

太陽光発電の使用済みパネルの処理について

- 太陽光発電設備については、排出台数自体がまだ少ない状況ではあるが、現在排出されているものは、メーカーの工場排出物、修理・交換によりメーカーが引き取った製品、研究期間終了により排出された研究用の製品等が中心であると考えられる。
- これらはメーカーが引き取り、産業廃棄物として委託処理されているものが多いと考えられる。委託先ではアルミの回収や非鉄製錬プロセスによる非鉄金属等の回収が行われているケースがある。
- 環境省では、平成 24 年度から太陽光発電を含む使用済再生可能エネルギー設備に関する調査を実施しており、平成 25 年度は、撤去・運搬・処理の各工程における、①作業安全、②廃棄物の適正処理、③資源の有効利用の各観点から、留意事項等を整理する予定。
⇒ 参考
- 経済産業省においても、平成 26 年度の概算要求で、太陽光パネルのリサイクル技術開発に係る予算を計上している。

平成 26 年度経済産業省概算要求（平成 25 年 8 月）

太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発【11.5 億円】

太陽光発電システム全体の効率向上を図るため、周辺機器の高機能化や維持管理技術の開発を行う。また、廃棄物対策として、大量かつ様々な種類の使用済み太陽光パネルの処理に係る低コストリサイクル技術の開発を行う。

平成24年度使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル基礎調査委託業務
調査結果概要（環境省）

本業務では、使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル・処分に関する各種調査を行い、将来の社会システムの構築に向けて必要な知見を得ることを目的として実施した。調査結果の概要は以下のとおりである。

1. 使用済再生可能エネルギー設備の処理に関する動向調査

1. 1 我が国における再生可能エネルギー設備のフローに関する調査

本節では、我が国の現時点における、調査対象設備（太陽光発電設備、太陽熱利用設備、風力発電設備、中小水力発電設備、地熱発電設備）の導入量、排出見込量、リユース・リサイクル状況、解体・処分状況を整理し、最終的にフローの概略を把握した。

太陽光発電設備については、排出台数自体がまだ少ない状況ではあるが、現在排出されているものは、メーカーの工場排出物、修理・交換によりメーカーが引き取った製品、研究期間終了により排出された研究用の製品等が中心であると考えられる。これらはメーカーが引き取り、産業廃棄物として委託処理されているものが多いと考えられる。委託先ではアルミの回収や非鉄製錬プロセスによる非鉄金属等の回収が行われているケースがある。加えて、国等の支援の下、メーカー等によりガラスやシリコンの回収に向けた研究等が実施されている。また、量的には少ないが「排出→撤去→製品リユース」というフローが確認される。

太陽熱利用設備については、排出台数はそれほど多くない状況ではあるが、毎年一定程度排出されており、金属等の有価物を回収したのち、産業廃棄物として処理されている。金属等リサイクル可能な素材の割合や量は比較的多く、機器単位で見れば一定量がリサイクルされている。なお、未使用のまま退蔵されている製品が一定数存在するとの報告もある。

風力発電設備については、現時点では設備のメンテナンス・機器交換等に伴う排出が主であり、使用済み設備の排出は少ないと推察される。メンテナンス事業者・解体事業者等により解体されたのち、金属等はスクラップとしてリサイクルされる。ブレード等に使用されているFRPについては、産業廃棄物処理業者により現地で解体されたのち、加熱処理もしくは破砕・埋立処理される。

中小水力発電設備及び地熱発電設備については、現時点では設備のメンテナンス・オーバーホール等に伴う排出が主であり、使用済み設備の排出は少ないと推察される。いずれも金属系のもものはスクラップとして売却され、樹脂系のもの等は産業廃棄物として処理されているものと考えられる。

