

# 東京都使用済太陽光発電設備リサイクル検討会

## 報告書

令和4年6月

東京都環境局

## 目次

はじめに	.....	p1
I 太陽光発電設備の廃棄の現状・課題	.....	p2
1 太陽光発電設備の廃棄を取り巻く状況		
(1) 太陽光発電の普及状況		
(2) 太陽光発電設備、太陽電池モジュールの構造・構成		
(3) 国内市場における太陽電池モジュールメーカーの状況		
(4) 現在の処分方法と排出状況		
(5) 事業用と住宅用の違い		
(6) 排出見込量		
(7) 産業廃棄物の最終処分場の残余年数		
(8) 都の取組		
(9) 国の取組		
(10) 有害物質関係		
(11) 廃棄等の方法と費用		
2 検討中の取組強化策	.....	p10
(1) 取組強化策の概要		
(2) 取組強化策と廃棄の関係		
3 課題	.....	p11
(1) 都内に多い住宅用モジュールに起因する課題		
(2) 情報共有・連携		
(3) リサイクル処理後の資源の有効利用		
II 基本的な考え方	.....	p14
1 サーキュラーエコノミーへの転換		
2 都内の排出特性を踏まえた取組の推進		
3 各主体の連携		
III 都内の排出特性を踏まえた取組の方向性	.....	p16
1 太陽電池モジュールの高度循環利用		
(1) リデュース（適切なメンテナンス）		
(2) リユース		
(3) リサイクル		
2 各主体の連携・役割		
(1) 各主体の連携		
(2) 各主体の役割		
3 資源活用的高度化		
4 国に対する提言・要望		
IV 具体的な進め方	.....	p20
1 リユース・リサイクルルートの確立		
2 実施体制、各主体の連携スキームの構築		
(1) 連携スキームの目的・役割		
(2) 構成メンバー		
終わりに	.....	p23

## はじめに

我が国における太陽光発電設備は、気候変動問題への対応やエネルギーセキュリティ等の観点から、2009年の余剰電力買取制度や2012年の固定価格買取制度を契機として急速に普及してきた。一方、都内においても、土地の制約上、大規模な発電事業用は比較的少ないものの、住宅用を中心に普及拡大しており、今後も設置件数の増加が見込まれている。

太陽光発電の普及状況をみると、全国では発電事業用が8割を占めるが、都内では住宅用が7割を占める。

これらの発電設備はいずれ廃棄されることになるが、一般的に太陽電池モジュールの寿命は20年から30年とされていることから、2030年代半ば以降には、これら設備の廃棄が本格化するものと推計されている。使用済みとなって排出される事業用太陽電池モジュールは、まだ少ないとはいえ、既にリユースやリサイクルに向けて動き始めている。一方、都内で7割を占める住宅用太陽電池モジュールについては、少量で散発的に排出される特性から処理が非効率となり、リユース・リサイクルする仕組みがまだ整っていない。

そうした中、都は、2018年に専門家で構成する東京都使用済太陽光発電設備リサイクル検討会を設置し、モジュールのメーカー、リユース・リサイクル業者、解体業者、ハウスメーカー等の関係事業者と直接ヒアリングを行うなど実態把握に努めながら、今後廃棄が本格化することが見込まれる太陽光発電設備の資源循環及び適正処理の促進に向け、検討を進めてきた。

本報告書では、都内の多くを占める住宅用太陽電池モジュールの排出特性を踏まえ、適切に資源循環の流れが構築されるよう、基本的な取組の方向性を示すとともに、具体的な取組の進め方までを取りまとめている。

## I 太陽光発電設備の廃棄の現状・課題

### 1 太陽光発電設備の廃棄を取り巻く状況

#### (1) 太陽光発電の普及状況

太陽光発電には、大別すると発電事業用（10kW以上）のものと、住宅用（10kW未満）がある。全国の普及状況は、事業用が約8割、住宅用が約2割であるのに対して、都内は過密な土地利用の状況などから事業用は比較的少なく、住宅用が7割を占めている。

#### ■ 太陽光発電の普及状況

(2019年度末までの累計、単位千kW)

	事業用	住宅用
全国	8割 43,560	2割 11,632
都内	3割 188	7割 420

(出典) 全国データは「再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法情報公表用ウェブサイト」、都内データは東京都環境局資料より作成

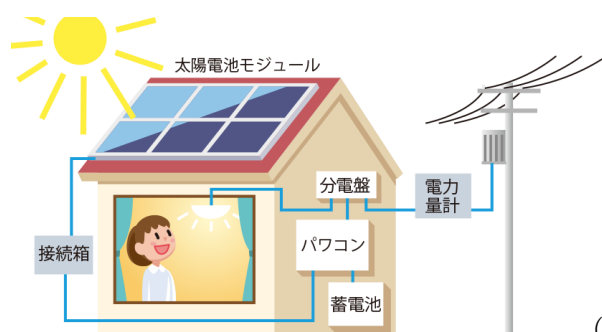
#### (2) 太陽光発電設備、太陽電池モジュールの構造・構成

##### (太陽光発電設備の概要)

住宅用の太陽光発電設備は、基本的に太陽電池モジュール、パワーコンディショナー、蓄電池等で構成されている。

このうち、使用済みとなったパワーコンディショナーや分電盤については、有償で売却されることが多いと考えられることから、本報告書では、太陽電池モジュールを中心に対応を取りまとめている。

#### ■ 住宅用太陽光発電設備の構成



(出典) 太陽光発電協会 HP

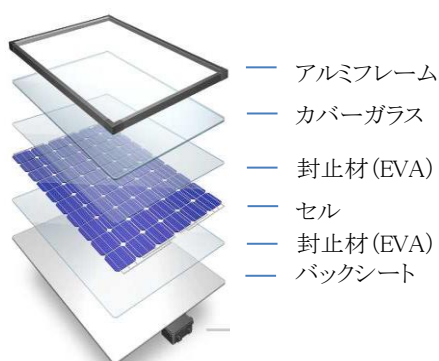
### (太陽電池モジュールの構造・構成)

太陽電池モジュールには、多くの種類があるが、現在最も普及している結晶シリコン系を例に構造と構成を示す。

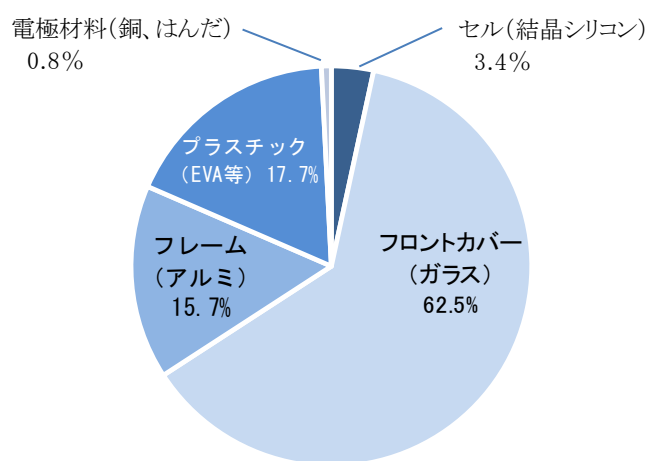
モジュールは、カバーガラス、セル、バックシート、封止材の複層構造となっており、モジュールの外周をアルミフレームで固定している。素材で見ると、ガラス、アルミ、微量の有用金属等の素材で構成されている。

