

第1章 総論

1-1. 本ガイドラインの目的・位置づけ

再生可能エネルギーは、温室効果ガスの排出削減、エネルギーセキュリティ、新規産業・雇用創出、震災復興等の観点から注目されており、平成24年7月から開始した再生可能エネルギーの全量買取制度により、導入が大幅に進んでいる。

太陽光発電設備については、これまでに導入された発電設備が既に使用済となって排出され始めており、その排出量は過去の普及カーブに沿って加速度的に増加することが想定され、再生可能エネルギーの大量導入を支える処理（リユース・リサイクル・埋立処分）の体制構築が求められている。

環境省では、太陽光発電設備をはじめとした使用済再生可能エネルギー設備の解体・撤去、収集・運搬、処分の一連の工程に関するモデル事業、排出見込量の推計、資源価値・リサイクル技術の評価等を実施し、平成25年度から有識者や関係事業者等で構成される検討会において、これらの現状分析を踏まえて、使用済再生可能エネルギー設備の処理の推進に関する今後の方向性について検討を行い、平成26年度にその結果をとりまとめ¹、リサイクルを含む適正処理の推進に向けたロードマップを策定した。

さらに、有識者からなる分科会を設置し、平成28年4月に解体・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（第一版）」を作成し、公表した。

その後、平成29年2月には中央環境審議会廃棄物処理制度専門委員会において、太陽電池モジュールについては鉛等の有害物質を含有する可能性のあることから、安定型5品目から除外し原則として管理型最終処分場で埋立処分すべきであると指摘された。さらに、同年9月には総務省より、損壊パネルに対する対応の周知徹底、有害物質情報を容易に確認・入手できるような措置、排出事業者から産業廃棄物処理業者への有害物質情報の提供義務の明確化、適切な埋め立て方法の明示について勧告を受けた。

そのため、再び有識者からなるガイドライン検討会を設け、ガイドラインの見直しに向けた検討を行い、今般、第二版として策定、公表するものである。

¹ 太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分の推進に向けた検討結果（使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル・適正処分に関する検討会）<http://www.env.go.jp/press/files/jp/27519s.pdf>

なお、第二版の内容は平成 30 年末時点のものであるため、将来的に関係法令の改正や技術革新によって太陽光発電設備のリサイクル等を取りまく状況が変化する可能性があることに留意が必要である。また、太陽光発電設備は太陽電池モジュールや架台、変圧器等様々な設備・機器から構成されているが、本ガイドラインにおいては、有害物質の含有等の観点を考慮する必要がある太陽電池モジュールの取扱いを中心的に記述している。

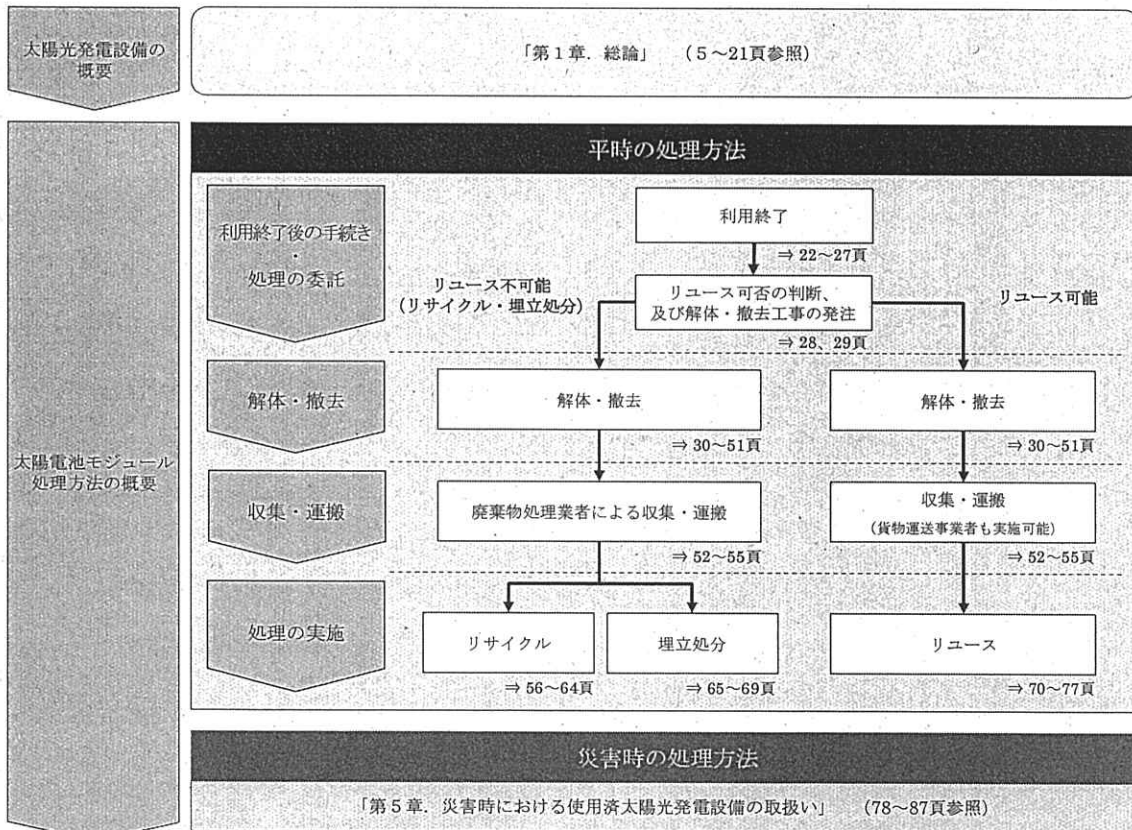
本ガイドラインが広く周知されることにより、太陽光発電設備のリユース、リサイクル等の推進を通じて循環型社会の形成に寄与することはもとより、太陽光発電設備の普及による低炭素社会の実現に資することが期待される。

