

太陽光発電パネル撤去、リサイクル・ 処分を推進させるために必要な事とは

中央環境審議会 循環型社会部会 太陽光発電設備リサイクル制度小委員会
2024年10月28日ヒアリング資料
令和7年度全国解体工事業連合会賀詞交歓会ヒアリング資料

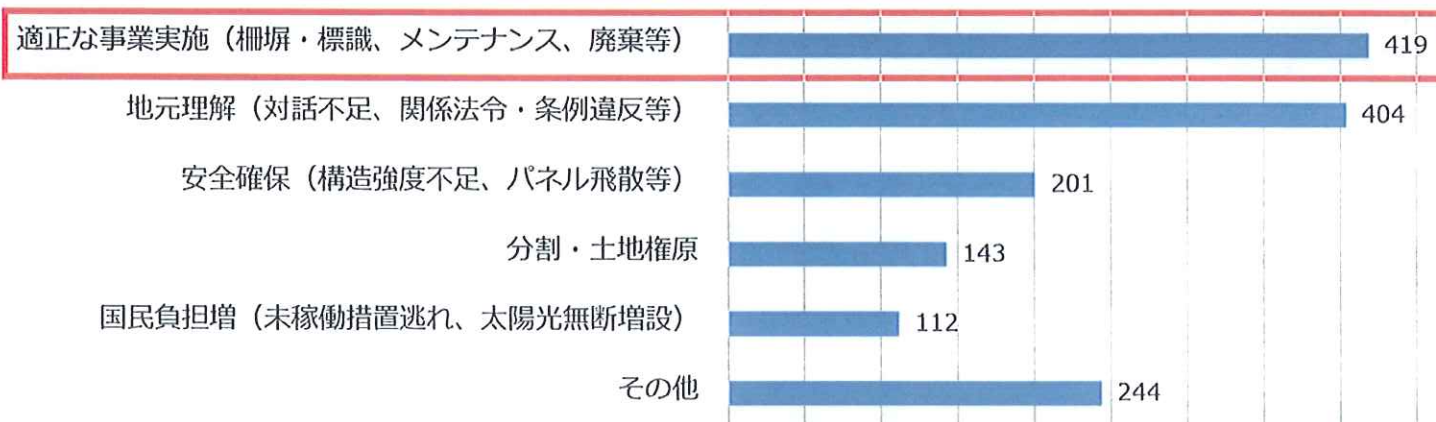
作成・解説 公益社団法人 全国解体工事業団体連合会 副会長 高橋仁

再エネ発電設備の適正な廃棄等への懸念

- **事業実施段階で不適切な管理状態にある再生可能エネルギー発電設備も存在していることから、将来の廃棄等に対する地域の懸念が高まっている。**

資源エネルギー庁の情報提供フォームに寄せられた主な相談内容 (2024年3月時点)

※相談全体の約9割は太陽光に関するもの



不十分な管理で放置されたパネル

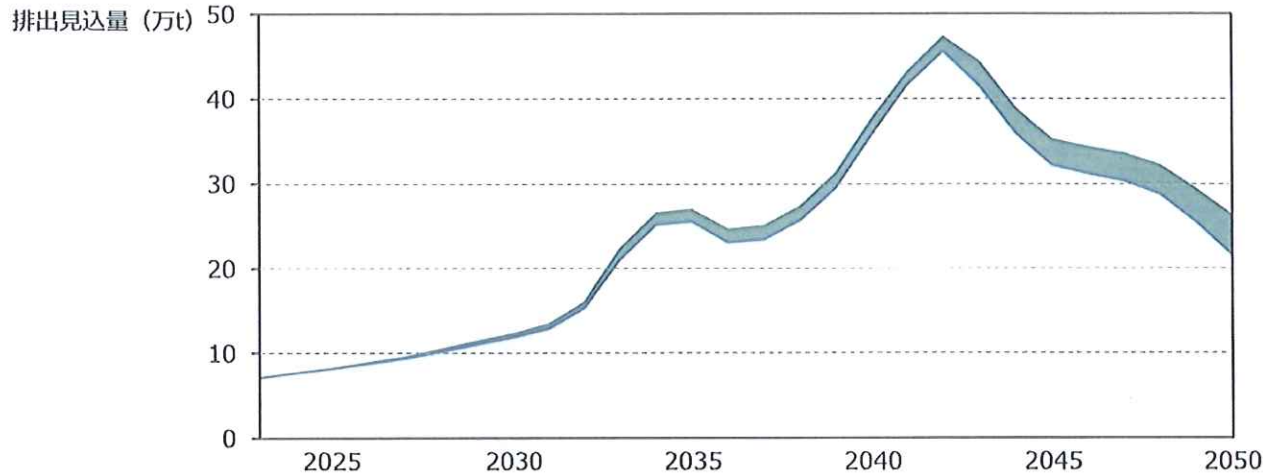
懸念の種類	内容
故障・管理不全	パネルが一部破損したまま廃棄・修繕されていない。
有害物質	台風等の災害時に鉛等の有害物質が流出しないか懸念。
将来の懸念	個人の事業者であるため、20年後に適切に廃棄されるのか心配。
	事業者からの説明が不十分であるため、不信感が強く、将来廃棄されるか懸念。