モジュールは、屋外の過酷な気象状況に耐えられるよう堅固に作られていることに加え、重量の6～7割を占めるガラスのリサイクル手法が限定されていることもあり、効果的なリサイクルに必要な素材毎の選別を行うには高度な技術を要する。そのため、ガラス等の各素材を分離してリサイクルできる施設は限られている。

#### ■モジュールの構造



#### ■モジュールの重量構成比



(出典) 太陽光発電戦略2020 (NEDO)

### (3) 国内市場における太陽電池モジュールメーカーの状況

国内の住宅向けモジュール市場は、国内メーカー志向が高いと言われている。これは、日本家屋の小さな屋根にも載せられるよう工夫されていることや、保証・アフターサービス等の点で安心感があることなどによるものと考えられる。

近年の国内メーカーのシェアは、住宅用で約76%となっている。

#### ■ 国内の住宅用モジュール出荷量に占める日本企業のシェア

2017年度	2018年度	2019年度
74%	76%	76%

(出典)一般社団法人太陽光発電協会:太陽電池出荷統計

#### (4) 現在の処分方法と排出状況

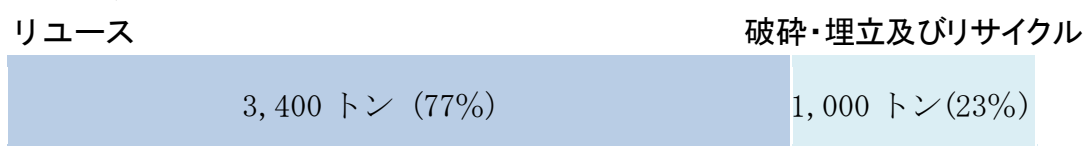
太陽電池モジュールの処分方法は、大別すると、産業廃棄物の中間処理施設で破碎後に最終処分場で埋立処分する方法のほか、リユースやリサイクルする方法がある。

国の推計によると、全国で年間約 4,400t のモジュールが使用済みとなって排出されており、そのうち約 3,400t がリユースされ、約 1,000t が破碎後に埋立処分又はリサイクルされている。なお、これらの排出の多くは事業用のものと考えられる。

##### ■ 処分方法の分類

- ・ 中間処理（破碎）→ 最終処分（埋立処分（管理型、安定型））
- ・ リユース
- ・ リサイクル

##### ■ 全国の排出量と処分方法



(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2版)

#### (リユースについて)

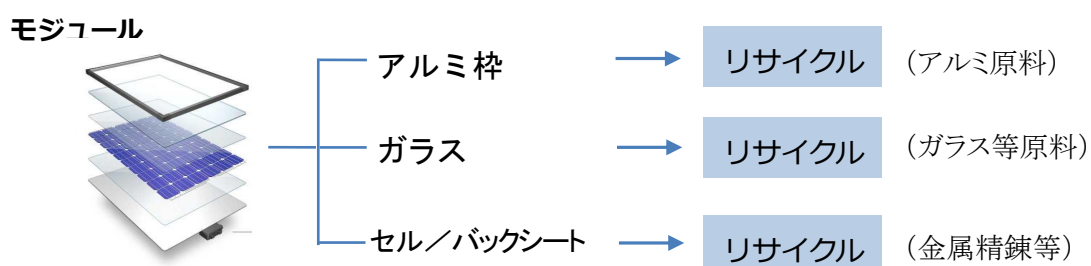
排出されたモジュールでリユースの割合が高いのは、事業用において台風等風水害による破損や故障等で取り替えが必要となった際に、再利用可能なモジュールが排出されているものと考えられる。

なお、リユース品の多くは海外へ輸出されている。

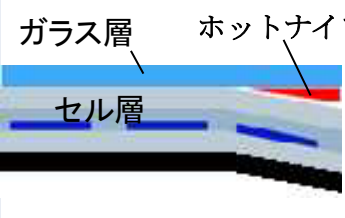



#### (リサイクルについて)

将来の大量廃棄を見込み、地域差はあるが全国的にリサイクル施設の設置が進んできており、首都圏においても太陽電池モジュールを専門的に取り扱う新たなリサイクル施設が稼働し始めている。こうした施設では、重量比でモジュールの6、7割を占めるガラスを分離する様々な種類の最新装置の導入が進んできている。

##### ■ モジュールの構成とリサイクルの流れ (イメージ)



## <使用済モジュールの主なりサイクル技術>

ホットナイフ工法	ブラスト工法
<ul style="list-style-type: none"> <li>加熱した刃でガラスを分離</li> <li>ガラスやセルを破碎せずに分離回収可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガラス表面に粒子を吹き付けガラスを削る</li> <li>セル層では粒子の衝撃が吸収</li> </ul>
 <p>ガラス層    ホットナイフ セル層</p>	 <p>粒子 ガラス層 セル層</p>
	

### (5) 事業用と住宅用の違い

#### (事業用)

事業用のモジュールは、全国的には遮るもののない広い敷地で基礎の架台上に設置されることが多く、台風や暴風雨の際に、構造的に被害を受けやすい面がある。そのため、現在排出されているモジュールの多くは、風水害や故障等を原因として発生しており、大半がリユースに回っている。

次いで、処理費用等の関係から産業廃棄物の中間処理施設で破碎後、最終処分場で埋立処分又はリサイクルといった順で処理されている。

なお、事業用でリユースが多いのは、まとめて排出されるため、製造メーカー、規格、大きさ等が同一のモジュールが比較的そろえやすく、ロット化して流通しやすいことがあげられる。

#### (住宅用)

一方、住宅用のモジュールは、家屋の大規模修繕（屋根のふきかえ等）や解体に合わせて排出されることが多く、急速に設置の進んだ固定価格買取制度（FIT 制度）の開始から 10 年程度経過した現段階では、まだ排出は多くない。

