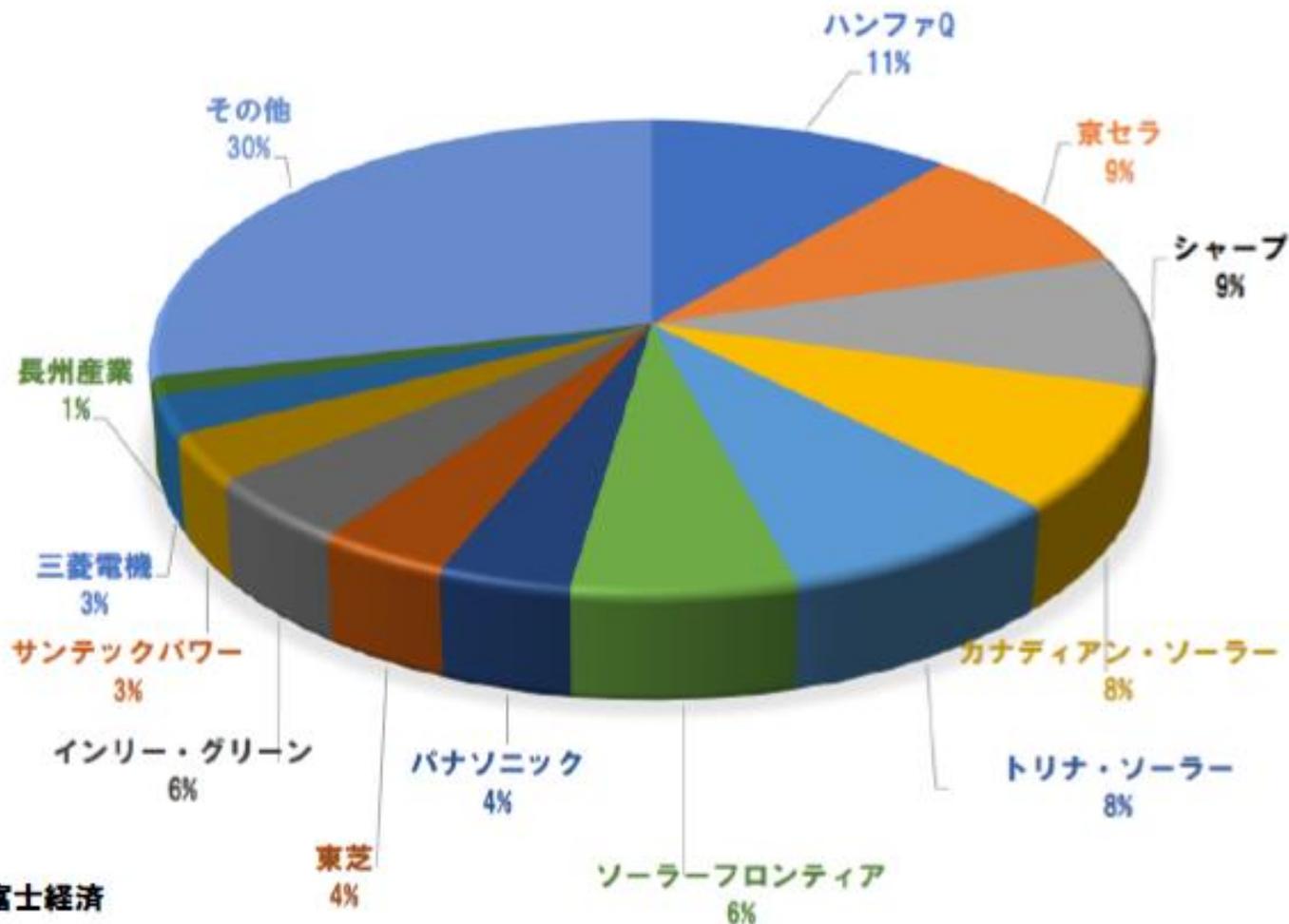
		平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	合計	全体に占める割合
		2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度		
住宅用 10KW未満	導入件数	1,905	2,083	2,244	2,377	2,524	11,133	83%
	導入容量	7,786	8,654	9,454	10,122	10,860	46,876	25%
	平均容量	4	4	4	4	4	4	
産業用 10KW以上	導入件数	284	401	473	527	582	2,267	17%
	導入容量	15,270	23,577	29,015	33,788	38,687	140,337	75%
	平均容量	54	59	61	64	66	62	
合計	導入件数	2,189	2,484	2,717	2,904	3,106	13,400	100%
	導入容量	23,056	32,231	38,469	43,910	49,547	187,213	100%
	平均容量	11	13	14	15	16	14	

出典：経済産業省の資料をもとに作成

# PV Domestic market share

## 太陽光発電 2018年 国内市場全体シェア

### 国内市場向け出荷の全体シェア・・・ブランド別

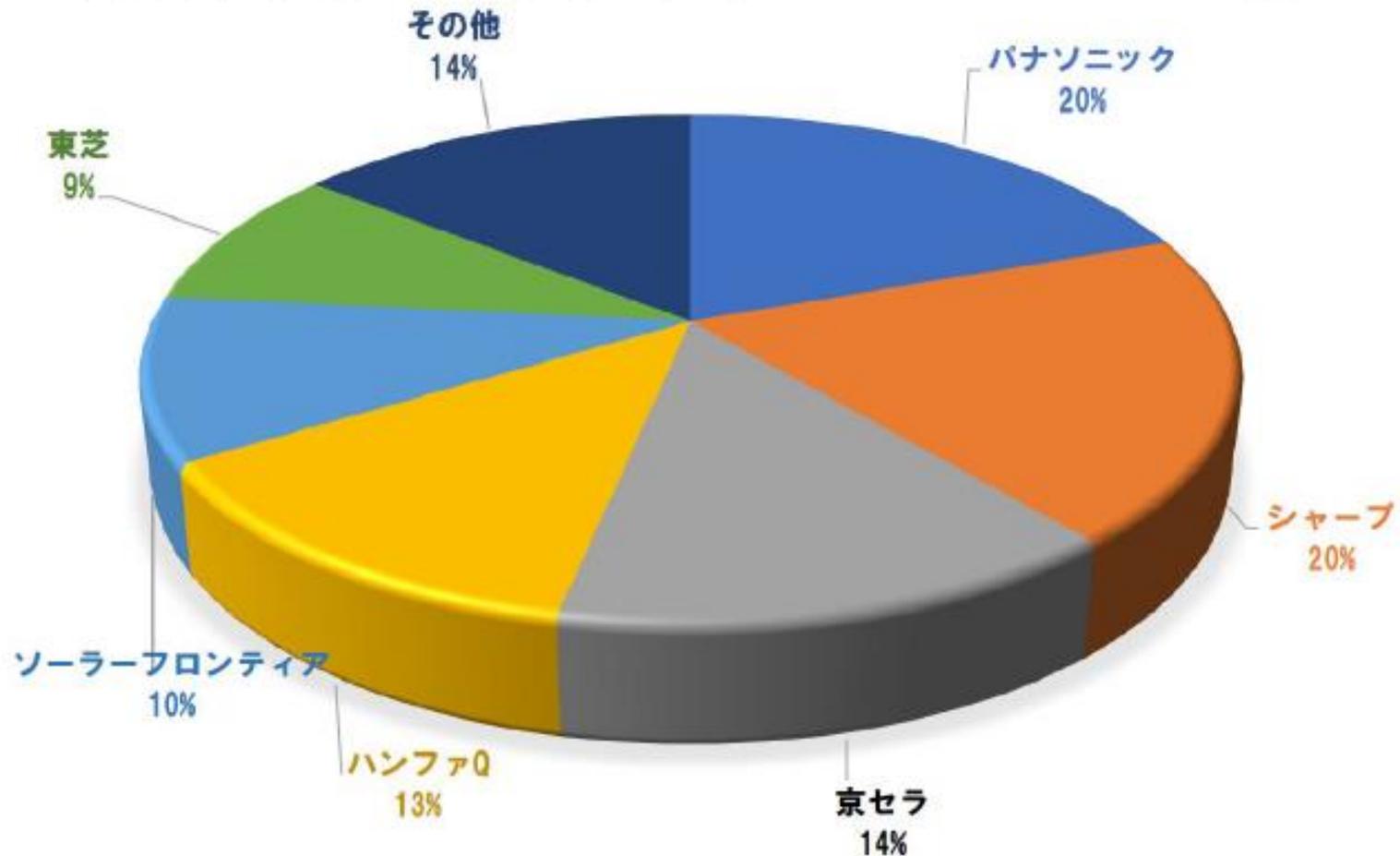


出典: 富士経済

# PV Domestic market share

## 太陽光発電 2018年 国内市場住宅用シェア

### 国内市場向け出荷 住宅用のシェア・・・ブランド別



出典: 富士経済

# 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

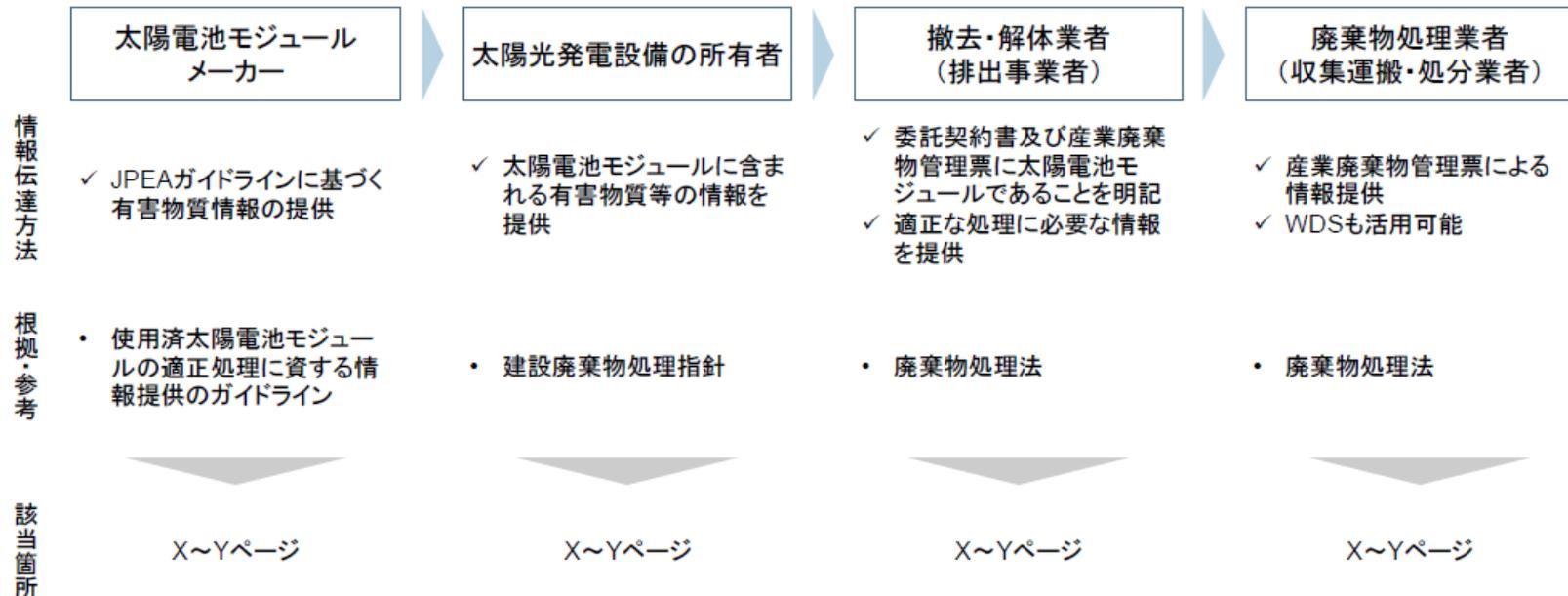
# Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

## 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      ⑤. 出力ケーブル</p> <p>⑥. 端子箱      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      ⑦. 出力ケーブル</p> <p>⑧. 端子箱      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      ⑦. 出力ケーブル</p> <p>⑧. 端子箱      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>

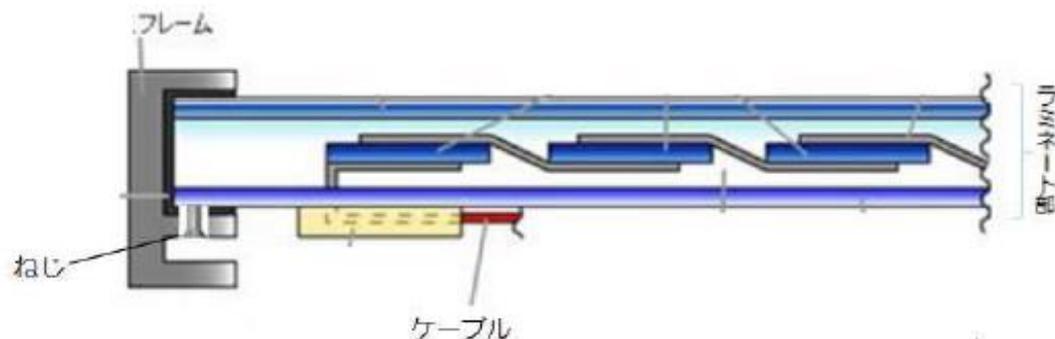


図 情報提供のガイドラインで示される4つの部位イメージ

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）。

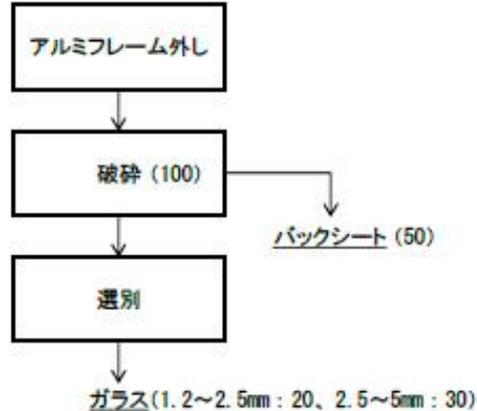


図 簡易プロセスフロー  
(数値は代表的なマテリアルバランスを示す)



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。

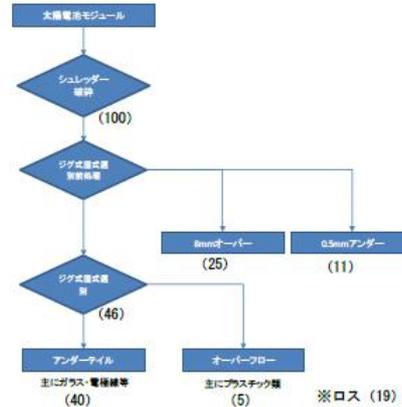


図 ローダーでシュレッダーに投入



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

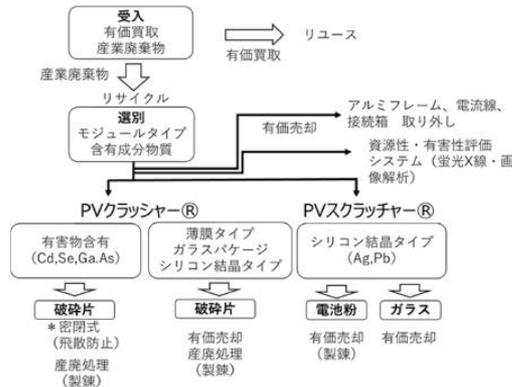
C社では、太陽電池モジュールのタイプや含有成分の違い等にかかわらず、ほぼ全ての使用済太陽電池モジュールの適切な処理が可能なプロセスを導入している。

