

使用済住宅用太陽光パネルの取り外し・収集運搬マニュアル

【資料編】

令和5年5月

東京都環境局

使用済住宅用太陽光パネルマニュアル

【取り外し】・【収集運搬】

～はじめに～

趣旨・活用方法・対象・リサイクル

1. 本マニュアルの趣旨、想定される活用方法

- ◆ 現状では、住宅用太陽光パネルの廃棄案件は非常に少ないため、住宅用太陽光パネルを取り外してリサイクルを行う際に「どのような点に注意すべきか」等の情報が広く共有されていない状況です。
- ◆ そこで東京都は、太陽光パネルの高度循環利用を推進するために設置した協議会（※）において、関係する事業者と連携して、太陽光パネルをリサイクルする際のポイントを取りまとめました。
※協議会（太陽光発電設備高度循環利用推進協議会）
<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/resource/recycle/solarpower.html>
- ◆ 本マニュアルは、住宅用太陽光パネルの取り外し・収集運搬を行う現場において、スマートフォンやタブレットでご参照いただくことを想定してします。使用済住宅用太陽光パネルのリサイクルにあたり、安全に取り外し、収集運搬いただくための一助となれば幸いです。
- ◆ 使用済住宅用太陽光パネルに関するマニュアルは、「取り外し」及び「収集運搬」について作成いたしました。それぞれの「概要版」のほかに、関係情報・資料をまとめた「資料編」（取り外し・収集運搬共通）もご用意しています。併せてご活用ください。
<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/resource/recycle/solarpower.html>
- ◆ 本資料は環境省「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）」を参考に作成しています。<https://www.env.go.jp/press/106294.html>
環境省「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）」も併せて参照されることを推奨いたします。

2. 本マニュアルの対象

取り外しマニュアル：住宅解体に伴って太陽光パネルを取り外す「建物解体事業者様」向け

- ◆ 住宅用太陽光パネルの取り外しを行うケースは、以下の3つに大別されると考えられます。

撤去要因	内容	排出事業者
1. 住宅解体	<ul style="list-style-type: none">● 住宅の建て替え、解体等に伴い撤去	<ul style="list-style-type: none">・ハウスメーカー・解体業者 等
2. リフォーム	<ul style="list-style-type: none">● 屋根葺き替え、屋根塗装、外壁塗装等のリフォームに伴い撤去	<ul style="list-style-type: none">・リフォーム業者 等
3. 単純撤去	<ul style="list-style-type: none">● パワコン等の故障により、修理等を検討したうえで撤去● 地震や落雷、台風等の突発的な自然災害等によって落下・破損し、撤去（大規模災害を除く）● FIT 期間（10年）が過ぎて撤去● 補助金受給要件である処分制限期間（10年）を過ぎて撤去● 製品そのものの不良品、施工不良に伴い撤去	<ul style="list-style-type: none">・ハウスメーカー・販売設置業者 等

- ◆ 現在のところ、太陽光パネルが設置された住宅の解体案件はあまり発生していない状況ですが、今後は、案件が発生・増加することが予想されます。本マニュアルは、住宅解体案件に伴って初めて太陽光パネルの取り外しを行うことになる「建物解体事業者様」向けに作成しています。
- ◆ 上記、「2. リフォーム」、「3. 単純撤去」のケースでも太陽光パネルの取り外しケースが発生します。これらのケースでは、太陽光パネル施工業者様、電気工事業者様、ハウスメーカー様、リフォーム業者様などが取り外しを行うことが想定されます。また、これらのケースでは、屋根の止水や補修などに関する知識や技術なども必要とされます。
- ◆ いずれの事由において太陽光パネルの取り外しと行う場合においても、初めて取り外しを行う場合は、既に取り外し経験がある同業者や太陽光パネルメーカーのID保有者などから話を聞くなど、十分な準備を行ったうえで取外しを行うことがのぞまれます。
- ◆ 本マニュアルは、住宅解体に伴う太陽光パネルの取り外しを対象として作成しています。ただし、そのほかの取り外し事由においても、「高所作業のポイント」など、パネル取り外し作業においては共通する事項についての記載もありますので、部分的にでも参考になれば幸いです。
- ◆ また、「資料編」には関連情報や参考資料を掲載していますので、必要に応じてご参照ください。

収集運搬マニュアル：使用済住宅用太陽光パネルをリサイクル施設に運搬する 「排出事業者様」及び「産業廃棄物収集運搬業者様」向け

- ◆ 取り外した使用済住宅用太陽光パネルのリサイクル施設への運搬は、「排出事業者が自ら実施」、「排出事業者が委託した産業廃棄物収集運搬業者が実施」する場合があります。本マニュアルは、初めて使用済住宅用太陽光パネルの収集運搬を行う「排出事業者様」及び「産業廃棄物収集運搬業者様」向けに作成しています。
- ◆ 取り外した使用済住宅用太陽光パネルのリサイクル施設への運搬を「排出事業者が自ら実施」する場合、効率的な運搬を行うために、自社の倉庫に一時的に保管する場合などもあるかと存じます。その際の注意事項については、資料編をご参照ください。

3. 本マニュアルは、住宅用太陽光パネルのリサイクルを促進することを目的として作成しています

- ◆ 再生可能エネルギー固定価格買取制度が2012年に導入されて以降、太陽光パネルは全国的に普及が拡大しています。現在は、本格的な導入開始から10年程度が経過したところですが、太陽光パネルの製品寿命は20～30年程度と言われていたため、住宅用太陽光パネルを撤去・廃棄するケースは、非常に少ない状況です。
- ◆ 一方、事業用の太陽光発電設備（いわゆるメガ・ソーラー）では、震災や風水害などの自然災害等の要因で、太陽光パネルを撤去・廃棄せざるを得ないケースがあります。このような事業用の太陽光パネルについては、主に、リユースやリサイクルがなされています。
- ◆ 事業用の太陽光パネルは、一度に・同一モデルの太陽光パネルが・大量に排出されること、また、使用年数が短いパネルが排出される場合もあることから、リユースが可能な場合はリユースが行われています。
- ◆ 住宅用太陽光パネルは、散発的に、少量が排出されること、また、家屋の屋根の形状に合わせて、パネルの形状がカスタマイズされている場合もあること、使用年数が長いパネルが多いことから、リユースすることが難しいため、現時点ではリユースの仕組みも整っていない状況です。
- ◆ ただし、使用済住宅用太陽光パネルも、事業用の太陽光パネル同様、リサイクルすることは可能です。太陽光パネルを埋立処分することなく、貴重な資源を再利用することを目的として、本マニュアルを作成しています。

目次

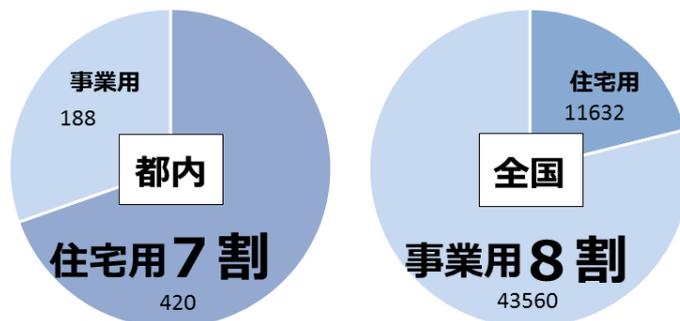
1	マニュアル策定の背景.....	1
1.1	太陽光発電設備の廃棄を取り巻く現状.....	1
1.2	太陽光パネルリサイクルの意義(背景、効果).....	3
1.3	マニュアル策定の目的.....	6
2	太陽光発電設備、太陽光パネルの構造・構成.....	7
2.1	太陽光発電設備の概要.....	7
2.2	太陽光パネルの構造・構成.....	11
2.3	住宅用太陽光発電設備設置の種類と特徴.....	16
3	太陽光パネル取り外し等マニュアルの考え方.....	17
3.1	マニュアルが対象とする取り外し.....	17
3.2	マニュアルの利用場面等.....	18
4	太陽光パネル取り外しマニュアル.....	19
4.1	取り外し作業の流れ.....	19
4.2	事前の打ち合わせや確認.....	20
4.3	安全の確保と機材の準備.....	28
4.4	屋根上での作業.....	31
4.5	取り外したパネルの仮置き、収集運搬車両への積み込み.....	32
4.6	太陽光パネル特有の注意点.....	33
4.7	太陽光パネル取り外しに関する法令等.....	34
5	太陽光パネル収集運搬マニュアル.....	35
5.1	事前の準備.....	35
5.2	効率的な積み込み・荷下ろし.....	36
5.3	太陽光パネル特有の注意点.....	37
5.4	許可要件について.....	38
6	太陽光パネルのリサイクル.....	41
6.1	太陽光パネルの構成する材料<再掲>.....	41
6.2	リサイクルされた場合の後利用方法<再掲>.....	42
6.3	首都圏に所在するリサイクル施設紹介.....	43
7	その他.....	44
7.1	太陽光発電協会による情報提供.....	44
7.2	太陽光パネルのリサイクル技術.....	45

1 マニュアル策定の背景

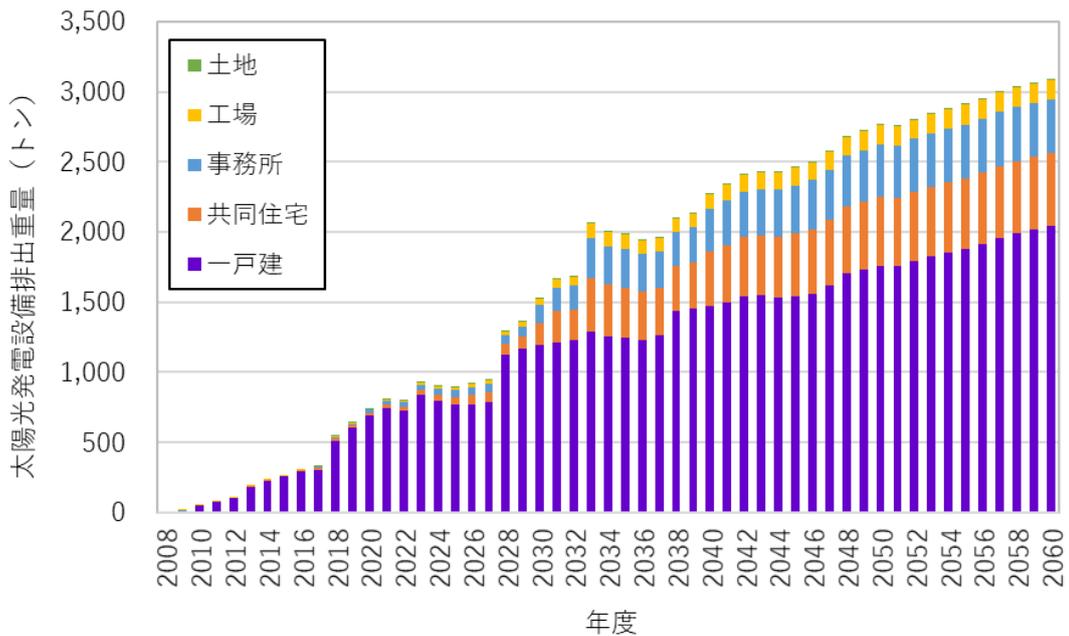
1.1 太陽光発電設備の廃棄を取り巻く現状

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見ると、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。