また、現在、排出されているモジュールの大半は、FIT 制度の開始以前に設置されたものと考えられ、設置数は多くない。

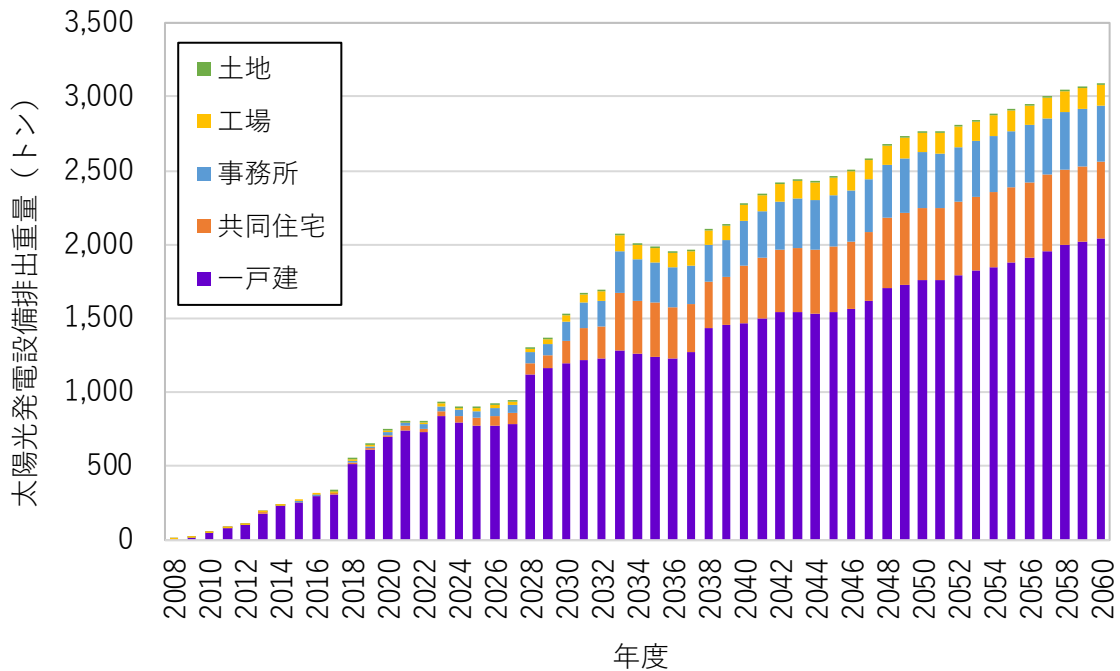
なお、住宅用モジュールの排出は、事業用と違って小口であり、製造メーカー、規格、大きさ等もまちまちで、ロット化しづらく、現状ではほとんどリユースされていない。

## (6) 排出見込量

住宅用モジュールを設置している都民千人余へのアンケートや、モジュールの寿命、建築物の寿命等を勘察し、都内における太陽光発電設備の将来排出量を推計した。

推計の結果、FIT 制度による事務所や共同住宅などへの急速な導入拡大等の影響がみられる 2030 年代半ばには約 2,000 トン、2040 年代半ばには 2,500 トン排出されると見込まれている。

### ■ 都内の太陽光発電設備の将来排出重量



(出典) 東京都環境局資料

## (7) 産業廃棄物の最終処分場の残余年数

産業廃棄物の最終処分場の残存容量は限られている。残余年数は全国で 17.4 年となっており安易に埋立処分に依存できない厳しい状況となっている。

なお、国の推計によると、2040 年ごろの排出量は、産業廃棄物の最終処分量の 6% を占めるとされている。

### ■ 産業廃棄物の最終処分場の残存容量と残余年数 (2019 年 4 月 1 日現在)

	年間処分量 A (万 m <sup>3</sup> /年)	最終処分場残存容量 B (万 m <sup>3</sup> )	残余年数 C C=B/A (年)
全国	913	15,865	17.4

(出典) 産業廃棄物処理施設の設置、産業廃棄物処理業の許可等に関する状況 (環境省 2018 年度実績)



## (8) 都の取組

### (大学提案実証事業)

大学研究者からの事業提案制度を活用したパネルの高度循環利用に向けた実証事業については、高い専門性・技術力を有する早稲田大学、東京大学が中心となって、より高いレベルの資源循環利用に向け、リサイクル事業者等と連携しながら、先進的技術を活用した様々な実証事業を実施した。(事業期間は2019～2021年度の3か年)

#### ■ 主な実証事業の内容

リユース関係	リユースの促進	<ul style="list-style-type: none"><li>・リユース可否の判定基準</li><li>・発電性能をスムーズに診断する方法</li><li>・リビルトパネルの試作、性能試験 等</li></ul>
リサイクル関係	効率的な収集運搬	<ul style="list-style-type: none"><li>・一時保管場所等を活用した効率的な収集運搬のシミュレーション</li></ul>
	処理後のガラスの高度利用	<ul style="list-style-type: none"><li>・カバーガラス由来カレットを原料としたグラスウールの試作</li><li>・カバーガラスの簡易な成分分析方法の確立</li><li>・処理後ガラスの活用先の候補選定 等</li></ul>
	微量な有用金属の効率的な回収	<ul style="list-style-type: none"><li>・破砕物を効率的に分離濃縮する技術の実証</li></ul>
	ライフサイクルアセスメント	<ul style="list-style-type: none"><li>・処理方法による環境負荷を比較</li></ul>

## (9) 国の取組

### (ガイドラインの作成)

環境省は、解体・撤去、収集・運搬、処分に関する関係者の役割・留意事項をまとめた「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1版)」を2016年4月に作成している。その後、破砕して埋立処分する際は管理型処分場とすることや、有害物質の情報伝達に関する規定等について記載を加え、2018年12月に同ガイドライン(第2版)を作成している。

また、環境省は、不適正な輸出の防止と適切なリユースを促進するため、「太陽電池モジュールの適切なリユースガイドライン」を2021年5月に作成している。

### (廃棄等費用の積立制度)

国は、太陽光発電事業は、参入障壁が低く様々な事業者が取り組み、事業主体の変更も行われやすい状況において、放置や不法投棄の懸念があることから、10kW以上の認定事業者を対象として、廃棄等にかかる費用の源泉徴収方式による外部積立制度を本年7月に開始することとしている。2021年9月には、資源エネルギー庁が

「廃棄等費用積立ガイドライン」を公表している。

なお、国は、住宅用のパネル（10kW未満）については、家屋解体時に適切に廃棄されると想定し、10kW未満の調達価格には廃棄費用を計上していないことを踏まえ上記積立制度の対象外と整理している。

#### **（実証事業）**

国は、太陽電池モジュールに関して様々な実証事業を実施している。

「令和3年度脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業」（環境省）では、埼玉県等において「太陽光パネルの収集・リユースおよび非鉄金属の回収に係る技術実証」を実施している。埼玉県は、住宅用モジュール導入量が全国で2番目に多く、将来の大量廃棄に備え、実効性のあるリユース・リサイクルルートの確立が必要な状況となっている。そのため、県内4か所に設置した回収拠点で、無償で引き取り効率的な運搬方法を検討するほか、リユースが可能かどうか簡易検査を行ったうえで、リユースできないものはリサイクルに回す実証事業を実施している。

また、「令和3年度資源循環に関する情報プラットフォーム実証事業」（環境省）では、「使用済太陽光パネルの適正管理情報プラットフォームの運用・事業面の検証」を実施している。使用済モジュールの効率的な回収、適切なリユース・リサイクルを目的に、ブロックチェーン技術を活用した情報管理のプラットフォームを構築し、トレーサビリティや情報の非改ざん性などを検証している。具体的には、モジュールの排出時からリユースに至るまでの取扱履歴、検査情報、リユース可否判断やリユース品購入時に必要な情報を備えたプラットフォームを構築するとしている。

### **（10）有害物質関係**

#### **（有害物質に関する情報）**

太陽発電モジュールは、種類によって鉛やセレン等の有害物質を含むことがあるため、適正な処理が求められる。

環境省のリサイクル等推進ガイドライン（第2版）では、解体工事の発注者又は排出事業者から産業廃棄物処分業者へ有害物質等の含有情報の伝達の役割を明確にするとともに、モジュールメーカーによる有害物質情報提供の必要性や方法を明示している。また、太陽光発電協会は、メーカー等有する有害物質情報について「使用済太陽光発電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」（2017年12月）を作成しており、本ガイドラインに基づきメーカー等が各社ホームページで、鉛、カドミウム、ヒ素及びセレンの含有情報を公表している。

