



自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

太陽光パネルのリサイクルへ 材料の8割を再生利用、窓ガラスの原材料に

2026年6月



謝辞

本報告書の作成にあたっては、関連分野の専門家の方々から多くの示唆をいただきました。ここに感謝の意を記します。

執筆担当者

尾身 悠一郎 自然エネルギー財団 上級研究員

免責事項

本報告書に記載した情報の正確性については万全を期しておりますが、自然エネルギー財団は本報告書の情報の利用によって利用者等に何らかの損害が発生したとしても、かかる損害については一切の責任を負うものではありません。

公益財団法人 自然エネルギー財団とは

自然エネルギー財団は、東日本大震災および福島第一原子力発電所の事故を受けて、2011年8月に設立されました。自然エネルギーを基盤とした安全・安心な社会を構築すること、気候危機を回避する持続可能なエネルギーシステムと経済を実現することを目的として活動しています。

目次

はじめに.....	1
第1章 リサイクルのかなめはガラス	2
1. 分解と再製品化の技術が進歩	2
2. 純度の高いガラスの回収方法	3
3. 窓用の板ガラスに再生利用	6
第2章 リサイクルの現状と経済性	9
1. 2036年が排出のピーク	9
2. 全国に広がるリサイクル施設	11
3. 再生した材料の用途と販路を開拓	14
第3章 リサイクル義務化で産業を創出	16
1. 先行するドイツとフランスの法制度.....	16
2. 日本の法制度の現状と課題.....	20
3. 義務化に向けた道筋.....	22

はじめに

まもなく太陽光パネルの大量排出が始まる。2012 年の FIT(固定価格買取制度)の開始により、太陽光発電の導入が進んだ。事業用太陽光発電の FIT による買取期間は 20 年だ。2032 年以降、買取期間の終了や寿命を迎えたパネルが順次使用済みとなって処分される。持続可能な形で資源を活用するには、パネルのリサイクル(再生利用)が不可欠だ。

太陽光パネルは重量の 8 割以上をリサイクルできる。アルミ・銀・銅は金属として再利用できる。課題は重量の約 6 割を占めるガラスだ。大量に発生するガラスの受け入れ先を確保しなければならない。技術開発の進展により、建物や自動車の窓に使う板ガラスへ再生利用が可能となった。パネル由来のガラスを板ガラスにリサイクルすれば、資源として国内で循環利用できる。

専用のリサイクル施設は全国に広がっている。1 年間に処理できるパネルの量は約 13 万トンだ。2036 年には年間 17~28 万トンの使用済みパネルが排出される見込みだ。全国で毎年数カ所ずつリサイクル施設を増やせば、排出ピークに対応できる。

現時点での課題はリサイクルの前提となる使用済みパネルの量が少ないことだ。その理由は、FIT 制度以前に導入したパネルの多くが寿命に達していないからだ。寿命は 20 年以上あるため、使用済みパネルの量自体がそれほど増えていない。

リサイクル処理に必要な費用が高いことも普及の妨げになっている。パネルを破砕して埋め立て処分をする方が安価であるため、所有者はコストの安い処理方法を選ぶ。現状ではリサイクル施設に持ち込まれるパネルが少なく、施設の稼働率が低いため、事業者は採算がとれない状況が続いている。

この状況を改善するには、太陽光パネルの回収とリサイクルを促す仕組みが必要だ。設備稼働率が上がれば、リサイクル事業者は 1 枚あたりの処理費用を下げられる。パネルを長期的に確保できる見通しが立てば、設備投資にも踏み切れる。

リサイクル事業を産業として自立させるには、国が太陽光パネルのリサイクルを義務づけるべきだ。先行する欧州諸国では、2010 年代からリサイクルを義務づけている。回収したパネルのリサイクル率は 8~9 割に上る。リサイクルに必要な費用は、主にパネルの製造・輸入事業者が負担する。欧州の制度を参考に、日本でもリサイクルを義務化する法制度を整備すべきだ。

2026 年 5 月、太陽光パネルのリサイクル推進に関する法案が成立した。政府は今回の法整備を、一部の発電事業者パネルの廃棄・リサイクルに関する計画策定を義務づける内容にとどめ、リサイクルそのものの義務化は先送りした。法律施行後の見直し時期に、リサイクルの義務化を含む制度変更を進める必要がある。

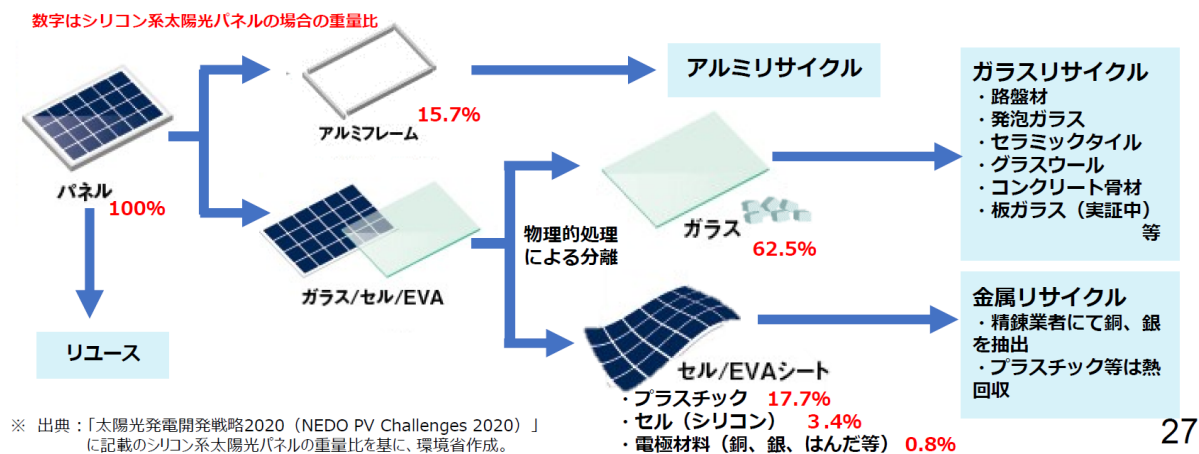
第1章 リサイクルのかなめはガラス

1. 分解と再製品化の技術が進歩

太陽光パネルは、アルミ・ガラス・金属といった一般的な材料で構成されている。適切に処理すれば、その大半をリサイクルできる。

リサイクルの工程は、パネルの分解と、材料の再製品化に分けられる。図1はその流れを示している。まずパネルからアルミフレームを取り外す。ガラスと太陽電池セルを分解し、アルミ・ガラス・金属などの材料に選別する。選別した材料を専門業者が買い取り、新たな製品の原料に再製品化する。

図1 太陽光パネルのリサイクルの流れ



出典：環境省・経済産業省「太陽光発電設備の廃棄・リサイクルをめぐる状況及び論点について」



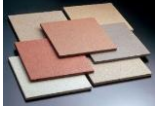


一般的なシリコン太陽光パネルの重さは約 20kg/枚だ。図1の赤字は材料別の重量比を表している。ガラス・アルミフレーム・太陽電池セルの3つをリサイクルすれば、重量比の合計は約8割になる。

プラスチック樹脂は重量比の約18%を占める。パネルの裏面を保護するバックシートや、接着剤として太陽電池セルを密封するEVA(エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂)に使用している。燃烧させて熱として利用(熱回収:サーマルリサイクル)すれば、発電や暖房の熱源になる。熱回収を含めると、パネルを構成する材料の9割以上を再利用できる。回収できない金属や、焼却後に出た廃棄物は、残さとして埋め立て処分する。残さの重量はパネルの1割にも満たない。

太陽電池セルの電極の一部には、有害物質である鉛を含んでいる場合がある。しかしパネルに含まれる鉛の量は、1kgあたり数~数十グラムだ。適切に処理すれば問題にはならない。法律で定める基準値以上の鉛を含む場合は、環境への影響を抑制する管理型処分場で埋め立てる。

重量の約 6 割を占めるガラスを再利用する方法は、破碎してガラスカレット(粒状のガラスくず)にして、建築物の部材などに混ぜるのが一般的だ。断熱材に使うグラスウールや土壌改良材に使う多孔質ガラス発泡材といった製品は、ガラスカレットを材料の一部に使っている(表 1)。

表 1 再生ガラスを使用する製品

リサイクル製品	グラスウール	多孔質ガラス発泡材	セラミックタイル	コンクリート骨材	ガラス砂
用途・外観	建築物の断熱材、吸音材 	土壌改良材 悪臭除去材 浄水材 	建築物のタイル舗装材 	コンクリートの発熱や収縮の抑制剤 	舗装用骨材、雑草抑制材  2.5~5.0mm
ガラスカレット年間利用量	17.6 万トン	9.4 万トン	1.1 万トン	2.7 万トン	1.1 万トン

出典: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」より作成

上記の製品に加えて、建物や自動車の窓に使う板ガラスが、パネル由来のガラスカレットの新たな受け入れ先となる。板ガラスの製造には大量のガラスカレットが必要だ。現在は輸入品のガラスカレットや、製造過程で出るガラスの端材を使用している。