1-2. 本ガイドラインの使い方

本ガイドラインは、使用済太陽光発電設備の取扱い、解体・撤去、リユース、収集・運搬、リサイクル、埋立処分等について整理したものである。

第1章「総論」では、本ガイドラインの目的・位置づけ、使い方のほか、太陽光発電設備に係る基本的な事項及び処理方法の全体像を整理している。第2章「太陽光発電設備の所有者、解体・撤去業者（利用終了～解体・撤去）」では、太陽光発電設備の利用終了後の手続きや遵守すべき事項について整理している。第3章「使用済太陽電池モジュールの処理」では、収集・運搬からリサイクルまたは埋立処分までの廃棄物の流れに沿って、関係者別に取扱いや遵守すべき法制度の規定について整理している。第4章「リユース」では、太陽電池モジュールのリユースにおける実施事項、及び関連法制度について整理している。第5章「災害時における使用済太陽光発電設備の取扱い」では、被災した太陽光発電設備の取扱いを関係者別にまとめている。

それぞれの項目と頁の対応関係については下図を参照。なお、本ガイドラインは、関係者（11頁に記載）ごとに内容を整理している。第1章の内容を把握したうえで、関連する箇所を参照されたい。

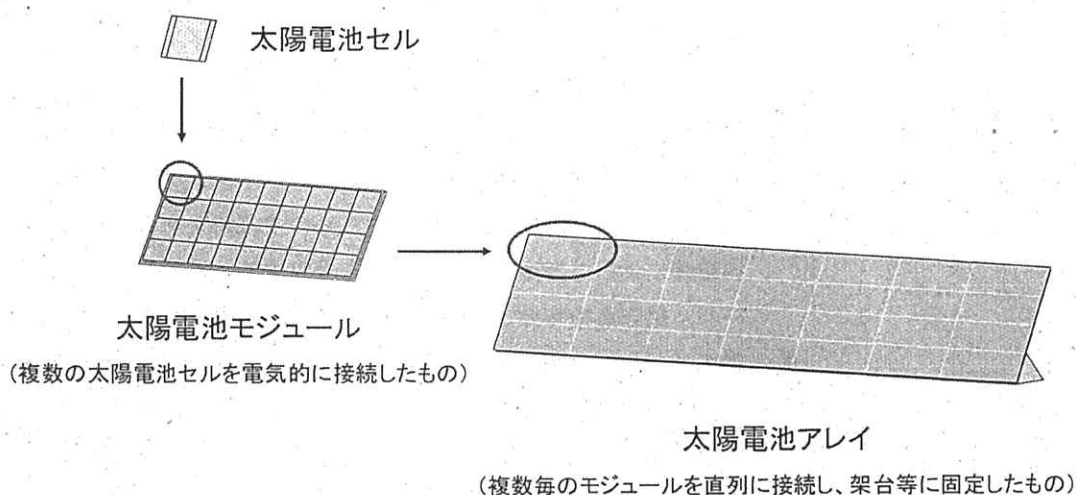


図表 1 本ガイドラインの構成

1-3. 用語の整理

(1) 太陽光発電設備

太陽光発電設備は、太陽電池モジュール・アレイ、接続箱、集電箱、パワーコンディショナー等から構成されている。



図表 2 太陽電池の単位 (セル、モジュール、アレイ)