#### **（管理型の埋立）**

環境省のリサイクル等推進ガイドライン（第2版）では、使用済太陽発電モジュ

ールは、産業廃棄物の品目上、「金属くず」、「ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず」、「廃プラスチック」の混合廃棄物として取り扱うこと、電気機械器具にあたることを明確にしている。

また、モジュールを埋立処分する場合、おおむね 15 cm以下に粉砕するなどした上で、遮水設備等が備わった管理型最終処分場に埋め立てることを明示している。

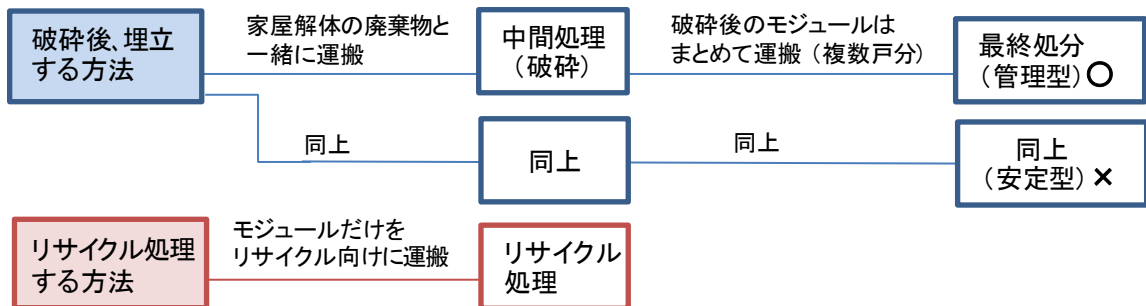
### (11) 廃棄等の方法と費用

モジュールの廃棄方法には、破砕後に埋め立てる方法と、リサイクル施設で処理する方法があり、それぞれ収集運搬費用と処分費用（中間処理、最終処分等）がかかる。

なお、環境省のリサイクル等推進ガイドラインにあるとおり、破砕したモジュールは管理型最終処分場で埋立処分することとされている。

また、リユースについては、有用なものとして、有償で取引されている。

#### ■ モジュールの廃棄等の方法と処理の流れ



#### (収集運搬費用)

破砕後に埋立処分する場合、破砕を行う産業廃棄物の中間処理施設は、都内にも数多くあり、破砕したモジュール等はまとめて効率よく最終処分場へ運搬が可能である。

これに対して、リサイクル施設へ搬送する場合、モジュールだけを他の産業廃棄物と別に分けて運搬する必要があるうえ、小口で排出される住宅用モジュールをそれぞれリサイクル施設へ運搬することは非常に非効率となることから、費用は高くなる傾向にある。

#### (処分費用)

モジュールの廃棄は、過去には中間処理施設で破砕後、安価な安定型最終処分場で埋立処分されていたが、環境省のリサイクル等推進ガイドライン（第2版）において、破砕したモジュールは管理型最終処分場で埋立処分するよう規定されている。

なお、リサイクル施設での処理費用については、様々なリサイクルの方法があり、処理量等も関係することから、一概に比べることはできない。

## 2 検討中の取組強化策

### (1) 取組強化策の概要

都は、住宅等の一定の中小新築建築物への太陽光発電設備の設置を義務付ける新たな制度について、次のように検討している。

- ・ 都内に一定以上の新築住宅等を供給する事業者（ハウスメーカーや不動産デベロッパー等）を対象に、太陽光発電設備等の設置の義務付けを検討
- ・ 太陽光発電設備の設置義務量は、設置実態（最小容量）や都内の地域特性等を踏まえて設定
- ・ 対象の供給事業者ごとに弾力的な設置が可能となる仕組みとすることを検討

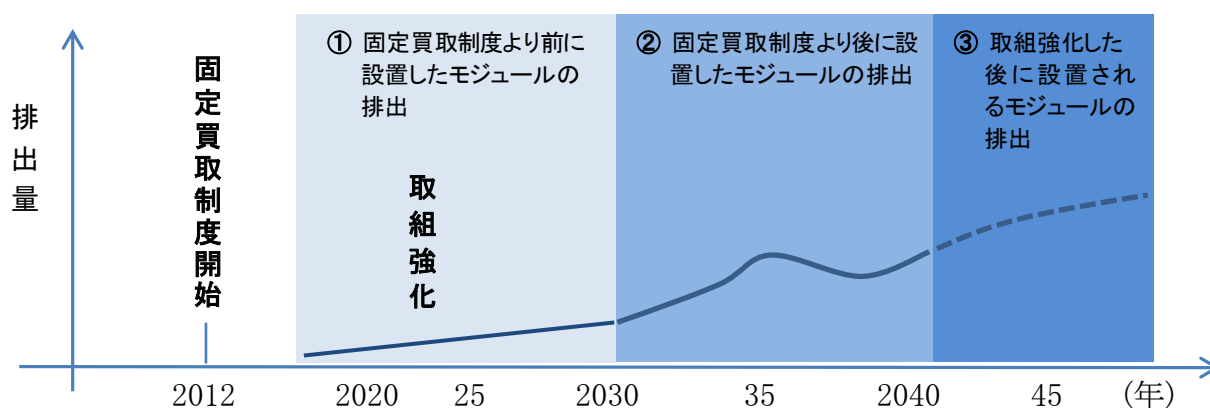
### (2) 取組強化策と廃棄の関係

取組強化で設置されたモジュールは、将来寿命を迎え使用済モジュールとして排出されることになるため、適切にリユース・リサイクルを図っていくことが必要である。

使用済モジュールの排出は、過去に設置されたものの排出が既に始まっており、今後 2030 年代半ばには FIT 制度の下で設置したモジュールも大量に排出される。そして、2040 年代半ば以降には取組強化で設置したモジュールも大量排出の時期を迎えることになる。

そのため、今後のこうした排出状況を踏まえた使用済モジュールの対応としては、FIT 制度の下で設置したモジュールの大量廃棄を見据え、まず現在既に廃棄されているモジュールについて、リユース・リサイクルする仕組みを早急に構築のうえ、この仕組みを土台として改善・発展を図りながら、リユース・リサイクルの定着を図っていくことが重要である。

#### ■ 今後のパネル排出動向（イメージ）



### 3 課題

#### (1) 都内に多い住宅用モジュールに起因する課題

都内に設置された太陽電池モジュールは、住宅用が7割を占め、中でも戸建住宅に設置されたものが多いのが特徴である。その排出特性は、排出量が小口で、排出の場所や時期が散発的な点があげられる。

近年、首都圏でもリサイクル施設が稼働し始め、事業用モジュールを中心として処理が進んできているが、住宅用モジュールの排出は始まったばかりでそうした施設へのルートはまだ整備されていない。

