

# 経済産業省資源エネルギー庁

令和元年度新エネルギー等の導入促進のための広報等事業  
(地方公共団体を中心とした地域の再生可能エネルギー推進事業(太陽光発電))

## 令和元年度 京都版

再生可能エネルギー設備(太陽光発電)の  
設置・運用・メンテ・廃棄に係るガイドライン  
—設置から廃棄まで—

制作

京都府 (法人番号2000020260002)

エコリンクス株式会社 (法人番号5130001050027)

# 目次

はじめに .....	1
本ガイドラインの目的.....	1
本ガイドラインの使い方.....	1
<b>第 1 章 制度、条例 .....</b>	<b>2</b>
1.1 改正 FIT 法 .....	2
1.2 京都府再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例 .....	8
1.3 京都府再生可能エネルギーの導入等促進プラン.....	8
<b>第 2 章 構成機器の基礎知識.....</b>	<b>10</b>
2-1 太陽電池モジュール .....	10
2-2 パワーコンディショナ .....	17
2-3 接続箱.....	22
2-4 高圧機器 .....	24
<b>第 3 章 設計.....</b>	<b>32</b>
3-1 法令への適合.....	32
3-2 システム設計方法と注意点.....	39
3-3 モジュール配置設計方法と注意点.....	43
3-4 塩害対策.....	47
3-5 発電量試算.....	49
3-6 架台強度、地盤強度（地上設置） .....	53
3-7 設計起因の不具合.....	58
<b>第 4 章 施工.....</b>	<b>61</b>
4-1 現地調査 .....	61
4-2 安全対策 .....	62
4-3 モジュール設置工事 .....	64
4-4 電気工事 .....	65
4-5 施工起因の不具合.....	68
<b>第 5 章 保守点検・メンテナンス.....</b>	<b>69</b>
5-1 点検・検査.....	69
5-2 点検項目と点検方法.....	70

5-3 測定機器の使用方法.....	73
5-4 除草、清掃.....	74
<b>第6章 不具合事例、不具合原因の実例.....</b>	<b>75</b>
6-1 モジュール不具合事例.....	75
6-2 架台不具合事例.....	76
6-3 配線不具合事例.....	77
6-4 パワーコンディショナ不具合事例.....	78
6-5 その他の不具合事例.....	79
6-6 点検・計測時の不具合事例.....	80
<b>第7章 廃棄.....</b>	<b>81</b>
7-1 耐用年数.....	81
7-2 廃棄の方法.....	84
7-3 災害にあったシステムの取扱.....	91
7-4 再利用.....	93
<b>参考文献など.....</b>	<b>97</b>
<b>付録.....</b>	<b>98</b>
京都府太陽光発電保守点検事業者データベース.....	98

# はじめに

## 本ガイドラインの目的

平成 24 年に開始された再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、太陽光発電を中心に、再生可能エネルギー発電設備の導入が急速に拡大し、エネルギーインフラとして長期にわたり安定的に発電を継続していくことが求められています。

長期安定的に発電を継続するためには、地域の太陽光発電事業を支える設計・施工、保守点検、修繕等の産業基盤が確立され、適切に実施されることが必要となりますが、その知識や必要性が十分に理解されず、適切に設計・施工、保守点検、修繕等が実施されていない場合があります。

本ガイドラインは、太陽光発電事業の制度、設置から廃棄に至るまでの基本的な情報を整理し、広く皆様に配信することで、適切な設計・施工・保守点検、修繕等の実施を推進し、長期にわたり安定的に太陽光発電が継続されることをサポートすることを目的としています。

## 本ガイドラインの使い方

本ガイドラインは、太陽光発電の関わる全ての方（発電事業者（所有者）、企画販売、設計施工、保守点検の事業者、京都再エネコンシェルジュ）を対象に作成しています。その中でも特にお読みいただきたい章を下記に記しています。下記を参考にご覧ください。

対象	発電事業者	企画販売	設計施工	保守点検	京都再エネコンシェルジュ
第 1 章 制度、条例	○	○	○	○	○
第 2 章 構成機器の基礎知識	○				○
第 3 章 設計		○	○		○
第 4 章 施工		○	○		○
第 5 章 保守点検・メンテナンス	○	○	○	○	○
第 6 章 不具合事例、不具合原因の実例	○	○	○	○	○
第 7 章 廃棄	○	○		○	○

この事業は、経済産業省資源エネルギー庁の「平成 29 年地方公共団体を中心とした地域の再生エネルギー推進事業」及び「令和元年度新エネルギー等の導入促進のための広報等事業」の一環として実施しています。ご不明な点がございましたら下記事務局までお問合せください。

経済産業省資源エネルギー庁  
令和元年度新エネルギー等の導入促進のための広報等事業事務局（エコリンクス株式会社内）



〒619-0225 京都府木津川市木津川台 9 丁目 6 番地

メール：[meti@eco-linx.jp](mailto:meti@eco-linx.jp) TEL:050-3116-6900 FAX:050-3153-3007

# 第1章 制度、条例

## 1.1 改正 FIT 法

### 概要〈全体像〉

まず、改正 FIT 法の全体像を見ていきましょう。



## 概要 <発電事業者の手続きと義務>

改正 FIT 法は、発電事業者に 2 つの手続きと 3 つの義務を求めています。

では、どのような手続きと義務があるのかを見ていきましょう。

### 手続き

#### 事業計画申請

旧固定買取価格制度では「設備認定」

- ・改正 FIT では「事業計画認定」

#### 接続契約

- ・電力会社に再生可能エネルギーの電気を売るための契約
- ・改正 FIT 法では先に接続契約が締結されないと「事業計画認定」の取得ができない

### 義務

#### 標識掲示

- ・発電事業者、保守管理責任者情報などを記載した標識の掲示

#### フェンス設置

- ・地上設置型の低圧・高圧の発電所には、構内に容易に立ち入る事が出来ないような対策が必要

#### メンテナンス実施

- ・定期的に発電設備の点検を行うことで、発電停止や機器異常による発電口スを防ぎ、発電性能を維持

以上が、改正 FIT 法の概要<sup>1</sup>です。遵守する事項に違反した場合は認定が取消される可能性もあります。

改正 FIT 法について、詳しくは以下に記載いたします。

<sup>1</sup> 参照：資源エネルギー庁「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」

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102441.pdf>

参照：資源エネルギー庁「FIT 法改正で私たちの生活はどうか？」

<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/FITkaisei.html>

参照：事業計画策定ガイドライン（太陽光発電）

[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/kaitori/dl/FIT\\_2017/legal/guideline\\_sun.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/dl/FIT_2017/legal/guideline_sun.pdf)

## 背景

固定価格買取制度は、平成 24 年（2012 年）7 月に、「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」によって開始されました。この制度は、再生可能エネルギーで発電した電力を電力会社が買い取る際の価格（＝FIT（Feed In Tariff））、および買取期間を法律によって定める、というものです。当制度が出来る以前の FIT は「売り買い同額」という原則でしたが、制度施行後は買取価格がそれまでの 2～4 倍となった事で大幅な売電金額増となったこともあって、太陽光発電システムが急速に拡大しました。下表は 2009 年以降の買取単価の推移を示しています。

年度	住宅用（10kW 未満）		産業用（10kW 以上）	
	買取単価（税込）	買取期間	買取単価（税抜）	買取期間
2009 年以前	系統電力と同程度、期間は未定義（10 年が標準）			
2009 年	48 円	10 年	系統電力と同程度	期間は未定義 （10 年が標準）
2010 年	48 円	10 年		
2011 年	42 円	10 年		
2012 年	42 円	10 年	40 円	20 年
2013 年	38 円	10 年	36 円	20 年
2014 年	37 円	10 年	32 円	20 年
2015 年	33 円(*1)	10 年	29 円	20 年
2016 年	31 円(*1)	10 年	24 円	20 年
2017 年	28 円(*1)	10 年	21 円	20 年
2018 年	26 円(*1)	10 年	18 円(*2)	20 年
2019 年	24 円(*1)	10 年	14 円(*2)	20 年

(\* ) 出力制御義務なしの地域

(\* 2) 入札対象外の場合（2018 年度 2000kW 未満、2019 年度 500kW 未満）

一方で制度創設以降に新規参入した再生可能エネルギー発電事業者の中には、専門的な知識が不足したまま事業を開始する者も多く、安全性の確保や発電能力の維持のための十分な対策が取られない、防災・環境上の懸念等をめぐり地域住民との関係が悪化する等、種々の問題が顕在化しました。

そこで、適切な事業実施の確保等を図るため、平成 28 年（2016 年）6 月に FIT 法が改正されました。この改訂により発電所創設にあたって必要であった従来の「設備認定」から、再生可能エネルギー発電事業計画（以下「事業計画」という。）の提出・認定が必要となりました。

固定価格買取制度は、電気の利用者が負担する賦課金によって支えられている制度であり、認定を受けた再生可能エネルギー発電事業者は、その趣旨を踏まえた上での事業運営、および FIT 法の遵守が求められています。

## 事業計画の概要・遵守事項

事業計画が下記内容に合致している事が求められています。

- ①再生可能エネルギー電気の利用の促進に資するものである。
- ②円滑かつ確実に事業が実施されると見込まれる。
- ③安定的かつ効率的な発電が可能であると見込まれる。

さらに、この事業計画に基づく事業実施中の保守点検及び維持管理並びに事業終了後の設備撤去及び処分等の適切な実施の遵守を求め、違反時には改善命令や認定取消しを行うことが可能とされています。

事業計画で求められる遵守事項は以下の内容です。

- ・事業計画策定ガイドライン<sup>2</sup>に従って適切に事業を行うこと。
- ・安定的かつ効率的に再生可能エネルギー発電事業を行うために発電設備を適切に保守点検及び維持管理すること。
- ・関係ない者が発電設備にみだりに近づくことがないよう、適切な措置を講ずること。
- ・接続契約を締結している一般送配電事業者又は特定送配電事業者から国が定める出力抑制の指針に基づいた出力抑制の要請を受けたときは、適切な方法により協力すること。
- ・発電設備又は発電設備を囲う柵塀等の外側の見えやすい場所に標識を掲示すること。  
(20kW未満の太陽光発電の場合を除く。)
- ・再生可能エネルギー発電事業に関する情報について、経済産業大臣に対して正確に提供すること。
- ・再生可能エネルギー発電事業で用いる発電設備を処分する際は、関係法令(条例を含む。)を遵守し適切に行うこと。
- ・認定の取得から3年以内に運転を開始できない場合には、変更された調達期間により再生可能エネルギー発電事業を行うこと。(10kW以上の太陽光発電の場合のみ)
- ・再生可能エネルギー発電事業を実施するに当たり、関係法令(条例を含む。)の規定を遵守すること。

---

<sup>2</sup> 参照：事業計画策定ガイドライン(太陽光発電)

[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/kaitori/dl/FIT\\_2017/legal/guideline\\_sun.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/dl/FIT_2017/legal/guideline_sun.pdf)



## 事業計画認定の審査基準

事業計画認定の審査基準及び審査に必要な書類を次にまとめます。

### (1) 分割禁止

認定基準	特段の理由がないのに一の場合において複数の再生可能エネルギー発電設備を設置しようとするものでないこと
審査基準	①同一の地番又は地権者が同一（申請日の1年前まで遡って同一の場合も含む）の一団の土地において他の認定事業計画がないこと ②隣接の地番で設置事業者又は保守点検及び維持管理の責任者が同一の他の認定事業計画がないこと
必要書類	設備所在地の登記簿謄本（分割の疑義が生じた場合は、審査の過程で、分割疑義対象案件の登記簿謄本や当該案件との位置関係が分かる公図等を求める）

### (2) 保守点検及び維持管理

認定基準	再生可能エネルギー発電設備を適切に保守点検及び維持管理するために必要な体制を整備し、実施するものであること
審査基準	①保守点検及び維持管理の責任者が明確であること ②保守点検及び維持管理の計画が明確であること

### (3) 設備の廃棄

認定基準	再生可能エネルギー発電設備の廃棄その他の認定の申請に係る再生可能エネルギー発電事業を廃止する際の発電設備の取扱いに関する計画が適切であること
審査基準	事業計画において廃棄費用が計上されていること

### (4) 標識の掲示

認定基準	外部から見やすいように再生可能エネルギー発電事業を行おうとする者の氏名又は名称その他の事項について記載した標識を掲げるものであること （太陽光発電設備 20kW 未満・屋根置きは除く）
審査基準	設備配置図上で標識を掲示する場所が明示されていること
必要書類	構造図（設備配置図）

## (5) 土地の確保

認定基準	再生可能エネルギー発電設備を設置する場所について所有権その他の使用の権限を有するか、又はこれを確実に取得することができると認められること
審査基準	必要書類が揃っていること
必要書類	土地登記簿謄本、他者所有地の場合は賃貸借契約書等（土地所有者の同意書でも可とするが、認定日の翌日から起算して180日以内に契約書等の土地の確保を証する書類の提出がなければ認定取消しの対象に）

### 保守点検及び維持管理に関わる内容

再生可能エネルギー発電事業を安定的に行うためには、発電設備の性能低下や運転停止といった設備の不具合、発電設備の破損等に起因する第三者への被害を未然に防ぐため、発電設備の定期的な巡視や点検の実施が重要です。

また、運転開始後に適切な対応を確実に実施するためにも、事業の計画段階において、保守点検及び維持管理に係る適切な実施計画の策定及び実施体制の構築が必要です。具体的には下記となります。

- ①保守点検及び維持管理に係る実施計画（点検項目及び実施スケジュールを含む。）を策定すること。その際、関係法令及び条例の規定に従い、保守点検及び維持管理計画の策定及び体制の構築を行うこと。
- ②電気事業法の規定により保安規程の届出義務がある場合、この保安規程を踏まえた保守点検及び維持管理計画を策定すること。
- ③策定した保守点検及び維持管理計画に基づき、適切に保守点検及び維持管理を実施する体制を構築すること。電気事業法の規定により選任した電気主任技術者が必要な場合、その者を含めた体制とすること。
- ④発電設備の事故発生、運転停止、発電電力量の低下などの事態が発生した時の対応方針を関係者間で事前に定め、発生時に関係者との連携が円滑に実施できる体制を構築すること。
- ⑤保守点検及び維持管理計画の策定、体制の構築に当たっては、民間団体が定めるガイドライン等<sup>3</sup>を参考にし、当該ガイドライン等で示す内容と同等又はそれ以上の内容により、事業実施体制を構築するように努めること。
- ⑥保守点検及び維持管理計画を事業実施期間にわたって保管すること。

<sup>3</sup> 一般社団法人日本電機工業会／一般社団法人太陽光発電協会 「太陽光発電システムの保守点検ガイドライン」

## 1.2 京都府再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例

### 条例概要

京都府再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例は、再生可能エネルギーの供給量の増大等を図り、地球温暖化対策の推進と地域社会及び地域経済の健全な発展を目指すことを目的に平成 27 年 7 月 13 日に制定され、平成 28 年 1 月 1 日に全面施行されました。

条例では、再生可能エネルギー設備を導入しようとする場合は、法令の規定を遵守するとともに、周辺の環境への負荷を低減、良好な環境を創出することその他の環境の保全に関する活動を行うよう、努めなければならないとしています。

京都府再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例リーフレット

<http://www.pref.kyoto.jp/energy/documents/leaflet.pdf>

京都府再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例全文

<http://www.pref.kyoto.jp/energy/documents/jourei.pdf>

## 1.3 京都府再生可能エネルギーの導入等促進プラン

### プラン概要

京都府では「再生可能エネルギーの導入等促進プラン」について府民から意見を募集、その意見を考慮した上で、「再生エネルギー導入等促進プラン」を取りまとめて、公表しています。

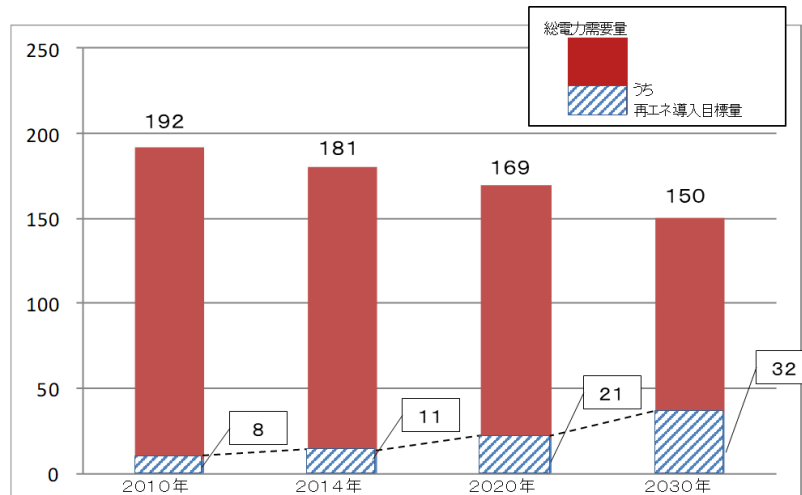
このプランは京都府再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例に基づいて、再生可能エネルギーの導入促進に関する目標及びその実施のために必要な事項を定めたものとなっています。

再生化のエネルギーの導入等促進プラン

<http://www.pref.kyoto.jp/energy/documents/2015action-plan.pdf>

## 目標・施策

2020年に京都府内の総電力需要の12%（約21億kWh）、を再生可能エネルギーでまかなう事を目標としています（2014年度比倍増）。



目標達成の施策として、次に示す様々な制度を設けています。

	家庭	事業者	地域
再生エを 創る	設備標準化	自立型再生エネアドバイザー 自立型再生エネ導入計画認定制度 自立型再生エネ導入補助金	再生エ普及員 導入支援団体登録制度 地域エネルギー供給事業の創設
再生エを 貯める	京都再生エネ コンシエール 自立型再生エネ 導入補助金		
再生エを 賢く使う	再生エポータルサイト 創設 普及啓発・環境教育		

## 第 2 章 構成機器の基礎知識

### 2-1 太陽電池モジュール

#### 名称

太陽電池の名称を図 2-1 に示しています。

セル : 太陽電池素子をセルと呼びます。インゴットを薄く切り、電極を付けたもの

モジュール : セルを複数枚配列し、屋外で利用できるように強化ガラスで覆い、周辺にアルミフレームを施したもの

アレイ : モジュール (パネル) を複数枚、直列あるいは並列に配列し架台に設置したもの

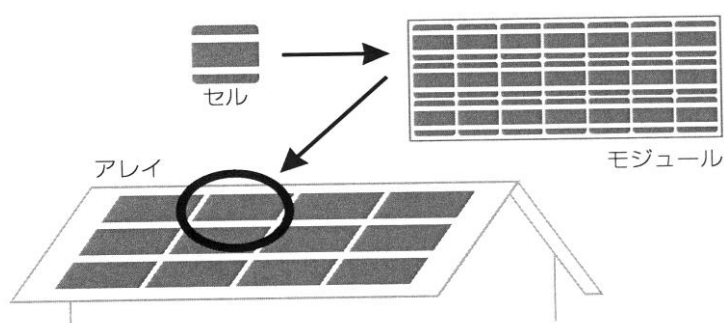


図 2-1 太陽電池の名称

#### シリコン太陽電池の電気的特性

シリコン材料で作られた太陽電池セルは以下のような電気的特性をもっています。

セル出力電圧 : 約 0.5V

セル出力電流 : 面積に比例 (155mm角 (6 インチ) の場合で約 9 A)

太陽電池モジュールはセルが直列接続された構成となっているため、モジュール内のセル枚数によってモジュールの電気的特性が決定される事になります。

(例 1) 155mm角のセルが 60 枚搭載された太陽電池モジュールの場合

モジュール出力電圧 = 約  $0.5V \times 60$  = 約 30V

モジュール出力電流 = 約 9A (セル出力電流と同じ)

モジュール出力電力 =  $30V \times 9A$  = 270W

## 太陽電池モジュールの構造

シリコン結晶系太陽電池モジュールの構造は図 2-2 のようになっています。

- ・セルは金属線（インターコネクタ）で直列に接続されています。
- ・モジュールは、セルをバックシートとカバーガラス（強化ガラス）の間に充填剤（EVA）とともに封入した構造となっています。
- ・外周に強度アップ、取扱性と架台への取付性向上のためのアルミフレームが施されています。また内部に水分が侵入しないようにシール材が施されています。

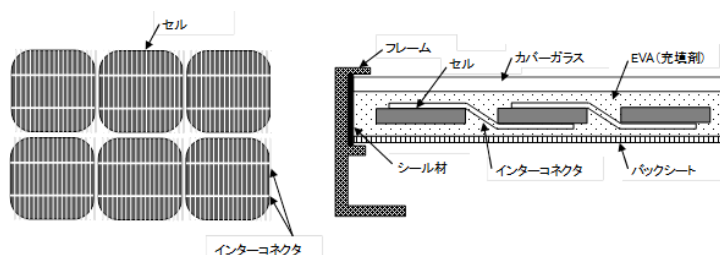


図 2-2 シリコン結晶系太陽電池モジュールの構造

## 定格発電量

太陽電池の定格発電量（＝カタログ数値）は、以下の条件で測定されます。

モジュール温度	: 25℃
分光分布 A M（エアマス）	: 1.5
放射照度	: 1,000W／平方メートル

### ①モジュール温度 25℃

太陽電池は、「温度が高くなると電圧が低下し、逆に温度が下がると電圧が上昇する」という性質があります。発電量の正しい評価測定をするため、モジュールの温度を標準状態（25℃）と定めています。

### ②分光分布 A M（エアマス） 1.5

「エアマス（Air Mass）」とは太陽の光が地上に届くまでに通過する大気量を表します。

太陽光は大気中の空気分子などによって散乱を受けます。太陽光線には様々な波長の光が含まれていますが、散乱による減少は全波長に現れ、特に短波長領域（紫外線領域）に大きく現れます。

したがって通過する大気量によって太陽電池に入射する光の成分が変化するため、測定時の条件としてエアマスを規定しています。

大気層を通過しない状態、すなわち大気圏外でのエアマスを「AM0」、通過する大気層が最も短くなる状態でのエアマスを「AM1」と規定しており、通過する大気層の距離が長いほどエアマスの値が大きくなります。

「AM1.5」とは、AM1よりも空気層を1.5倍長く通る事をあらわしており、これは垂直から48.2度傾けた状態です。



太陽電池の等価回路を図 2-5 に示します。太陽電池は電流源とダイオードの構成となります。

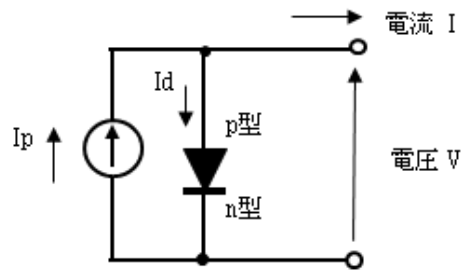


図 2-5 太陽電池の等価回路

I - V特性は一定ではなく、環境条件によって変化します。

◆日射強度による変化

日射強度による太陽電池の出力の変化を図 2-6 に示します。

日射強度は電流に大きく影響します。日射強度の減少によって電流が小さくなるため、出力電力も小さくなります。

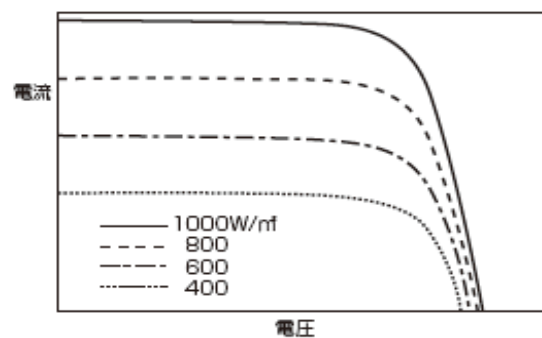


図 2-6 I-V 特性の日射強度による変化

◆温度による変化

温度による太陽電池の変化を図 2-7 に示します。

温度は電圧に大きく影響し、温度が上がると電圧が低下する負の温度特性です。結晶系シリコンの場合は温度が 1℃ 上がると、電圧は約 0.3% 小さくなります。

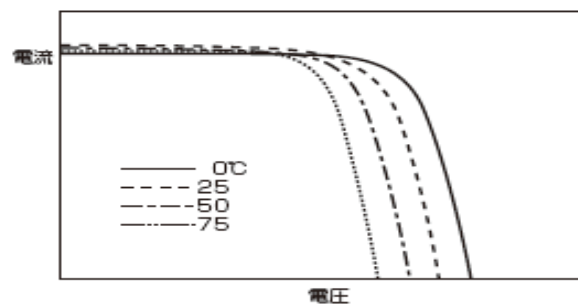


図 2-7 I-V 特性の温度による変化



## 影の影響とバイパスダイオード

太陽電池に影がかかると、日射強度が弱くなるため電流値が小さくなります。太陽電池モジュールはセルが直列接続されているため、一部のセルの電流値の低下がモジュール全体の電流値を下げてしまう結果となります。

図 2-8 にモジュールの構造を模擬的に示します。全てのセルが直列で接続されています。単純に全てが直列に接続されているわけではなく、列方向に分割された様な形となっており（このブロックをクラスタといいます）、各クラスタにはバイパスダイオードが取り付けられています。図では 1 クラスタが 2 列のセルで、3 クラスタの構成となっています。

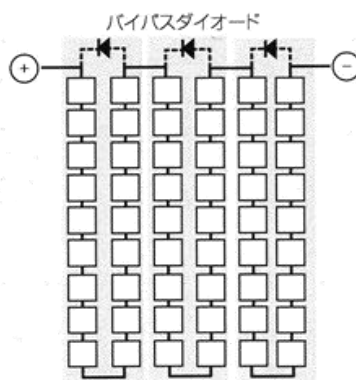


図 2-8 クラスタとバイパスダイオード

モジュールの一部に影がかかり、セル電流値が低下した場合、セルは直列接続されているためモジュールの電流値は影がかかっているセルの電流値になります。すなわち一部の影がモジュール全体の電流値に影響を及ぼします。バイパスダイオードは電流の迂回路をつくり、電流値の低下したセルの影響を受けないようにする働きをしています。バイパスダイオードによって迂回路が作られたモジュールの電流の流れを図 2-9 に示します。

このように 1 枚のセルが発電低下（= 電流低下）すると、モジュール全体に低下した電流の影響が及ばないように、発電低下したセルを含むクラスタ全体をバイパスダイオードの方に電流を迂回させます。迂回した場合にはこのクラスタには電流が流れない状態となるため、1 クラスタ分（図では 1 8 枚）は発電には寄与しておらず、モジュールの発電電力は  $2/3$  となります。

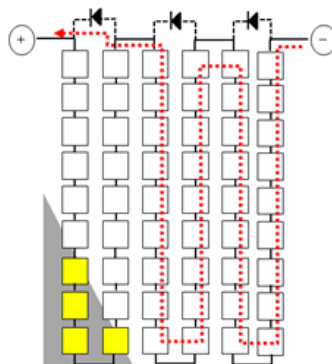


図 2-9 影がかかった場合の電流の流れ

## 太陽電池の火災リスク

2019年1月28日、消費者庁より「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」という報告書が発表されました。

住宅用太陽光発電からの火災、発火、発煙、過熱等の事故は、平成20年3月から平成29年11月までに、127件発生しています。このうち原因不明または調査中のものを除いた72件について、太陽電池モジュール又はケーブルから発生した事故が13件、パワーコンディショナ又は接続箱から発生した事故が59件となっています。

