

# 太陽光パネルリサイクルの現状と課題

東京パワーテクノロジー株式会社  
環境事業部

Tokyo Power Technology

1. はじめに
2. 太陽光パネルリサイクルの現状
  - (1) 太陽光パネルの種類と特徴
  - (2) 太陽光パネルの生産状況
  - (3) 太陽光発電設備の導入状況と排出予測
  - (4) リユース・リサイクルの流れ
  - (5) 太陽光パネルの廃棄・リサイクルの流れ
  - (6) 太陽光パネル廃棄の現状
  - (7) 自然災害による太陽光発電設備の事故事例
  - (8) 国の取り組み
  - (9) 自治体の取り組み
3. 太陽光パネルリサイクルの課題
  - (1) リサイクルにおける技術的課題
  - (2) 有害物質への対処
  - (3) 住宅用パネルに起因する課題
  - (4) 撤去・廃棄における費用面の課題
  - (5) 大量廃棄時代に向けた課題
4. 東京パワーテクノロジーの取り組み
  - (1) 会社概要
  - (2) リサイクル処理装置概要
  - (3) 処理対象となる太陽光パネル
  - (4) リサイクル処理フロー
  - (5) 廃ガラスリサイクル事業協同組合の概要
  - (6) リサイクル処理装置の特徴
  - (7) セールスポイント
  - (8) お問い合わせ先

# 1. はじめに

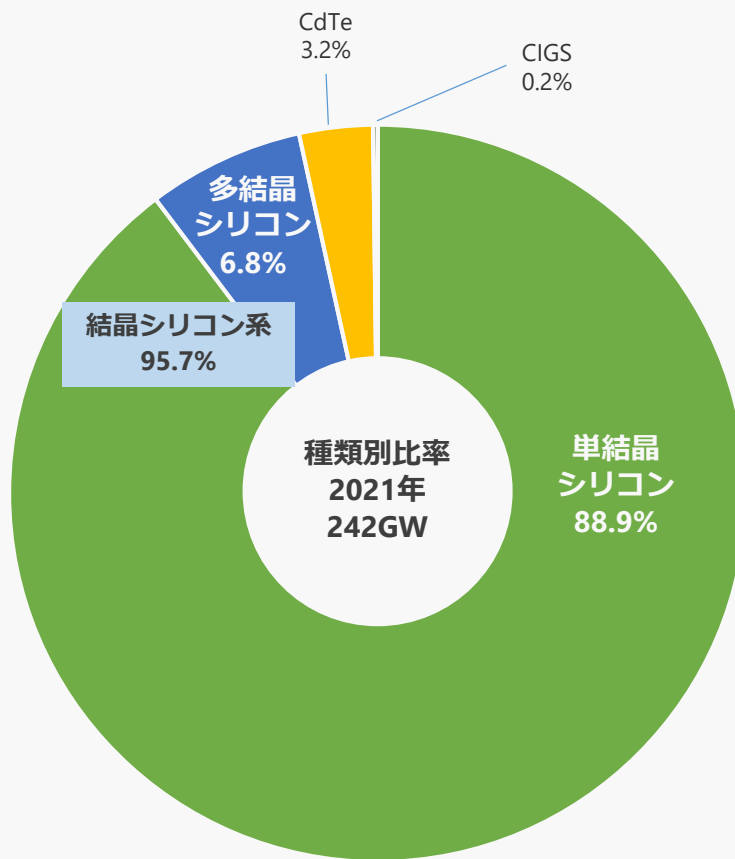
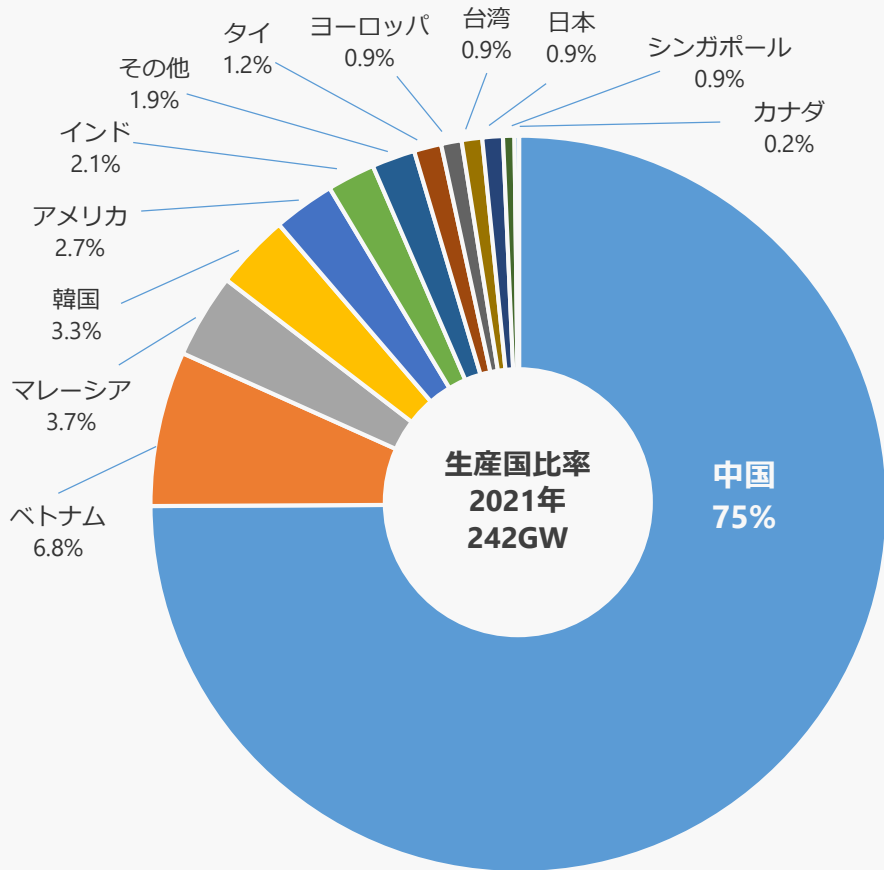
- ▶日本における再生可能エネルギーの主力である太陽光発電は、2012年の固定価格買取制度（FIT）導入以降、加速度的に増えてきました。
- ▶太陽光パネルの寿命は20年～30年とされていること、FITの事業期間が20年であることから、2030年代には太陽光発電設備から大量の廃棄物が出てくることが予測されています。

