

今夏の太陽電池発電設備の 事故の特徴について

平成30年11月26日

産業保安グループ

電力安全課

1. 事故の実態について（総括）

- 50kW以上の事業用太陽光発電については、電気事業法上の事故報告義務が課されている。
- 西日本豪雨や台風21号、24号、北海道胆振東部地震に伴う太陽光発電設備への被害については、計48件の事故報告を受けている。
- 主な被害は、西日本豪雨時には、設備の立地場所の浸水や土砂崩れ等によるパネルやパワコンの損傷といった被害が多い。台風では、強風によるパネルの飛散・破損等が多く挙げられる。

被害状況

		平成30年 7月豪雨	台風21号	北海道地震	台風24号
合計（発電所数）		19（※1）	23	3（※2）	3
原因 （※3）	水没	8	-	-	-
	土砂崩れ	11	-	-	-
	強風	-	20	-	3
	高潮	-	3	-	-
損傷 部位 （※3）	パネル	10	21	2	3
	パワコン	9	5	1	1
	キュービクル	4	1	-	-
	その他	9	7	2	2

※1 8/28新エネWG以降に4件の追加報告あり

※2 10/15電安小委以降に2件の追加報告あり

※3 原因と損傷部位については重複あり

2. 平成30年7月豪雨に伴う事故の特徴と対応策について

- 平成30年7月豪雨時に発生した事故の多くは、**パネルの水没事故、土砂災害**によるもの。

※**事故報告**のあった地域毎・原因毎の件数（報告対象のみ）

水没：ブルー
土砂災害：オレンジ

兵庫県 3件（姫路市 **2件**、佐用郡佐用町 **1件**）
 岡山県 1件（津山市 **1件**）
 広島県 8件（広島市 **1件** **1件**、三原市 **2件** **1件**、東広島市 **2件**、福山市 **1件**）
 島根県 1件（邑智郡美郷町 **1件**）
 山口県 3件（岩国市 **1件**、周南市 **2件**）
 愛媛県 3件（大洲市 **2件**、宇和島市 **1件**）
 合計 19件

被害状況

	事故件数	事故概要		事故発生箇所		
		水没	土砂崩れ	パネル	パワコン	その他
2000kW以上	1	-	1	1	-	1
500kW以上2000kW未満	10	1	9	8	4	7
50kW以上500kW未満	8	7	1	1	7	3
合計（発電所数）	19	8	11	10	11	11

- ※ 出力50kW以上の事故報告対象案件のみの集計
- ※ 事故発生箇所については重複あり

平成30年7月豪雨被害に伴う調査の概要

- 平成30年7月豪雨被害に見舞われた地域に設置された太陽電池発電設備（出力50kW以上）に対して、設置場所の敷地被害の有無、また設備被害の有無について調査を実施。（事故報告対象以外の被害を受けた設備も集計対象に含めている。）

	調査件数 (※1)	回答数	被害件数 (※2)											
			うち敷地被害 (敷地被害のみ77件)							うち設備被害 (設備被害のみ20件)				
			うち 法面に 被害	うち 設置面 に被害	うち 基礎に 被害	構外へ パネル 流出	豪雨以前 から 問題有り	うち パネル 被害	うち 架台被害	うち パワコン 被害	うち その他 被害			
近畿	3,650	2,737	15	14	8	10	4	0	5	4	4	3	1	4
中国	2,032	1,686	95	79	45	46	14	2	16	38	17	17	13	17
四国	488	461	8	5	3	3	0	0	2	4	1	1	3	1
九州	112	103	5	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	6,282	4,987	123	103	57	63	18	2	23	46	22	21	17	22