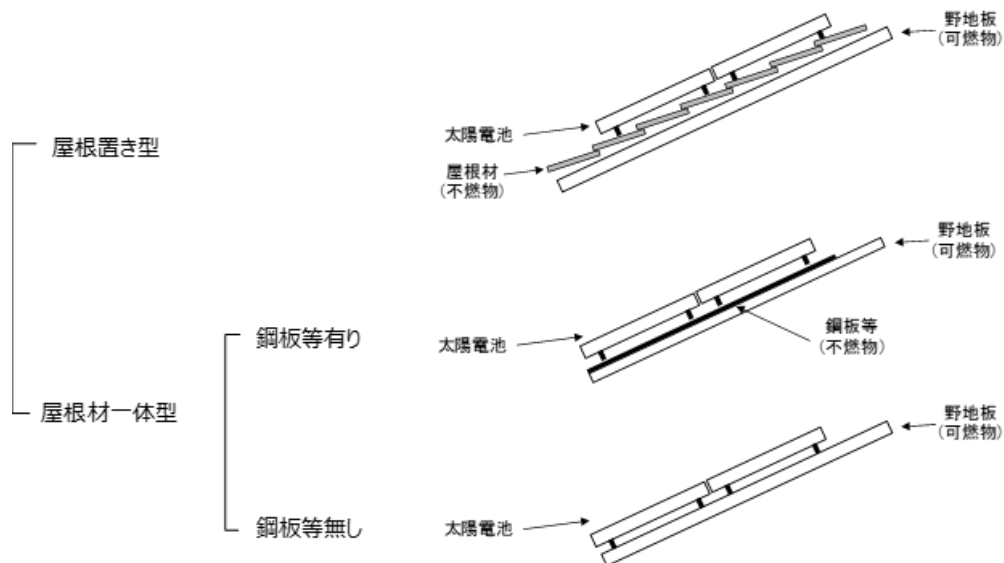
このうち住宅の一部にまで火災が拡大した事故は7件で、この7件は屋根材一体型の太陽電池で鋼板等無し型の施工、という方法で設置されたものです。

### <太陽電池の屋根への設置方法>

太陽電池を屋根に設置する方法として、下記の2つがあります。

- ・瓦やスレート等の屋根材の上に太陽電池を設置する「屋根置き型」
- ・太陽電池を屋根材として兼用する「屋根材一体型」

また屋根材一体型には、太陽電池と野地板（可燃物）の間に不燃物である鋼板等有る場合と無い場合があります。



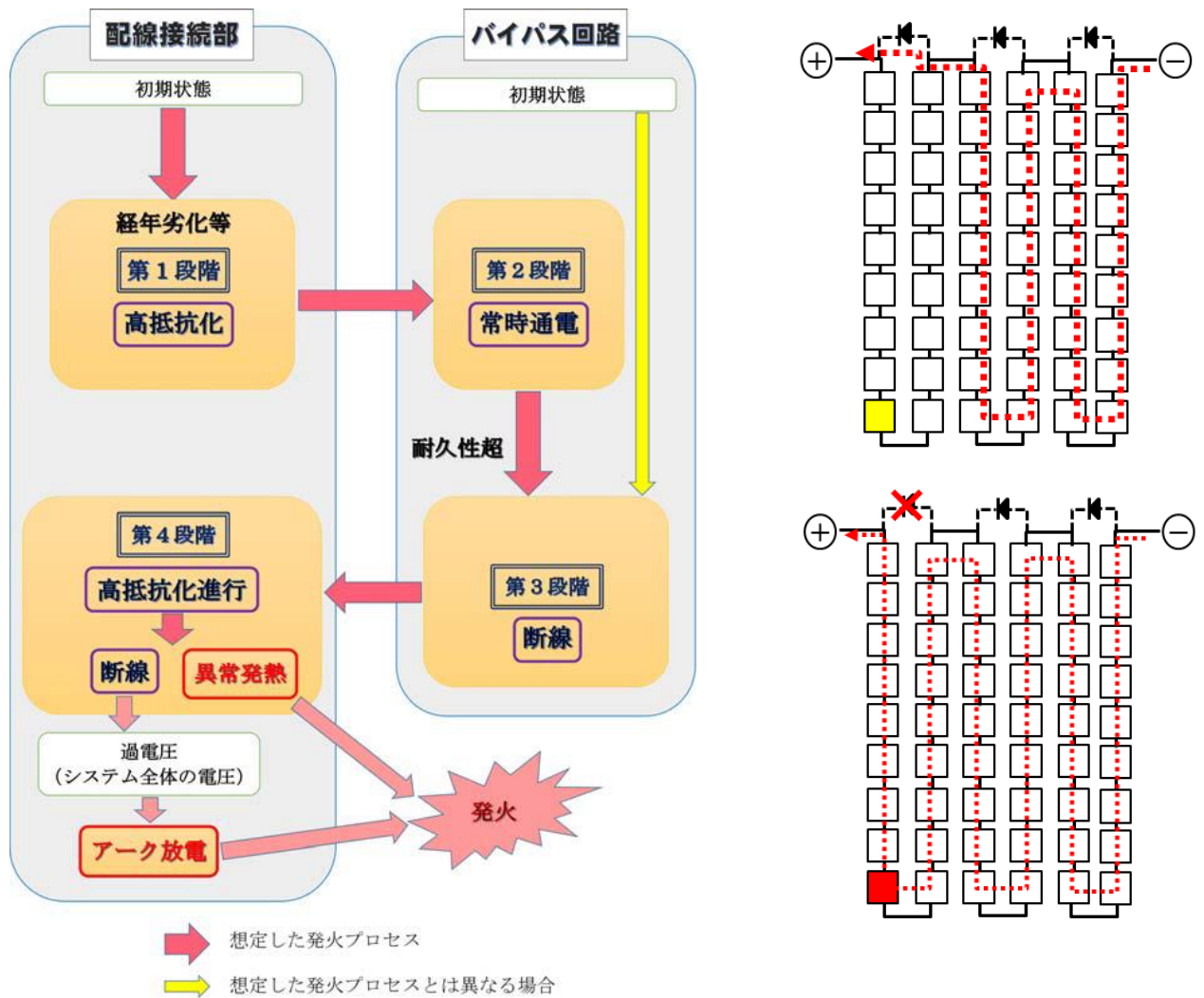
### <住宅火災のリスク>

太陽電池又はケーブルが経年劣化などの原因で発熱・発火した場合、可燃物である野地板と太陽電池の間に不燃物があれば、可燃物への延焼を防ぐことができます。屋根置き型や、屋根材一体型の鋼板等有りの場合は、太陽電池と可燃物の間に不燃物があるため、住宅火災のリスクは小さくなります。

屋根材一体型の鋼板等無しの場合は、間に不燃物がないため、住宅火災のリスクは大きくなります。

住宅に設置された約 2,374,700 棟の太陽光発電のうち、屋根材一体型の太陽電池で鋼板等無し型での設置は、約 4.5% (約 107,000 棟) です。

<バイパスダイオードの不具合が原因の場合の発火に至るプロセス>



## 2-2 パワーコンディショナ

### パワーコンディショナの機能

パワーコンディショナの代表的な機能を以下に示します。

- ・直流電力を交流電力に変換する

→太陽電池の出力は直流である。一方で系統電力は交流である。

このため直流→交流の変換が必要となる。この機能をおこなう部分をインバータ (Inverter)という。

- ・発電電力を系統側に逆潮流させる

- ・太陽電池の発電電力を最大限に取り出す (MPPT 機能)

→発電電力は日射量や温度によってめまぐるしく変化するため、常に最大電力となるように太陽電池の動作状態を制御する。

- ・電力系統の品質を確保するための機能

→電圧値、周波数、ひずみ率、力率を基準に合うように制御する。

- ・異常時や停電時に自動運転停止を行う機能

### 基本構成

パワーコンディショナは図に示すように、接続箱機能、昇圧部 (DC/DC コンバータ)、インバータ部、フィルタ部、制御回路から構成されています。

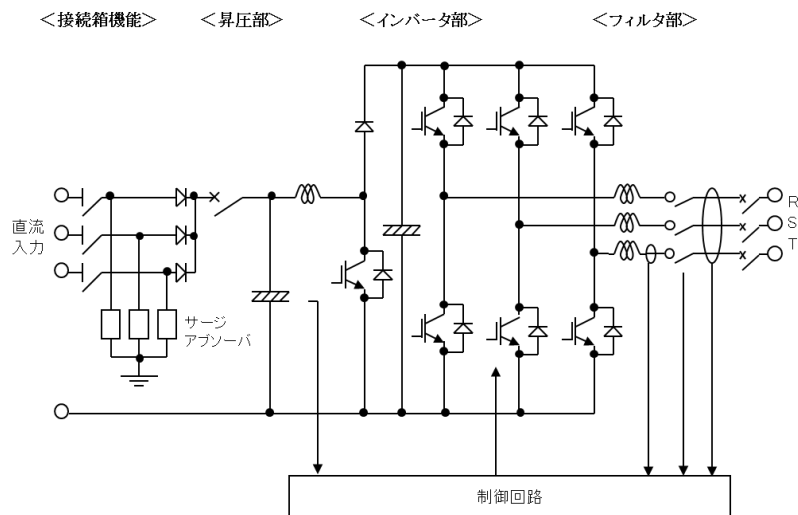


図 2-10 三相パワーコンディショナのブロック図

## インバータ動作

直流を交流への変換はインバータ動作によって行われます。インバータ動作は下図のようにスイッチ動作を周期的に繰り返すものです。

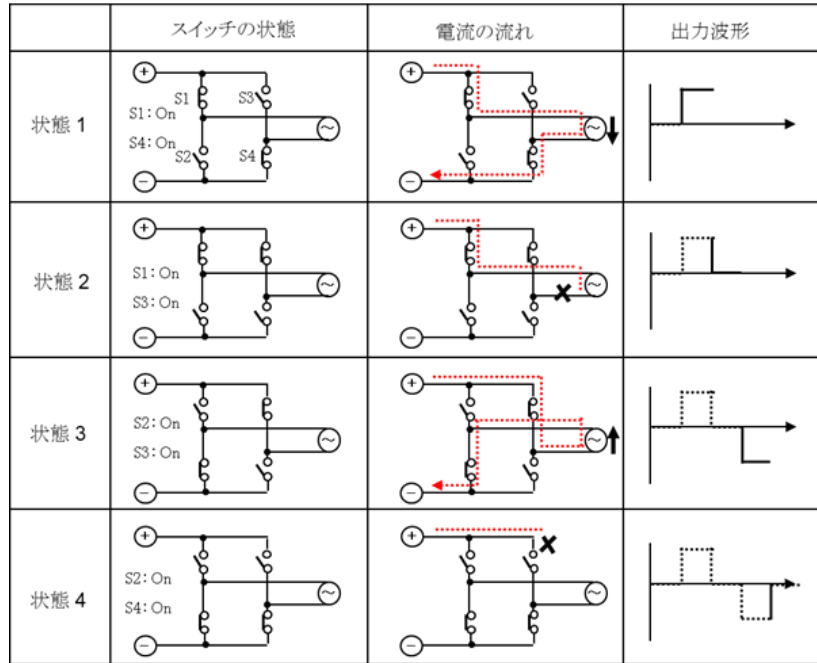


図 2-11 インバータ動作

## 最大出力追従制御 : MPPT(Maximum Power Point Tracking)

太陽電池の出力電力は、日射量と温度によって大きく変化します。

日射量が変化した場合の太陽電池の出力電力－出力電力特性を図 2-12 に示します。

出力電力が最大となる点（最大出力点）の電圧（最大出力動作電圧）は、個々のカーブによって異なっている事がわかります。仮に太陽電池の出力電圧が固定されていると、日射量によってカーブが変化した場合に最大電力が得られない事になります。

× s × パワーコンディショナは太陽電池の出力電力が最大となるように、太陽電池の出力電圧を変化させます。この機能を最大出力追従制御（MPPT）といいます。

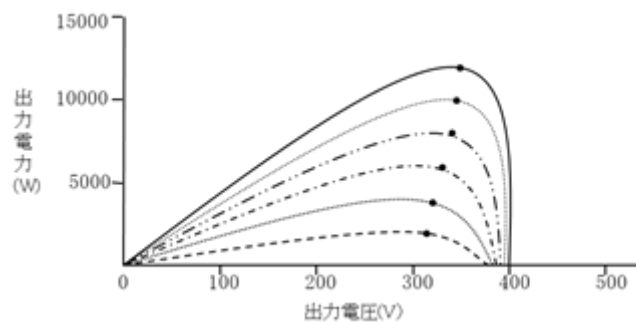


図 2-12 最大出力点の変化

## 系統保護

太陽光発電システムは、電力系統と連系されるため、電力会社との受給契約の中で電力系統の電力品質を落とすてはならない事になっています。具体的には下記の内容となります。

- ①商用系統の供用信頼度(停電)及び電力品質(電圧・周波数・力率等)に対して悪影響を及ぼさないこと
- ②公衆及び作業者の安全確保、並びに電力供給設備または、他の需要家に悪影響を及ぼさないこと

パワーコンディショナの出力に異常が発生した場合、これを検知して速やかに運転を止め、系統側の安全を確保するための装置を取り付ける事が義務付けられています。パワーコンディショナが異常と判断する数値は整定する事ができるようになっており、下表は単相 3 線式 100V の場合での出力異常と判断する標準的な整定値を示しています。

種別	記号	標準整定値
過電圧継電器	OVR	115V
不足電圧継電器	UVR	80V
周波数上昇継電器	OFR	51.0 Hz/61.0 Hz
周波数低下継電器	UFR	48.5 Hz/59.0 Hz

## 自動電圧調整機能（電圧上昇抑制機能）

太陽光発電システムから電力系統に電気を逆潮流させるために、パワーコンディショナの出力電圧は系統の電圧に比べてわずかに高くなるようにしています。

一方で系統電圧は電気事業法によって規定されています。例えば単相 3 線式の場合は  $101V \pm 6V$  となっています。パワーコンディショナは系統電圧が法定範囲を超えないように出力電圧を調整します。この機能を自動電圧調整機能または電圧上昇抑制機能といいます。

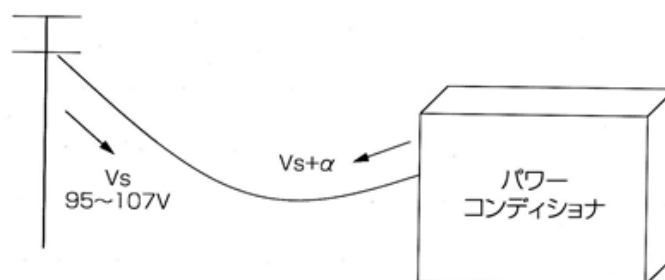


図 2-13 パワーコンディショナの出力電圧

### <自動電圧調整機能の動作>

#### ・進相無効電力制御（第1段階）

系統に連系するパワーコンディショナは、系統電圧と出力電流の位相を同相とし、常時は力率1で運転している。連系点の電圧が上昇し進相無効電力制御の設定電圧以上になると、力率1の制御を解消し、インバータの電流位相を系統電圧より進める。

それに伴い系統側から流入する電流が遅れ電流となり、連系点の電圧を下げる方向に作用する。

進相無効電力制御による電圧上昇の抑制効果は、最大で2～3%となる。

#### ・出力制御（第2段階）

進相無効電力制御による電圧抑制が限界に達し、それでも系統電圧が上昇する場合には、太陽光発電システムの出力そのものを制限（出力電流値を小さくする）して連系点の電圧の上昇を防止するように動作する。

## 単独運転防止

電力系統が停電しているにもかかわらず、太陽光発電システム側から系統に電力が供給されている状態を単独運転といいます。

停電の際に復旧をおこなう作業者は、電力会社からの連絡によって停電状態となっている事を前提に作業をおこなっており、ここに太陽光発電システム側からの電気が流れてくると感電事故となってしまいます。

このために停電時には太陽光発電システムの運転を止める、単独運転防止機能が必要となります。

単独運転は人命にかかわる重大事故を引き起こす危険があるため、単独運転の検出は、受動的／能動的の2つの方法があり、各1方式以上を有する事が系統連系ガイドラインで決められています。

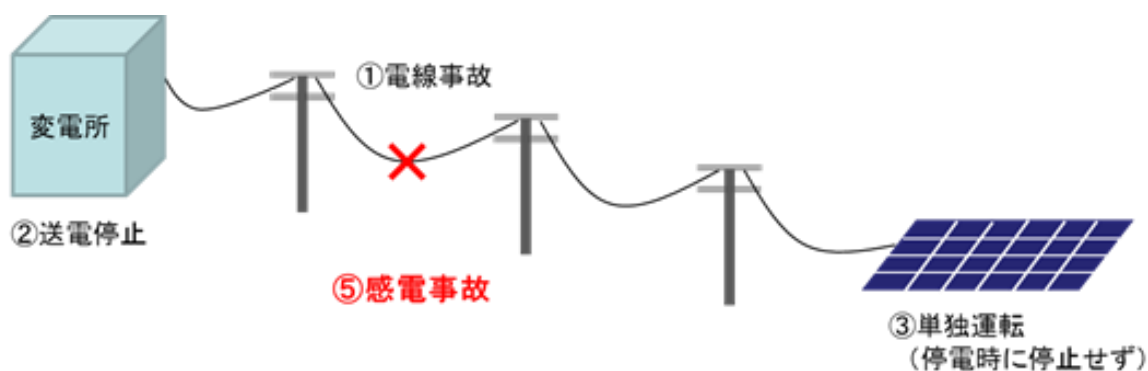


図 2-14 単独運転の危険性

## 出力抑制

出力抑制とは電力会社が電力の買い取りを中断することです。

これは電力の需要に対して供給が上回った場合、太陽光や風力発電所から電力系統への電力の受け入れを停止し、電力の需給バランスを保つことが狙いであり、電力インフラを守るための措置です。

### <出力抑制が必要な理由>

電力は需要に対して同じ量を供給しなければなりません（同時同量の原則）。

この需給が偏ると周波数数字のバランスが崩れてしまいます。（需要>供給の場合は周波数低下、需要<供給の場合は周波数上昇）このような事態になると電気設備の不調や大規模停電を招く恐れがあります。

2014 年秋に、発電事業者が電力系統との接続を申請しても、電力会社が受付を中断する事態が全国で起きた（いわゆる「接続保留」問題）。その結果多くの発電所の新設工事が停滞する事となり、せっかくの普及にブレーキがかかる結果となってしまいました。

この事態を打開するために出力抑制のルールが出来ました。

30 日ルール（旧ルール）	無保障の出力制限をする上限を年間 30 日とする
360 時間ルール（新ルール）	無保障の出力制限をする上限を年間 360 時間とする
指定ルール	無補償の出力制御の上限がない。

ただし現時点では出力抑制は 10kW 以上の太陽光発電が対象であり、10kW 未満の住宅用太陽光発電に対しては出力抑制は適用されていません。

## 過積載

パワーコンディショナの定格出力よりも、モジュール出力が大きい状態を過積載といいます。また両者の出力の比率を過積載率といいます。

太陽電池モジュールの出力は、設置されている環境において定格出力条件（モジュール温度：25℃、放射照度：1000W/m<sup>2</sup>、AM：1.5）ではない場合がほとんどです。特に温度（冬季でも直射日光が当たると 25℃以上となる）、および放射照度（1000W/m<sup>2</sup>よりも放射照度は小さい）の影響により、定格出力よりは小さくなります。

したがって過積載としてもモジュール出力がパワーコンディショナ定格出力以上となる場合は少ない事から、過積載としても問題はありません。

モジュール出力がパワーコンディショナ定格出力を上回る場合は、パワーコンディショナは定格以上の出力は出せないため、オーバー分はカットされます。これをピークカットといいます。



## 2-3 接続箱

接続箱は、太陽電池モジュールが直列に接続された複数のストリングを並列接続し、1系統にまとめてパワーコンディショナに送るために設置されます。

### 接続箱の機能

- ・複数のストリングを並列に接続する

太陽電池モジュールが複数枚、直列接続されたストリングを1系統にまとめ（並列接続）、パワーコンディショナに送る。

- ・ストリング毎の切り離し、保守・点検を容易にする

接続箱に接続されたストリングを、配線を外すことなく、開閉器のレバーを“切”にすることでシステムから切り離すことができ、系統毎に保守・点検が容易にできる。

- ・故障したストリングを自動的に切り離す

ケーブルに短絡や地絡事故が発生した場合に、他のストリング及びパワーコンディショナに影響を及ぼさないように自動的にそのストリングを切り離す。

- ・他のストリングへ電流の逆流を防止する

影の影響や、太陽電池モジュール・ケーブルの不具合によって、ストリング間の電圧バランスが崩れた場合、電圧の高いストリングからの電流の流入を防止する。

- ・誘導雷による異常電圧を吸収し、パワーコンディショナを保護する

雷により、太陽電池モジュールや、接続ケーブルに異常に高い電圧が発生する場合がある。この異常電圧を吸収し、パワーコンディショナを保護する。但し、雷が太陽電池モジュールや近くに落雷した場合には、保護することができない場合もある。

### 接続箱の構成



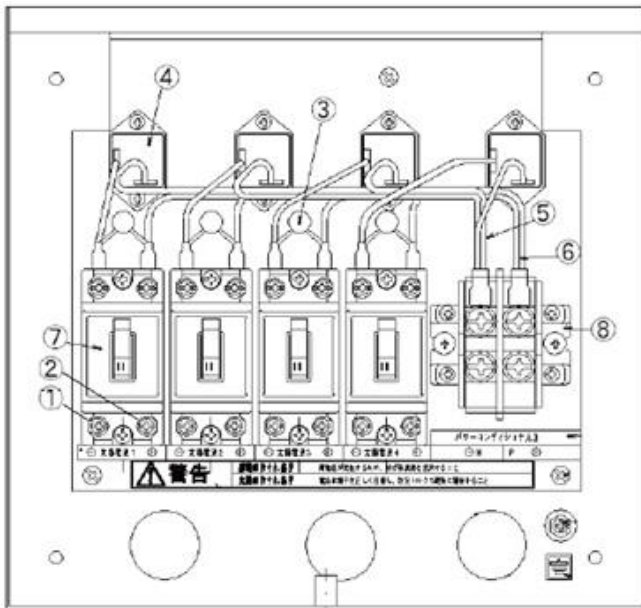


図 2-15 接続箱の構成

①	入力（マイナス）
②	入力（プラス）
③	サージアブソーバ
④	逆流防止ダイオード
⑤	ケーブル（マイナス）
⑥	ケーブル（プラス）
⑦	開閉器
⑧	端子台

### 接続箱の内部回路

接続箱の回路構成を図 2-16 に示します。

- ・太陽電池の各ストリングからのケーブル（+線と-線が一对）、および接地線が入る
- ・各ストリングには逆流防止用のダイオード（SD）が取り付けられている
- ・雷の被害からパワーコンディショナを保護するため避雷素子（サージアブソーバ（ZD））が取り付けられている
- ・太陽電池モジュールとパワーコンディショナを切り離すための開閉器（ST）が取り付けられている。
- ・出力は入力されるストリングを全てまとめて+/-の一对となる。

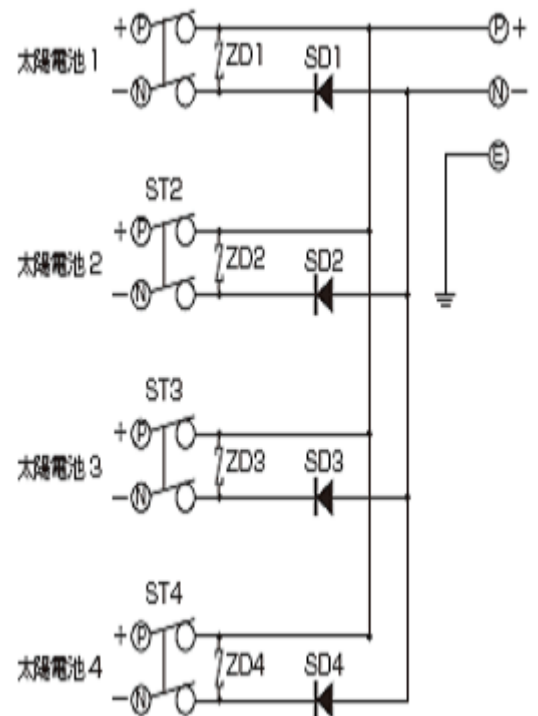


図 2-16 接続箱の内蔵部品と回路構成

## 2-4 高圧機器

### 受変電設備（キュービクル）の外観

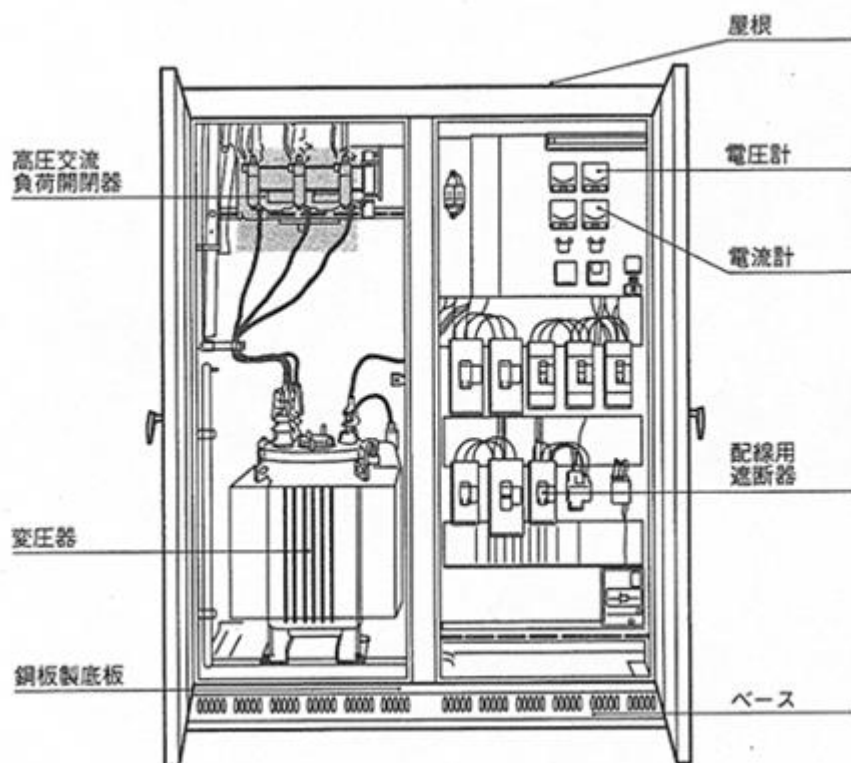


図 2-17 キュービクルの外観、内部構成

# 受変電設備（キュービクル）の単線結線図（例）

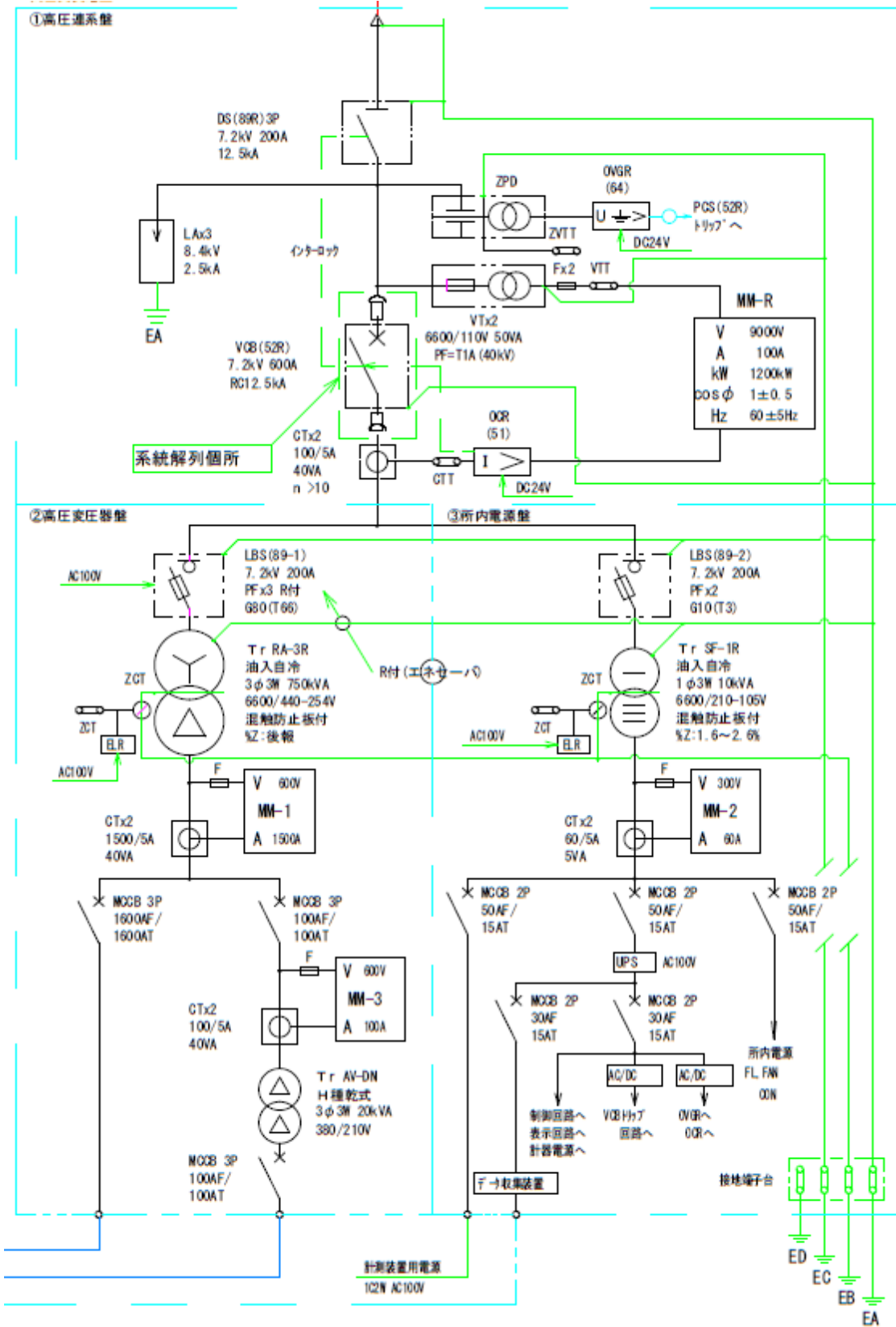


図 2-18 キュービクルの単線結線図（例）

## 遮断器、開閉器

### (1) 高圧気中負荷開閉器 (PAS)

PASは電力会社との責任分界点において、区分開閉器として使用されており、受電点になる電柱の上部や、外壁の高所に設置して使用されます。地絡継電器付きや避雷器付き、電源付きなど各種の製品があり、過電流蓄勢トリップという機能を持たせて、事故需要家から他の需要家への事故の波及を防止しています。