板硝子協会(板ガラス事業者の業界団体)は、国内の建物・自動車・太陽光パネルから回収したガラスカレットを板ガラス製造時の材料に使う方針だ。2050 年までに、板ガラス製造に使用するガラスカレットの 9 割を国内でリサイクルしたものに切り替える。

板ガラスへのリサイクルは資源循環の観点でも利点がある。パネル由来のガラスカレットを板ガラスにリサイクルすれば、板ガラスの材料として国内で循環利用できる。板ガラスであれば、使用後に再びガラスカレットにして板ガラスの原料になる。

2. 純度の高いガラスの回収方法

太陽光パネルのガラスカレットを板ガラスにリサイクルするには、分解と再製品化の工程にそれぞれ解決すべき課題がある。

分解工程の課題はガラスカレットへの異物の混入だ。板ガラスを製造する際に異物が混ざったガラスカレットを投入してしまうと、化学反応を起こして品質に悪影響を及ぼす。板ガラス製造に用いる材料は、新品に近い純度が求められる。

ガラスカレットに混入する主な異物は金属と接着剤だ。図 2 はパネルの構造と断面図を示している。パネル前面をガラスが覆い、背面をバックシートが覆う。そのあいだの太陽電池セルを、接着剤の役割を果たす EVA が固定する。EVA が材料を強く固定するため、ガラス・セル・EVA をきれいに分けることがむずかしい。

図 2 太陽光パネルの構造(左)と断面図(右)



出典：NEDO「太陽光発電開発戦略 2020(NEDO PV Challenges 2020)」、「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」

ガラスカレットに混ざった金属は専用のふるいにかけて選別する。写真 1 は回収したガラスカレットに含まれる異物の様子だ。パネルを破碎すると、小さく割れた金属・シリコン・銅線といった異物がガラスカレットに混入する(写真 1 左)。これらを取り除くために、センサーやふるいにかけて選別し、材料ごとに分けて回収する。

金属を選別しても、ガラスカレットの表面に EVA が付着して残ってしまう。写真 1 の右上には、ガラスカレットの表面に付着する異物の様子が映っている。EVA を完全に除去できれば、異物の混ざっていないガラスカレットを回収できる。高純度のガラスカレットを確保することが、板ガラスへのリサイクルの前提になる。

写真 1 太陽光パネルのガラスくず(ガラスカレット)に含まれる異物の様子



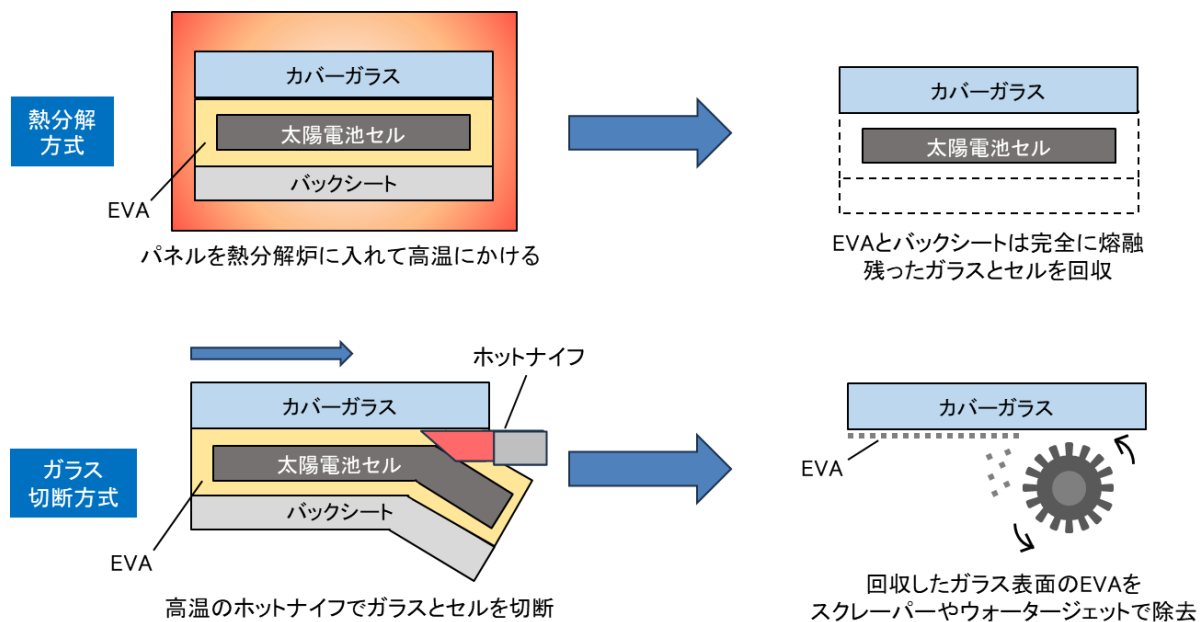
出典：AGC

国内では5社がEVAの除去技術を開発した。EVAの除去技術には「熱分解方式」と「ガラス切断方式」の2種類があり、パネルの処理方法が異なる。

熱分解方式はEVAを溶かして除去する技術だ。パネルを450°C以上の熱にかけてEVAやバックシートなどのプラスチック樹脂をほぼ100%除去する。燃焼工程で接着剤が気化するため、パネルの分解作業とEVAの除去が同時に完了する(図3上段)。1つの設備でパネルの分解とEVAの除去を同時に行い、高品質な素材を回収できることが利点だ。ただし他の技術に比べて設備費用が高く、導入のハードルが高い。

一方のガラス切断方式は、ガラスと太陽電池セルを高温のナイフで切断する技術だ。300°Cに熱したナイフで太陽電池セルとガラスの間に切り込みを入れ、EVAとパネルを切断しながら分解する。ガラスを破損させずに板状で回収できる。付加価値の高い板状のガラスを回収できることが利点だ。ただしEVAを完全に除去するには、別の専用設備が必要になる(図3下段)。

図3 熱分解方式とガラス切断方式の処理方法のイメージ



出典: NEDO「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」、エヌ・ピー・シーの資料を参考に自然エネルギー財団作成

国内ではトクヤマ、新菱、新見ソーラーカンパニーの3社が熱分解方式の技術を開発した。トクヤマの「低温熱分解法」は、他の2社よりも燃焼温度が450°Cと低く、ガラスが割れないのが特徴だ。ガラスを板状のまま回収できる。板状のガラスは、ガラスカレットよりも取引価格が高くなる。実証施設のある北海道南幌(なんぼろ)町で、2026年度中に事業を開始する予定だ。

新菱の「EVA熱分解処理炉」は、EVAを気化させる工程と、気化したEVAを燃焼させる2段階の除去プロセスが特徴だ。気化してから焼却すると、ガラスや金属の表面でEVAが激しく燃え上がることを防ぐ。ガラスや金属の溶融を避けられるため素材の回収率が高い。ガラスの約94%、金属のほぼ100%を回収できる。福岡県北九州市で2023年から事業を開始している。

新見ソーラーカンパニーの「佐久本式ソーラーパネル熱分解装置」は、600℃以上の過熱水蒸気で EVA を溶かす技術だ。他の 2 社とは異なり、分解工程でガス燃料を使わないため、二酸化炭素が発生しない。日本を含む 4 カ国で特許を取得済みだ。

「ホットナイフ分離法」は、エヌ・ピー・シーが開発を進めて特許を取得した技術だ。2025 年までに国内外 17 社が導入している。ただし、この技術だけでは切断したガラスの表面に残る EVA を完全に除去できない。そこでエヌ・ピー・シーと浜田はそれぞれ別の除去技術を開発した。特殊なブラシで EVA をかき取る「EVA スクレーパー」と、高圧の水を噴射する「ウォータージェット工法」だ。板状のガラスの表面にブラシや水で圧力を加えることで EVA を取り除く。

表 2 ガラスの処理方法の分類

パネルの処理方式	事業者	技術・設備	処理能力 (トン/年)	回収したガラスの状態
熱分解	トクヤマ	低温熱分解法	2,160	板ガラス
	新菱	EVA 熱分解処理炉	1,500	ガラスカレット
	新見ソーラーカンパニー	佐久本式ソーラーパネル熱分解装置	—	ガラスカレット
ガラス切断	エヌ・ピー・シー	ホットナイフ分離法＋EVA スクレーパー	2,880	板ガラス
	浜田	ホットナイフ分離法＋ウォータージェット工法	—	板ガラス

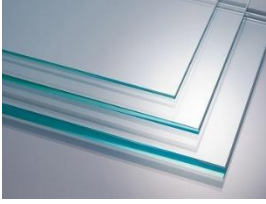

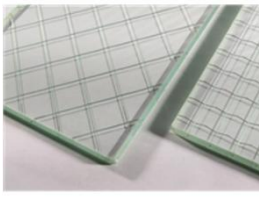
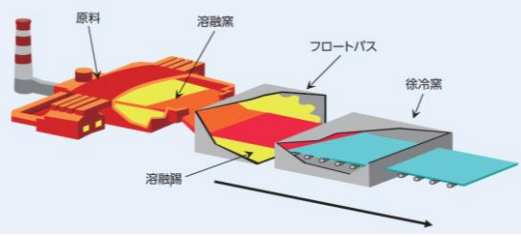
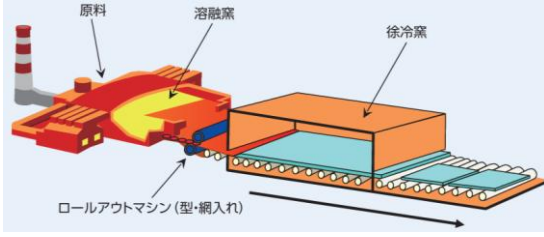
出典：各社の公表資料より自然エネルギー財団作成