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。

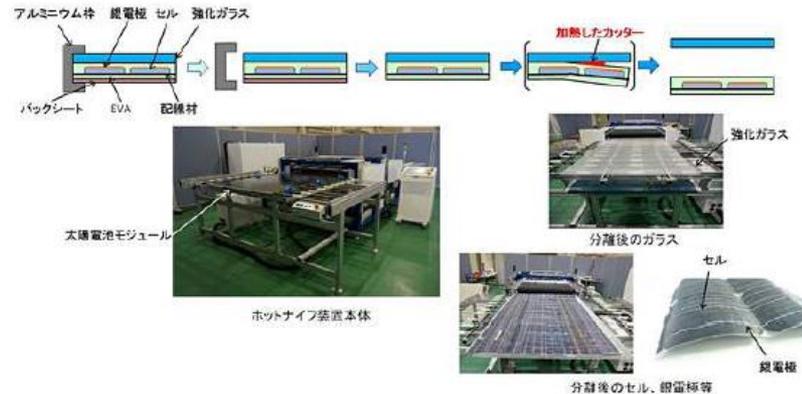


表 NEDO 平成 29 年度「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」実施テーマ一覧

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

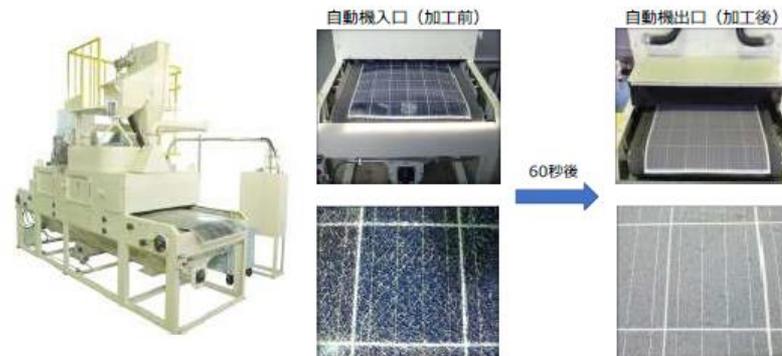
参考技術⑤：プラスト工法による太陽電池モジュールのカバーガラス剥離技術

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

## 6-2. 太陽光発電設備の性状

廃棄物資源循環学会物質フロー研究部会にて検討された標準分析法をベースとして、国内、国外の計 189 サンプルにつき、太陽電池モジュールの含有量試験を実施したところ、鉛、銅、すず、銀といった物質が含まれていることが判明しました。

表 含有量試験結果

種類	調査年	部位	含有量試験結果 (mg/kg)																
			Pb	Cd	As	Se	Ti	Co	Be	Sb	Te	Cu	Zn	Sn	Mo	In	Sr	Ag	
太陽電池	国内	～1999	フロントカバーガラス	25	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			EVA・樹脂・バックシート	1900	3	<1	<1	<1	<0.5	<1	89	<1	4500	220	1900	4	1	17	6200
		2000～2009	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			電極	11000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1600	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	20	<1	320	51	1700	3	<1	15	4300
	2010～	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
		電極	11000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1600	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
		EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	10	<1	860	40	1700	3	3	7	5300	
	海外	2000～2009	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			電極	11000	<1	<1	<1	<1	<1	1600	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	96	29	18000	170	1700	7	400	6	1400
2010～		フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
		電極	11000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1600	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
		EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	9	<1	48	12	28	2	<1	<1	180	
太陽電池	国内	2000～2009	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			EVA・樹脂・バックシート	1900	3	14	<1	<1	<0.5	<1	57	7	5800	140	14000	3	1	7	17000
	海外	2012～	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	14	<1	<1	<0.5	<1	35	7	890	340	240	5	1	4	2800
51種試	国内	2000～2009	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	14	<1	<1	<0.5	<1	5	<1	46	97	41	2	<1	3	290
	海外	2012～	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	19	<1	<1	<0.5	<1	300	100	2900	270	1900	5	3	5	2700
化学物	国内・海外	2007～2010	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	10	<1	<1	<0.5	<1	170	18	200	51	1700	5	<1	3	3300
	51種試	国内	2000～2009	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
				電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
				EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	10	<1	<1	<0.5	<1	81	2	13	20	10	2	<1	1
51種試	国内	2000～2009	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	10	<1	<1	<0.5	<1	2	<1	4200	890	890	6	<1	2	180
化学物	国内・海外	2007～2010	フロントカバーガラス	330	<1	<1	<1	<1	2100	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			電極	110000	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
			EVA・樹脂・バックシート	1900	<1	10	<1	<1	<0.5	<1	1600	470	4500	500	450	180	300	53	11

1～100mg/kg      100～1000mg/kg      1000～10000mg/kg      10000mg/kg～

出典：「平成 25 年度 使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル促進調査委託業務 報告書（環境省）」

# 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。

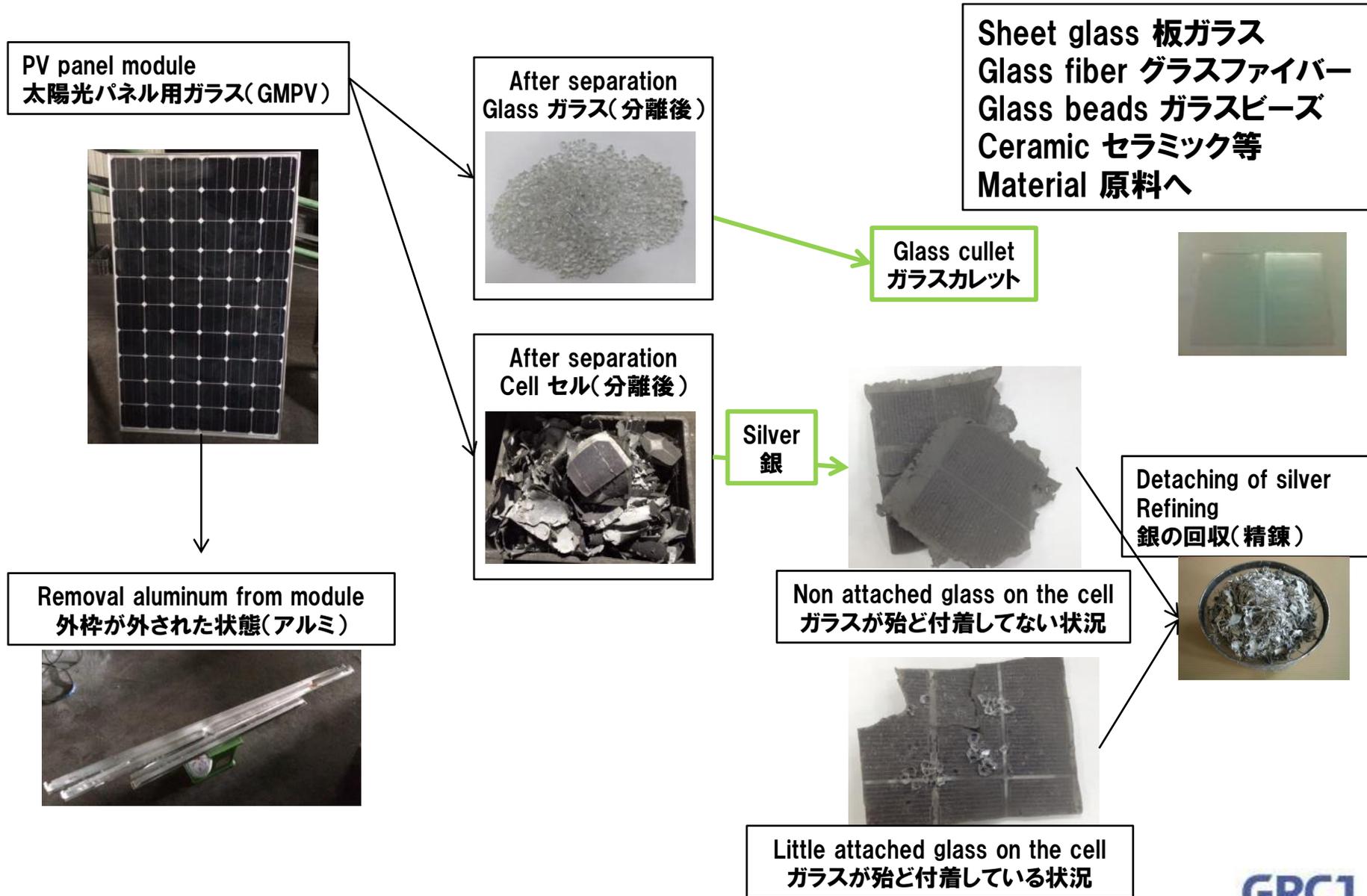


図 太陽電池モジュールの外観検査



図 リユース品を使用した発電所

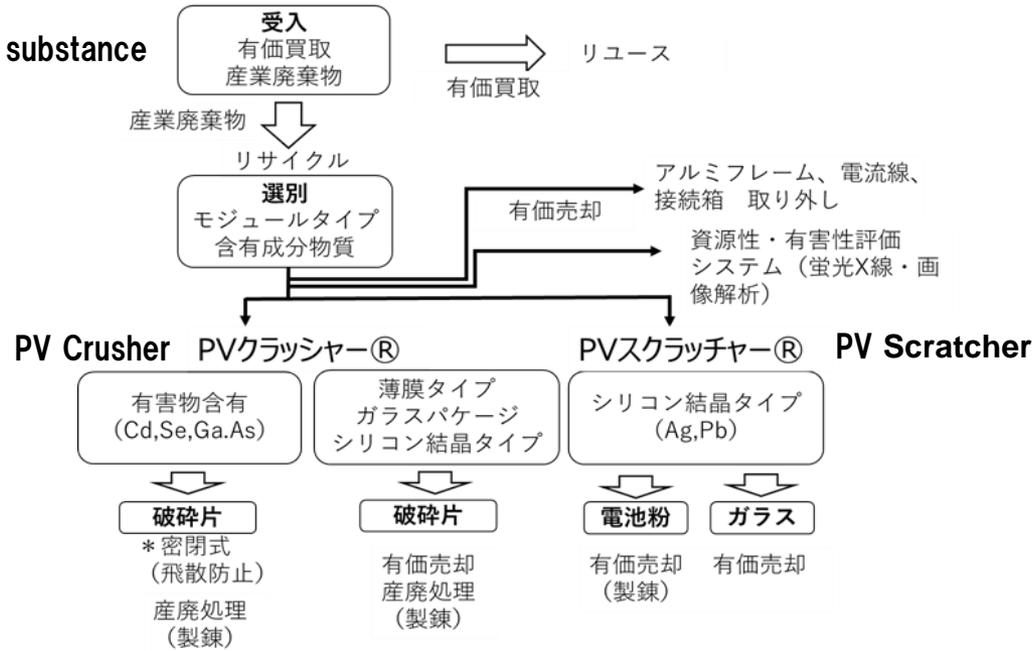
# Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル



# 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

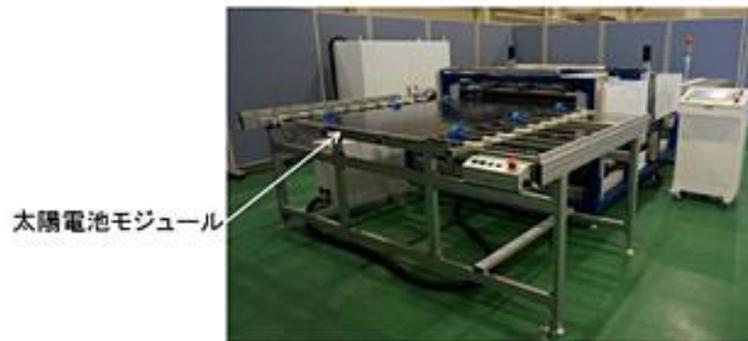
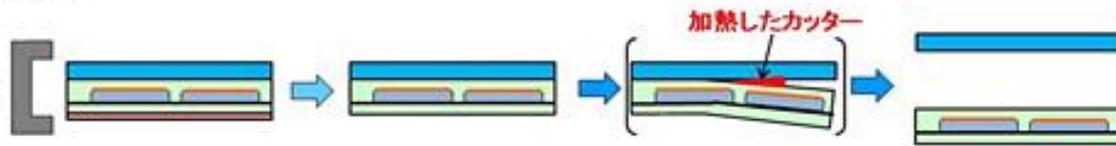
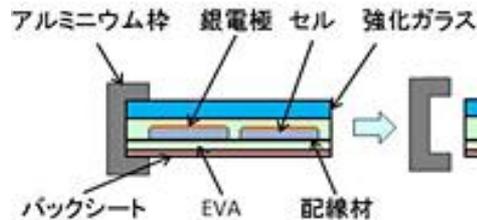
# Glass verification tests of the PV panel (By Hamada , NPC)

## 太陽光パネルのガラス実証試験(浜田 , エヌ・ピー・シー)

### 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。



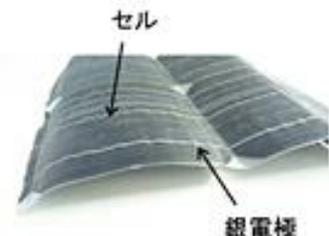
ホットナイフ装置本体



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

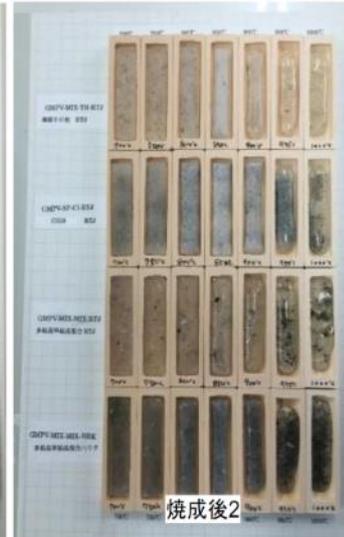
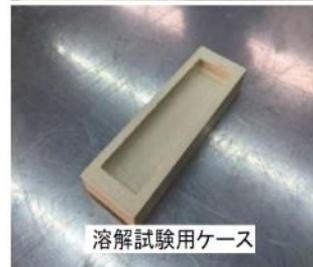
3mmガラスカレット	①多結晶(メーカー混合)
	②単結晶(メーカー混合)
	③-1薄膜(アルミナ系)
	③-2薄膜(その他)
	④CIS/CIGS系(メーカー混合)
	①②-1単結晶・多結晶(混合)
①②-2単結晶・多結晶(混合)	

