

太陽電池モジュールの
環境配慮設計
アセスメントガイドライン
(第1版)

平成28年10月

一般社団法人 太陽光発電協会

まえがき

太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーは、エネルギー安全保障、低炭素社会、成長産業の創出、分散型エネルギーシステムの普及によるエネルギーシステムの強靱化等の観点から、極めて重要な電源である。なかでも、太陽光発電は、平成24年7月に始まった「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」により、予想をはるかに上回る広がりを見せ、設置、導入の急激な拡大が進んでいる。

太陽光発電設備は期待寿命が20年以上とされる長期使用可能な設備で、現時点では使用済みとなって廃棄される量は、その出荷量に比べると極めて僅かである。しかし、将来的には、耐用年数を超え、使用済みとなった太陽光発電設備が大量に廃棄される時期が来ることは明らかである。これらの廃棄される太陽光発電設備が、環境に負荷を与えないようにするためには、適正処理・リサイクルを推進することが重要である。このため、環境省では廃棄処理における環境負荷を低減すべく、平成28年4月に、「太陽光発電設備のリサイクル等に向けたガイドライン（第1版）」を公表している。

しかしながら、太陽光発電設備の環境への負荷低減を考えた場合、撤去・運搬・処理の段階だけではなく、部品・材料の調達、製造、製品輸送、使用、撤去・運搬、適正処理・リサイクルといったライフサイクル全般での環境負荷低減を目的とした環境配慮設計が必要となる。

これまで、家電製品等では業界で定めた環境配慮設計のガイドラインが既に作成・運用されてきたが、太陽光発電設備に関しては、このようなガイドラインがなく、メーカー各社が独自の基準で製品設計を行ってきた。しかし、近年の大量に普及する時代に合わせ、太陽光発電設備の環境配慮設計に関する業界として統一した基準が必要との声が高まってきた。これを受けて、太陽光発電協会では、適正処理・リサイクル研究会および環境配慮設計ガイドラインワーキンググループにおいて、太陽電池モジュールの環境配慮設計アセスメントガイドラインを作成するに至った。

本ガイドラインでは、太陽電池モジュールの新製品を設計する際に、ライフサイクル全般での環境負荷低減を行うために事前に評価する項目、方法を提示している

本ガイドラインが、会員会社だけでなく、広く認知され、積極的に活用され、太陽光発電設備が一層環境保全に貢献していくことを期待している。

一般社団法人 太陽光発電協会
適正処理・リサイクル研究会
環境配慮設計ガイドラインワーキンググループ

目次

まえがき

1. 目的	1
2. 対象	1
3. ガイドラインの利用方法	2
4. 評価方法	2
5. 解説	8
5. 1 減量化、共通化	8
5. 2 再生資源の使用	8
5. 3 梱包	9
5. 4 製造段階における環境負荷低減	10
5. 5 輸送の容易化	11
5. 6 使用段階における創エネ性の向上	11
5. 7 長期使用の促進	12
5. 8 撤去の容易性	12
5. 9 再資源化等の可能性	13
5. 10 解体・分別処理の容易性	13
5. 11 環境保全性	14
5. 12 情報の提供	15
5. 13 ライフサイクルにおける環境負荷低減	15
6. まとめ	16

1. 目的

本ガイドラインは、太陽電池モジュールの設計段階において、当該製品のライフサイクル全般における環境負荷を低減するための評価項目、評価方法を提示することにより、メーカ各社が統一した考え方と手法に基づき、環境配慮設計の事前評価を行えるようにすることを目的とする。

2. 対象

- ① 本ガイドラインは、当協会の会員会社が、新たに設計し、国内工場及び海外工場で生産して国内向けに販売する太陽電池モジュールの新製品に適用する。*
- ② ウェハを他メーカから入手してセル化、モジュール化する場合は、ウェハを買入れ部品として扱い、セル化工程、モジュール化工程を製造工程と位置付けて、本ガイドラインを適用する。ただし、入手したウェハが本ガイドラインに極力準拠していることを確認することが望ましい。
- ③ セルを他メーカから入手してモジュール化する場合は、セルを買入れ部品として扱い、モジュール化工程を製造工程と位置付け、本ガイドラインを適用する。ただし、入手したセルが本ガイドラインに極力準拠していることを確認することが望ましい。
- ④ 海外メーカの製品を輸入及びOEM調達する場合であっても、当該モジュールが本ガイドラインに極力準拠していることを確認することが望ましい。
- ⑤ 試作品、もしくは特定企業向け等の開発製品への適用は各社の判断に委ねる。

*太陽光発電設備としての環境配慮設計を考えると、太陽電池モジュールだけではなく、パワーコンディショナ、接続箱、架台、基礎等が含まれる。しかしながら、パワーコンディショナ、接続箱等は、太陽光発電設備全体の容量から見ると、その占める容量は少なく、また、その基本構成は一般的な家電製品、電子機器と類似しており、製品設計に際しては、例えば家電製品協会が発行している家電製品アセスメントマニュアル等を参考にすることが可能である。また、架台、基礎等は、基本構成がRC造の部材と類似しており、建築業界で出されている環境配慮設計の指針等を参考にすることが可能である。これに対して、太陽電池モジュールは太陽光発電設備の主要構成要素であり、また、これまでに類似した製品がなく、参考とすべきガイドラインが存在しないため、太陽電池モジュールに特化したガイドラインとした。