3. 窓用の板ガラスに再生利用

不純物を除去したパネル由来のガラスカレットを使って板ガラスを製造できれば、建材や自動車など幅広い用途に利用可能だ。板ガラスの製造設備を使った実証実験が大手ガラスメーカーで進んでいる。

板ガラスの製造には 2 つの製造方式がある。「フロート方式」と「ロールアウト方式」だ。フロート方式は、溶かしたガラスを金属の錫(すず)の上に浮かべ、冷やしながら板状に成形する方法だ。建物や自動車の窓ガラスで使用するフロートガラスを製造する。ロールアウト方式は、溶かしたガラスを 2 本のローラーで挟み、引き延ばして板状に成形する方式だ。表面に模様がある型板ガラスや、金網を入れた網入り磨き板ガラスを製造できる(表 3)。

表 3 板ガラスの種類と製造方法

項目	フロートガラス	型板ガラス	網入り磨き板ガラス
外観			
製造方法	<p>フロート方式</p> 	<p>ロールアウト方式</p> 	
用途	透明なガラスを製造 建物や自動車の窓に使用	表面に模様があり、 視線を遮断する	中の金網がガラスの 飛散や延焼を防ぐ

出典：AGC(フロートガラス・型板ガラス、製造方法の図)、セントラル硝子プロダクツ(網入り磨き板ガラス)

ガラスメーカー大手の AGC は、2 つの製造方式での実証実験に日本で初めて成功した。2023 年には新菱のガラスカレットを使ってロールアウト方式で型板ガラスを製造し、2024 年にはトクヤマのガラスカレットを使いフロート方式でフロートガラスを製造した。2025 年には、ガラス切断方式で回収した材料を使い、ロールアウト方式で型板ガラスを製造した。

AGC に続き、セントラル硝子プロダクツと日本板硝子も、パネル由来のガラスカレットを使用して網入り磨き板ガラスとフロートガラスの製造に成功した(表 4)。

表 4 板ガラスへのリサイクルの実証実験

板ガラス 製造事業者	ガラスカレット 供給元	製造ガラス	ガラスカレット 使用量	公表時期
AGC	新菱	型板ガラス	約 24 トン	2023 年 11 月
	トクヤマ	フロートガラス	約 5 トン	2024 年 3 月
	浜田	型板ガラス	約 10 トン	2025 年 4 月
	エヌ・ピー・シー	型板ガラス	約 20 トン	2025 年 10 月
セントラル硝子 プロダクツ	浜田	網入り磨き板ガラス	約 20 トン	2025 年 6 月
日本板硝子	トクヤマ	フロートガラス	—	2026 年 4 月

出典：各社プレスリリースより自然エネルギー財団作成

フロートガラスへのリサイクルには課題が残っている。太陽光パネルのガラスは、発電効率を上げるために、透明度を高めるアンチモンという成分を含んでいる。フロートガラスの製造では、このアンチモンが問題になる。

フロート方式のガラス製造設備にアンチモンを含んだガラスカレットを投入すると、板ガラスが発色するおそれがある。フロート方式では炉の中に溶かした錫を使用している。錫とアンチモンの化学反応が発色の原因だ。白濁や発色は透明なフロートガラスにとって品質上の問題になる。

アンチモンの課題が解決すれば、パネル由来のガラスカレットでフロートガラスを製造できる。AGC は龍谷大学と共同で、パネルのガラスからアンチモンを揮発させて除去する技術を開発中だ。国立の研究機関である産業技術総合研究所も、ガラスからアンチモンを抽出する技術の開発を進めている。

ロールアウト方式は製造工程に錫を使っておらず、発色の問題は発生しない。板ガラス大手 3 社は当面の間、ロールアウト方式でリサイクルを進める方針だ。AGC を含めた 3 社は国内の板ガラスシェアの約 9 割を占める。AGC は 2030 年までに年間数千トン規模のリサイクル体制を構築する計画だ。セントラル硝子プロダクツは 2026 年度に数十トン規模でリサイクルを進めると発表している。日本板硝子は実証実験を通じて、板硝子協会によるリサイクル体制の構築を後押しする方針だ。

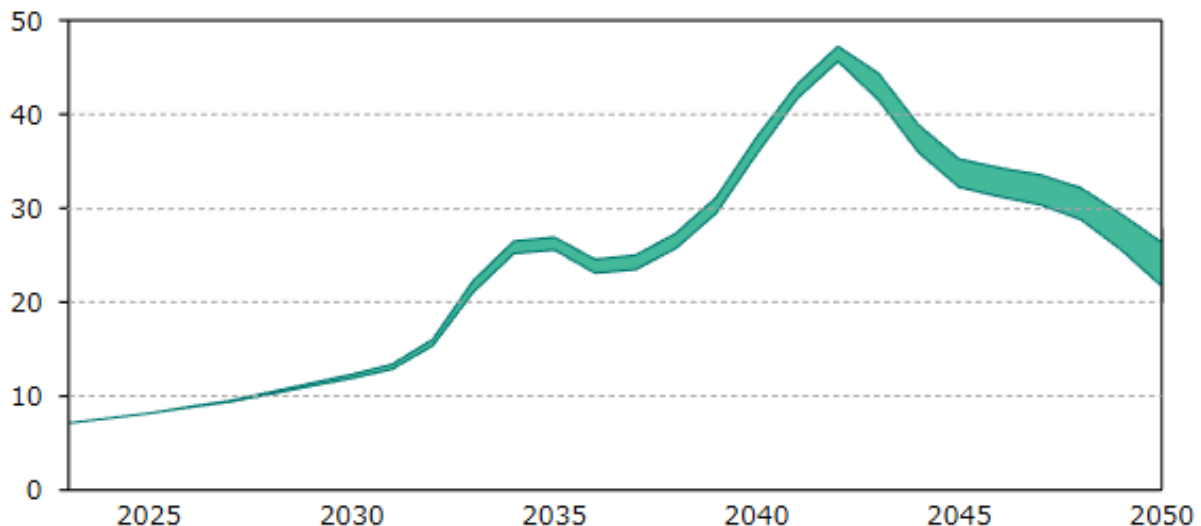
第2章 リサイクルの現状と経済性

1. 2036 年が排出のピーク

太陽光パネルの大量排出に備えるには、リサイクル設備の増強を事業者に促さなければならない。2030 年代以降は使用済みパネルの排出が続くため、リサイクル需要は中長期的に発生する。排出量の予測は、市場規模や事業者の設備投資の判断を左右する。

環境省と経済産業省の合同会議は、2050 年までに 2 度のピークが発生すると見込んでいる。図 4 は合同会議の排出量の予測だ。排出量とは、解体撤去が必要になる使用済みパネルの量を推定したものだ。両省の予測では、2035 年に約 25 万トン/年、2042 年に約 47 万トン/年の排出量を見込む。2043 年以降はピークアウトし、2050 年には 20～30 万トンに収束する。

図 4 太陽光パネルの排出見込み量(万トン)

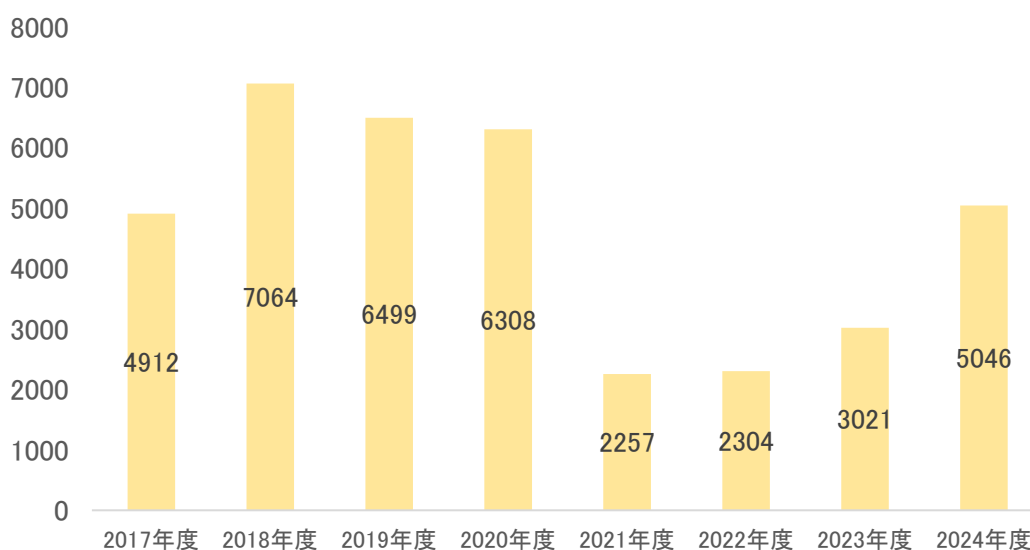


出典：環境省・経済産業省「太陽光発電設備のリサイクル制度のあり方について 参考資料」

政府のシナリオは、将来の排出量の最大値を予測することが目的だ。FIT 買取期間を満了する場合のほかに、故障や発電電力量の低下など、複数の要因を想定して試算している。政府は排出量の最大値を前提として、リサイクル体制の整備を進める方針だ。