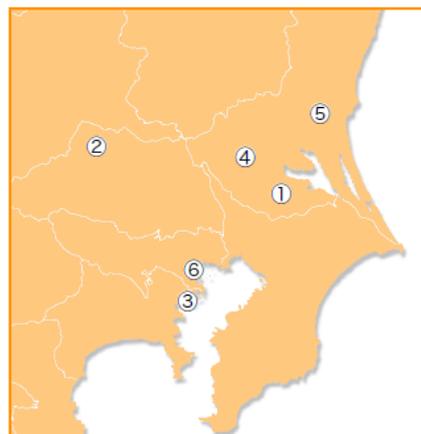
2019年度末までの太陽光パネル導入量累計
(単位 千kW)



これらの発電設備はいずれ廃棄されることになるが、一般的に太陽光パネルの寿命は 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。

事業用太陽光パネルは、既に廃棄実績があり、リユースやリサイクルルートが存在している。一方、都内で 7 割を占める住宅用太陽光パネルについては、現在、廃棄の実績がほとんど無い状況であり、リユース・リサイクルの仕組みが整っていない。

①環境通信輸送
https://www.ktyhon.co.jp/
②ウム・ヴェルト・ジャパン
https://u-w-j.co.jp/index.html
③東京パワーテクノロジー
https://www.tokyo-pt.co.jp/
④水海道産業
https://www.mitsukaido.net/
⑤リーテム
https://www.re-tem.com/
⑥浜田
https://www.kkhamada.com/



何も対応をしなければ、太陽光パネルはリサイクルよりも安価で処理できる破碎後、埋立処分されることが危惧され、太陽光発電設備の高度循環利用が進まないばかりか、最終処分場のひっ迫も懸念される。

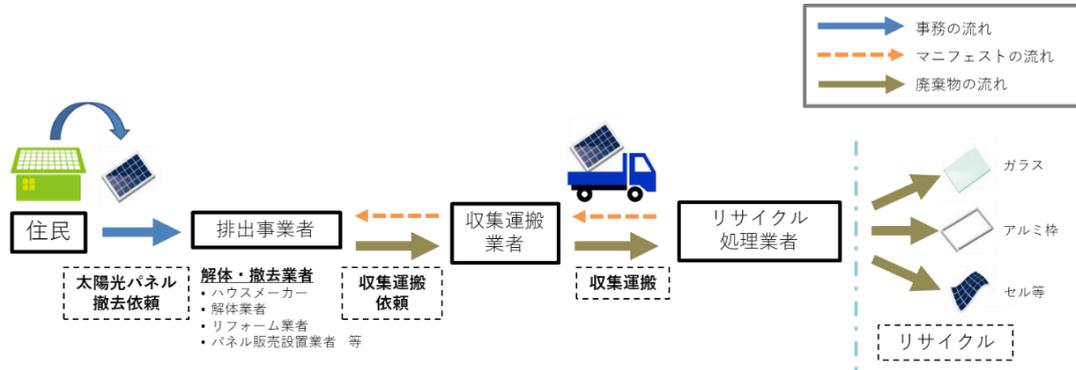
一方、2022 年 12 月に、東京都では太陽光発電設備の新築住宅への設置義務化の条例が、都議会で可決された。条例化に当たっては、都民、事業者の方から多くのパネル廃棄に関する意見や要望を頂いた。

都は、これまで、太陽光発電設備の 2030 年半ば以降の本格廃棄を見据え、2018 年から学識経験者で構成する「東京都使用済太陽光発電設備リサイクル検討会」を立ち上げ、住宅用太陽光パネルの実態把握やリユース・リサイクル等について検討してきた。2022 年6月に、本検討会は、取り外しからリユース・リサイクル処理等に至る一連の工程について、各段階における課題と対応方針を示した報告書を取りまとめた。

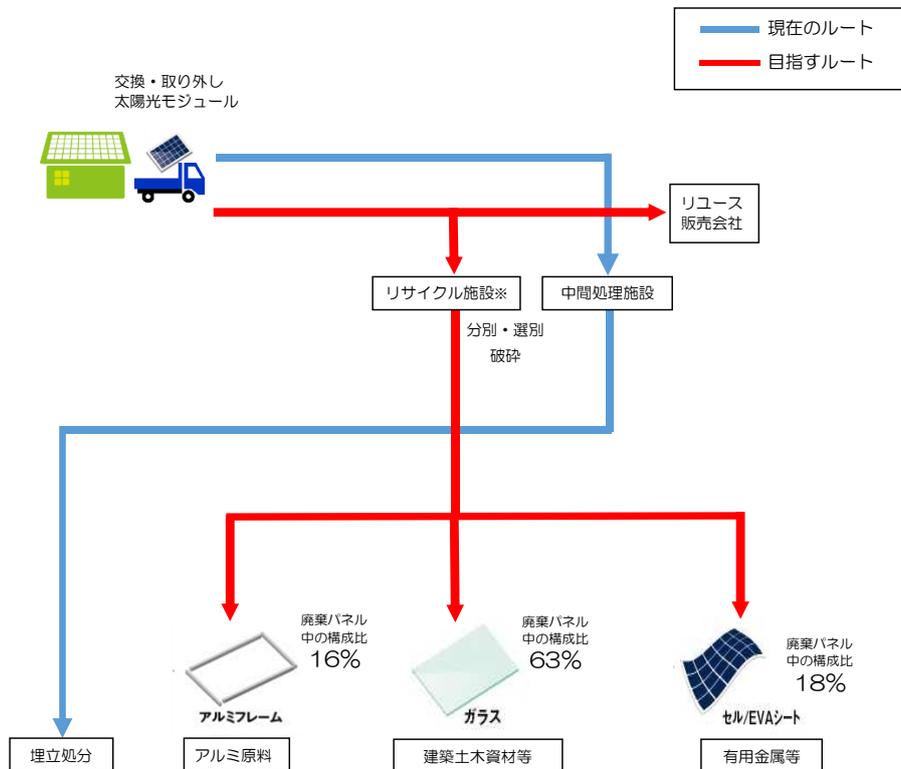
検討会の報告書を踏まえ、2022 年9月に、解体業者、収集運搬業者、リサイクル業者等で構成する「東京都太陽光発電設備高度循環利用推進協議会」(以下「協議会」という。)を設置した。協議会がハブとなり、住宅用太陽光発電設備の高度循環利用推進に取り組んでいる。

1.2 太陽光パネルリサイクルの意義(背景、効果)

使用済太陽光パネルは、一般的に、解体・撤去工事等の事業活動によって生じるため、「産業廃棄物」に該当する。解体・撤去業者は、排出事業者として廃棄物処理法上の処理責任を負う。



太陽光パネルの処分方法は、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。



※太陽光パネルの適正処理(リサイクル)が可能な中間処理施設

循環型社会形成推進基本法において、廃棄物等の処理の優先順位として、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埋立処分との優先順位を定めている。使用済太陽光パネルにおいても、このような優先順位で取り扱うことが望まれる。

なお、産業廃棄物の最終処分場の残存容量は限られている。残存年数は全国で 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。

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

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

出典:環境省「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」(2018 年度実績)

なお、国の推計によると、2040 年頃の太陽光パネル排出量は、産業廃棄物の最終処分量(平成 24 年度:約 1,300 万 t)の6%を占めるとされている。

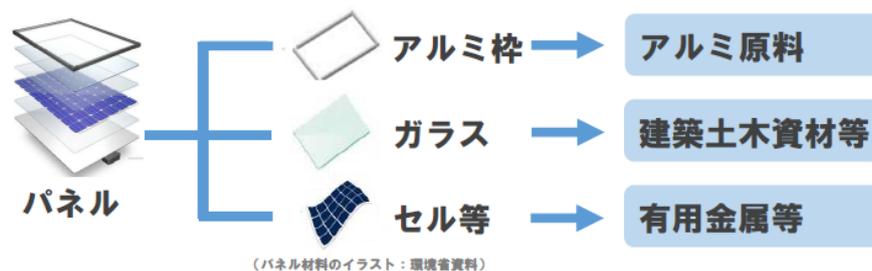
	2020	2025	2030	2035	2039
排出見込量 (寿命 25 年) (t)	2,808	9,580	28,788	61,000	775,085
平成 24 年度の最終処分量に占める割合 (%)	0.02	0.07	0.2	0.5	6

出典:環境省「太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書」

こうした状況を踏まえて、太陽光パネルは、今後の本格廃棄を見据え、リサイクル等の環境負荷の少ない効率的な資源循環の仕組みを構築することが重要である。

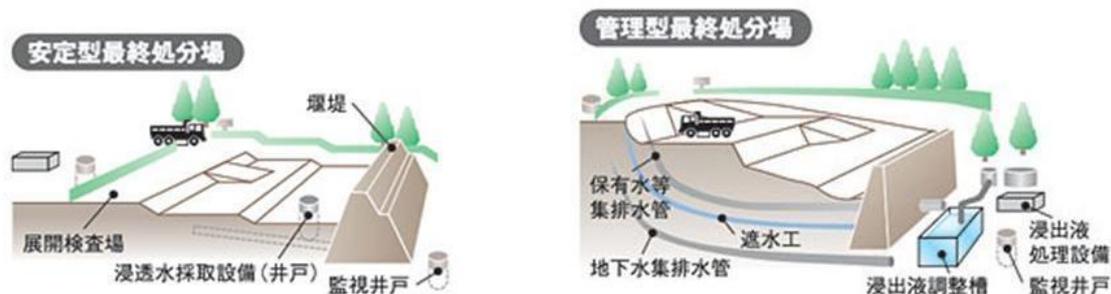
太陽光パネルは、メーカーごとに違いはあるが、一般的に、発電機能を担う太陽電池セル、カバーガラス、アルミフレーム、バックシートなどで構成されている。

太陽電池セル、バックシート等は、金属製錬工場などへ持ち込み、有用金属の取り出しが可能であり、また、カバーガラスは、セラミックタイルや路盤材などの建築・土木資材として利用できる。さらに、アルミフレームは、現状でも有価物としての価値が高く、あらたなアルミ製品の材料として再利用が可能である。



なお、太陽光パネルは、仮にリサイクルできない場合は、埋立処分となる。

太陽光パネルは、電気機械器具に該当するため、使用済太陽光パネル由来の「金属くず」、「ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず」、「廃プラスチック類」を埋立処分する場合には、安定型最終処分場ではなく、管理型最終処分場への埋め立てが必要となっているので、注意が必要である。



