

## 太陽電池のリサイクル:

### なぜソーラーモジュールのリサイクルが重要で、どのようにおこなうか。

ソーラーモジュールを通してクリーンで環境に優しいエネルギーを創出することは、寿命で部材をリサイクルする場合にモジュールを適切に廃棄することができず、より環境にやさしい世界を創り出す上で、半分しか達成していないこととなります。リサイクルのガイドラインが世界中で異なり、すべてのコンポーネントを別々に扱うため、モジュールの耐久性と完全にリサイクルするための努力をしています。この書面はモジュールの寿命の時点でできることについて述べています。

#### なぜ太陽電池モジュールをリサイクルするのか？

リサイクルすると、使用済みの部材を新しい製品に使用され、新しい資源を消費する必要が減ります。採掘および森林地による原料の抽出を減らすことで原材料の節約に役立ちます。つまり、将来のために環境と自然を保護するだけでなく、エネルギーを節約することができます。実際、個々の物質を高品質の二次原料に機械的に加工して変換することにより、一次原料の採掘に比べて二酸化炭素(CO2)排出量が明らかに減少します。

25年以上の期間にわたってクリーンなエネルギーを発生させることにより、ソーラーモジュールは環境保護とクリーンな将来に大きく貢献します。しかし、数十年の間稼働させるためには、エネルギー発生コンポーネント、すなわちセルと接合部は、自然界からどのような状態からでも守る必要があります。したがって、強度を得るために組み立てる前に、セルと接続部および、ガラスを結合させ封止します。ソーラーモジュールのリサイクルは、これらの材料を製造チェーンに戻し、それ以上の採掘を必要とせずに既製の原材料を供給します。

イメージ1: 耐用年数を経た太陽電池モジュールをリサイクルすることができ、部材は専門のリサイクル施設で選別されます。



#### ソーラーモジュールのどの部材をリサイクルすることができますか？

個々のモジュール部品を永久的に接合することにより、品質と長期間使用を保証しますが、リサイクルに際し、リサイクル業界での分解の容易さに対する矛盾が生じます。RECと当社のリサイクルパートナーとの協力により、太陽電池モジュールのほぼすべてのコンポーネントを、産業規模で日々リサイクルできるようになってきています。ソーラーモジュールは、主に次のコンポーネントで構成されています。

##### ガラス:

超純粋で低鉄のソーラーガラスを使用しています。それは小さな破片または細かい粉末に粉砕され、例えば建設業界で使用する発泡ガラスに加工されます。

##### フレーム:

フレームとそれを保持するコーナーピースは、アルミ製です。この金属は、電磁的および機械的手段による粉砕作業後に回収され、金属産業で再利用することができます。

イメージ2: モジュールリサイクルからのガラス粉(提供: Butenhoff Werbeagentur & Verlag)



イメージ3: アルミニウムフレームは、新たな原料の採掘を避けるために完全にリサイクルすることができます。(提供: Butenhoff Werbeagentur & Verlag)



##### セル:

セルは溶融して再利用できるシリコンで構成されていますが、純粋なシリコンは地球上で最も一般的な元素の1つで、太陽電池からシリコンを回収することは効率的な方法ではなく、それぞれの管轄区域はこれを独自の方法で処理します。

##### リボンとコンダクター:

RECは銀メッキを施した銅リボンを使用しています。RECのリサイクルパートナーは、適切なプロセスを使用して、各部品から多くの金属を回収し、必要に応じて処理します。

##### ケーブル:

ケーブルには、リサイクルプロセスにおいてモジュールから絶縁プラスチック製品および追加されているその他のプラスチックから分離された銅導体が含まれています。ケーブルから銅を回収する方法は、当社のリサイクルパートナーが使用している最新の方法およびプロセスで、リサイクル業界にて長年使用されてきました。

##### プラスチック:

ソーラーモジュールは、EVAなどの熱可塑性でなく再溶融できない埋め込み材料を使用しています。バックシートは、互いに

分離することができない高品質プラスチックでいくつかの層から構成されています。ジャンクションボックスは、ダイオードを安全に絶縁するために硬化シリコンを充填された熱可塑性樹脂でできています。

ソーラーモジュールのプラスチック部品の分離は可能ですが、必ずしも経済的に実現可能ではなく、各地域の最適なりサイクル基盤に沿って処理されます。

イメージ5: 銅配線から回収された金属。金属産業での再加工が可能。



イメージ6: バックシートを含むソーラーモジュールから回収されたプラスチックはリサイクル可能。(提供: Butenhoff Werbeagentur & Verlag)



### 有害物質のリサイクル

RECソーラーモジュールには、薄膜モジュールに含まれるガリウムやテルル化カドミウムなどの有害性の高い物質は含まれていません。これらの物質はリサイクルが特に難しく費用がかかります。しかし、結晶系太陽電池モジュールは、インターコネクターに使用されるはんだ合金に僅かな量の鉛を含んでいますが、リサイクル産業の既知のプロセスであり、鉛を扱うことに慣れており適切に処理することができます。