尚、本ガイドラインは強制力を持つものではないが、当協会として会員会社に対して推奨するものである。

3. ガイドラインの利用方法

- ① 各社は新製品設計の段階で、第4章のチェックリストに基づいて、環境に配慮した設計となっているかについて事前評価を実施する。本ガイドラインで評価項目、評価方法として記載されている内容は、全て評価することを基本とする。

また、本ガイドラインのチェックリストは、評価すべき最低限の項目の記載に留めているため、各社の太陽電池モジュールの特性、製造プロセスに応じた形で、更に詳細かつ具体的な評価項目、評価方法を追加したチェックリストを作成して運用することが望ましい。
- ② 事前評価に当っては、体制、責任者、手順等を明文化した規定を作成することが望ましい。
- ③ 事前評価は新製品開発のフローの一段階に位置付けることが望ましい。
- ④ 事前評価は設計時点、試作時点、量産試作時点のいずれか、もしくは複数時点で実施する。
- ⑤ 評価方法は可能な限り定量化に努めるとともに本ガイドラインに記載する内容に留まらず、自社の製品特性に応じて、更に詳細かつ具体的に定量化された評価方法であることが望ましい。
- ⑥ 製品企画の段階で、評価結果の判断基準となる目標を定めておくことが望ましい。
- ⑦ 評価に当っては、評価の客観性を確保するために、開発・設計部門等による自主評価と、その評価結果の妥当性を検証する品質保証・環境部門等による二次評価の二段階で実施されることが望ましい。
- ⑧ 評価の結果、環境配慮設計が不十分と認められる場合は、設計変更等の対策、改善を実施し、再度評価を行い、当初の目標を達成するまで、PDCAサイクルを繰り返す。
- ⑨ 評価の実施結果及びその結果に基づく処置等を一連の活動の記録として残しておくものとし、新製品の環境配慮設計がなされている根拠とする。
- ⑩ 新製品が従来製品に対して、軽微な設計変更を行っただけの場合、新たに事前評価を行わず、従来機種の評価結果で代用するかどうかの判断は各社に委ねられる。但し、従来機種の評価結果を代用する場合でも、それに至った理由と、参照すべき従来機種の評価結果を記録として残しておく必要がある。

4. 評価方法

4.1 従来機種との比較

新製品の環境配慮設計の評価を行うために使用するチェックリストを表1に示す。

本チェックリストには、モジュールのライフサイクルにおける段階ごとに、評価項目、評価方法が記載されている。本ガイドラインのチェックリストの評価項目ごとに新製品の事前評価を行う。評価方法としては全ての項目において“基準となる従来機種と比較する”ことが基本となる。従って、新製品の評価を行うに当たっては、まず、基準となる従来機種を設定し、各項目について新製品が従来機種よりも優れているのか劣っているのかを評価する。ただ、その比較の方法について注意が必要となるので、その方法について詳しく述べる。

モジュールの新製品を基準となる従来機種と比較する場合に、寸法、質量、体積、定格出力等が全く同じであれば、単純に比較して評価することが可能である。しかしながら、新製品が従来機種と寸法、質量、体積、定格出力等が異なる場合には単純に比較することができない。特に、モジュールの高効率化を推進している状況では、寸法、質量、体積は従来機種と同じであるが、定格出力が増加していく傾向にある。従って、新製品を従来機種と比較する場合は、同一面積あるいは同一質量で比較するのではなく、単位出力当りでの比較を行う必要がある。

具体的には、例えば製品の減量化において、新製品の質量をその定格出力で割った値と、従来製品の質量をその定格出力で割った値を比較する。従って、新製品と従来機種の質量が同じでも、新製品の定格出力が従来製品の定格出力よりも高い場合は、単位出力当りの質量は、新製品の方が従来機種よりも低減されているため、新製品は減量化が図られているとみなすことができる。同様に、新製品と従来機種と寸法、質量が同じで、全く同じ梱包材を使用している場合においても、新製品の定格出力が従来製品の定格出力よりも高い場合は、新製品の梱包材は減量化が図られているとみなすことができるということである。

同様に、使用されている部品の点数、種類等に関しても、モジュールに使用されている部品の点数、種類をそのまま比較するのではなく、モジュールに使用されている部品の点数、種類をモジュールの定格出力で割った値について、新製品と従来機種を比較して評価する。

但し、部品の共通化、再生資源の使用など、モジュールの定格出力で割った値で評価できない項目については、使用している割合で評価するものとする。

また、定量化できない項目についても、新製品が従来機種に対して改善されているかどうかについて総合的に評価するものとする。

4.2 個別評価

本ガイドラインのチェックリストに基づいた評価は、評価項目ごとに結果を点数化することによって行うが、点数化の方法は各社の判断で行う。ただし、新製品の評価はあくまでも従来機種との比較が基準となるため、新製品に対する絶対評価ではなく、従来機種に対して、新製品が優れているか同等か劣っているのかが明確に判るような

点数付けを行うことが重要である。例えば、満点を 5 点として、従来機種に対して大きく改善されている場合は 5 点、改善されている場合は 4 点、同等の場合は 3 点、劣っている場合は 2 点、著しく劣っている場合は 1 点とするような方法が考えられる。