出典:国立環境研究所ウェブサイト「環境儀 NO.24『21 世紀の廃棄物最終処分場－高規格最終処分システムの研究』」

1.3 マニュアル策定の目的

メガソーラーのような事業用の太陽光パネルは、一般的に、広くて平らな土地などに設置されているため、仮に、台風などの自然災害によりパネルが被害を受けて撤去が必要な場合でも、一度に大量に効率的な回収ができる。そのため、採算性の面からも、現時点では、事業用パネルのリサイクルルートは存在している。撤去についても知識や経験のある工事業者等により行われている。

一方、都内で約7割を占める住宅用の太陽光パネルは、通常、屋根の上に設置されるため、撤去は高所で狭い場所での作業となる。

こうした場所で、転落や感電等に注意しつつ、安全にパネルを取り外すためには、慎重で丁寧な作業が求められる。

住宅用の太陽光パネルの排出量が増加するに従い、家の解体、屋根の修理、電気工事を行う中小の様々な事業者も太陽光パネルのリサイクルに関わるようになり、作業に不慣れな方が実施するようになることも考えられる。

そのため、今後、住宅用太陽光パネルのリサイクルを進めるためには、安全かつ適切な手法で取り外しや運搬等ができる環境を整備していくことが必要である。

国では、平成30年に、既に「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)」を策定している。本ガイドラインは、太陽光発電設備の所有者、使用済太陽光発電設備の撤去事業者・排出事業者、収集運搬業者、リユース関連事業者、リサイクル・処分業者等の関係者が設備の撤去・運搬・処分を行おうとする際の関係者の役割・留意事項を説明している。

本ガイドラインは、太陽光発電設備の撤去事業者・排出事業者、収集運搬業者を対象として、幅広い分野が詳細に説明されている。

そこで、都は、太陽光発電設備の撤去事業者・排出事業者、収集運搬業者が、使用済住宅用太陽光パネルを撤去するにあたり、リサイクル等の実施に必要な現場作業について、端的かつ分かりやすく伝えるマニュアル【概要版】と、それを補足するためのマニュアル【資料編】を策定することとした。

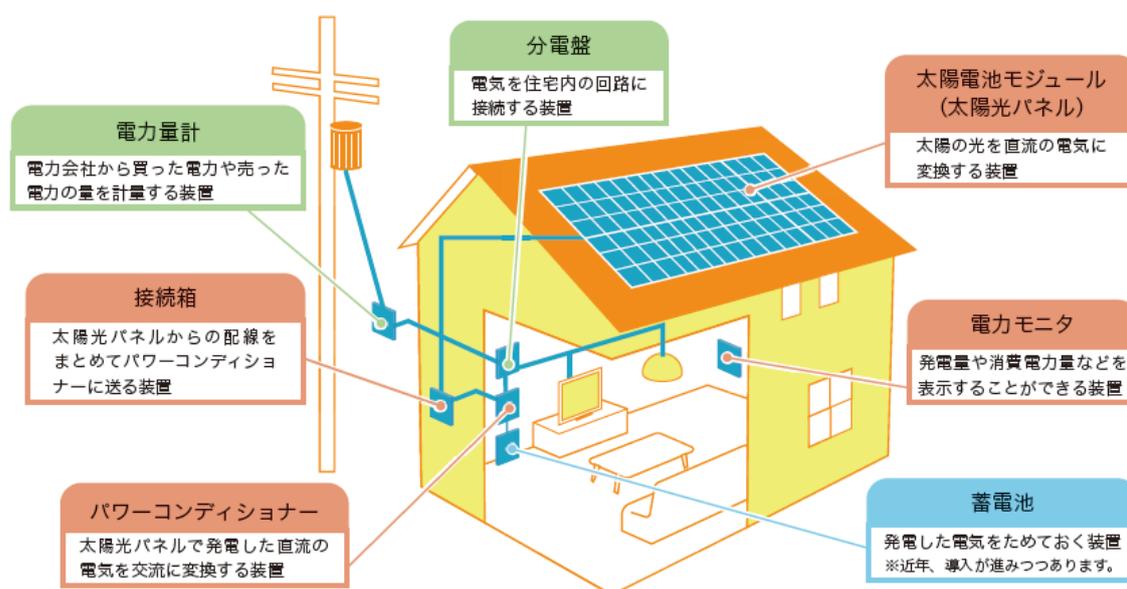
本マニュアルの策定に当たっては、2022年9月に立ち上げた「東京都太陽光発電設備高度循環利用推進協議会」の委員から、現場作業の実態や専門的見地に照らしたアドバイスや指導をいただいた。ここで、策定にご協力を頂いた委員の皆様へ感謝を申し上げます。

2 太陽光発電設備、太陽光パネルの構造・構成

2.1 太陽光発電設備の概要

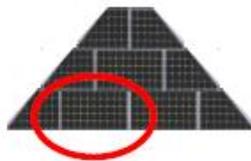
住宅用の太陽光発電設備は、基本的に太陽光パネル、パワーコンディショナー（略称、パワコン）、蓄電池等で構成されている。なお、本マニュアルでは、太陽電池モジュールを太陽光パネルと呼ぶことにする。

住宅用太陽光発電設備の構成



なお、より詳細な各設備の役割については、次頁に記載する。

住宅用等低圧連系システム

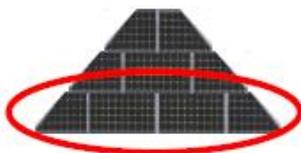


太陽電池モジュール

太陽電池モジュール
太陽光エネルギーを直接電気エネルギー（直流）に変換するパネル。

①太陽電池アレイ

太陽電池アレイ
複数の太陽電池モジュールを機械的、電氣的に架台に取付けた太陽電池群。



太陽電池ストリングス

太陽電池架台
太陽電池モジュールを取付けるための架台。一般的にはメッキ鋼板やアルミ合金製で作られているが、屋根建材型のモジュールの場合は不要の場合がある。



太陽電池セル

※本マニュアルでは太陽電池モジュールを「太陽光パネル」という表記で統一しています。

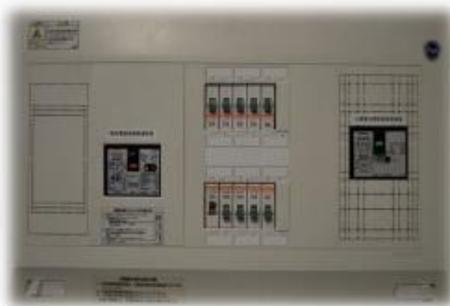
②接続箱

ブロックごとに接続された太陽電池モジュールからの配線を一にまとめるためのボックス。太陽電池の点検及び保守の際使用する開閉器や避雷素子のほか、太陽電池に電気が逆流しないようにするための逆流防止ダイオードも内蔵している。また、機種によってはパワーコンディショナーと一体になっている場合もある。



④分電盤

電力を建物内の各電気負荷（家庭用電化製品等）に分配する役割を担っている。また、パワーコンディショナーの出力と商用電力系統との連系点になるので、太陽光発電システム専用のブレーカーが必要になる。



③パワーコンディショナー

太陽電池が発生する直流電力を最大限引き出すように制御するとともに、交流電力に変換する。通常、電力会社からの配電線（商用電力系統）に悪影響を及ぼさないようにする連系保護装置を内蔵している。また、自立運転機能を備えており、商用電力が停止した際に特定の電力に供給できる機種もある。



⑤売電用積算電力量計

電力会社へ売電を行う逆潮流ありのシステムにおいて売電量（余剰電力用）を測定するための電力量計。電力会社によっては、需要者側で費用負担することもあり、買電の契約種類によって機器が異なることもある。必ず逆回転防止機能の付いた機種を使用する。



⑥買電用積算電力量計

電力会社からの売電量（需要電力用）を測定するための電力量計。従来の電力量計を電力会社側で逆回転防止付きの機種に交換する。



⑦外部モニター

発電電力量、環境低減効果などを外部に表示する機器。メーカーによって標準になっている場合もあるが、オプションまたは設定なしのメーカーもある。



外部モニター
計測ユニット



外部モニター

出典:太陽光発電システム設置技能者育成テキスト 国土交通省委託事業
「建設技能労働者の成長分野への対応促進に関する業務」 職業訓練法人全国建設産業教育訓練協会策定

○蓄電池

太陽光発電や夜間電力を蓄電池に蓄電し、夜間、非常時等に住宅用電源として使うシステム。住宅用では、主にリチウムイオン電池が使用されている。



屋内設置型



屋外設置型

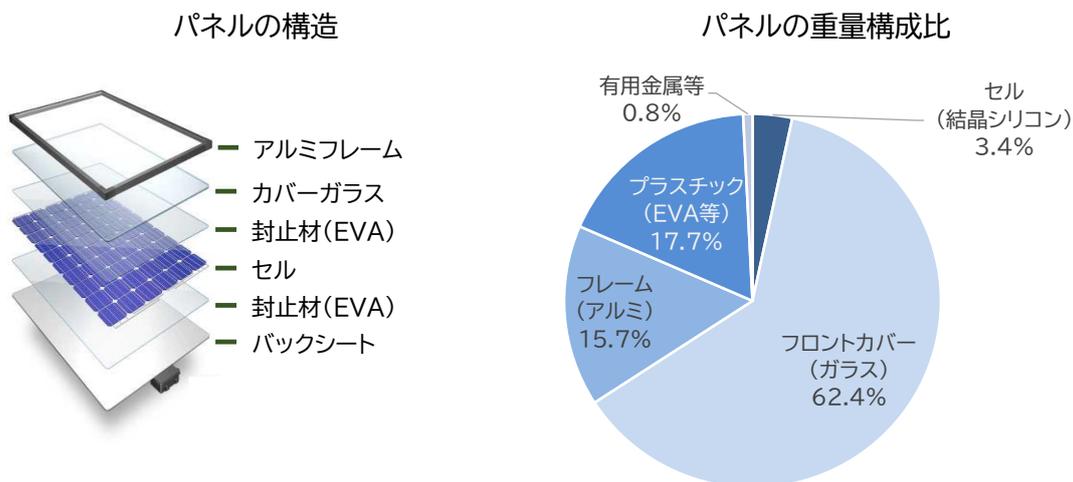
出典: 一般社団法人日本電機工業会 定置用蓄電システム共同回収スキームの説明資料

2.2 太陽光パネルの構造・構成

太陽光パネルには、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。

パネルは、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、パネ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。

パネルは、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。



出典: NEDO「太陽光発電開発戦略 2020」

なお、太陽光パネルについては、研究開発段階のものを含めて多くの種類があり、実用化されているものとしては「シリコン系(結晶系、薄膜系)」、「化合物系(CIS/CIGS系、CdTe系)」に大別される。