# 2.1 太陽光パネルの種類と特徴

種類		外観	特徴
シリコン系	結晶系	単結晶	 160~200μm 程度の薄い単結晶シリコンの基板を用いる。シリコンの原子が規則正しく配列した構造で、変換効率が高い。製品の歴史が長く、豊富な実績を持っている。
		多結晶	 単結晶シリコンが多数集まってできている。単結晶に比べて、変換効率は若干低いが高価に製造ができる。
		ヘテロ接合	 結晶系基板にアモルファスシリコン層を形成した高効率な太陽電池である。変換効率が高い。
	薄膜系	アモルファス	 シリコン原子が不規則に集まった太陽電池であり、結晶系の約1/100の薄さで発電できる。また、ガラスやフィルム基板上に製造が可能となっている。
		多接合	 異なる波長感度特性を有する2つ以上の発電層を重ね合わせた太陽電池である。このため、単接合より発電効率が向上している。アモルファスと微結晶を組み合わせたタンデム構造が主流である。
化合物系	CIS/CIGS系	 銅 (Cu) ・インジウム (In) ・セレン (Se) の3つの元素を主成分とした太陽電池である。なお、CIGS はガリウム (Ga) を加えている。従来型のシリコン結晶系太陽電池とは全く異なる構造である。日本のパネルメーカーである、ソーラーフロンティア社が製造。	
	CdTe系	 カドミウム・テルルを原料とする化合物系モジュール。アメリカのパネルメーカーである、ファーストソーラー社が製造。	