土砂崩れで生じた崩落

太陽光パネルの排出量予測（推計結果）

- 太陽光パネルの推計排出量は**2030年代半ばから増加し、最大50万t /年程度まで達する見込み**。これが全て直接埋立処分された場合、2021年度の**最終処分量869万トン/年**に対して**約5%に相当**する。
- 個別リサイクル法の枠組みにより処理されている自動車や家電4品目の現在の処理量と比較しても、太陽光パネルも**将来的には同程度の排出**が見込まれている。





※太陽光発電の導入量は、第6次エネルギー基本計画の導入目標をもとに推計。非FIT設備の導入割合は2022年の推計量をもとに一定の仮定を置いて推計。
 ※太陽電池モジュールの排出量は、①故障による排出、②FIT/FIP買取期間満了に伴う排出、③損益分岐要因による排出要因を考慮して推計。

【（参考）各個別リサイクル法における再資源化の状況】

法律名	現状の再資源化の状況
自動車リサイクル法（R4年度実績）	製造業者等による自動車シュレッダーダストの処理実績：約46万t（約241万台分）
家電リサイクル法（R5年度実績）	製造業者等による再商品化等処理重量：約57万t （参考）製造業者等による処理台数：エアコン3,686千台、テレビ3,588千台、冷蔵庫・冷凍庫3,374千台、洗濯機・衣類乾燥機3,853千台
小型家電リサイクル法（R4年度実績）	認定事業者による処理量：約9万t

太陽電池モジュールの特徴①（設置形態）

	住宅用（10kW未満）	非住宅用（10kW以上）
主な設置形態	<p>屋根置き</p>  <p>出典) 太陽光発電協会ホームページ</p>	<p>地上設置型</p>  <p>出典) 再生可能エネルギー技術白書（第2版）（NEDO）</p>
	事業形態	FIT（卒FIT含む） 非FIT
排出の契機	建物解体、メンテナンス、災害等	事業/使用の終了、メンテナンス、災害等
排出の特徴	住宅地をはじめ様々な場所から少量排出	一定のボリュームで排出されるケースが多い