また、研究段階ではあるが、「化合物系(Ⅲ-V族系)」や「有機系(色素増感、有機薄膜)」の太陽光パネルも存在する。

実用化されている太陽光パネルの種類と特徴

種類			特徴
シリコン系	結晶系	単結晶	160～200 μ 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。 パネル変換効率:15～19% 特長:性能・信頼性 課題:低コスト化
		多結晶	単結晶シリコンが多数集まってできている。単結晶シリコンに比べて、変換効率は若干低いが無駄に製造ができる。 パネル変換効率:13～15% 特長:単結晶より安価 課題:単結晶より効率が低い
		ヘテロ結合	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。変換効率が高く、特に住宅等の限られたスペースへの設置に優れている。
	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。波長感度は、短波長側にある。 パネル変換効率:6～7%(アモルファス) 特長:大面積で量産可能 課題:効率が低い
		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(薄膜多結晶)を組み合わせたタンデム構造が主流である。 パネル変換効率: 8～10%(多接合)

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。 パネル変換効率:11~12% 特長:省資源・量産可能・高性能の可能性 課題:インジウムの資源量
	CdTe 系	カドミウム・テルルを原料とする化合物系パネル パネル変換効率:11~12% 特長:省資源・量産可能・低コスト 課題:カドミウムの毒性

出典:環境省「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)」

太陽光パネルは、複数の部材から構成されている。一般的な構成部材の素材は、組成や性状に基づき以下の通りとなる。なお、使用済太陽光パネルの処理等によって部材を分離する際には、他の部材が付着している場合がある。

太陽光パネルの断面図と構成部材

種類	断面図と構成部材
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 ③. 充填材 ④. バックフィルム ⑤. 出カケーブル 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. 薄膜セル ③. 充填材 ④. バックフィルム ⑤. 出カケーブル ⑥. 端子箱 ⑦. フレーム</p>
化合物系 (CIS/CIGS系)	<p>①. カバーガラス(受光面) ②. 薄膜セル ③. 基板ガラス ④. 充填材 ⑤. バックフィルム ⑥. 出カケーブル ⑦. 端子箱 ⑧. フレーム</p>

出典:環境省「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)」

太陽光パネル構成部位及び素材

種類	構成部材	素材
結晶シリコン系	①. カバーガラス(受光面)	ガラス
	②. 太陽電池セル	金属
	③. 充填剤(EVA※等)	プラスチック
	④. バックフィルム	金属・プラスチック
	⑤. 出力ケーブル	金属・プラスチック
	⑥. 端子箱	金属・プラスチック
	⑦. フレーム	金属
薄膜シリコン系	①. カバーガラス(受光面)	ガラス
	②. 薄膜セル	金属
	③. 充填剤(EVA※等)	プラスチック
	④. バックフィルム	金属・プラスチック
	⑤. 出力ケーブル	金属・プラスチック
	⑥. 端子箱	金属・プラスチック
	⑦. フレーム	金属
化合物系 (CIS/CIGS系)	①. カバーガラス(受光面)	ガラス
	②. 薄膜セル	金属
	③. 基板ガラス	ガラス
	④. 充填剤(EVA※等)	プラスチック
	⑤. バックフィルム	金属・プラスチック
	⑥. 出力ケーブル	金属・プラスチック
	⑦. 端子箱	金属・プラスチック
	⑧. フレーム	金属

※ EVA とはエチレン酢酸ビニル共重合樹脂(Ethylene Vinyl Acetate copolymer)の略称であり、耐候性や引張強度、透明性、柔軟性、接着性を有することから、太陽光パネルの充填材に使用される代表的な材料である。

出典:環境省「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)」

2.3 住宅用太陽光発電設備設置の種類と特徴

住宅用の太陽光発電設備の主な設置の種類は、下表に示すように屋根置き型、建物一体型であり、それぞれについて使用される太陽光パネルの種類等に特徴がある。

屋根置き型・建物一体型の特徴

設置種類	特徴	主に使用される太陽光パネル
屋根置き型	<ul style="list-style-type: none"> ● 住宅やビル等の屋根に設置されるタイプ ● 架台に固定するため、パネルにはガラス基板が用いられる ● 設置面積が限られるため、発電効率の高い太陽電池を使用し、設置面積あたりの発電量を大きくすることが求められる ● 主に住宅用の設置工法として各パネルメーカーの標準仕様となっている 	結晶シリコン系 薄膜シリコン系 化合物系
建物一体型	<ul style="list-style-type: none"> ● 住宅やビルの屋根材や外壁材等と太陽光パネルが一体化したタイプ ● デザイン性に優れていることや、屋根材とパネル部材の共有による設備費の削減等のメリットがある ● シースルータイプのガラス基板を用いることで、発電と採光／遮光が両立できるガラス建材としても活用が可能 ● フレキシブル基板を用いることにより、建物の曲面に沿った設置も可能 	結晶シリコン系 薄膜シリコン系 化合物系

出典:環境省「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)」に基づき作成

屋根置き(勾配屋根)型イメージ



建物一体(屋根材一体)型イメージ



出典:太陽光発電協会ウェブサイト

3 太陽光パネル取り外し等マニュアルの考え方

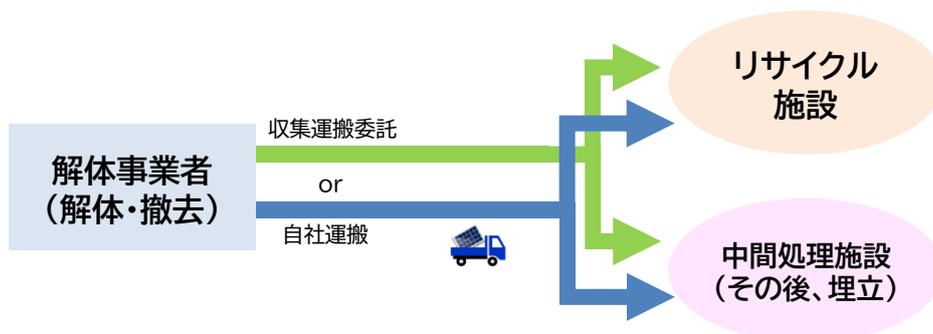
3.1 マニュアルが対象とする取り外し

住宅用太陽光パネルの取り外しを行うケースは大きく分けて、「住宅解体」、「リフォーム」、「単純撤去」の3種類が想定される。

住宅用太陽光パネル撤去ケース

パネル撤去ケース	内容	排出事業者
1. 住宅解体	<ul style="list-style-type: none"> ● 住宅の解体に伴い、太陽光パネルを取り外すもの 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハウスメーカー ・解体業者 等
2. リフォーム	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋根や外壁のリフォームや塗装に伴って撤去するもの ● 屋根の撤去や住宅そのものの解体は行わず、当該住宅に継続して居住する 	<ul style="list-style-type: none"> ・リフォーム業者 等
3. 単純撤去	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のような事由で、太陽光パネルの撤去を単独で行うもの <ul style="list-style-type: none"> ➢ 設備機器の故障 ➢ 自然災害等による落下や破損 ➢ 買取制度の期間終了 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハウスメーカー ・電気工事業者 ・販売設置業者 等

また、住宅用太陽光パネルを収集運搬するケースは、「自社運搬」、「収集運搬業者」の2種類が想定される。



本マニュアルでは、主に住宅解体に伴う住宅用太陽光パネル取り外しを対象として、そのノウハウやリユース・リサイクルに向けて確認すべきポイントなどを整理したものである。そのため、本マニュアルの対象者は、使用済住宅用太陽光パネルを取り外す建物解体に従事する事業者を想定している。

リフォームや単純撤去で必要な屋根の止水施工やパネル撤去後の電気工事などについては、住宅解体の場合は必要としないポイントのため記載していない。

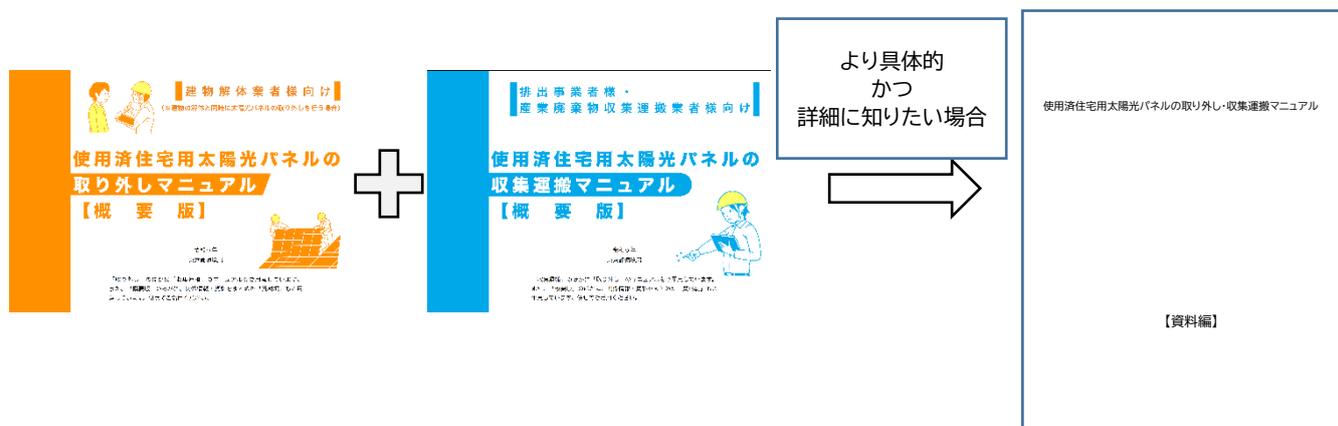
ただし、「高所作業のポイント」など、パネル取り外し作業において共通となる事項については、リフォームや単純撤去の場合も参考となるため、参照されたい。

3.2 マニュアルの利用場面等

本マニュアルは、概要編と資料編の2部構成となっている。

概要編は、住宅解体業者等の作業員が太陽光パネルを取り外す作業を行う前に読むことを想定している。主に工事現場や収集運搬事業所での朝ミーティングなど、当日の作業内容の確認時の使用を想定している。そのため、限られた時間で、住宅用太陽光パネルのリサイクル等に必要となる作業について、端的かつ分かりやすく伝えることを心掛けている。

資料編は、概要編の記載内容をより具体的、かつ詳細に把握したい場合の使用を想定している。また、太陽光発電設備の現状、パネルリサイクルの意義、パネルの構造、その他太陽光に関する様々な情報を記載しており、幅広くパネルリサイクルに関する知識を記載した。



4 太陽光パネル取り外しマニュアル

4.1 取り外し作業の流れ

太陽光パネル取り外しは大きく分けて以下のような流れで進んでいく。

1. 事前の打ち合わせ、確認

- ◆ パネルの処理(リサイクル)方法等を施主に説明
- ◆ 屋根材の材質や状況など、屋根の状況を事前に確認
- ◆ 電力に関する契約停止・設備撤去を電力会社へ依頼
- ◆ 住宅内の太陽光発電システム設備の回路遮断、撤去を電気工事業者等へ依頼
- ◆ 作業手順書、作業用マニュアルの作成
- ◆ 発注者から書類(各種図面等)を収集して、太陽光発電システムに関する情報を把握
- ◆ 当日のツール・ボックス・ミーティング(TBM)で作業手順や方法、分担を確認