#### ➤ 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

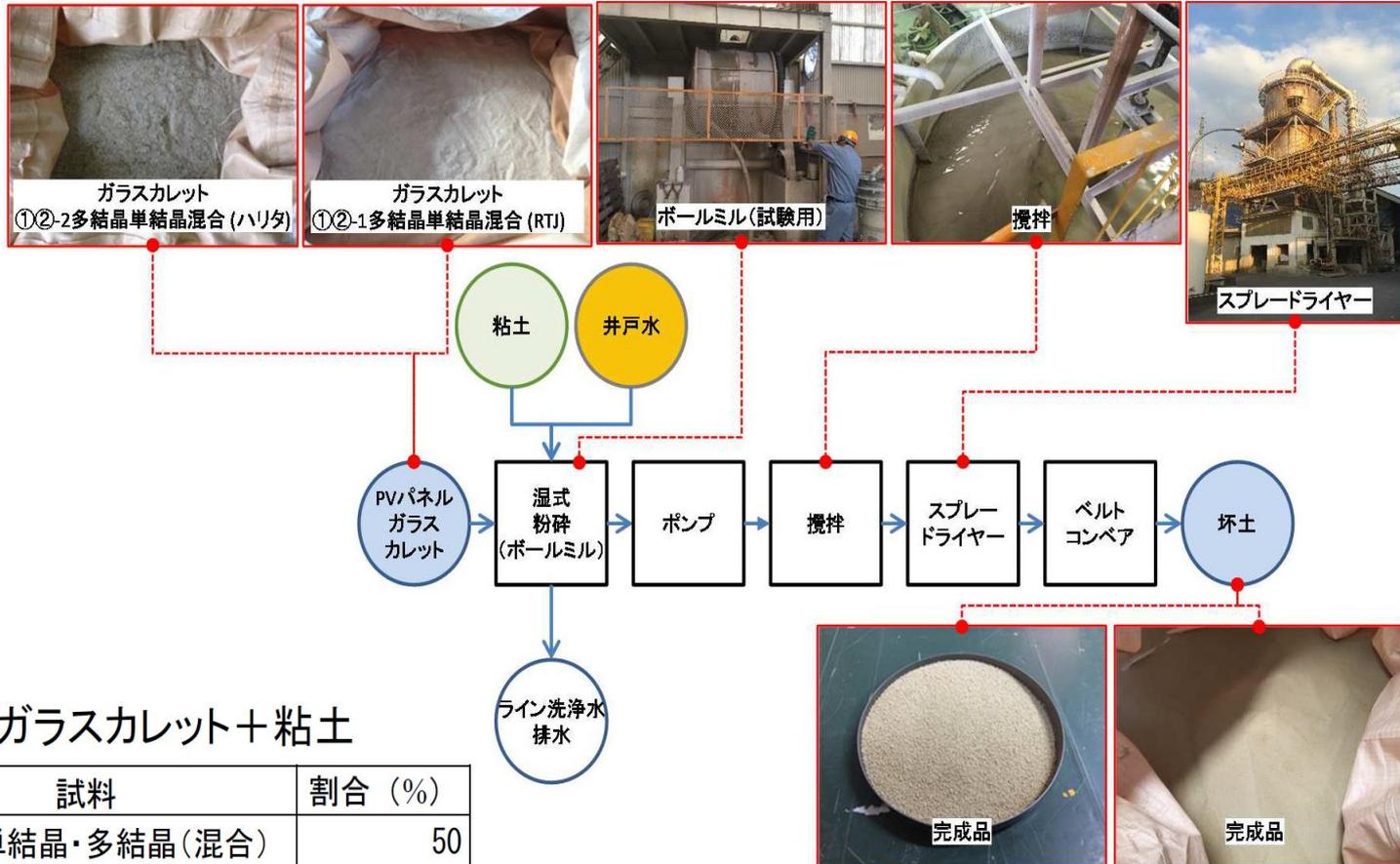
- 溶解温度帯が高い順に④>③-1,③-2>その他となった。
- 焼成前には目立たなかった異物が、加熱温度によっては焼成後に広がり目立つようになった。
- 850°Cから明らかに角が丸くなり、収縮したため、焼成後の収縮を考慮して温度と焼成時間を設定する必要がある。



# 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%)

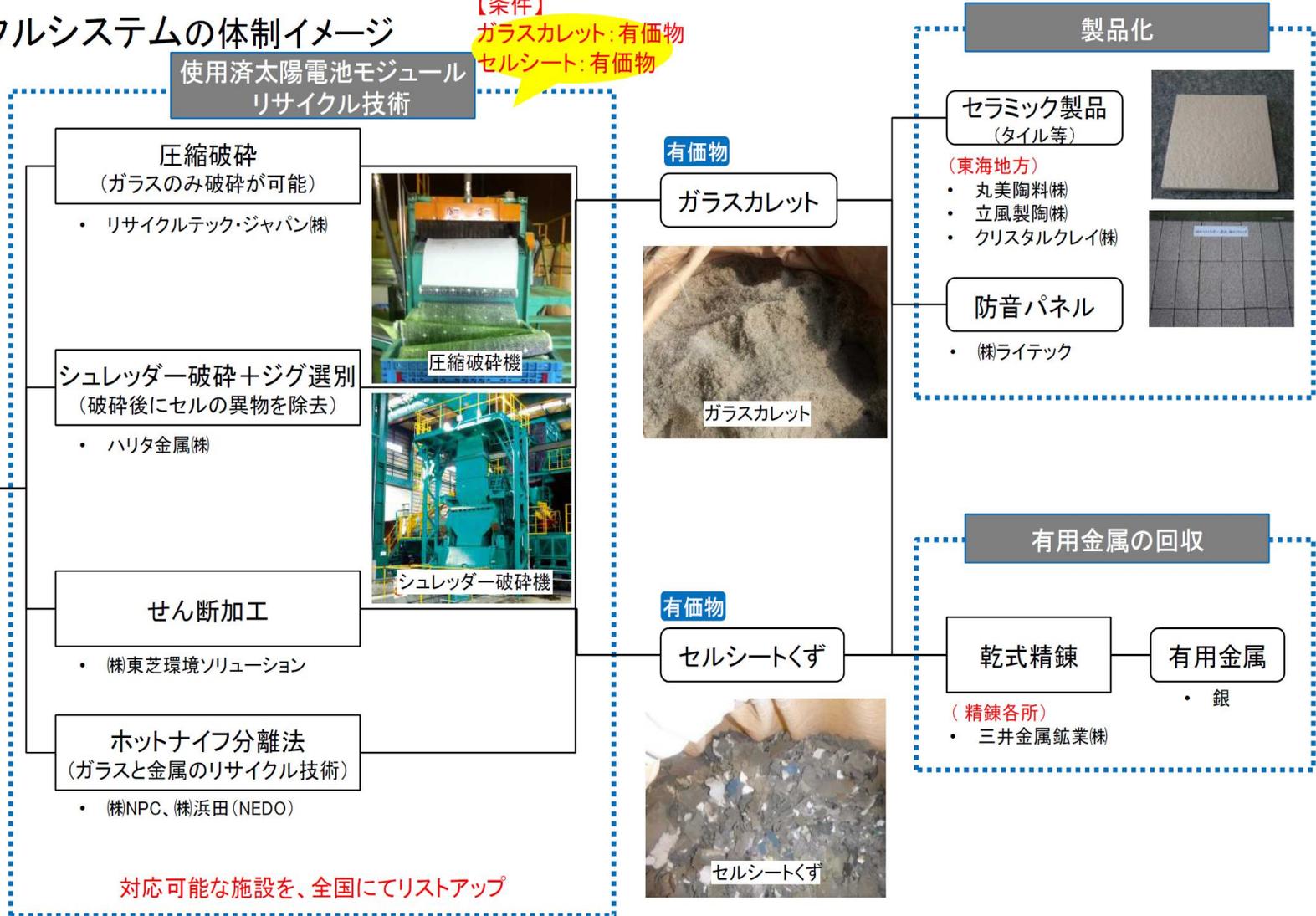
# Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル

## 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



**GRCJ**  
The Glass Recycling Committee Of Japan

使用済  
太陽電池モジュール  
(リユース不適品)



# PVリサイクルハンマー

(GRCJ推奨システム)

**TIGER**グループ  
株式会社チヨダマシナリー



アルミ枠外し装置

処理能力 約400枚/日



ガラス分離装置

処理能力 約200枚/日

## ■製品の特長

すぐれたコスト  
パフォーマンス

シンプルな  
構造

省スペース化  
を実現

破損・変形した  
パネルに対応

ガラスは  
カレット状で  
回収

ガラスは一度  
でほぼ完全に  
分離

**TIGER**グループ・関連会社

株式会社タイガーマシン製作所

株式会社チヨダマシナリー

株式会社タイガーチヨダマテリアル

株式会社鳥取再資源化研究所

# PVリサイクルハンマー処理フロー

## リサイクルの流れ



アルミ枠外し



プレヒート



ガラス部の分離



端子ボックス

アルミ枠

ガラス

バックシート類

アルミ枠はほぼ  
曲がらずに取り  
外しが可能

スクラップ会社等  
(有用金属の回収)

ガラスファイバー：断熱材や再生ガラス原料  
セラミック化：クリスタルクレイ等に活用  
再生骨材化：舗装用コンクリートブロック  
発泡ガラス：ポーラスα等

精錬会社等  
銀等の有用物質の回収)

# PV Recycling Hammer

(recommended by GRCJ)

Tiger-Chiyoda Machinery Co.,Ltd.



Aluminum Frame Removing Device  
Capacity: approx. 400 panels/8 hours



PV Recycling Hammer  
for removing glass from cell sheet  
Capacity: approx. 300~400 panels/8 hours

## ■ Equipments Features

- High Cost Performance
- Simple Structure
- Compact
- Damaged Panels can be processed
- Removed Glass comes out in cullet
- Almost all Glass can be removed

## TIGER Group/Related Companies

TIGER MACHINE Co.,Ltd.  
TIGER-CHIYODA MACHINERY  
Co.,Ltd.

TIGER-CHIYODA MATERIALS  
TO, LTD. TORI RESOURCE  
RECYCLING Inc.

# Processing by PV Recycling Hammer

Disposed PV Panels

Removing Aluminum Frames

Pre-Heating

Removing Glass



Junction  
Boxes

Aluminum  
Frames

Glass

Cell Sheets

Scrap Recycling  
Companies  
Metal Recycling  
Companies

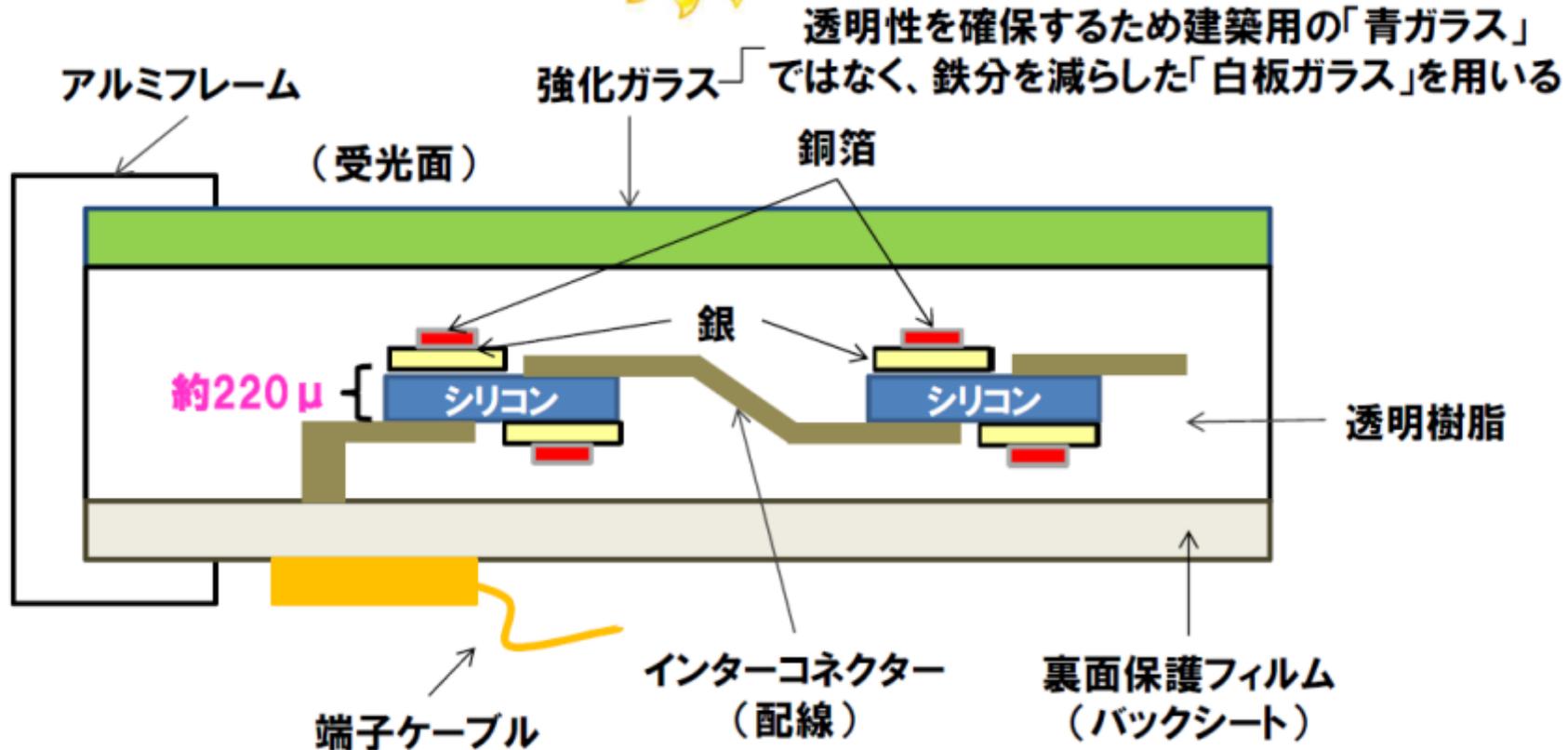
Used as materials for;  
Glass fiber, Insulation material,  
Foam glass, Ceramic clay  
Recycled aggregates for concrete  
pavers, blocks, etc.