このシナリオはあくまで予測であり、実際の状況を反映したものではない。図 5 は 2017～2024 年度の使用済みパネルの回収量を示している。回収量とは、使用済みパネルの排出量のうち、リサイクル・リユース・最終処分を行う事業者が回収できたパネルの量を意味する。回収量は年間 2000～8000 トンのあいだで推移している。政府のシナリオは全量回収を前提にしているため、2024 年度の実際の回収量よりも多い。

図5 使用済み太陽光パネルの回収量の推移(トン)

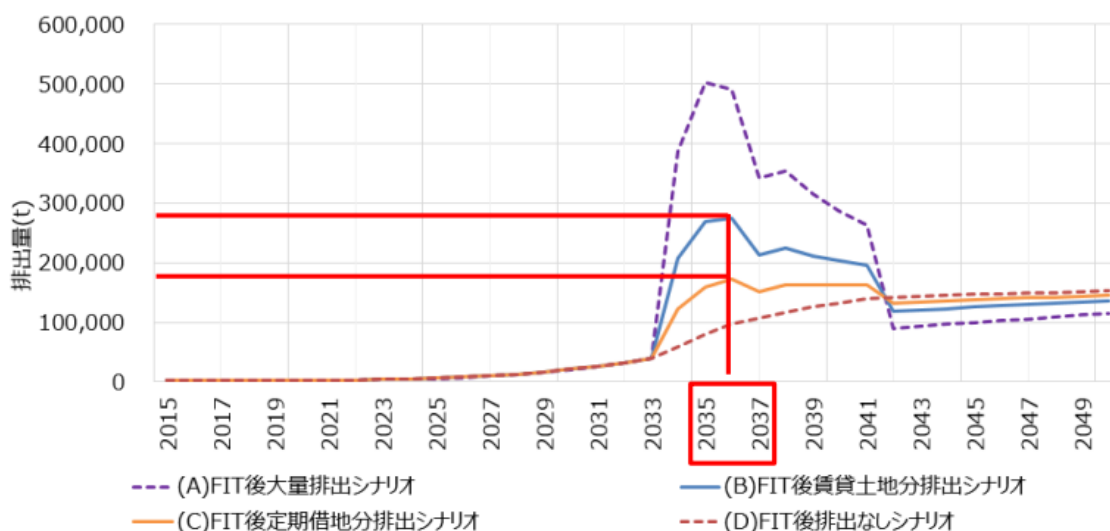


出典: 環境省の調査報告書(2021年度~2024年度)および公表資料から自然エネルギー財団作成

一方で、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の予測は、2025年の排出量を約6000トンと推定している。これは直近の回収量に近い。FITの買取満了になる太陽光発電設備が増加する2033年を起点として排出量が急増し、2036年に約17~28万トンのピークが発生すると見込んでいる(図6)。

2040年代の排出見込み量は政府の予測よりも小さいものの、2036年ごろに30万トン弱の排出量を見込んでいる点は共通する。本報告書では両者の予測をもとに、2030年代の半ばに発生する排出量のピークに対応する方策について議論を進める。

図6 NEDOによる太陽光パネルの排出量予測



	2020	2025	2030	2036
排出見込み量(B)、(C)	約0.3万トン	約0.6万トン	約2.2万トン	約17~28万トン
平成27年度の産業廃棄物の最終処分量に占める割合	0.03%	0.06%	0.2%	1.7~2.7%

出典: 資源エネルギー庁「太陽光発電設備の廃棄対策について」

2. 全国に広がるリサイクル施設

全国には太陽光パネル専用のリサイクル施設が数多く存在する。表 5 は各都道府県にあるリサイクル施設の数と処理能力の一覧だ。2025 年の時点で全国に 87 カ所の施設がある。処理能力の合計は年間約 13 万トンだ。排出ピーク以外の時期であれば、現在の処理能力で対応できる。

表 5 全国のリサイクル施設数と処理能力(2025 年 11 月時点)

都道府県	施設数 (カ所)	処理能力 (トン/年)	都道府県	施設数 (カ所)	処理能力 (トン/年)	都道府県	施設数 (カ所)	処理能力 (トン/年)
北海道	2	2,112	石川県	2	1,987	岡山県	2	3,226
青森県	2	1,757	福井県	1	2,791	広島県	3	2,268
岩手県	5	4,792	山梨県	0	0	山口県	0	0
宮城県	4	6,265	長野県	2	2,471	徳島県	1	358
秋田県	1	442	岐阜県	0	0	香川県	3	1,415
山形県	1	1,188	静岡県	3	3,498	愛媛県	3	4,731
福島県	6	8,325	愛知県	5	14,038	高知県	1	264
茨城県	3	14,112	三重県	1	2,088	福岡県	4	6,520
栃木県	2	7,402	滋賀県	0	0	佐賀県	3	2,112
群馬県	4	6,216	京都府	3	4,112	長崎県	1	720
埼玉県	5	7,709	大阪府	0	0	熊本県	1	960
千葉県	1	5,256	兵庫県	1	1,152	大分県	1	384
東京都	1	2,304	奈良県	1	816	宮崎県	1	960
神奈川県	1	2,304	和歌山県	0	0	鹿児島県	2	1,958
新潟県	2	1,555	鳥取県	0	0	沖縄県	1	614
富山県	0	0	島根県	1	469	全国	87	131,651

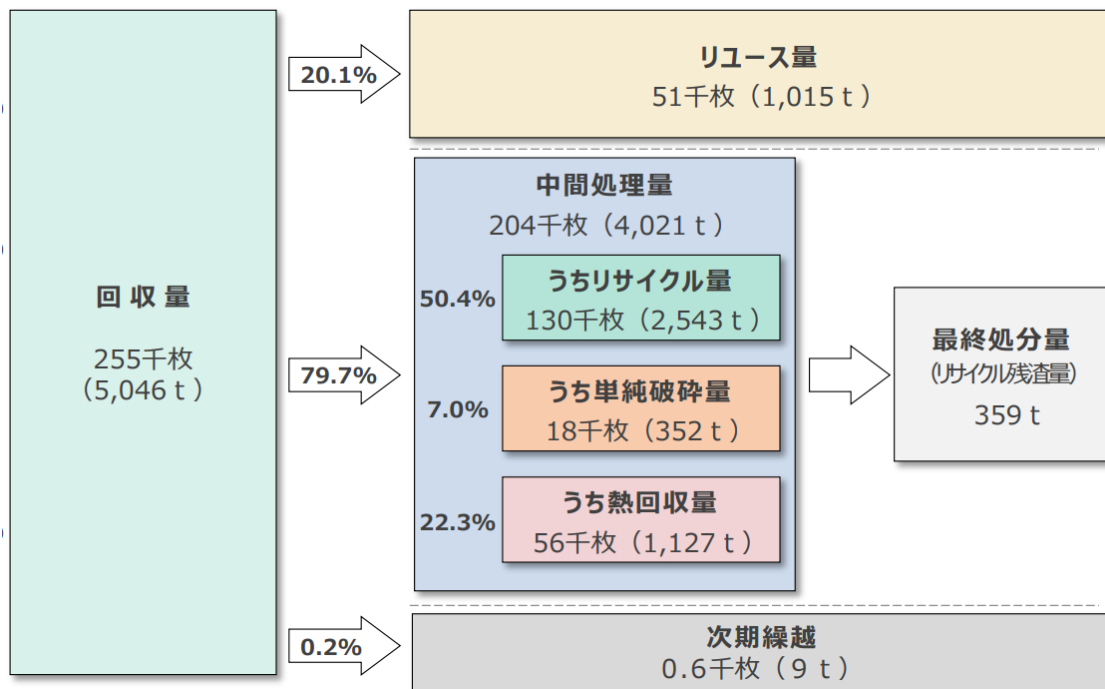
注:1 日の稼働時間を 8 時間、年間稼働日数を 240 日、パネルを 1 枚あたり 250W、20kg とした場合のリサイクル施設の数と処理能力の合計値を記載

出典:環境省・経済産業省、「太陽光パネルのリサイクル制度について」より自然エネルギー財団作成

NEDO の予測(図 6)と比較すると、排出量のピークに対応するには処理能力が約 4~14 万トン不足する。2036 年までに毎年 4000~1 万 4000 トンの処理能力を増やす必要がある。1 施設あたりの処理能力は平均で 1500 トン/年だ。全国で毎年 3~10 カ所ずつ施設を増やせば、ピークに対応できる。

図 7 は 2024 年度に解体・撤去事業者が取り外したパネルの処理状況を示している。撤去したパネルのうち約 20%をリユース事業者が、約 50%をリサイクル事業者が回収した。残りの 30%は、焼却炉でのサーマルリサイクルか、産業廃棄物として破碎後に処分した。最終処分として埋め立てた廃棄物の量は全体の約 7%(359 トン)にとどまる。回収後にリユース・リサイクルなどの適切な処理につなげれば、埋め立て量は大きく減らせる(図 7)。