2. 安全の確保・確認と機材の準備

- ◆ 電力システムが遮断されているか確認
- ◆ パワーコンディショナー、接続箱等の遮断
- ◆ 落下防止のための器具を設置



3. 屋根上での作業

- ◆ 太陽光パネルの取り外し・絶縁処理
- ◆ パネルの荷下ろし



4. パネルの一時保管、車両への積み込み

- ◆ パネルの一時保管
- ◆ 収集運搬車両への積み込み



5. 機材の片付け、撤収

- ◆ 設置した機材等の撤去、積込
- ◆ 作業場所の清掃

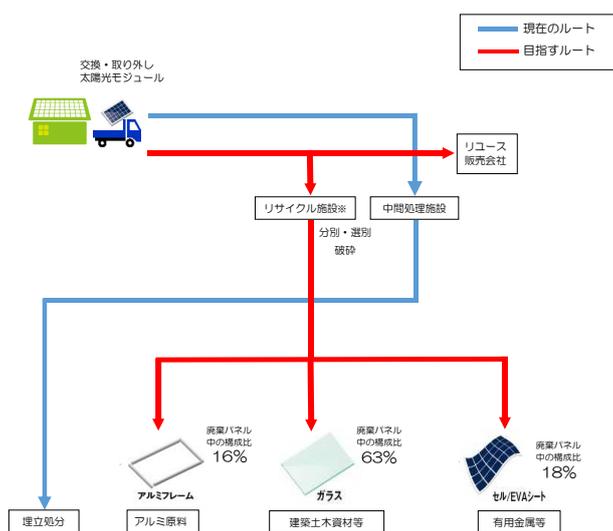
4.2 事前の打ち合わせや確認

【施主との事前打ち合わせ】

取り外した太陽光パネルの処分にあたっては、今後の本格廃棄を見据え、リサイクル等の環境負荷の少ない効率的な資源循環の仕組みを構築することが重要である。そのため、取り外されたパネルについては、リユースあるいはリサイクルされるように、取り外す前に事前に施主と打ち合わせをしてどのように扱うか決める必要がある。事前打ち合わせに際しては、施主に対してリサイクル処理の方法などについて説明する。

また、施主が所持している太陽光発電設備に関する書類(配線図や配置図、契約書、取扱説明書等)があれば提供してもらい、その内容を作業手順書等に反映させる。

太陽光パネル処理のルート



※太陽光パネルの適正処理(リサイクル)が可能な中間処理施設

処分方法	メリット	デメリット
埋立	現状、リサイクルに比べて比較的安価	環境負荷を高い (貴重な管理型埋立処分場を減らす)
リユース	有価で処分できる	比較的新しいものが対象となり、現状では、住宅用での選択は難しい
リサイクル	環境負荷が低い	埋立と比べると割高 ⇒補助金を利用すれば、埋立と同等で可能

【電気系統の確認】

解体工事に伴う太陽光パネル取り外し作業の場合、作業前に各インフラ(電気・ガス・水道等)の解約を行うことになる。作業にあたっては電気工事の解約が済んでいるか(引込線の取り外しが行われているか)についてなどを施主に確認し、完了していない場合は電力会社への依頼を行う。

また、可能であれば宅内の太陽光発電システムに関する回路等も遮断されていることが望ましい。これらについては電気工事業者など電気工事に関する知見を有する事業者等へ依頼するなど、感電事故等防止に留意すること。

【作業場所に関する事前確認】

太陽光パネルの取り外しにあたり、使用する作業場所について事前に確認をしておくことが望ましい。特に、取り外しは屋根上での高所作業となるため、屋根材の材質や屋根の状況などを事前に確認し、作業可能性やどのような資機材や安全設備・装備が必要になるかを整理することが求められる。

また、太陽光パネル等を取り外した後、地上まで下ろすルートについても事前に確認・検討をする必要がある。屋外を手渡し、荷上げ機(リフト)等で下ろしていく、あるいは屋内を歩いて下に運んでいくことなどが考えられる。周辺環境等に即して適したものを検討することが望ましい。

以下に事前確認事項の一例を記載するので、参考とされたい。

太陽光発電設備撤去時の事前確認事項(一例)

建物について	構造	木造/S造/RC/その他
	階数	_____階建
	屋根の形状	切妻/寄棟/片流れ/陸屋根
	屋根へのアクセス	どこから何を使って上がるか
	屋根裏へのアクセス	どこから何を使って入るか
設置状況	電気図面	あり/なし
	パネル設置場所	<例> 3面(東西南)/カーポート上
	パネル設置工法	・屋根置き型-勾配屋根型/折半屋根型/屋上架台型 ・屋根一体型 ・壁-壁設置型/壁一体型
	パワコン設置場所	<例> 北側1階外壁/屋内1階分電盤横
	パワコン設置工法	<例> 外壁面に金具留め、壁面補修必要
	発電モニター設置	あり(設置場所_____)/なし
	電源系統	<例> 単相3線式200V
	電力量計(需用)	<例> 1号柱
	電力量計(余剰電力)	<例> 1号柱
	接続分電盤	<例> 1階脱衣室
	ケーブル・ケーブルラック	<例> 北側壁面、樹脂カバー
	メーカー	パネルメーカー
パワコンメーカー		
架台メーカー		
作業について	足場設置の可否・設置場所	
	親綱設置の可否・設置場所	
	車の侵入可否	<例> 2tまで。通学時間帯不可
	駐車スペースの有無	<例> 家の前に駐車可能
	作業員の駐車スペース	<例> なし、近隣にコインパーキングあり。
	廃材の仮置き場の有無	<例> 庭に仮置き可能

【作業手順書の作成】

事前に当日の作業内容を整理した作業手順書を作成する。作業手順書には必要となる資機材、作業の内容などを記載し、作業員が滞りなく作業できるようにする。安全面や考えられる危険箇所などについても事前に確認した内容を記載しておくことが望ましい。

また、電気工事業者や収集運搬業者など複数の業者が関わった取り外し作業となることが想定されるため、作業手順書にもそれぞれの役割や業務範囲を明確に記載しておくことが求められる。

本マニュアル製作検討にあたり、協議会委員が作成した作業手順書イメージを記載するので、作業手順書作成の参考にされたい。

太陽光発電設備撤去時の作業手順書(イメージ)

作業概要	八王子市のA邸に設置されている太陽光発電設備を撤去。
作業内容	A邸の屋根、南西面に設置された太陽光パネル21枚を撤去・集積・積み込みを行う。
解体工事 施工手順	<p>① 準備工事</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 解体お知らせ看板設置、近隣説明、建設リサイクル法届、特定建設作業届、石綿建材事前調査及び調査結果報告、その他必要に応じて作成・申請 ● 各種インフラ切断(原則として解体作業開始前に発注者側にて実施する) →電気、ガス、水道、電話、インターネット回線及び太陽光パネル関連電気系作業 ● 太陽光パネル関連電気遮断工事 ※電気工事会社に依頼 ※電気工事士資格者が行うこと ● パネルの処理方法等を発注者に説明 ● 作業手順書の作成 →取り外し手順、集積方法、落下防止対策、感電防止対策、手指等の損傷防止対策等を記述すること ● リサイクル業者との委託契約書作成 <p>② 仮設工事</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 敷地境界仮囲い養生設置 単管シート養生 ● 出入口ゲート養生 ● 解体用建物外周単管防音シート養生 ● 太陽光パネル取り外し作業落下防止対策親綱設置

- ミニコンボ(1.0tクラス)重機を搬入
※道路から自走にて搬入
- パネル集積保管エリア整地(現在、畑として利用しているため)
※必要なら敷鉄板も設置

③ 使用工具類

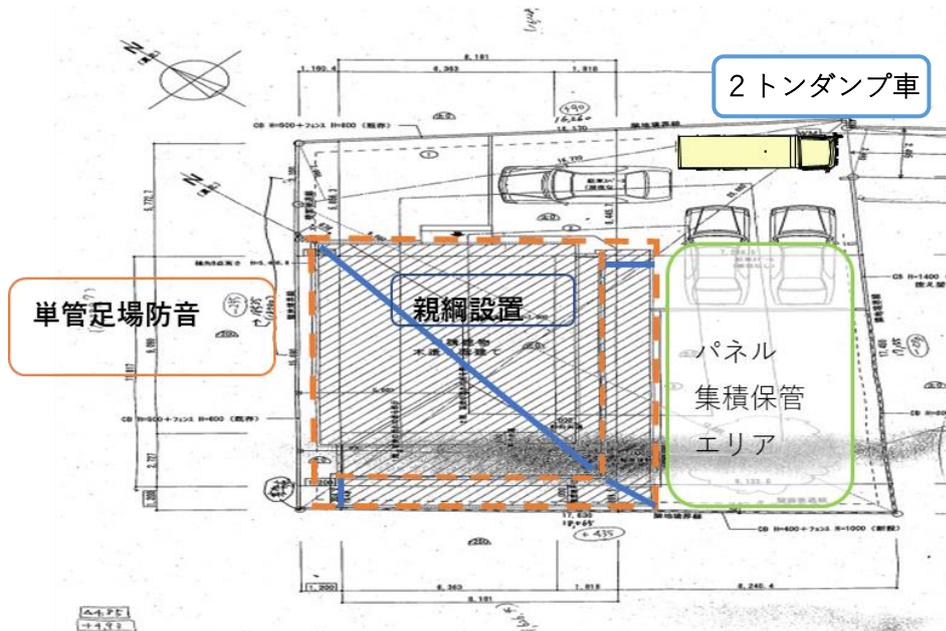
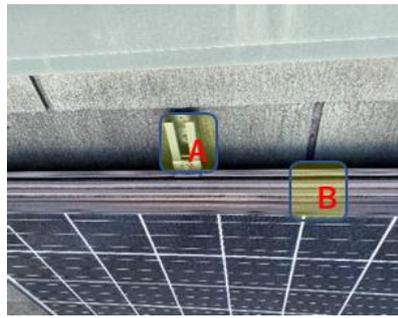
墜落防止用器具、保護帽、安全靴、足場養生、親綱、玉掛けロープ、集積したパネルの一時保管用ブルーシート、インパクトドライバー、絶縁ビニールテープ、低圧絶縁ゴム手袋+革手

※ゴム手袋は破損パネルのガラスで簡単に裂けてしまうので革手もしておく必要がある

④ 太陽光パネル撤去工事

- 写真1、3、4はバルコニーに取り込んでから集積保管エリアに人力荷下ろし、2は直下ろし
- 屋根への昇降はバルコニーから行き親綱を利用し落下防止対策を徹底する
- 撤去手順
 - 1) 写真Aのボルトを外す
 - 2) 写真B・Cの架台を外しコネクター及びパネルを取り外す
※架台から外れない場合は架台・ボルト等も外す
※取り外したコネクターは必ず絶縁ビニールテープにて絶縁処理を行うこと
 - 3) 屋根からバルコニー・庭へ取り込む
 - 4) 集積保管エリアに荷崩れを起こさないように積み上げる
 - 5) 作業終了時にはパネル保護養生としてブルーシート等を被せておく
 - 6) 運搬車両に積み込む際は人力にて行うこと
 - 7) 太陽光パネル及び内装撤去完了後、建物解体作業を開始する