Smelting Companies  
Rare Metal Recycling  
Companies

# 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



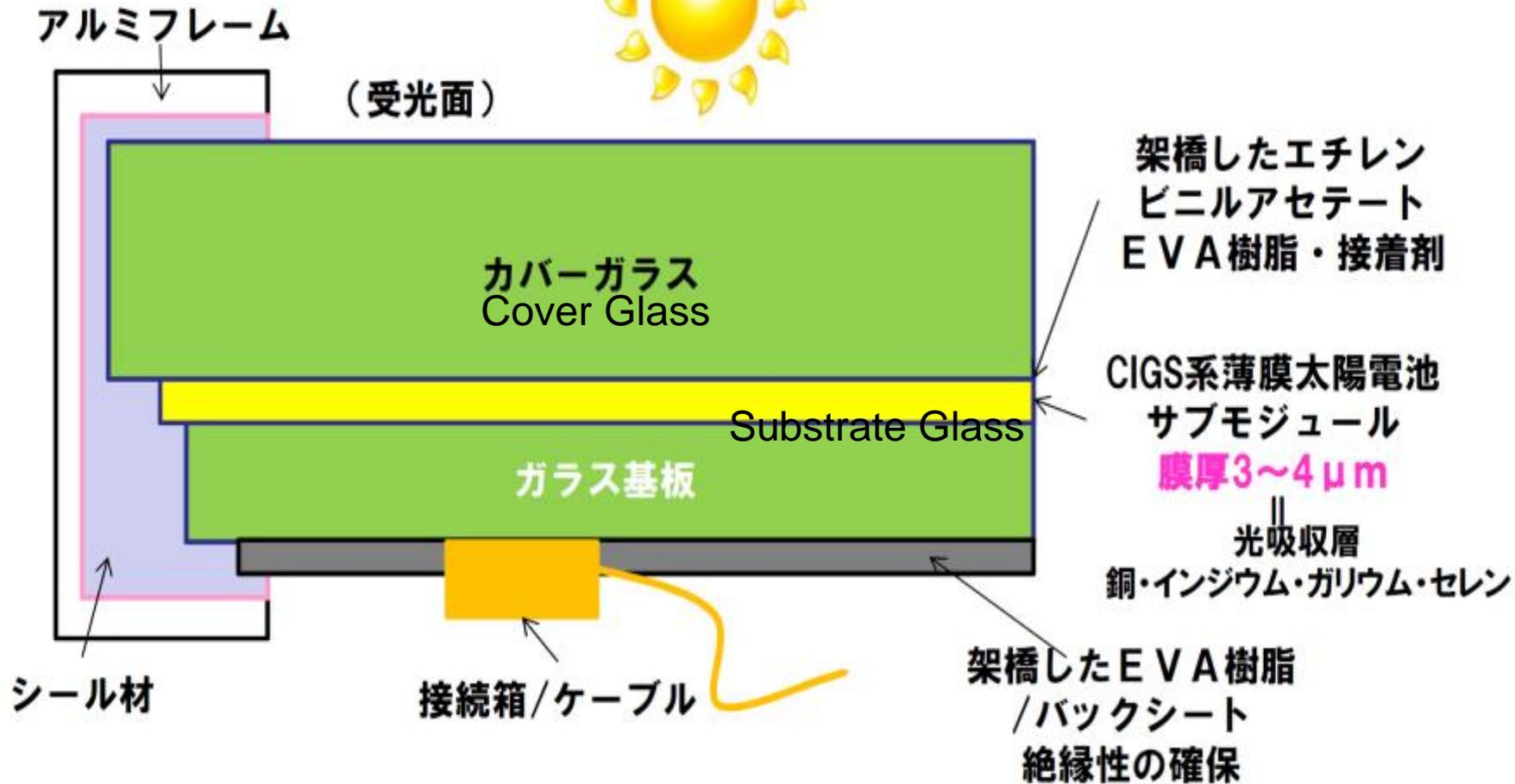
# Cross section view of thin film PV

## 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。

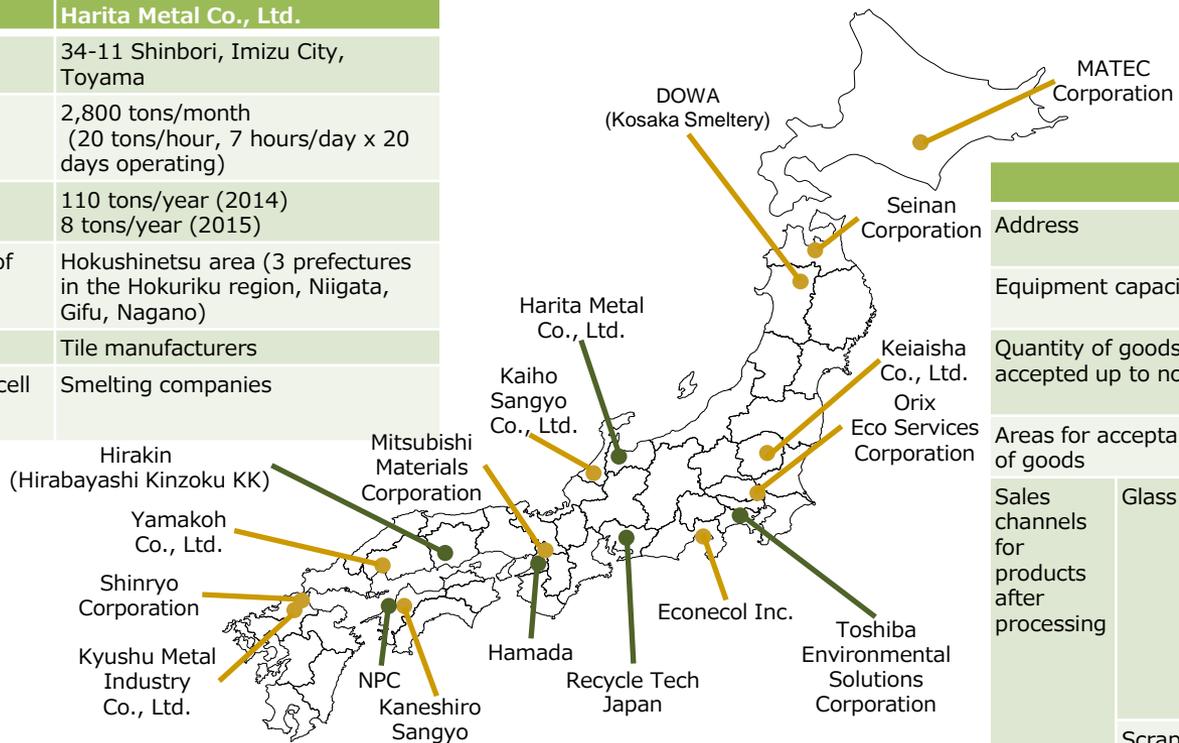
セラミックタイル化が可能な施設は、東海の窯業が盛んな地域に集中しているため、運搬コストを考慮すると、まずは関東、中部、近畿地方にて排出された使用済太陽電池モジュールのリサイクル用途となるのではないかと考えられる。

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 GReAT6)

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

		<b>Harita Metal Co., Ltd.</b>
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



		<b>Toshiba Environmental Solutions Co.</b>
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

		<b>Hamada Co., Ltd. / NPC Inc.</b>	
Address		2889 Nishihabu-machi, Matsuyama-shi, Ehime	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

		<b>Recycle Tech Japan Co., Ltd.</b>
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](mailto:Product.jp@trinasolar.com)

# 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。

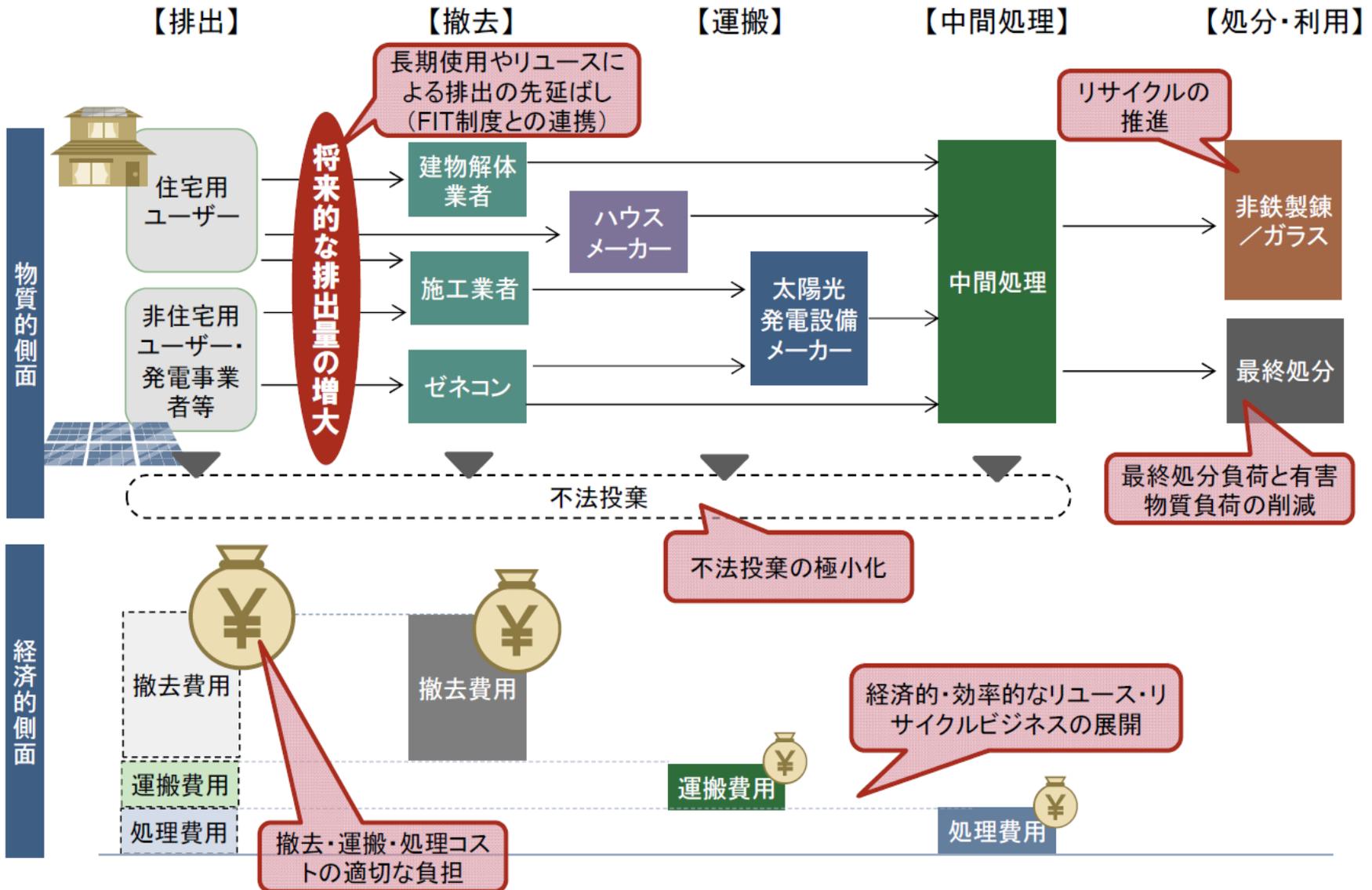
現在、FIT 制度の調達価格には既に廃棄費用が含まれており、事業計画策定ガイドラインにおいても、事業終了時の廃棄のために計画策定時に廃棄費用やその積立額を記載することを求めています。また、総合資源エネルギー調査会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会の中間整理（2018年5月）においては、アクションプランとして、資源エネルギー庁が2018年度中に「現行のFIT制度の執行強化にも取り組み、廃棄費用の積立計画・進捗報告の毎年の報告を義務化し、それを認定事業者の情報として公表するほか、必要に応じて報告徴収・指導・改善命令を行う。」こととされています。

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。

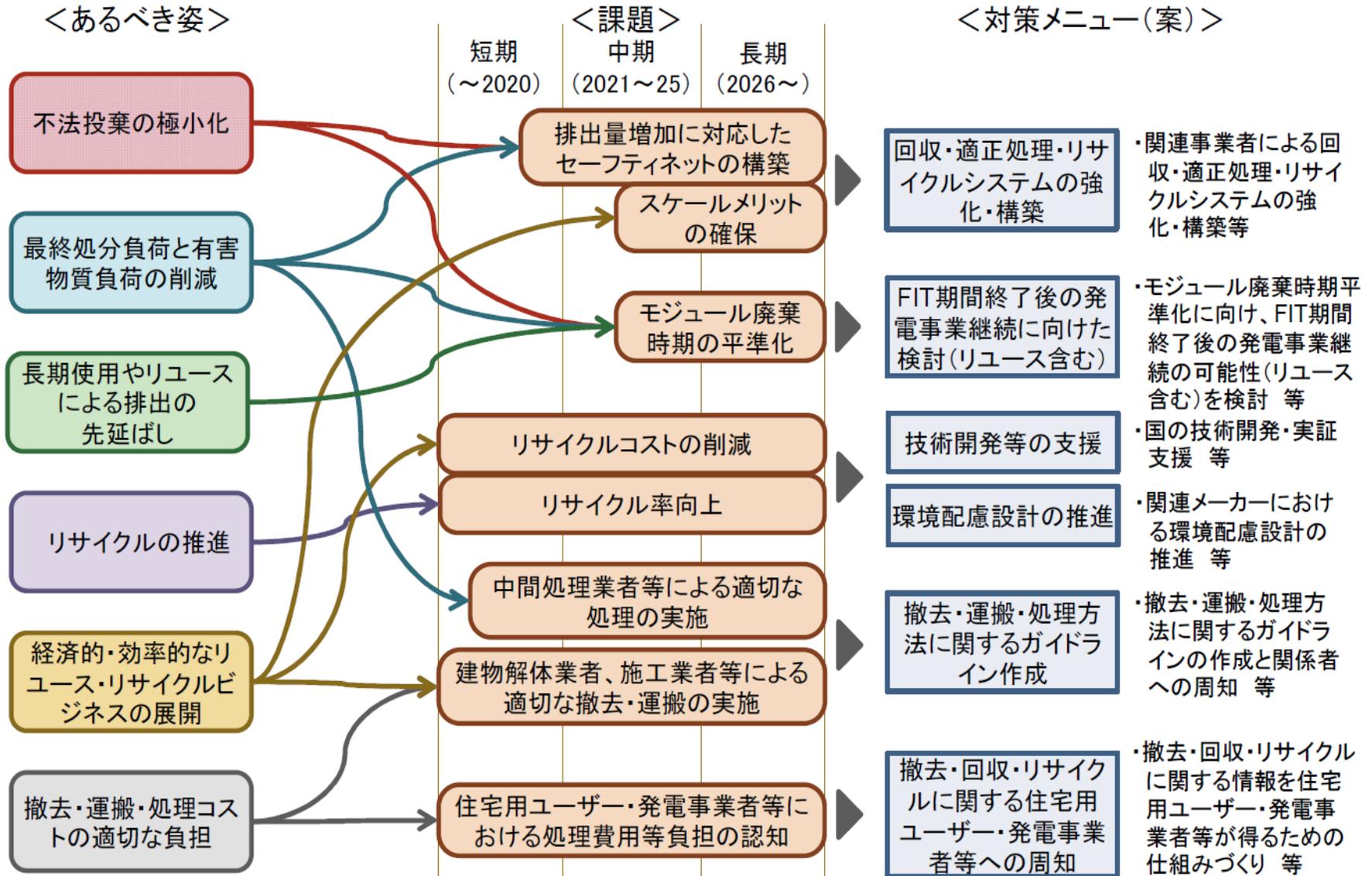
# Ideal situation on Removal, Transport, Treatment in PV systems