#### ①リデュースに関して

##### (適切なメンテナンス)

- ・ 設置されたモジュールについて、性能を保持しながらできるだけ長く使用するためには、適切なメンテナンスが不可欠であり、廃棄物の発生抑制の観点からも重要である。
- ・ なお、改正再エネ特措法に基づく認定事業の事業計画では、事業用のモジュールのみならず、住宅用モジュールについても適切な維持管理・保守点検を遵守事項としていることから、ユーザー等には適切な対応が求められる。

#### ②リユースに関して

##### (排出時のモジュールの性能が不明)

- ・ 事業用モジュールではリユースされるものが多いのに対して、住宅用ではほとんどリユースの実績はない。この要因としては、リユースに回す際に必要となる、撤去時におけるモジュールの発電性能等の情報が十分把握されていないことが指摘されている。

##### (リユース品の利用実績が少ない)

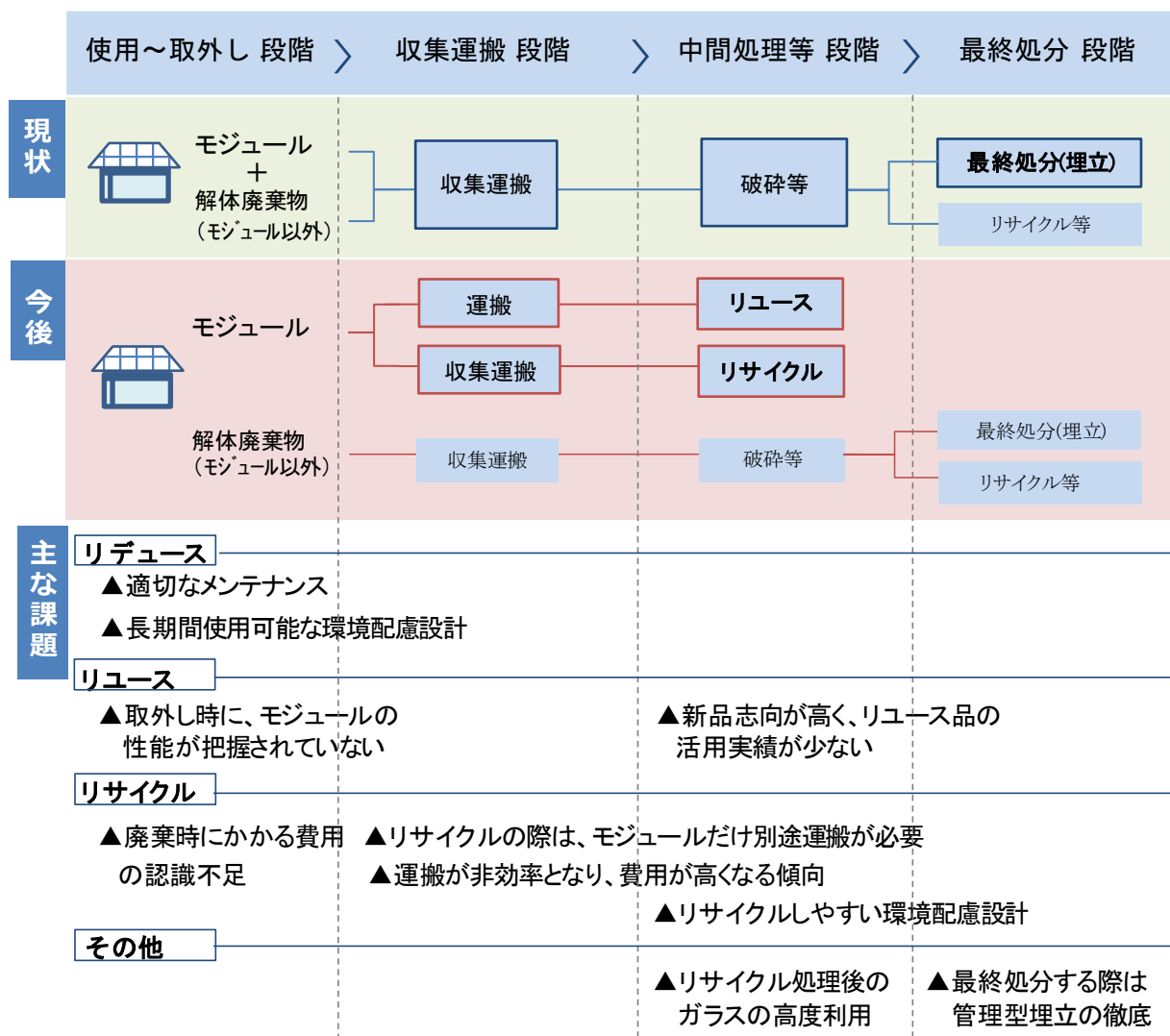
- ・ 国内におけるモジュールの需要動向は、品質等が保証されている新品志向が高く、住宅用モジュールがリユース品として活用された実績は少ない。
- ・ また、リユース品は、まとまったロットで流通しているのに対して、小口で排出される住宅用モジュールは形状やメーカーも異なりロット化しづらいこともリユースの少ない一因と考えられる。

#### ③リサイクルに関して

##### (リサイクル施設への運搬等が非効率)

- ・ 住宅用モジュールは、各戸からの排出量が小口で、発生する場所や時期が散発した形態となるため、これを個々にリサイクル施設へ収集運搬し、処理するのは、従来の破碎後に埋立する方法と比べて非常に非効率である。

## ■ 各段階における課題の整理



### (運搬等が非効率で費用が割高)

- ・ 太陽電池モジュールをリサイクルする施設には、モジュールを専門に取り扱っているところもあり、他の廃棄物とは別にモジュールだけをリサイクル施設へ運搬する必要がある。そのため、一般的に費用が高くなる傾向にある。
- ・ 処理費用は、モジュールの所有者や排出事業者が、処理方法を選択する際の重要な要素の1つであり、リサイクル処理へ誘導していく方策が必要である。

### (処理費用がかかることの認識不足)

- ・ モジュールの設置は、売電による受益などメリットばかりに注意が向きがちだが、寿命等で使用済みとなり廃棄する際には、モジュールの所有者がその費用を負担しなければならないことが十分認識されていない。

## (2) 情報共有・連携

### (リユース・リサイクルに向けた情報共有)

住宅用モジュールのリユース・リサイクルは、始まって間もないことから、取り巻く状況やその必要性について、モジュールのユーザーや所有者、関係事業者の理解が深まるよう情報共有を図っていくことが必要である。

また、環境省のリサイクル等推進ガイドラインでは、モジュールに含まれる有害物質情報の伝達の方法や、破砕後に埋立処分する場合には管理型最終処分場において埋立処分することなど、各工程における基本的な情報、留意事項を取りまとめており、関係者への周知を徹底する必要がある。

特に、安易に費用が安い安定型最終処分場での埋立処分が選択されることがないよう、モジュールを破砕して埋立処分する場合、管理型最終処分場で埋立処分すべきことについては、関係事業者に周知徹底を図るべきである。

### (連携)

首都圏においてもリサイクル施設は稼働し始めているが、住宅用モジュールをこうした施設で処理する流れが整理されておらず、多くの関係主体の役割分担、連携ができていない。