作業前・
作業中の
留意点

- ・ パネル以外の電気関係設備は全て遮断済みであることを確認してから取り外し作業を開始すること
- ・ パネルは常時発電を行っているため取り扱う際には感電事故に注意すること
- ・ 作業前に破損パネルがないかを確認すること
※ガラスで手指の怪我等の要因となる
- ・ 取り外し・集積及び車両への積込の際はパネルを破損させないように注意すること
- ・ 屋根上での作業は安全带・親綱の使用を確実に行うことに加え屋根の強度等にも注意すること
※屋根の強度不足による踏抜き落下災害の可能性も考慮すること
- ・ 集積したパネル周辺では散水等の水撒き等の作業は行わないこと
- ・ パネル集積エリアは安定した平らな部分を利用することが望ましいが無場合は整地等を行い、集積保管エリアを確保すること

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発注者からパネル含有化学物質等の製品に関する情報を確認すること ・ パワコン等の電気系統の遮断は電気関係無資格者は絶対に行ってはならない ・ パネルの取り外し・集積・積み込みは必ず人力作業にて行い、重機等での作業は行わないこと ・ 写真3、4側は隣地のためパネル落下は第三者災害に繋がるため特に注意が必要となる
作業人員 工期	<ul style="list-style-type: none"> ● 現場監督者1名、作業員2名(取り外し、集積、ダンプへの積込等) ● 工期 1日半

【作業日のツール・ボックス・ミーティング】

現場で作業に入る前にツール・ボックス・ミーティングを行い、作業計画や安全に関する事項を共有し、作業員がその日の作業に必要な知識や情報を得ることができるようにする。ツール・ボックス・ミーティングでは、まず作業内容を詳細に確認しながら危険が予見されるポイントを明らかにし、それらのポイントへの対応や事故を防ぐ方法を話し合う。具体的には以下のような点について、共有や議論を行う。

- 作業計画や具体的な作業内容の確認
- 予見される危険箇所や事故防止策の確認
- 使用する装備やツールの使用方法の確認
- 過去の事故やトラブルを踏まえて注意すべき点の確認
- 作業員からのフィードバックや提案
- 現場の問題点や改善策についての議論

<参考> ツール・ボックス・ミーティングとは

ツール・ボックス・ミーティングは、作業を行う前に行われる短い会議です。その日の作業計画や安全に関する議題を共有し、作業員がその日の作業に必要な知識や情報を得ることができます。また、現場の問題点や課題を議論する場でもある。

ツール・ボックス・ミーティングは作業員が安全かつ効率的に作業を行うために必要不可欠な会議であり、作業員が現場で直面する可能性のある危険について認識を高め、安全に作業を行うことができるようになる。また、現場で働く作業員は、自分自身だけでなく、周りの人々にとっても安全に作業を行うことが求められるが、ツール・ボックス・ミーティングを通じて、作業員が協力し合い、安全な現場作業を行うことができるようになる。

4.3 安全の確保と機材の準備

【電力系統の遮断】

作業が始まる前に太陽光発電システムが系統と遮断されている(太陽光発電システムと電力会社の送配電網の間の接続が切られている)ことを必ず確認する。

系統の遮断作業は電気工事士法上の電気工事に該当するため、第一種/第二種電気工事士の資格が必要となる。太陽光パネル取り外しに際しては、電気工事士の作業実施日の確認や、必要に応じて電気工事士への依頼を行うことになる。

また、太陽光発電システムと系統の遮断後も太陽光パネルは日照等の受光によって発電を続けているため、慎重な取り扱い・作業が求められる。接続箱の遮断等についても感電事故等安全に留意し、可能な限り電気工事に関する知識と経験を有する者が作業を行うことが望ましい。また、取り外したケーブルなどは必ず絶縁ビニールテープを巻いて絶縁処理を行う。

高所での作業の場合、感電によるショックによって落下するという二次災害も考えられるため、感電事故防止や後述する落下防止には特に留意する。

【安全に関する措置】

太陽光パネルの取り外しは屋根上での高所作業となるため、作業員や資機材等の落下防止に十分に注意をする必要がある。令和2年度の建設業における労働災害発生状況より、死亡者数、死傷者数ともに「墜落・転落」が最多で、全数に占める割合は死亡者数で 36.8%、死傷者数で 31.8%となっている。

[人]

		H28	H29	H30	R1	R2
死亡災害		294	323	309	269	258
業種別	土木工事	100	123	111	90	102
	建設工事	140	137	139	125	102
	その他の建設	54	63	59	54	54
事故の型別	墜落・転落	134	135	136	110	95
	崩壊・倒壊	27	28	23	34	27
	交通事故（道路）	39	50	31	27	37
	はさまれ・巻き込まれ	19	28	30	16	27
	激突され	22	23	18	26	13
	飛来・落下	15	19	24	18	13
死傷災害		15,058	15,129	15,374	15,183	14,977
業種別	土木工事	3,760	4,015	3,889	3,808	3,963
	建設工事	8,569	8,306	8,554	8,417	8,194
	その他の建設	2,729	2,808	2,931	2,958	2,820
事故の型別	墜落・転落	5,184	5,163	5,154	5,171	4,756
	はさまれ・巻き込まれ	1,585	1,663	1,731	1,693	1,669
	転倒	1,512	1,573	1,616	1,589	1,672
	飛来・落下	1,457	1,478	1,432	1,431	1,370
	切れ・こすれ	1,422	1,312	1,267	1,240	1,257
	動作の反動・無理な動作	813	880	875	885	947
	激突され	734	734	832	842	791
	高温・低温物との接触	208	210	340	238	289

出典：死亡災害報告、労働者死傷病報告

そのため、作業従事者は墜落制止用器具や墜落時保護用の保護帽、安全靴などを適切に装着することが求められる。

フルハーネス型墜落制止用器具着用例



出典:建設業労働災害防止協会
「正しく使おうフルハーネス」

保護帽着用例



出典:厚生労働省「陸上貨物運送事業における重大な労働災害を防ぐためには」

なお、落下防止等にあたっては以下のマニュアル・ガイドライン等も合わせて参照されたい。

- 厚生労働省「墜落制止用器具の安全な使用に関するガイドライン」
- 国土交通省・職業訓練法人全国建設産業教育訓練協会
「太陽光発電システム設置技能者育成テキスト(平成 24 年 3 月発行)」
- 建設業労働災害防止協会「墜落防止のための安全設備設置の作業標準マニュアル-足場の設置が困難な屋根上での作業-」

また、特に夏季は屋根上での作業は非常に高温環境となる。屋根上は日射を遮るものがなく熱中症等のリスクが高くなるため、作業時間の短縮や水分・塩分の摂取などを行うことが望ましい。

4.4 屋根上での作業

【太陽光パネルの取り外し・絶縁処理】

太陽光パネルは屋根に設置された取付金具に固定されている。太陽光パネルを取り外す際はまず、パネル上側の固定を外してパネル裏面が露出できる状態にする。

パネル裏面が露出したら、裏面にあるパネル同士のケーブル接続を解除していく。太陽光パネル同士の接続は通常、背面のケーブル先端のMC4コネクタによって接続されており、MC4コネクタ専用のスパナレンチなどを使用して外す必要がある(ケーブルとコネクタは以下の写真を参照)。コネクタが破損しているなど、ケーブルの切断が必要な場合は、パネルにシート等を被せて発電しないようにしたうえで、可能な限り電気工事に関する知見を有する者が作業をすることが望ましい。また、切断後は必ずケーブルの先端を絶縁ビニールテープ等で絶縁処理を行うこと。



太陽光パネル裏面イメージ

写真提供: 株式会社浜田

太陽光パネル同士の接続を解除したのち、太陽光パネルを取付金具から完全に外して取り外す。ケーブル類は太陽光パネル裏面のシート(バックシート)に貼り付けるなどして固定し、ケーブルが動かないようにする。

【パネルを地上に下ろす】

太陽光パネル取り外し後は、地上に安全に下ろす必要がある。「作業場所に関する事前確認」にも記載した通り、取り外した後に地上まで下ろすルートを事前に検討しておくことが望ましい。屋外を手渡しで下ろす、荷上げ機(リフト)等で下ろしていく、あるいは屋内を通過して下に運んでいくことなどが考えられるが、周辺環境等に即して適したものを検討する。

また、パネルの落下はガラスの飛散につながるため、特に注意が必要である。

4.5 取り外したパネルの仮置き、収集運搬車両への積み込み

【パネルの一時保管】

可能であれば、地上に下ろしたパネルをそのまま収集運搬用車両に積み込むことが望ましいが、難しい場合は地上で一時保管をする必要がある。一時保管の際は、太陽光パネルの受光面を上向き(光が当たる向き)にしないようにするなど、受光面に光が当たらないようにする。パネルを積み重ねて保管する場合は、崩れないように縛って固定する。

解体現場では作業中に散水を行うことがあるが、ガラスが破損したパネルは水濡れにより、含有物質の流出や感電の危険性が高まる恐れがあるため、一時保管中のパネルの水濡れには特に注意する。

一時保管場所を確保できない場合は、事前に収集運搬業者と調整を行い、取り外し・収集方法を工夫する。

【収集運搬車両への積み込み】

パネルの搬出先であるリサイクル施設ではフォークリフトを使って荷下ろしすることが多い。効率的な荷下ろしのために、パレットを用意して取り外しの現場に行き、パレットの上にパネルを積み重ねて運搬することが望ましい。

パネルをパレットの上に積む際は、以下のポイントに気をつけることが必要である。

- パネルはパレットの上に積み重ねていき、一番上のパネルは、発電しないように受光面(表)を下にする
- 崩れないように縛って固定する、またはストレッチフィルム等で簡易包装をする

4.6 太陽光パネル特有の注意点

【感電の防止】

上述の通り、太陽光パネルは一般的な電気工作物と異なり、回線から遮断していても光が当たると発電してしまうという性質がある。そのため、受光面に光が当たらないように処置することや、絶縁処理を行うことがより重要である。これらを怠った場合、感電事故等にもつながるため、この点は特に留意する。

また、パネル同士の離線は MC4 コネクタの連結を外すことで行い、特殊な状況を除いてケーブルを直接切断することは避ける。万が一ケーブルを直接切断するときは、パネルに覆いをかけて発電しないようにしたうえで、電気工事に関する知見を有する者が行うようにすることが望ましい。また、切断後は必ずケーブルの先端を絶縁ビニールテープ等で絶縁処理を行うこと。