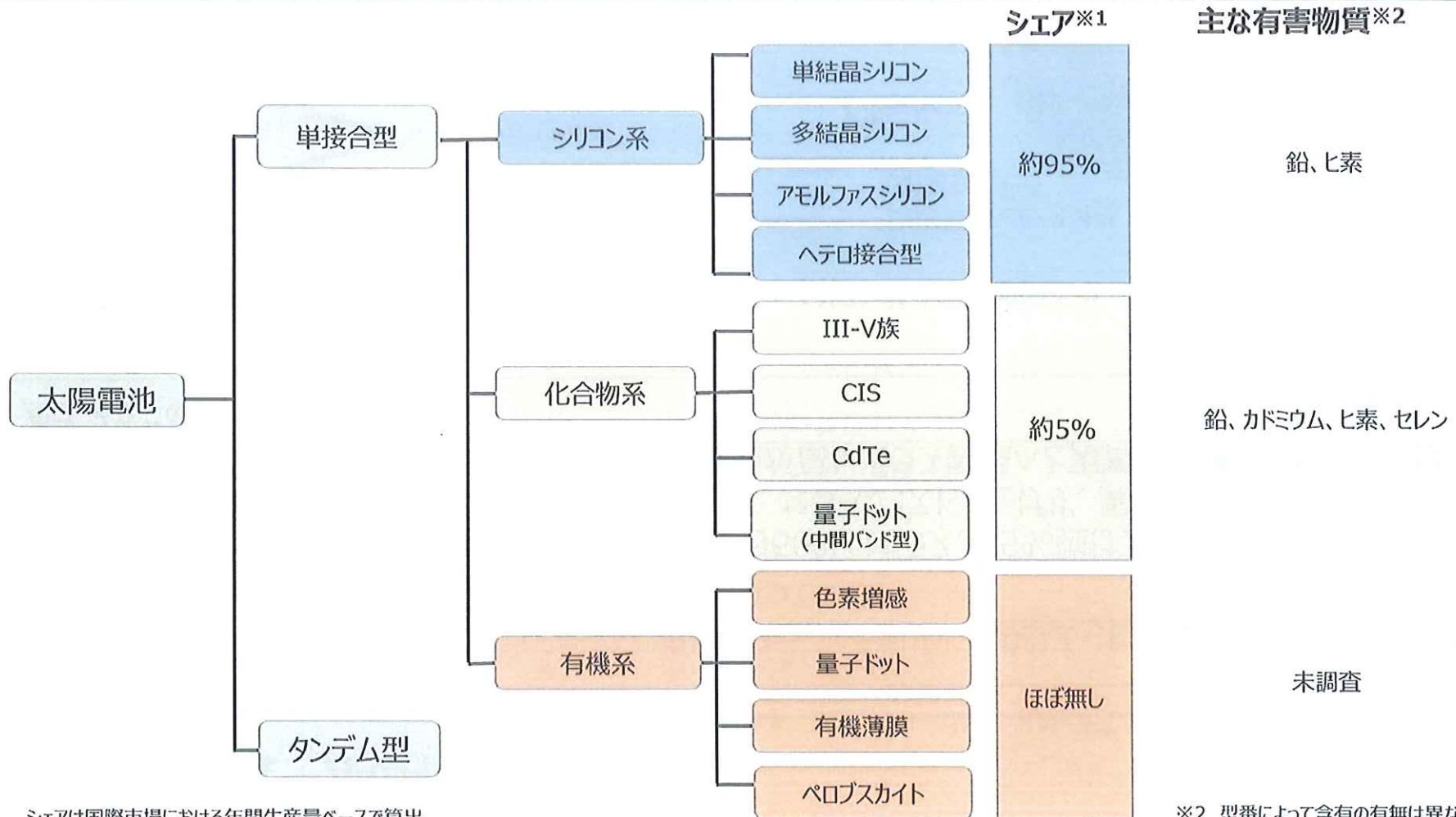
<FIT・FIP認定発電設備の導入状況（2024年3月末時点）>

	住宅用（10kW未満）	非住宅用（10kW以上）
設置容量	1535.7万kW（21.0%）	5,786.5万kW（79.0%）
設置件数	335.8万件（82.6%）	70.7万件（17.4%）

※ 設置容量及び設置件数は、新規認定分と移行認定分の総計を示す。

太陽電池モジュールの特徴②（種類）

- 太陽電池の種類は大きく、シリコン系、化合物系、有機系に分類され、含有される主な有害物質も異なる。
- 現在、世界で運用されている太陽電池モジュールの多くはシリコン系である。有機系太陽電池は、「次世代型太陽電池」とも呼称され、現在、技術開発段階である。なお、一部の太陽電池は実証中である。