1. 2 海外における再生可能エネルギー設備のフローに関する調査

本節では、海外における、太陽光発電設備、太陽熱利用設備、風力発電設備の導入量、リユース・リサイクル状況を整理した。

太陽光発電設備については、2000 年以降導入量が急拡大しており、今後使用済太陽電池モジュールの廃棄量が拡大することが予想されている。欧州では、高い環境意識と WEEE 指令※への対応の必要性等から、世界に先駆けて太陽光発電モジュールのリサイクル・適正処理に係る取組が進められており、PV CYCLE や CERES といった企業コンソーシアムが形成されている。これらの組織においては、各国に多数設置された回収ポイントにおいて、エンドユーザーにより撤去・運搬された太陽電池モジュールを回収し、パートナー企業であるリサイクル事業者を引き渡し、リサイクルを実施している。両組織において類似したスキームを用いているものの、太陽電池モジュールの回収・運搬・リサイクルに係るコスト負担スキームが違っており、適切なリサイクルスキーム構築に係る思想の違いが見受けられる。メーカーの取組みとしては、米国 First Solar 社が先進事例として挙げられる。同社は全ての同社製品を対象とした独自のリサイクルプログラムを運用しており、主にガラスと半導体部分のリサイクルを進めている。同社は PV CYCLE に加盟しており、太陽電池モジュールのリサイクル関連団体との連携を深めている。なお、欧米ともに、現状ではリサイクルに係る取組が主であり、リユースについての具体的動向は確認されなかった。

太陽熱利用設備については、中国や欧州市場を中心に導入量が拡大しており、将来的な廃棄量の増加が予想される。現状ではリユース・リサイクルに係る目立った取り組みは確認されないものの、廃棄量の増加に伴いリサイクル等に係る検討が将来的に成されるものと予想される。

風力発電設備についても、他の再生可能エネルギーと同様に、世界的に導入量が拡大しており、リユース・リサイクルが今後の検討課題になると考えられる。風力発電設備については、特に欧州においてリユースの事例があり、農家を中心に導入初期に設置された小型の風力発電設備の中古利用ニーズが存在する。リサイクルについては、風力発電を構成する主要部材のうち、リサイクルや廃棄処分の難しいガラス繊維強化プラスチック（FRP）が用いられているブレードに関する検討が多く成されており、ブレード廃棄量の将来予測も報告されているが、一定量の廃棄量が見込まれない場合、リサイクル事業の成立は困難とする見方が多い。また、ガラス強化繊維プラスチックの粉砕時に多くのエネルギーを消費するなど、リサイクル技術改善の必要性が指摘されている。

※ 廃電気電子機器に関する欧州議会及び理事会指令。欧州市場で販売される電気・電子機器廃棄物を対象に、生産者（producers）に対する自社製品の回収・リサイクル、およびそのためのコスト負担責任を規定。

2. 再生可能エネルギー設備の特性把握

2. 1 温室効果ガス排出量及び排出削減効果の整理・把握

本節では、再生可能エネルギー設備に関し、ライフサイクル全体での温室効果ガスの排出量及

び化石燃料と比較した排出削減効果について、文献調査等により既往の知見を整理した。

1) 再生可能エネルギー設備導入による効果の評価

再生可能エネルギーが火力発電に比べてCO₂排出量が小さくなること、太陽光発電システムのエネルギー・CO₂ペイバックタイムはそれぞれ1.4～3.4年、2.1～4.2年であり、いずれも想定する使用年数よりも短い値となること等の報告が見られた。

2) 再生可能エネルギー設備の種類間の比較評価

太陽光発電システムのうち、シリコン系とCIS系のライフサイクルCO₂排出量の比較評価を実施している報告が複数見られた（結果は文献によってばらつきが見られた）。

また、風力発電システムについては、洋上プラントと陸上プラントを比較し陸上プラントの方が地球温暖化への寄与度が低いとする報が見られた。

3) 再生可能エネルギー設備のリサイクル等による効果の評価

太陽光発電システムに関して、リサイクルの実施状況によるライフサイクルCO₂排出量の比較評価を実施した報告が複数見られた。いずれの報告においても、リサイクルがより促進されることによりCO₂排出量は大幅に削減されるとの結果が示されている。

2. 2 装置や部品に使用されている材料の整理・把握

本節では、再生可能エネルギー設備の基本的な構成を示した上で、それぞれの装置や部品に使用されている材料を明らかにするとともに、レアメタル・レアアース等の有用物質及び鉛等の有害物質の含有状況（種類、含有量）を調査した。

太陽光発電設備については、パネルに使用されるガラス、フレームに使用されるアルミニウム、
架台に使用される鉄などが主要な素材である。希少性の観点からは、電極材料の銀やCIGS系に
使用されるはインジウムやガリウム等がある。有害性の観点からは、鉛に加え、薄膜系（CIGS系、
Cd-Te系）ではカドミウム、セレン、テルルの含有に注意が必要である。