※1 調査対象

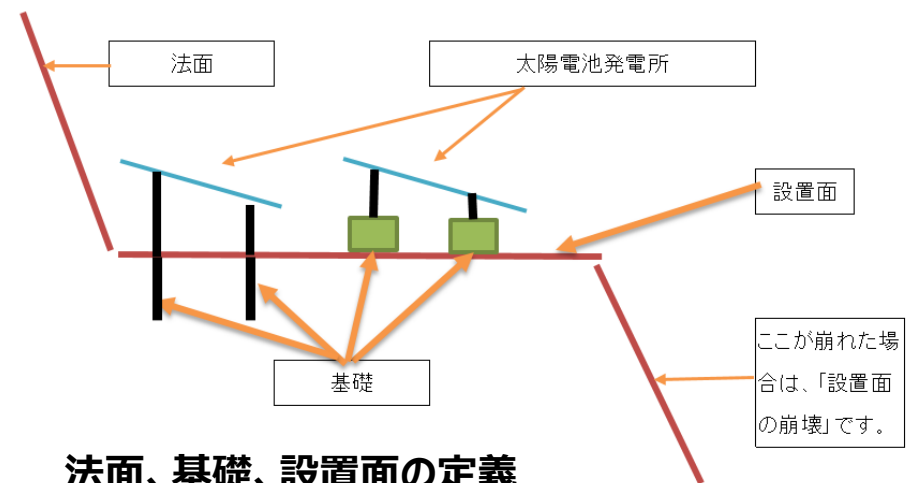
兵庫県、京都府、滋賀県、大阪府北部（箕面市、池田市、茨木市、高槻市、能勢町、豊能町、島本町）は全数。その他のエリアについては、太陽電池発電所の保安点検の外部委託を受託している保安団体等に調査を依頼し、当該団体等が近畿エリア内で受託している全太陽電池発電所。（補足率95%）

中国 鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県

四国 愛媛県

九州 福岡県久留米市、飯塚市

※2 一部のモジュールの破損や敷地被害のみの事案等、事故報告対象とされない事案も調査対象としているため前頁の報告件数と異なる。



法面、基礎、設置面の定義

- 被害件数の合計は123件。
- うち、敷地被害の合計は103件（敷地被害のみ77件）。
 - 敷地被害のうち法面被害が57件。設置面被害が63件。
 - 基礎に被害があったのは、18件で、法面／設置面被害より少ない。
 - また、敷地被害のうち23件が、豪雨以前から割れや出水などの問題があった。
- うち、設備被害が46件（設備被害のみ20件）。
（敷地、設備ともに被害があったのは、26件）
 - パネル、架台、パソコンがそれぞれ20件程度。（重複あり）
- ✓ 敷地被害の過半が法面被害であることから、自然地形を改変した場所において、被害が発生しやすいのではないか。

平成30年7月豪雨被害に伴う追加調査の概要

- 被害の実態調査において、多数の敷地被害や水没被害が発生したことが明らかになったため、今後、同様の被害を防止するため、被害報告のあった123件について、設置環境等に関する追加調査を実施（回答数117件）。
- 敷地被害があった89件のうち、設置面の斜度が5度以上の場所に設置されていたものが33件、造成（切土・盛土）した土地の敷地被害は29件^(※)発生していた。
- 設置時に土質調査を行っていたものは、敷地被害があった事案の約4割（34/89）である。
- 水没被害のあった21件のうち、約6割（12/21）が、ハザードマップ上の浸水想定区域（洪水又は津波）で発生している。

	敷地被害								水没			
		設置面の斜度			土地造成		土質調査実施数		排水路 設置 設備数		ハザードマップ (浸水想定区域)	
		5-15度	15-30度	30度以上	切土	盛土	対策数	洪水			津波	
近畿	10	3	2	0	4	3	4	3	8	1	0	0
中国	69	14	5	3	15	17	26	9	54	17	7	2
四国	6	1	2	0	3	0	0	0	4	3	2	1
九州	4	2	1	0	0	0	4	4	3	0	0	0
合計	89	20	10	3	22	20	34	16	69	21	9	3

※ 切土及び盛土の両方を実施している土地もあるため、単純な合計とはならない。

(参考) 平成30年7月豪雨に伴う事故例

- 連日の集中豪雨により、**発電所構内で土砂崩れが発生し、太陽光パネル、パワコンが崩落。**
- 当該発電所は、切土、盛土した土地に設置されており、幅・長さともに50mにわたって崩壊。