※1 シェアは国際市場における年間生産量ベースで算出

※2 型番によって含有の有無は異なる。

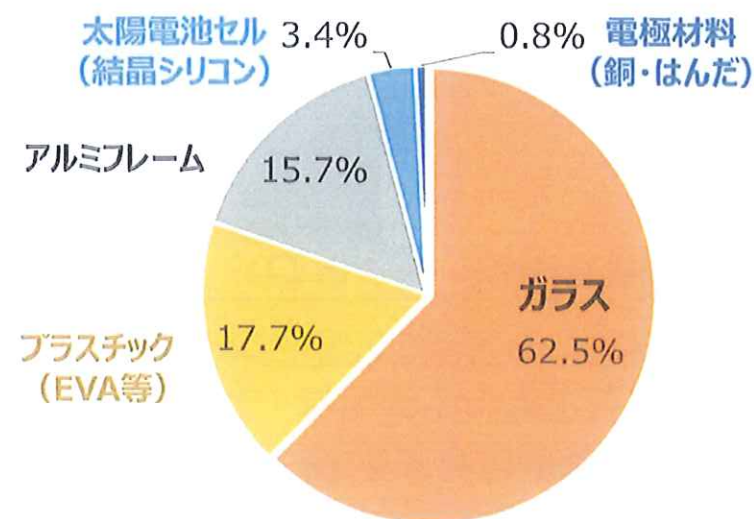
太陽電池モジュールの特徴③（構造）

- 太陽電池モジュールは、長期にわたって屋外で使用されることを前提に、ガラス・太陽電池セル・バックシートが封止剤によって堅固に貼り合わされた複層構造となっている。
- シリコン系太陽電池モジュールの重量構成では、その約60%はガラス、15%強はアルミフレームである。リサイクルの観点では、重量比の大きいガラスについて、なるべくコストを上げず、異物が混入しないように封止剤等から分離して高品位なガラスを回収し、付加価値が高いガラス製品へと再資源化することができるかがポイントである。

シリコン系太陽電池モジュールの構造（有害・資源性物質）



シリコン系太陽電池モジュールの重量構成



※ 上記の重量構成には、ジャンクションボックスを含まない点に留意が必要。

※EVAとは、EVA樹脂（エチレン酢酸ビニル樹脂）の略

出典)「太陽光発電開発戦略2020 (NEDO PV Challenges 2020) (NEDO)」
「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 (第三版) (環境省)」

太陽電池モジュールの特徴④- 1 (含有物質：有害物質)

- 太陽電池モジュールには様々な化学物質が使用されており、適正処理の観点では、それらの情報が廃棄物処理業者に情報提供されることが必要である。
- 廃棄時に環境負荷が懸念される4つの化学物質（鉛、カドミウム、ヒ素、セレン）の含有率情報について、モジュール製造事業者等がHP等で情報提供するように、太陽光発電協会（JPEA）では「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」を策定・公表している。
- また、2024年4月1日に再エネ特措法施行規則を改正し、FIT/FIP制度において、新規に認定を申請する場合や既認定事業者が太陽電池モジュールの変更を申請する場合には、含有物質情報が登録されている型式のモジュールのみの使用を求めている。

適正処理に資する情報提供のガイドライン（一部、抜粋）

2. 目的

- ・ 日本国内に設置された太陽電池モジュールが使用済みとなり廃棄物となった際に、これを処理する産業廃棄物処理業者や自治体等の適正処理に資するよう、モジュールに使用される環境負荷が懸念される化学物質の含有について、製造業または輸入販売業に携わるJPEA会員各社に対応することが望まれる情報提供の在り方についてガイドラインとして示す。

～ 中略 ～

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表示する。
鉛：0.1wt%、カドミウム：0.1wt%、ヒ素：0.1wt%、セレン：0.1wt%

型式登録情報への追加項目

メーカー	型式	出力 (W)	セル実行変換効率	太陽電池の種類
A社	XX-Y	XXX	X%	単結晶
A社	XX-Y	XXX	X%	多結晶
B社	YY-Y	YYY	Y%	化合物