出典：「太陽光発電システムの設計と施工 (改訂5版) (太陽光発電協会)」に基づき作成

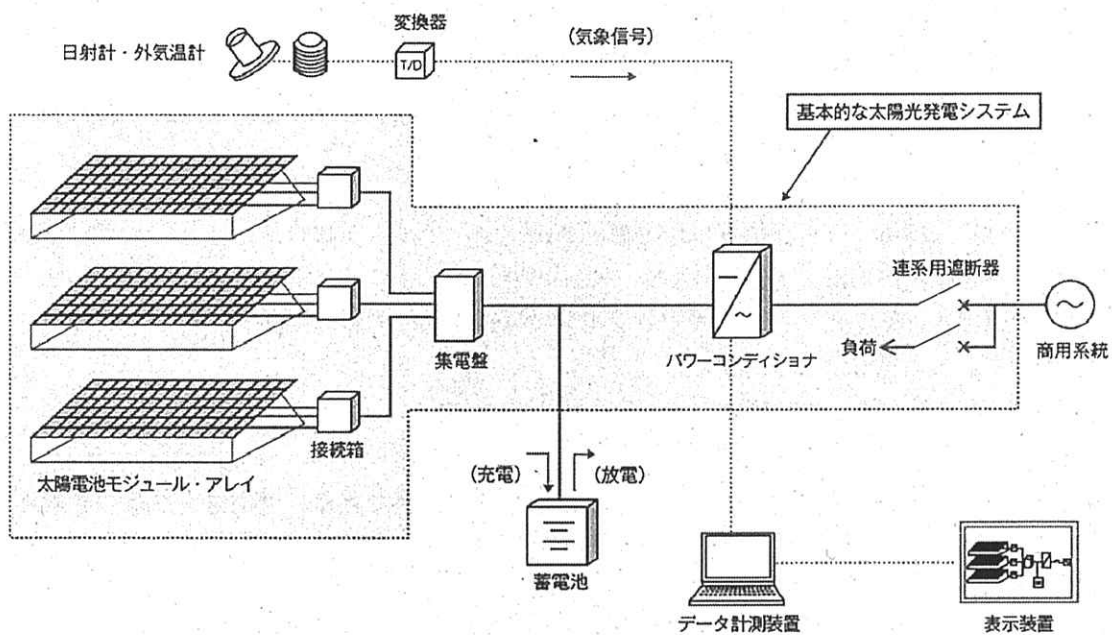
図表 3 太陽光発電設備の構成品 (1/2)

構成品	説明
① 太陽電池セル	<ul style="list-style-type: none"> ● 光起電力効果を利用し、光エネルギーを直接、電力に変換する電力機器で、太陽電池の最小単位をいう。
② 太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ● 複数の太陽電池セルを所定の出力が得られるように電氣的に接続したものを、長期間の使用に耐えられるようガラスや樹脂を用いて封止し、機械的強度を確保するとともに、固定設置するための枠を取り付けたものをいう。
③ 太陽電池アレイ	<ul style="list-style-type: none"> ● 電圧を高めるため、太陽電池モジュールを複数枚、直列に接続したものを太陽電池ストリングと呼ぶ。 ● 太陽電池ストリングをさらに複数、並列に接続し、所定の電力が得られるように構成し、架台等に固定したものをいう。

図表 3 太陽光発電設備の構成品 (2/2)