個別評価に当っては、特定の項目に着目すると新製品が従来機種に劣る場合も考えられる。個別評価では、トレードオフの関係にある項目もあるため、必ずしもすべての項目で、従来機種と同等以上である必要はない。ただ、項目ごとにどの程度のマイナスまで許容されるかをあらかじめ設定しておくことは、環境配慮設計の目標となるため望ましい。

また、建材一体型モジュール等新規性が高く、比較の基準となる従来機種が存在しない場合がある。その場合は、あらかじめ項目ごとに目標とする基準を設定し、その基準に対して比較、評価を行う必要がある。

4.3 総合評価

評価項目には 13 の大項目とその下位に位置する 38 の小項目がある。まず、小項目について評価・点数化を行い、その結果をもとに大項目の評価・点数化を行う。小項目の点数から大項目の点数を算出する場合は、単純に平均点を出すのではなく、項目の重要性によって、加重平均を行うことが望ましい。加重平均の方法については、各社の判断で決定するが、評価の前にあらかじめその方法を設定しておく必要がある。

大項目の評価・点数化が完了すれば、その結果を判り易くまとめて記録として残すとともに、著しいマイナス項目があれば、改善を行う。大項目についても必ずしも全ての項目で、従来機種と同等以上である必要はない。ただ、大項目ごとにどの程度のマイナスまで許容されるかをあらかじめ設定しておくことは、環境配慮設計の目標となるため、望ましい。総合評価の実施例としてレーダーチャートによるまとめを図 1 に示す。

最終的な判断は、基本的には新製品が従来機種と比較して総合評価が同等以上であることを必須とし、更には、あらかじめ設定した目標を達成していることが望ましい。但し、公的規格変更への対応、安全対策等の正当な理由で設計変更したことにより、従来機種より悪化した場合は、当該設計変更部分を除いた評価結果で判断する。