## (3) リサイクル処理後の資源の有効利用

太陽電池モジュールは、重量比で6～7割をガラスが占めており、リサイクル施設で処理後にはモジュールから分離されたガラスが多量に発生するが、その活用用途は限られている。

今後の排出の増加とともに、リサイクル施設で処理されたガラスの排出も増えていくことから、活用用途の多様化、高度化を図るとともに、活用する量も拡大していく必要がある。

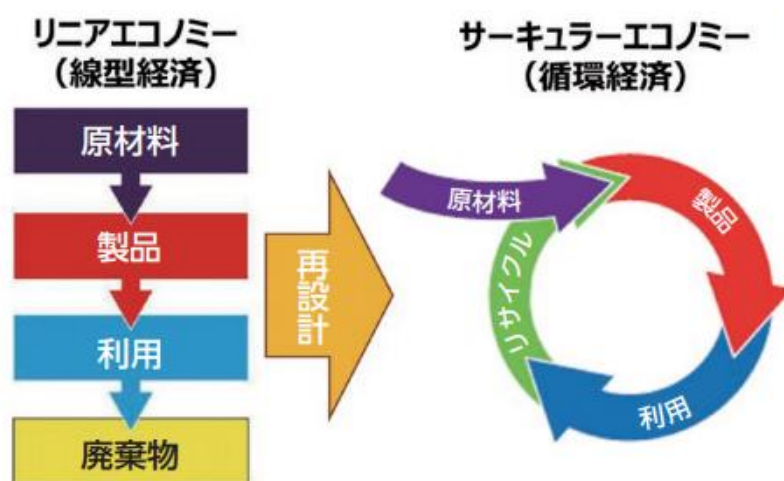
## II 基本的な考え方

### 1 サークュラーエコノミーへの転換

使用済太陽電池モジュールは、ガラスや微量の有用金属など様々な素材で構成された資源であるにもかかわらず、リサイクルの処理技術や処理費用等の関係から、これまで、多くが産業廃棄物の中間処理施設で破碎した後、最終処分場で埋立処分されている。

資源循環分野においても、脱炭素への貢献に向け、従来の大量生産・大量消費のシステムである直線的な処理の流れから、循環型への転換が進められており、太陽発電モジュールについても、持続可能な製品づくりや環境に配慮した製品の選択、廃棄物の発生抑制と適正な循環的利用・処理により、天然資源の消費を抑制し、環境負荷をできる限り低減するよう、サーキュラーエコノミーへ転換していくことが必要である。

#### ■ 直線的な処理の流れから、循環型への転換（イメージ）



資料：オランダ「A Circular Economy in the Netherlands by 2050 -Government-wide Program for a Circular Economy」(2016)より環境省作成  
(出典) 環境省 HP (令和3年版 環境・循環型社会・生物多様性白書)

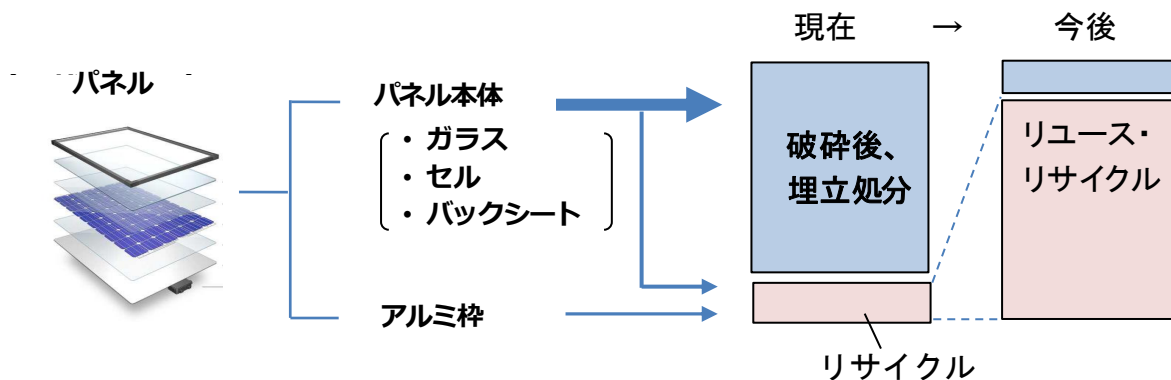
### 2 都内の排出特性を踏まえた取組の推進

都内で7割を占める住宅用モジュールについては、排出が小口で散発的に発生するなど効率的な処理が難しい面があり、こうした排出特性を踏まえつつ、重点的に取組を進め、着実に資源循環の流れにのせていくことが重要である。

そのため、効率的な処理の流れを構築し、資源循環の観点からリユース・リサイクルに切り替えていくことが必要である。また、従来の破碎・埋立処分からリサイクルへの転換を進めていくことで、リサイクル処理費用の低減を図ることも期待できる。



## ■ 都内住宅用モジュールの処理の転換（イメージ）



### 3 各主体の連携

従来の生産・使用・廃棄という一方通行の流れから、持続可能な形で資源を利用するサーキュラーエコノミーへ転換していくにあたっては、あらたな処理の流れを構築する必要がある。

そのため、モジュールのメンテナンスから、取外し、解体、収集運搬、リユース・リサイクルに至る関係事業者が、それぞれの役割を明確にしたうえで、有機的に連携して取組を進めることが不可欠である。

### Ⅲ 都内の排出特性を踏まえた取組の方向性

これまで述べてきたように、都内では住宅用モジュールが多くを占め、各戸からの排出量は小口で、排出の場所や時期が散発的という排出特性があることから、こうした特性を踏まえ効率的で実効性のある取組を進めていく必要がある。

#### 1 太陽電池モジュールの高度循環利用

持続可能な資源の有効利用をはじめ、将来的な最終処分場のひっ迫の回避、放置・不法投棄防止等の観点から、各段階における取組の体系化を図り、モジュールのリデュース、リユース、リサイクルを一体的に推進していくことが重要である。

##### (1) リデュース（適切なメンテナンス）

###### （適切な維持管理）

設置されたモジュールの適切な維持管理は、発電性能の保持のみならず、廃棄物を発生抑制する観点からも重要である。また、今後高齢者一人世帯の増加が見込まれており、そのような世帯にも配慮した管理が必要である。

そのため、高齢者一人世帯も含むモジュール所有者等が、モジュールの維持管理を適切に行うことができるよう、都はマニュアルを作成する等、関係団体等とも連携しながら取組を促進していくべきである。

###### （P P Aモデル等の活用）

近年、太陽光発電設備を初期費用ゼロで導入できるサービスとしてP P A（Power Purchase Agreement：電力販売契約）モデルや、リースモデル等の普及が進んできている。各住戸のユーザーにとって手間となる設備の修理等について、こうしたサービスでは、ユーザーの負担なく、事業者が太陽光発電設備の設置のみならず設置後の保守・運用を行うことから、適切な維持管理に有効である。

ただし、P P A等の契約期間は一般的に10年間で、契約期間終了後、設備はユーザーに無償譲渡されることが多いことから、その後の維持管理については、所有者であるユーザーが計画的に対応していく必要があることに注意が必要である。