構成品	説明
④ 接続箱	<ul style="list-style-type: none"> ● 接続箱は、ストリングごとに発電した直流電力を、ある一定のブロックごとにまとめ、パワーコンディショナーまたは直流集電箱に供給するための盤である。 ● 目的の電流・電圧が得られるよう太陽電池アレイを構成するために、必要な枚数の太陽電池モジュールをつなぎ込むための端子台を備えた機器をいう。端子台機能の他に、故障や事故でストリング間に電圧差が発生したときに高電圧のストリングから他のストリングに電流が流れ込むのを防ぐための逆流防止ダイオード、誘導雷等によって発生した雷ノイズを吸収するためのサージアブソーバ、保守点検時のための直流側開閉器等が内蔵されている。 ● 屋根スペースの関係で太陽電池モジュールの直列数が少なく、既定の電圧が取れない場合や、各ストリングの電圧が不均一になってしまう場合に、各ストリング間の電圧バランスを調整するためのコンバータ機能を内蔵した接続箱も商品化されている。
⑤ 集電箱	<ul style="list-style-type: none"> ● 発電した直流電力を一つにまとめてパワーコンディショナーに供給する装置をいう。
⑥ パワーコンディショナー (PCS)	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池からの直流電力を一般の電気器具で使用可能な交流電力に変換するとともに、商用系統との連系運転や自動運転に必要な各種保護・制御機能を備えたものをいう。 ● パワーコンディショナーの出力容量は、一般的に、住宅用で 10kW 未満、公共・産業施設用で 10~100kW であり、家庭用 (3~5kW) では 1 台、公共・産業施設用では発電出力に合わせて複数台のパワーコンディショナーが必要となる。
⑦ 蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 電気エネルギーを蓄え、必要に応じて取り出すことができる電気機器をいう。 ● 系統連系システムに蓄電池を設置することにより、出力変動の抑制、電力貯蔵、災害時の電力供給等が可能となる。
⑧ 架台・基礎	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池モジュールを屋根や地面に固定するために用いる台及び基礎部分をいう。

出典：「再生可能エネルギー技術白書 (第 2 版) (NEDO)」に基づき作成



図表 4 太陽光発電システムの概要

出典：「再生可能エネルギー技術白書（第2版）（NEDO）」

ピークカットや防災用を目的とする際には、発電した電力をいったん蓄えて他の時間に使用する必要があるため、充放電用の蓄電池を設置する必要がある。

発電管理を目的として発電した電力や日射量等を計測・記録する場合は、日射計・外気温計、データ計測装置、表示装置等を設置する必要がある。

複数の機器から構成される太陽光発電設備の処理においては、太陽電池モジュールの処理等に課題が生じる可能性がある。太陽電池モジュールのリユースやリサイクル、埋立処分は、モジュール単位で実施されることから、本ガイドラインでは基本的に太陽電池モジュールの取扱いについて記述することとする。

(2) 関係者

太陽光発電設備の処理の関係者は下表の通り整理することができる。関係法令に基づき適正に手続き・処分を進める際の参考資料として活用されたい。

図表 5 本ガイドラインにおける関係者の分類と具体例

分類	各分類における具体例
所有者	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽光発電設備を所有する一般消費者 ● 太陽光発電設備を所有し、発電を行う事業者 ● 太陽電池モジュールのメーカー ● 太陽電池モジュールのリース・レンタルを行う事業者
解体・撤去業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽光発電設備の解体・撤去工事等を行う建設業者 (施工業者・ゼネコン・建物解体業者) ● 太陽光発電設備設置住宅を提供するハウスメーカー ● 太陽光発電設備をメンテナンスする業者
収集運搬業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用済太陽電池モジュールの収集・運搬を行う業者
リユース業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用済太陽電池モジュールを入手し、整備・検査の上、自らの責任で再使用可と判断したものを販売する事業者
リサイクル業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用済太陽電池モジュールのリサイクルを行う業者
中間処理業者、埋立処分業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用済太陽電池モジュールの選別・埋立処分を行う業者 (中間処理と埋立処分を別の会社が行うケースもある)
太陽電池モジュールに関する情報提供主体	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池モジュールのメーカー ● 太陽電池モジュールの販売業者 ● 太陽電池モジュールの輸入業者

本ガイドラインにおける「使用済太陽電池モジュール」とは、使用を終了し、廃棄物として処理する太陽電池モジュールを指す。

(3) 関係法令等

本ガイドライン中で掲載頻度の高い法律については略称で示すこととする。ここで、各法律の正式名称と略称について記載する。

図表 6 関連する法律の正式名称と略称

正式名称	略称
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	廃棄物処理法
電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法	再生可能エネルギー特別措置法
建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律	建設リサイクル法