評価した結果は、次の製品の基準となるべきものであるため、製品カテゴリ毎に最新機種の評価結果を管理することが望ましい。

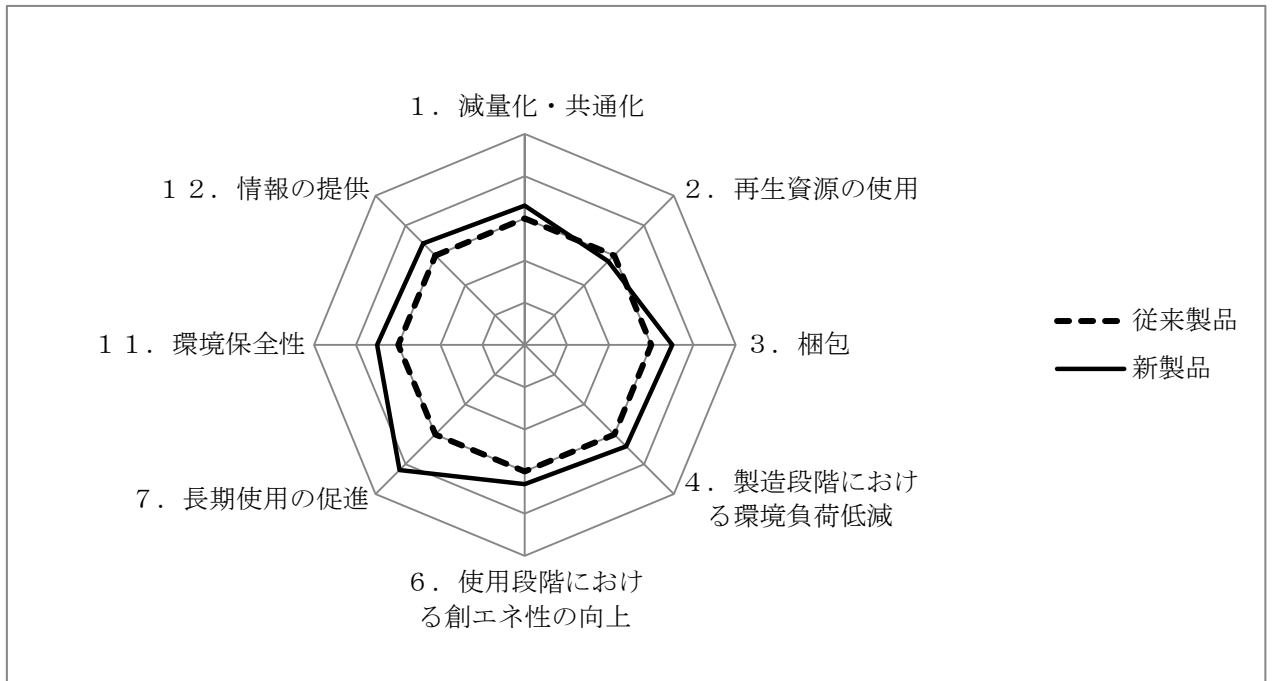


図 1. レーダーチャートによる総合評価の実施例

表1. チェックリスト

評価項目		評価方法	ライフサイクルの段階
大項目	小項目		
1 減量化・共通化	1.1 減量化	・モジュールの質量を評価する(g/W)	原材料調達、製造
	1.2 部品の削減	・使用している部品の点数・種類を評価する(個/W、種類/W)	原材料調達、製造
	1.3 部品の共通化	・他機種と共通化している部品の割合を評価する(%)	原材料調達、製造
2 再生資源の使用	2.1 再生資源の使用	・再生資源を使用した部品の割合を評価する(%)	原材料調達、製造
3 梱包	3.1 梱包材の減量化・減容化・簡素化	・梱包材の点数、質量、体積を評価する(個/W、g/W、cm ³ /W)	原材料調達、製造
	3.2 梱包材の共通化	・他機種と共通化している梱包材の割合を評価する(%)	原材料調達、製造
	3.3 使用済み梱包材の回収・運搬性	・開梱後の段ボール、コーナーパッド等の回収の容易性について評価する	輸送
	3.4 再生資源の使用	・リユース梱包材もしくは再生プラスチック等の再生資源の質量比を評価する(%)	原材料調達、製造
	3.5 複合材料使用の削減	・複合材料を使用した梱包材の点数・質量を評価する(個/W、g/W)	原材料調達、製造
	3.6 複合材料の分離の容易性	・複合材料を使用している場合、材料ごとの分離に要する時間を評価する(秒/W)	適正処理・リサイクル
	3.7 梱包材のリユース、リサイクル性	・梱包材のリユース性、リサイクル性について評価する	適正処理・リサイクル
	3.8 梱包材の識別表示	・段ボールには段ボールリサイクル協議会等推奨のリサイクル推進シンボルを表示しているか	適正処理・リサイクル
4 製造段階における環境負荷低減	4.1 廃棄物等の削減	・製造段階での副産物の発生量を評価する(g/W)	製造
	4.2 省エネ性	・製造工程におけるエネルギー消費量を評価する(Wh/W)	製造
5 輸送の容易化	5.1 輸送時の作業性向上	・輸送する段階での梱包材を含むモジュールの質量、体積を評価する(g/W、cm ³ /W)	輸送
	5.2 輸送時の積載性向上	・輸送する段階での積載性について評価する(W/パレット、コンテナ)	輸送
6 使用段階における創エネ性の向上	6.1 単位面積当たりの出力の向上	・モジュール効率を評価する(%)	使用
	6.2 温度特性等の向上	・モジュール出力の温度係数を評価する(%/°C)	使用
7 長期使用の促進	7.1 耐久性の向上	・モジュールの信頼性試験結果を評価する	使用
	7.2 耐汚染性の向上	・モジュール表面の耐汚染性について評価する	使用
8 撤去の容易性	8.1 撤去時の作業の容易性	・撤去時にモジュールを取外すために必要な時間を評価する(秒/W)	適正処理・リサイクル

9 再資源化等の可能性	9.1 リサイクル可能率の向上	・モジュール全体の質量のうち、リサイクル可能な原材料の比率を評価する(%)	適正処理・リサイクル
10 解体・分別処理の容易化	10.1 フレーム解体の容易性	・フレームの解体(取外し)の容易性、作業時間について評価する(秒/W)	適正処理・リサイクル
	10.2 フレーム解体で取外すネジの数量・種類の削減	・フレームをモジュールから取外す時にネジを外す必要がある場合、ネジの数量、種類を評価する(個/W、種類/W)	適正処理・リサイクル
	10.3 フレーム解体のための情報提供	・フレームを取外す際に、フレームの固定方法等、解体・分別に必要な情報を解体業者に提供できるか(提供できる仕組みがあるか)	適正処理・リサイクル
	10.4 端子箱解体の容易性	・端子ボックスのモジュールからの取外しの容易性、作業時間について評価する(秒/W)	適正処理・リサイクル
	10.5 端子箱解体で取外すネジの数量・種類の削減	・端子ボックスを取外す時にネジを外す必要がある場合、ネジの数量、種類を評価する(個/W、種類/W)	適正処理・リサイクル
	10.6 端子箱解体のための情報提供	・端子ボックスを取外す際に、端子ボックスの固定方法等、解体・分別に必要な情報を解体業者に提供できるか(提供できる仕組みがあるか)	適正処理・リサイクル
11 環境保全性	11.1 環境負荷物質に関する法令及び自主基準への適合	・モジュールに含まれる環境負荷物質に関連し、法令及び自社の自主基準が存在する場合は、当該基準に適合していることを確認する。	原材料調達、製造、適正処理・リサイクル
	11.2 環境負荷物質等の減量化	・モジュールに含まれる環境負荷物質、適正処理・リサイクル処理の負荷要因となる原材料の質量を評価する(g/W)	原材料調達、製造、適正処理・リサイクル
	11.3 製造工程で使用される環境負荷物質に関する法令及び自主基準への適合	・製造工程で使用される環境負荷物質に関連し、法令及び自社の自主基準が存在する場合は、当該基準に適合していることを確認する	製造
12 情報の提供	12.1 使用、保守点検、安全性に関する情報提供	・使用上の注意、故障診断とその処置、保守点検・修理、安全性等に関する情報を、ユーザ、販売施工業者、保守点検業者に、カタログ、ホームページ、取扱説明書、保守点検・修理マニュアル等で情報提供できるか(提供できる仕組みがあるか)	使用
	12.2 撤去、解体、適正処理・リサイクルに関する情報提供	・撤去、解体、適正処理・リサイクルのためにメーカーが必要と考える情報をユーザ、撤去業者、産業廃棄物処理業者に提供できるか(提供できる仕組みがあるか)	適正処理・リサイクル
13 ライフサイクルの各段階における環境負荷低減	13.1 素材段階での環境負荷低減	・資源採取から素材製造までの環境負荷について、可能な限り定量的評価を行う	原材料調達
	13.2 製造工程での環境負荷低減	・部品製造、モジュールの製造までの環境負荷について、可能な限り定量的評価を行う	製造
	13.3 輸送での環境負荷低減	・製造場所からモジュールの使用者までの輸送に関する環境負荷について、可能な限り定量的評価を行う	輸送
	13.4 使用時の環境負荷低減	・使用時における単位面積当たりの発電電力量について、可能な限り定量的評価を行う	使用
	13.5 撤去、解体、適正処理・リサイクル処理時の環境負荷低減	・モジュールの撤去、解体、適正処理・リサイクルに関する環境負荷について、可能な限り定量的評価を行う	適正処理・リサイクル