－過電流蓄勢トリップとは－

PASに内蔵されている安全機能の一つが過電流蓄勢トリップで、SOG動作とも言われます。

- ①PASへの事故電流が検知されると、そのままの状態でもロックする（短絡電流の通過）
- ②電力会社の遮断器が事故電流によって遮断される（地域停電）
- ③電力会社からの送電停止を検出しPASのロックを解除する
- ④PASに搭載されたコンデンサの電荷を利用してPASを開放する
- ⑤1分後に電力会社から再送電を受ける
- ⑥事故の発生した需要家は電路が開放されているので事故から切り離される
- ⑦地域の送電が回復する
- ⑧全体で約2分の停電を伴うが、波及事故として扱われない。事故が起きた設備は、電力会社の系統から切り離された状態となる。事故点を調査し、問題が除去できれば、PASを投入することで再送電を受けられるが、事故が取り除かれていない状態で再送電を受け、再び電力会社側の遮断器が動作した場合、二度目の送電は行われない。この時点で「波及事故」として扱われる。



図 2-19 PAS 外観

## (2) 真空遮断器 (VCB)

短絡事故などが発生したとき、数千から数万アンペアという大電流が流れます。

構内に敷設しているケーブルは数百アンペアまでの耐電流性能しかないので、このような電流が流れれば瞬時にケーブルの被覆が溶融し、発熱、発火となります。

それ以前に電力会社側の変圧器や発電機にも大きな負担が掛るため、このような事故電流は瞬時に切り離す必要があります。

回路を流れている電流を強制的に切り離す場合、電気は回路を流れ続けようとするため、電極が実際に離れたとしても、電極間を電子が流れようとして放出を続けます。この電子の流れがアークであり、光と熱を発生させながら電流を流し続けようとします。

真空遮断器 (VCB) はアークを確実に除去し、回路を安全に開放する保護継電器です。

### －機能－

- ・高圧真空遮断器の場合、周波数を基準として遮断時間が設定されており、3 サイクルで事故電流を遮断している
- ・定格電圧は公称電圧 6.6kV の場合、定格電圧 7.2kV を選定する 定格電圧 = 回路公称電圧 × 1.2/1.1
- ・定格電流は、最大負荷電流値の 1.3 倍以上を目安とする
- ・定格遮断電流は、遮断することができる事故電流の大きさを示している。回路の短絡電流以上の定格遮断電流を持つ機種を選定する。一般的には、12.5kA の製品を選定するが、短絡電流が大きくなる地域では、20kA の機種が必要となることがある。



図 2-20 VCB 外観



### (3) 断路器 (DS)

断路器は、ディスコンや DS という名称で呼ばれることもあります。

単に充電されている回路を開閉するための装置であり、短絡電流を規定時間、異常なく流せる性能を持っています。電流が流れている回路を切り離すことはできません。

断路器の定格電圧は、公称電圧 3.3kV の場合定格電圧 3.6kV、公称電圧 6.6kV の場合定格電圧 7.2kV を選定します。

定格電流は最大負荷電流の 1.5 倍程度とします。

断路器はフック棒がないと操作できないので、フック棒を盤内に収容しています。



図 2-21 DS 外観

### (4) LBS(限流ヒューズ付高圧負荷開閉器)

高圧受電設備規定によれば、300kVA 以上の設備には高圧遮断器 (VCB・OCB)の設置が必要であるが、300kVA 未満の設備には気中負荷開閉器 (LBS) を用いても良い事になっています。

気中負荷開閉器 (LBS) は負荷開閉器にヒューズが内蔵しており、事故時はヒューズが切れることで事故電流を切り離すことができます。

LBS の引外しレバーを引くと、スプリングの力で可動接触子が離れます。このときアークが発生しますが、アークシュートがアークの熱エネルギーを奪い、電流を絞って消弧するようになっています。



図 2-22 LBS 外観

#### (5) 地絡電圧継電器 (OVGR)

地絡事故（大地に対して電位を有する電気回路の一部が異常状態として、大地に電氣的につながる）が起こると、回線に過電流が流れます。

このままでは電気機器が焼損したり、送電線が焼損／断線する可能性、また過電流により変電所の遮断器が動作し、付近が停電になる恐れがあります。このような事故を未然に防ぐ目的で設置されるものが地絡過電圧継電器(OVGR)です。

パワーコンディショナに内蔵されているOVR／UVR／OFR／UFR以外の保護継電器は、異常値を検出するとキュービクル内の遮断機を開放させますが、OVGRが地絡を検出した場合には、パワーコンディショナを停止する場合があります。

ただし低圧用途として作られているパワーコンディショナの場合は、OVGR 信号入力の機能がない機種もあります。このような場合の地絡検出時の動作は、キュービクル内の遮断器を開放させる必要があります。



図 2-23 OVGR 外観



## 断路器、遮断器、開閉器の違い

断路器、開閉器、遮断機はいずれも電流を切る装置ですが、以下のような違いがあります。

装置	機能	備考
断路器	電流の流れていない電路を開閉できる	電流が流れている電路を開閉すると、アークが発生し短絡事故となる
開閉器	電流が流れている電路を開閉できる	定格電流以上の事故電流の遮断は不可能
遮断器	電流が流れている電路を開閉できる	電路開閉、負荷電流の開閉、短絡事故遮断など全ての保護に対応できる。

太陽光発電システムのキュービクル内部で使用する遮断器（高圧遮断器）は、遮断器本体のみでの遮断はできず、過電流継電器（OCR）や地絡継電器（GR）など、外部に設置された保護継電器で検出した事故の信号を受けて動作します。

## 保護継電器

電力系統の線路や機器に故障が発生したとき、これらを系統から切り離すために故障した線路や機器を検出する装置です。故障中は高電流や高電圧が発生するので、故障を極力速く除去することによりその波及を他に及ぼさないことが重要であり、保護継電器は故障を検出後遮断器に遮断を指令し、遮断器が故障区間を切り離します。

### ・過電流継電器（OCR）

一定値以上の電流が流れたときに動作します。時限要素と言われる過電流の検出、瞬時要素と言われる短絡電流の検出の2要素があります。

### ・地絡過電流継電器（OCGR、GR）

一定値以上の地絡電流（零相電流）が流れたときに動作します。地絡事故の検出、零相電流は、零相変流器（ZCT）で検出します。誤動作が懸念されるためケーブルのこう長が長い場合など対地静電容量が大きい電路では地絡方向継電器（DGR）を用いることが望ましいとされています。

### ・地絡過電圧継電器（OVGR）

配電線の地絡事故時に発生する零相電圧を検出して動作する継電器です。零相電圧は、コンデンサ形零相電圧検出装置（ZPD）による接地コンデンサの分圧回路により検出されます。OVGR は単体で使用されることはまれであり、DGR と組み合わせて使用されます。

### ・地絡方向継電器（DGR）

零相電圧と零相電流とで地絡方向を判定し動作します。

- ・短絡方向継電器 (DSR)

線間電圧と相電流との組み合わせで短絡位置の方向を判定します。過電流継電器では検出が困難なループ系統や両側に電源を有する系統で、故障区間を選択して動作する継電器です。

- ・過電圧継電器 (OVR)

予定値を超える電圧が回路に加わった場合に動作する継電器で、発電機の故障等による過電圧から機器を保護します。特に電圧にシビアな需要家では買電回路にも用いられることがあります。

- ・不足電圧継電器 (UVR)

電路の電圧が予定値以下に低下した場合に動作する継電器で、停電や負荷の短絡等に伴う電圧低下の警報用、予備発電機の起動指令に使用されます。

- ・不足周波数継電器 (UFR)

商用周波数(50/60Hz)より低下した際に動作します。主に発電機回路に使用されます。

- ・過周波数継電器 (OFR)

商用周波数(50/60Hz)を超えた際に動作します。主に発電機回路に使用されています。

## 第3章 設計

### 3-1 法令への適合

#### 太陽光発電システムに関する法令

太陽光発電システムを設置する場合、様々な法令を遵守する必要があり、各法令に従って必要な届出や許認可を行ないます。

電気事業法、建築基準法、消防法は、電気工作物あるいは建築物として遵守しなければならない法律です。これらの法律への対応及び届出については周知の内容ですので、ここでの解説は省略します。

発電所の設置場所・設置環境・規模等によって届出や許認可が必要になる法令・条例を紹介します。

#### 府内全域に係る法令

地上設置型の太陽光発電システムの場合、土地開発を伴う場合はその関係の法令による手続きが必要となります。次に関連する法令、手続き、届出窓口を示します。<sup>4</sup>

	手続き	内容	窓口
国土利用計画法	土地売買等の契約届出手続	土地売買契約締結後 2 週間以内に届け出が必要	各市町村
都市計画法	開発許可	一定以上の面積を開発する場合には届出が必要（例：市街化区域での1000 m <sup>2</sup> 以上の開発）	土木事務所 <sup>5</sup>
河川法	河川区域占用許可手続 河川区域内工作物設置許可手続 河川区域内掘削許可手続	工作物の新築棟の許可、河川区域内の土地占用・掘削許可が必要	河川管理者
港湾法	港湾地区内における行為の届出 港湾区域内当における占有許可	事前に港湾管理者へ届け出が必要	京都府港湾局
海岸法	海岸保全区域等の占用許可	事前に海岸管理者へ届け出が必要	京都府土木事務所
急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	急傾斜地崩壊危険区域内の行為許可	事前に都道府県知事へ届け出が必要	京都府土木事務所 <sup>6</sup>

<sup>4</sup> 出典：資源エネルギー庁（2017）事業計画申請資料「再生可能エネルギー発電事業に係る関係法令手続状況報告書」

<sup>5</sup> 参照：開発許可申請等受付窓口一覧 <http://www.pref.kyoto.jp/kenchiku/documents/kaihatsutebiki23-25.pdf>

<sup>6</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/sabo/1330927775152.html>

砂防法	砂防指定地における行為許可	事前に都道府県知事の許可が必要	
地すべり等防止法	地すべり防止区域の行為許可	事前に都道府県知事の許可が必要	土木事務所 <sup>7</sup>
景観法	景観法に基づく届出	景観計画区域及び規制の確認を行い、必要な届け出を行う	各市町村、京都府土木事務所 <sup>8</sup> 又は文化学術研究都市推進課 <sup>9</sup>
農業振興地域の整備に関する法律	農用地区域からの除外手続	詳細後述	農業委員会(各市町村)
農地法	農地転用許可手続	詳細後述	農業委員会(各市町村)
森林法	森林における開発許可等手続	民有林において1ヘクタール以上の開発は都道府県知事の許可等が必要	農林水産部 森づくり推進課 <sup>10</sup>
文化財保護法	埋蔵文化財包蔵地土木工事等届出	事前に各市町村 <sup>11</sup> に届け出が必要	各市町村(社会教育課等)
土壌汚染対策法	土地の形質変更届出	3000㎡以上の土地の掘削等は事前に都道府県に届け出が必要	京都府保健所又は京都市
自然公園法	行為許可申請等手続	国立公園や国定公園等での開発行為は事前に届け出が必要	土木事務所
自然環境保全法	自然環境保全地域 <sup>12</sup> 等の許可・届出	自然環境保全地域での開発行為は事前に届け出が必要	保健所
絶滅のおそれがある野生動物の種の保存に関する法律	生息地等保護区の管理地区の行為許可等	絶滅のおそれがある野生動物の保護区 <sup>13</sup> 内での開発は事前に届け出が必要	近畿地方環境事務所

<sup>7</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/sabo/1330927775152.html>

<sup>8</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/toshi/keikankeikakusakutei.html>

<sup>9</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/toshi/keikanhou001.html>

<sup>10</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/shinrinhozen/1318296341668.html>

<sup>11</sup> 参照：[http://www.kyoto-be.ne.jp/bunkazai/cms/?page\\_id=240](http://www.kyoto-be.ne.jp/bunkazai/cms/?page_id=240)

<sup>12</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/shizen-kankyo/>

<sup>13</sup> 参照：<http://www.pref.kyoto.jp/kisyosyu/1198225714475.html>

鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律	鳥獣保護区の特別保護地区の行為許可	鳥獣の特別保護区 <sup>14</sup> 以内での開発は事前に届け出が必要	近畿地方環境事務所
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	土地形質変更届出	廃棄物が地中にある土地の形質変更の事前届け出	京都府保健所又は京都市

## 農地に関する手続

農地に太陽光発電システムを設置しようとする場合、地目を農地から変更する必要があります。この手続きについて説明します。

### ①農業振興地域

農業振興地域は、長期にわたり総合的に農業振興を図る目的で都道府県が指定する地域で、農地以外の使用は認められていません。したがって農業振興地域においては太陽光発電システムの設置は出来ません（ソーラーシェアリングによる方法を除く）。

また農業振興地域以外であっても、集団農地や土地改良事業対象農地などの第1種農地の場合は、原則農地以外の使用は認められません。

### ②農地転用

太陽光発電設備の設置等、農地を農地以外の目的で使用する場合には、地目の変更（農地転用）を行う必要があります。

農地転用は農業委員会に転用許可申請を提出し、農業委員会が意見を付して都道府県知事または指定市町村長に申請し、都道府県知事または指定市町村長が転用の許可を出す、という流れとなります。

## 市町村に係る法令

府全域に係る法令に加え、各市町村で定める条例等も遵守する必要があります。代表的なものに景観に関する条例と設置に関する条例等があります。

<sup>14</sup> 参照： <http://www.pref.kyoto.jp/kankyo/rdb/eco/sd/sd024.html>

## (1) 景観に関する条例

### ・京都市 – 京都市景観条例 –<sup>15</sup>

京都市景観条例は設置高さや形態、パネルの色彩の基準を定めた共通基準と、周囲の景観への影響を考慮した地区別基準があり、その両方の基準を満たすことが必要です。

共通基準は以下の内容です。

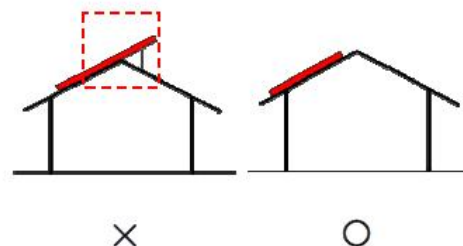
#### 【パネル】

- ・パネルの色は、黒、濃い灰色又は濃紺色とすること（青みの強いものは除く）。
- ・配管及び配線等の色は、屋根や外壁の色と同等色にするなど、目立たないようにする。



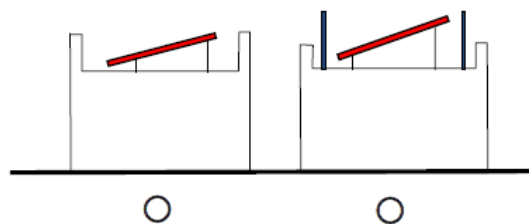
#### 【勾配屋根に設置する場合】

- ・パネルの最上部は、建築物の棟を超えず、屋根面に密着させること。
- ・枠の色は、黒又は濃い灰色とすること。
- ・屋根面とパネルに隙間ができる場合は、パネル下端部に黒色のカバーを設置すること。



#### 【陸屋根に設置する場合】

- ・建物本体からの突出感をなくすため、公共用空地等から見えない高さや配置としたり、設置範囲の四周をルーバーで囲うなど、適切に修景すること。
- ・パネルの最上部は、屋上床面から3 m（3 1 m高度地区又は2 5 m高度地区では4 m）以下とし、できるだけ低くすること。さらに市内は下記の地域に分類され、各々の地域ごとに規制があります。



- ① 景観上の制限を設けない地域
- ② 一般地域
- ③ 景観的配慮を求める地域
- ④ 伝統的景観、和風景観を継承する地域
- ⑤ 歴史的景観・歴史的風土を保存する地域

<sup>15</sup> 参照：京都市景観条例

地域	公共用空地等から見える場合	公共用空地等から見えない場合
①	制限なし	制限なし
②	共通基準のみ	共通基準のみ
③	共通基準 & 屋根の形に合わせて配置	共通基準のみ
④	共通基準 & 瓦に近い幅のパネルを段葺き	共通基準のみ
⑤	設置不可	(一部の地域を除いて) 設置不可

太陽光発電システムを設置しようとする場所が上記の表のどの地域に該当するかは以下の方法で確認します。

- ・京都市都市計画地図 (<http://www5.city.kyoto.jp/tokeimap/>) より、対象地域を選択
- ・景観保全を指定すると、色分けされた地図が表示される
- ・同地図画面にて凡例をクリックすると色ごとの区分が表示されるので、この凡例を参考にして、対象地域の規制を確認する
- ・地域によっては眺望景観の対象になっている場合があるので、これもあわせて確認する
- ・京都市 都市計画局 都市景観部 にて確認をとること

#### ・宇治市 – 宇治市景観計画 –

宇治市では景観計画重点地域を定めており、この地域内においては全ての建築物の建築等や工作物の建設等、または開発行為等しようとする場合には市への届け出が必要となっています。

- (建築物) 新築の全ての建築物  
増改築等で高さ 5m を超えるもの、又は面積が 10 m<sup>2</sup> を超えるもの  
色彩の変更で面積が 10 m<sup>2</sup> を超えるもの
- (開発) 開発区域面積が 300 m<sup>2</sup> を以上の開発行為

#### ・伊根町 – 伊根町景観計画 –

伊根町は町内全域を伊根町景観計画区域としており、景観形成基準を設けています。建築物・工作物に関しては以下のような基準となっています。

- 形態及び意匠 周辺の景観との調和に配慮し、統一感のあるものとする
- 色彩 周辺の景観との調和に配慮し、低彩度の落ち着いた色彩を基調とする
- 素材 周辺の景観との調和に配慮し、金属やガラス等の光沢のある素材を外部壁面等に使用する場合は、周辺の景観を阻害したり、浮き出した印象を与えたりしないようにすること

また伊根湾<sup>16</sup>は、伊根町伊根浦伝統的建造物群保存地区に選定されており、太陽電池の設置は一律禁止になっています。

・福知山市 – 福知山城眺望景観重点地区における景観計画ガイドライン –

光を強く反射する材料は、福知山城への眺望を損ねる恐れがあるため、ステンレスやアルミなどの金属材を用いる場合においても、落ち着いた色彩で着色するなど、光の反射を和らげる措置を行ってください。ただし、ソーラーパネルなど環境負荷の低減に資する設備等については、この限りではありません。

・南丹市 – 南丹市景観計画 景観形成基準 –

太陽光発電設備等のパネルを使用又は設置する場合は、屋根の色彩・外壁の色彩・当該工作物の色彩と調和したものとする。

・長岡京市 – 長岡京市景観計画 –

建築物に関する基準として、敷地面積 1000 m<sup>2</sup>、高さ 15m を超える建物において、変更部分が見付面積の 1/2 を超える色彩の変更の際には届出が必要となります。（屋上設置の場合に該当）

また面積 1000 m<sup>2</sup>以上の土地の形質の変更の際にも届け出が必要となります。（地上設置の場合に該当）

・宮津市 – 宮津・橋立景観計画 –

建物や屋根・外壁の意匠に対して景観形成基準が設けられているが、太陽光パネル（知事が別に仕様を定めるものに限る）を設置した建築物については、規定は適用されない、となっています。

・亀岡市 – 亀岡市景観形成ガイドライン –

「ソーラーパネルを使用する場合は、屋根の色彩と調和したものとする」という景観形成基準が設けられています。

---

<sup>16</sup> 参照： <http://www.town.ine.kyoto.jp/chosei/keikaku/1447128853274.htm>



各市町村の景観計画に関する問い合わせ窓口は下記となります。対象地域に太陽光発電システムを設置する際には事前に窓口にご相談されることをお勧めします。

市町村名	景観計画名	担当課	電話番号
京都市	京都市景観計画	都市景観部景観政策課	075-222-3397
宇治市	宇治市景観計画	都市整備部歴史まちづくり推進課	0774-20-8918
南丹市	南丹市景観計画	企画政策部企画調整課	0771-68-0065
長岡京市	長岡京市景観計画	建設交通部都市計画課	075-955-9521
福知山市	福知山市景観計画	土木建設部都市計画課	0773-24-7051
宮津市	宮津・天橋立景観計画	建設室まち景観係	0772-42-1630
伊根町	伊根町景観計画	地域整備課	0772-32-1000
亀岡市	亀岡市景観計画	まちづくり推進部都市計画課	0771-25-5046

## (2) 設置等に係る条例等

太陽光発電施設等の設置及び管理に関し、災害の防止、良好な景観の形成、生活環境の保全、また地域住民との合意形成等を図り、安全・安心な地域社会を構築するため、条例や要綱、ガイドラインを定めている府内の市町村及びその内容を以下に示します。

市町村名	名称	対象 (建築物に設置するものを除く。)	手続
亀岡市	太陽光発電設備の設置及び管理に関する条例	面積：500㎡以上 又は 高低差：13m以上 又は 傾斜度：25度以上	許可制 (要事前協議)
南山城村	再生可能エネルギー発電設備設置事業に関する指導要綱	出力：50kW以上 又は 面積：1,000㎡以上	届出制 (5,000㎡以上は要事前協議)
京丹波町	太陽光発電設備の設置に関するガイドライン	出力：10kW以上 又は 面積：1,000㎡以上	届出制 (50kW以上又は3,000㎡以上は要撤去計画)

また、八幡市、南丹市、木津川市においても同様の条例が施行予定であるため、事業の計画にあたっては、各市町村へ事前に相談されることをお勧めします。

## 3-2 システム設計方法と注意点

### モジュール直列数の決定

#### (1) スtring電圧

太陽電池モジュールを直列接続した一群をStringと呼びます。

太陽電池モジュールを直列に接続すると電圧は加算されるため、String電圧は以下の式で計算することができます。

$$\text{String電圧} = \text{モジュール 1 枚の電圧} \times \text{直列数}$$

このString電圧が、パワーコンディショナが許容できる入力電圧の範囲に入っている事が必要となります。

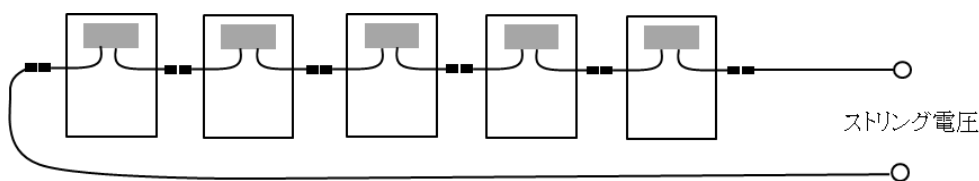


図 3-1 String電圧

#### (2) モジュールの電圧

モジュール電圧には最大出力動作電圧と開放電圧があります。使用するパワーコンディショナの入力仕様に応じて、最大出力電圧または開放電圧を用いて、直列枚数を計算します。

- 開放電圧 : 太陽電池に何もつながない（開放）状態で、太陽電池の両端に発生する電圧
- 最大出力動作電圧 : 最大電力が得られる時の動作電圧

#### (3) パワーコンディショナの入力仕様

パワーコンディショナの入力仕様に関する記載は、各パワーコンディショナによって表現が異なっていたり、項目が異なっています。ここでは代表的な入力仕様について説明します。

- 定格入力電圧 : パワーコンディショナの出力仕様を定める時に入力する電圧値  
最適入力電圧と考える事ができる
- 最大入力電圧 : パワーコンディショナに入力できる最大の電圧値
- 起動電圧範囲 : パワーコンディショナが運転を開始することができる電圧範囲
- 運転可能電圧 : パワーコンディショナが運転を継続する事ができる電圧範囲。MPPT 動作可能電圧範囲  
という表現になっている場合もある

(4) 直列数計算の具体例

下記の太陽電池モジュール、パワーコンディショナを用いて、直列数計算の具体例を示します。

<太陽電池モジュール：多結晶 275W>

最大出力(Pmax)	275W
最大出力電圧(Vpm)	31.34V
最大出力電流(Ipm)	8.77A
公称開放電圧(Voc)	38.38V
公称短絡電流(Isc)	9.29A