<事故の概要>

- ・ 設置場所：兵庫県姫路市
- ・ 発電所出力：750kW

- ・ 太陽光パネルの破損枚数 1,344枚/3,534枚
- ・ パワコンの破損台数 60台/70台
- ・ 平成30年7月7日未明頃、豪雨に伴い土砂崩れが発生し、太陽光パネル、パワコンが崩落、損壊。



↑ 土砂崩れ被害

- 豪雨に伴い、法面に雨水が流れ込み、土砂崩れが発生したと推定される。
- 複数の業者から意見を聞き、**年末までに復旧プランを作成予定。**

<事故の原因>

- ・ 姫路における7月の平均降水量は167mmであるのに対して、崩落時の降水量は2日間で212mmであり、また、数日前から長時間に渡る降雨が継続していたため、大型ブロックの数十メートル上部の法面に雨水が流れ込み、すべり面が発生し、崩壊したものと考えられる。
- ・ なお、施工前の現地測量及び調査において、湧水が確認されるなど**法面が極めて不安定な状態**であったため、大型ブロックによる施工を決定。メーカーによる**強度計算を行い、滑動及び転倒について問題がないことを確認**している。湧水の影響を考慮し、排水施設を設置。また、表面水の流入防止のため天端部に張りコンクリートが施工されていた。



<現状と対策>

- ・ 崩落后、パネルの飛散対策を行った。その後複数回の台風を経験したが2次災害は発生していない。
- ・ パワコンとパネルの一部は土砂に埋まったままで撤去できていない状況。撤去できたものについては、発電所内の空きスペースに飛散しないよう処置し保管中。
- ・ 現在、複数の業者から復旧に関する意見を聞いているところ。これを踏まえ**復旧プランを年末までに作成予定。**

3. 平成30年台風21号に伴う事故の特徴と対応策について

- 平成30年台風21号に伴う事故の多くは、**強風**、または**高潮**によるもの。
- 太陽光パネルの**飛散**や**水没**が多数発生。

※**事故報告**のあった地域毎・原因毎の件数（報告対象のみ）

高潮：ブルー
強風：レッド
その他：グリーン

長野県	1件	(埴科郡坂城町	1件)								
愛知県	4件	(愛西市	2件、蒲郡市	1件、弥富市	1件)						
岐阜県	1件	(岐阜市	1件)								
三重県	1件	(度会郡大紀町	1件)								
京都府	1件	(久世郡久御山町	1件)								
大阪府	12件	(大阪市	2件、岸和田市	1件、泉大津市	2件、泉佐野市	1件、堺市	2件、 阪南市	1件、貝塚市	1件、大阪狭山市	1件、高槻市	1件)
和歌山県	1件	(有田市	1件)								
兵庫県	2件	(神戸市	1件、神戸市	2件)							
合計	23件										

被害状況	事故件数	事故概要			事故発生箇所		
		強風	高潮	その他	パネル	パワコン	その他
2000kW以上	4	3	1	-	4	2	1
500kW以上2000kW未満	6	6	0	-	6	-	2
50kW以上500kW未満	13	11	2	1	11	3	6
合計（発電所数）	23	20	3	1	21	5	9

※ 出力50kW以上の事故報告対象案件のみの集計

※ 事故概要・事故発生箇所については重複あり

- 猛烈な風の影響で大阪沿岸部で、今までとは異なる「パネルが被害を受ける事象」が発生した。（従来の強風被害は、パネルと架台の接合部の強度が十分ではなく、留めていたネジやクリップが外れたことで、パネルごと吹き飛んでいたが、今回は、ネジが外れずにパネルだけが引きちぎられたり、強風でパネル表面のガラス面が破損した被害が発生。）
- ✓ 高潮による被害は、設置場所が海岸線に近い場所であることを示す。

(参考) 平成30年台風21号に伴う事故例 その1

- 沿岸部においては、非常に強い風によりパネルが架台から引きちぎられ飛散する事象が発生。
- また、破損したパネルからの**発火**も見られた。

<事故の概要>

- ・ 設置場所：大阪府大阪市住之江区
- ・ 発電出力：6,500kW
- ・ 屋上に設置されていた太陽光パネルが強風により損壊・飛散（13,780枚/28,160枚）
- ・ パネルの取付金具は、**パネル一部を挟み込んだ状態で屋根に残っている。**
- ・ ケーブルラック本体の倒壊及びラック蓋・支持金具の飛散により被害が拡大。近隣の建物に飛散し、**建物を損傷。**
- ・ 破損したパネルから**発火**。（原因不明）