5. 解説

本章では、4章に掲載したチェックリストの評価項目ごとに評価方法等を詳細に解説する。

5.1 減量化、共通化

5.1.1 減量化

モジュールに使用する原材料を削減するためには、同等の機能を発揮しながら、できるだけ減量化する必要がある。減量化については、モジュールの質量を定格出力で割った値（g/W）で従来機種と比較して評価する。

5.1.2 部品の削減

モジュールに使用されている部品の点数及び種類を、定格出力で割った値（個/W、種類/W）で従来機種と比較して評価する。ここで部品とはウエハ（もしくはセル）、フレーム、カバーガラス、バックシート、充填材、端子箱等を示す。

5.1.3 部品の共通化

部品の共通化については、他機種と共通で使用されている部品の点数を、モジュールに使用されている総部品点数で割った値（%）で従来機種と比較し評価する。モジュールのサイズが他機種と異なり、アルミフレームの長さが異なる場合でも、アルミフレームを押出し成型で作製し、同一の金型を使用していれば、部品の共通化が図られているとみなすことができる。また、同様に、バックシート、充填材に関しても、同一材料を使用し、単に裁断寸法だけが異なる場合も、部品の共通化が図られているとみなすことができる。

5.2 再生資源の使用

5.2.1 再生資源の使用

モジュールに使用されている部品のうち、再生資源を使用した部品の点数及び使用した再生部品の質量を、モジュールの総部品点数及び総質量で割った値（%）で従来機種と比較して評価する。ここで、再生資源とは、自社の使用済み製品から得られた再生プラスチック等のように、自らが資源循環利用をコントロールしている資源に限定され、アルミやガラス・カレット等のように、既に社会インフラとして循環されていて、自らが資源循環利用をコントロールしていない資源は該当しない。

5.3 梱包

5.3.1 梱包材の減量化・減容化・簡素化

モジュールの梱包に使用されている段ボール、コーナークッション等々の梱包材の点数が削減されているか、質量が低減されているか、体積が低減されているかを評価する。具体的には、梱包材の点数、質量、体積を、梱包されるモジュールの定格出力で割った値（個/W、g/W、cm³/W）で従来機種と比較して評価する。一般的には、梱包されたモジュールをパレットに積載し、PPバンド等で固定し、ストレッチフィルムを巻いて出荷するが、出荷枚数により、パレットに積載するモジュール数が変わる場合があるため、パレット、PPバンド、ストレッチフィルム等は評価には含めない。

5.3.2 梱包材の共通化

新しく設計するモジュールの梱包材が他機種の梱包材と共通化されているかを評価する。具体的には共通化されている梱包材の点数を、梱包材の総点数で割った値（%）で従来機種と比較して評価する。段ボール等に型式等が印刷されている場合、当然他機種に使用できないが、梱包材自体が共通であれば、梱包材として共通化が図られているとみなすことができる。

5.3.3 使用済み梱包材の回収・運搬性

開梱後の段ボール、コーナークッション等を回収する場合に、分解あるいは重ね合わせによる減容化、運搬の容易性が図られているかについて、従来機種と比較して評価する。

5.3.4 再生資源の使用

梱包材にリユース梱包材が使用されているか、再生プラスチック等の再生資源が使用されているかを評価する。再生資源が使用されている場合は、再生資源を使用した梱包材の質量を、梱包材の総質量で割った値（%）で従来機種と比較して評価する。

5.3.5 複合材料使用の削減

梱包材として複合材料が使用されていると、梱包材の適正処理・リサイクルを行う際に、その分別が必要となるため、複合材料の使用は削減されることが望ましい。複合材料とは、異種材料を組合わせた梱包材のことで、具体的には、例えば、段ボールに発泡スチロール等を貼付けたもの、あるいは段ボールをホッチキス留めしたもの等を示し、段ボール同士を糊留めしたものは複合材料とはみなさない。これらの複合材料を使用した梱包材の点数、質量を、梱包されるモジュールの定格出力で割った値（個/W、g/W）で従来機種と比較して評価する。