改正前の
型式登録情報

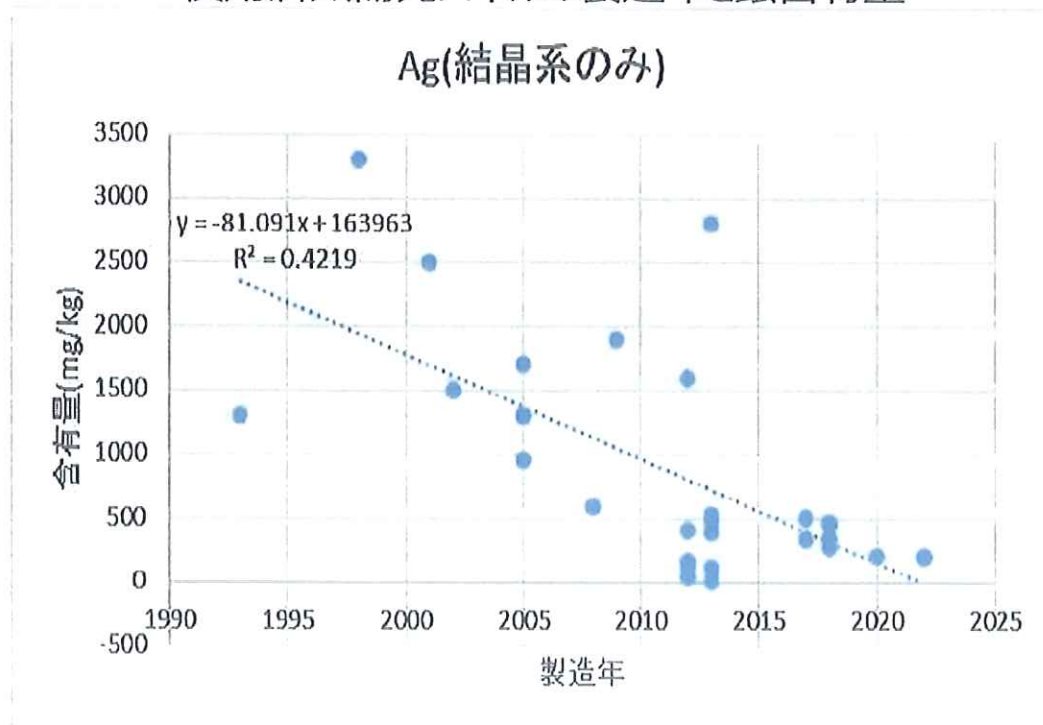
※ 非公開情報

登録情報	鉛 (0.1wt%)	カドミウム (0.1wt%)	ヒ素 (0.1wt%)	セレン (0.1wt%)	その他含有量等※	製造期間
...	未満	なし	なし	なし	銀、アブレン	2011.2~2020.4
...	未満	なし	未満	なし	銀	2023.4~
...	未満	未満	未満	未満	—	2021.3~2022.6

太陽電池モジュールの特徴④-2 (含有物質：銀)

- 太陽電池モジュールに含まれる代表的な有価金属である銀については、銀ペーストやスクリーン印刷技術の向上、またバックコンタクト型セルの普及といった技術革新の影響で、**減少傾向**がみられる。特に2012年以降では、一部の製品を除いて500mg/kg程度以下となっており、それまでに製造されていた製品よりも含有量が低い傾向にある。
- 中間処理事業者からは、「現在の（銀が含まれる）セルシートは有価物として処理できているが、銀含有量が少ない太陽電池モジュールが多くなってきた場合、精錬業者の処理コストとのバランスから**有価性を維持することは困難になる可能性がある**」といった意見もある。