出所：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）

# 2.2 太陽光パネルの生産状況



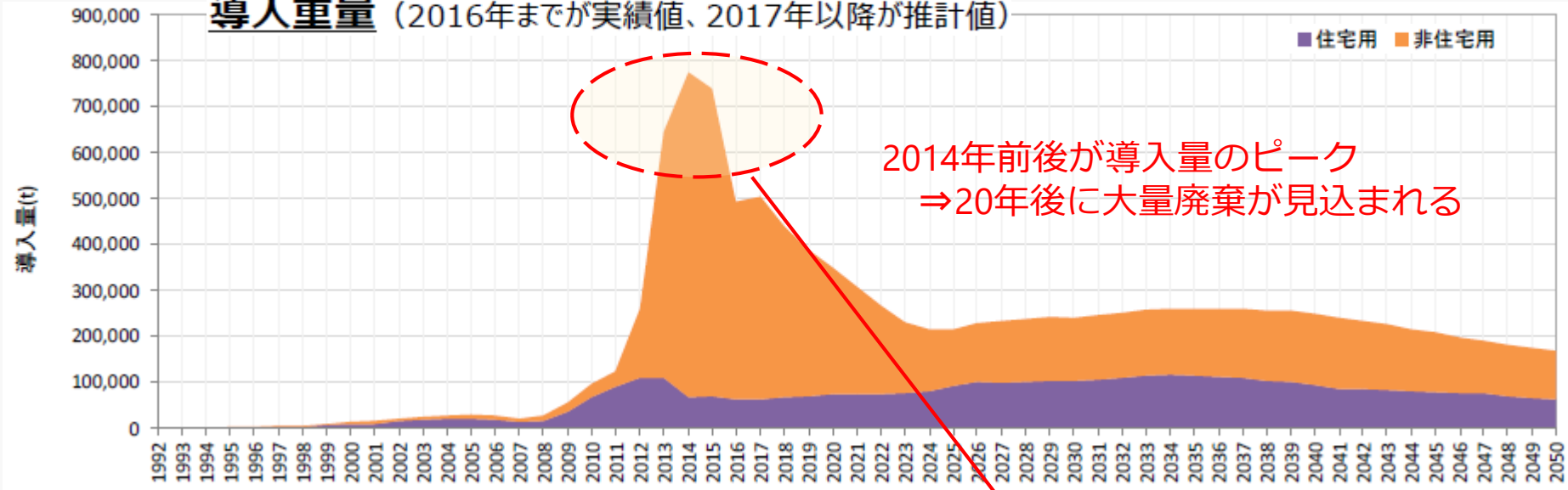
太陽電池モジュール生産量の生産国・地域別比率および種類別比率（2021年）

出典：IEA PVPS\_Trend\_Report\_2022

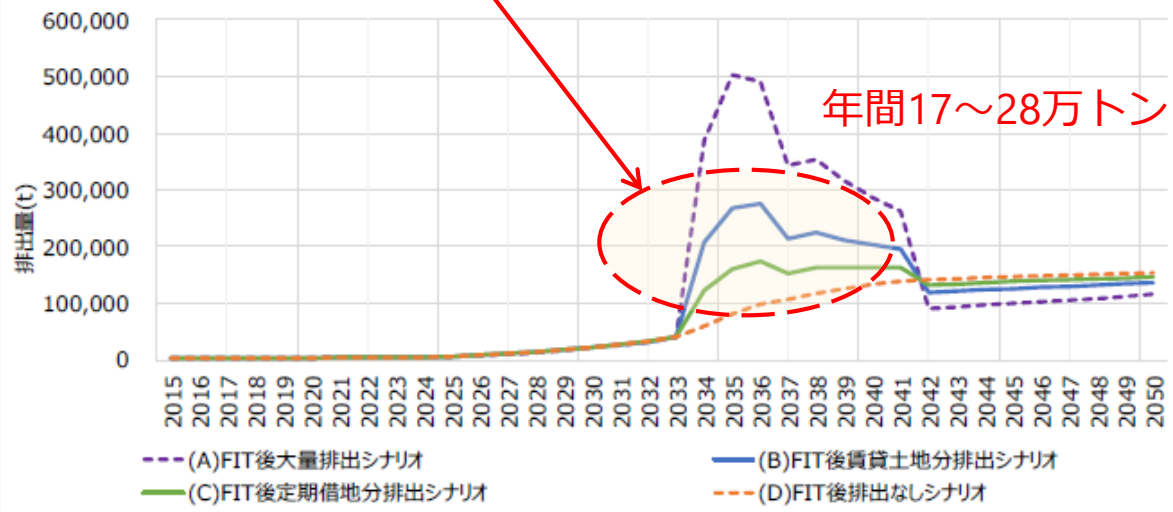
# 2.3 太陽光発電設備の導入状況と排出予測

2014年前後の導入ピークの太陽光パネルが、FIT20年経過後に大量廃棄される

**導入重量** (2016年までが実績値、2017年以降が推計値)

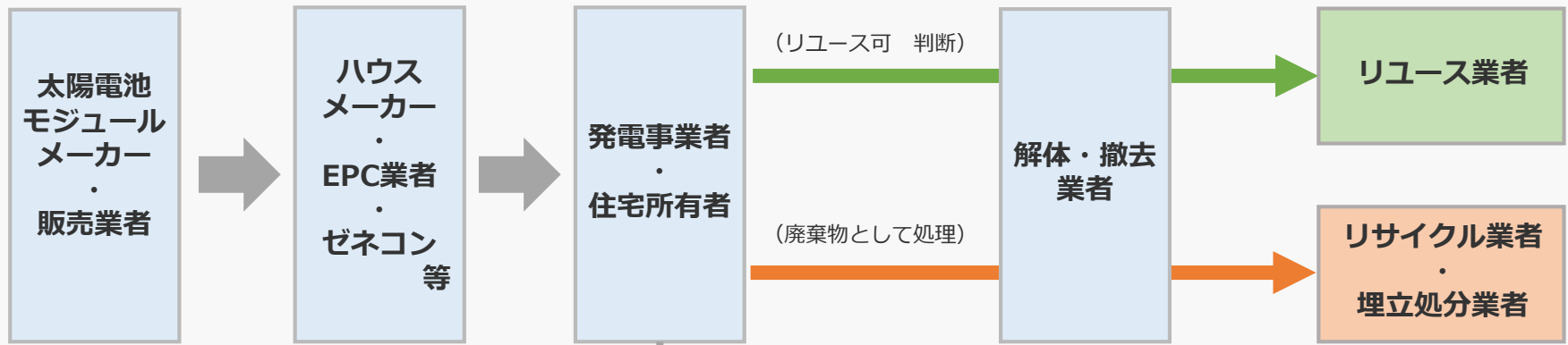


	排出見込量 (B)、(C)	2015年度の産業廃棄物の最終処分量に占める割合
2020	約0.3万トン	0.03%
2025	約0.6万トン	0.06%
2030	約2.2万トン	0.2%
2036	約17~28万トン	1.7~2.7%



出典：NEDO

# 2.4 リユース・リサイクルの流れ



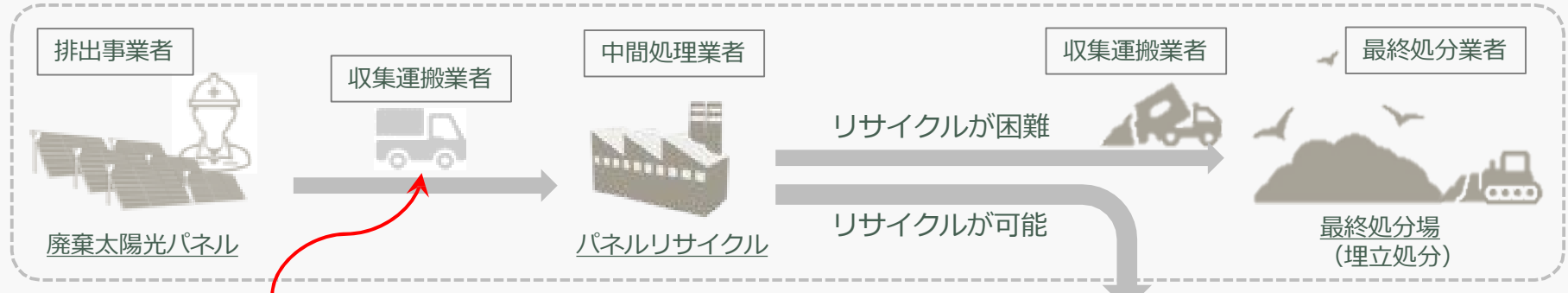
解体工事等の事業活動を伴わずに、一般家庭から排出される太陽電池モジュールは、「一般廃棄物」に該当する可能性があるため、市町村に確認すること。

太陽電池モジュールのリユース・リサイクル・埋立処分の全体像

出典：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）

# 2.5 太陽光パネルの廃棄・リサイクルの流れ

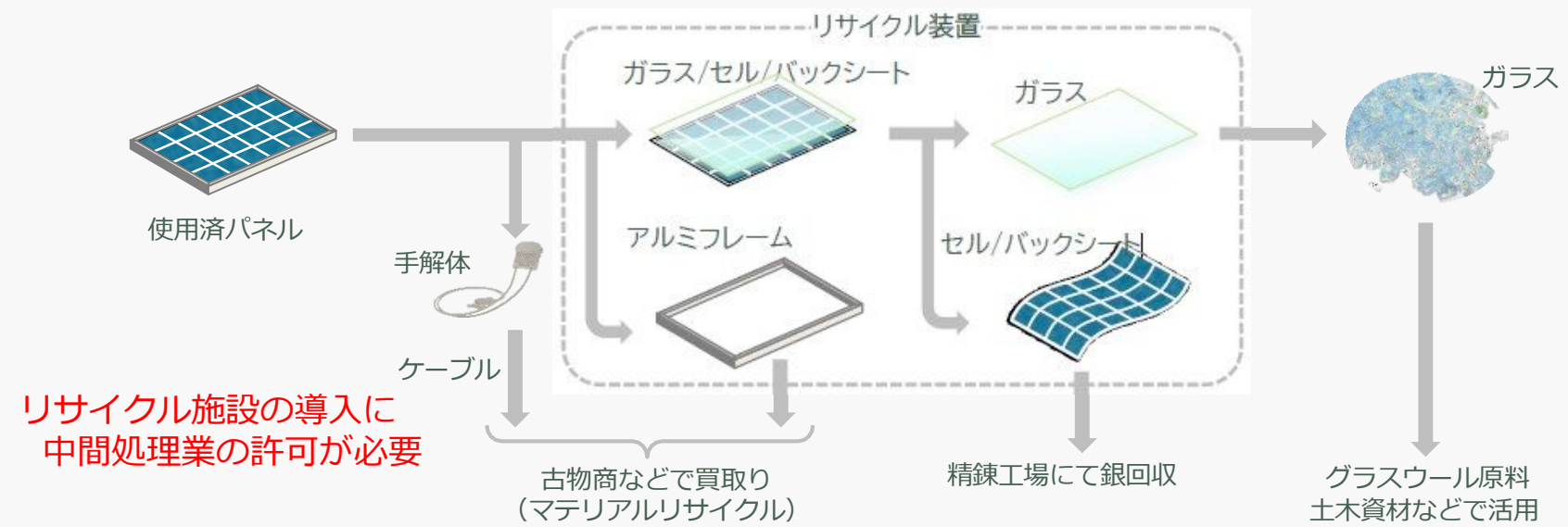
## 産業廃棄物としての運用



産業廃棄物として受入れ  
(※マニフェストでの運用)