太陽光パネルを取り扱う際は、低圧絶縁ゴム手袋(革手袋等を重ねて装着)などを装着し感電事故防止に留意する。

【パネルの破損】

太陽光パネルの受光面はガラスであり、破損することによってガラスが飛散したり、割れた鋭利な箇所を負傷したりする危険がある。そのため重機等でむやみに扱ったりせず、太陽光パネルが破損しないように極力注意する。太陽光パネルが破損して負傷するのを防ぐために、保護帽、低圧絶縁ゴム手袋(革手袋等を重ねて装着)、作業着、安全靴等を適正に着用することが望ましい。

また、太陽光パネルのフレームに歪みが生じている場合、受光面のガラスが外れて滑り落ちる可能性があるため、扱いには特に注意が必要である。

4.7 太陽光パネル取り外しに関する法令等

太陽光パネルの取り外しが家屋解体と一体的に実施される場合、建設業法及び建設リサイクル法に基づいて手続き等を進めることが必要となる。

【建設業法について】

建設業法では 500 万円以上の建設工事(1500 万円未満または 150 m²未満の木造住宅の建築一式工事を除く)を行う場合は建設業の許可が必要となる。一般に住宅用太陽光発電設備の解体・撤去は建築一式工事、屋根工事、電気工事(電気工事業者が交換工事を行う場合などは、撤去作業が付帯工事と位置付けられるので電気工事業者の範囲となる)、解体工事のいずれかに該当すると考えられる。国土交通省「業種区分、建設工事の内容、例示、区分の考え方(平成 29 年 11 月 10 日改正)」では屋根一体型の太陽光パネル設置工事は屋根工事、太陽光発電設備の設置工事は電気工事に該当すると示されている。建設工事の種類については国土交通省資料を参考にしつつ当該自治体に確認をすることが望まれる。

【建設リサイクル法について】

屋根に設置された太陽光パネルは、建築基準法における建築設備に該当し、当該建物の解体工事が建設リサイクル法対象建設工事に該当する場合は「建築物の構造上その他解体工事の施工の技術上難しい場合」を除き、建設リサイクル法施行規則第 2 条第 3 項に定める解体工事の工程(順序)によって取り外す必要がある。

また、建設リサイクル法第 5 条と第 6 条において、発注者と解体・撤去業者の間で実施する作業内容や費用負担について適正な契約が締結されることが求められている。

解体工事が建設リサイクル法の対象建設工事である場合において、当該解体工事を請負う者が建設業法に定める解体工事業の許可を有しない場合には、建設リサイクル法に定める解体工事業登録が必要となる(法第 21 条第 1 項)。詳細については国土交通省のウェブサイトその他関連資料を参照されたい。

5 太陽光パネル収集運搬マニュアル

5.1 事前の準備

太陽光パネルの収集運搬の依頼を受けたら、運搬する太陽光パネルの枚数や搬出先の道路状況等について予め確認しておくことが必要となる。

【パネルの枚数、重量、容積の把握】

住宅用太陽光パネルのサイズには決まった規格はなく、メーカーによって、サイズや重量が異なり、また屋根の形に合わせたサイズのものを設置する場合もあるが、おおむね下記のようなサイズである。

事前に収集運搬する太陽光パネルの型番等を確認し、カタログ等から太陽光パネルのサイズを確認することが望ましい。また、確認した太陽光パネルの情報(製造年、型式等)は処理業者に対して提供をする。

住宅用太陽光パネルのサイズ等の例

	サイズ(重量)
縦(長辺)	1300~1700mm
横(短辺)	800~1100mm
厚さ	30~50mm
1枚の重さ	10~20kg

1軒の住宅に設置されている平均的な住宅用太陽光パネルの枚数は20枚程度であるので、パネル大きさ等を下記のように設定すると重量おおよそ320kg、容積は1.4 m³となる。

パネルの重量・容積例

パネル1枚のサイズ	縦1,400mm×横1000mm×厚さ50mm
パネル1枚の重量	16kg
1軒(20枚)の重量・容積	重量:320kg、容積1.4 m ³

【車種・車両サイズの選定】

都内の住宅街は道路が狭いことも多く、収集運搬する車両サイズに注意が必要である。予め道路状況を把握しておくことが必要であるが、小回りが利く2tトラックの平ボディ車を利用しているという例もある。

また、駐車スペースを確保することが難しいケースもあり、パネルの積み込みを円滑に行えるように、撤去の時間などを予め調整して置くことが望ましい。

【パレット準備】

パネルの搬出先であるリサイクル施設ではフォークリフトを使って荷下ろしすることが多い。効率的な荷下ろしのために、パレットを用意して取り外しの現場に行き、パレットの上にパネルを積み重ねて運搬することが望ましい。



写真提供: 株式会社浜田

5.2 効率的な積み込み・荷下ろし

パネルをパレットの上に積む際は、以下のポイントに気をつけることが必要である。

- パネルはパレットの上に積み重ねていき、一番上のパネルは、発電しないように受光面(表)を下にする
- 崩れないように縛って固定する、またはストレッチフィルム等で簡易包装をする

5.3 太陽光パネル特有の注意点

【感電の防止】

上述の通り、太陽光パネルは一般的な電気工作物と異なり、回線から遮断していても光が当たると発電してしまうという性質がある。そのため、受光面に光が当たらないように処置することや、絶縁処理を行うことがより重要である。これらを怠った場合、感電事故等にもつながるため、この点は特に留意する。

また、パネル同士の離線は MC4 コネクタの連結を外すことで行い、特殊な状況を除いてケーブルを直接切断することは避ける。万が一ケーブルを直接切断するときは、パネルにシート等を被せて発電しないようにしたうえで、可能な限り電気工事に関する知見を有する者が作業をすることが望ましい。また、切断後は必ずケーブルの先端を絶縁ビニールテープ等で絶縁処理を行うこと。

太陽光パネルを取り扱う際は、低圧絶縁ゴム手袋(革手袋等を重ねて装着)などを装着し感電事故防止に留意する。

【パネルの破損】

太陽光パネルの受光面はガラスであり、破損することによってガラスが飛散したり、割れた鋭利な箇所を負傷したりする危険がある。そのため重機等でむやみに扱ったりせず、太陽光パネルが破損しないように極力注意する。太陽光パネルが破損していて負傷するのを防ぐために、保護帽、低圧絶縁ゴム手袋(革手袋等を重ねて装着)、作業着、安全靴等を適正に着用することが望ましい。

また、太陽光パネルのフレームに歪みが生じている場合、受光面のガラスが外れて滑り落ちる可能性があるため、扱いには特に注意が必要である。

5.4 許可要件について

【産業廃棄物の収集運搬の許可】

住宅所有者が、解体・撤去業者に、使用していた太陽光パネルの解体・撤去を依頼し、廃棄物として処理する場合は、その使用済太陽光パネルは産業廃棄物に該当します。産業廃棄物の収集運搬は、排出事業者自ら、もしくは排出事業者から委託を受けた産業廃棄物の収集運搬業者が行う必要がある。産業廃棄物を収集・運搬する際には、廃棄物処理法施行令に基づき、その収集運搬車の両側面に次の事項を表示することが義務付けられている。

産業廃棄物の収集運搬車両への表示



産業廃棄物の収集運搬車は、廃棄物処理法施行令に基づき、下記のような書面の備え付け(携帯)が義務付けられている。

産業廃棄物の収集運搬車が携帯すべき書面



出典 環境省「産業廃棄物収集運搬車への表示・書面備え付け義務」

【積替え保管】

現地で収集した太陽光パネルをリサイクル施設に直接搬入せずに、自社施設等で一保管す

る場合には、廃棄物処理法で保管上限等が定められている。

<保管上限>

- 1日当たりの平均的な搬出量の7日分を超えない量
- 保管容器を使用して保管する場合は、原則、容器の容量を保管容量

<積替え保管の基準要件>

- あらかじめ、積替えを行った後の運搬先が定められていること
- 搬入された産業廃棄物の量が、積替え場所において適切に保管できる量を超えないこと
- 搬入された産業廃棄物の性状に変化が生じないうちに搬出すること

<その他、一時保管について>

- 周囲に囲いが設けられ、かつ、見やすい箇所に積替えのための保管場所である旨その他必要事項を表示した掲示板が設けられていること
- 保管に伴い汚水が生ずるおそれがある場合は、公共の水域及び地下水の汚染を防止するために必要な排水溝その他の設備を設けるとともに、底面を不浸透性の材料で覆うこと

【マニフェストの返送期限と確認義務】

廃棄物処理法により、産業廃棄物管理票(マニフェスト)は交付の日から一定期間内に排出事業者宛に返送が必要となる。D票は交付の日から90日以内、最終処分終了を確認するためのマニフェストE票は交付の日から180日以内に排出事業者宛に返送が必要。

返送されない場合は、廃棄物処理法第12条の3第8項の規定に従って、排出事業者は処理業者に問い合わせ処理の状況を把握するとともに、生活環境の保全上の支障の除去または発生の防止のために必要な措置を講じ、30日以内にその講じた措置等を都道府県知事に報告することが義務づけられている。

【リユース可】

- 積替え・保管の収集運搬業許可があれば、手作業で行う廃棄物の選別や、有価物の抜き取りなどが可能である。ただし、手作業ではなく、機械での選別作業になれば、中

間処理業(中間処分業)の許可が必要となる。

- 有価物を抜き取った際には、マニフェストの「有価物拾集量」の欄に、抜き取った有価物の量を記載してマニフェスト交付者へ返送する。
積替え・保管の許可事業者が有価物の拾集を行う場合は、事前に排出事業者の承諾を得たうえで、処理委託契約書の中に、あらかじめ有価物については有償売却を認める条項を規定する。

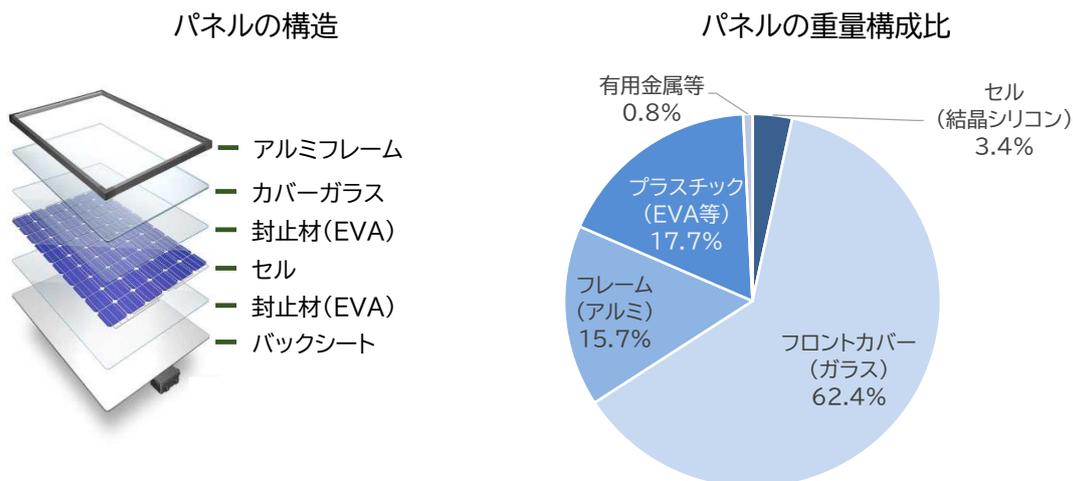
6 太陽光パネルのリサイクル

6.1 太陽光パネルの構成する材料<再掲>

太陽光パネルには、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。

パネルは、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、パネ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。