<パワーコンディショナ：三相出力 500kW>

入力	定格入力電圧	DC 550V
	最大入力電圧	DC 1000V
	起動電圧範囲	DC550V～950V
	運転可能電圧範囲	DC450V～950V
	入力回路数	16回路
出力	定格出力	500kW
	定格出力電圧	AC300V
	定格出力電流	AC962A
	出力電気方式	三相3線式

①最適直列数

$$\begin{aligned} & (\text{パワーコンディショナの定格入力電圧}) \div (\text{太陽電池モジュールの最大出力電圧}) \\ & 550(\text{V}) \div 31.34(\text{V}) = 17.5 \Rightarrow \text{最適直列数は、17 or 18 直列} \end{aligned}$$

②最小直列数

$$\begin{aligned} & (\text{パワーコンディショナの起動電圧範囲の最小値}) \div (\text{太陽電池モジュールの開放電圧}) \\ & 550(\text{V}) \div 38.38(\text{V}) = 14.3 \Rightarrow \text{最小直列数は、15 直列} \\ & (\text{パワーコンディショナの動作可能電圧範囲の最小値}) \div (\text{太陽電池モジュールの最大出力電圧}) \\ & 450(\text{V}) \div 31.34(\text{V}) = 14.3 \Rightarrow \text{最小直列数は、15 直列} \end{aligned}$$

上記のいずれか大きい方が最小直列数となるため、この場合は15直列が最小となる。

③最大直列数

$$\begin{aligned} & (\text{パワーコンディショナの起動電圧範囲の最大値}) \div (\text{太陽電池モジュールの開放電圧}) \\ & 950(\text{V}) \div 38.38(\text{V}) = 24.7 \Rightarrow \text{最大直列数は、24 直列} \end{aligned}$$

(パワーコンディショナの MPPT 電圧範囲の最大値) ÷ (太陽電池モジュールの最大出力電圧)

$$950(\text{V}) \div 31.34(\text{V}) = 30.3 \Rightarrow \text{最大直列数は、30 直列}$$

上記のいずれか小さい方が最大直列数となるため、この場合は 24 直列が最大となる。

ここまでの計算は温度 25℃の場合であるため、実際に使用される場所の温度範囲を考慮する必要があります。

温度は電圧に大きく影響し、温度が上がると電圧が低下する負の温度特性を示します。

太陽電池モジュールの温度による電圧変化 (例)

公称開放電圧 : 38.38 V

公称開放電圧温度係数 : -0.330%/℃

$$\rightarrow \text{開放電圧の温度変化は } 38.38 \text{ V} \times -0.330\% / \text{℃} = -0.127 \text{ V} / \text{℃}$$

<温度が 0℃の場合>

$$\text{開放電圧は } 38.38 \text{ V} + (-0.127 \times (0-25)) = 41.56 \text{ V}$$

(パワーコンディショナの起動電圧範囲の最大値) ÷ (太陽電池モジュールの開放電圧) の計算値は

$$950(\text{V}) \div 41.56(\text{V}) = 22.8 \text{ となるため、最大直列数は、22 直列となります。}$$

25℃の場合で求めた最大直列数 24 直列よりも 2 直列少なくなります。

<温度が 50℃の場合>

$$\text{開放電圧は } 38.38 \text{ V} + (-0.127 \times (50-25)) = 35.21 \text{ V}$$

(パワーコンディショナの起動電圧範囲の最小値) ÷ (太陽電池モジュールの開放電圧) の計算値は

$$550(\text{V}) \div 35.21(\text{V}) = 15.6 \text{ となるため、最小直列数は、16 直列となります。}$$

25℃の場合で求めた最小直列数 15 直列よりも 1 直列多くなります。

したがって 0℃～50℃動作環境における直列数の範囲は 16～22 直列となります。

#### (5) アレイ構成／システム構成の考慮

先の計算により直列数の範囲は、16～22 と求められました。

この範囲内で直列数を決定する際には、アレイ構成やシステム構成の考慮が必要になります。

<アレイ構成の考慮>

アレイ間の渡り線が出ないように考慮した方が望ましいです。

具体的にはアレイのモジュール総数が、直列数の整数倍となっていればストリング間の渡り線は不要となります。

また接続箱を使用する場合はアレイのモジュール総数が、ストリング直列数×接続箱入力数 となっている事が望ましい事になります。

(例) 4段の架台を使用する場合、18 直列とするとアレイ列数は 9 列が最少単位となる。

( $4 \times 9 = 36$ 、 $36 \div 18 = 2$  18 直列×2 回路 の構成)

20 直列とするとアレイ列数は 5 列が最少単位となる。

( $4 \times 5 = 20$ 、 $20 \div 20 = 1$  20 直列×1 回路 の構成)

#### <システム構成の考慮>

今回対象としたパワーコンディショナはマルチストリングではないため、直列数は全て同じ数にする必要があります。

– 対象敷地に設置可能なモジュール総枚数を求め、総枚数を直列数で割る。

– 割り切れる直列数とするか、場合によっては割り切れる数になるようにモジュール総枚数を減らすという事も必要になる場合があります。

(例) モジュール総枚数が 270 枚の場合、総枚数を直列数で割る

$270 \div 22 = 12.3$  (割り切れない)

$270 \div 21 = 12.8$  (割り切れない)

$270 \div 20 = 13.5$  (割り切れない)

$270 \div 19 = 14.2$  (割り切れない)

$270 \div 18 = 15$  (割り切れる)

$270 \div 17 = 15.9$  (割り切れない)

$270 \div 16 = 16.9$  (割り切れない)

⇒ 18 直列のみ構成可能

この場合は 18 でしか割り切れないため、18 直列 15 回路の構成となります。

パワーコンディショナの入力数は 16 回路であるため、パワーコンディショナ 1 台の構成となります。

一方でパワーコンディショナの入力電力許容範囲 (過積載) の確認も必要となります。

上記構成の場合は、 $270 \text{ 枚} \times 275 \text{ W} = 742.5 \text{ kW}$  となり、過積載率は  $742.5 / 500 = 148.5\%$  となるので、この過積載率が問題ないかどうかの確認が必要となります。

(パワーコンディショナの仕様書には過積載率の記載のない場合が多いため、メーカーへの確認が必要)

### 3-3 モジュール配置設計方法と注意点

#### アレイの離隔距離の検討

アレイを複数列並べる場合や近接する建物や堀などの影が落ちる場所に設置する場合は、モジュールに影が極力かからないよう対象物との離隔距離を検討する必要があります。

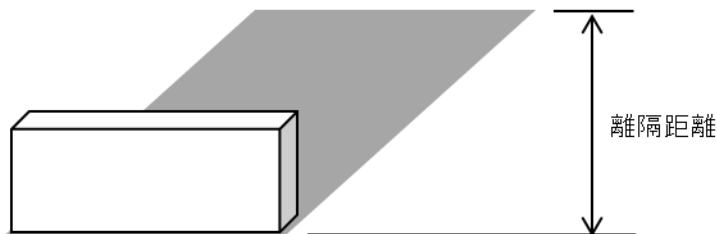


図 3-2 影の影響

「太陽高度が最も低くなる冬至の日の、9時から15時の間に影がかからない事」という条件下で離隔距離を計算します。離隔距離は障害物の高さ  $h$  × 影の倍率で表されます。

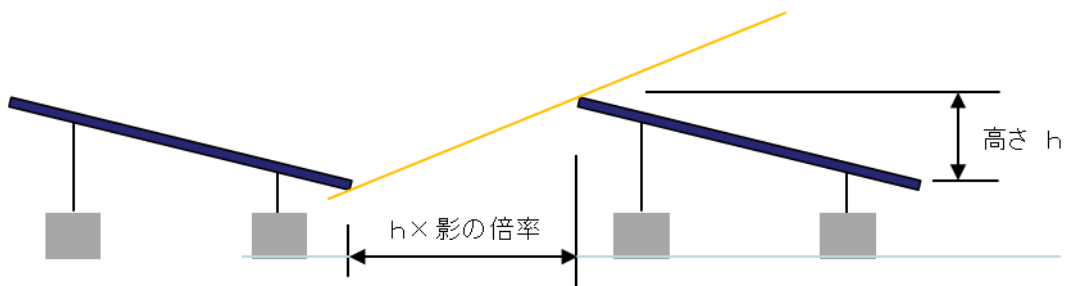


図 3-3 影の倍率

冬至の日の9時または15時の、太陽の高度（仰角）を  $\alpha$ （度）、太陽の方位角（真南からの角度）を  $\beta$ （度）、アレイの方位角（真南からの角度）を  $\gamma$ （度）とすると、影の倍率  $R$  は次の式で計算されます。

$$R = 1 / \tan(\alpha) \times \cos(\beta - \gamma)$$

この計算式を用いて、アレイ方位角を  $0^\circ$ （真南を向いている）の場合における、国内各地の影の倍率  $R$  を計算した結果を表にまとめます。

地名	緯度	太陽高度 9AM/3PM	方位角 (南北軸から)	影の倍率(概算)
札幌	43	12	41	3.6
青森	40	14~15	42	2.9
仙台	38	16	43	2.6
東京・名古屋	35	18	43	2.3
福岡・高知	33	19~20	43~45	2.1
鹿児島	31	21	44~45	1.9
沖縄	26	24~25	45~46	1.6

## 屋根設置における注意点

ここでは住宅用の屋根ではなく、工場や倉庫などの比較的大きな屋根に設置する場合の注意点を述べます。  
折板屋根や金属縦葺きの屋根に設置する場合の注意点となります。

折板屋根



金属縦葺き屋根



図 3-4 折板屋根・金属縦葺き屋根

対象とする屋根は、流れ方向に突起（ハゼ）がある仕様のもので、このハゼ部分に架台金具を取り付け、金具の上に直接太陽電池モジュールを取り付ける方法（ラックレス工法）の場合は、ハゼの間隔（ピッチ）を確認する必要があります。



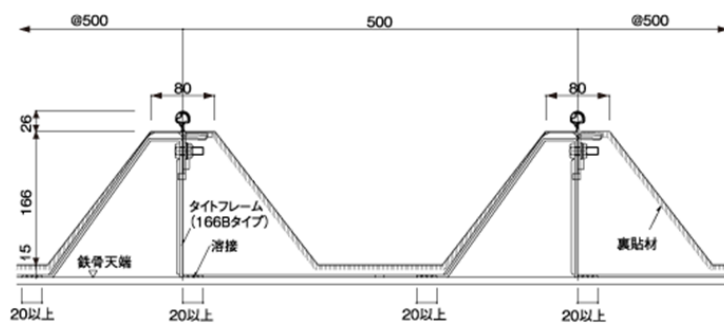


図 3-5 折板屋根のハゼピッチ例

太陽電池モジュールをフレームクランプ（押え金具）で固定する場合は、取付許容範囲が決まっています。  
（この寸法を片持ち寸法という）



フレームクランプ（押え金具）はハゼ部分に取り付けるため、位置はハゼピッチで決められてしまいます。  
一方で太陽電池モジュールには取付許容範囲（片持ち寸法）が規定されているため、ハゼピッチと片持ち寸法を両方満足する位置にモジュールを置く必要があります。

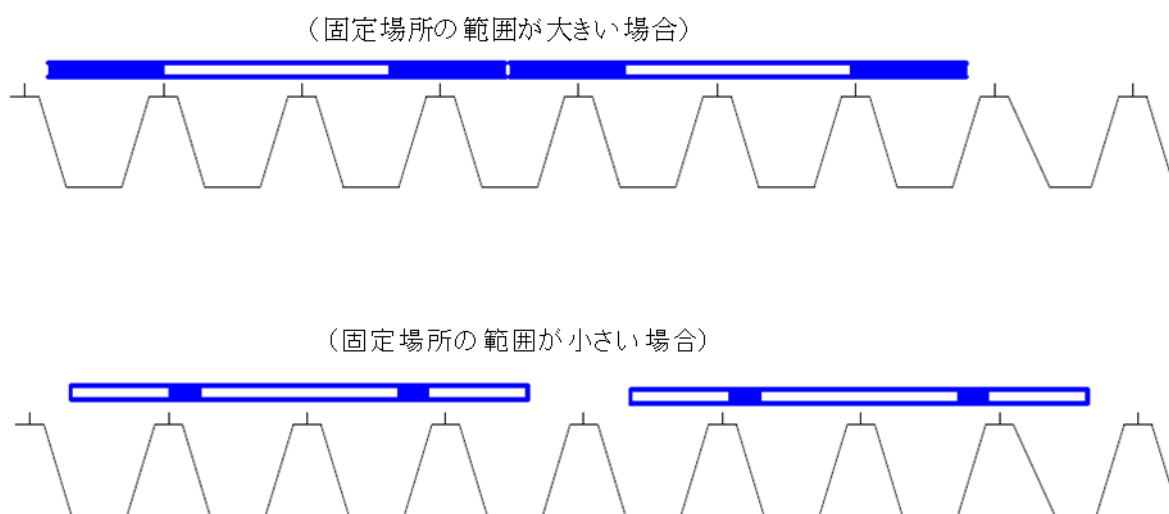


図 3-6 折板屋根のモジュール固定位置

固定場所の範囲が狭い場合には、上記のように、列方向（横方向）にはモジュールを連続して置く事はできず、モジュール間の間隔を空ける必要が出てきます。

このように屋根材のハゼピッチを考慮したレイアウト設計が必要となります。

## メンテナンススペースの確保

モジュール設置後のメンテナンス項目として、目視点検・ボルトの緩み確認・コネクタの接続部確認・ケーブルの状態確認等があります。また不備が発見されたモジュールを交換する場合も出てくる可能性もあります。

このため屋根に太陽電池モジュールを搭載する場合には、適当なメンテナンススペースを設ける必要があります。

メンテナンススペースの取り方、寸法に規定・規則はありませんが、上記のメンテナンス作業を安全確実にを行うために必要なスペースを確保するようにしてください。

また、施工時／メンテナンス時ともにモジュールのガラス面に載る事は禁止されているため、ガラス面に載る必要がないレイアウトとする必要があります。

<太陽電池モジュールの取扱説明書 記載事例>

- ・太陽電池モジュールに重量物を載せたり、人が乗らないようにして下さい。
- ・太陽電池セルが割れる恐れがある為、ガラス面やバックシート面に手をつけて寄りかかる等の偏荷重を加えたり、ガラス面の湾曲が生じないように、細心の注意を払いお取り扱い下さい。

## ケーブル線径の決定

許容電流による電線・ケーブル選定の原則として、

ケーブルの許容電流 > 遮断器容量 > 負荷電流

とする必要があります。

この順番にそって、ケーブルの線径を決定します。

### ①負荷電流

パワーコンディショナの定格出力から算出した定格出力電流を負荷電流とします。

### ②遮断器容量（＝遮断電流）

遮断器は一般的に、-10℃～60℃が使用周囲温度として設定されており、動作特性は40℃を基準に決められています。周囲温度が40℃以下であれば、定格電流に対する負荷電流は90%以下として使用することが可能ですが、40℃を超え50℃以下の場合80%以下、50℃を超え60℃以下の場合70%というように、耐えられる負荷電流の値が小さくなります。

集電箱や接続箱内部の遮断器は、屋外設置で直射日光が当たる場合が多く、周囲温度は 60 度以上となる場合があります。したがって遮断器の遮断電流は負荷電流の 1.3 倍程度とする必要があります。

### ③ケーブルの許容電流

ケーブルは種類・径・使用環境によって許容電流が定められています（例：内線規程）ので、遮断器の遮断電流値以上の許容電流があるケーブルを選定します。

ケーブル長を長くする必要がある場合には、電圧降下を考慮する必要があります。電圧降下は下表に従って計算することができます。

電圧降下および電線の断面積の計算式

回路の電気方式	電圧降下 (V)	電線の断面積 (mm <sup>2</sup> )
直流 2 線式	$\frac{35.6 \times \text{電線長(m)} \times \text{電流(A)}}{1000 \times \text{断面積 (m}^2\text{)}}$	$\frac{35.6 \times \text{電線長(m)} \times \text{電流(A)}}{1000 \times \text{電圧降下 (V)}}$
単相 3 線式	$\frac{17.8 \times \text{電線長(m)} \times \text{電流(A)}}{1000 \times \text{断面積 (m}^2\text{)}}$	$\frac{17.8 \times \text{電線長(m)} \times \text{電流(A)}}{1000 \times \text{電圧降下 (V)}}$
三相 3 線式	$\frac{30.8 \times \text{電線長(m)} \times \text{電流(A)}}{1000 \times \text{断面積 (m}^2\text{)}}$	$\frac{30.8 \times \text{電線長(m)} \times \text{電流(A)}}{1000 \times \text{電圧降下 (V)}}$

電圧降下が大きい場合は、電圧降下によって発電した電力の損失になるだけでなく、パワーコンディショナの電圧上昇抑制が働きやすくなるため、発電量そのものに影響を与える場合があります。

したがって、ケーブル選定の際には、許容電流の観点だけでなく、電圧降下の影響がなるべく少なくなるようにして下さい。

## 3-4 塩害対策

### 塩害とは

塩害とは、塩分によって金属の腐食や錆が発生する被害です。太陽光発電システムの場合は、架台やボルトの錆や、接続箱やパワーコンディショナの外箱の錆や内部の接触不良や絶縁劣化などの被害となります。

直接波しぶきがかかるところだけではなく、塩分は風に乗って陸上に運ばれます。したがって機器メーカーにおいては塩害が発生する恐れのある地域（塩害地域）を海岸線からの距離で規定している場合が多く、多くのメーカーでは海岸

線から 500m 以内を塩害地域としています。さらに風が強い地域（北海道や東北日本海側）では海岸線から 7km までを塩害地域としている場合もあります。

太陽光発電システムの塩害による影響を以下にまとめます。

- 太陽電池モジュール       ： PID の発生、フレームのつなぎ目部分の接触不良
- 架台                         ： 鉄部分の錆、ボルトの錆、アース線の接触不良、異種金属接触腐食の進行
- 接続箱・パワーコンディショナ   ： 外箱の錆、接触不良、絶縁劣化

## 塩害対策

波しぶきが直接かかる場所は、各機器メーカーとも設置不可となっています。

塩害地域に太陽光発電システムを設置する場合に必要な対策をまとめます。

### ・太陽電池モジュール

塩害地域専用のモジュールがあるメーカーも一部あるが、ほとんどのメーカーでは塩害地域においても一般地域と同じモジュールが使用可能となっています。

### ・架台

素材が鉄の架台部材については、塩害対応品を使用する必要があります。

具体的には塩害対応のメッキ処理、ステンレスやアルミ等の錆に強い材質、などです。

### ・ボルト／ナット

架台が塩害対応品であっても、ボルト／ナットが一般仕様である場合、ボルト／ナット部から錆が発生し、架台に広がる恐れがあります。ボルト／ナットも塩害対応品である事が必要です。

### ・切粉の適切な処理

塩害地域に限った事ではありませんが、ドリルビスを打ち込んだ際などに発生する切粉をそのままにしておくと、切粉は錆びやすいため、切粉の錆が架台に広がる恐れがあります。

### ・接続箱、パワーコンディショナ

塩害地域においては、基本的には屋内への設置が必要になります。

屋内設置仕様品を使う、もしくは屋外用であっても屋内に設置します。

### 3-5 発電量試算

#### 日射角度と日射強度の影響

太陽電池の発電量は日射強度に比例します。日射強度は太陽電池が太陽光に対して垂直に面している時が最も強くなります。しかし太陽の方位と高度（仰角）は時間とともに変化するため、太陽電池の発電に寄与する日射強度も時間とともに変化します。

日本（北緯 35 度付近）において年間平均の日射強度が最大となるのは、南向きで太陽電池の傾斜角度が 30 度の状態です。この状態での年間平均日射強度を 1 とした時、太陽電池の傾斜角度、方位を変化させた場合の年間平均日射強度日射強度の変化を下図に示します。

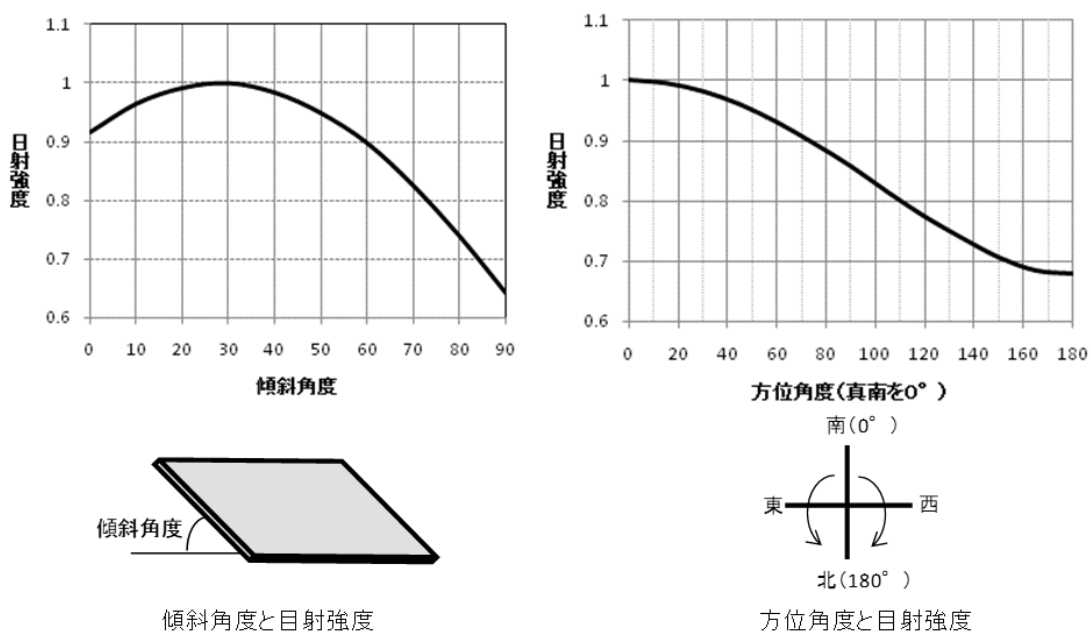


図 3-7 傾斜角度／方位角度と日射強度の関係

## 発電量シミュレーション

発電量シミュレーションは様々な方面から多様な計算方法が紹介されています。

ここでは過去から継続的に使用されてきた発電量シミュレーションの代表的な計算方法を紹介します。

計算方式	計算方法
J I S C 8 9 0 7 太陽光発電システムの 発電量推定方法	太陽電池容量 (kW) × 日射量 × 基本設計係数 × 温度補正係数 × 日数
J P E A 方式	日射量 × 太陽電池容量 (kW) × 温度補正係数 × 設置方式による温度上昇への影響係数 × その他損失 × 影の影響による損失係数 × 昇圧ユニット変換効率 × パワーコンディショナの変換効率 × 月日数
簡易方式	年間発電量 (kWh) = システム出力 (kW) × 1000

シミュレーション結果に最も大きく影響するのは日射量です。上表の J I S、および J P E A 方式をはじめとして、多くの発電シミュレーションで使用されている日射量データは、NEDO 日射量データベースです。

### NEDO 日射量データベース

年間特別日射量データベース (METPV-11) と年間月別日射量データベース (MONSOLA-11) が準備されており、発電量シミュレーションで用いるのは主に年間月別日射量データベースです。

国内 837 地点の 29 年間 (1981~2009 年) の日射量の統計で、方位角別、傾斜角別の月間総日射量が得られます。

#### ① J I S C 8 9 0 7 太陽光発電システムの発電電力量推定方式

$$\text{太陽光発電システムの発電量} \quad E = P A S \times H A \times K$$

P A S : 太陽光発電システムの定格容量

H A : 発電量を見積る期間の積算日射量

K : 基本設計係数  $K' \times$  温度補正係数  $K p t$

$$\text{基本設計係数 } K' \text{ の算出} \quad K' = K H D \times K P D \times K P A \times K P M \times \eta I N O$$

K H D : 日射量年変動補正係数 ⇒ 推定した期間日射量の確からしさを表す補正係数

J I S の推奨値は 0.97

K P D : 経時変化補正係数 ⇒ 汚れ、効率劣化、ガラス面反射を考慮した補正係数

J I S の推奨値は 0.95

K P A : アレイ回路補正係数 ⇒ 配線抵抗損失、逆流防止ダイオード損失の補正係数

J I S の推奨値は 0.97

K P U : アレイ負荷整合補正係数⇒アレイ電力動作点の最適動作点とのずれを考慮した補正係数  
JIS の推奨値は 0.94

$\eta$  I N O : パワーコンディショナ実効効率⇒パワーコンディショナの変換効率  
JIS の推奨値は 0.90

温度補正係数 KPT の算出

$$KPT = 1 + \alpha P_{max}(TCR - 25)/100$$

$\alpha P_{max}$  : 最大出力温度係数 (%/°C) 。<結晶系は -0.4~-0.5、ヘテロ接合は -0.3>

TCR : 加重平均太陽電池モジュール温度

$$TCR = TAV + \Delta T$$

TAV : 月平均気温

$\Delta T$  : 加重平均太陽電池モジュール温度上昇

(架台設置形 : 18.4°C、屋根置き形 : 21.5°C、屋根一体型 : 25.4°C)

## ②JPEA 方式

月間予測発電電力量 (kWh)

= 日射量 × 太陽電池容量 (kW) × 温度補正係数 × 設置方式による温度上昇への影響係数 × その他損失 × 影の影響による損失係数 × 昇圧ユニット変換効率 × パワーコンディショナの変換効率 × 月日数

### ・日射量

設置する方位角・傾斜角に対して、対象月の 1 日平均日射量

※NEDO(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構) 日射量データベースを使用

### ・太陽電池容量 (kW)

JIS 規格に基づいて算出された太陽電池モジュール出力の合計値。

### ・温度補正係数 (素子温度の上昇による損失係数)

損失率は、12 月~2 月を 10%、3 月~5 月及び 9 月~11 月を 15%、6 月~8 月を 20%としている。

### ・設置方式による温度上昇への影響係数

陸屋根設置は 1.02、傾斜屋根設置の屋根置型は 1.00、屋根材型は 0.98 としている。

### ・その他損失

配線、受光面の汚れ、逆流防止ダイオードによる損失は 5.35%としている。

### ・影の影響による損失係数

影の影響がある場合、それに応じて係数を掛ける。影の影響がない場合は、1.00

### ・昇圧ユニット変換効率 0.98

昇圧ユニットを使用しない場合は、1.00

### ・パワーコンディショナの変換効率

定格負荷時の変換効率値

### ・月日数

対象月の日数

### ③簡易計算方法

太陽電池を南向き、傾斜 30 度で設置した場合の年間発電量を “システム出力×1000” という簡単な計算で求める事ができます。(1000 倍ルール)

方位、設置角度が異なる場合には、1000 倍ルールで求めた値に、方位／傾斜角度による比率を乗じて年間発電量を算出する事ができます。



### 3-6 架台強度、地盤強度（地上設置）

#### 使用前自己確認制度

2016年11月30日に、「電気事業法施行規則」、「使用前自主検査及び使用前自己確認の方法の解釈」の一部改正が施行されました。従来は2000kW以上の太陽光発電所（いわゆる特高発電所）に対して義務付けられていた工事計画書における架台強度の確認と同じ内容が、500kW以上の発電所においても必要となりました。