↓ パネルが損傷



パネルが発火した状態→

- 台風21号による強風が設計風速を大幅に超過したことが原因と推定。
- 復旧にあたっては、風圧対策を行う。
- **沿岸部に設置する場合には、安全率に十分な裕度を見る等、慎重な設計が必要。**

<事故の原因>

- ・ 台風21号による強風が設計上の最大風速を大幅に超過したことが原因と推定（設計上の最大風速34m/s、地表面粗度区分Ⅲ）。



<現状と対策>

- ・ 応急措置として構外に飛散したパネルの破片等を撤去した。また、パソコンを解列し、全面的に運転を停止中。
- ・ 構内の撤去作業の時期は調整中。
- ・ パネル、支持物は、風圧対策を取った上で全面的な取換工事を行う。
- ・ 復旧工事は来年以降の見込み。

(参考) 平成30年台風21号に伴う事故例 その2

- 強風による圧力や飛来物により、パネルのカバーガラス面にひびが入った。
- さらに、雨水が割れ内部に浸透した結果、地絡が生じた。

<事故の概要>

- ・ 設置場所：大阪府大阪市此花区
- ・ 発電出力：9,990 kW
- ・ 台風21号に伴う強風により、**風圧による応力の影響**でパネルが破損。
- ・ また、**構内外の砂利が飛散**し、パネルのガラス面に衝突し、破損。
- ・ 太陽光パネルの破損枚数（13,413枚/36,480枚）

↓ ガラスが粉々になったパネル



↑ 外部応力によるガラス割れ



↑ 飛来物によるガラス割れ

- 強風によりパネルの**耐荷重仕様値を超える外部圧力が生じ**、パネルのガラスが割れたと推定。加えて、構内外の**砂利が飛散**、パネルに衝突したため破損した。
- 耐荷重性能を向上させたパネルへの交換を予定、アスファルト舗装等による砂利の飛散防止を検討している。

<事故の原因>

- ・ 建設当時の技術基準に基づき、構造強度計算において地表面粗度区分Ⅲを適用しており、パネルの飛散は無かったが、当該発電所は海上人工島先端部の平坦な場所に設置されており、パネルの**耐荷重仕様値を超える圧力が生じ**、ガラス内部より全体が粉碎したと推定される。
- ・ 飛来物による破損については、強風により構外及び構内の保守作業用の通路に敷いた**砂利が飛散し**、パネルガラス面に衝突したことで、破損に至っている。



<現状と対策>

- ・ 現在、絶縁抵抗測定の結果、異常がある回路はすべて解列し、発電所の正常部分のみ稼働している。
- ・ 風圧による破損対策については、正圧に対する耐荷重性能を向上させたパネルに交換予定。
- ・ 砂利飛散の対策として、通路のアスファルト舗装や粉塵飛散防止剤の散布を検討。
- ・ 復旧については、現在、交換用のパネル発注を予定しており、工事は来年早々に実施する見込み。

(参考) 平成30年台風21号に伴う事故例 その3

- 水上設置型太陽光は、フロートが風にあおられ、**まくれ上がる**事象が発生。
- 一番外側のフロートには、太陽光パネルを設置していない事が今までの事象とは異なる。

<事故の概要>

- ・ 設置場所：大阪府大阪狭山市
- ・ 発電出力：1,990kW
- ・ 台風21号に伴う暴風により、水上設置型太陽光パネルを係留するアンカーとフロートを接続するボルトが折損し、フロート全体が流され、パネルの一部が変形・破損した。
- ・ 太陽光パネルの飛散はなかったものの、フロート部分が風であおられ、パネル733枚が反り返る被害が発生。