###### （環境配慮設計）

業界団体では既に「太陽発電モジュールの環境配慮設計アセスメントガイドライン」（2016年10月、太陽光発電協会）を作成し、長期間使用やリサイクルのしやすい環境配慮設計に取り組んでいるところではあるが、今後も継続して環境に配慮した設計をしていくよう、都はパネルメーカーに求めていくべきである。

##### (2) リユース

###### （取組の優先順位、性能診断）

使用済モジュールの中には、リユース可能なものもあるため、モジュールの所

有者は、資源有効活用の観点から、まずリユースを検討し、リユースが困難な場合、リサイクルという順で取り組むべきである。

なお、リユースに回す際には、一定の性能を保持している必要があることから、事前に発電性能や安全性等の診断を行うべきである。

ただし、現状、住宅用モジュールでは、リユース品として活用された実績が少ないのが実態であり、具体的に活用先の見込みをつけた上で、リユースを調整していく必要がある。

#### **(公共施設・公共工事等でのリユース品の活用促進)**

住宅用モジュールは、リユース品としての活用実績が少ない状況にあり、活用先を掘り起こし、活用を促進していく必要がある。

今後の利用拡大に向けては、実際の活用方法・事例を具体的に示していくことが有効と考えられることから、都の公共施設・公共工事等で率先活用を検討していくべきである。

#### **(リユースを促進する民間プラットフォームの活用)**

事業用モジュールは、海外輸出を中心に数多くリユースされているが、現在、国の支援のもと民間事業者による国内利用を含めたリユース市場創出に向けた動きもあることから、こうしたシステムの活用も有効と考えられる。

また、住宅用モジュールの排出は小口で、利用側のニーズとマッチしづらいことから、都は関係事業者とともに、一定の性能を保持するモジュールを集積してロット化を図るなどの工夫により、需要につないでいくべきである。

### **(3) リサイクル**

#### **(各工程が有機的に連携するルートの構築)**

近年、都内ではホットナイフ工法を活用した先進的なリサイクル施設が設置され、首都圏でも、様々な工法のリサイクル施設の設置が進んできていることを踏まえ、リユースできない住宅用モジュールについては、こうした施設でリサイクルしていくことが重要である。

具体的にリサイクルを進めるに当たっては、多くの工程があり、それぞれ事業者が関わることから、都は関係主体とともにリサイクルに向けた基本的な処理の流れとして、モジュールの取外しから収集運搬、リサイクル処理に至る各工程が有機的に連携するルートを構築すべきである。

なお、リサイクルの方法は多様であり、モジュールの排出状況や、収集運搬等の効率性も勘案して適切にリサイクル施設を選定する必要がある。

#### **(情報基盤の構築)**

現在は排出の少ない住宅用モジュールも、将来的には大量排出されることから、情報の共有と効率的な処理ができるよう、都は関係事業者とともに情報を一元的に管理できる情報基盤の構築・活用を検討していくべきである。

### (効率的な収集運搬)

数多くの戸建住宅等に設置されたモジュールをいかに効率的に運搬するかが、リサイクルを進めるうえで鍵となる。そのため、収集運搬の過程に一時保管の工程を組み入れ、一定量をまとめて効率的に運搬する等の工夫を図るべきである。

### (リサイクルの方法・コストの周知)

事業用のモジュールは、事業者が廃棄時に適切に対応できるよう、2022年7月から廃棄等費用の源泉徴収方式による外部積立制度が開始されるが、住宅用のモジュールについては、こうした制度の適用はない。

そのため、住宅用モジュールの所有者等が廃棄時に適切に対応できるよう、都は、リサイクルの方法、費用等を分かりやすく発信するとともに、相談にも対応する体制を関係事業者とともに検討していくべきである。

### (リサイクルへ誘導する方策の検討)

住宅用モジュールの処理は、リサイクルの取組が始まったばかりであり、収集運搬等が非効率となるため、従来の処理方法からリサイクル処理に切替えていく際には、費用が高くなる傾向にある。

そのため、都は、リサイクルに係る費用を補助するなど、インセンティブ付与等の手法も活用しながらモジュールリサイクルへの誘導を図り、リサイクルの取扱いを拡大していくよう検討すべきである。

## 2 各主体の連携・役割

### (1) 各主体の連携

持続可能な循環性の高い経済活動の中で処理を進めるに当たっては、メンテナンス、取外しから、収集運搬、リユース・リサイクルに至る各段階の事業者の情報共有が欠かせないことから、各主体の役割を明確にした上で、適切にそれぞれの役割を果たすことができるよう連携スキームの構築を検討すべきである。

### (2) 各主体の役割

#### (都の役割)

都は、本報告書に取りまとめられた取組の方向性等を踏まえ、モジュールのユーザー、所有者、関係事業者、団体等の各主体が求められる役割を実践することができるよう、連携を図りながら、取組を推進していくことが求められる。

#### (ユーザー、所有者の役割)

ユーザー及び所有者は、太陽電池モジュールの廃棄を取り巻く状況と、その資源循環の必要性について理解を深めるとともに、設置されたモジュールについて適切なメンテナンスを行うとともに、使用済となった際には、リユース・リサイ

クルに努めることが求められる。

#### (事業者の役割)

事業者は、太陽電池モジュールの廃棄を取り巻く状況と、その資源循環の必要性について理解を深めるとともに、自らの取組状況を情報発信し、モジュールのユーザー・所有者等の理解と協力を得ながら、取組を進めていくとともに、都が実施するモジュールのリユース・リサイクル等に関する施策への協力が求められる。

#### (パネルメーカー)

設置したモジュールが長期間使用でき、使用済となった際にはリユース・リサイクルがしやすいなどの環境配慮設計が求められる。

### 3 資源活用の高度化

#### (処理後のガラスの用途拡大)

モジュールは、重量比でガラスが6~7割を占めており、リサイクル施設で処理・分離された際には、ガラスが大量に発生し、路盤材やグラスウールの材料などとして活用されているが、大量廃棄を見据え、活用用途の多様化とともに利用の拡大を図っていく必要がある。

近年は、処理後のガラスを原料として多孔質ガラス発泡体を成形して空気清浄、脱臭処理、排水処理等で活用したり、貝殻などと一緒に焼成してイチゴ栽培用の土と混合して活用する等、様々な技術開発が試行的に始まっている。

都は、処理後のガラスを活用できる可能性のある品目について、その活用を業界団体等へ働きかけを行うとともに、活用方法の情報収集、発信を効果的に行うよう検討すべきである。

### 4 国に対する提言・要望

国は、事業用(10kW以上)の太陽光発電設備について、放置・不法投棄等の懸念から廃棄等費用の源泉徴収方式による外部積立制度を開始するが、都市部に多い住宅用(10kW未満)のモジュールについては、事業用と比べて非常に非効率な処理になるにもかかわらず、国は家屋解体時に適切に廃棄されるものと想定し、リユース・リサイクルに誘導する有効な方策を講じていない。

そのため、今後、太陽発電モジュールの大量廃棄を迎えるにあたり、住宅用モジュールのリユース・リサイクルが着実に進められるよう、その費用の積立や効率的回収の新たな仕組みの整備等について国へ提言・要望すべきである。