経産省から発表された原文のまま、以下に紹介します。

太陽電池発電設備に対する使用前自己確認制度の導入【規則第78条・別表第6・別表第7、検査解釈Ⅱ-1.3】

- 太陽電池発電設備については、現在、出力2,000kW以上の設備において、工事計画の届出や、施工後の設置者による検査の実施などが義務づけられている。
- 近年、太陽電池発電設備の設置数が増加しており、設置者の発電設備に対する知識、保安力も多様化している。また、最近、中小規模の太陽電池発電設備について、突風や台風等によるパネルの飛散が発生し、近隣の家屋等の第三者への被害が発生している。
- このような状況を踏まえ、出力500kW以上2000kW未満の太陽電池発電設備について、使用前自己確認制度を導入することとする。なお、当該規模の太陽電池発電設備については、使用前自己確認の結果を届け出る際の添付書類のうち、構造図等の一部を省略することとした。

#### 想定荷重 -JIS C 8955-

架台に作用する荷重の計算は、JIS C 8955-2017 に従って実施します。

想定荷重は、恒久的に作用する固定荷重と、自然の外力である風圧荷重、積雪荷重、地震荷重があります。

- ①固定荷重(G) : モジュールの質量(GM)と支持物などの質量(Gk) の総和
- ②風圧荷重(W) : モジュールに加わる風圧力(WM)と支持物に加わる風圧力(Wk)の総和(ベクトル和)
- ③積雪荷重(S) : モジュール面の垂直積雪荷重
- ④地震荷重(K) : 支持物に加わる水平地震力

荷重条件の以下のように決められています。

荷重条件		一般の地方	多雪区域
長期	常時	G	G
	積雪時		G+0.7S
短期	積雪時	G+S	G+S
	暴風時	G+W	G+W
			G+0.35S+W
地震時	G+K	G+0.35S+K	

(1) 風圧荷重

$$\text{風圧荷重} : W (N) = C_w \times q \times A_w$$

$C_w$  : 風力係数

$q$  : 設計用速度圧(N/m<sup>2</sup>)

$A_w$  : 受風面積(m<sup>2</sup>)

◆設計用速度圧 :  $q$  (N/m<sup>2</sup>)

$$q = 0.6 \times V_o^2 \times E \times I$$

$V_o$  : 設計用基準風速(m/s)

$E$  : 環境係数

$I$  : 用途係数

①設計用基準風速 :  $V_o$

建設地点の地方における過去の台風の記録に基づき風害の程度その他の風の性状に応じて、30m/秒から46m/秒までの範囲内において国土交通大臣が定める風速

(建築基準法施行令第 87 条第 2 項関連 平成 12 年建設省告示第 1454 号)

②環境係数 :  $E$

$$E = E_r^2 \times G_f$$

$E_r$  : 下式によって算出する平均風速の高さ方向の分布を表す係数

$$H \text{ が } Z_b \text{ 以下の場合 } E_r = 1.7(Z_b / Z_G)^{\alpha}$$

$$H \text{ が } Z_b \text{ を超える場合 } E_r = 1.7(H / Z_G)^{\alpha}$$

ここで

$Z_b$ 、 $Z_G$  および  $\alpha$  : 地表面粗土区分に応じて表に掲げる数値

$H$  : アレイ面の平均地上高さ (m)

	地表面粗度区分	$Z_b$ (m)	$Z_G$ (m)	$\alpha$
I	都市計画区域外であって、きわめて平坦で障害物がないものとして特性行政庁が規則で定める区域	5	250	0.10
II	都市計画区域外にあつて地表面粗度区分 I の区域以外の区域又は都市計画区域内にあつて地表面粗度区分 IV 区域以外の区域のうち、海岸線または湖岸線(対岸までの距離が 1500m 以上のものに限る。以下同じ)までの距離が 500m 以内の区域	5	350	0.15
III	地表面粗度区分 I、II または IV 以外の区域	5	450	0.20
IV	都市計画区域内にあつて、都市化がきわめて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	10	550	0.27

ガスト影響係数 (Gf)

アレイ平均地上高 地表面粗度区分	(1)	(2)	(3)
	10 以下の場合	10 を超え 40 未満の場合	40 以上の場合
I	2.0	(1)と(3)に掲げる数値を直線的に補間した数値	1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3

◆風力係数

<地上設置(単独)>  $\theta$  : アレイ面の傾斜角度(°)

正圧の場合  $C_w = 0.35 + 0.055\theta - 0.0005\theta^2$       ただし、 $5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$

負圧の場合  $C_w = 0.85 + 0.048\theta - 0.0005\theta^2$

<屋根置き型>

正圧の場合  $C_w = 0.114$       ただし、 $10^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$

負圧の場合  $C_w = 1.5 - 0.015\theta$

<陸屋根型>

正圧の場合  $C_w = 0.75$       ただし、 $0^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$

$C_w = 0.49 + 0.026\theta$        $10^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$

$C_w = 1.8$        $50^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$

負圧の場合  $C_w = 0.6$       ただし、 $0^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$

$C_w = 0.04 + 0.056\theta$        $10^\circ \leq \theta \leq 35^\circ$

$C_w = 2.0$        $35^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$

◆積雪荷重

積雪荷重 :  $S(N) = C_s \times P \times Z_s \times A_s$

$C_s$  : 勾配係数

$P$  : 雪の平均単位荷重(積雪 1 cm 当り  $N/m^2$ )

$Z_s$  : 地上垂直積雪量(m)

$A_s$  : 積雪面積(アレイ面の水平投影面積) ( $m^2$ )

### 勾配係数 $C_s$

勾配係数  $C_s$  は 1.0 とする。ただしアレイ面積雪の滑落を確実に保証できる場合には以下の算出式で求める。

$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$$

$\beta$  : 積雪面の勾配(°)

ただし、60°を超える場合には  $C_s$  を 0 とすることができる

### 雪の平均単位荷重 $P$

雪の平均単位荷重( $P$ )は、積雪 1cm ごとに、 $1\text{m}^2$  につき一般の地方では 20N 以上、多雪区域では 30N 以上とする。

### 地上垂直積雪量 $Z_s$

$$Z_s = \alpha \times I_s + \beta \times r_s + \gamma$$

$I_s$  : 区域の標準的な標高(m)

$r_s$  : 区域の標準的な海率

(区域に応じて表の R の欄に掲げる半径(km)の円の面積に対する当該円内の海その他これに類するものの面積の割合)

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  : 区域に応じて、定められた数値

(海率の例) 発電所地点から半径 40km の円を描いた場合、下記の円の範囲に含まれる海や湖、河川の占める割合を求める。

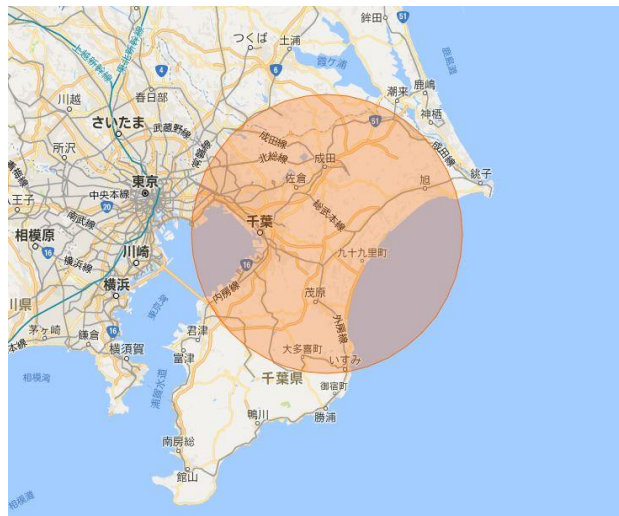


図 3-8 海率算出の例

#### ◆地震荷重

$$\begin{aligned} \text{地震荷重： } K(N) &= k_p \times G && \text{(一般の地方)} \\ &= k_p \times (G + 0.35S) && \text{(多雪区域)} \\ k_p &: \text{設計用水平震度} \\ G &: \text{固定荷重 (N)} \\ S &: \text{積雪荷重(N)} \end{aligned}$$

設計用水平震度  $k_p$

架構部分及び基礎部分は以下の式で算出する。

$$k_p = k_H \times Z \times I$$

$k_H$  : 各部に生じる水平震度

$Z$  : 地震地域係数 (1.0~0.7)

$I$  : 用途係数

きわめて重要な太陽光発電システム :  $I = 1.5$

通常設置する太陽光発電システム :  $I = 1.0$

## 強度の確認

### ① 架台構成部材

架台各所に用いる部材の材質の強度、および断面諸元を求める。

- ・材質
- ・断面二次半径
- ・断面二次モーメント
- ・断面係数

各部材にかかる荷重において、長期および短期での最大となる条件の荷重を見出し、その荷重条件での断面算定をおこない、許容応力度との比較にて強度の安全性を確認します。

### ② ボルト・接合部

ボルト・接合部にはせん断応力が作用します。

ボルト・接合部にかかるせん断応力が、ボルト・接合部の許容応力よりも小さい事を確認します。

### 3-7 設計起因の不具合

#### システム設計

##### ①ストリング直列数

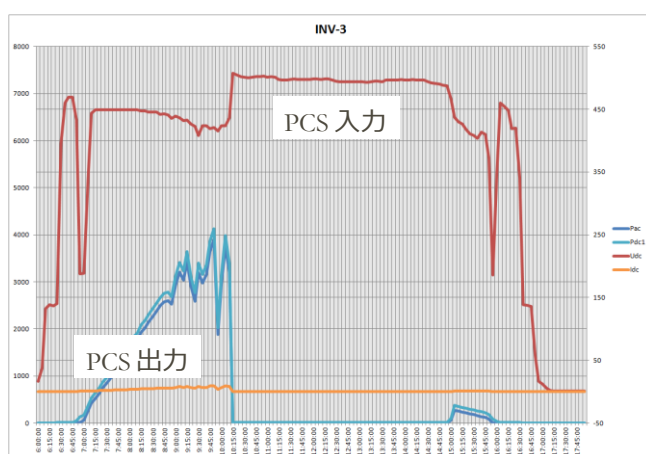
ストリング直列数はモジュールの出力仕様とパワーコンディショナの入力仕様によって計算され、アレイ構成や配線を考慮して決定します。太陽電池モジュールの出力電圧は温度による変動が大きいので、電圧による計算では特に注意が必要です。

直列数設計を誤った場合、起動不具合、運転中の発電停止、（接続箱やパワーコンディショナで使用されている）部品の早期劣化などを引き起こす可能性があります。下記に起動不具合となった事例を示します。

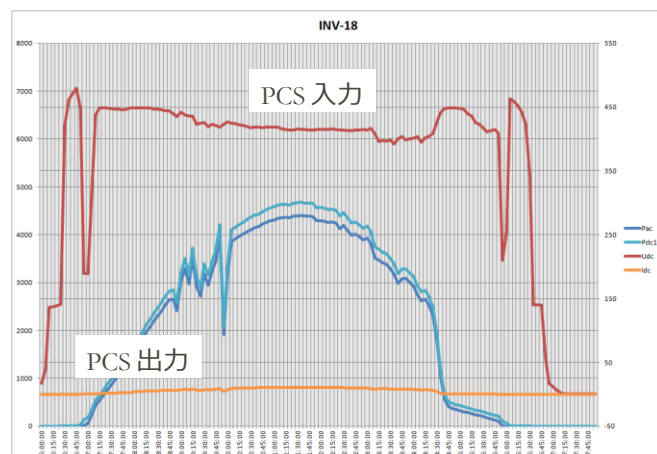
（不具合事例）

モジュール仕様	最大出力動作電圧	30.96 V
	最大出力動作電流	8.07 A
	開放電圧	37.92 V
	短絡電流	8.62 A
パワーコンディショナ仕様	定格入力電圧	320 V
	M P P T 動作範囲	200～450 V
	入力電圧範囲	250～500 V

ストリング直列数は計算では 9～13（温度変化含まず）となりますが、実際のシステムは 14 直列で構成してしまった、パワーコンディショナの直流入力過電圧のエラーが発生し、発電停止という不具合が発生しました。



（発電停止）



（正常）

図 3-9 発電停止となったパワーコンディショナの状況

## ②レイアウト

周辺の障害物による影は避けようがないが、複数アレイで構成する場合には他のアレイの影の影響がないようにアレイ配置を行う必要があります。

また点検や補修工事等のメンテナンスを行うために必要なスペース、あるいは野立ての場合は除草に必要なスペースの確保も必要になります。

モジュールの傾斜角度は大きくすると風圧荷重が強くなるため、架台強度を上げる必要があります。

逆に傾斜角度を小さくすると風圧荷重は減りますが、積雪地域では積雪荷重が大きくなります。またモジュール表面のほこり等が雨で流れにくくなる、などのデメリットもあります。

接続箱やパワーコンディショナは、配線長を考慮した配置を考える必要があります。

太陽電池モジュール～接続箱までに用いる DC ケーブル（延長ケーブルともいう）は、モジュールのコネクタと嵌合するコネクタを取り付ける必要があるため、線径・線長は限られています。したがって、DC ケーブルが届く範囲に接続箱・パワーコンディショナを設置する必要があります。

## ケーブルの選定

接続箱～パワーコンディショナ、パワーコンディショナ～電力系統 のケーブルを選定する際には、電線・ケーブルの許容電流と電圧降下を考慮する必要があります。

### ①許容電流

許容電流とは電線・ケーブルに流す事ができる最大の電流です。電線やケーブルにも抵抗があるので、電流が流れると発熱し、その熱によって絶縁被覆が溶解して短絡事故となったり、または発火する場合があります。

このため電線やケーブルに電流を流す場合は許容電流値以下とする必要があります。

許容電流は下記の関係にする事が必要です。

電線・ケーブルの許容電流 > 遮断器容量 > 負荷電流

負荷電流とは電線・ケーブルに流れる可能性のある最大の電流値となります。

遮断器容量よりも電線・ケーブルの許容電流値を大きくするのは、電線・ケーブルが発熱・発火を起こす前に電流を遮断するためです。

## ②電圧降下

電圧降下とは、電圧を印加した電線やケーブルにおいて、末端になるに従って電圧が低くなっていく現象です。

電線やケーブルが持つわずかな電氣的抵抗により、電線全体が負荷と同様になり、電圧が低下します。

太陽光発電システムの場合、電圧降下が大きいと、

- ・発電電力の損失
- ・電圧上昇抑制が起きやすくなる

という不具合となります。

(電圧上昇抑制が発生する理由)

パワーコンディショナは系統電圧よりも出力電圧を高く設定する事で系統への逆潮流を行います。ただし電線・ケーブルの電圧降下分を加算した出力電圧としなければ連系点での電圧は系統電圧よりも高くないため、逆潮流は発生しません。

さらにパワーコンディショナの出力電圧自身もまた電線・ケーブルの電圧降下があるため、さらにこの分も加算する必要があります。

電圧降下大きい場合には加算する電圧が大きくなるため、パワーコンディショナは出力電圧の整定上限値に達しやすくなり、その結果電圧上昇抑制が機能し、出力の絞り込み又は運転停止となります。

電圧降下の値は、電線・ケーブルの長さに比例し、線径に反比例します。電圧上昇抑制の発生を抑えるためには配線長を短くする、線径を太くするという対策が必要となります。

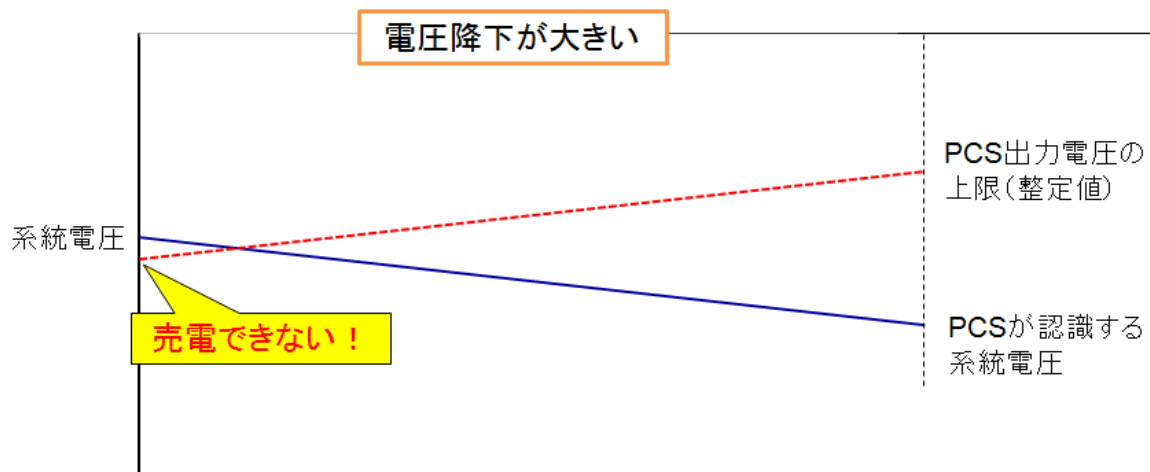


図 3-10 電圧降下の概念



## 第4章 施工

### 4-1 現地調査

現地調査を行う目的を下記に示します。

- ・発電所設置場所の調査（位置、面積、方位、屋根材、連系柱位置、など）
- ・発電所設置のための課題調査（築年数、屋根構造物仕様、造成範囲、影の状態、など）
- ・発電所周辺環境（道路、駐車スペース、機材置き場、など）
- ・設計に必要な情報収集

### 屋根設置の場合の現地調査

屋根に設置する場合の調査項目と確認事項（調査目的）を以下に示します。

対象	調査項目	確認事項（調査目的）
建物全体	建物強度	太陽電池を載せた場合の荷重に、建物が耐えられるか
	建物高さ	設計および施工時に必要となる情報
屋根	屋根寸法	設計に必要な情報
	屋根材の状態	劣化、ズレ・欠け・割れの有無の確認、設置可否判断
	屋根材の種類、品番、寸法	取付金具選定に必要な情報、設置可否判断
	屋根勾配、方位	設計に必要な情報
	軒出、ケラバ出の寸法	設計に必要な情報
	屋根上障害物の有無	撤去の可否、撤去負荷の場合は障害物寸法必要
屋根構造	屋根裏の状態	雨漏れの痕跡の有無、木材の腐敗の有無
	垂木（母屋）サイズ、ピッチ	設計および施工時に必要となる情報
	野地板の種類、劣化状態	設置可否判断、施工時に必要な情報
	ルーフィングの種類、劣化状態	設置可否判断
周辺環境	影の影響	周辺建物、樹木、電柱などの位置関係
	反射光の影響	周辺への光害の影響有無の確認
	道路、駐車場、機材置き場	施工時に必要となる情報
電気設備	機器取付位置	接続箱、パワーコンディショナの取付位置
	連系柱位置、番号	設計、連系申込に必要な情報
	メーター取付位置	連系申込に必要な情報
	キュービクル設置場所（高圧）	設計、連系申込に必要な情報

## 地上設置の場合の現地調査

地上に設置する場合の調査項目と確認事項（調査目的）を以下に示します。

対象	調査項目	確認事項（調査目的）
敷地・地盤	現状の状態確認	樹木伐採、伐根、造成の計画作成
	土地の寸法	設計時に必要な情報
	地面の傾斜の角度、方向	設計時に必要な情報
	地耐力の確認	架台基礎の選定、強度計算に必要な情報
周辺環境	影の影響	周辺建物、樹木、電柱などの位置関係
	反射光の影響	周辺への光害の影響有無の確認
	機材搬入路	施工時に必要となる情報
電気設備	機器取付位置	接続箱、パワーコンディショナの取付位置
	連系柱位置、番号	設計、連系申込に必要な情報
	メーター取付位置	連系申込に必要な情報
	キュービクル設置場所（高圧）	設計、連系申込に必要な情報

## 4-2 安全対策

### 屋根工事における安全対策

屋根上での工事は地上高 2mを超える場所となるため、労働安全衛生規則では高所作業となります。高所からの墜落・転落による事故を防ぐための安全対策が必要となります。

### 作業床の設置

高所作業を行う場合は、足場を設置する事が原則です。足場設置が困難な場合は、安全带を使用できる環境や落下防止の防網を設置するなどの対応が必要となります。この内容は労働安全衛生規則第 518 条に規定されています。

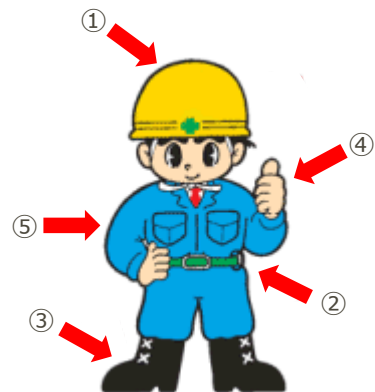
労働安全衛生規則第 518 条（作業所の設置等）

1. 事業者は、高さが 2 m 以上の箇所（作業床の端、開口部等を除く）で作業を行う場合においては墜落により労働者に危険を及ぼす恐れのあるときは、足場を組み立てるなどの方法により作業床を設けなければならない
2. 事業者は、作業床を設ける事が困難なときは、防網を張り、労働者に安全带を使用させる等墜転による労働者の危険を防止する為の措置を講じなければならない

## 服装・保護具

安全の基本は、適切な服装と保護具の正しい装着です。

- ①ヘルメットを着用し、あご紐をしっかり締める
- ②安全帯を着用する
- ③滑りにくい靴を履く
- ④作業中は手袋を使用する
- ⑤作業に適した服装を着用する（半袖や半ズボンは不可）



## その他の注意事項

- ・作業前に KYK（危険予知活動）を実施し、作業内容・危険個所の周知を行う
- ・体調がすぐれない時は、作業に参加しないこと
- ・雨、強風時での作業は行わない
- ・夜間の作業は足元が見えにくく危険であるため、作業は行わない
- ・濡れた屋根面での作業行わないこと
- ・屋根に上げたモジュールは速やかに架台所定箇所に固定する
- ・梯子の懸架角度は地上面に対して 75 度以下として、上端部を固定すること  
また梯子上部の突き出しは 60 cm以上とすること

## 感電事故の防止

- ・電気工事は、電気工事士の資格を持つ者のみが実施すること
- ・活線作業では、感電防止のゴム手袋着用、ヘルメット着用、面防具を装着すること
- ・直流部は日射がある限り発電するので、電線を発電状態にしたまま垂らさないこと。すぐに結線するか絶縁テープにて電線の切断部を保護すること
- ・濡れた手で結線作業はしないこと
- ・降雨時は屋外で活線作業をしないこと
- ・各部の電源スイッチを入り切りする際には、関係者に必ず事前連絡を行い了解を得ること。

## 4-3 モジュール設置工事

### 瓦屋根への金具取付工事

瓦屋根への架台金具取付は、いったん瓦を外して金具を取り付け、瓦を元に戻すという工程となります。概ね以下の手順となります。

瓦の取り外し→垂木位置の確認→補強板（支持部材）の取付→架台金具の取付→瓦を戻す

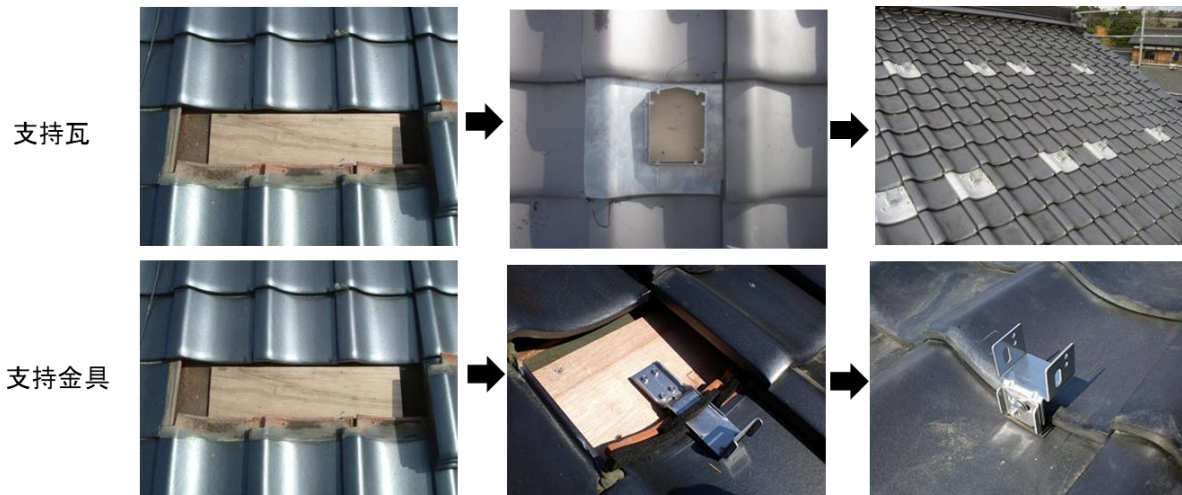


図 4-1 瓦屋根への金具取付

### スレート屋根への金具取付工事

スレート屋根の場合は、スレートに穴をあけて垂木または野地板に木ネジで金具を固定します。屋根材に穴を空けるため、この穴からの雨水の侵入が無いようにしなければなりません。また穴をあける際にスレートが割れる危険性があるため、穴位置には制約があります。メーカーマニュアルに従って正しい位置に取り付ける必要があります。また垂木固定か野地板固定かは、メーカーによって異なるため、メーカーのマニュアルに従う必要があります。

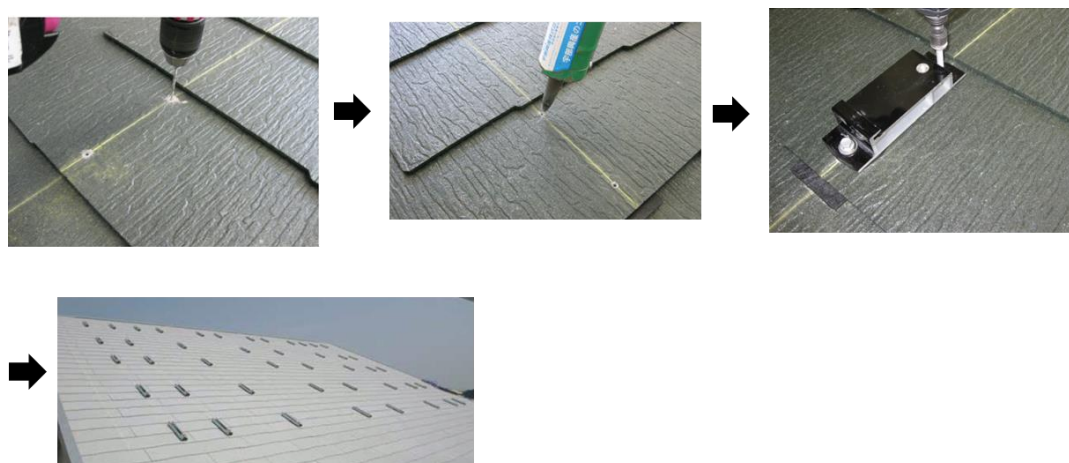


図 4-2 スレート屋根への金具取付<sup>17</sup>

<sup>17</sup> 引用：JPEA 「PV 施工技術者研修テキスト」

## モジュール間結線作業

モジュールの直列接続をつくるために、モジュール間の結線をおこないます。この作業はコネクタをはめ込むだけであるため、電気工事士法で定める軽微な作業になるので、電気工事士の資格が無くても作業ができます。

太陽電池モジュールからそれぞれプラス・マイナスの出力ケーブルが各 1 本出ており、先端にコネクタが取付けられています。隣り合う太陽電池モジュールのコネクタを嵌合することで、直列接続となります。