使用済太陽光パネルの製造年と銀含有量

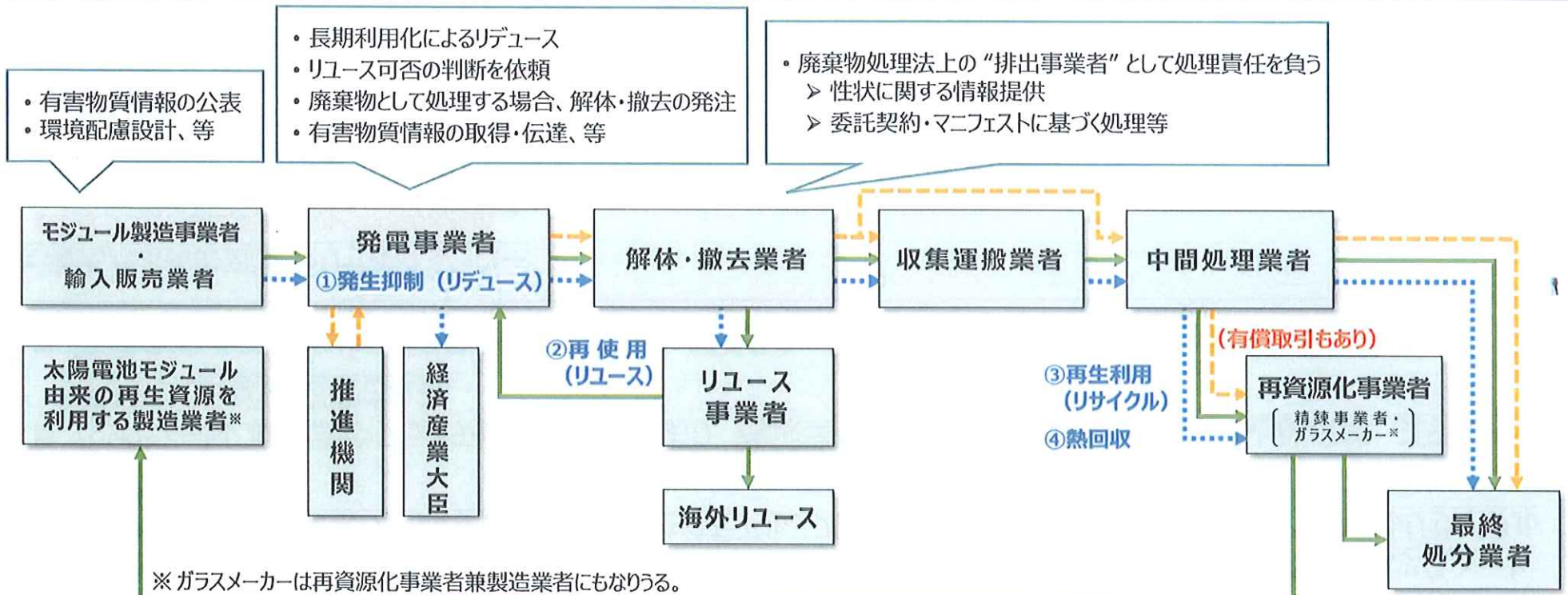


※使用済太陽光パネルの種類（メーカー・製造年）ごとに含有量をプロットしたもの。なお、試験対象製品の選定により分析結果がない製造年がある。

出典：「令和4年度太陽電池モジュールの廃棄に係る実態調査業務」（環境省）

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

- 現行法では、廃棄された太陽電池モジュールに対して法的なリサイクル義務はなく、廃棄物処理法に則って、適正処理されることになっている。
- 但し、循環型社会形成推進基本法に基づき、**①発生抑制（リデュース）**、**②再使用（リユース）**、**③再生利用（リサイクル）**、**④熱回収**、**⑤埋立処分**の優先順に沿った対応が必要である。



凡例

廃棄等費用の流れ：→→→ モノの流れ：→ 情報の流れ：→→→

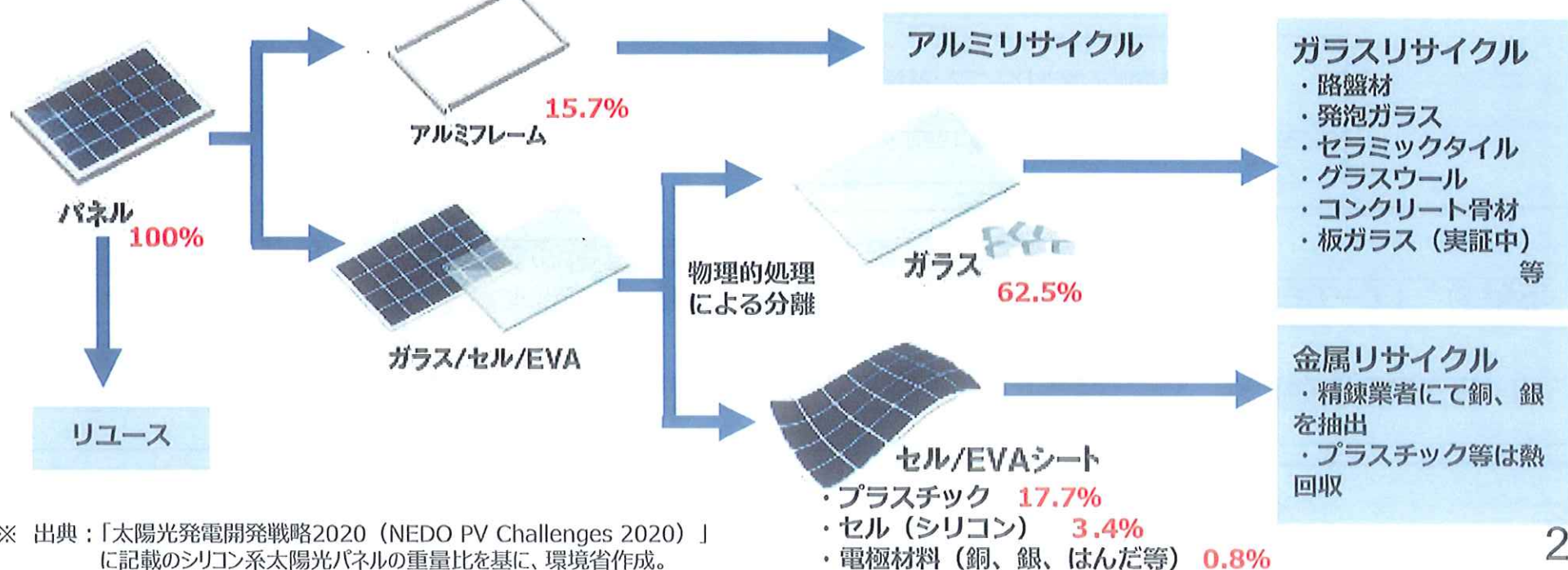
⑤埋立処分
 ・太陽電池モジュール由来の廃棄物（残渣等）を埋立処分する場合、浸出水の管理が可能な、管理型処分場への埋立が求められる。