図 7 太陽光パネル回収後の処理の内訳(2024 年度)



注: 割合は重量(トン)ベースで算出。枚数、重量いずれかの記載がない場合は、パネル 1 枚あたり 20kg として算出
 出典: 環境省・経済産業省「太陽光パネルのリサイクル制度について」

課題はリサイクル施設の処理能力に対して、回収するパネルの総量が不足していることだ。2024 年度にリサイクルした量は約 2500 トンで、全国のリサイクル施設の処理能力の 3%にも満たない。施設の設備稼働率が低く、事業者は採算がとれない状況が続いている。

回収量が限られているのは、FIT 以前に導入した太陽光パネルの多くが寿命に達していないからだ。パネルの寿命は 20~30 年ある。環境省の報告書によると、2002~2011 年までは、住宅用を中心に数万~10 万トン/年のペースで設置が進んでいた。これらの住宅用パネルの大半が発電を続けているため、現状では使用済みになるパネルの量自体がそれほど増えていない。

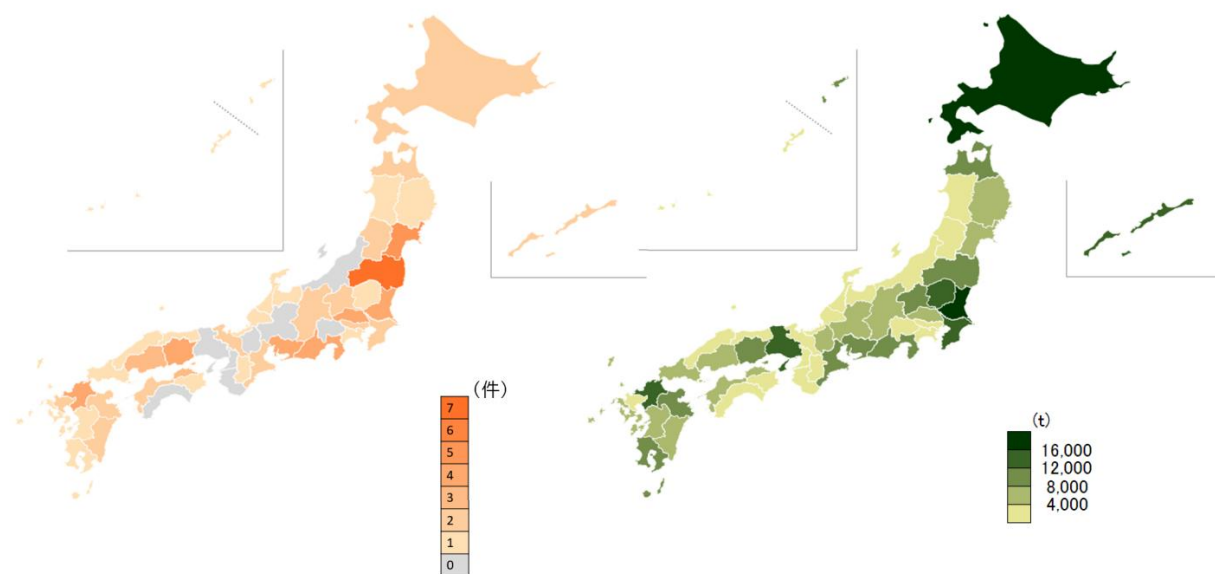
リサイクル施設の設備稼働率が低いため、事業者は 1 枚あたりの処理費用を高く設定せざるを得ない。公開資料や事業者へのヒアリングによると、2025 年時点のリサイクル費用は kW(キロワット)あたり 8000~1 万 2000 円程度と見込まれる。埋め立て処理の費用は 2000~4000 円/kW で、費用の差は少なくとも 2 倍だ。コストの高さがリサイクルの普及を妨げている。

FIT 制度では、太陽光発電設備の解体に必要な費用を 1 万円/kW と想定して、費用の積立を義務づけている(2025 年度の地上設置型 50kW 以上の基準値)。解体後にリサイクルしようとする、発電事業者は埋め立て処理の費用との差分、4000~1 万円/kW を追加で負担しなければならない。

リサイクル費用を低下させるには、設備稼働率を向上させる必要がある。公開資料や事業者へのヒアリングによると、4～5割以上の設備稼働率を確保できれば、1枚あたりのリサイクル費用を4000～8000円/kWに下げられる。埋め立て費用との差が縮まり、リサイクルを促して稼働率をさらに上げれば、さらなるコスト低減が見込める。

リサイクル施設の所在地の地域格差にも対応しなければならない。施設が少ない地域では、回収したパネルの運搬距離が長くなり、全体のコストも増える。図8では、2024年時点のリサイクル施設の数と2036年の排出量を比較している。8府県ではリサイクル施設が1カ所もない。北海道のように、土地面積や排出ピーク量と比べて施設の数が相対的に少ない地域もある。

図8 リサイクル施設の件数(2024年度)と排出量推計マップ(2036年)の比較



出典:三菱総合研究所、NEDO 調査事業成果報告会「太陽電池モジュールのリサイクル動向調査 結果について」

施設や処理能力が不足する場合、他の地域に運搬するか、施設への持ち込みを複数回に分けなければならない。距離や回数が増えれば運搬コストが増える。施設が不足する地域では、処理能力の高い技術の導入を国や自治体が補助金で支援し、優先的に設備の数を増やす必要がある。パネルの運搬コストが低下すれば、リサイクルのコストを低減できる。

3. 再生した材料の用途と販路を開拓

リサイクル事業への参入や設備投資を促すには、事業の収益性を高める必要がある。リサイクル事業の主な収入源は、パネルの処理費用と、選別した材料の売却益だ。回収するパネルの量が増えれば、処理費用と売却益が増加する。それ以外にも、売却する材料に付加価値を付けるか、売却できる材料の種類を増やす方法がある。

2022年度の環境省の調査によれば、リサイクル事業者は回収したアルミフレームを100～300円/kg、銅や銀を含む太陽電池セルを3～数百円/kgで専門業者に売却していた。市場価格の高騰で銀の買取価格は上がっている。ただし新しいパネルほど、銀の含有量が減少する傾向にある。

ガラスは重量の約6割を占めるものの、他の材料に比べて買取価格が低い。ガラスカレットの売却価格は0～3円/kgだ(2022年時点)。費用を払って引き渡す逆有償のケースもあった。取引価格を向上させるためには、ガラスカレットの需要拡大が必要だ。需要を拡大するためにも、板ガラスへのリサイクルを普及させなければならない。

しかし板ガラスへのリサイクルは始まったばかりだ。当面の生産量にも限りがある。板ガラスだけでは、今後増えるガラスカレットを吸収しきれない。販路が限られたままでは、ガラスカレットの取引価格は上がりにくく、逆有償の解消も進まない。販路を拡大するには、ガラスを使用する製造事業者とリサイクル事業者が連携して、太陽光パネルのガラスを再利用する製品の開発が必要だ。

日立製作所・イトーキ・トクヤマの3社は、太陽光パネルから回収したガラスをオフィス家具の窓材にリサイクルする実証実験を開始した。パネル由来のガラスをオフィス家具に直接使用する日本で初めての試みだ。トクヤマの低温熱分解法で回収した板ガラスを、ウェブ会議ブースの窓に使っている。回収したガラスは表面に凹凸があるため、視線を遮る意匠材として活用している。

写真2 太陽光パネルのガラスを再利用したオフィス家具

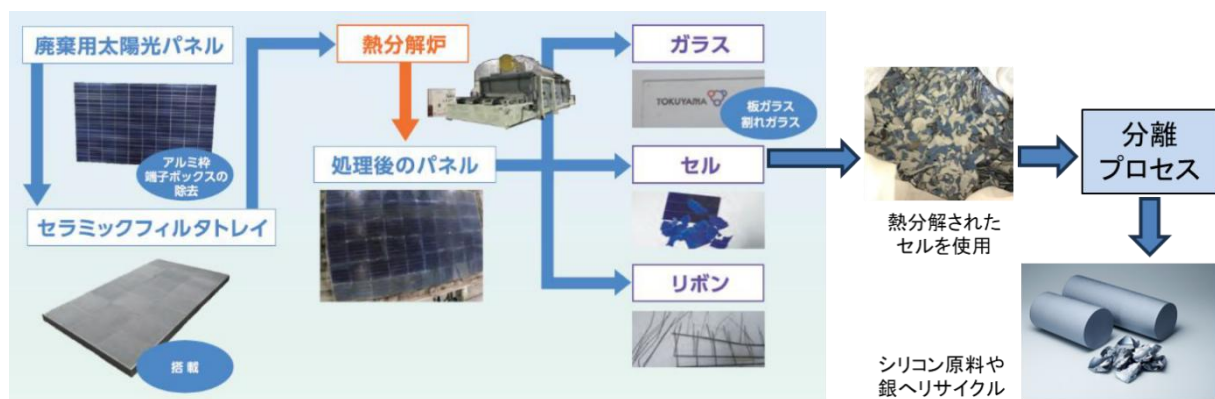


出典：日立製作所、イトーキ、トクヤマ

ガラス以外にも、収益性を高める材料がある。太陽電池セルに含まれるシリコンだ。太陽電池セルは、シリコンを主な材料とする基板の上に電極を形成している。使用済みになったパネルのセルからシリコンを分離・回収して、半導体用シリコンの原料として再利用する技術開発が国内外で進んでいる。