## 太陽発電設備の撤去・運搬・処理のあるべき姿

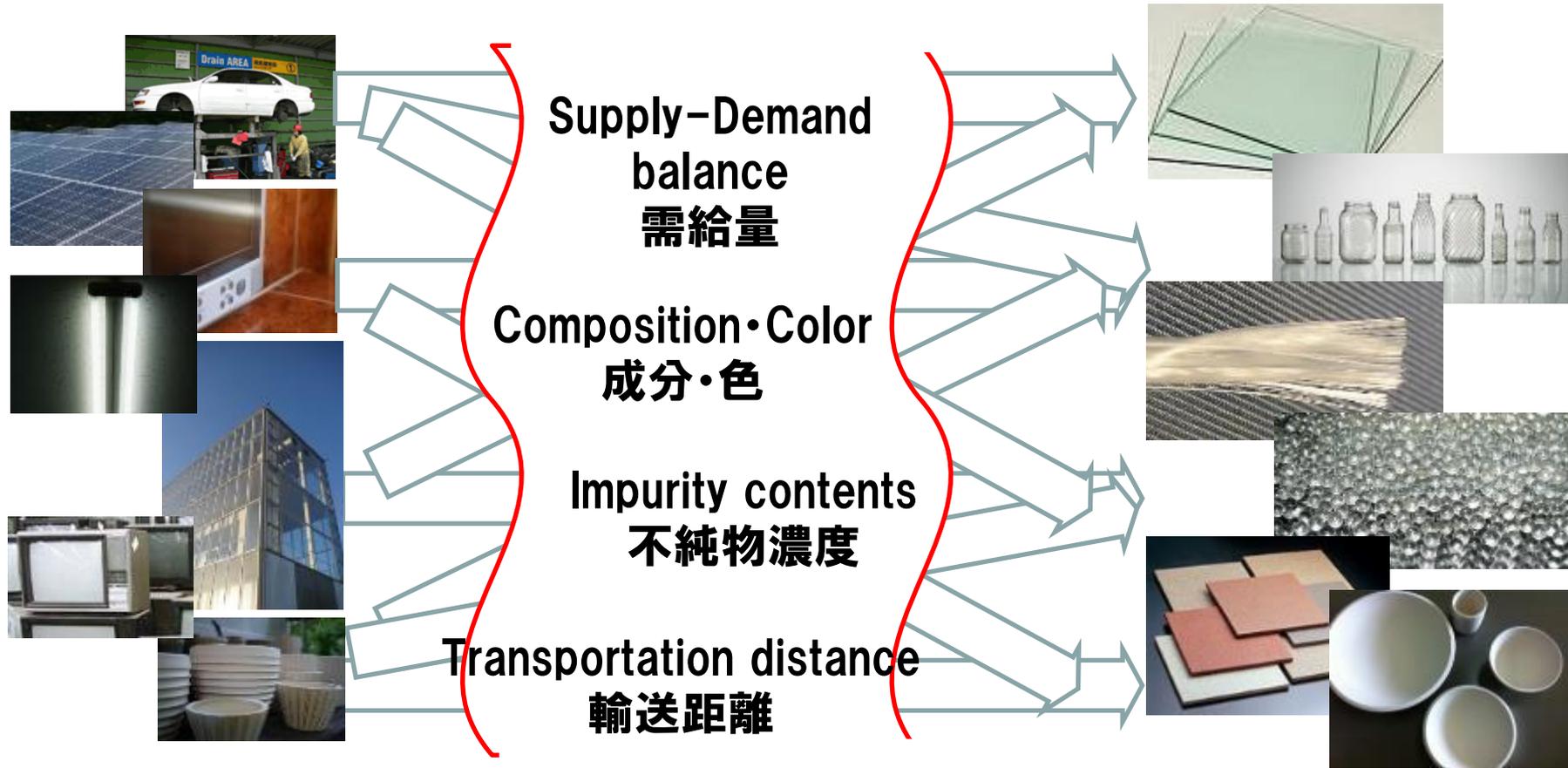


# Ideal situation on Removal, Transport, Treatment in PV systems

## 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

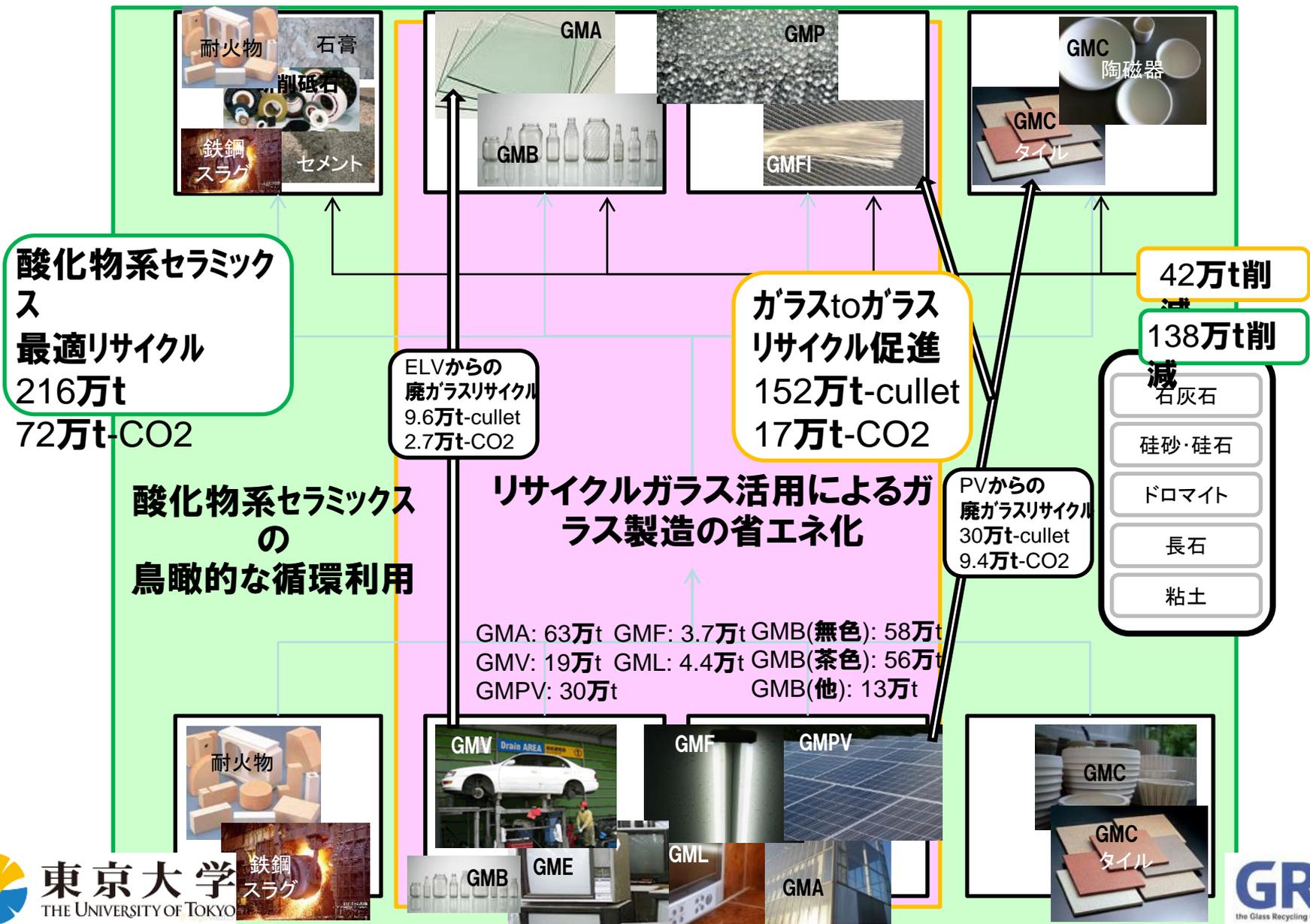


Oxide-based ceramics like almost same glass composition are included in the overall optimum evaluation

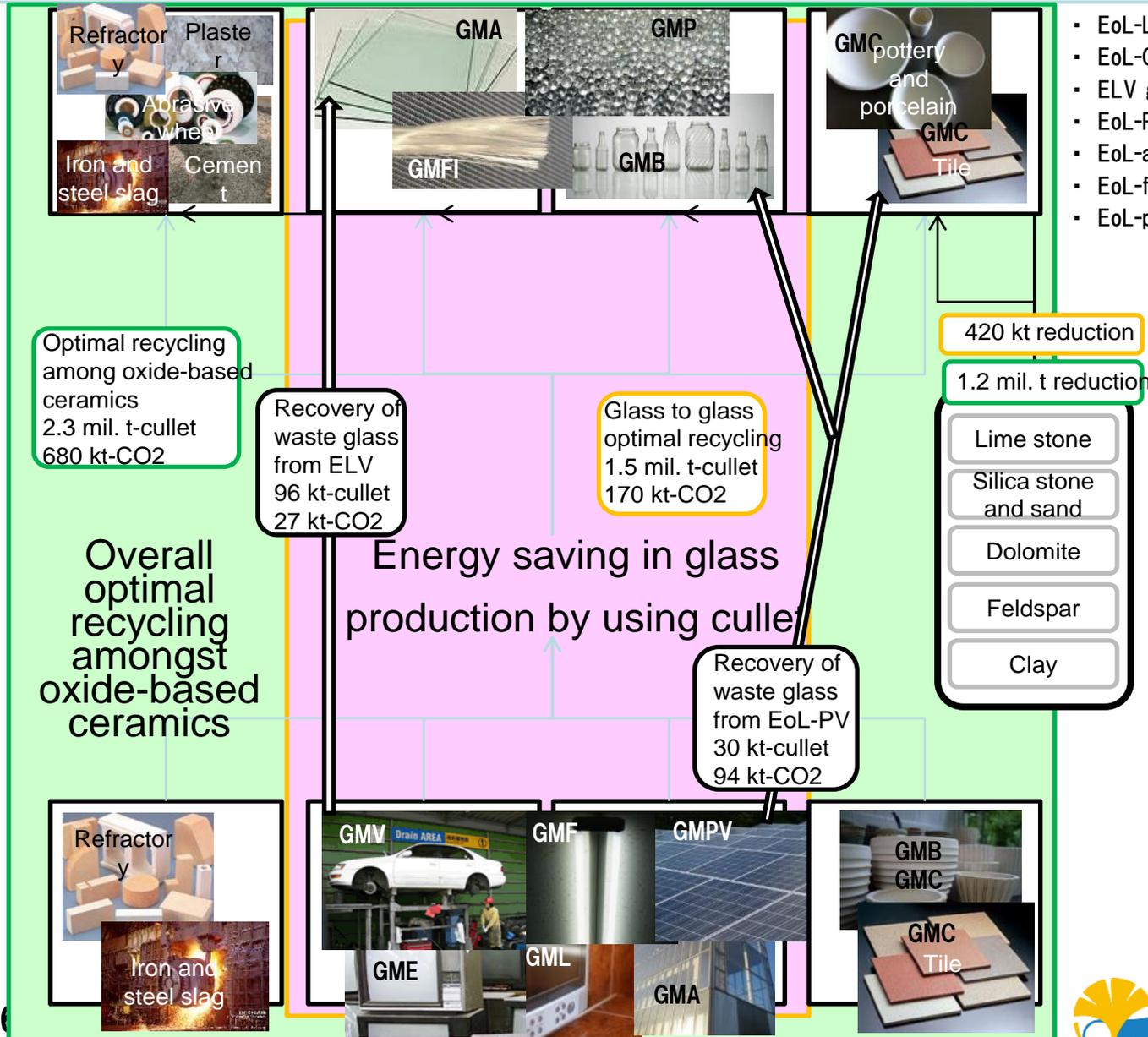
ガラスに組成( $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ 系セラミック)の類似した酸化物系セラミック類も全体最適の評価対象内に含める

# 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CO<sub>2</sub>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

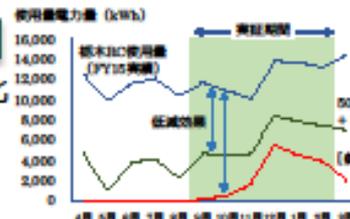
- 設備投資・使用電力料金低減の有効性の検証
- LIBとしてのEV向け使用から、PV向け応用の有効性の検証

### 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

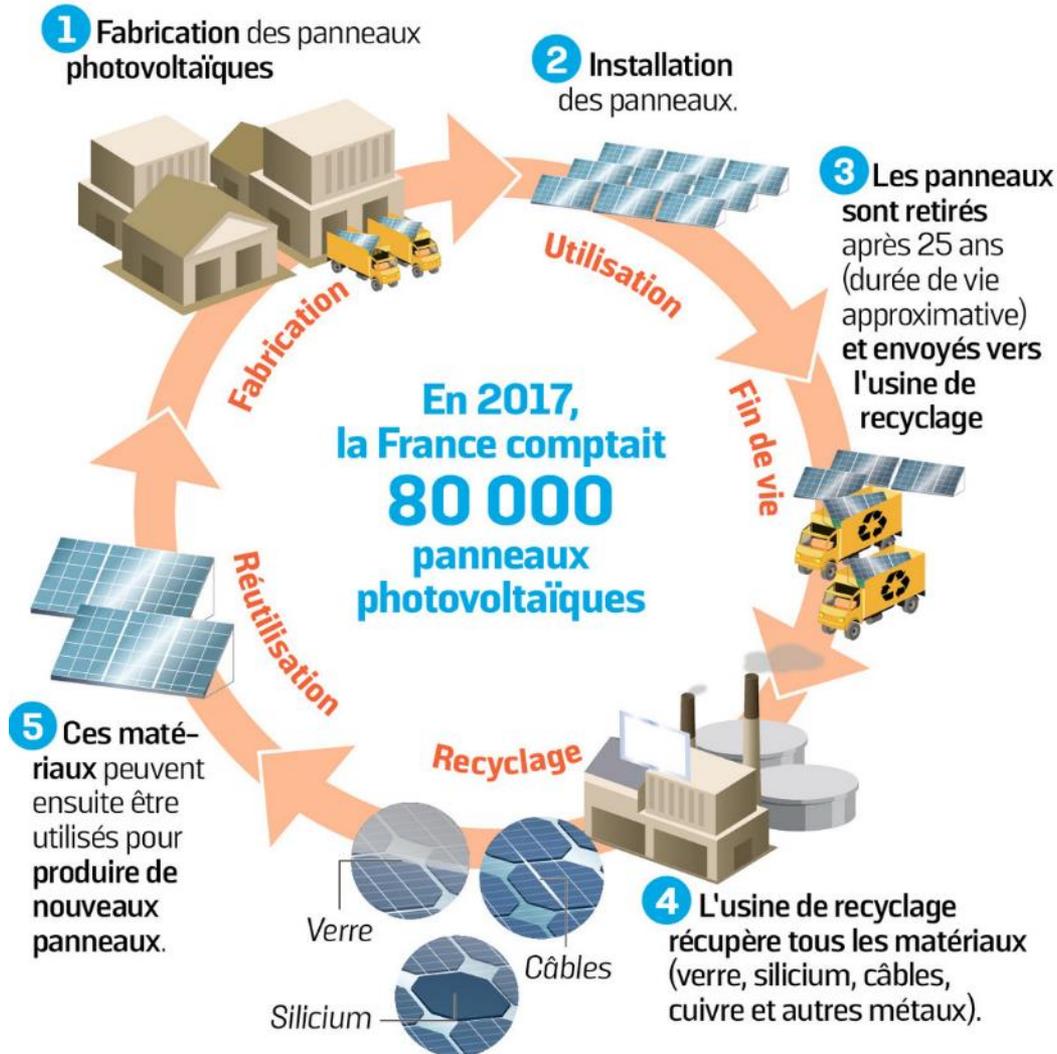
## 5. 得られる経済的効果

- 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
- CO<sub>2</sub>排出量の削減
- リユースによる資源の有効活用