図 4-3 コネクタ接続<sup>18</sup>



## 4-4 電気工事

### パワーコンディショナ取付工事

太陽電池モジュール以外の機器として接続箱、集電箱、パワーコンディショナ、キュービクル、監視装置 があります。この中でパワーコンディショナの取付工事について説明します。

#### (1) パワーコンディショナの壁面設置／架台設置

パワーコンディショナを壁面、あるいは架台に取り付ける場合の注意点を示します。

- ・直射日光にあたらない場所であること
- ・塩害地域には設置しないこと
- ・振動、粉塵、鉄粉、腐食性ガスのない場所であること
- ・パワーコンディショナの重量をじゅうぶん支えられること
- ・複数台設置の場合、上下方向に並べて設置しないこと
- ・冷却や作業性のため、周囲にマニュアルで規定されたスペースを設けること
- ・換気、操作、点検、および冠水／冠雪防止のため、周辺にスペースを確保すること



図 4-4 パワーコンディショナの取付

<sup>18</sup> 引用 ソーラーフロンティア 施工マニュアル



## (2) 地上設置型パワーコンディショナ

パワーコンディショナを地上設置（または屋上設置）とする場合の注意点を下記に示す。

- ・重量物となるため、重量に耐える基礎を設け、アンカーボルトで固定する
- ・基礎は水没を避けるために必要な高さを確保する
- ・一般的に屋内仕様となっているので、外箱（エンクロージャー）に収納する
- ・基礎をつくる際に、DC 側／AC 側の配線・配管を設けておく
- ・高圧連系の場合は、キュービクル側からの OVGR 信号線をパワーコンディショナに接続する必要があるため、この信号線の敷設が必要となる
- ・排熱／排気スペース、およびメンテナンススペースを確保する

## 配線工事

### ◆太陽電池アレイ ～ 接続箱 の配線工事

- ・使用するケーブルは片側が防水コネクタで、片側は必要に応じて切断して使用する。モジュールのコネクタと同じコネクタが必要であるため、モジュールメーカーから仕入れることが多い。
- ・ケーブルはたるみが出ないように、かつ張力がかかりすぎないように注意して、モジュールフレームや架台に固定する。固定する際は、コネクタに直接固定のための結束バンドやバインド線がかからないようにする。
- ・接続箱への接続は、圧着端子を取り付けて規定トルクで締め付ける。
- ・ストリング開放電圧が 750V 以上となる場合には、直流高圧工事が必要となる。

### ◆接続箱 ～ パワーコンディショナ の配線工事

- ・ストリング短絡電流に耐える容量の電線を使用する。
- ・電圧降下を考慮して電線サイズを決定する。
- ・接続時の極性に注意する。

### ◆パワーコンディショナ以降

- ・パワーコンディショナの出力電流に耐える容量の電線を使用する。
- ・電圧降下を考慮して電線サイズを決定する。
- ・三相 3 線式の場合は相回転に注意する。
- ・高圧連系の場合には、キュービクルからの OVGR 信号線を所定の位置に取り付ける。
- ・パワーコンディショナが複数台となる場合、各パワーコンディショナ間に同期信号を送るための信号線の配線、ならびにマスター／スレーブの設定が必要な場合がある。

#### ◆配線工事の注意点

端子台の締め付けが不十分な場合、接触不良による火災発生の恐れがあるので、適正トルクで確実に締め付ける必要があります。

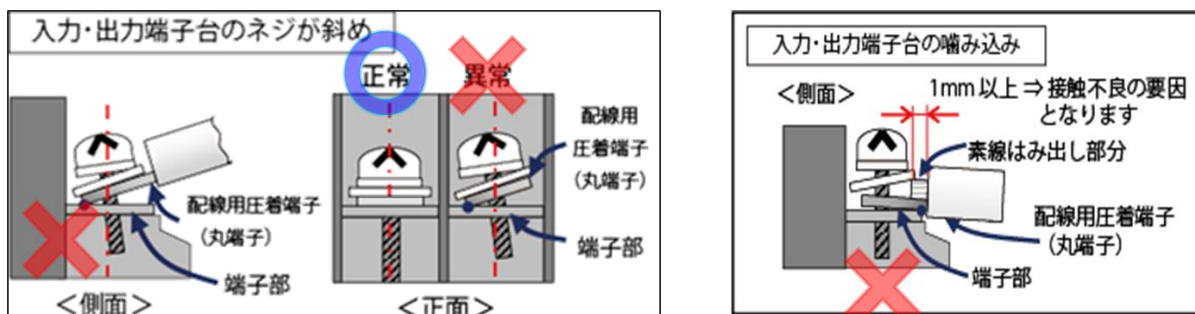


図 4-5 配線工事の注意点

### 接地工事

接地工事は、架台とパワーコンディショナで各々必要となります。

#### ◆架台接地工事

ストリング開放電圧が 300V 以下の場合、D 種接地工事となり接地抵抗は 100Ω 以下となります。開放電圧が 300V を超える場合は C 種接地工事となり、接地抵抗は 10Ω 以下とすることが必要になりますが、下記の緩和処置によって接地抵抗は D 種と同じ 100Ω 以下で良いこととされています。

<電技解釈 第 29 条第 3 項>

使用電圧が 300V を超える太陽電池モジュールを設置する場合は、モジュールに接続する直流電路に施設される機械器具の鉄台や金属製外箱（モジュール架台や中継端子箱等）には、第 29 条第 1 項に基づき、10Ω 以下の C 種接地工事を施す必要がある。しかしながら、設置環境によっては、10Ω 以下の接地抵抗値を満足することが困難なケースもある。そこで検討を実施した結果、モジュールに接続する直流電路が非接地で、かつ、インバータの交流側に絶縁変圧器が施設されている場合（以下「非接地かつ絶縁型インバータを使用する場合」という。）は、仮に中継端子箱等で漏電が発生し、これに人が接触したとしても、地絡電流の帰路が構成されず、感電防止に有効であるため、中継端子箱等に施す接地抵抗の値は、100Ω 以下でよいこととした。

#### ◆パワーコンディショナ接地工事

パワーコンディショナは、入力側にはストリング開放電圧、出力側はパワーコンディショナの出力電圧がかかるため、そのいずれか大きい方の電圧によって接地工事の区分が異なります。

300V 以下 : D 種接地工事 接地抵抗は 100Ω 以下

300V を超える : C 種接地工事 接地抵抗は 10Ω 以下

ただし「当該電路に電流動作形で定格感度電流 100mA 以下、動作時間 0.5 秒以下の漏電遮断器を施設するときは 500Ω 以下」（内線規程 1350 節接地より）という規定があるため、この条件にあう場合は接地抵抗は 500Ω 以下とすることができます。

## 4-5 施工起因の不具合

### セルのクラック

モジュール内部のセルは約 100 $\mu$ m と非常に薄いため、衝撃によって割れたり、クラックが発生する恐れがあります。割れやクラックは、セル発熱・焦げや断線に至る場合があります。したがって運搬や施工時にセルに衝撃が加わらないようにする事が重要です。

### モジュールの変形・ガラス割れ

モジュール設置の際に、架台への無理な押し込み、固定金具による無理な抑え込み、モジュール間のクリアランス不足、などの原因により、モジュールの変形またはガラスの割れが発生する場合があります。

### ボルト締付不足による不具合

ボルト締付が不十分な個所が 1ヶ所でもあった場合、風が吹いた際に振動が発生し、不具合ボルトだけでなく他のボルトにも影響を及ぼします。その結果架台が崩れたり、太陽電池モジュールが架台から外れて飛散する、といった不具合になる恐れがあります。

### ケーブル処理

ケーブルやコネクタは屋根面に触れないような処置が必要です。

屋根面にそのまま放置した場合には、水の侵入による絶縁性能の劣化や電線の腐食、または風で揺さぶられる事で、屋根との接触による断線、などを引き起こす恐れがあります。

### 端子台の締め付け不足

端子台の締め付け不良があると、以下のように火災の原因となる恐れがあります。

発熱→端子台の変形→アーク放電の発生→電線被覆への引火→発煙発火



## 第 5 章 保守点検・メンテナンス

---

FIT 法では、再生可能エネルギー発電事業者は、再生可能エネルギー電気を適切な方法で発電し、長期安定的に供給することが求められています。このため、発電を継続して行うことが可能になるように、再生可能エネルギー発電事業者が発電設備を適切に保守点検及び維持管理することが必要になります。では、どのような内容で実施する必要があるのでしょうか。事業計画ガイドラインには以下のような記載があります。

“保守点検及び維持管理計画の策定、体制の構築に当たっては、民間団体が定めるガイドライン等（付録参照）を参考にし、当該ガイドライン等で示す内容と同等又はそれ以上の内容により、事業実施体制を構築するように努めること。”

ここで記載のある、民間団体が定めるガイドラインが、一般社団法人日本電機工業会と一般社団法人太陽光発電協会が作成した、太陽光発電システムの保守点検ガイドラインになります。従って、実際の保守点検においては、このガイドラインの内容をふまえて実施する必要があります。

また、自家用電気工作物（出力 50Kw 以上の太陽電池発電設備）については、前提として保安規程を踏まえた保守点検の実施が必要になりますので、一般用電気工作物（出力 50Kw 未満の太陽電池発電設備）と分けて考える必要があります。

### 5-1 点検・検査

#### 日常点検

日常点検は、システムの異常及び不具合を早期に発見し、安全を確保するとともに故障などを未然に防止するためのものです。一般電気工作物の場合、日常点検の周期は、毎月 1 回程度及び、地震、台風、洪水や悪天候の後とし、設置者自身が点検することが望ましいとされています。基本的には、工具や計測器などを用いない主に目視での点検確認となります。なお、事業用（自家用）電気工作物の場合は、保安規定に従い実施いたします。

#### 定期点検

日常点検に加えて、太陽光発電設備及び構成機器が安全な使用に足る状態であるかどうかを合理的に、実行可能な範囲で判断するためのものです。日常点検では確認できない設備の劣化や損傷などについて確認するためのもので、少なくとも 4 年に 1 回以上実施することが望ましいとされています。

## 5-2 点検項目と点検方法

目視点検の項目および要領の例について以下に記載いたします。

目視点検例<sup>19</sup>

点検箇所・部位・方法	点検項目	点検要領
太陽電池アレイ・架台 (目視点検の実施)	太陽電池モジュール表面の汚れ破損の確認	汚れや焦げ付き、スネイルトレイル、ひび割れなどの外観の不具合を確認
	太陽電池モジュールフレームの破損・変形の確認	太陽電池モジュールフレームに破損や変形がないか確認
	架台の腐食・破損・変形の確認	架台に著しい傷、汚れ、錆、破損はないかの確認
	ケーブル及び電線管の破損の確認	ケーブルに著しい傷、破損、たわみがないかどうかの確認、ケーブルを収める配管に著しい傷、腐食がないかの確認
	屋根葺材の破損の確認	屋根設置において、屋根葺材の破損、隙間ずれがないかの確認
	周囲の状況	影の状態、鳥・蜂の巣、雑草、竹、樹木などの状態の確認。外周フェンス等に異常がないかの確認
接続箱およびPCS、集電箱、開閉器等 (目視点検の実施)	外箱の腐食、破損の確認	外観に著しい腐食、さび、傷、機能を損なう可能性のある破損がないかどうかの確認。施錠の確認
	外部配線（接続ケーブル）および電線管の損傷確認	PCS や各開閉器等に接続する配線に著しい傷や破損がないかどうかの確認。および配線を収める配管に著しい傷、腐食がないかの確認
	通期確認（通気孔、フィルタなど）	通気孔がふさがっていないかどうか、換気フィルタが目詰まりしていないかどうかの確認
	異常音・異臭などの確認	運転時の異常音や異臭がないかどうか、異常な発熱がないかの確認
	表示部の異常表示、発電状況の確認	表示部に異常コード、異常ランプが点灯、点滅していないかどうか、発電状況（瞬間の発電量、累積発電量）に異常がないかの確認

<sup>19</sup> 参照：太陽光発電協会保守点検ガイドライン

定期点検については、以下の項目例を参考にしてください。

定期点検要領例<sup>20</sup>

点検箇所・部位・方法	点検項目	点検要領
太陽電池アレイ・架台 (目視確認)	太陽電池モジュール表面・裏面の汚れ、破損、不具合の確認	表面、裏面（バックシート）の汚れや焦げ付き、スネイルトレイル、ひび割れなどの外観の不具合を確認 ※裏面の点検が可能な場合のみ裏面実施
	太陽電池モジュールフレームの破損・変形の確認	太陽電池モジュールフレームに破損や変形がないか確認
	架台・基礎の状態確認	架台に著しい傷、汚れ、錆、破損、変形がないかの確認 基礎のひずみ、損傷、ひびなどの破損進行の確認 基礎の沈降、積雪による沈降、杭や基礎の地際の腐食や全体の不陸の有無の確認
	モジュール、架台の固定状況の確認	ボルト及びナットの緩みがないかどうか、モジュールや架台のぐらつきがないかどうかの確認。屋根設置においては、金具類の緩みがないかどうかの確認。
	ケーブル及び電線管の破損の確認	ケーブルに著しい傷、破損、たわみがないかどうかの確認 ケーブルの結束、固定が適切に行われているかの確認 ケーブルを収める配管に著しい傷、腐食がないか、配管・ラックの防水状態、支持、固定状態の確認
	太陽電池モジュール及び架台の接地の確認	適切に設置されているかどうかの確認および接地線に著しい傷、破損などがなく、正しく接続されているかの確認
	屋根葺材の破損の確認	屋根設置において、屋根葺材の破損、隙間ずれがないかの確認
	周囲の状況	影の状態、鳥・蜂の巣、雑草、竹、樹木などの状態の確認。外周フェンス等に異常がないかの確認
接続箱およびPCS、集電箱、開閉器等 (目視点検の実施)	外箱の腐食、破損の確認	外箱およびボルト、ビス等の著しい腐食、さび、傷、機能を損なう可能性のある破損がないかどうかの確認。 扉の開閉・施錠の確認、外箱の固定ボルトなどに緩みがないかどうかの確認。
	外箱の内部の状態の確認	埃、雨水、虫、小動物の侵入がないかどうか、汚れ、腐食、さび、変形などがなくどうかの確認 コーキング等の防水処理がなされているか、劣化がないかどうかの確認および水抜き穴などの処理がされているかどうかの確認
	外部配線（接続ケーブル）および電線管の損傷確認	PCS や各開閉器等に接続する配線に著しい傷や破損がないかどうかの確認。および配線を収める配管に著しい傷、腐食がないかの確認

<sup>20</sup> 参照：太陽光発電協会保守点検ガイドライン

	内部機器、接地の確認	内部機器に脱落などがないかどうか、接地線に著しい破損がなく、適切に接続されているかの確認
	端子台、内部機器のねじ緩み	端子台、内部機器にねじの緩みがないかどうかの確認
	通期確認（通気孔、フィルタなど）	通気孔がふさがっていないかどうか、換気フィルタが目詰まりしていないかどうかの確認
	異常音・異臭などの確認	運転時の異常音や異臭がないかどうか、異常な発熱がないかの確認
	表示部の異常表示、発電状況の確認	表示部に異常コード、異常ランプが点灯、点滅していないかどうか、発電状況（瞬間の発電量、累積発電量）に異常がないかの確認
接続箱および PCS、集電箱、 開閉器等 (測定)	絶縁抵抗測定 (太陽電池モジュール-接地間) (接続箱出力端子-接地間) (PCS 入出力端子-接地間)	絶縁抵抗値が規定の値以上（電気設備の技術基準を定める省令第五十八条参照）
	接地抵抗測定	規定の接地抵抗値以下であるかどうか確認 (電気設備の技術基準の解釈第 17 条参照)
	開放電圧の測定	ストリング毎の接続枚数を把握した上でストリング毎に測定した電圧に異常がないか確認
	I-V カーブ測定	I-V 特性に異常がないかどうかの確認
	系統電圧の測定	単相 3 線 100/200V 主回路端子台 U-O、W-O 間が AC101±6V か確認 三相 3 線 200V 主回路端子台 U-V、V-W、W-U 間は、AC202±20V か どうかの確認
運転・停止 (目視点検の 実施)	運転	停止中に運転スイッチ“入（運転）”で連系運転する。 連系運転中に運転の表示または、運転を表す表示が行われている。
	停止	運転中に運転スイッチ“切（停止）”で瞬時に停止する。 停止中に停止の表示又は停止を表す表示が行われているか確認。
	停電時の動作確認及び投入阻止 時限タイム動作試験	引入口開閉器を遮断した時、瞬時に停止する。また、復電した時、所定時間後に自動復帰するか確認。 1) PCS を連系運転とし、引入口開閉器を開放して停止状態とする。 2) 保護装置が働き PCS が直ちに（電力会社との協議値どおりに）停止することを確認した後、再投入する。 投入から PCS が自動復帰するまでの時間を測定し、これが所定の時間であるか確認（電力会社との協議値通り）

	自立運転	自立運転機能付きの場合、自動運転に切替えたとき、自立運転用専用端子から製造業者の指定の電圧が出力されるかの確認
	表示部の動作確認	PCS の運転、停止などの状態表示、発電電力、発電電力量などの表示を確認することによって、PCS の動作が正常であることを確認。

ここからは、各点検項目についての点検方法を解説していきます。

## 太陽電池モジュール・コネクタの点検

焼け跡、ひずみ、スネイルトレイル、ガラスとフレームとの間の隙間や分離、変色、ガラスのひび割れ、バックシートの損傷などがないかどうか、泥や土埃、鳥の糞、落ち葉等の過度の汚損がないかどうか、および発電量を確認します。また、太陽電池コネクタの点検は、接続の閉まり具合、及び熱損傷、腐食がないかの目視確認を行い、場合によっては、熱画像装置を使用して、接続部をスキャンし過度に抵抗値の高い接続部を探す方法も有効です。

## 架台・基礎の点検

架台部分においては、ボルトやクリップなどの欠損、破損、さび、腐食などの異常個所を確認します。ボルトの締め具合を確認するためには、ボルトのトルクを確認することが望ましいです。地上設置の場合は、基礎部分のひずみ、損傷、ひび、沈降、また、地際の腐食や全体の不陸の有無の確認をすることが望ましいです。

## 接続箱および PCS・集電箱等

外観および架台に著しい腐食、さび、傷などがないかどうかの確認を行います。また箱の内部の状態確認を行い、水、小動物、埃等の侵入がないかどうかを確認します。端子部や基盤等の内部機器に焼損、変色がないことを確認し、トルクマークがずれている場合は、トルクレンチ等によって増し締めを実施することが望ましいです。

## 5-3 測定機器の使用方法

### 絶縁抵抗計

低圧電路・機器の定期点検における絶縁抵抗測定や地絡時の故障個所の原因調査に用います。100V のレンジは 200V 以下、250V のレンジは 400V 以下の低圧電路、機器の維持管理に使用します。測定箇所は、可能な範囲で細分化したサブシステム単位で実施することが望ましいです。つまり、開閉器などで区切ることができる回路ごとに行い、設置状況によって測定範囲を決定していきます。

## テスタ（回路計）

電圧、電流、抵抗、導通などの測定が可能な機器でアナログ式とデジタル式があります。500Vまでしか測定できないものもある為仕様の確認が必要になります。

## クランプ式電流計

低圧電路の電線を挟み込み、負荷電流または漏えい電流の測定に用います。測定する電流により、クランプ部分の大きさが変わる為、用途により種類を選ぶ必要があります。太陽光発電システムにおける点検では、交流直流両用のクランプ式電流計が便利です。

## 接地抵抗計

設置工事の接地抵抗測定に用いる計測器で、一般的には、補助接地極を利用する直読式接地抵抗計が用いられることが多いです。補助接地極が設置できない場合などは、簡易接地抵抗測定器で測定が可能です。

## I-V カーブ測定器

ストリング単位、あるいは太陽電池モジュール単体でI-Vカーブを測定することができます。また、各ストリングのI-Vカーブデータを取っておくと、定期的に比較測定することにより、太陽電池の性能変化を把握することができます。

## 5-4 除草、清掃

### 除草・植生管理

植生管理は、地上設置の太陽光発電システムにとって懸念事項となります。日影により発電に影響を及ぼすだけでなく、太陽電池モジュールに損傷を引き起こす可能性もあり、またパワーコンディショナ等の電気機器に影響を与える可能性もあります。

### 清掃・洗浄

汚れは、太陽電池アレイの発電を削減し、汚れが均一でない場合は、局所的なホットスポット現象を引き起こし故障に繋がる可能性があります。従って、機器を損傷しないように、太陽電池アレイの洗浄を行う必要があります。各地域ごとの特性や物件ごとの特性があるため、それにより頻度や実施の有無を決定していくことが望ましいです。



## 第6章 不具合事例、不具合原因の実例

太陽光発電設備の現場では様々な不具合が発生しています。落雷などの大きな事故から、発電ロスが発生していない不具合まで様々です。ここでは、構成機器毎に主な不具合を紹介いたします。

### 6-1 モジュール不具合事例

#### ガラスのひび割れ

太陽電池モジュール表面の強化ガラスが、割れる現象です。割れの状況によりいくつかの要因が考えられます。

① 外部からの落下物によるひび割れ

1 点に傷がありそこから放射線状に割れが発生している場合、鳥による落石や、投石などの要因が考えられます。

② 特定の傷がなくある程度均一にひび割れが発生している場合、内部要因が考えられます。例えばホットスポット現象による熱膨張、振動によるひび割れ、雪などによる圧力などが挙げられます。



写真 6-1 ひび割れ（落下物）



写真 6-2（内部要因）

#### スネイルトレイル

かたつむり（スネイル）が這った後のような筋が発生する現象です。黒い筋は、セルのマイクロクラック（微小な割れ）で、要因は、製造上の不具合や運送、設置時の衝撃によって入った見えないクラックが急激な温度変化等により広がったものと考えられます。要因を突き止めることは困難です。発電量に影響するケースはまれですが、放置するとクラックが広がり、後述のホットスポット現象などに繋がる恐れがあります。



写真 6-3 スネイルトレイル（多結晶）

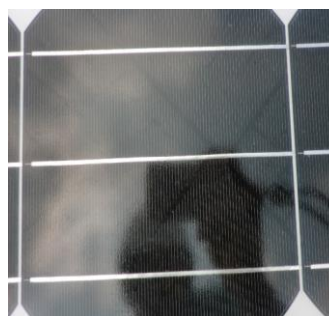


写真 6-4 スネイルトレイル（単結晶）

## ホットスポット現象

太陽電池の発電しない部分の抵抗が上がり発熱する現象のことです。放置しておくと焦げ付きや最悪火災に至るケースもあります。固定化された影や、鳥の糞、モジュールの不具合箇所の存在が要因と想定されます。



写真 6-5 ホットスポット モジュール裏面



写真 6-6 ホットスポット モジュール表面

## 6-2 架台不具合事例

### 架台の変形

太陽電池モジュールを支える架台や金具が変形する不具合です。積雪や暴風など外圧による変形したり、基礎部分が沈下することにより、架台に負荷がかかり変形する場合があります。



写真 6-7<sup>21</sup> 雪による変形



写真 6-8 地盤沈下による変形（不陸）

### 固定金具・ボルトの緩み・外れ

モジュールを固定している金具やボルトが緩む、あるいは脱落している不具合です。売電開始から間もない設備であれば、施工不良の可能性が高いと思われます。年月が経つと経年変化で緩んだり外れたりする場合があります。

---

<sup>21</sup> 写真提供：ソーラーフロンティア（株）



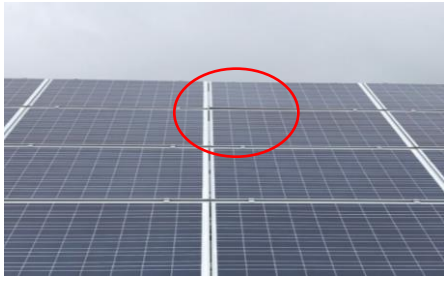


写真 6-9 抑え金具の外れ（赤線箇所）



写真 6-10 抑え金具の緩み

### 6-3 配線不具合事例

#### 直流ケーブル・コネクタの固定不良

モジュールのケーブル及びコネクタを適切に固定していない不具合です。放置すると風によりモジュール裏面と接触しモジュールに傷がつく場合もあります。また、ケーブルが垂れ接地しているケースでは、ケーブル劣化や損傷、それによる漏電に繋がる可能性があります。



写真 6-11 コネクタ勘合部の固定



写真 6-12 配線の結束不良

#### 保護管の不具合

主に屋根置ききの太陽光発電設備で発生し、屋根上のケーブルの保護管に見られる不具合です。保護管が割れている場合、保護管が設置されていないケースもあります。経年劣化により発生する場合がありますが、そもそも設置されていない場合は施工不良の可能性が高いと思われます。



写真 6-13 保護管の一部破損<sup>22</sup>



写真 6-14 露出部に保護管が設置されていない（赤線部分）

<sup>22</sup> 写真提供：ソーラーフロンティア（株）

## 6-4 パワーコンディショナ不具合事例

### ボックス内への小動物の侵入による故障

パワーコンディショナ等のボックス内に、小動物、昆虫が侵入しショートし焼損する不具合です。小動物だけではなく、水分や草等の異物の侵入によっても発生します。入線部のパテ埋めの不良やパテの劣化が要因と想定されます。

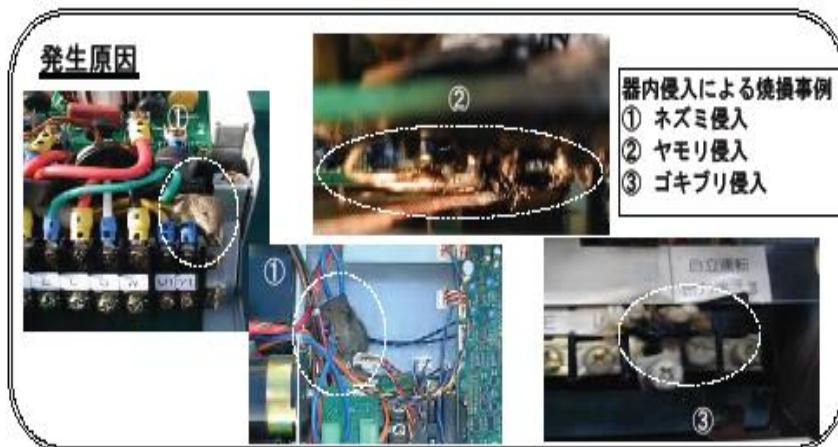


写真 6-15<sup>23</sup> ボックス内に小動物が侵入し焼損した例

### 端子部の焼損

パワーコンディショナや接続箱、集電箱の端子部が焼損する不具合です。最悪火災につながる事例もあります。端子部の締め付け不良や、時間の経過による端子の緩みが原因です。端子部が緩んでいると接触部分が少なくなりその部分の接触抵抗が増加し発熱しますので、定期点検等で増し締めを行うことが重要です。



写真 6-16<sup>24</sup> 端子部の焼損



写真 6-17<sup>25</sup> 端子部の焼損

<sup>23</sup> 引用：(社)太陽光発電協会

<sup>24</sup> 引用：(社)太陽光発電協会

<sup>25</sup> 引用：(社)太陽光発電協会

## 6-5 その他の不具合事例

### 落雷による損傷

落雷により、モジュールやパワーコンディショナが故障するケースがあります。設備全体の雷対策や、雷の侵入する可能性のある個所に SPD（サージ防護デバイス）を設置する等の対策が必要です。雷が直撃することで破損する場合と、誘導雷によって破損する場合があります。