トクヤマは NEDO プロジェクトの一環として、低温熱分解法で回収したセルからシリコンを抽出する技術を開発中だ。同社は半導体用シリコン販売の国内最大手だ。世界シェア 20% を占める。現在は原料になる金属シリコンを中国から輸入している。この技術が確立すれば、国内の使用済みパネルから半導体用のシリコンを入手できるようになる。2028 年度末をめどに技術を確認させる計画だ（図 9）。

図 9 トクヤマによるパネルのリサイクルとシリコン回収の仕組み



出典:トクヤマと NEDO の公表資料より自然エネルギー財団作成

第3章 リサイクル義務化で産業を創出

1. 先行するドイツとフランスの法制度

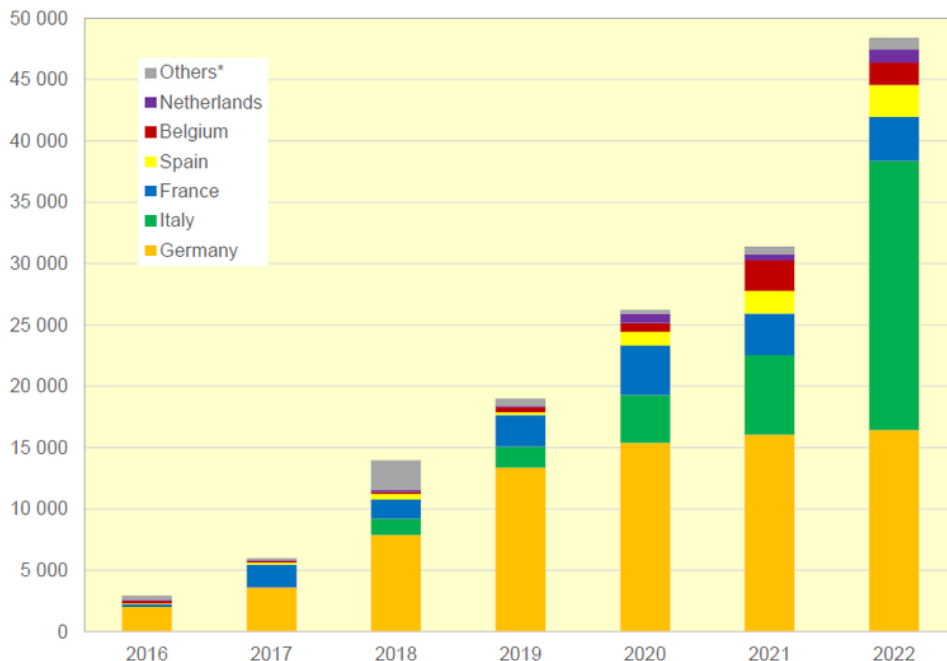
太陽光パネルの回収とリサイクルを促す制度があれば、リサイクル設備の稼働率が改善し、処理費用を下げられる。パネルを回収する見通しが立てば、事業者は新たに設備を導入できる。リサイクルを産業として成立させるには、国が使用済みパネルのリサイクルを法律で義務づけるべきだ。

EU(欧州連合)は電気・電子機器の廃棄物の回収を義務づける WEEE 指令(電気・電子機器廃棄物に関する EU 法:Waste Electrical and Electronic Equipment Directive)を 2012 年に改正し、同指令の対象製品に太陽光パネルを加えた。EU 加盟国は、WEEE 指令に対応する国内法を 2014 年ごろから整備し、パネルのリサイクルを義務化してきた。

EU の WEEE 指令は、生産者に課す義務の枠組みを設定している点で、日本の制度設計の参考になる。加盟国内で活動するパネルの製造・輸入事業者に対して、各国リサイクル制度への参加や製品情報の提供、データベースへの登録、リサイクル目標の遵守、パネルの回収を義務づけている。

WEEE 指令に対応した国では、パネルの回収量が年々増えている。2016 年には全体で 2000 トン弱だったが、2022 年には約 4 万 8000 トンまで増加した(図 10)。

図 10 欧州 18 か国の太陽光パネルの年間回収量(トン)



出典: IEA, Status of PV Module Recycling in IEA PVPS Task 12 Countries

WEEE 指令は 2019 年からリサイクル率の目標を引き上げた。回収したパネルのうち、リサイクル率 80%以上、熱回収を含む資源回収率 85%以上の達成を義務づけている。2022 年の時点で、WEEE 指令に対応した 18 カ国はリサイクル率 88.8%、資源回収率 91%を達成している(表 6)。

表 6 欧州における 2022 年の太陽光パネルのリサイクル状況(トン)

	ドイツ	イタリア	フランス	18 か国合計
a) パネル回収量	16,430	21,493	3,582	48,395
b) パネル処理量	16,430	21,882	5,005	49,556
c) 資源回収量	16,017	19,354	4,395	43,951
d) リサイクル量	15,195	19,340	4,210	44,030
資源回収率(c/b)	97.5%	88.4%	87.8%	91.0%
リサイクル率(d/b)	92.5%	88.4%	84.1%	88.8%

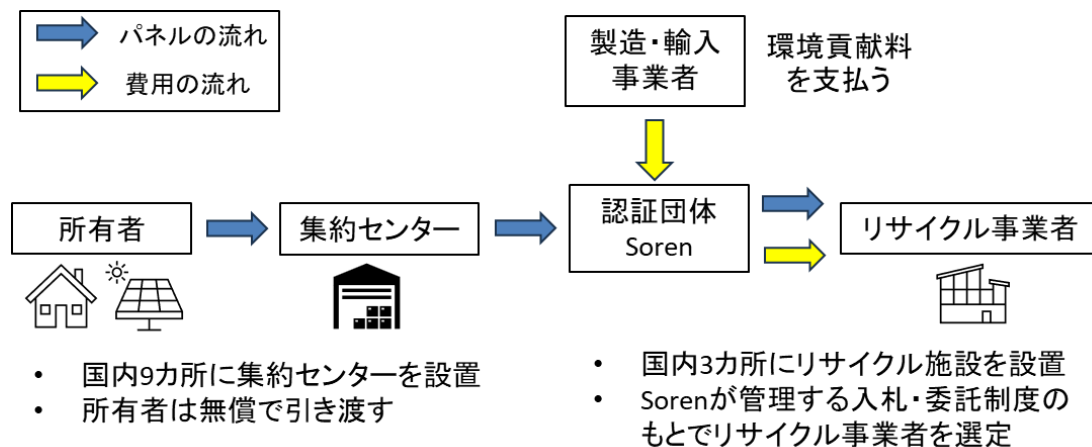
注: 上記 3 カ国以外にスペイン、ベルギー、オランダ、オーストリア、ブルガリア、チェコ、デンマーク、エストニア、フィンランド、ギリシャ、マルタ、ノルウェー(EU 非加盟国だが WEEE 指令に対応)、ポーランド、ポルトガル、スロヴァキアを含む。パネル処理量には前年からの積み残しも含む。リサイクル量には一部リユースを含む。

出典: IEA, Status of PV Module Recycling in IEA PVPS Task 12 Countries より自然エネルギー財団作成

EU のリサイクル制度は国ごとに内容が異なる。その中からフランスとドイツの制度を取り上げる。両国の制度は、リサイクルの管理体制や費用負担の制度を考えるうえで日本の参考になる。

フランスでは、政府が認証した非営利団体(Soren)が、回収からリサイクル事業者の選定まで管理している。この体制のメリットは輸送距離やコスト、施設で対応可能なパネルの種類に応じて、最適な事業者にリサイクルを委託できることだ。国内には 9 カ所の集約センターがあり、所有者はパネルを無償で引き渡す。Soren は入札を行い、国内 3 カ所の施設のうち応札した事業者にパネルのリサイクルを委託する(図 11)。