太陽光パネルの組成とリサイクル技術の現状と課題

- 現在実用化されている太陽光パネルに特化したリサイクル技術の多くは、カバーガラスとセルを含むバックシートを物理的処理等により分離するもの。分離されたアルミフレーム、カバーガラスは、素材毎にマテリアルリサイクルされている。
- バックシートには金属やプラスチックが含まれており、精錬業者において銀や銅を抽出することが可能。プラスチックやシリコンは熱回収される。
- 重量の約6割を占めるガラスのリサイクルや、プラスチック・シリコンのマテリアルリサイクルの促進が課題。

太陽光パネルの高度なリサイクルフロー

数字はシリコン系太陽光パネルの場合の重量比



太陽光発電パネルの撤去・リサイクル工事の現状

現状ではまだまだメガソーラー施設、工場やビルに設置されたパネル、一般家屋屋根上のパネルなどの撤去数量はそれ程多くの数量にはなっていないと思われる。

撤去後にリサイクルされているのか、埋立処分されているのかを把握するデータはないので推測でしかないが、現在でもリサイクル中心の処理が行われているのではないか。

推測理由の要因として、リサイクル関連のスキームは明確になっている部分があるが（完全ではないが）、埋立処分に関するスキームは現場から中間処理施設に持ち込まれる過程等についても未だ不明瞭な点が多い。事業者や施工者側にとってもリサイクルスキームの方が説明しやすく理解も得やすいのではないか。

そういった観点からも、埋立処分ではリサイクル比率を高めるために何が必要なのか、何をすべきかを考えることが今後の重要課題の一つではないだろうか。

リサイクル比率を高めるためには

リサイクル比率向上のためには、撤去～リサイクル処理スキームに関するリーフレット作成、説明会、勉強会などを大量廃棄時代に向けて、大規模な事業として実施していくことが重要ではないだろうか。

現状では太陽光発電設備の撤去・リサイクルに関しては、十分な理解が浸透しているとは言えないので、リーフレットは理解度を増すためには必須となるだろう。

後述となるが、現状の解体工事現場にてリサイクル可能、不可の判断をどうやって行えばいいのかについても、理解度は低いのではと予想している。

もちろん正しい太陽光パネルの撤去手順についても同様のことが言える。

そういった観点からも全ての関係者に対して、その置かれた立場ごとのリーフレットが配布される必要がある。リサイクル比率を高めるためにはそこへ導くための説明や解説が欠かせない。

全てにおいて物事を進めるためには、先ず理解度を深め、その仕組みを浸透させることが必須である。

撤去・リサイクル費用の算出について

太陽光パネルの撤去については、メガソーラーであってもその他の場所に設置されていても、人力撤去以外は考えてはならない。リーフレット等に記載する文言については強調しておくべきで「出来る限り」とか「することが望ましい」などの非常に曖昧で無責任な言葉を一切使わず「人力以外は違反」くらいの強い表現が不可欠だ。

撤去関連では業界として一番恐れているのが、ミンチ解体及び不法投棄の横行だ。

発注側にとって解体工事は「コスト（費用）」というよりも「エクスペンス（出費）」であるため出費は抑えたい＝安値の方がいいとなる。※コストには掛けただけの価値が生まれる

上記したような表現がないと「機械で壊しては駄目とは記載されていない」などと言い出す不適正施工業者が必ず出てくる。太陽光パネル関連法整備の際には、機械解体に関する罰則等のペナルティを加えるべきではないか。

撤去・リサイクル費用の算出について

撤去に関してはパネルの特性を理解した上で行えばそれ程難しくも危険を伴うものではない

※高所、傾斜地での作業での安全対策は別と考えた場合

費用算出の問題点としては、解体現場とリサイクル処理施設の位置関係が大きな関わりを持つこととなる。

A) パネル排出枚数 5,000枚 現場～処理施設 約30km 処理能力 50枚／日

処理に係る日数 100日間

B) パネル排出枚数 5,000枚 現場～処理施設 約100km 処理能力 200枚／日

処理に係る日数 25日間

A) B) を単純に比較した場合、1枚当たりのリサイクル費用は同額としたなら、運搬費が「近・低」よりも、「遠・高」の方が、工期が半分となるため、コスト低減になるのはB)ということになる。