写真 6-18<sup>26</sup> 直撃雷による破損



写真 6-19<sup>27</sup> モジュール裏面バイパスダイオードの故障

### 雑草による発電量の低下

地上に設置する場合、夏場雑草が繁茂し発電量に影響を及ぼすだけでなく、設備の損傷や固定影によるホットスポット現象の発生、虫害等による近隣からのクレームに繋がる可能性があります。定期的な除草の実施や、除草剤による生育の抑制、防草シートの敷設など、しっかりと対策を取ることが必要です。また、施工時に防草シートを敷設していても、防草シートの施工の仕方が悪かったり、安価な防草シートを使用している場合、防草シートの隙間から雑草が伸びたり、防草シートが風でめくれて雑草が伸びる例も少なくありません。



6-20 雑草の繁茂



6-21 雑草によりモジュールに影がかかっている例

<sup>26</sup> 写真提供：ソーラーフロンティア

<sup>27</sup> 写真提供：ソーラーフロンティア

## 盗難

建設中の設備だけでなく、稼働中の設備での盗難被害が増加しています。交流集電箱や大型 PCS の二次側の銅線が盗まれるケースが多くなっています。盗難被害に会いやすい設備の特徴としては、フェンスが設置されていない、入口の施錠がされていない、集電箱が施錠されていない、防犯カメラの設置等の対策が取られていないことが挙げられます。

## 6-6 点検・計測時の不具合事例

保守点検業者による、点検、計測時の不具合の発生の事例も出てきています。保守点検業者は十分に注意して作業を行うようにする必要があります。

### 計測後のブレーカの入れ忘れ

計測を終えた後、ブレーカを入れ忘れる事例が出ています。当然発電されませんので事業主の売電損失に繋がります。人為的なミスですので、二人体制で二重チェックを行うなどのミスを防ぐ対策が必要です。

### コネクター・ケーブル等の誤接続

PCS メーカーによっては、接続箱部分の直流側のケーブルを外したり、端子部の接続を外すケースがあります。計測終了後に再接続する際、誤って接続し PCS の故障となる場合がありますので、元の接続に正しく戻せるようにする必要があります。



## 第7章 廃棄

### 7-1 耐用年数

#### 太陽光発電システムに求められる要求品質

太陽光発電システムが作り出す電力は、環境に優しい、二酸化炭素の放出が少ないクリーンな電力と言われています。この電力をできるだけ多く得る事が望ましいと言われる中で、発電コストを引き下げる事も強く望まれています。

発電コストを引き下げる方法として、システムを構成する太陽電池モジュール、パワーコンディショナ、架台、配電線などの各機器のコストを下げる事、つまり、製造コストの低減が一つとされています。

もう一つの方法として、システム設備導入後の総発電量を増やす事とされています。総発電量を増やす手段として、太陽電池モジュールやパワーコンディショナのエネルギー変換時の損失を下げて変換効率を上げる事や、システムの寿命、特に、電気を生み出す太陽電池モジュールの寿命を延ばす事などが挙げられます。

発電コストに関しては、2014年9月、NEDOより、国内のエネルギー安定供給、低炭素社会、太陽光発電産業の発展などを実現する為に策定された太陽光発電開発戦略（NEDO PV Challenges）の中で、目標とする数値が公開されています。

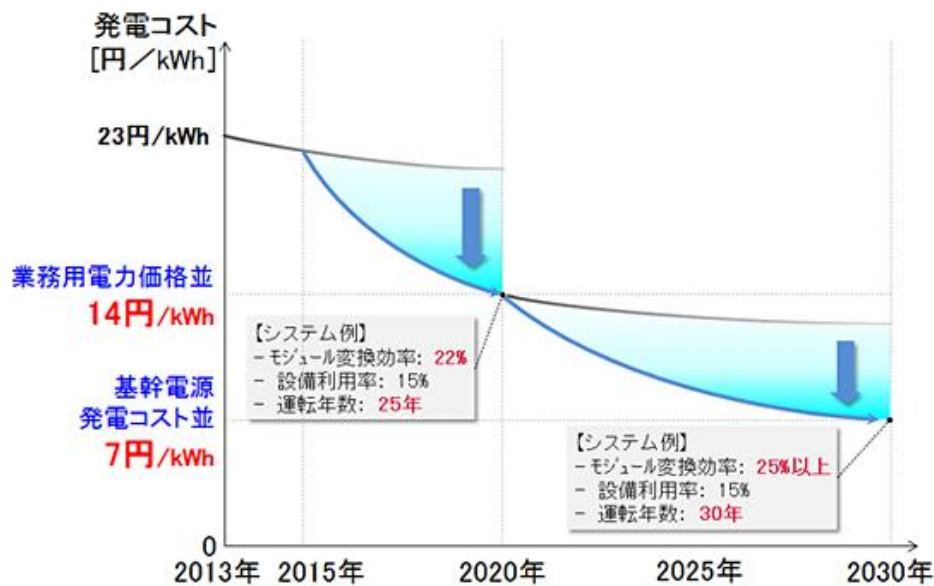


図 7-1 非住宅用システムの発電コストと低減シナリオ<sup>28</sup>

<sup>28</sup> 1 出典：NEDO「太陽光発電開発戦略、NEDO PV Challenges」  
[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100318.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100318.html)

一方で、発電コストの算出方法は、算出方針等により様々です。

		今回の算出方法		国内				(参考) 海外のロードマップ			
		非住宅 (10kW 以上)	住宅 (10kW 未満)	PV2030+ (2009)	コスト等検証 委員会 (2011)		調達価格等 算定委員会 (2012~)		IEA PV Technology roadmap (2010)	A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology (2011)	SunShot Vision Study (2012)
					メガ ソーラー	住宅	非住宅 (10kW 以上)	住宅 (10kW 未満)			
考慮する項目	前提	運転年数	●	●	●	●	●	●	●	●	
		割引率	●	●	●	●		●	●	●	
		IRR					●				
	建設費	法定耐用年数	●			●	●				
		固定資産税	●			●	●				
		法人事業税					●				
	年間経費	システム単価	●	●	●	●	●	●	●	●	
		系統接続費	●				●				
		土地造成費	●				●				
	収益	年間発電量 (算出根拠)	● (設備利用率)	● (設備利用率)	● (設備利用率)	● (設備利用率)	● (設備利用率)	● (設備利用率)	● (システム価格 の1%/年)	● (システム価格 の1%/年)	● (PCS使用年 数、交換費用も 考慮)
出力劣化率										●	
撤去費用	廃棄処理費	●			●	●					
備考			考え方の提示 のみ。算出は していない。			コストではなく買取価 格を算定しているた めIRRを考慮。					

図 7-2 発電コスト算出の入力項目に関する比較<sup>29</sup>

NEDO による発電コストの算出式は、

$$『\text{発電コスト}[\text{円}/\text{kWh}] = (\text{建設費}[\text{円}] + \text{運転維持費}[\text{円}] + \text{産廃処理費}[\text{円}]) \div \text{運転年数総発電量}[\text{kWh}]』$$

と表されます。この算出式を参考にしうえて、太陽光発電システムに求められる品質を考えると、低コストの設備導入とメンテナンスフリーでありながら、生涯発電量が多いという長寿命化だけでなく、安全性や発電性能を保持し続ける為の長期信頼性を有し、機能的寿命を迎えた後に、低コストの産廃処理・再資源化を達成できるものと言えます。

<sup>2</sup> 出展：NEDO「太陽光発電開発戦略、NEDO PV Challenges」

<http://www.nedo.go.jp/content/100573590.pdf/>

## 太陽電池モジュールの寿命

太陽光発電システムを構成する太陽電池モジュールの寿命について、「適切に製造されたものであれば 20 年以上の使用は可能」という説明が多くされています。しかし、太陽電池モジュールの寿命や耐用年数については、工業製品としてのきちんとした定義が定まっていないとも言われています<sup>30</sup>。

また、太陽電池モジュールメーカーの出力性能における保証期間は、10 年、15 年、20 年、25 年と様々です。現在の信頼性を評価する技術は、システムの中から 1 枚の出力低下品を特定することが容易ではなく、更に、将来の発電量を予測することも難しい状況であります。その為、保証期間が長いからといって、その保証があれば良い、という状況ではないとも言われています<sup>31</sup>。

太陽電池モジュールは、通常、屋外環境に設置され、常に、太陽光、湿度、熱（サイクル）、風などの環境ストレスにさらされています。更に、降雨、降雹、降雪や火災、水害などの外的環境要因にもさらされる状態で長期間使用されます。これらの環境要因により、太陽電池モジュールの特定部位の劣化や故障が発生し、出力低下や安全性の低下を招く恐れがあります<sup>32</sup>。

屋外の環境要因に耐え、太陽電池モジュールの長寿命化、高信頼性化を達成する為に、屋外実環境で使用されてきた太陽電池モジュールの経年劣化調査や耐候性試験などが実施され、劣化や故障のメカニズムに関する知見が多く得られています。経年劣化調査については、生産技術や原材料、太陽電池構造、使用年数の異なる製品で実施されており、大凡、結晶シリコンタイプの場合、約 0.5%/年、アモルファスシリコンタイプの場合、約 1.0%/年、という年平均の出力低下率が報告されています<sup>33</sup>。

一方で、屋外の環境要因を想定し、長期耐久性を定量的に評価できる試験方法についても検討が進められています。この長期信頼性評価法は、長寿命化の太陽電池モジュール開発だけでなく、市場投入された製品の信頼性を保証する為にも必須事項であり、今もなお、国内外の研究機関、モジュールメーカーなどにおいて検討が進められています。

---

<sup>30</sup> 参照：加藤和彦（2010）太陽光発電システムの不具合事例ファイル

<sup>31</sup> 参照：土井卓也（2012）「エネルギーデバイス」の信頼性入門

<sup>32</sup> 参照：技術情報協会（2011）太陽電池モジュールの信頼性試験と寿命評価

<sup>33</sup> 参照：近藤道雄（2011）太陽電池の耐久性向上と材料評価

## 7-2 廃棄の方法

### 太陽光発電システムの導入量と推定廃棄量

2012年7月、再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)事業がスタートしてから、当初の想定以上で設備認定が進み、FIT以降に運転開始した稼働済み累積導入量は、約33GWに達しています。(2017年2月末時点)

一方で、太陽光発電システムの将来の排出見込み量については、太陽電池モジュールの寿命に依り、時期や量が異なる事になります。短期間に大量導入されたシステムの為、2030年以降、加速度的に増加が見込まれています。

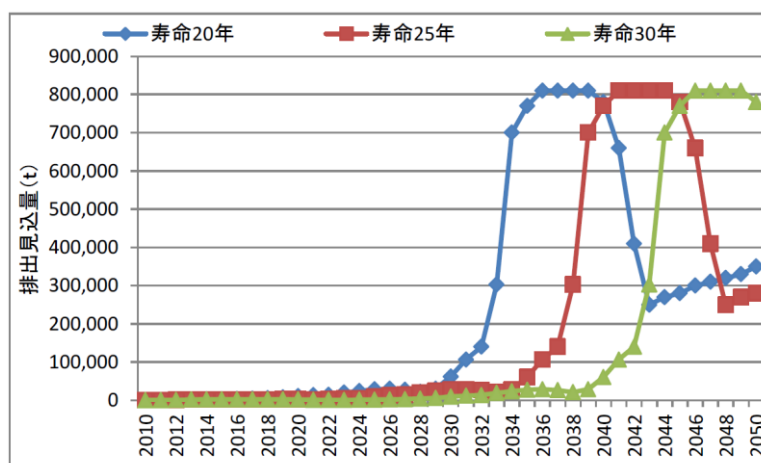


図 7-3 太陽電池排出見込量<sup>34</sup>

### 廃棄処理に関する検討

太陽光発電システムの大量導入を支える為には、使用済発電設備のリユース・リサイクル・適正処分体制を構築する事が急務とされ、環境省においては、2012年度から調査や検討が開始されています。2014年度には、対策メニューを整理したロードマップを含む検討資料が報告されています<sup>35</sup>。

<sup>34</sup> 出典：環境省（2014）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  
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102441.pdf>

<sup>35</sup> 参照：環境省（2015）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



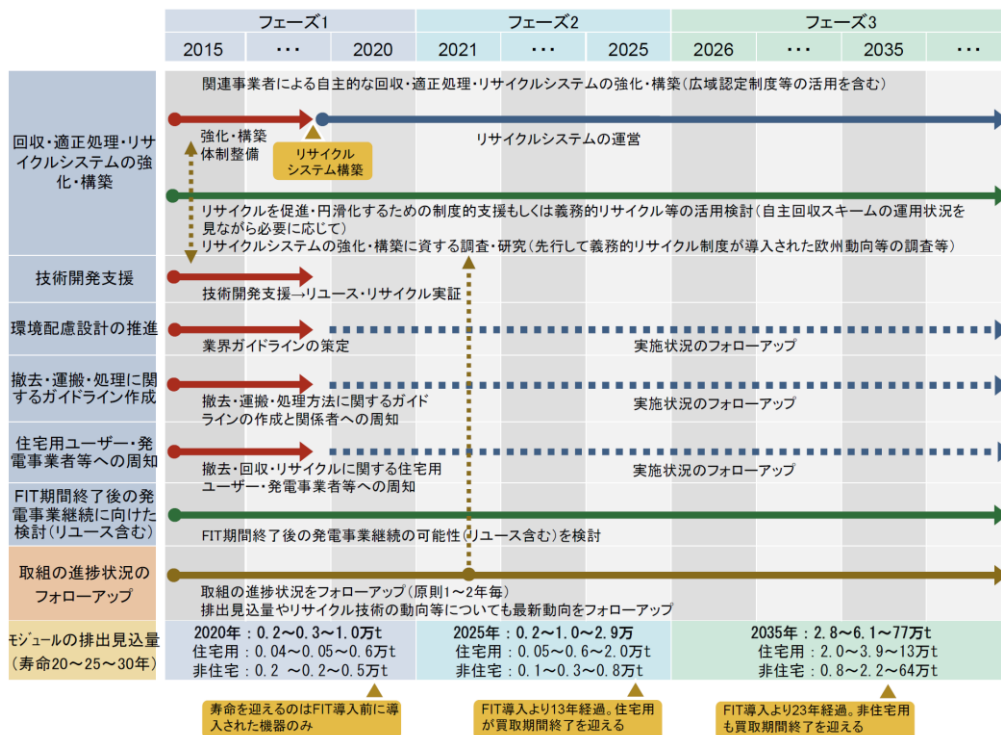


図 7-4 使用済太陽光発電設備のリサイクルを含む適正処理の推進に向けたロードマップ<sup>36</sup>

検討における今後の課題として、不法投棄の極小化、最終処分負荷と有害物質負荷の削減、長期使用やリユースによる排出の先延ばし、リサイクルの推進、経済的・効率的なリユース・リサイクルビジネスの展開、撤去・運搬・処分に関する関係者の役割・留意事項をまとめたガイドラインの作成が提言されています。

これらの検討結果を受け、2015年度、環境省は、太陽光発電設備の撤去・運搬・処分に関して、既存の法制度や留意事項といった基本的な事項を整理し、『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』を作成しています<sup>37</sup>。ガイドラインでは、太陽光発電設備の撤去、運搬、リユース、リサイクル、適正処分の各工程における関係者別の留意事項や一般的な流れが記載されています。

また、事業計画策定ガイドラインにおいて、事業終了時の廃棄のために事業計画時に廃棄費用やその積立額を記載することを求めており、2018年度から、経済産業省への定期報告（運転費用報告）時に、廃棄費用に関する報告が義務化されています。

<sup>36</sup> 出典：環境省（2015）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

<sup>37</sup> 参照：泉知行（2016）生活と環境 10月号掲載

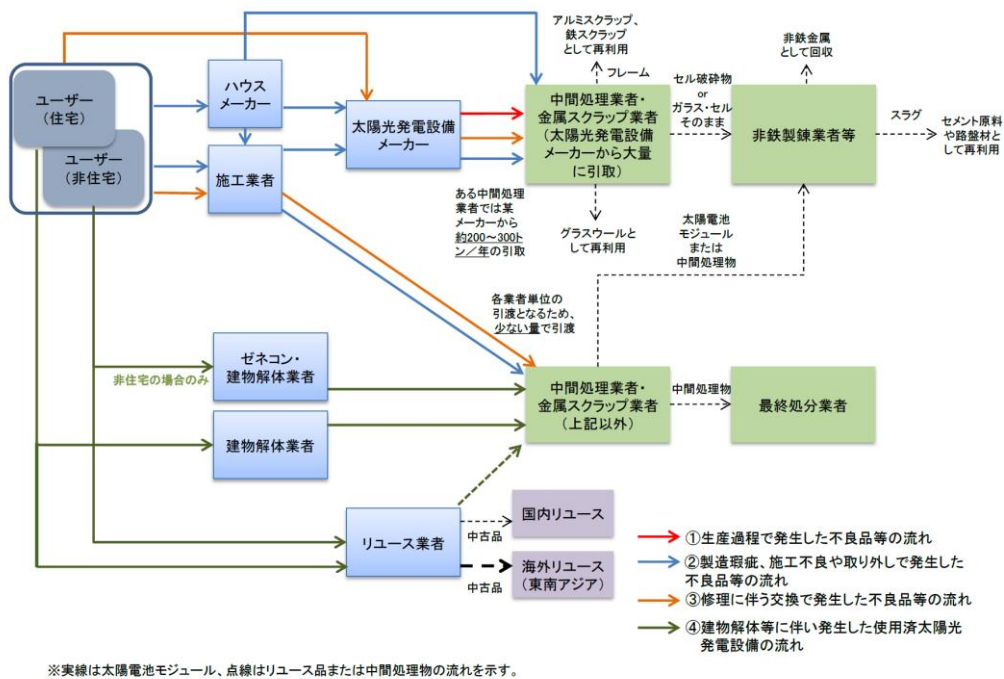


図 7-5 太陽光発電設備のリユース・リサイクル・適正処分に関するフロー<sup>38</sup>

## 現状の廃棄処理

現在、国内に導入されている太陽電池モジュールの約 70~80%は、結晶シリコンの太陽電池になります。

その一般的な構造は、外枠のアルミ、表面の強化ガラス、中央の電極部、裏面のバックシートなどが協力が接着、層状化された異種結合体の為、リサイクル処理するには非常に厄介な廃棄物とされています。

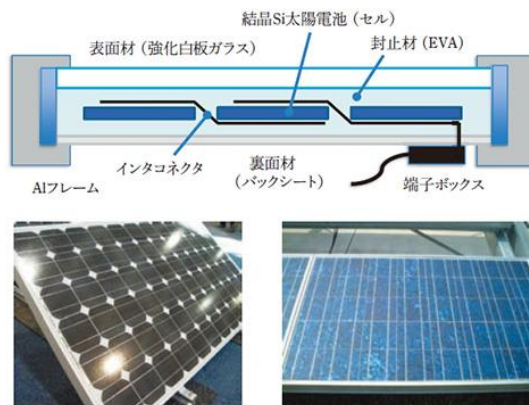


図 7-6 結晶シリコン太陽電池モジュールの構造模式図と外観写真<sup>39</sup>

<sup>38</sup> 出典：環境省（2015）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

<sup>39</sup> 出典：原浩二郎、増田淳（2015）太陽電池モジュールの劣化機構の解明と信頼性向上技術、応用物理第 84 巻

現状、いくつかの産廃処理企業にて、受け入れ、リサイクル処理を実施されていますが、その多くは、有価性の高いアルミ枠のみ回収して、残りは簡易破碎後に最終処分場へ搬出されています<sup>40</sup>。

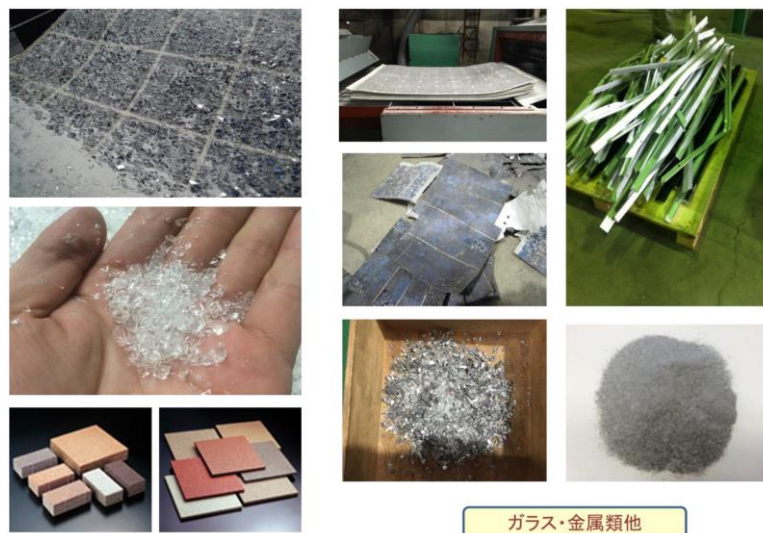


図 7-7 リサイクル処理段階の分解処理品<sup>41</sup>

リサイクルシステムの構築に向けた研究開発も進められてきており、産学官を結びつける NEDO における「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」は、2014 年からの 5 ヶ年事業としてスタートしている。研究開発の項目は、①低コスト撤去回収・分別技術調査、②低コスト分解処理技術 FS（開発）、③低コスト分解処理技術実証、④太陽光発電リサイクル動向調査、⑤使用済み太陽電池モジュールの低コストリユース技術の開発、以上となっています。

②の分解処理技術開発では、複数の企業により、燃焼、溶解、破碎、ホットナイフ分離などの手法を用いた分解処理が検討されています。各社は、目標コスト、「200MW 処理時、5 円/W 以下」を目指し、事業性の検証を実施しており、各社共に目標の処理コストを達成できる見通しを得ています。

<sup>40</sup> 参照：芋生誠（2016）生活と環境 10 月号掲載

<sup>41</sup> 出典：(株)R2 ソリューション、<http://r-2-s.co.jp/>



## 4.2 EVA加熱・燃焼処理装置の開発

本処理装置は全体フローの中で最も重要なプロセスであり、以下の設計方針で開発。

1. ガラス破損防止 → 連続加熱(多数枚バッチでは破損の可能性大)
2. EVA分解ガスの爆発防止 → 雰囲気制御型加熱
3. 低処理コスト → 燃焼ガス加熱(EVA分解ガスの燃焼熱をサーマルリサイクル)

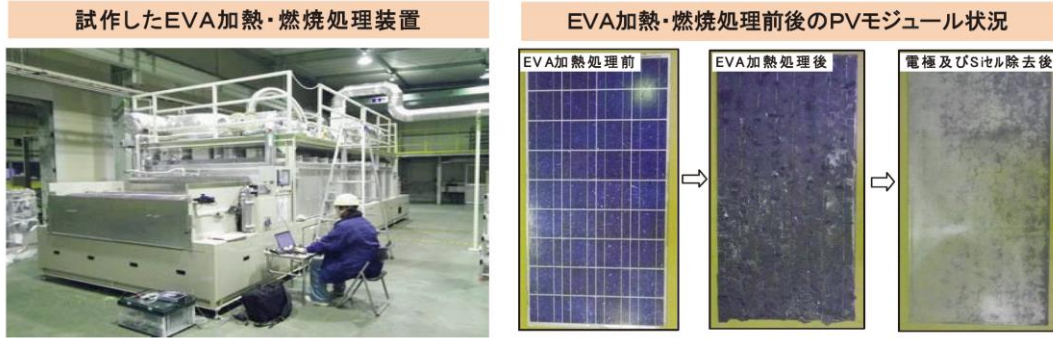


図 7-8 EVA 加熱・燃焼処理装置の開発<sup>42</sup>

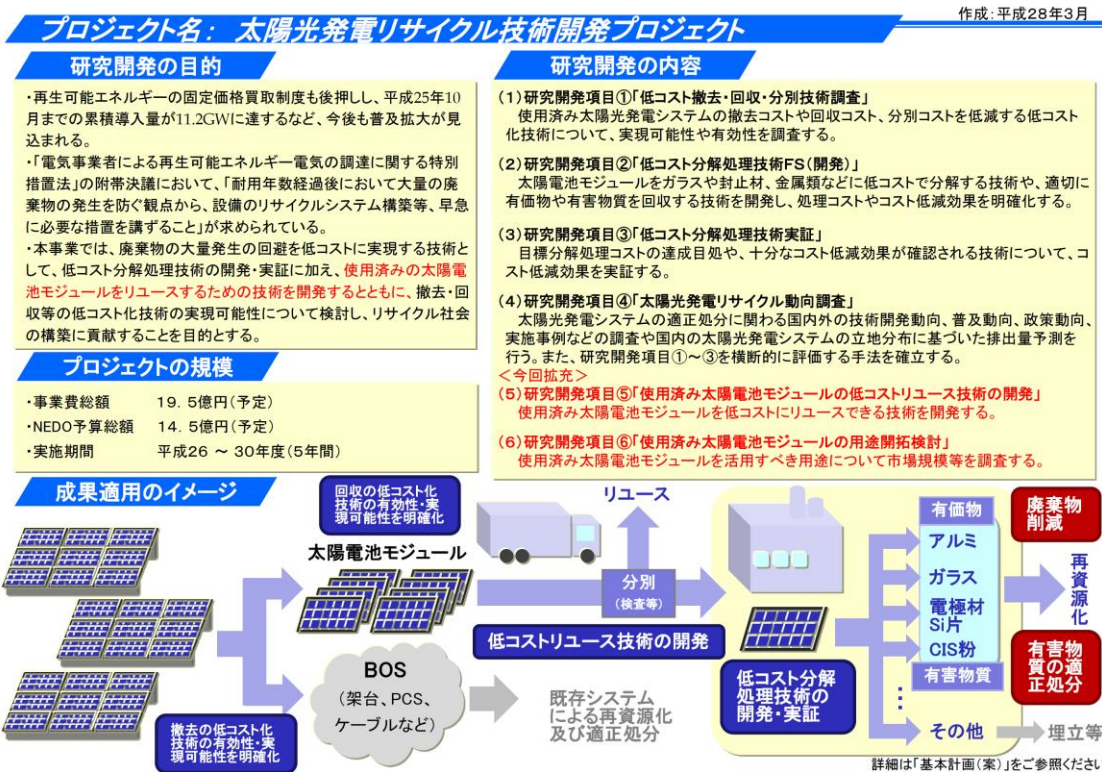


図 7-9 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト<sup>43</sup>

<sup>42</sup> 出典：FAIS（2014年）NEDO 新エネルギー成果報告会資料「広域対象のPVシステム汎用リサイクル処理手法に関する研究開発」

<sup>43</sup> 出典：NEDO（2016）<http://www.nedo.go.jp/content/100778699.pdf>

現在、太陽電モジュールの産廃処理を実施している企業は、全国に約三十ヶ所あると言われています。  
(JPEA に対し、太陽電池モジュールの適正処理・リサイクルが可能であると情報提供した企業数)

## 設備撤去（廃棄）の流れと注意点

使用済みの太陽光発電設備は廃棄物処理法において、原則として「産業廃棄物」として取扱いされます。

産業用太陽光発電設備は、所有者（発電事業者）が自ら撤去する場合は、所有者（発電事業者）が排出事業者となります。撤去を事業者が発注した場合は撤去工事の元請業者が排出事業者になります。