有価物  
埋立処分しないことが  
今後さらに求められる

## 一般的な中間処理 (リサイクル) の工程



リサイクル施設の導入に  
中間処理業の許可が必要

©廃ガラスリサイクル事業協同組合



## 2.6 太陽光パネル廃棄の現状

排出要因		単位	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
①新古品		t	1,251.4	941.9	833.5	16	70.6
②故障・ 廃棄品	-1 不良品	t	41.6	70.1	164.2	956	728.2
	-2 災害等によるもの	t	3,362.0	4,523.7	4,323.0	5,593	450.0
	-3 目的を終了したもの	t	191.5	738.6	978.6	191	242.0
	-4 その他・不明	t	66.4	772.1	199.7	180	765.7
合計 (①+②)		t	4,912.8	7,046.4	6,499.1	6936	2257
処理内訳	リユース	%	93.1%	74.4%	68.2%	66.5%	8.4%
	リサイクル	%	6.9%	25.6%	31.8%	33.5%	91.6%

出典：(2017年度～2019年度) 環境省 令和3年度使用済太陽電池モジュールのリサイクル等の推進に係る調査業務 報告書  
(2020年度～2021年度) 第1回 再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルのあり方に関する検討会 環境省資料

- 2017年度～2020年度までは、災害由来のものが7～8割を占めている。
- 2021年度は災害由来の物が少なかった。
- 災害由来のパネルもリユースされている。

## 2.7 自然災害による太陽光発電設備の事故事例①

- 近年の台風や大雨等の自然災害の頻発化・激甚化により、太陽光パネルが損壊・飛散する事故や土砂崩れによって崩落する事故が発生。

### <2018年台風21号による事故事例>

- ・ 建物の屋上に設置されていた太陽光パネルが強風により損壊・飛散
- ・ ケーブルラック本体の倒壊及びラック蓋・支持金具の飛散により被害が拡大。近隣の建物に飛散し、建物を損傷。
- ・ 破損したパネルから発火。



### <土砂崩れによる太陽光発電設備の事故事例>

- ・ 2018年7月の西日本豪雨の発生時に、神戸市において、小出力の太陽光発電設備（50kW未満）の崩落事故が発生。
- ・ JR西日本は、安全確認のため、山陽新幹線の運転を一時見合わせ。



出典：経済産業省 産業保安グループ 電力安全課

## 2.7 自然災害による太陽光発電設備の事故事例②

### 2019年度における太陽光発電設備の被害状況

産業保安監督部へ提出された自然災害による事故報告

自然災害	場所	出力	事故の概要
梅雨前線による豪雨	鹿児島県霧島市	34,000 kW	架台基礎地盤が陥没し、PCS、パネルが崩落
台風8号	宮崎県都農町	50 kW	パネル4枚が構外に飛散
台風13号	沖縄県宮古島市	4,000 kW	パネル30枚が飛散し、うち1枚が構外へ飛散
〃	沖縄県宮古島市	1,980 kW	パネル30枚が飛散し、うち2枚が構外へ飛散
台風15号	千葉県富津市	30,600 kW	太陽光パネルの脱落及び架台の傾倒
〃	千葉県市原市	11,500 kW	水上型太陽光パネルの転倒、破損、発火
〃	静岡県河津町	1,980 kW	パネル約200枚が脱落、架台の損壊
〃	千葉県四街道市	1,200 kW	パネル6枚が構外の雑草地に転落
〃	千葉県八街市	666 kW	架台の損壊、パネルの脱落（飛散はなし）
〃	千葉県成田市	250 kW	架台の転倒による太陽光パネル40枚破損
〃	静岡県下田市	250 kW	架台の破損
台風17号	佐賀県白石町	1,980 kW	水上型太陽光発電設備の転倒、破損

資料：電気事業法第106条の電気関係報告規則第3条に基づき各産業保安監督部へ提出された事故報告

注) 上記以外にも、SNS上において、事故報告の対象となっていない事故も発生していることに留意が必要。

出典：経済産業省 産業保安グループ 電力安全課



## 2.7 自然災害による太陽光発電設備の事故事例③

- 2019年9月9日の台風15号により、アイランドの設計風速（41.53m/s）を超える強風により、山倉ダムの上上に設置された太陽光パネル50,904枚のうち77%程度が風に流され破損。また、一部が発火し、焼損した。

### <設備概要>

発電所名：山倉水上メガソーラー発電所

設置者名：京セラTCLソーラー合同会社

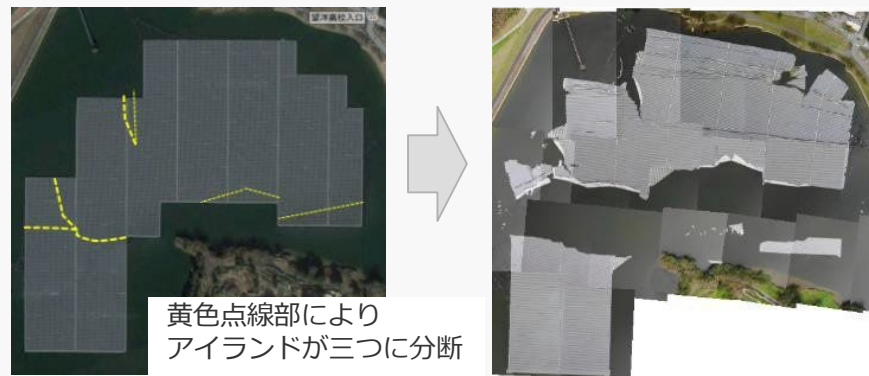
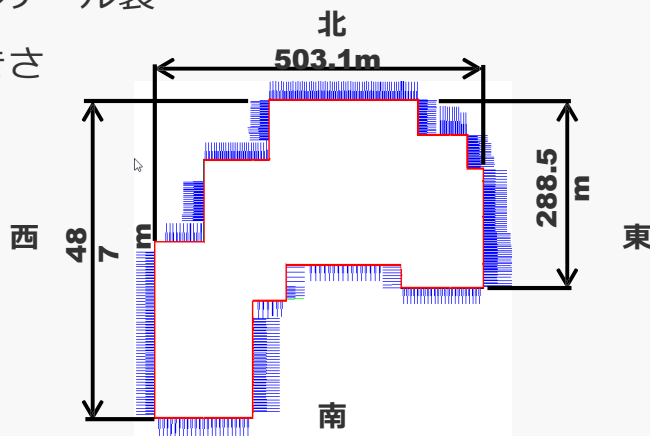
設置場所：千葉県市原市