# 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 ?

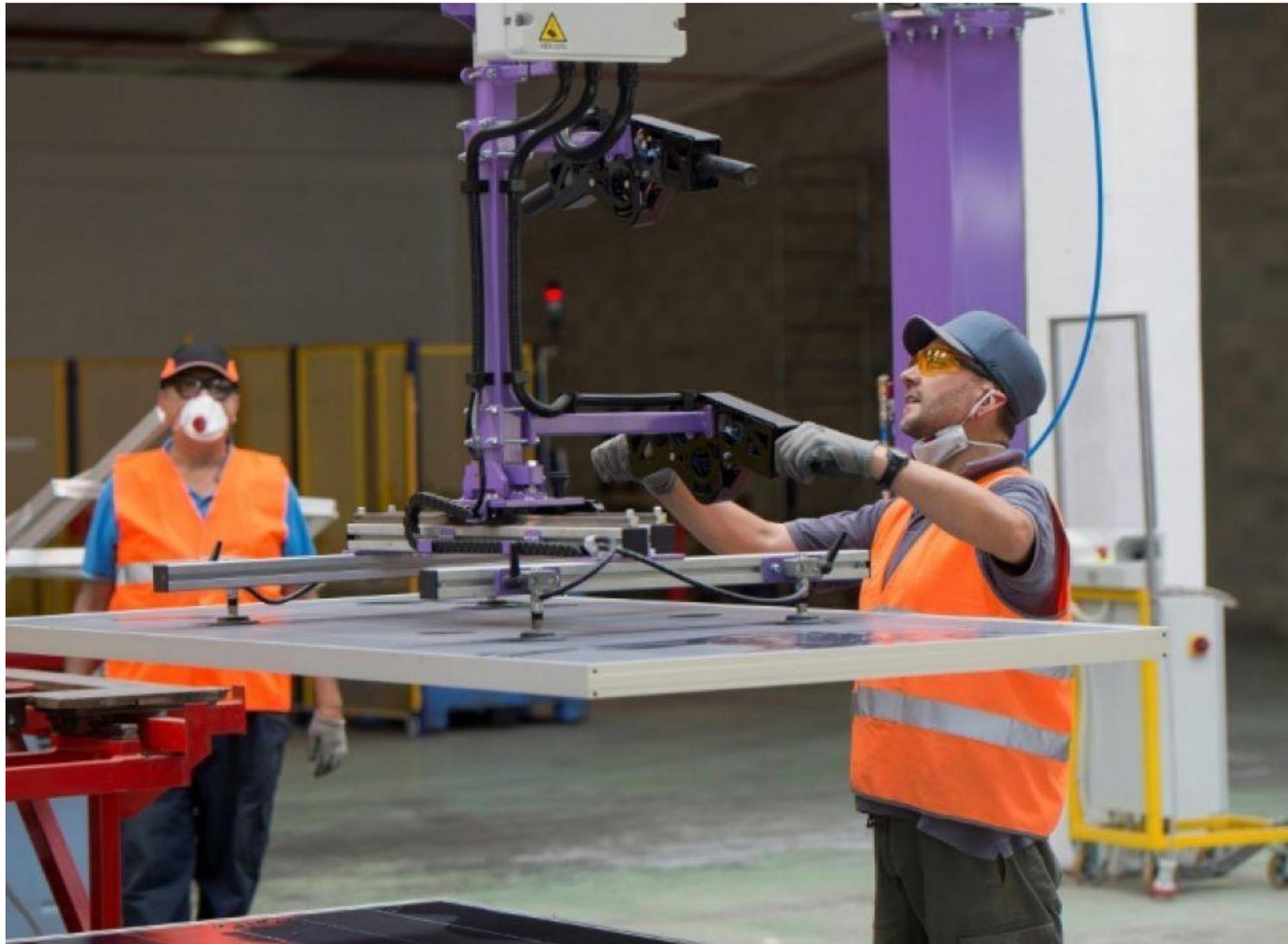


# Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



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

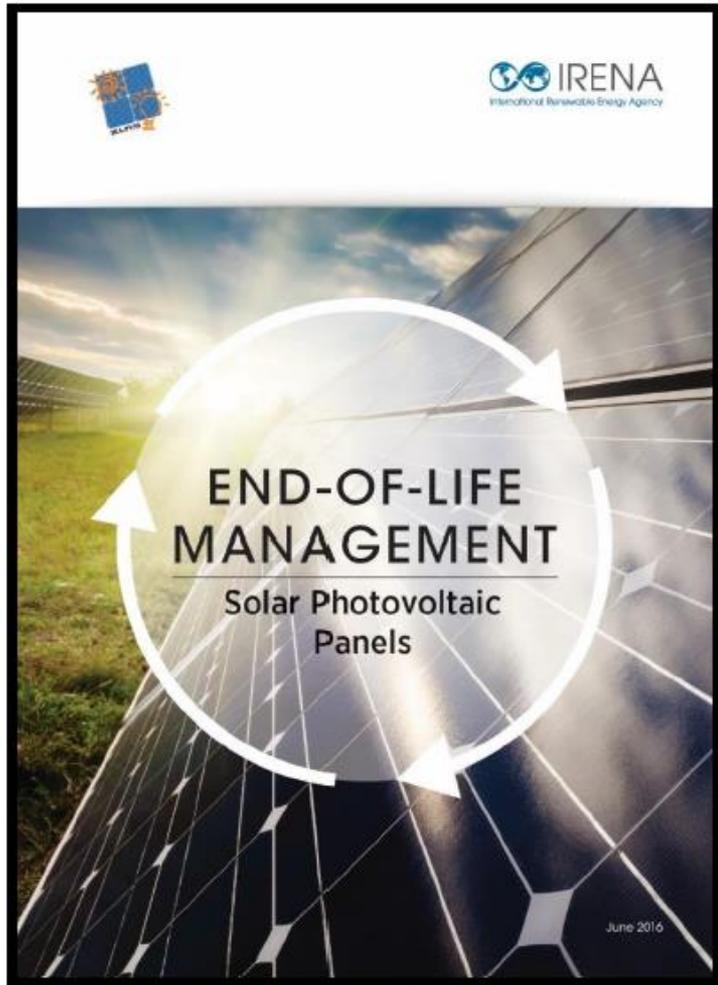
# Recycling example of PV module by Veolia ベオリア社の太陽光モジュールリサイクル実例



リボン等金属

# Disposal PV management report by IRENA

## IRENA 廃棄PVマネージメントレポート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

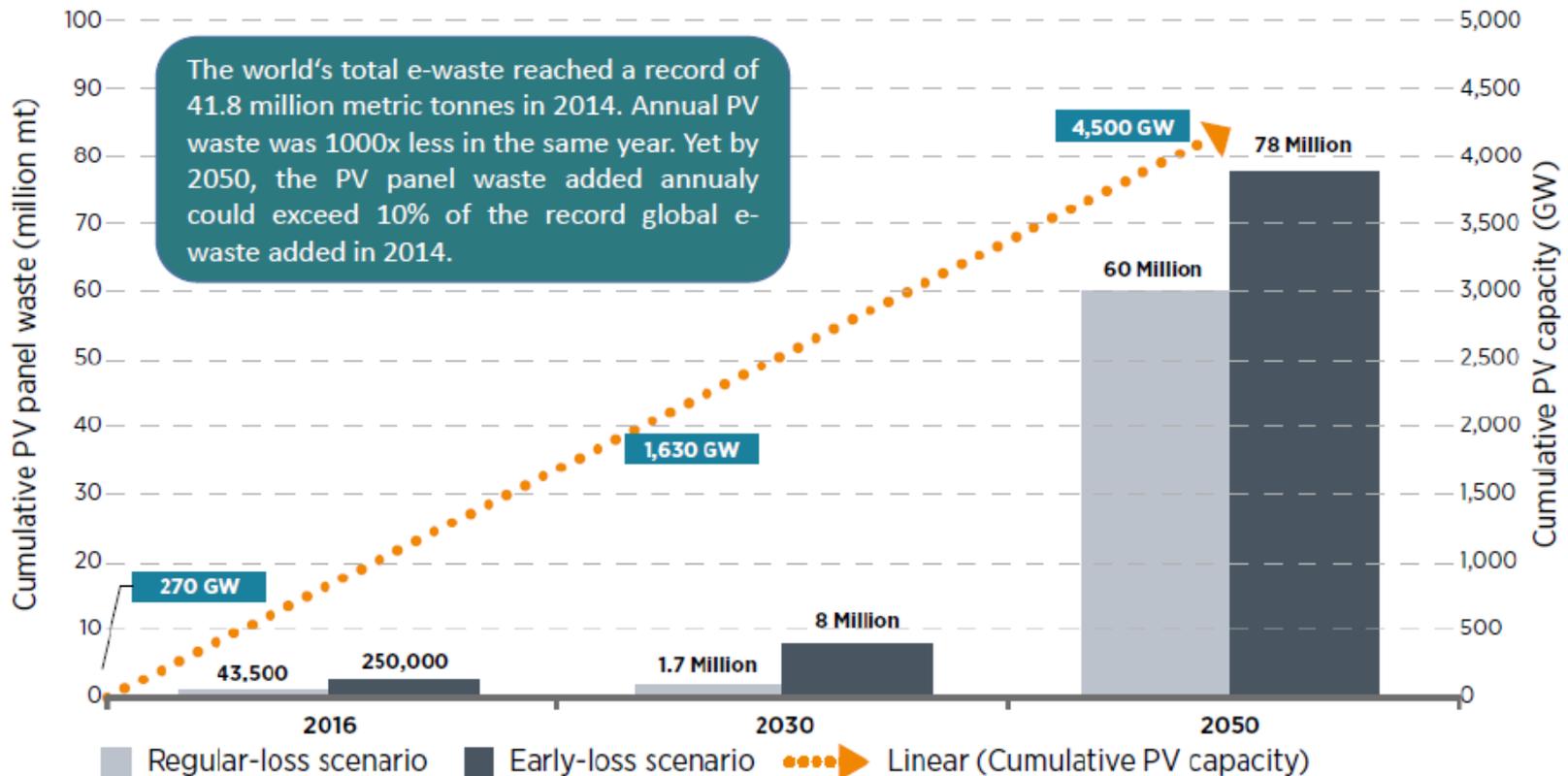
IRENA: Henning Wuester, Rabia Ferroukhi, Nicolas Fichaux, Asiyah Al Ali, Deger Saygin, Salvatore Vinci, Nicholas Wagner