図 11 フランスにおけるリサイクルの仕組み



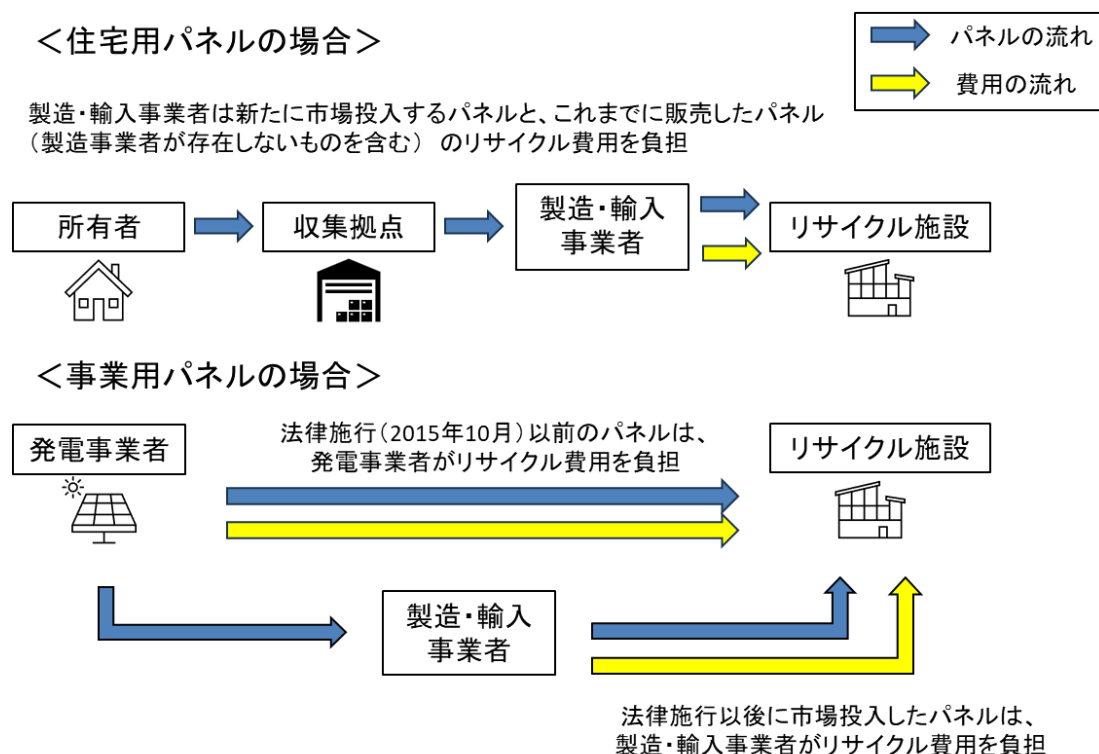
出典: IEA, Status of PV Module Recycling in IEA PVPS Task 12 Countries を参考に自然エネルギー財団作成

制度の財源は、製造・輸入事業者が支払う「環境貢献料」でまかなっている。環境貢献料は、パネルの販売額に上乗せするリサイクル費用を指す。一般的なシリコン太陽光パネル（アルミフレーム付き 1枚 20kg、出力 250W と想定）の場合、単価は約 510 円/kW（1 ユーロ＝185 円換算）となる。重いパネルやシリコン系以外のパネルなど、運搬やリサイクルに手間のかかる製品ほど 1 枚あたりの単価が高い。製造・輸入事業者にリサイクルしやすい製品を生産するように促す仕組みだ。

ドイツの制度は、国内でパネルを販売する製造・輸入事業者を対象にしている。国外企業は、ドイツ国内に支社を置くか、ドイツ企業と契約して義務を履行する必要がある。対象事業者は、回収・リサイクルに関わる共同機関（Stiftung EAR）に参加して、販売するパネルの回収と再生利用に責任を負う。

ドイツの制度の特徴は、事業用と住宅用でリサイクル費用の負担方法が異なる点だ。事業用パネルについては、法律施行以降に市場投入（販売・流通を可能な状態にすること）したものを製造・輸入事業者が負担する。施行以前のは発電事業者が負担する。住宅用パネルについては、一般の所有者は費用を負担しない。製造・輸入事業者が新たに市場投入するパネルだけでなく、これまでに販売したパネル（すでに製造事業者が存在しないものも含む）の費用も負担する（図 12）。


図 12 ドイツにおける費用負担の仕組み



出典：IEA、Status of PV Module Recycling in IEA PVPS Task 12 Countries を参考に自然エネルギー財団作成

事業用については発電事業者と責任を分担することで、製造・輸入事業者の負担を軽減している。一方で、所有者の負担をなくすことで住宅用パネルの普及の妨げにならないような仕組みとなっている。

表 7 欧州連合・フランス・ドイツのリサイクル制度

国・地域	制度の内容	
EU 	法律名	Waste Electrical and Electronic Equipment Directive
	施行年	2012年7月～
	制度内容	各国リサイクル制度への参加、製品情報の提供、データベースへの登録、リサイクル目標の遵守などを各国の製造・輸入事業者に義務づける。
フランス 	法律名	Code de l'environnement、Décret 2014-928
	施行年	2014年8月～
	回収方法	<ul style="list-style-type: none"> ・国内9つの集約センターでパネルを回収。 ・国が唯一認定する非営利団体(Soren)が入札を管理。 ・3社のうち、応札した事業者がリサイクルを行う。
	費用負担	パネルの種類、重量、アルミフレームの有無に応じた環境貢献料を製造・輸入事業者がSorenに支払う。
ドイツ 	法律名	ElektroG2、ElektroG3
	施行年	<ul style="list-style-type: none"> ・ElektroG2 2015年10月～2022年1月 ・ElektroG3 2022年1月～
	回収方法	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者が単独で、または共同組合に加盟して回収とリサイクルを行う。 ・住宅用:自治体ごとの拠点で収集し、共同機関(Stiftung EAR)が製造・輸入事業者に回収を指示。 ・事業用:発電事業者か製造・輸入事業者が回収。
	費用負担	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅用:製造・輸入事業者が2種類のリサイクル費用を負担。 ・事業用:2015年10月以前のパネルは最終所有者が負担、それ以降に市場投入したパネルは製造・輸入事業者が負担。

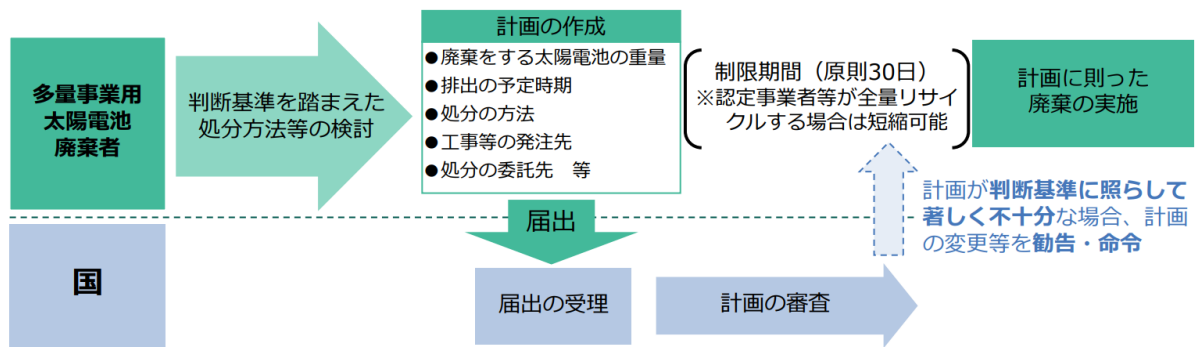
出典:IEA、Status of PV Module Recycling in IEA PVPS Task 12 Countries および各種公表資料を参考に、自然エネルギー財団作成

2. 日本の法制度の現状と課題

日本でも、太陽光パネルのリサイクルを促す新たな法律の整備が進んでいる。2025年3月、環境省と経済産業省の合同会議は制度の取りまとめ案を公表した。政府はこの案の国会提出を見送り、翌年の4月に新たな法案として「太陽電池廃棄物の再資源化等の推進に関する法律案」(以下、リサイクル推進法)を国会へ提出した。この法案は、衆参両院での審議を経て、2026年5月29日に成立となった。

2025年に議論されていた取りまとめ案と、今回のリサイクル推進法では、制度の内容が大きく変わっている。最大の変更点は、リサイクル義務化が見送られたことだ。2025年の取りまとめ案は、すべてのパネルをリサイクル義務の対象にしていた。リサイクル推進法は、大量の使用済みパネルを解体・撤去する発電事業者(法案では「多量事業用太陽電池廃棄者」)に廃棄計画の策定を義務づけることにとどめた。国の判断基準に沿って、「多量事業用太陽電池廃棄者」のリサイクル計画の作成を促す仕組みだ(図13)。

図13 太陽光パネルの廃棄実施計画制度(案)



効率的にリサイクルが実施可能な多量事業用太陽電池廃棄者に、判断基準に基づくリサイクルの実施に向けた取組を義務付け

6

出典: 環境省・経済産業省「太陽電池廃棄物の再資源化等の推進に関する法律案について」

リサイクル推進法が「多量事業用太陽電池廃棄者」の定義を定めていないことも問題だ。事業者は制度の対象になるかどうか現時点で判断できない。「多量」がどの程度を指すのかを含めて、制度の対象になる事業者の要件は政令で定める。

取りまとめ案ではリサイクル費用の負担者を製造・輸入事業者で想定していたが、リサイクル推進法では発電事業者が変わっている。パネルのリサイクルを進めるためには、生産者にも費用を負担させるべきだ。これにより、リサイクルしやすい製品設計や、将来のリサイクル費用を見込んだ価格設定を促せる。製品の製造から廃棄までの経済的・物理的責任を生産者が負うべきという考え方を「拡大生産者責任」と呼ぶ。WEEE指令もこの原則を採用している。

一方、リサイクル推進法は、「排出者責任」の原則を採用している。排出者責任は、製品を廃棄する所有者がリサイクルの責任を負うべきという考え方だ。リサイクルの促進よりも、製品の最終所有者に廃棄物の適正な処理を徹底させることを主眼に置いている。