稼働年：2018年3月 総出力：13.7MW

太陽電池パネル出力・枚数：270W×50,904枚

フロート：シエルテール製

アイランドの大きさ



破損した箇所から火災が発生

出典：経済産業省 産業保安グループ 電力安全課

## 2.8 国の取り組み

- ・ 2016年3月 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を公表（環境省）
- ・ 2017年4月 改正FIT法施行（経産省）  
認定制度が見直され、発電所の保守管理・撤去までの事業計画提出が義務化
- ・ 2018年12月 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）を公表（環境省）  
埋立処分する場合の処分方法の明確化（管理型へ）  
鉛等の有害物質に関する情報提供について関係者の役割の明確化  
災害時の対応に関する章を追加
- ・ 2021年5月 太陽電池モジュールの適正なリユース促進ガイドラインを公表（環境省）  
不適正な輸出を防止するとともに、適切なリユースを促進
- ・ 2022年4月 電気事業法改正（経産省）  
小出力発電設備に対する適切な規律の確保（報告徴収の対象、立入検査の対象）
- ・ 2022年4月 再エネ特措法改正（経産省）
  - ①FIP（Feed-in Premium）制度の創設
  - ②太陽光発電設備の廃棄等費用の外部積立制度の導入（2022年7月より運用開始）  
調達期間終了前の10年間、電気供給量(kWhベース)で廃棄費用を外部積立
  - ③未稼働案件の認定失効制度の導入
- ・ 2023年4月～ 再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルのあり方に関する検討会（経済産業省&環境省）  
廃棄・リサイクルに関する対応の強化に向けた具体的な方策を検討

## 2.9 自治体の取り組み

- 太陽光発電設備導入に関する補助金
- 太陽光発電設備の維持・管理等のガイドラインによる規定  
(茨城県、高知県、山梨県など、山梨県はその後条例を制定)
- 地方議会による意見書の議決 (埼玉県、千葉県、山梨県、長野県など多数)
- 地域主体の協議会の設立、リサイクルに関する調査研究の実施
- 太陽光発電設備の規制に関する独自条例制定  
(兵庫県、和歌山県、岡山県、山梨県、山形県、宮城県、奈良県、長野県)

### <協議会等の取り組み事例>

秋田県：東日本PVリサイクルネットワーク構築事業

埼玉県：太陽電池モジュールリサイクル協議会

東京都：東京都太陽光発電設備高度循環利用推進協議会

福岡県：福岡県太陽光発電設備(PV)保守・リサイクル推進協議会

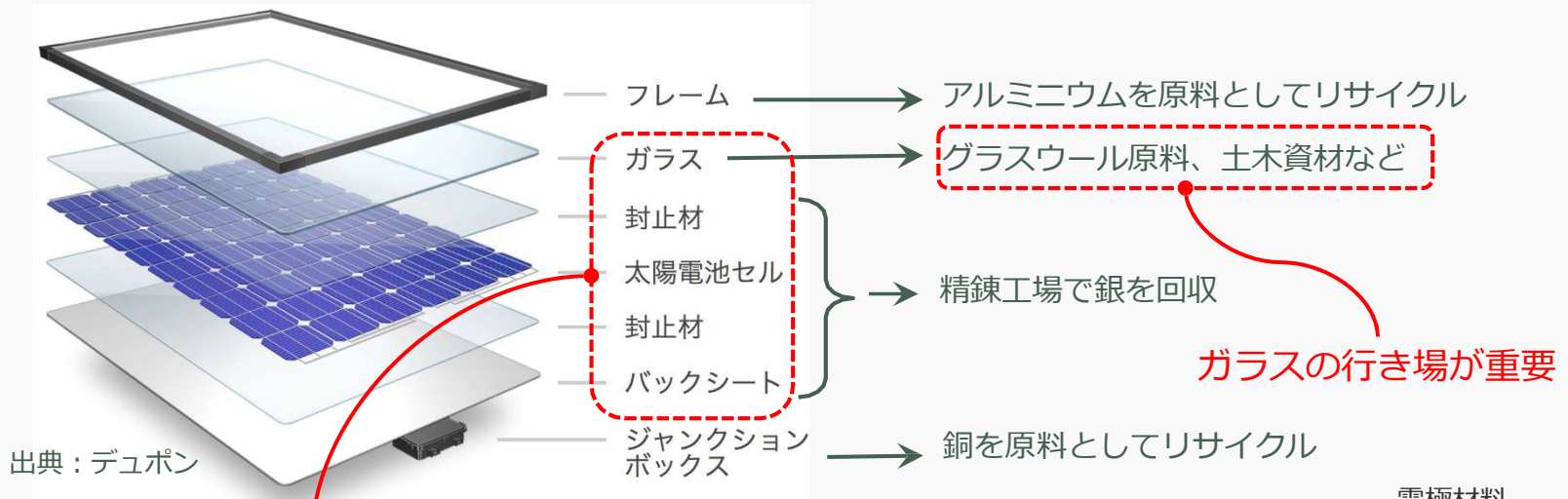
### <条例による太陽光パネル設置義務化の動き>

京都府・京都市、群馬県、東京都、川崎市など

# 3.1 リサイクルにおける技術的課題

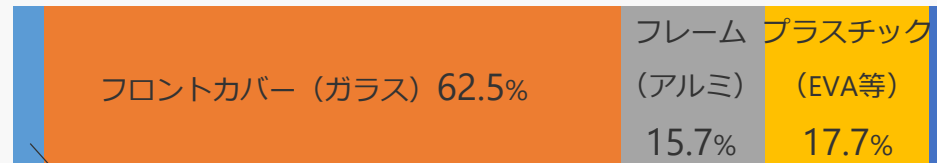
太陽光発電所の廃棄時に排出される6割をパネルが占め、そのうちガラスが最も多い資源を有効利用するには、封止材からガラスを剥がす工程が必要となる

太陽電池パネルの構造  
(シリコン結晶系)



封止材とガラスの分離が非常に困難  
⇒ 各社が技術開発

太陽電池パネルの素材構成割合



出典：環境省

©廃ガラスリサイクル事業協同組合

## 3.2 有害物質への対処

太陽光パネルに含まれる有害物質とは

物質名	特徴
鉛	電極等のはんだ材料に含まれている 新しいものほど含有量は少ない傾向にある
セレン	化合物系のCIS/CIGS系の原料に使われている 国内メーカーのソーラーフロンティア社が製造
カドミウム	化合物系のCdTe系の原料に使われている アメリカのファーストソーラー社が製造
ヒ素	化合物系のGaAs系の原料に使われている 宇宙用等の利用に限られ、一般には利用されていない

- 廃棄等を行うにあたっては、含有物質に応じた適切な対応を行う必要がある。
- 「使用済み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」  
対応企業は現在33社。処分業者へ情報提供を行うことが重要。
- 「太陽電池モジュールの適正処理（リサイクル）が可能な産業廃棄物中間処理業者名一覧表」を太陽光発電協会が公開しており、現在約35社が掲載されている。