↓フロートが暴風によりまくれ上がっている



- ボルトの強度不足等、複合的な原因により破損したと推定。
- ボルトの空洞内に金属製の芯を入れ、強度を上げることで対策する。

<事故の原因>

- ・ フロートとパネルの接続部やアンカーを含めた発電施設全体の強度は風速約60m/sに耐える設計であったが、アンカーとフロートを接続するボルトがプラスチック製で中心部に空洞があり、風速30～40m/sに耐える設計強度であった。
- ・ 台風21号に伴う大阪狭山市の最大瞬間風速は38.1m/sであり、現場における最大瞬間風速は40m/sを超えていた可能性があり、アンカーとフロートを接続するボルトの設計強度を超えた可能性がある。
- ・ さらに、暴風に伴い水流が発生したことも示唆され、複合的な原因により破損したと推定される。



<現状と対策>

- ・ 現在、破損したパネルを電氣的に切り離し、破損していない部分で発電中。
- ・ 対策としては、フロートとアンカーを接続するボルトの空洞内に金属製の芯を入れ、風速60m/sに耐えるよう強化する。
- ・ 今後、破損した部品の代替部品が届き次第、修繕を行って年内復旧予定。

4. 北海道胆振東部地震に伴う事故の特徴について

- 北海道胆振東部地震においては、報告対象の事故が**3件**。
- 地震による地面の隆起、地割れ、液状化等に伴う、**架台及びパネルの損傷**。また、**パワコンの短絡・地絡により運転機能喪失**したものの。
- 地震規模は大きかったが、事故は3件に留まった。（最大震度7）

※事故報告のあった地域毎の件数（報告対象のみ）

北海道 苫小牧市 1件
 勇払郡厚真町 1件
 勇払郡むかわ町 1件

合計 3件

事故状況	事故件数	事故概要	事故発生箇所		
			パネル	パワコン	その他
2000kW以上	1	地震による地面の隆起、地割れ、液状化等	-	1	-
500kW以上2000kW未満	2		2	-	-
50kW以上500kW未満	0		-	-	-
合計（発電所数）	3		2	1	0