日本のリサイクルに関する法体系では、個別のリサイクル法ごとに拡大生産者責任と排出者責任のどちらかを選択することになっている。太陽光パネルのリサイクルを進めるためには、拡大生産者責任を採用し、それに対応する仕組みをつくることが望ましい。

今回のリサイクル推進法は、いくつかの重要な問題を先送りにした。一方で、義務化に向けた出発点になる内容も含んでいる。表 8 で示すように、いくつかの施策は 2025 年の取りまとめ案と共通している。基本方針の策定や収集施設の整備、高度な技術を持つ事業者への支援策など、着手しやすい施策から制度化を進めているといえる。

政府はリサイクル推進法を 2027 年度中に施行し、施行後 1 年半以内に制度の見直しを図る予定だ。制度の見直し時期までに、残された課題を解決していく必要がある。

表 8 取りまとめ案と太陽光パネルリサイクル推進法の比較

項目		取りまとめ案(2025年3月)	太陽光パネルリサイクル推進法 (2026年5月)
主な共通点	基本方針	基本方針・目標・リサイクルの定義を国が策定	
	処理施設	高度なリサイクル技術を持つ事業者を規制緩和や補助金で支援	
	収集施設	廃棄物処理法の規制を緩和し、廃パネルを長期保管できる事業者を認定	
	生産者への措置	製品への環境配慮設計を促す仕組み・支援策を構築	
	放置対策	廃棄物処理法や FIT/FIP 制度など既存制度を運用・拡充	
	解体・撤去費用の負担	発電事業者が負担(排出者責任)	
主な変更点	義務の内容	リサイクルの原則義務化	廃棄実施計画の策定・届出を義務化
	対象	原則すべての太陽光パネル	「多量」のパネルを廃棄する事業者
	リサイクル費用の負担	製造・輸入事業者が負担(拡大生産者責任)	発電事業者が負担(排出者責任)
	第三者機関	リサイクル費用と情報を管理する機関を設立	設立しない
	情報管理	第三者機関が含有物質やリサイクル計画を管理	既存の法律の枠組みで製造・輸入事業者に含有物質の情報提供を求める

出典：公表資料より自然エネルギー財団作成

3. 義務化に向けた道筋

欧州の制度やリサイクル推進法の内容をふまえると、リサイクル義務化に向けて国が議論すべき課題は以下の3つに整理できる。①目標とロードマップの設定、②費用負担の制度整備、③第三者機関の設立だ(表9)。

表9 リサイクル義務化に向けた検討課題と対応策

課題	対応する施策	
①目標とロードマップの設定	目的	廃棄量を減らし、排出ピークに対応するために、リサイクルに関する目標を年代別に設定して、ロードマップとして示す。
	内容	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル義務化の対象拡大を含む新たな基本方針の設定 リサイクル率・資源回収率の目標を設定 処理能力・リサイクル費用の目標を設定 太陽光パネル排出量の予測を精緻化
②費用負担の制度を整備	目的	製造・輸入事業者の過度な負担とならない形で、リサイクルに必要な費用を負担させる制度を新設する。
	内容	<ul style="list-style-type: none"> 拡大生産者責任にもとづく費用負担の制度を新設 パネルの区分ごとにリサイクル費用の負担者を設定 国による必要な財源の確保
③第三者機関の設立	目的	リサイクルに必要な費用と情報を一元管理する機関を設立し、処理施設の選定や回収・運搬の最適化を図る。
	内容	<ul style="list-style-type: none"> パネルの排出とリサイクル施設の情報を管理する仕組みづくり 生産者やパネルの含有物質を管理するデータベースを構築 太陽光パネルを収集・保管できる中間収集拠点の整備

出典：自然エネルギー財団作成

① 目標とロードマップを設定

第1に、リサイクルの対象と数値目標を明確にする必要がある。リサイクル推進法は、一部の発電事業者に廃棄計画の策定を求める内容にとどまっている。技術的に困難な場合を除き、既設・新設を含むすべてのパネルをリサイクル義務化の対象とすべきだ。そのうえで、リサイクル率や資源回収率などの目標値を高く設定することで、埋め立て処分を減らすことができる。

2036年の大量排出に対応するための体制整備も急がなければならない。全国各地の処理能力やリサイクル費用の低減率に関する目標値が必要だ。板ガラスへのリサイクルを普及させるためには、高度な技術の導入目標も設定することが望ましい。それぞれの目標値を年代別にロードマップとして示せば、事業者は設備投資や技術開発の時期を判断しやすい。目標を設定するためにも排出量の予測が重要になる。パネルの回収実績もふまえた予測の精度向上が必要だ。

② 費用負担の仕組みを整備

第 2 に、製造・輸入事業者にも費用負担を求める制度を整備する必要がある。一部の発電事業者だけに費用を負担させる制度では、再生利用しやすい製品設計を生産者に促しにくい。拡大生産者責任を採用することで、製造段階での対策を促すことができる。

ただし、拡大生産者責任の原則を採用するには、製造・輸入事業者の負担軽減が必要だ。現在のリサイクル費用(8000～1万2000円/kW)をパネル価格に転嫁すると、上乗せ額はフランスの環境貢献料(510円/kW)の15倍以上になる。パネルの価格高騰は普及の妨げになる。

ドイツの事例を参考にして、製造・輸入事業者、発電事業者にリサイクル費用の負担を分散させる仕組みが必要だ。住宅用パネルは、既設・新設を問わず製造・輸入事業者がリサイクル費用の責任を負う。事業用パネルについては、法律施行以前の既設パネルを発電事業者が負担し、施行後に販売するパネルは製造・輸入事業者が負担する。制度開始当初の回収・リサイクルに必要な財源は、国が予算をつけて確保する。

③ 第三者機関の設立

第 3 に、リサイクルに必要な費用と情報を一元管理する第三者機関が必要だ。国全体でリサイクルの対象になるパネルが大量に存在するため、製造・輸入事業者に代わって第三者機関がパネルの回収とリサイクルを実施する。製造・輸入事業者から徴収した費用を財源に、回収・運搬・リサイクルを手配して必要な費用をリサイクル事業者に支払う。

第三者機関はパネルの種類、含有物質、設置時期、排出時期、そしてリサイクル施設の処理能力に関する情報をデータベース上で管理する。これにより、費用の安さだけでなく処理能力や技術水準、パネルと施設の距離を踏まえて処理施設を選定できる。

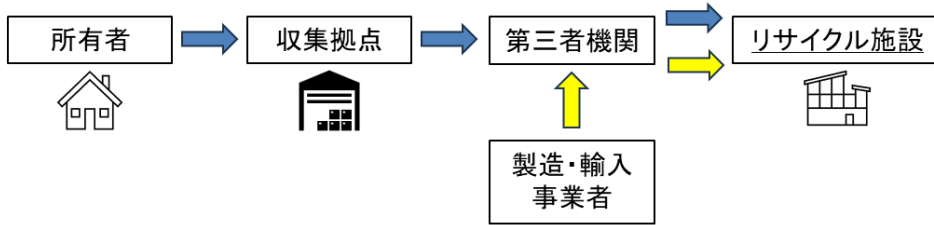
住宅用パネルは少量ずつ排出されるため、自治体ごとに収集拠点を設けて一定量をまとめて回収する仕組みも必要だ。収集拠点のパネルの保管状況を第三者機関が管理すれば、パネルの効率的な運搬を実現し、住宅用パネルのリサイクルに必要なコストを下げることができる(図 14)。

図 14 パネルの回収と費用負担の仕組みのイメージ

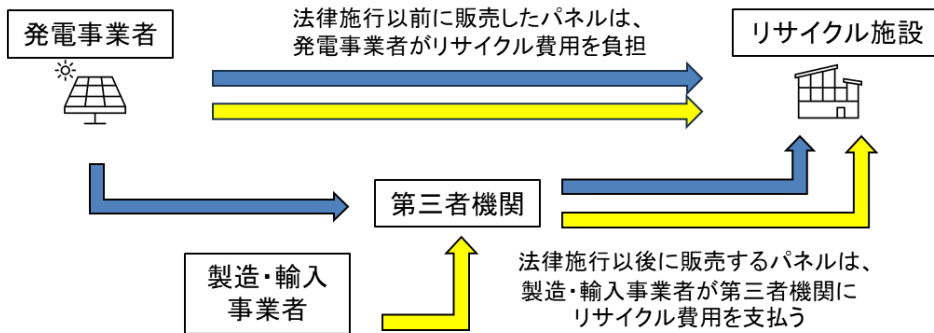
<住宅用パネルの場合>



製造・輸入事業者は新規販売するパネルと既設パネル（製造事業者が存在しないものを含む）のリサイクル費用を第三者機関に支払う。



<事業用パネルの場合>



出典：自然エネルギー財団作成

太陽光パネルのリサイクルへ

材料の8割を再生利用、窓ガラスの原材料に

2026年6月

公益財団法人 自然エネルギー財団

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-10-5 KDX虎ノ門一丁目ビル 11F TEL:03-6866-1020 (代表)

info@renewable-ei.org

www.renewable-ei.org