### 3.3 住宅用パネルに起因する課題



- 現状ではまだ廃棄されていない
- 建物の解体等に伴い出てくる
- 排出量が小口
- 三角形など特有の形状も

⇒ロット化しづらくリユースに不向き  
⇒処理施設への運搬が非効率となる  
⇒建設廃材と一緒に処理される可能性

- 住宅用パネルの所有者等が、廃棄時に適切に対応できるようにリサイクルの方法・費用等を分かりやすく発信するほか、相談対応の体制を検討すべき
- インセンティブ付与等の活用も検討しながらリサイクルへ誘導すべき

出典：東京都使用済太陽光発電設備リサイクル検討会 報告書

# 3.4 撤去・廃棄における費用面の課題



FIT法では、調達価格の中で**資本費（建設費）の5%を廃棄等費用として計上し、発電事業者に積立の努力義務があった。**しかし、**実際は8割以上が積み立てを始めていなかった。**

## 太陽光発電設備の廃棄費用等積立制度の概要

### 原則、源泉徴収的な外部積立

- ◆ 対象：10kW以上すべての太陽光発電（複数太陽光発電設備設置事業を含む。）の認定案件
- ◆ 金額：**調達価格/基準価格の算定において想定してきている廃棄等費用の水準**
- ◆ 時期：調達期間/交付期間の終了前10年間（2022年7月より運用開始）
- ◆ 取戻し条件：廃棄処理が確実に見込まれる資料の提出

※例外的に内部積立てを許容（長期安定発電の責任・能力、確実な資金確保）

## 廃棄等費用の水準

積立金額は、調達価格によって決まる。

→ 調達価格の高いときほど積立金額は高くなる。

**資本費が低下していったようなカーブで、廃棄費用が今後低下していくかは注視していく必要がある。**

認定年度	調達価格	廃棄等費用の想定額
2012年度	40円/kWh	1.70万円/kW
2017年度	21円/kWh	1.31万円/kW
2022年度	10円/kWh	1.00万円/kW

現状のリサイクル処理費用の相場は、パネル1枚あたり、3,000円前後。

パネル1枚250Wとすると、1.20万円/kW。（パネル処分費用のみ）

架台や基礎等の解体・撤去費用等を含めると、廃棄等費用は 2.43万円/kW程度と推定される。

出典：太陽光発電設備の廃棄等費用積立制度について 一部TPTによるまとめ

2019/8/26 第4回太陽光発電設備の廃棄等費用の確保に関するWG事務局資料（一部加工）

- アンケートの結果、標準的な太陽光発電設備にかかる廃棄等費用は、事業者によるバラつきはあるものの、中央値で、**コンクリート基礎の場合は約1.4万円/kW、スクリュー基礎の場合は約1.1万円/kW。**
- このうち、**PVパネル+ 架台（基礎を除外）にかかる廃棄等費用は、中央値で、0.59万円/kW。**

項目		前提条件	廃棄等費用の試算結果 (万円/kW)		
			最小値	中央値	最大値
① 仮設工事		傾斜なし i) ii) iii)	0	0	1.87
② 解体・撤去工事	2-1 PVパネル・架台（アルミ製）	傾斜なし i) ii) iii)	0.23	0.31	7.14
	2-2 基礎	傾斜なし、コンクリート基礎 i)	0.16	0.19	0.83
		傾斜なし、スクリュー基礎 ii)	0.37	0.45	1.19
③ 整地工事		傾斜なし、コンクリート基礎 i)	0.14	0.21	0.52
		傾斜なし、スクリュー基礎 ii)	0.00*	0.02	0.24
④ 産廃処理	4-1 収集運搬	PVパネル i) ii) iii)	0.03	0.07	0.21
		コンクリートがら i)	0.07	0.18	0.60
	4-2 中間処理	PVパネル i) ii) iii)	0.02	0.14	3.61
		コンクリートがら i)	0.08	0.20	13.25
	4-3 最終処分	管理型 i) ii) iii)	0.02	0.07	0.49
合計	i) コンクリート基礎の場合		0.75	1.37	28.51
	ii) スクリュー基礎の場合		0.67	1.06	14.75
	iii) 基礎を撤去しない場合（PVパネル+ 架台のみ廃棄処理する場合）		0.30	0.59	13.32

<調査方法> アンケート調査

<調査期間> 2019年6月10日～9月20日

<調査依頼対象> 公益社団法人 全国解体工事業団体連合会 会員、公益財団法人 廃棄物・3R研究財団 会員

一般社団法人 太陽光発電協会 太陽電池モジュールの適正処理（リサイクル）が可能な産業廃棄物中間処理業者名一覧表 掲載企業

<回答総数> 40事業者 ※項目によっては回答数が40事業者未満のものもあり。

※上記試算には、廃棄処理する架台（アルミ製）の売却益については含まれていない。

※合計は、各項目の足し合わせにより算定。ただし、表中の数値は小数点第3位以下を四捨五入しているため、各項目の足し合わせが合計と一致しない場合がある。

\* 試算結果は0円/kWより大きい、小数点第3位以下を四捨五入したことにより「0.00」となっている。

### 放置・不法投棄の防止

- ・ 処理施設、処理能力の確保
- ・ 廃棄費用の確保⇒廃棄等費用の外部積立制度

### 破碎・埋立からリサイクルへの転換

- ・ コスト差を埋める方策（低コスト化、補助金）
- ・ 持続可能な資源循環サイクルの確立
- ・ ガラスの用途開発、有用金属の回収

### 処理ルート・ネットワークの構築

- ・ 各事業者が一体となった仕組みづくり
- ・ 回収拠点の設置やルート回収システムなど



# 4.1 会社概要

## ○会社概要

会社名	： 東京パワーテクノロジー株式会社
所在地	： 東京都江東区豊洲五丁目5番13号
従業員数	： 2,396名（2023年6月1日現在）
事業内容	： 発電関連事業（工事・運転・保守） 環境・エネルギー関連事業、尾瀬地域事業 その他サービス（保険・資機材調達）
資本金	： 1億円

## ○事業所

組織	： 環境事業部 川崎リサイクルセンター
所在地	： 神奈川県川崎市川崎区扇島4-17 JFE構内
事業内容	： 廃太陽光パネルリサイクル事業

東京パワーテクノロジー(株)川崎リサイクルセンターは、川崎市より廃太陽光パネル処理の許可を取得(2021.4月)し、専用処理装置にてパネルを各部材に分離・分別した後、ガラス他の部材を、資源物として100%のリサイクルを行っています。