撤去・リサイクル費用の算出について

工期の短長があっても作業する人員については然程の差額が出るものではない。

差額要素で大きいのは現場管理者数と仮設関係、安全対策費などの項目となる。

工期が伸びれば伸びるほど現場・一般・安全管理費用は増加する。

可能な限り最短の工期を出せる計画を立案することは解体施工業者には重要だ。

しかしながら現実はこの都合の良い状況にはないので、実際に大量のパネルをかなりの遠方に運搬しなければ処理施設がないという県もあるだろう。確実なリサイクルを行う前提条件となるのが「47都道府県」それぞれに処理能力の高い施設があることとなる。

また、ある程度破損したパネルも受入可能な施設も必要だろう。

これまでの記述を考察すれば、パネル撤去リサイクル費用の平準化は解体工事業界としては極めて困難だと考えている。

やむを得ずリサイクル出来なかった場合の取り扱いについて

やむを得ずリサイクル出来なかった場合については、リサイクル処理施設での受入基準の問題となるので、その点についてはここでは言及はしない。

ただリサイクルNGとなったパネルは、どのようなものであっても管理型埋立処分場に搬入するしかないが、過去の別のヒアリングでも記述してきたが、太陽光パネルは直接、埋立処分場には搬入することは出来ない。（廃プラ等は概ね15cm以下に破碎等をしなくていけない）

先ず中間処理施設に持ち込み、アルミ、ガラス、シートに分別してから、シート部分をせん断する必要がある。※シートは破碎出来ない。

その後せん断したものだけを埋立処分するわけだが、問題なのはこの処理を行える中間処理施設がどのくらいの数が存在するのかが全く不明なことにある。

また排出現場からの移動距離も遠ければ遠いほど連動して費用増となる。

やむを得ずリサイクル出来なかった場合の取り扱いについて

中間処理施設でのせん断が出来ないパネルの取り扱いについてはどうなるのか。

処理期限が終了した高濃度PCBのようになるのか、焼却処分となるのか等については解体工事業界で判断することは出来ない。

含有成分やその他の理由で、リサイクル施設で受入拒否されるパネルの枚数は全体数量からすればそれ程の枚数にはならないだろうが、極論1枚でもあればその対策対応を考えておかなければならない。 ※ 中間処理施設での取り扱いについても同様

リサイクルも処分も出来ないパネルの不法投棄の増加だけは絶対に避けなければならない。

この件についてはしっかり検討・議論し、明確な定義づけを各書面等に記載されることを望む。

各種コスト低減について

建設業界の人手不足問題等を考慮すれば、現在より年を重ねる毎に労務賃金、経費等全てが高騰するので撤去、運搬に関するコストが下がることは絶対でない。

処理能力の高いリサイクル施設数が増加すれば、排出先から最短距離で優良施設を選択出来るのでコスト低減に繋がる可能性はあるだろう。

リサイクル費用が低減されるには、精製されたリサイクル製品の販路拡大による価値向上が必須となるが、アルミ以外のガラスカレット、スラグはどこにでもありふれた製品なので特段価値があるものではない。それは今後も大きく変わることはないのではないか。

リサイクルを義務付け化するのであれば、例えば新築物件にはある程度のリサイクル製品仕様を義務付けるのはどうだろうか。リサイクル循環型社会と言えば聞こえは良いが、リサイクル処理施設に持ち込まれただけでは循環などしていない。

※ 昨今のコンクリート・再生砕石滞留問題が良い例 再生砕石は販路減少のため非循環製品

最後に

太陽光パネルはその普及だけが大きく進んだが、本来であれば設置して売電して「これだけ得ですよ」という言葉に、「但し撤去時にはこれだけかかります」とマイナス要素も提示すべきだったのではと思う。

設置を義務化する行政も出てきて、今後ますます設置数は増えてくるだろうが、再資源化・資源循環の土台は全く確立出来ていない。

さらに、リサイクル費用だけでなくメンテナンス費用もしっかり計上しなくてはならない。

火事や災害にも弱く、各種実証実験例も少ないのでこの機会に実行したらどうか。

本件とは分離して考えているが、蓄電池の取り扱いも解体業界としては悩ましいものでもある。

※ 風力発電設備も同様

良いものだ、便利だと言われ使い続け最終的には厄介者にされた石綿やPCB、ヒ素入ボードの様な製品にさせないためにも、実効性のある方策を議論して欲しい。