太陽熱利用設備については、集熱器に使用されるステンレス・ガラス・発泡スチロール、貯湯槽に使用されるポリエチレン・発泡スチロール・ステンレスが主要な素材であり、希少性の観点から特に注目すべき物質の含有はない。

風力発電設備については、羽根（ブレード）に使用されるガラス繊維強化プラスチック、ナセルや鉄塔等に使用される鉄などが主要な素材である。永久磁石にはネオジム、ジスプロシウムがあるが、永久磁石を使用する風車のシェアは累積で全体の10%程度である。

中小水力発電設備については、水車周りに使用される鉄・ステンレスが主要な素材であり、採算性向上の観点から、ネオジム磁石等の高機能材料は基本的に使用されていない。

地熱発電設備については、設備の大部分は鉄が主要な素材であり、希少性の観点から特に注目すべき物質の含有はない。

なお、いずれの設備も電気機器等の接合部等にははんだが使用されており、鉛が含有される可能性がある。

3. 再生可能エネルギー設備に関する技術動向調査

本節では、再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル・適正処分に関する技術動向について文献調査等に基づき整理した。

リサイクル関連技術、特にモジュールのリサイクルに関する技術開発が進められており、国内外で結晶 Si やガラスの回収技術の研究が行われていること、リサイクル関連の技術は、既に実用化している技術も複数存在することが確認された。

一方でリユース関連、適正処分関連の技術についての研究・開発は、現時点ではあまり多く行われていないが、今後検討が必要であると指摘されている項目が複数確認された。

4. 将来の社会システムの構築に向けた基礎的な検討

本節では、再生可能エネルギー設備について、今後の導入量、使用年数、排出方法等を考慮して、将来の排出見込量の推計を行った。

推計対象年次を 2015 年から 2030 年までとし、設備の新規導入量データに基づき排出見込量を推計した。排出見込量については、①製品寿命が終了したものの排出、②修理・交換等されたものの排出、の 2 つの排出形態が存在する。①については設備寿命に基づく推計、②については修理等の頻度に基づく推計を実施し、設備の特性に合わせて必要に応じて双方の推計を行い合算した。

太陽光発電設備（住宅・非住宅・メガソーラ）の排出見込量を下図に示す（設備寿命は太陽電池モジュール 20 年、パワーコンディショナ 10 年と設定）。2015 年以降年々排出見込み量は増加傾向にあり、2015 年付近では約 7 万 t/年～9 万 t/年であるが、2030 年では約 25 万 t/年～70 万 t/年となった。また、内訳を見ると住宅用と非住宅・メガソーラーの排出の割合は 4：6 程度であった。

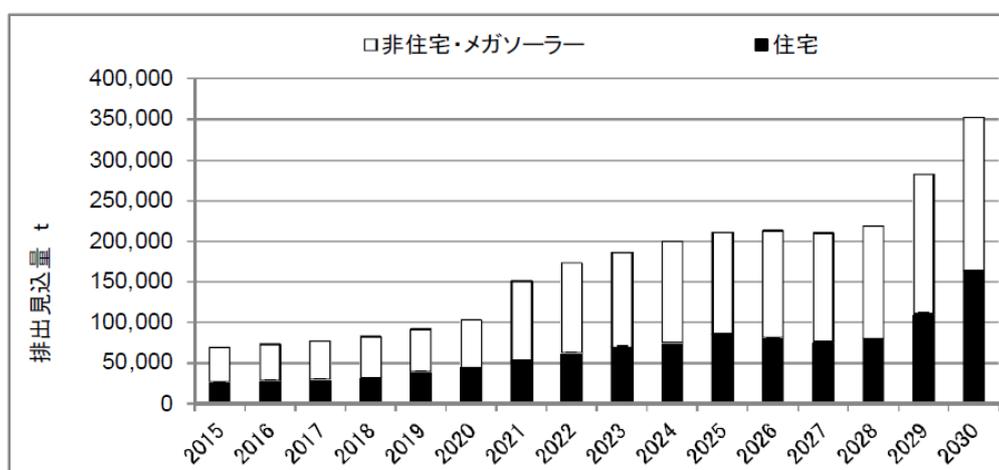


図 太陽光発電設備（住宅・非住宅・メガソーラ）の排出見込量（2015 年～2030 年）
（設備寿命：太陽電池モジュール 20 年、パワーコンディショナ 10 年）