5.3.6 複合材料の分離の容易性

梱包材として複合材料が使用されている場合は、材料ごとの分離が容易かどうかについて、材料ごとに分離するのに要する時間を、梱包されるモジュールの定格出力で割った値（秒/W）で従来機種と比較して評価する。

5.3.7 梱包材のリユース、リサイクル性

使用後の梱包材のリユースの可否・リサイクルの容易性について従来機種と比較して評価する。

5.3.8 梱包材の識別表示

使用済みの梱包材を適正処理・リサイクルするためには、梱包材に識別表示がされていることが望ましい。梱包材として段ボールを使用している場合は、段ボールリサイクル協会等推奨のリサイクル推進シンボルを表示しているかを評価する。

5.4 製造段階における環境負荷低減

5.4.1 廃棄物等の削減

製造段階での単位出力当りの副産物の発生量を評価する。新製品の製造ラインがフル稼働した状態で、一定期間に発生する副産物の総質量を、製造するモジュールの総出力で割った値（g/W）で従来機種と比較して評価する。ここで言う副産物等は製造段階で発生する廃液、排ガス、汚泥、およびバックシートや充填材を裁断した時の端材等を示し、製造不良によって発生する廃棄物は含めない。また、副産物の発生量を製造ライン単位でなく、建屋もしくは工場単位で算出している場合は、新機種の製造ラインがフル稼働した状態で、従来機種を製造していた場合に比べて、建屋もしくは工場単位での副産物の発生量が低減されているかによって評価する。

しかしながら、新製品の設計段階では、製造ラインをフル稼働した状態で実際に発生する副産物の質量の定量はできない。従って、従来機種との製造上での変更点を考慮して、従来機種での副産物の発生量から、新製品の製造工程での副産物の発生量を推定することとする。ただ、この場合でも、量産試作等において、実際に新製品を製造する段階で発生する副産物の質量を再度評価することが望ましい。

また、買入れ部品の製造段階での副産物の発生量は評価に含めない。例えば、セルを購入してモジュール化する場合は、モジュール製造工程での副産物の発生量を従来機種と比較して評価する。

5.4.2 省エネ性

製造段階での電気、ガス等のエネルギー消費量を評価する。新製品の製造ラインが

フル稼働した状態で、一定期間に製造工程で消費するエネルギーを、製造するモジュールの総出力で割った値 (Wh/W) で従来機種と比較して評価する。エネルギー消費量を製造ライン単位でなく、建屋もしくは工場単位で算出している場合は、新機種の製造ラインがフル稼働した状態で、従来機種を製造していた場合に比べて、建屋もしくは工場単位のエネルギー消費量が低減されているかによって評価する。

しかしながら、新製品の設計段階では、実際に製造ラインをフル稼働した状態での製造工程のエネルギー消費量を定量できない。従って、従来機種との製造上での変更点を考慮して、従来機種の製造工程でのエネルギー消費量から、新製品の製造工程でのエネルギー消費量を推定することとする。ただ、この場合でも、量産試作等において、実際に新製品を製造する段階でのエネルギー消費量を再度評価することが望ましい。

また、買入れ部品の製造段階でのエネルギー消費量は評価に含めない。例えば、セルを購入してモジュール化する場合は、モジュール製造工程でのエネルギー消費量を従来機種と比較して評価する。

5.5 輸送の容易化

5.5.1 輸送時の作業性向上

輸送時の作業性を向上させるためには、梱包された状態でのモジュールの質量、体積が低減される必要がある。従って、モジュールを輸送する段階での梱包材を含むモジュールの質量、体積を、モジュールの定格出力で割った値 (g/W 、 cm^3/W) で従来機種と比較して評価する。

5.5.2 輸送時の積載性向上

梱包されたモジュールを輸送する段階で、パレット、コンテナ等に積載する場合に、パレット、コンテナ等への最大積載可能容量 (W/パレット、コンテナ) を従来機種と比較して評価する。

5.6 使用段階における創エネ性の向上

5.6.1 単位面積当たりの出力の向上

モジュールは使用段階で、エネルギーを生み出すものであるため、実際に設置された状態で、どれだけ多くの発電電力量が得られるかが環境配慮の観点で重要となる。この評価を行う場合、一定の面積でどれだけ多くの発電電力が得られるかを評価する必要があるため、新製品のモジュール効率(%) を従来機種と比較して評価する。

5.6.2 温度特性等の向上

実使用状態ではモジュール温度が上昇するため、定格出力が同じでも、出力の温度係数が小さいほうが、より多くの発電電力量が得られる。従って、出力の温度係数（%/°C）を従来機種と比較して評価する。

また、モジュールの照度特性が改善され、低照度での出力低下が抑制されれば、実使用状態での発電電力量が増加するため、新製品の照度特性を従来機種と比較するような項目を追加しても構わない。

5.7 長期使用の促進

5.7.1 耐久性向上

モジュールの耐久性が向上すれば、長期使用が可能となり、結果的に環境負荷低減につながる。そこで、新製品の耐久性について評価する。具体的には自社もしくは第3者機関での JIS 規格等のモジュールの各種信頼性試験結果を従来機種と比較して評価する。JIS 規格等には、各種の信頼性試験項目があり、特定の試験において、従来機種より劣る結果がでることがあるが、実施した全ての信頼性試験結果に基づいて、総合的に従来機種との優劣を評価する。また、試験項目については、JIS 規格等公的規格の試験だけでなく自社で定めた信頼性試験の結果も評価に加え、極力多面的に評価することが望ましい。