1-4. 太陽電池モジュールの種類・構造

太陽電池モジュールについては、研究開発段階のものを含めて多くの種類があるが、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）」に大別することができる。

なお、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）」の太陽電池モジュールも存在する。

固定価格買取制度²における設備認定を受けた太陽電池モジュールの型式及び変換効率については、再生可能エネルギー発電設備 電子申請のホームページ (<https://www.fit-portal.go.jp/>)にて「太陽光パネルの型式登録リスト」として掲載されている。

図表 7 実用化されている太陽電池モジュールの種類と特徴（1/2）

種類		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。 モジュール変換効率：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生産に製造ができる。 モジュール変換効率：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。

² 固定価格買取制度とは、再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で買い取ることを国が約束する制度である。

図表 7 実用化されている太陽電池モジュールの種類と特徴 (2 / 2)

種類			特徴
シリコン系	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。 モジュール変換効率：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。 モジュール変換効率：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。 モジュール変換効率：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モジュール モジュール変換効率：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：「再生可能エネルギー技術白書 (第 2 版) (NEDO)」、「太陽光発電システムの設計と施工 (改訂 5 版) (太陽光発電協会)」に基づき作成

図表 8 太陽電池モジュー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. 出力ケーブル 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. 出力ケーブル 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. 出力ケーブル ⑦. 端子箱 ⑧. フレーム</p>

出典：「太陽光発電システムの設計と施工（改訂5版）（太陽光発電協会）」に基づき作成

太陽電池モジュールは、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、使用済太陽電池モジュー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。

図表 9 太陽電池モジュール構成部位及び素材（1/2）

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

図表 9 太陽電池モジュール構成部位及び素材 (2 / 2)

種類	構成部材	素材
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、太陽電池モジュールの充填材に使用される代表的な材料である。

1-5. 太陽光発電設備の設置の種類と特徴

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、地上設置型、建物一体型、集光型、独立型であり、それぞれについて使用される太陽電池モジュールの種類等に特徴がある。

図表 10 太陽光発電設備の設置の種類と特徴

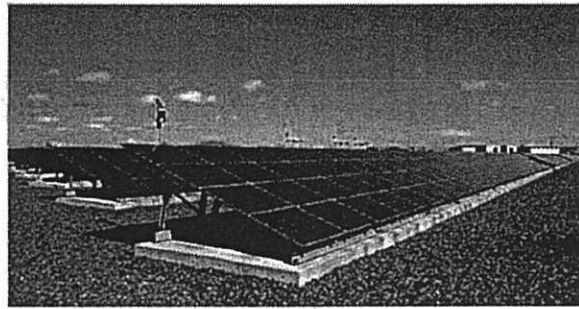
設置種類	特徴	主に使用される太陽電池モジュール
屋根置き型	<ul style="list-style-type: none"> ● 住宅やビル等の屋根に設置されるタイプ ● 架台に固定するため、モジュールにはガラス基板が用いられる ● 設置面積が限られるため、発電効率の高い太陽電池を使用し、設置面積あたりの発電量を大きくすることが求められる ● 主に住宅用の設置工法として各モジュールメーカーの標準仕様となっている 	結晶シリコン系 薄膜シリコン系 化合物系
地上設置型	<ul style="list-style-type: none"> ● 平地に設置されるタイプ、メガソーラーが代表例 ● 架台に固定するため、モジュールにはガラス基板が用いられる ● 広い土地に設置されるため、発電効率が中程度であってもトータルの発電コストが安くなる太陽電池モジュールが用いられる傾向にある 	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電池モジュールが一体化したタイプ ● デザイン性に優れていることや、屋根材とモジュー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
集光型	<ul style="list-style-type: none"> ● 小面積の高効率な多接合太陽電池等にレンズや鏡で集光することにより、高い発電効率を実現可能となる ● 特に豊富な日射量を得られる地域において有効 	III-V族系
独立型	<ul style="list-style-type: none"> ● ベランダ等に設置できる太陽光発電キット ● 施工業者に依頼しなくても、自ら設置することが可能であるため、住宅等に備えられることが多い 	