川崎リサイクルセンター外観

# 4.2 リサイクル処理装置概要



項目	値
処理能力	最大：9.6 t/日 (480枚/日)
<年間 最大>	2,420t/年 (121千枚/年)
処理時間	60秒/枚
電源	3相200V 55kW
開発元	(株)環境保全サービス

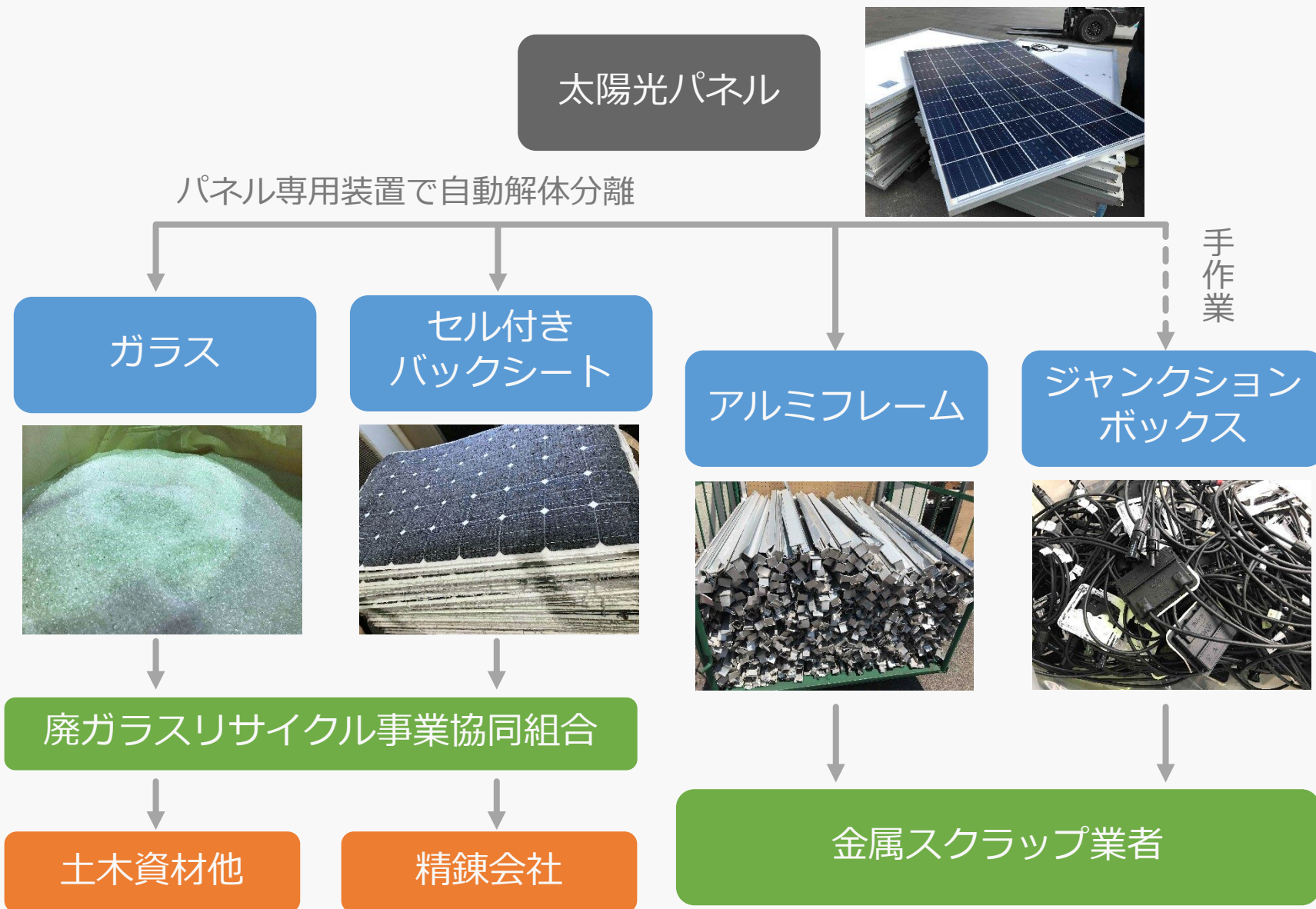


# 4.3 処理対象となる太陽光パネル

種類		外観	特徴
シリコン系	結晶系	単結晶	160~200 $\mu$ m 程度の薄い単結晶シリコンの基板を用いる。シリコンの原子が規則正しく配列した構造で、変換効率が高い。製品の歴史が長く、豊富な実績を持っている。
		多結晶	単結晶シリコンが多数集まってできている。単結晶に比べて、変換効率は若干低いが安価に製造ができる。
		ヘテロ接合	結晶系基板にアモルファスシリコン層を形成した高効率な太陽電池である。変換効率が高い。
	薄膜系	アモルファス	シリコン原子が不規則に集まった太陽電池であり、結晶系の約1/100の薄さで発電できる。また、ガラスやフィルム基板上に製造が可能となっている。
		多接合	異なる波長感度特性を有する2つ以上の発電層を重ね合わせた太陽電池である。このため、単接合より発電効率が向上している。アモルファスと微結晶を組み合わせたタンデム構造が主流である。
化合物系	CIS/CIGS系	銅 (Cu) ・インジウム (In) ・セレン (Se) の3つの元素を主成分とした太陽電池である。なお、CIGS はガリウム (Ga) を加えている。従来型のシリコン結晶系太陽電池とは全く異なる構造である。日本のパネルメーカーである、ソーラーフロンティア社が製造。	
	CdTe系	カドミウム・テルルを原料とする化合物系モジュール。アメリカのパネルメーカーである、ファーストソーラー社が製造。	