# 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

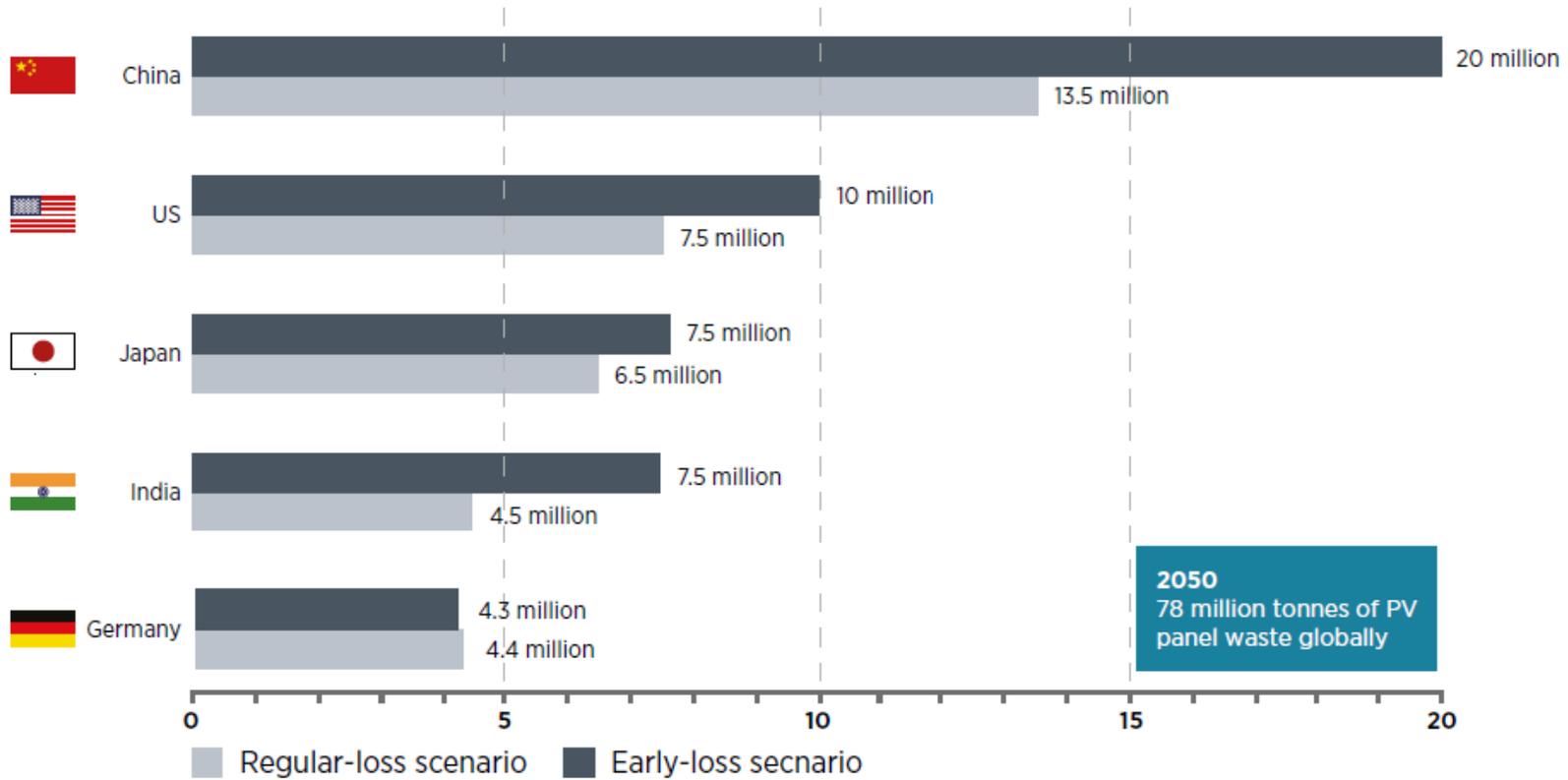


# Disposal PV management report by IRENA

## IRENA 廃棄PVマネージメントレポート2016



### CUMULATIVE PV WASTE: TOP 5 REGIONS 2050

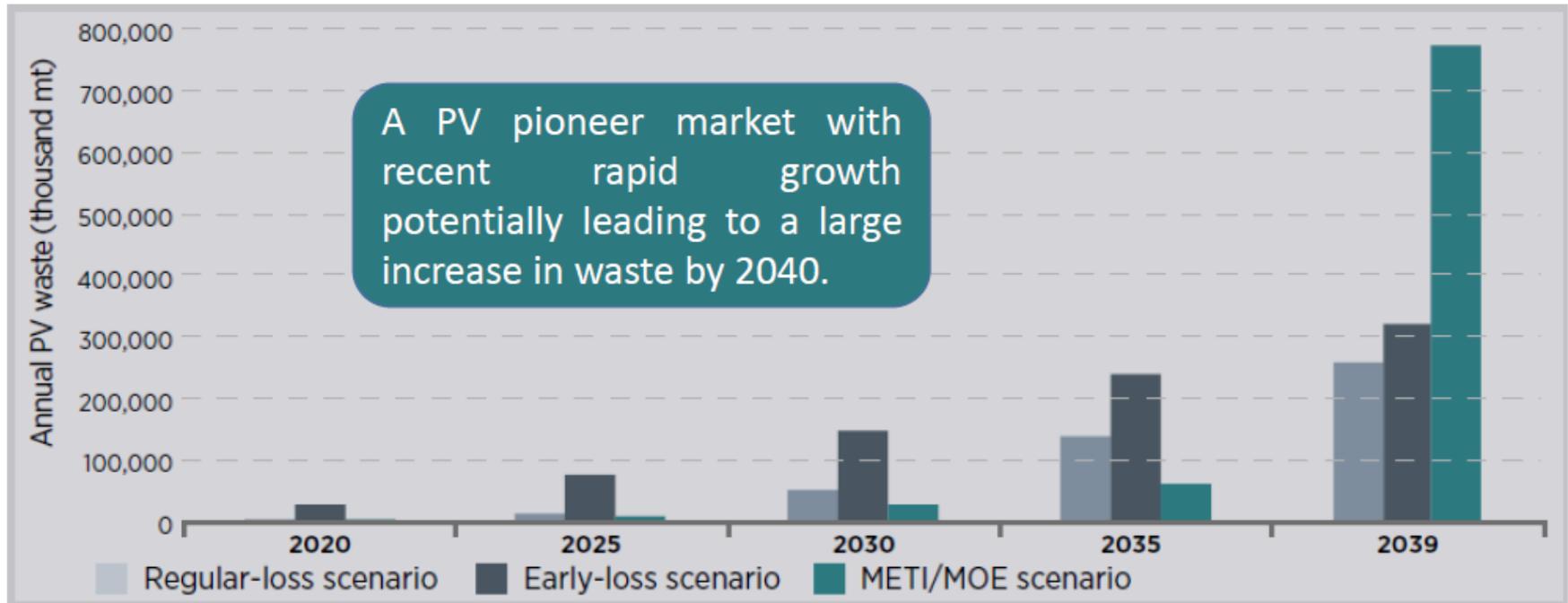


# Disposal PV management report by IRENA

## 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～）

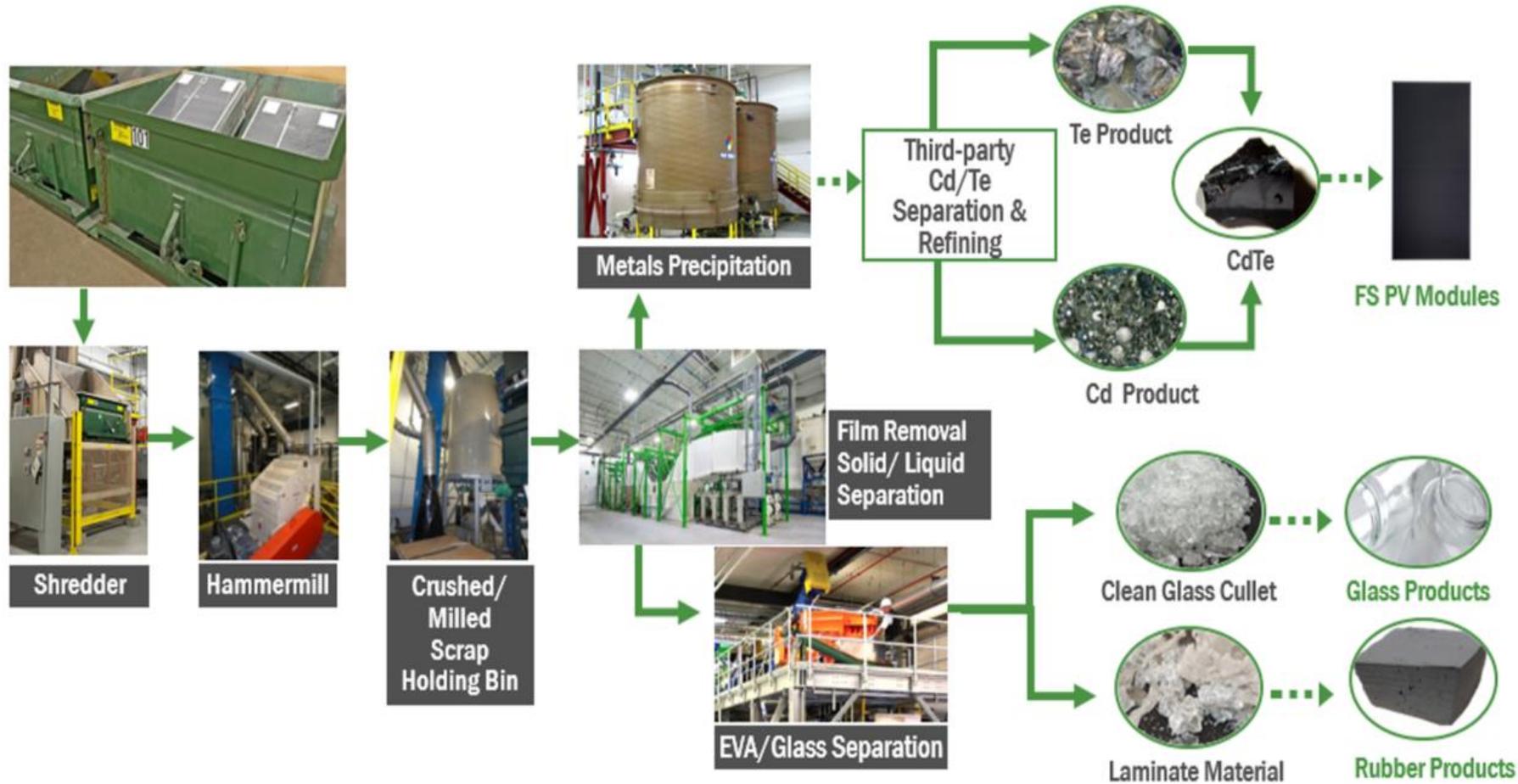
第2世代リサイクル設備（2011年～）との比較：

- ・ 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

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

# Table of contents

## 目次

---

- Recycling of photovoltaic power generation module
- **Recycling of Lithium Ion Battery**
  
- 太陽光発電モジュールのリサイクル
- **リチウムイオン電池のリサイクル**

# GRCJ 3R:PVLiB Program



※ JFR ; Japan Future Renewable Energy Institute Co.,Ltd.

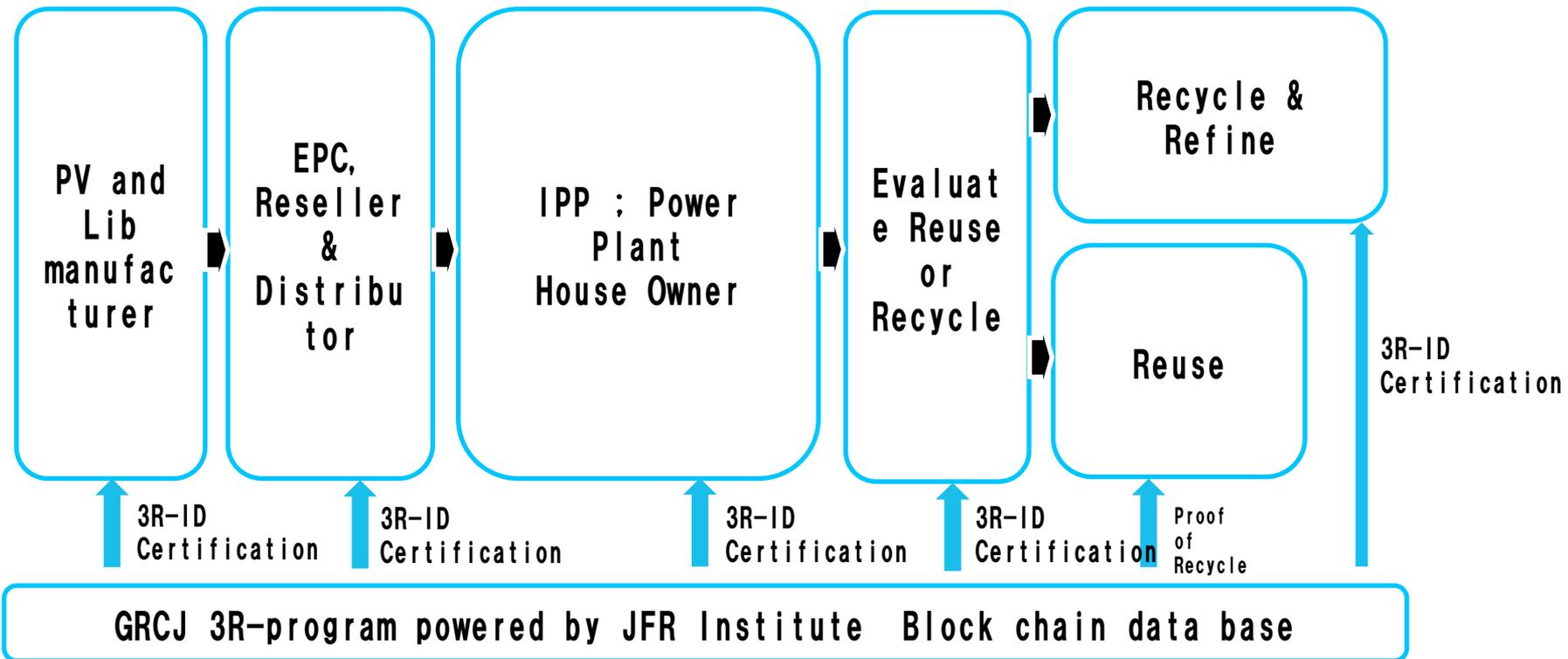


# 3R:PVLiB Cloud; Life Time Management Framework

Japan Future Renewable Energy Institute Co., Ltd.

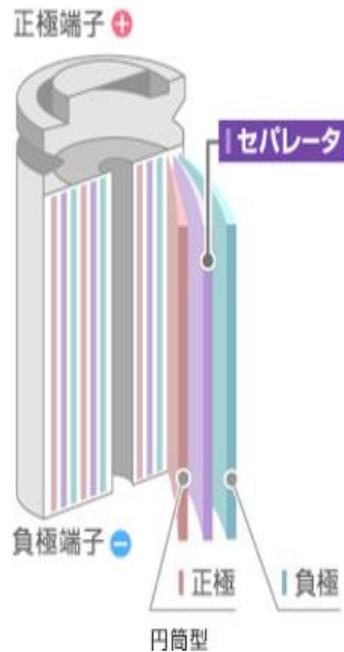
# Life Time Management for 3R-PV & LiB

## ライフタイムマネージメント 3R

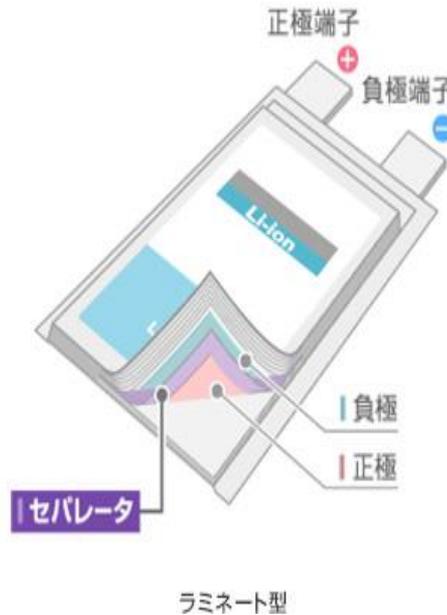


# Type and Structure of LiB(Lithium Ion Battery)

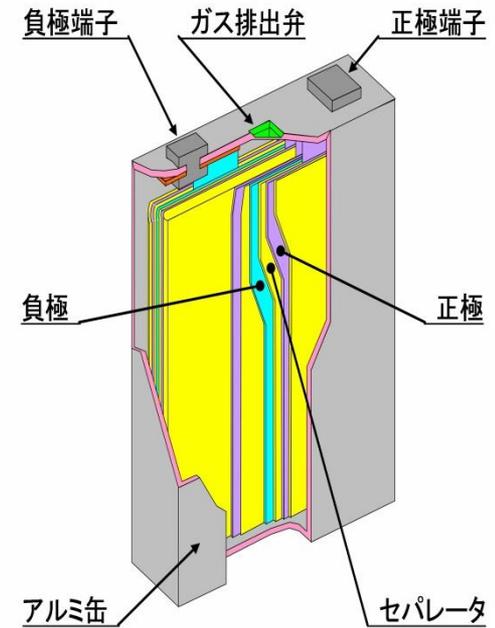
# Types of LiB



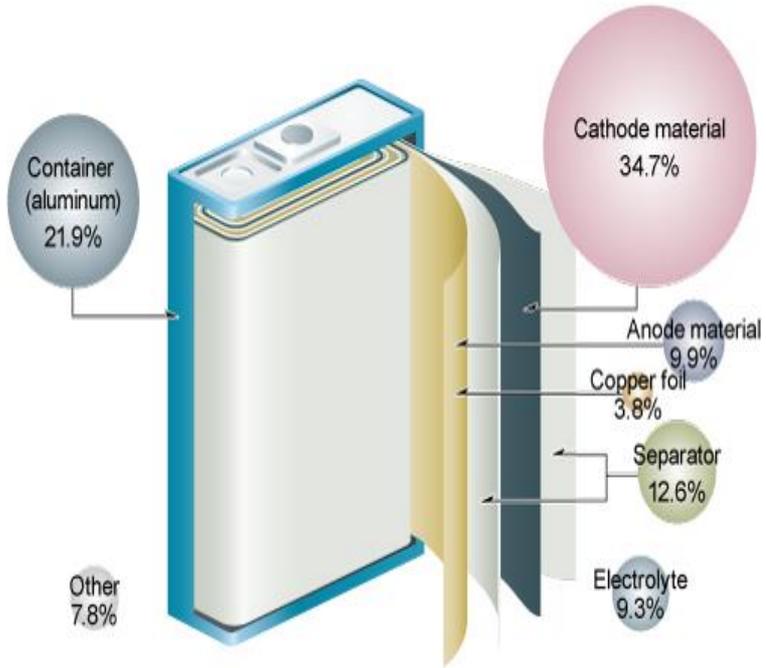
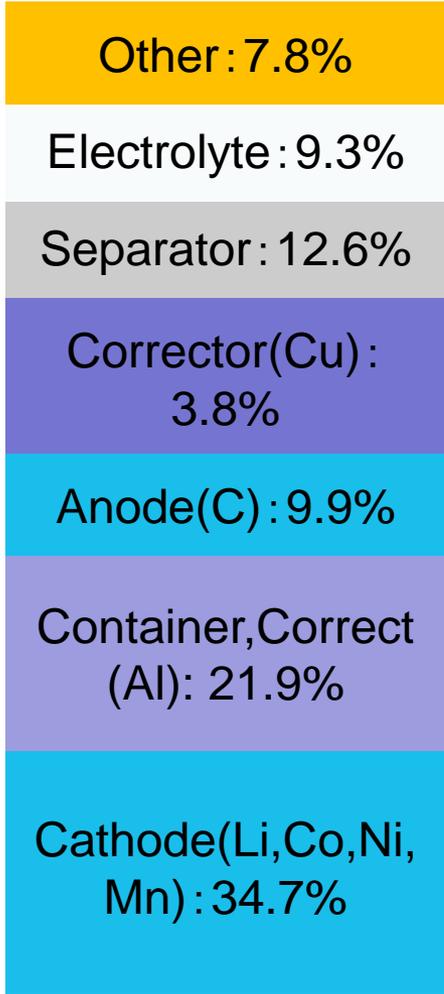
Cylindrical  
Type



Laminated  
Type  
(Pouch)