住宅用太陽光発電設備は、事業者撤去に依頼するケースがほとんどとなります。安全性や適性処理の観点からも、事業者撤去に依頼して産業廃棄物として処理する事が望ましいと言えます。その場合、産業用と同様、撤去工事の元請業者が排出事業者になります。

### （１）排出事業者の責務と役割

排出事業者は、自らの責任において廃棄物を廃棄物処理法に従い、適正に処理する必要があります。また、廃棄物の処理を他人に委託する場合であっても、収集運搬業者、中間処理業者又は最終処分業者とそれぞれ事前に委託契約を書面にて行う等の委託基準及びマニフェストの交付義務を遵守し、また、適正な処理費用の支払いを行う等排出事業者として適正処理を確保するように努める必要があります。

具体的には以下のとおりです。

- ・建設廃棄物の運搬を委託する際には、引き渡す都度、種類ごとに必要事項を記入したマニフェストを交付するか、又は必要事項を電子マニフェストにより登録して廃棄物の流れの把握及び処理過程の事故防止に努めること。
- ・廃棄物の処理の結果を発注者に報告すること。
- ・マニフェスト及び処理実績を整理して記録、保存すること。
- ・適正処理のために必要な情報を処理業者に提供すること。

### （２）発注者等の関係者の責務と役割

建設工事における発注者は、適正処理について、排出事業者が廃棄物の処理責任を果たせるよう、努める必要があります。

具体的には以下のとおりです。

- ・積算上の取扱いにおいて適正な建設廃棄物の処理費を計上すること。
- ・工事中は建設廃棄物の処理が適正に行われているか注意を払うこと。
- ・工事が終わった時は元請業者に報告させ、建設廃棄物が適正に処理されたことを確認する。また、建設廃棄物が放置されていないか注意を払うこと。

## 発電設備の使用停止にともなう届出

設備の撤去により発電を停止する場合には、再生可能エネルギー特別措置法（FIT 法）、電気事業法により各種届出が必要となります。

- ・FIT 法において「再生可能エネルギー発電設備廃止届出書」を提出する事が義務付けられています。この際産業廃棄物管理票（マニフェスト）の写しの添付が求められます。
- ・発電設備が自家用電気工作物（50kW 以上）の場合は、発電出力の変更または廃止時には、電気事業法において経済産業省産業保安監督部への届出が義務付けられています。

## 住宅用太陽光発電設備の撤去に係る費用

住宅用太陽光発電設備の施工業者に対して平成 25 年度に実施したアンケート調査結果において、設備の取り外し作業に係る 1 件あたりの料金を下記グラフに示します。（ただしアンケート対象となった設備規模は不明）

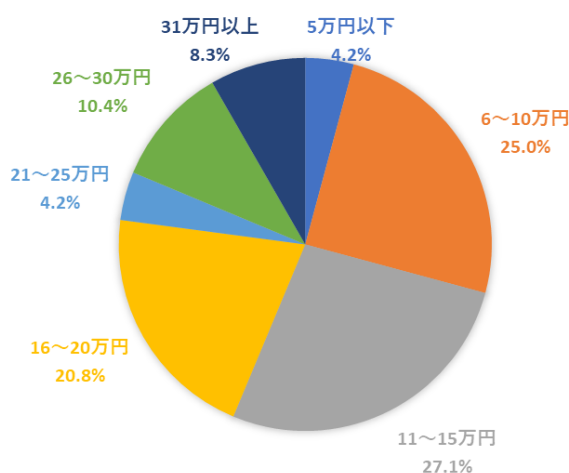


図 7-10 住宅用太陽光発電設備の取り外し作業の料金（施工業者）<sup>44</sup>

<sup>44</sup>出典：環境省（2014）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

## 7-3 災害にあったシステムの取扱

### 太陽光発電システムの事故リスク

環境変化の激しい屋外に長期間設置される太陽光発電システムは、電気火災、感電、構造物飛散、自然災害、設計・施工時の人身災害、盗難などの事故リスクが想定され、近年、実際に想定を超える事故リスクも顕在化してきています。これらの事故リスクを低減する為、発電システムの事業主において、設計・施工・運用の各段階で、対策の検討・確認を実施することが望ましいとされています<sup>45</sup>。

事故リスク		発生の要因、背景
火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>ホットスポットによる発熱に起因する出火リスク</li> <li>短絡や漏電に起因する出火リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モジュール内/間結線不具合</li> <li>施工/取付け不具合</li> </ul>
風災	<ul style="list-style-type: none"> <li>強風や施工不備による飛散・落下・破損リスク</li> <li>台風などの強風による飛来物の直撃による破損リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造設計不具合/強度不足</li> <li>施工/取付け不具合</li> </ul>
雪災	<ul style="list-style-type: none"> <li>積雪した雪の重みによる破損リスク</li> <li>積雪による発電量低下リスク</li> <li>パネルに降積った雪の落下に起因する近隣家屋、自動車、庭木、倉庫の破損リスク</li> </ul>	
雹災	<ul style="list-style-type: none"> <li>雹によるパネルなどの設備の破損リスク</li> </ul>	
水災	<ul style="list-style-type: none"> <li>集中豪雨による冠水リスク</li> <li>河川氾濫による破損リスク</li> </ul>	
津波	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波による発電機器類の破損リスク</li> </ul>	
地震	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物破壊によるパネルなどの設備の破損・落下リスク</li> <li>液状化による発電機器類の破損リスク</li> </ul>	
落雷	<ul style="list-style-type: none"> <li>直撃雷による発電機器類の破損リスク</li> <li>別の場所の落雷による誘導雷が発電機器類に流れ込むことによる破損リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直撃雷、雷電磁インパルス</li> </ul>
労災	<ul style="list-style-type: none"> <li>パネル設置時或いはメンテナンス中の作業員の転落・負傷リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業指導の不徹底</li> </ul>
感電	<ul style="list-style-type: none"> <li>素手によるパネル表面への接触や絶縁不良に起因した漏電によるメンテナンス作業時の感電リスク</li> <li>火災発生時の消火活動に伴う消防士の感電リスク</li> </ul>	
盗難	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光パネルの盗難。(感電リスクがあるものの欧州では事例が多く、今後我が国においても顕在化する可能性がある。)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部侵入者に対する不十分なセキュリティ</li> </ul>

図 7-10 太陽光発電システムの事故リスク <sup>46</sup>

<sup>45</sup> 参照：株式会社インターリスク総研（2014）InterRisk Report No.14-038

<sup>46</sup> 出典：(株)インターリスク総研、[http://www.irric.co.jp/pdf/risk\\_info/disaster/60.pdf](http://www.irric.co.jp/pdf/risk_info/disaster/60.pdf)



段階	検討項目	事故リスク	確認ポイント
設計	耐風設計	・強風による飛散によって他人に身体障害や財物損壊を与える	・準拠規制の確認； >建築基準法 87 条 告知 1454 号、1458 号 >電気事業法 JIS C 8955 など
	耐積雪設計	・荷重による発電設備の損壊 ・積雪によるパネル受光面積の減少（影）による保護回路の劣化、発熱・発火の誘発	・想定する積雪量、耐荷重量 ・地上置きの場合のパネル設置高さ、傾斜角度
	影 （近くの建物・電柱、樹木とその成長、屋根上のアンテナなど）	・発電効率の低下 ・モジュール故障、火花火災（アーク放電）の誘発	・毎月の発電量（年乖離度）のチェック <sup>(注)</sup> ・設備健全性の定期的点検 （例：モジュール/ストリングの電流-電圧 (I-V) 特性測定、サーモカメラによる運転中モジュールの温度調査、絶縁抵抗測定、パワコンの変換効率測定など）
	屋根周辺部の空地確保	・点検時の作業員の転落 ・モジュールの上を歩いてモジュールを損傷させる	・点検作業スペース確保（利用者にとっては屋根上に載せるパネルの枚数（発電量）を制限するデメリットがある）
施工	ケーブル接続、固定、保護	・ケーブルの不完全な接続、ケーブルへの荷重・風による揺れ、動物の食害による断線、短絡に起因する局所加熱、発火	・設置時のケーブルの固定、保護対策など 施工面の品質確保 ・施工業者の信頼性・技能・経験 ・施工業者が太陽光発電システム施工についての教育・研修を受講しているか
運用	保守点検	・発電効率の低下 ・モジュール故障、火花火災（アーク放電）の誘発	・モジュール裏側の落ち葉、鳥の巣 ・パネルへの雨による汚れ、鳥の糞の付着 ・飛散物などによるモジュールのガラス割れ、架台の固定強度・緩み・腐食 ・配線の接続状況 ・モジュール内部の配線の錆、焦付きの有無 ・雨水の侵入の有無 ・周囲の草木による影 など

(注)：加藤和彦著，太陽光発電システムの不具合事例ファイル PVResQ!からの現地調査報告，2012年3月23日初版第4版，日刊工業新聞社発行

図 7-11 太陽光発電システムの事故リスク低減のための確認ポイント<sup>47</sup>

## 太陽光発電システム被災時の対応

JPEA から、太陽光発電システムが被災した場合の注意喚起、点検・復旧・撤去に関する手順・留意点について発信された内容が、安全関連情報<sup>48</sup>として掲載されています。

事故・被災状況に応じた対応が必要になること、二次災害の危険性がある為、未然防止の処置が必要になることについて記載されており、これらの文書を参考にして、安全な作業を進める必要があります。

<sup>47</sup> 出典：(株)インターリスク総研、[http://www.irric.co.jp/pdf/risk\\_info/disaster/60.pdf](http://www.irric.co.jp/pdf/risk_info/disaster/60.pdf)

<sup>48</sup> 出典：JPEA (2016) <http://www.jpea.gr.jp/pdf/t160428.pdf>



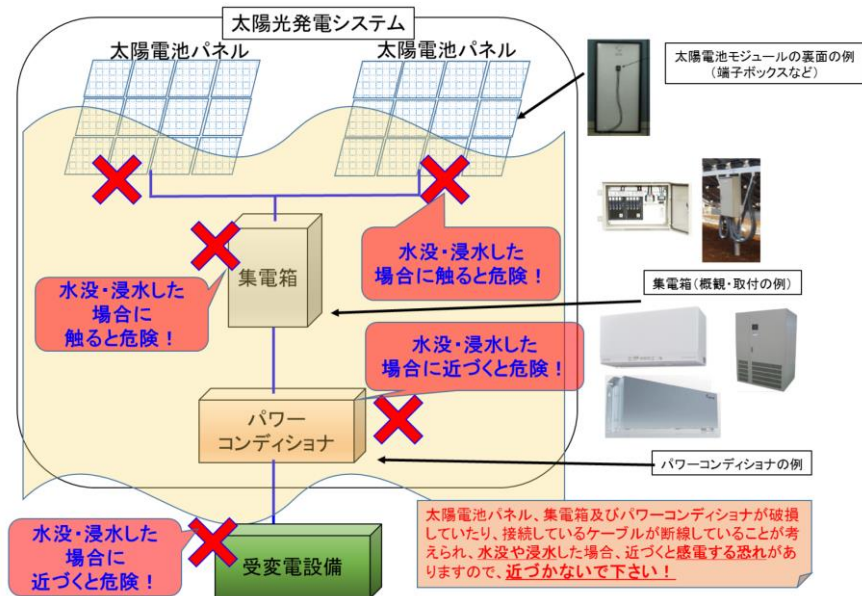


図 7-12 太陽光発電システムの水没・浸水時の注意事項<sup>49</sup>

## 7-4 再利用

### 国内における再利用（リユース）

現在、国内において再利用（以下、リユース）の市場は構築されていない状況にあります。しかし、リユースとリサイクルを一体化にした新たな実証事業や単独企業による事業展開は実施されています。

ガラス再資源化協議会（以下、GRCJ）は、廃ガラス用途開発や環境循環型リサイクル社会の構築に向け、関連産業界と関係する行政により幅広い活動を展開しています。（<http://www.grcj.jp/about/>）

GRCJの活動の一つとして、GReAT（Glass Recycling Advanced Technology）プロジェクトが展開されており、GReAT3プロジェクト（2015年度）以降、使用済太陽電池モジュールの全国リユース・リサイクルシステム構築の為の実証事業が行われています。

<sup>49</sup> 出典：JPEA（2015）<http://www.jpea.gr.jp/pdf/t150911.pdf>

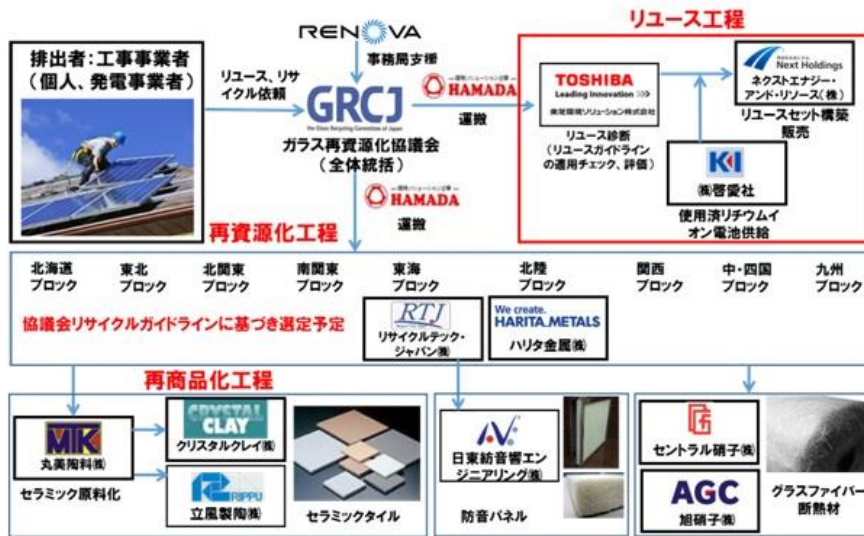


図 7-13 GrEAT3 プロジェクト実施体制図-2015 年度<sup>50</sup>

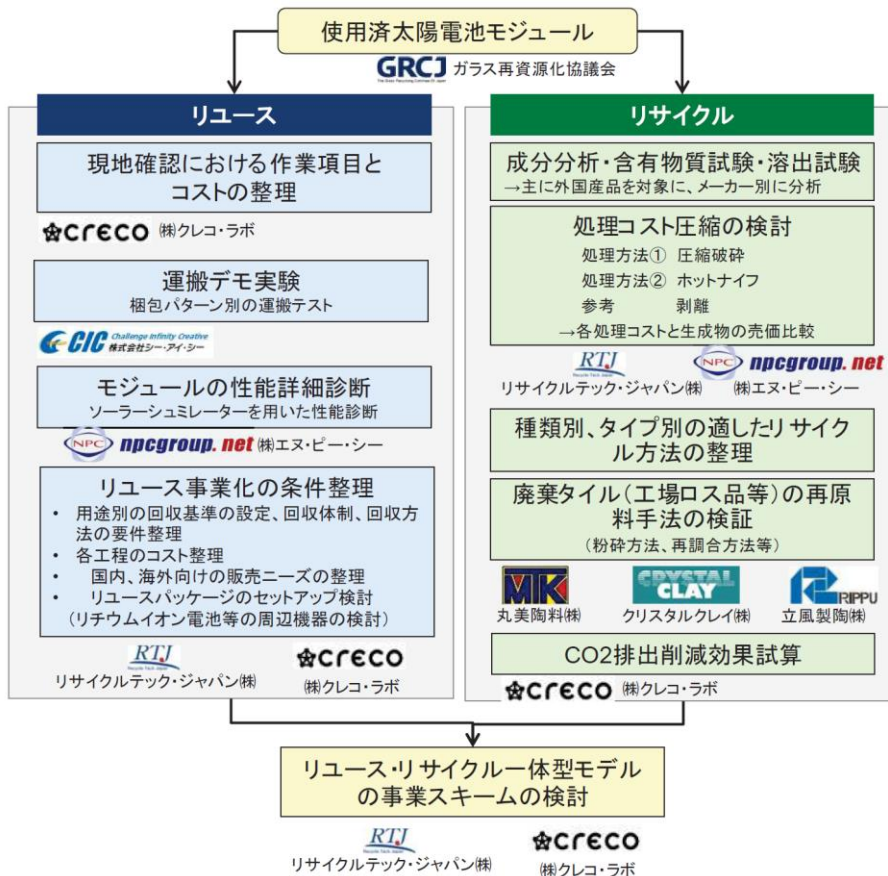


図 7-14 GrEAT4 プロジェクト実施体制図-2016 年度<sup>51</sup>

<sup>50</sup> 出典：GRCJ (2016) [http://www.grcj.jp/activity\\_report/great.html](http://www.grcj.jp/activity_report/great.html)

<sup>51</sup> 出典：GRCJ (2017) [http://www.grcj.jp/activity\\_report/great.html](http://www.grcj.jp/activity_report/great.html)

GReAT プロジェクト 3~4 におけるリユースとリサイクルの各工程における実証事業を通じて、事業実現へ向けた今後の課題が示されており、2019 年の事業化に向けた活動が継続されています<sup>52</sup>。

一方で、長野県駒ヶ根市に本社をおくネクストエネルギー・アンド・リソース株式会社は、2005 年より、太陽光発電リサイクルセンターを開設し、使用済太陽電池モジュールの買取、整備・検査、販売の事業を現在も継続しています。

同社の約 10 年間の事業において、買取側の排出される使用済太陽電池モジュールの種類や販売側の利用用途（独立型から系統連系側へ）については、大きな変化が見られているとされています。買取品は、1990 年代から 2000 年、2010 年、FIT 世代など多岐にわたりますが、生まれ（原材料や生産技術）だけでなく、育ち（設置環境や運用保守）の影響によって、様々な変化（劣化）が生じていると報告されています。

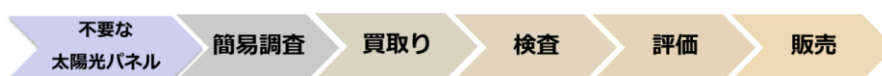


図 7-15 ネクストエネルギー社のリユース事業簡易フロー<sup>53</sup>

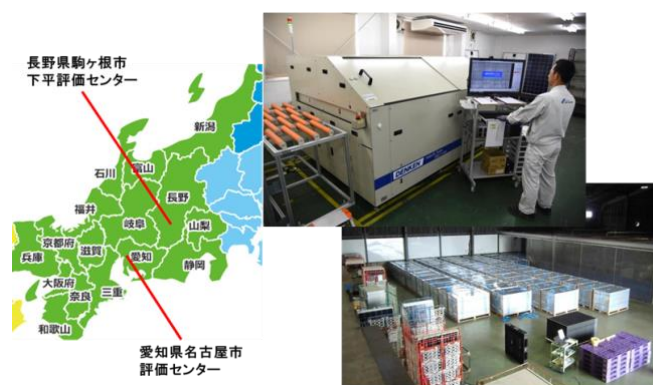


図 7-16 ネクストエネルギー社のリユース検査拠点<sup>54</sup>

## リユース&リサイクルに関する動向

太陽光発電システムの 3R 事業化を検討する機会も増え、リユース事業は単独ではなく、リデュース、リサイクルと同時に展開する必要が示されており、国内で事業運用を開始した企業も報告されています。

一例として、

2016 年 8 月に設立された PV テクノサイクル株式会社（東京都）、

2016 年 3 月に設立されたアールツーソリューション株式会社（東京都）などが挙げられます。

<sup>52</sup> 参照：GRCJ（2016）使用済太陽電池モジュールの新たなリサイクル・リユースシステムの構築実証事業

<sup>53</sup> 出典：ネクストエネルギー・アンド・リソース(株) <https://www.pvrecycle.com/about.html>

<sup>54</sup> 出典：ネクストエネルギー・アンド・リソース(株) <https://www.pvrecycle.com/about.html>

将来の大量排出に備えた準備・検討が、全国エリアで展開されており、リユースやリサイクル、適正処理に向けた運用がスタートしています。



図 7-17 アールツーソリューション社のリユース・リサイクル処理フロー<sup>55</sup>

<sup>55</sup> 出典：アールツーソリューション(株) <http://r-2-s.co.jp/>

## 参考文献など

---

加藤和彦（2010）太陽光発電システムの不具合事例ファイル オーム社  
土井卓也（2012）「エナジーデバイス」の信頼性入門 日刊工業  
高薄一弘（2011）太陽電池モジュールの信頼性試験と寿命評価 (株)技術情報協会  
近藤道雄（2011）太陽電池の耐久性向上と材料評価 シーエムシー出版  
環境省（2015）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 環境省  
泉知行（2016）生活と環境 10月号 一般財団法人日本環境衛生センター  
芋生誠（2016）生活と環境 10月号 一般財団法人日本環境衛生センター  
株式会社インターリスク総研（2014）InterRisk Report No.14-038  
(株)インターリスク総研 GRCJ（2016）使用済太陽電池モジュールの新たなリサイクル・リユースシステムの構築実証事業 GreAT4 GRCJ

NEDO（2015）太陽光発電開発戦略  
[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100318.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100318.html)

NEDO（2015）太陽光発電開発戦略 NEDOPVChallenges  
<http://www.nedo.go.jp/content/100573590.pdf/>

環境省（2014）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  
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102441.pdf>

R2 リサイクル(株)（2016）リサイクル処理段階の分解処理品  
<http://r-2-s.co.jp/>

NEDO（2016）太陽光発電リサイクル処理技術開発プロジェクト  
<http://www.nedo.go.jp/content/100778699.pdf>

(株)インターリスク総研（2015）太陽光発電事業 事故リスク  
[http://www.irric.co.jp/pdf/risk\\_info/disaster/60.pdf](http://www.irric.co.jp/pdf/risk_info/disaster/60.pdf)

JPEA（2015）水害被害時の対処方法  
<http://www.jpea.gr.jp/pdf/t150911.pdf>

GRCJ（2016）（2017）GReAT プロジェクト  
[http://www.grcj.jp/activity\\_report/great.html](http://www.grcj.jp/activity_report/great.html)

株式会社リサイクル・リユース(株)（2016）リユース事業について  
<https://www.pvrecycle.com/about.html>

## 付録

---

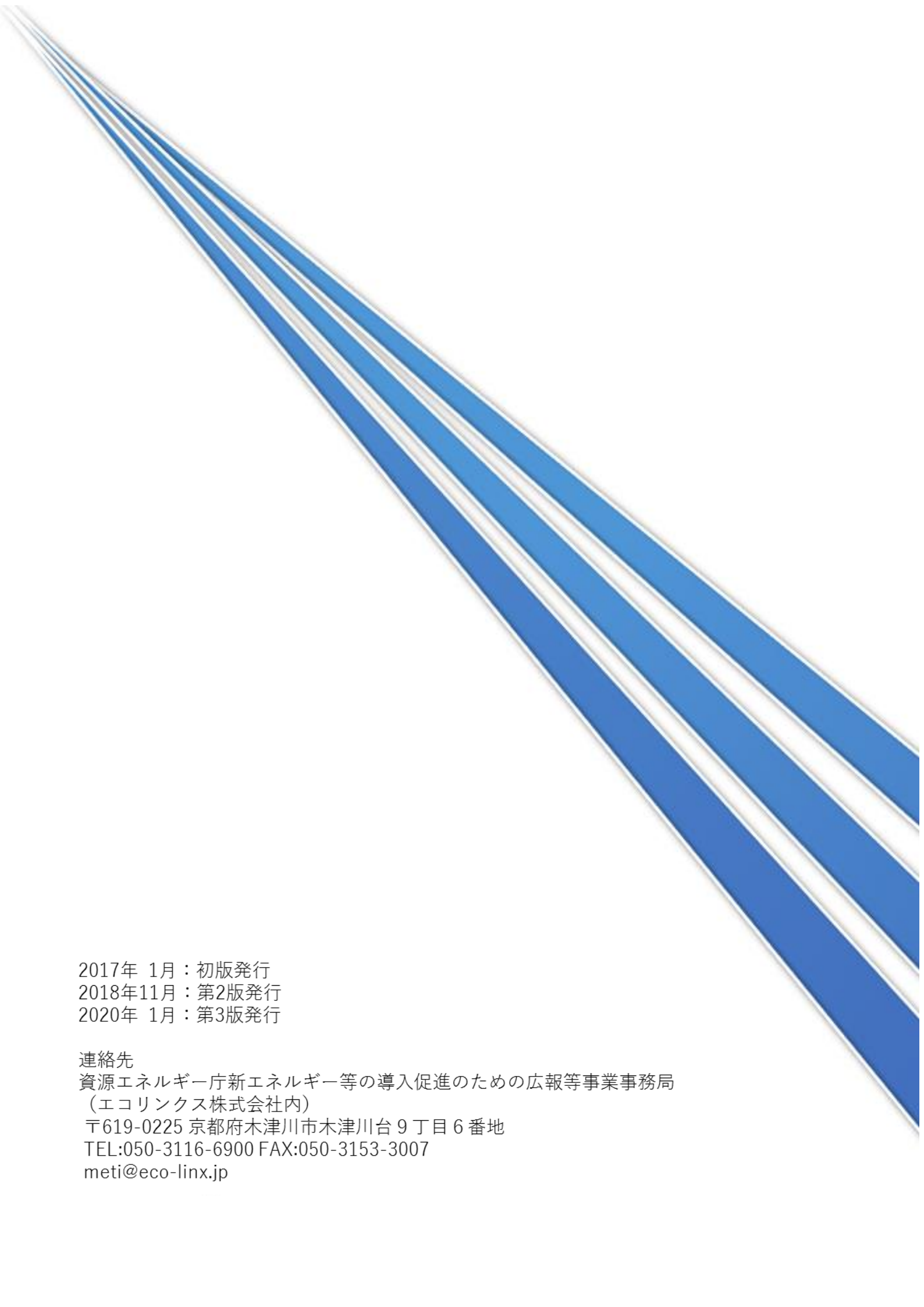
### 京都府太陽光発電保守点検事業者データベース

平成 29 年 4 月施行の「電気事業者による再生エネルギー電気の調達に関する特別措置法」では、発電事業者に適切な保守点検を行うことを求めています。しかしながら、保守点検を行う事業者に関する情報は不整備で、安全な保守点検事業者をどうやって探せば良いのかという、事業者の検索について対応が求められていました。

そこで京都府では、平成 29 年度に経済産業省資源エネルギー庁の委託を受け、太陽光発電保守点検事業者のデータベースを作成し、情報の整備を行うこととしました。太陽光発電保守点検事業者のデータベースには、太陽光発電保守点検事業者の連絡先やサービス内容、施工実績、保有資格などが掲載され、京都府のホームページで 2018 年 2 月末から公開しています。

データベースは広く一般府民の皆様公開し、府民の皆様が太陽光発電保守点検の際、太陽光発電保守点検事業者を簡単に検索できるようにすると共に、このデータベースが、長期にわたり、安定的な発電の継続をサポートするために役立つよう、これからも定期的な更新を行い充実させていきたいと考えています。





2017年 1月：初版発行  
2018年11月：第2版発行  
2020年 1月：第3版発行

連絡先

資源エネルギー庁新エネルギー等の導入促進のための広報等事業事務局  
(エコリンクス株式会社内)

〒619-0225 京都府木津川市木津川台 9 丁目 6 番地

TEL:050-3116-6900 FAX:050-3153-3007

meti@eco-linx.jp