出典：「再生可能エネルギー技術白書（第2版）（NEDO）」、「太陽光発電システムの設計と施工（改訂5版）（太陽光発電協会）」に基づき作成



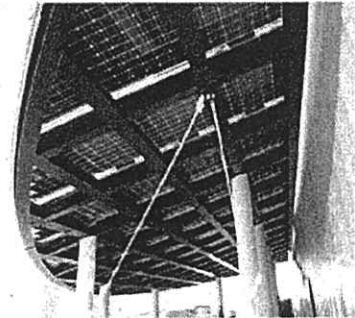
図表 11 屋根置き型太陽光発電システム例

出典：太陽光発電協会 ホームページ <http://www.jpea.gr.jp/setting/house/module/index.html>



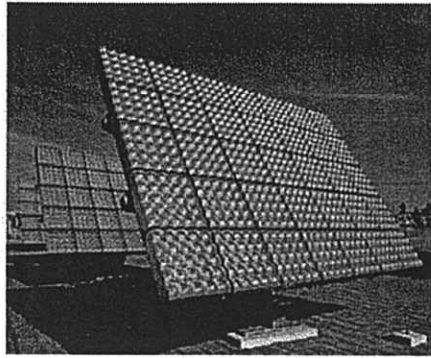
図表 12 平置き型太陽光発電システム例

出典：「再生可能エネルギー技術白書（第2版）（NEDO）」



図表 13 建物一体型太陽光発電システム例

出典：「再生可能エネルギー技術白書（第2版）（NEDO）」



図表 14 集光型太陽光発電システム例

出典：「再生可能エネルギー技術白書（第2版）（NEDO）」

本ガイドラインでは、屋根置き型や地上設置型等の発電事業または自家消費を目的に設置された太陽電池を対象としているが、独立型の太陽光発電設備や電卓や玩具等に付属している太陽電池の取扱いについても安全対策等、参考にすること。また、市町村の分別方法に従うこと。なお、本ガイドラインにおける「分別」とは太陽電池モジュールをその他のものと区別することを指すこととする。

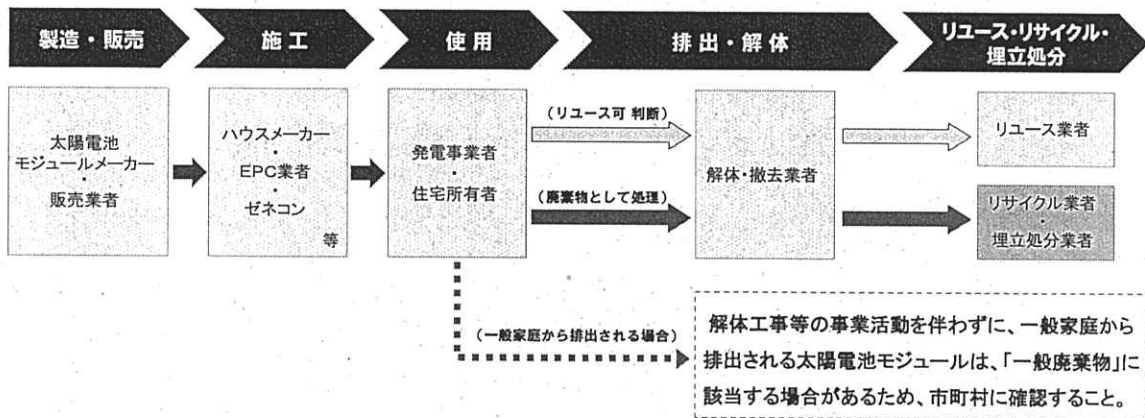
1-6. 太陽電池モジュールの排出見込量

我が国では、年間約 4,400 t の太陽電池モジュールが使用済となって排出されており、そのうち約 3,400 t がリユースされ、約 1,000 t がリサイクルまたは処分されていると推計されている。

2030 年代後半には年間約 50～80 万 t の太陽電池モジュールが排出される見通しであり、設計・施工の不具合や災害、故障、リプレイス等によって、一定割合は製品寿命よりも前倒しで排出されることも想定される。

1-7. 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

循環型社会形成推進基本法においては、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。そのため、使用済太陽電池モジュールにおいてもこのような優先順位で取扱うことが望まれる。太陽光発電設備の導入量は年々増加しているが、適切なメンテナンスや可能な限りリユースすることで発生抑制（リデュース）につながる。また、リユースできないものも可能な限りリサイクルすることが望まれる。



図表 15 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