5.7.2 耐汚染性の向上

モジュールの表面にゴミが溜り難い構造となっているか、防汚コーティングがなされているか等の耐汚染性について従来機種と比較して評価する。

5.8 撤去の容易性

5.8.1 撤去時の作業の容易性

使用済みモジュールの撤去が容易な構造となっているかを評価する。具体的には、モジュールの取外しに要する時間をモジュールの定格出力で割った値（秒/W）で従来機種と比較して評価する。設置工法によりモジュールの取外しに要する時間が異なる場合は、全ての工法について評価し、総合的に判断することが望ましいが、代表的な工法で評価することもよしとする。

5.9 再資源化等の可能性

5.9.1 リサイクル可能率の向上

モジュール全体としてのリサイクル可能率が向上しているかを評価する。具体的には、下記に示すように、モジュール全体の質量のうち、リサイクル可能な部品・材料の質量の比率を従来機種と比較して評価する。リサイクル可能率は、部品や材料のリサイクル方法によっても異なってくるが、評価の段階で、確立されているリサイクル技術を基本に考える。従って、評価の段階で、当該製品をどのような方法でリサイクルするかを想定して、リサイクル可能率を算出する必要がある。

また、リサイクル可能な材料として、サーマルリサイクル可能な材料も含めることができる。サーマルリサイクルとは、廃プラスチック類を主燃料もしくは助燃材として利用することにより、その燃焼処理により得られる熱量を原材料等の製造工程などに有効利用する行為を示す。具体的には、モジュールの充填材等の樹脂が、燃料等としてその燃焼エネルギーを利用できる場合は、サーマルリサイクル可能な材料とみなすことができる。

また、サーマルリサイクル可能な材料でも、その材質によって、燃焼時に発生する熱エネルギーが異なるが、燃焼可能な材料等は、その質量全てをサーマルリサイクル可能な物質とみなすこととする。

$$\text{リサイクル可能率 (\%)} = \frac{\text{リサイクル可能な部品・材料等の総質量}}{\text{モジュールの総質量}} \times 100$$

5.10 解体、分別処理の容易化

5.10.1 フレーム解体の容易性

分別処理のために、モジュールのフレームの解体が容易な構造となっているかを評価する。具体的には新製品のフレームを取外す際に必要な時間を、モジュールの定格出力で割った値（秒/W）で従来機種と比較して評価する。また、フレームを取外す際に治具、工具が必要な場合は、特殊な治具、工具が不要となっているか、もしくは機械が必要な場合、簡素化された機械で取外し可能かについても合わせて評価する。

一般的に、フレームの取付けは、ネジ固定方式もしくはコーナーピース等を用いた嵌合方式が取られている。新製品と従来機種でフレームの取付け方法が同一であれば、フレームの取外しの容易性の評価は、フレームを取外すのに要する時間での評価が可能であるが、取付け方法が異なる場合は、単純比較が出来ない。嵌合方式の場合、フレームの取外しに大きな力を必要とするため、油圧シリンダーを備えた機械等が必要となる場合があるが、取り外しに要する時間は短い。一方、ネジ固定方式は、ネジを

取外すのに時間を要するが、特別な機械を必要とせず、ドライバー等の簡単な工具だけで取り外しが可能な場合が多い。従って、新製品のフレームの取り付け方式が従来機種と異なっている場合、取外しの容易性を評価するためには総合的判断が必要となる。

5.10.2 フレーム解体で取外すネジの数量・種類の削減

フレームがネジで固定されている場合は、取外す必要があるネジの数量、種類を、モジュールの定格出力で割った値（個/W、種類/W）で従来機種と比較して評価する。

5.10.3 フレーム解体のための情報提供

フレームの固定はネジ固定方式か嵌合方式か、及びフレームのモジュールへの樹脂での接着方法等フレームの取外し及び分別の際に必要な情報を解体業者に提供できるか、提供できる仕組みがあるかを評価する。

5.10.4 端子箱解体の容易性

分別処理のために、モジュールからの端子箱の取外しが容易な構造となっているかを評価する。一般的に端子箱は接着剤でモジュール裏面に取り付けられていることが多い。具体的には、新製品の端子箱を取外すのに必要な時間を、モジュールの定格出力で割った値（秒/W）で従来機種と比較して評価する。

5.10.5 端子箱解体で取外すネジの数量・種類の削減

端子箱がネジでモジュールのフレーム等に固定されている場合は、取外す必要があるネジの数量、種類を、モジュールの定格出力で割った値（個/W、種類/W）で従来機種と比較して評価する。