### どのように太陽電池モジュールをリサイクルすることができますか？

世界中で法律、ガイドライン、およびリサイクル基盤が非常に変化するため、ソーラーモジュールのリサイクル方法を簡単にはお答えできません。実際、太陽電池モジュールは相対的に寿命が長いこと、および廃棄物産業として新しさから、ソーラーモジュールのリサイクル量はまだ多くの政府に懸念を払うほど高い水準に達していません。ほとんどの法律業者は、テレビ、冷蔵庫、携帯電話などの民生商品に精通しています。そのような法令にソーラーモジュールを追加することはまだ検討されていません。よって、モジュールの処分は一般的な廃棄物工程の下にあります。しかし、2012年以来、欧州連合(世界的にこのテーマの唯一の拠点)として、欧州連合(EU)加盟国すべての電気廃棄物および電気電子機器廃棄物指令2012/19/EU(WEEE)に太陽光ソーラーモジュールが含まれています。

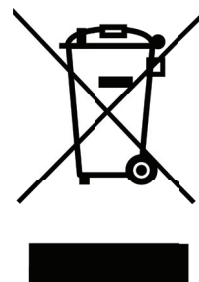
WEEE指令を受ける製品は、製品上にX印のウイールドビンアイコンを使用して識別することができます。このロゴ製品は、通常の家廃棄物と一緒に処分されてはならないことを意味し、黒線は単に製品が2005年以降に市場に出されたことを示すものです。

エンドユーザの場合、この指令は、ソーラーモジュールのリサイクルが、製造場所がどこにあるかにかかわらず、廃棄管理に関

する法的責任を負う製造業者と輸入業者によって資金提供され無料の廃棄システムであることを意味します。モジュールを現地のリサイクル倉庫に持ち込むことができます。また、数が多い場合は、現場から回収することができます。

WEEE指令では、適切な処分のための広範なプロセスステップがあり、これは当局によって厳格に規制されており、所有者にこれ以上の義務は課されません。しかし、これは単なる指令であるため、各国は指令の要件を満たす独自のシステムを自由に設置することができます。このため、RECソーラーモジュールのリサイクルに関する最善の情報源は、地域のリサイクル機関またはリサイクルセンターに確認をおねがいします。

イメージ7: 電気・電子製品に関する廃棄物およびリサイクル規制の対象となる製品を特定するためにEUで使用されるWEEEロゴ。



アジアでの状況は、現在、日本の環境省の電気・電子廃棄物リサイクルガイドラインに含まれていませんが、2017年にIRENAは「日本には、太陽電池モジュールのための特別な規制はないため、一般的な廃棄物管理の枠組みの下で処理されなければならない」と述べています。<sup>1</sup>これらのガイドラインには、さまざまな物質の含有量および、各々のコンポーネントに許容される基準率に関する重要な注意事項が記載されています。これらのガイドラインは現在のところ法的強制力ではありませんが、将来の日本での回収とリサイクルの法律の基盤になります。

米国では、現在使用済みのPVモジュールのリサイクルに関する連邦法はなく、廃却時に回収およびリサイクルを義務づける規制は存在しないという状況は似ています。これは、有害廃棄物および危険でない固形廃棄物を管理するための法的枠組みである資源保全および回収法の一般的な規制の枠内で、モジュールを廃棄する必要があることを意味します。一部の州ではこの問題が進展し始めており、廃棄物の分類追加の浸出手順を使用できます。たとえば、カリフォルニア州では、寿命末期のPVモジュールの規制のプロセスが始まりました。しかし、この規則が実施される前にいくつかのステップが残っています。

### 結論:

RECモジュールは完全なリサイクルが達成され、回収された材料は容易かつ安全に産業および経済サイクルに戻すことができます。RECはリサイクルパートナーと密接に連携し、最先端のプロセスを実行し、できるだけ多くの材料を容易かつ効率的にリサイクルされるようにします。

世界的には、耐用年数を経た太陽電池モジュールのリサイクルに対処する具体的な対策を導入したのはヨーロッパだけです。他のすべての国々はこれに対する取り組みが遅れています。その中には、この議題を見落としているものもあれば、リサイクル基盤がないものや、家電製品に集中しているためです。しかし、再生可能エネルギーの増加と太陽光発電の普及を考慮すれば、各国は将来どのようにこの問題に対処するか考え始める必要があります。その間にもRECは、リサイクル可能であり、各国の顧客の側からどのような仕組みを用意できるかを保証するために可能な限り努力しています。当然のことながら、地方政府代表に、耐用年数を経た太陽電池モジュールのリサイクルを確実にするための規定が設けるよう圧力をかけることができます。

1 日本太陽光発電協会、2017年12月、使用済みPVモジュールの適切な処理のガイドライン