出所：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）

# 4.4 リサイクル処理フロー



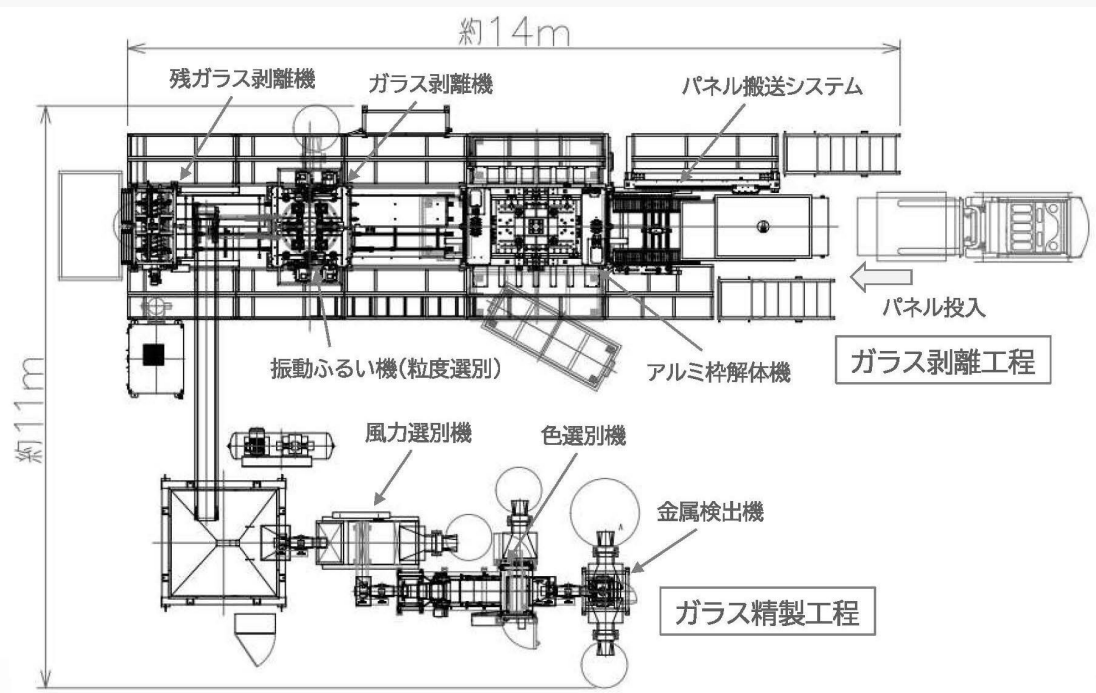


## 4.5 廃ガラスリサイクル事業協同組合の概要



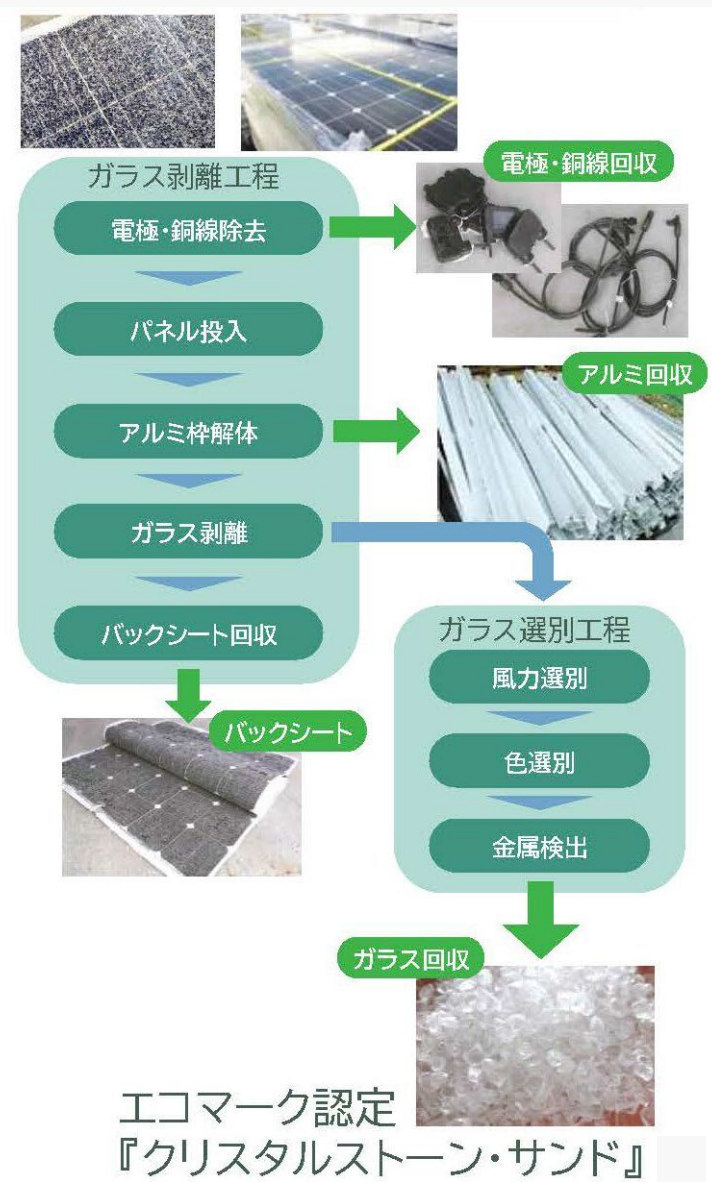
- ▶ 名称 経済産業省認可 廃ガラスリサイクル事業協同組合
- ▶ 本部所在地 岩手県奥州市（株式会社環境保全サービス内）
- ▶ 会員数 正会員：14社（2023年3月現在）  
賛助会員：3社  
  
※PVリサイクル事業部会員：9社
- ▶ 営業地域 全国一円
- ▶ 事業内容 廃ガラス・太陽光パネルリサイクル装置の製造販売  
廃ガラス・太陽光パネルの共同リサイクル事業  
ガラス再生品の共同販売、用途開発、調査研究等

# 4.6 リサイクル処理装置の特徴



## ガラスわけーるⅢ型システムの特徴

- 環境保全サービスの独自技術  
パネルの投入後、ガラス剥離・選別まで自動化  
処理に加熱や薬品が不要
- 組合によるリサイクルネットワーク
- リサイクルしたガラスはエコマーク認定品



# 4.7 セールスポイント

## トータルサービス

現場調査(無料)から、運搬、解体、リサイクルまでトータルサービスいたします。

## 100%リサイクル

太陽光パネルを100%リサイクルし、有効な資源を生成します。

## 東京都の指定事業者

「使用済み住宅用太陽光パネルリサイクル促進事業」の指定事業者ですので、補助金交付の申請が可能です。

## 安心・安全

当社は、経済産業省認可廃ガラスリサイクル事業協同組合に所属しています。また、東京電力グループであり、電力設備によく通じています。

## 専用装置で大量リサイクル可

関東、または関東近郊からの輸送であれば、送料を大幅に削減できます。

## パネル1枚～注文OK

少数でもお安いお値段でご案内いたします！ぜひご相談ください。

## 4.8 お問い合わせ先



太陽光パネルリサイクルについては、  
Youtube動画でも解説しています。  
弊社HPから、是非ご覧ください！！

検索

太陽光 TPT

お問い合わせ先  
東京パワーテクノロジー株式会社  
環境事業部 環境ソリューションセンター  
ソリューション営業グループ  
☎ 044-270-0030