5.10.6 端子箱解体のための情報提供

端子箱のモジュールへの固定方法等端子箱の取外し及び分別の際に必要な情報を解体業者に提供できるか、提供できる仕組みがあるかを評価する。

5.11 環境保全性

5.11.1 環境負荷物に関する法令及び自主基準への適合

モジュールに含まれる環境負荷物質に関して、法令を順守しているかを評価する。また、自社の自主基準が存在する場合、当該基準に適合しているかを評価する。

5.11.2 環境負荷物質等の減量化

環境負荷物質やその他適正処理・リサイクル処理の際に負荷要因となる原材料が減量化されているかを従来機種と比較して評価する。例えば、モジュールで使用している半田に鉛が含まれている場合、その量が規制値以下であったとしても、その含有量は極力少ないことが望ましい。従って、この場合は鉛を含有する半田の使用量が削減されているか、もしくは半田に含まれる鉛の含有量が削減されているかを、モジュールに含まれる鉛の質量を、モジュールの定格出力で割った値（g/W）で従来機種と比較して評価する。

また、フッ素系バックシートを使用している場合、リサイクル処理の段階で、焼却処理をする場合には、フッ酸が発生し、焼却炉を損傷する懸念があるため、リサイクルの方法によっては、製品に含まれるフッ素が削減されているかについても合わせて評価することが必要となる場合もある。

5.11.3 製造工程で使用される環境負荷物質に関する法令及び自主基準への適合

製造工程で使用される環境負荷物質について、関連法令を順守しているかを評価する。また、自社の自主基準が存在する場合には、当該基準に適合しているかを評価する。

5.12 情報の提供

5.12.1 使用、保守点検、安全性に関する情報提供

使用上の注意、故障診断とその処置、保守点検・修理、安全性等に関する情報を、ユーザ、販売施工業者、保守点検業者にカタログ、ホームページ、取扱説明書、保守点検・修理マニュアル等で情報提供できるか（提供できる仕組みがあるか）。また、従来機種と比較して情報提供の方法及び提供する情報が改善されているかを評価する。

5.12.2 撤去、解体、適正処理・リサイクルに関する情報提供

撤去、解体、適正処理・リサイクルのためにメーカーが必要と考える情報をユーザ、撤去業者、産業廃棄物処理業者に提供できるか（提供できる仕組みがあるか）。また、従来機種と比較して情報提供の方法及び提供する情報が改善されているかを評価する。

5.13 ライフサイクルの各段階における環境負荷低減

資源採取から素材製造、部品製造、モジュール製造、製造場所から製品の使用者までの輸送、使用、撤去、解体、適正処理・リサイクルまでの一連のライフサイクルの各段階における新製品の環境負荷について、従来機種と比較して評価する。具体的に評価する項目としては温暖化負荷（CO₂）、電気、ガスなどのエネルギー消費量等を極力定量的

に従来機種と比較して評価する。

使用時の環境負荷については、モジュールは発電するため、環境負荷としてはマイナス即ち環境貢献する方向に作用する。従って、一定期間の単位面積当たりの発電電力量を算出し、これにより温暖化負荷（CO₂）、電気エネルギー消費の削減量を算出して従来機種と比較して評価を行う。モジュールの発電電力量は、日射量、気温等の設置条件によって異なるため、あらかじめ発電電力量算出の前提とする設置条件を定めておく必要がある。

6. まとめ

これまで太陽電池モジュールが環境配慮設計されているかどうかについての評価方法を述べてきた。ただ、本ガイドラインに沿って、太陽電池モジュールの環境配慮設計を進める上で、製品の安全性とトレードオフとなる場合が出てくる。製品の安全性は何にも増して充分配慮される必要があるため、環境配慮設計を進める段階では、常に製品の安全性が損なわれることのないように十分な検討が必要である。

また、環境配慮設計を進めるに当たり、材料・部品の供給者との協力が欠かせない。材料・部品に含まれる環境負荷物質等の情報を供給者から入手することはもちろん、適正処理・リサイクルするときの注意事項等、環境配慮設計に不可欠な情報を逐次入手することが必要である。

加えて、使用済みモジュールのリサイクル方法に関しては常に最新の情報を入手するように努める必要がある。モジュールのリサイクル方法は、現時点で様々な方法が開発されつつある段階であり、リサイクルの方法によって、リサイクル可能な部品、材料が異なるとともに、解体の容易な構造も異なったものとなる。従って、リサイクル方法によって、環境配慮設計に関して検討する事項が異なってくることを充分認識し、評価の前提とするリサイクル方法を考慮する必要がある。

環境配慮設計とは、絶対的な評価基準に適合しているかどうかではなく、製品のライフサイクル全般において、環境負荷をより低減するように改善を継続する活動である。本ガイドラインを基本として、各社が評価のPDCAを回しながら、各社の実情に合わせて、適時チェックリストを見直し、改善を継続していくことが求められる。

■委員名簿

本ガイドライン作成に関った“適正処理・リサイクル研究会 環境配慮設計ガイドラインワーキンググループ”の委員を以下に記す。

<環境配慮設計ガイドラインワーキンググループ>

リーダー	井上 浩	パナソニック株式会社
委員	太田 信久	株式会社カネカ
〃	田中 和文	京セラ株式会社
〃	相原 史郎	シャープ株式会社
〃	中島 聡司	シャープ株式会社
〃	熊谷 峻	ソーラーフロンティア株式会社
〃	中川 尚治	パナソニック株式会社
〃	今井 孝典	三菱電機株式会社
事務局	亀田 正明	一般社団法人太陽光発電協会
〃	茅岡 日佐雄	一般社団法人太陽光発電協会
〃	岩田 一郎	一般社団法人太陽光発電協会