パネルは、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。

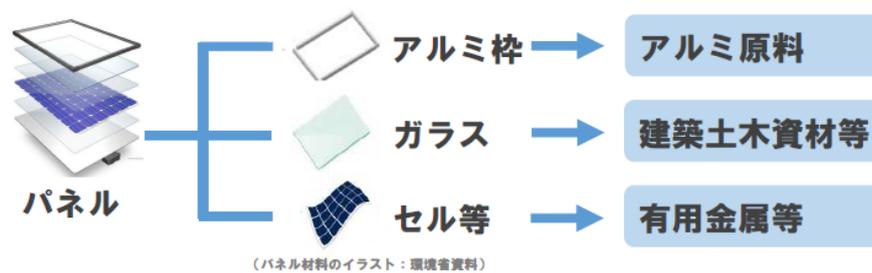


出典: NEDO「太陽光発電開発戦略 2020」

6.2 リサイクルされた場合の後利用方法<再掲>

太陽光パネルは、メーカーごとに違いはあるが、一般的に、発電機能を担う太陽電池セル、カバーガラス、アルミフレーム、バックシートなどで構成されている。

太陽電池セル、バックシート等は、金属製錬工場などへ持ち込み、有用金属の取り出しが可能であり、また、カバーガラスは、セラミックタイルや路盤材などの建築・土木資材として利用できる。さらに、アルミフレームは、現状でも有価物としての価値が高く、あらたなアルミ製品の材料として再利用が可能である。



6.3 首都圏に所在するリサイクル施設紹介

東京都や東京都近辺(首都圏)には太陽光パネルリサイクルを行う施設・事業者が複数ある。2023年3月現在の太陽光パネルリサイクル施設・事業者は以下のとおりである。

①環境通信輸送
https://www.ktyhon.co.jp/
②ウム・ヴェルト・ジャパン
https://u-w-j.co.jp/index.html
③東京パワーテクノロジー
https://www.tokyo-pt.co.jp/
④水海道産業
https://www.mitsukaido.net/
⑤リーテム
https://www.re-tem.com/
⑥浜田
https://www.kkhamada.com/



【パネルの受け入れ条件】(令和4年度調査より)

施設・事業者名	受け入れについて
環境通信輸送(株)	・結晶シリコン系のみ受け入れ可能。
(株)ウム・ヴェルト・ジャパン	・すべて受け入れ可能。
東京パワーテクノロジー(株)	・結晶シリコン系(一部除く)のみ受け入れ可能。
水海道産業(株)	・すべて受け入れ可能。
(株)リーテム	・有害物質含有量が0.1%であれば可能
(株)浜田	・化合物系及びガラスが割れているパネルを除き受け入れ可能。

以上の内容は今後変わることが考えられるため、太陽光パネルのリサイクルを検討する際は、適宜東京都、太陽光発電協会、リサイクル事業者の情報などを参照されたい。

7 その他

7.1 太陽光発電協会による情報提供

太陽光パネルに関する最新の情報等については、「一般社団法人 太陽光発電協会(JPEA)」のウェブサイトで適宜公表されているため、最新の情報や動向については JPEA のウェブサイトなども確認されたい。以下に掲載情報の一部を紹介する。

【施工業者一覧】

「使用済住宅用太陽電池モジュールの取り外しおよび適正処理が可能な太陽光発電システム施工業者一覧表」というタイトルで、住宅用太陽電池モジュールの取り外しおよび適正処理(リサイクルまたは廃棄)が可能な施工業者について JPEA が情報を取りまとめて掲載をしている。対象となる業者は使用済太陽電池モジュールに対して、リサイクルまたは廃棄処理を適正に行う事が出来、JPEA 認定の PV 施工技術者、または住宅用太陽光発電メーカーの施工 ID を保有、または同等の技術を有していると自己宣言した業者のうち、本一覧表への掲載を希望している事業者となっている。

https://www.jpea.gr.jp/wp-content/uploads/20230501_allchart.pdf

【適正処理(リサイクル)可能な業者一覧】

JPEA では太陽光パネルの適正処理(リサイクル)が可能な産業廃棄物中間処理業者について一覧表を作成・公開している。掲載対象となっている事業者は「標準処理方法において自己宣言したリサイクル率(受入部材のうち資源として再利用できる部材及び助燃材として利用できる部材の合計重量の受入部材全体の合計重量に対する比率)が一定程度あり、本一覧表への掲載を希望している業者」となっている。2023 年 3 月段階で全国 30 社が掲載されている。

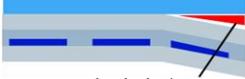
https://www.jpea.gr.jp/wp-content/uploads/230331_recycle.pdf

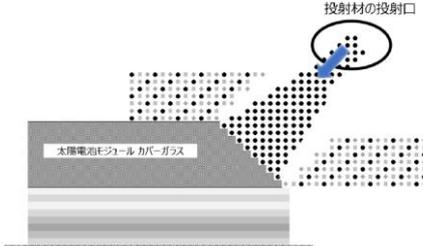
【適正処理に資する情報提供ガイドライン賛同者一覧】

JPEA では太陽光パネルの製造・販売事業者が含有化学物質の情報を提供し、排出事業者(撤去業者等)が適正処理のために必要な情報を処理業者に提供する際の参考にすることなどを目的に「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」を策定している。当該ガイドラインに基づき、自社ウェブサイトにおいて情報を提供しているという連絡があった企業について「情報提供ガイドライン賛同者一覧表」として公表している。

<https://www.jpea.gr.jp/document/handout/member-list/>

7.2 太陽光パネルのリサイクル技術

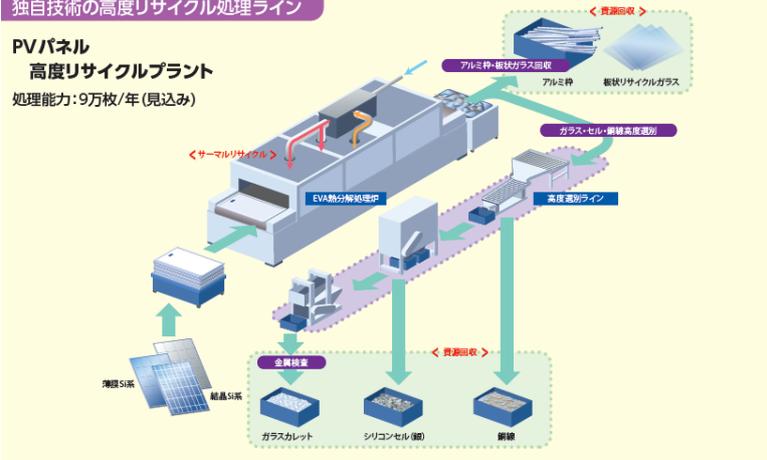
リサイクル技術	ホットナイフ分離法	事業者	(株)エヌ・ピー・シー
技術概要	<p>対象:結晶シリコン系型結晶系パネル</p> <ul style="list-style-type: none"> ガラスとセルの間の封止剤(EVA)層を加熱した刃(ホットナイフ)で切断し、ガラスやセルを破碎せずに分離 <div style="text-align: center;">  <p>ホットナイフ</p>  <p>EVA/ガラス分離装置</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>金属(セル/リボン)の回収</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ガラスを板状のまま回収</p> </div> </div> <p>出典:東京都使用済太陽光発電設備リサイクル検討会(第2回) 資料4 太陽光パネルの課題解決に対する当社の取り組み(株)エヌ・ピー・シー</p> </div>		

リサイクル技術	ブラスト工法	事業者	(株)エーシー ミクロンメタル(株) 未来創造 (株)
技術概要	<p>対象:結晶シリコン系、薄膜系、化合物系 太陽光パネル</p> <ul style="list-style-type: none"> 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ガラス表面に噴きつけ、ガラスを剥離 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">出典:環境省「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)」</p>		

リサイクル技術	ガラスわけるⅢ型	事業者	(株)環境保全サービス
技術概要	<p>対象:結晶シリコン系、薄膜系、化合物系 太陽光パネル</p> <ul style="list-style-type: none"> ローラーで大きなガラス片を剥離し、ブラシで、細かいガラスや導線、発電セルなどをそぎ落とす <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">出典:(株)環境保全サービスウェブサイト カタログ</p>		

リサイクル技術	Resola	事業者	近畿工業(株)
技術概要	<p>対象:結晶シリコン系、薄膜シリコン系太陽光パネル</p> <ul style="list-style-type: none"> • アルミ枠解体機とガラス剥離機を組み合わせたシステム • アルミ枠解体機でアルミ枠を取り外し・回収し、ガラス剥離機でガラスとシートを分ける。  <p style="text-align: right;">出典:近畿工業(株)ウェブサイト</p>		

リサイクル技術	PV リサイクルハンマー	事業者	(株)チヨダマシンリー
技術概要	<p>対象:結晶シリコン系太陽光パネル(破損・変形したパネルも対応可能)</p> <ul style="list-style-type: none"> • アルミ枠分離装置とガラス分離装置で構成。 • アルミ枠分離装置でアルミ枠と端子ボックスを分離。ガラス分離装置によってガラスを剥離回収。  <p style="text-align: right;">出典:(株)チヨダマシンリー製品案内</p>		

リサイクル技術	熱分解処理方式	事業者	株式会社新菱
技術概要	<p>対象:シリコン系太陽光パネル(化合物系は破碎によるリサイクルを実施)</p> <ul style="list-style-type: none"> 太陽光パネルを熱分解炉に投入し、EVA(封止材)やバックシートなどの有機物を熱で分解ガス化除去し、各部材を分離する。 分離後、アルミフレームを回収したうえで高度選別ラインに投入し、銅線やシリコンセル、高品位ガラスカレットを選別し回収する。 <p>独自技術の高度リサイクル処理ライン</p>  <p>PVパネル 高度リサイクルプラント 処理能力:9万枚/年(見込み)</p> <p>The diagram shows a flow from PV panels through an EVA thermal decomposition furnace, followed by a high-precision sorting line. Recovered materials include aluminum scrap, sheet glass, silicon cells, copper wires, and glass dross. A separate section shows the recovery of silicon and metal.</p>   <p>1次選別 振動篩</p>  <p>2次選別 風力選別機</p>  <p>3次選別 エアーテーブル</p> <p>イラスト・写真提供:株式会社新菱</p>		