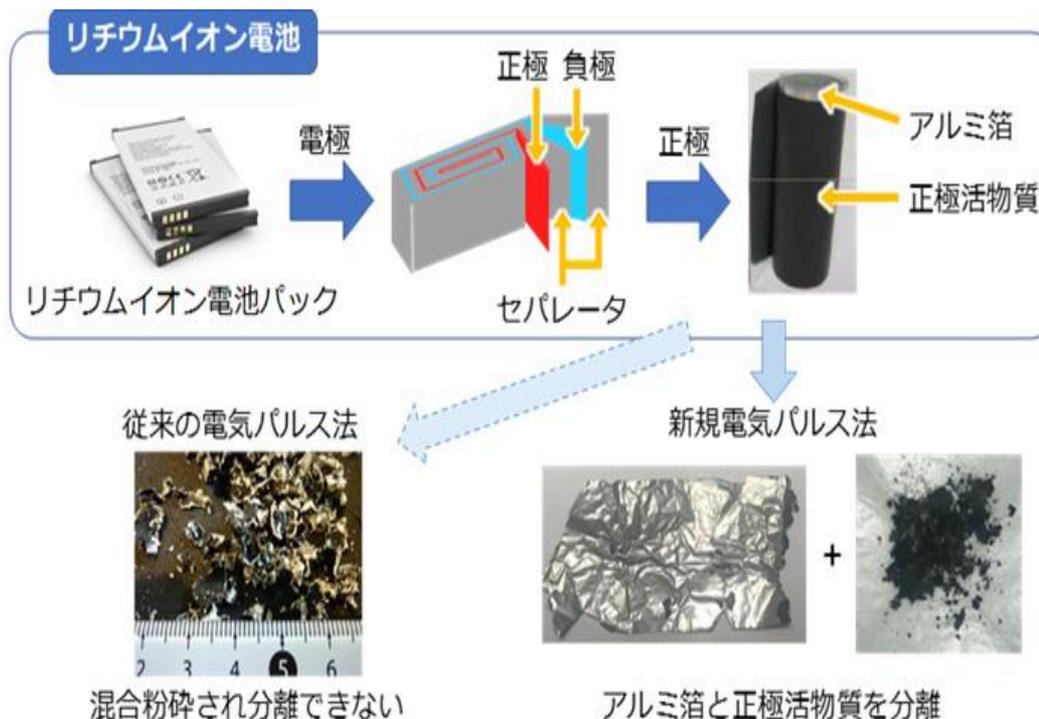
Can  
Type



Cathode Material = 正極材(リチウム +  $\alpha$ )  
 Corrector : Alumiun Foil = アルミ箔  
 Anode Material = 負極材(黒鉛)  
 Separator = セパレータ(多孔質のフィルム)  
 Electrolyte = 電解液  
 Corrector : Copper Foil = 銅箔  
 Container = パッケージに使う材料(アルミ)  
 Others = その他、バインダーなど

By Prof. Tokoro

## リチウムイオン電池のアルミ箔と正極活物質の物理的分離



製品を構成している異種材料部品を簡単に分けて外すことが可能な「新規電気パルス法」の技術開発に取り組み

## 民生用LIB



角型  
(2G携帯電話等)



ラミネート型  
(スマホ等)



シリンダ型



シリンダ型  
(ノートPC)



シリンダ型  
(電動自転車)

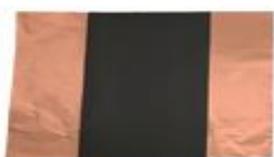


シリンダ型  
(電動工具他)

## 工程不良材



正極



負極



正極スラッジ



不良セル等

## 車載、ESS 大型組電池



車載用  
(EV、HEV、PHV等)



ESS用  
(家庭用、産業用蓄電池等)

## 1.選別・解体 VOLTA



二次電池を種類・形状毎  
に選別作業

[Li-ion, Ni-MH, Ni-Cd]

## 2.破碎・選別 VOLTA



プラスチック外装を  
除去し、電池単体に  
選別

[Li-ion, Ni-MH]

## 3.加熱処理 VOLTA



加熱処理により、安全性  
担保し不要物質を除去

## 4.破碎・分級 VOLTA



破碎処理で粒度を細かく  
し、粒度分級により大粒  
度と小粒度に選別

大粒度：混合品  
小粒度：Ni+Co濃縮品

## 売却・再選別 ECONECOL



混合品は、アルミニウ  
ム、銅、その他の各種  
金属に再選別し販売

## 売却 ブラックサンド VOLTA



Ni,Co濃縮品は販売  
販売先の製錬所にて  
Ni, Coを個別に抽出  
し再資源化

## ブラックサンド工場 (BS工場)

静岡県富士宮市

マテリアル価値に応じ有価買取、買取出来な  
い物も (積替保管による) 対応可能。



固定炉L

固定炉S



ロータリーキルン本体



保管面積: ≒ 390m<sup>2</sup> 保管重量 ≒ 97t

# Innovation in manufacturing for a new sustainable resource recycle 新たな資源循環サイクルを可能とするものづくりプロセスの革新

Establishment of integrated circular manufacturing system by product  
lifecycle management and innovative dismantling technology development

**製品ライフサイクル管理とそれを支える革新的解体技術による統合循環生産システムの構築**

Project Leader:

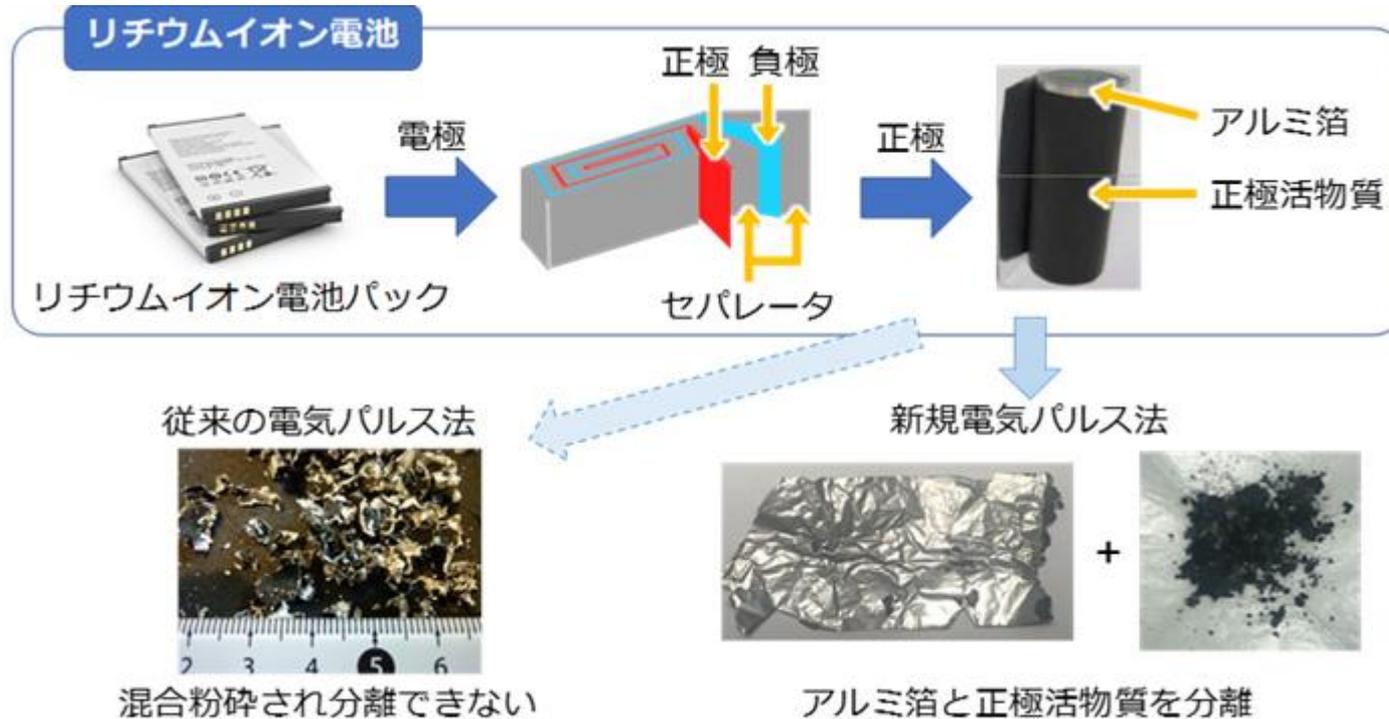
Chiharu TOKORO Professor, Faculty of Science and Engineering, Waseda university

**研究開発代表者：所 千晴 早稲田大学 理工学術院 教授**

**目的：製品ライフサイクル管理によって再生と生産を統合しリユースを促進するビジネスモデルが成り立ち、かつ資源効率を最大化することを実証。合わせてそれを支え適切なリユース/リサイクルを実現する解体技術を創出**

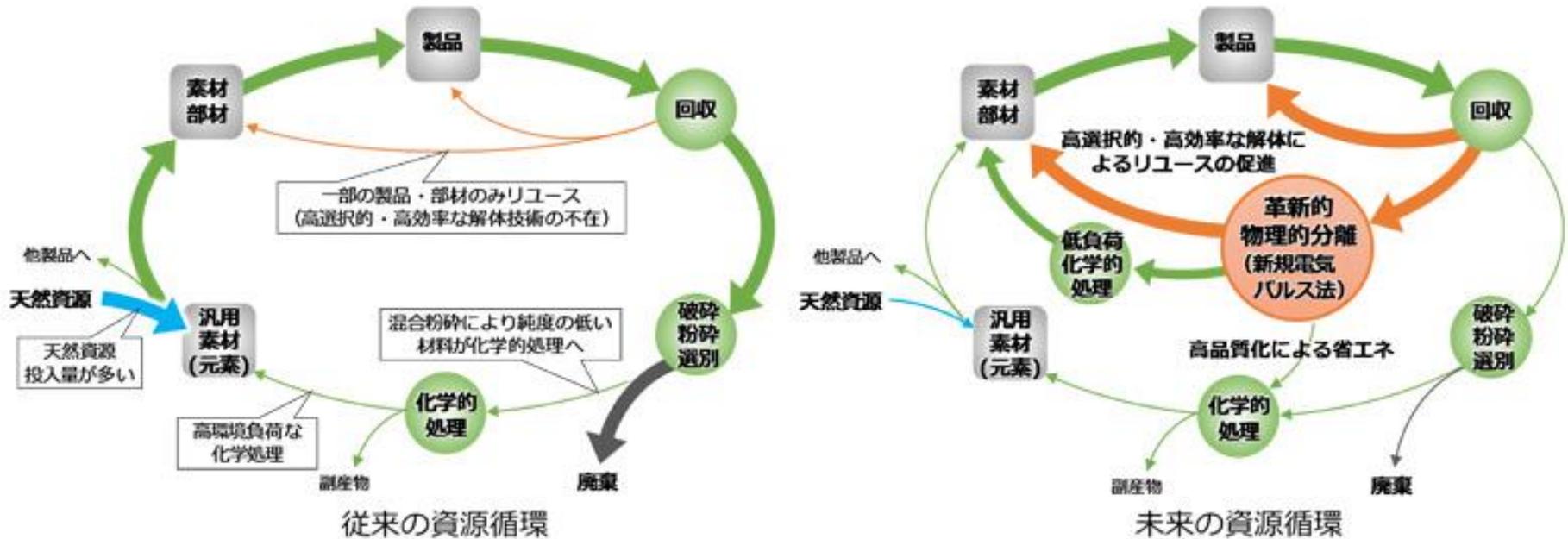


## リチウムイオン電池のアルミ箔と正極活物質の物理的分離



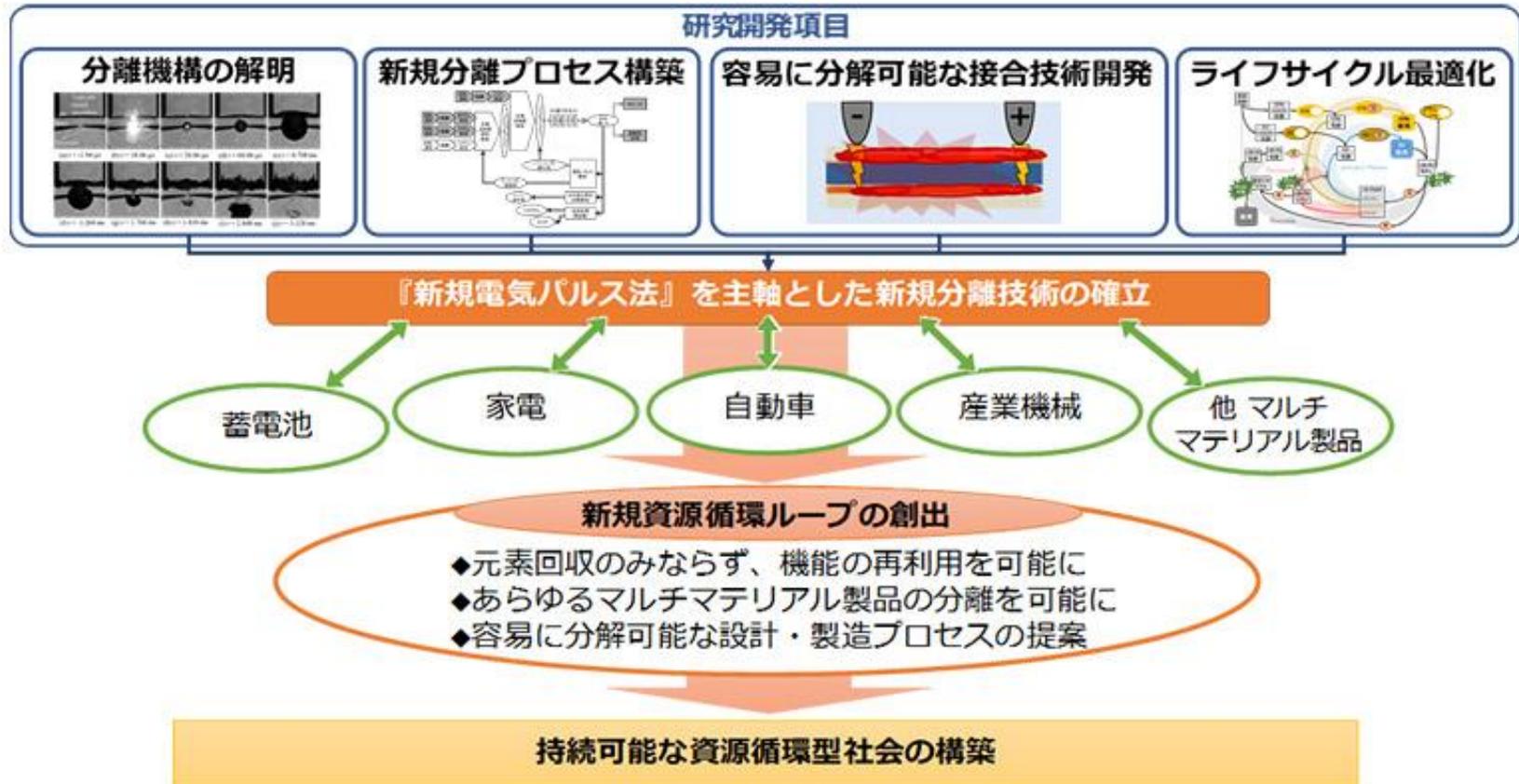
製品を構成している異種材料部品を簡単に分けて外すことが可能な「新規電気パルス法」の技術開発に取り組み

## 革新的な物理的分離技術を中心とした循環生産システム



高選択的・高効率な物理的分離技術である「新規電気パルス法」を開発し、分解が容易な設計・製造プロセスの提案につなげることで、全く新しい循環生産システムの構築を目指す

## 本課題が目指す持続可能な資源循環型社会



これまで困難であった、製品構造に組み込まれた部品の高選択的・高効率な分離技術を確立し、新たな資源循環ループを創出します。そして、生産システムと統合された持続可能な資源循環型社会の実現に貢献します



**THANK YOU**