※ 出力50kW以上の事故報告対象案件のみの集計

5. 平成30年台風24号に伴う事故の特徴について

- 台風24号においては、報告対象の事故が**3件**。
- 強風によるパネルの飛散・破損。パワコンの焼損。支持物の変形・破損。

※事故報告のあった地域毎の件数（報告対象のみ）

静岡県 1件（菊川市）
愛知県 2件（蒲郡市 1件、新城市 1件）

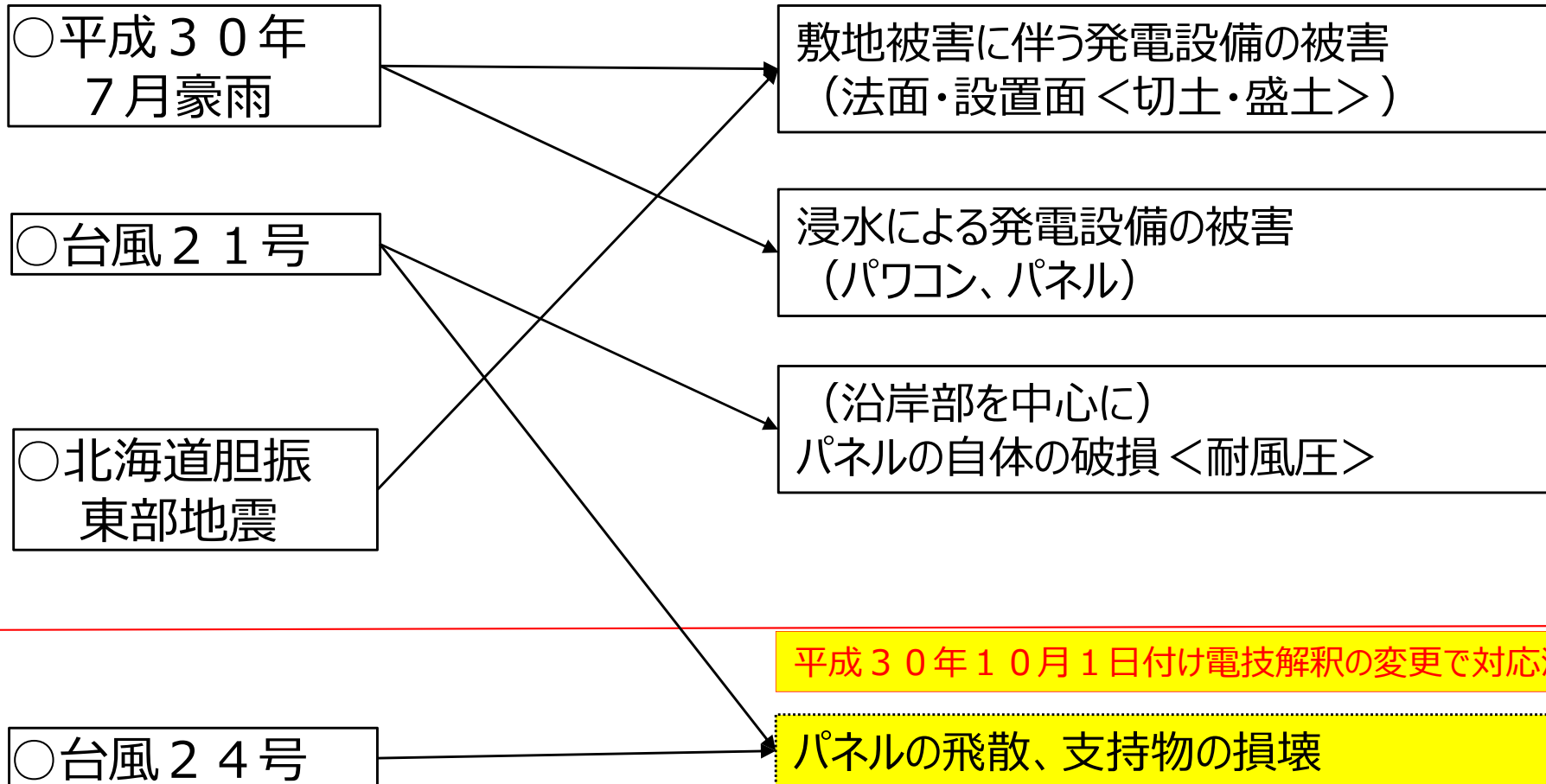
合計 3件

被害状況	事故件数	事故概要		事故発生箇所		
		強風	高潮	パネル	パワコン	その他
2000kW以上	0	-	-	-	-	-
500kW以上2000kW未満	3	3	-	3	1	2
50kW以上500kW未満	0	-	-	-	-	-
合計（発電所数）	3	3	0	3	1	2

※ 出力50kW以上の事故報告対象案件のみの集計

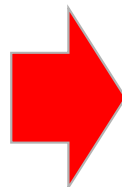
6. 今夏起きた事故の特徴

- 今後の対策を検討するためのまとめ



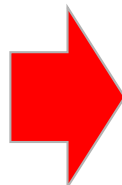
● 今後の対策を検討する（たたき台）

浸水による発電設備の被害
（パソコン、パネル）



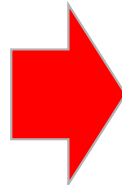
- ・浸水した発電設備に接近することの危険性についての国民に対する注意喚起を継続
- ・浸水可能性のある地域への発電設備の設置に関し、設置者に対し一定の対策（パソコン等の高所への配置等）を求めることを検討

（沿岸部を中心に）
パネルの自体の破損＜耐風圧＞



- ・パネルについても、耐風圧を十分考慮したものを選定するよう設置者に対し求めることを検討

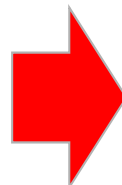
敷地被害に伴う発電設備の被害
（法面・設置面＜切土・盛土＞）



- ・斜面や土地改変された場所における発電設備の設置に係る技術基準を検討

平成30年10月1日付け電技解釈の変更で対応済

パネルの飛散、支持物の損壊



- ・パネルと架台を繋ぐ部分は支持物であることを明記
- ・支持物を構成する各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下となるよう規定
- ・パネルの飛散、支持物の損壊は、電技解釈を満たしていないと判断可能。