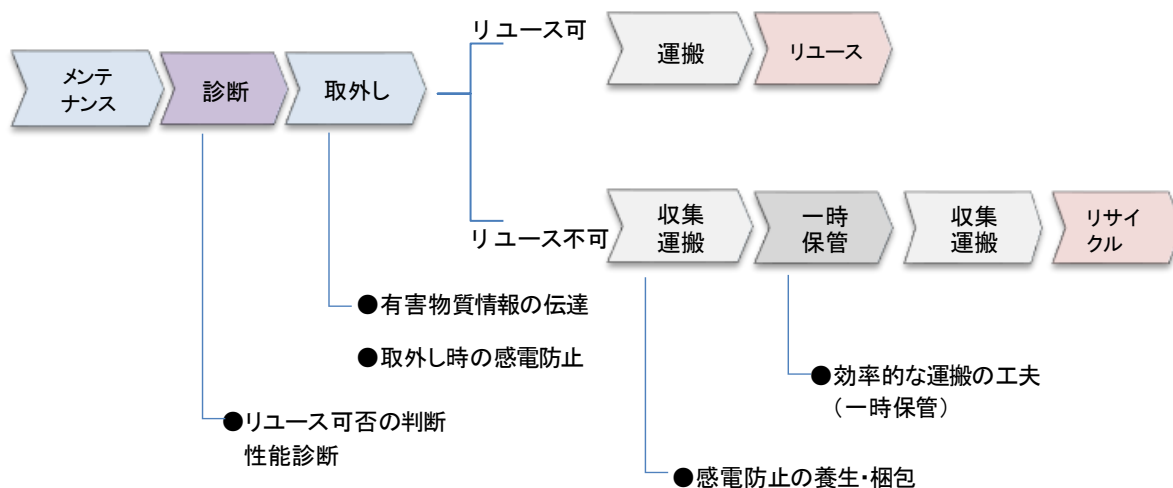
また、リサイクル処理後に大量に発生するガラスの有効利用の促進についても合わせて要望すべきである。

## IV 具体的な進め方

### 1 リユース・リサイクルルートの確立

小口で排出される住宅用モジュールを効率的にリユース・リサイクルにつなぎ、各工程を担う事業者が情報共有しながら取り組むことができるよう、都は関係事業者とともに基本的な処理の流れを整理し、ルートを確認すべきである。

(リユース・リサイクルに向けた基本的な処理の流れ)



(新たな処理ルートにおける主な共通ルール)

上記ルートで処理を進める際の主なルールは次のとおり

(性能診断)

使用済モジュールの中には、リユースが可能なものもあることから、基本的に廃棄前に発電性能や安全性等の項目について性能診断を実施することを基本とする。近年開発されてきている簡易な現場での検査装置などの活用も有効と考えられる。

なお、リユースに当たっては、一定の性能を確認するだけでなく、活用先の見込みについても合わせて調整を行うことが必要である。

(有害物質情報の伝達)

モジュールに鉛等の有害物質が含まれている場合には、その所有者や解体・取外し工事を行う排出事業者は、有害物質等の含有情報を収集運搬や処理業者へ伝達する。

(取外し時の感電防止)

既に系統から切り離された設備を撤去する作業は、電気工事士法上、必ずしも電気工事に該当しないが、遮断後においてもモジュールは日照により発電することから、モジュールの取外し作業を行う際には、安全性を確保するため電気工事に関す

る知識と経験を有する者が行うことを原則とすべきである。

#### (取外し後の感電防止、養生・梱包)

モジュールは屋根から取外し後も日照により発電するという特性を踏まえ、発電が行われないようモジュールの表面を遮光用のシートで覆うなどの措置を講ずる必要がある。

#### (効率的な運搬の工夫)

小口で排出されるモジュールを効率的に運搬するため、その都度リユースやリサイクル施設へ運搬するのではなく、排出量や排出エリア等に応じて、一時保管等の工夫を行うべきである。

## 2 実施体制、各主体の連携スキームの構築

上記リユース・リサイクルルートでの処理を円滑に実践できるよう、各工程を担う主体が連携する協議会等のスキームについて、都は関係主体とともに構築していくべきである。

また、将来的に大量排出が見込まれるモジュールについて、リユース・リサイクルの体制を確立していくことは、資源循環への貢献のみならず、産業廃棄物処理業界の振興にも寄与すると考えられる。

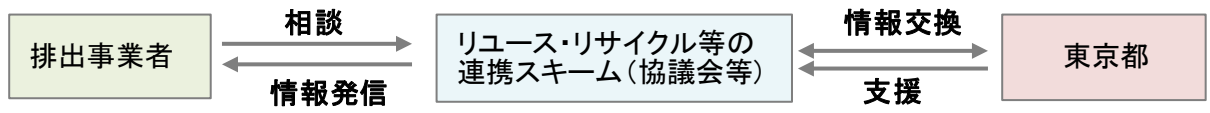
### (1) 連携スキームの目的・役割

- ・ 各関係主体の役割を明確化の上、情報共有を図りながらリユース・リサイクルルートでの処理を実践
- ・ メンテナンス、取外しからリユース・リサイクルに至る一連の処理プロセスの効率化・合理化に向けた継続的な検討
- ・ モジュールのユーザー・所有者や排出事業者に対する、適切な処理方法等の情報発信
- ・ モジュールのユーザー、所有者等からの相談対応、適切な処理方法の紹介、事業者の紹介
- ・ 都は、使用済モジュールが円滑にリユース・リサイクル等されるよう、技術的支援だけでなく、取り外し、収集運搬、リユース・リサイクルなどで増加する費用に対して補助するなど財政支援を実施

### (2) 構成メンバー

- ・ メンテナンス業者、検査修理業者、取外し・解体業者、収集運搬業者、リユース業者、リサイクル業者、ハウスメーカー、モジュールメーカー、関係団体 等

■ 連携スキーム（イメージ）





## 終わりに

世界が新型コロナウイルス感染症の感染拡大の危機に対処している中においても、気候変動は進み、国内外では、気候危機とも言われる気候変動問題への対応として、脱炭素社会への移行に向けた取組が急速に進められている。

都においても、2050年のゼロエミッション東京の実現に向けた第一の取組として、再生可能エネルギーの基幹エネルギー化を掲げ、太陽光発電の普及拡大をはじめ様々な施策に取り組んでいる。

一方で、こうして設置された数多くのモジュールもやがて寿命を迎えることから、将来の大量廃棄は避けて通ることのできない課題であるが、都内で多くを占める住宅用モジュールについては、効率的な処理が難しく、これまで有効な手立ては講じられていない。

そうした中、本検討会では、大都市が抱える共通の課題でもある使用済住宅用モジュールの問題について、全国に先駆けて、その特性を踏まえた取組が進められるよう、生産・使用・廃棄の各段階における取組の方向性を示すとともに、具体的な進め方として、住宅用モジュールをリユース・リサイクルにつなぐルートの構築と、これを実践する関係主体で構成する連携スキームの構築を提示した。

今後、都のリーダーシップのもと、サーキュラーエコノミーへの転換に向け、多くの関係主体、事業者と連携・協働しながら、この報告書を基に施策の具体化に取り組んでいくことを期待する。