

経済産業省 商務情報政策局

産業保安グループ 電力安全課 御中

令和２年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査

（太陽電池発電設備技術基準検討及び小出力発電設備
における事故報告制度改正に関する調査）

報告書

令和３年３月３１日

SOMPOリスクマネジメント株式会社

< 目 次 >

1 はじめに.....	1
1.1 事業概要	1
1.1.1 本事業の背景及び目的.....	1
1.2 本事業の実施方法	3
1.2.1 太陽電池発電設備の技術基準の詳細検討	3
1.2.2 設置形態別技術基準策定に向けた調査・検討	3
1.2.3 太陽電池発電設備の支持物の現地調査及び構造計算確認用ソフトウェアの作成・評価	3
1.2.4 小出力発電設備における事故制度改正に関する調査	3
1.3 本報告書の構成.....	4
1.4 用語の定義.....	4
2 太陽電池発電設備の技術基準の詳細検討	5
2.1 太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令（案）の検討	5
2.1.1 骨子案（昨年度事業）からの技術要件に基づく素案作成	5
2.1.2 ヒアリング結果	9
2.1.3 検討結果	10
2.2 技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説（案）の検討	13
2.2.1 技術基準の解釈と解釈の解説の素案作成	13
2.2.2 ヒアリング結果	23
2.2.3 検討結果	24
3 設置形態別技術基準策定に向けた調査・検討.....	32
3.1 追尾型の調査	32
3.1.1 製品タイプ整理	32
3.1.2 ヒアリング	36
3.1.3 国内事故事例	40
3.1.4 国内事故事例の分析（栃木県佐野市における事故）	41
3.1.5 まとめ	43
3.2 単管架台における仮設材料の調査.....	44
3.2.1 仮設材料の整理	44
3.2.2 ヒアリング結果	45
3.2.3 国内事故事例まとめ	46

3.2.4 まとめ	47
4 太陽電池発電設備の支持物の現地調査及び構造計算確認用ソフトウェア の作成・評価	49
4.1 現地調査の結果	49
4.2 指摘事項	51
4.2.1 施設 A	51
4.2.2 施設 B	54
4.2.3 施設 C	57
4.2.4 調査結果まとめ	61
4.3 構造計算用ソフトウェア作成・評価（仕様と使用方法）	62
5 小出力発電設備における事故報告制度改正に関する調査	64
5.1 周知手法の検討	64
5.1.1 改正の背景の整理	64
5.1.2 改正のポイント	66
5.1.3 周知手法	68
5.2 一例としての周知素材の作成及び発送	72
5.2.1 デザイン	72
5.2.2 印刷及び発送	73
5.3 周知の効果についての評価	75
5.3.1 調査目的	75
5.3.2 調査方法	75
5.3.3 調査結果	76
6 おわりに	82

1 はじめに

1.1 事業概要

1.1.1 本事業の背景及び目的

発電時における二酸化炭素の排出量削減に向けた社会からの強い要請を受け、我が国では太陽電池や風力をはじめとする再生可能エネルギーによる発電が増加の一途をたどっている。特に2012年（平成24年）7月1日より再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）が開始以来、太陽電池発電設備の導入量は急激に拡大し、非住宅用とされる10kW以上の太陽電池発電設備累積設備導入量は、2020年9月末時点で4,603.1万kWに上る¹。導入量の増加に伴い発電設備の設置形態についても、従来多く用いられてきた住宅の屋根設置型から地上設置型、更には追尾型や水上設置型などへの多様化が見られるようになってきている。こうした中、近年台風等の自然災害に伴う太陽電池発電設備の事故が頻繁に発生し、事故に対する社会的な関心が高まっていることから、公衆安全を念頭に置いた設備被害の低減を図ることが重要課題となっている。

太陽電池発電設備における設置形態の多様化や事故の増加を受け、昨年度事業「令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（太陽電池発電設備に関する技術基準検討事業）」（以下、昨年度事業という。）において、水上設置型太陽電池発電設備に関する技術要件の整理を行うとともに、太陽電池発電設備に特化した太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令（案）の骨子案について検討を実施した。なお、水上設置型太陽電池発電設備に関する技術要件については、2020年6月に設計上考慮すべき要求性能を示すために技術基準の解釈の改正が行われた。

一方、現時点で、法的拘束力のある太陽電池発電設備に特化した技術基準を定める省令については規定されていない。そのため、昨年度事業で検討した太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令（案）の骨子案をもとに、盛り込むべく具体的な要求性能を検討した結果を踏まえ、太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令案とともに、太陽電池発電設備の技術基準の解釈案や解釈の解説案の作成を行うことを本事業の一つ目の目的とする。

また、設置形態の多様化が進む中で、昨年度事業では水上設置型設備についての実態調査を行った。今回、事故が多数報告されている自動追尾型設備及び単管架台（仮設材料）に関する実態調査を行うことを本事業の二つ目の目的とする。

昨年度事業において、出力50kW未満の太陽電池発電設備の支持物の現地調査を行った結果によれば、太陽電池発電設備の支持物が技術基準に適合していない可能性のある施設が一定程度存在することが確認できた。引き続き実態を把握すべく、実際に太陽電池発電設備の支持物の設置状況を確認するため、出力50kW未満に限らず高圧設備も対象とした太陽電池発電設備の支持物の現地調査を行い、その実態を把握する。さらには、調査にともない、調査対象設備の構造計算書の数値を元に、「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法（日本産業規格 JIS C 8955 2017）」の各想定荷重が算出され、支持物の「安定構造」又は「不安定構造」を簡易的に判定する構造計算の確認用ソフトウェアを作成することを本事業の三つ目の目的とする。

電気事業法に基づく事故報告制度が令和3年4月から改正されることによって、小出力発電設備（出力50kW未満の太陽電池発電設備や出力20kW未満の風力発電設備）についても新たに事

¹ 資源エネルギー庁 固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト
<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>

故報告の対象となる。一方で、小出力発電設備の設置者及び所有者は、その設備に対しての電気主任技術者を選任する必要があるため、設備に対する技術的な知見や知識が乏しい可能性があり、制度改正後、正しく事故報告を行えないケースも想定される。こうした状況に鑑み、事故報告制度について、正しくかつ効果的に理解してもらうための周知手法について検討を行うとともに、その一例としてポスター、チラシ及びパンフレット（技術的な解説を含む **Q&A** 集の冊子）を作成・発送し、その周知の効果についての評価を行うことを本事業の四つ目の目的とする。

1.2 本事業の実施方法

1.2.1 太陽電池発電設備の技術基準の詳細検討

昨年度事業において作成した、太陽電池発電設備に特化した太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令（案）の骨子案を踏まえ、省令案に盛り込むべき具体的な技術的要件を検討し、省令案を作成した。さらには、作成した省令案に基づき、その技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説について、現行の「電気設備の技術基準の解釈」及び「電気設備の技術基準の解釈の解説」第 46 条を整理したうえで修正案を検討し、作成した。

省令案及びその技術基準の解釈と技術基準の解釈の解説の修正案を検討するにあたっては、有識者へのヒアリングを行い、その意見内容を考慮して作成を進めた。

1.2.2 設置形態別技術基準策定に向けた調査・検討

追尾型太陽電池発電設備のメーカーや製品タイプ等の設備情報の整理を行い、実態を把握した。追尾型太陽電池発電設備のメーカーや製品タイプ等の設備情報の整理では、メーカーへのヒアリングを行い、机上調査の情報を補完した。また、単管架台で使用されている仮設材料についての情報整理を行うとともに、業界団体へのヒアリングを行い、机上調査の情報を補完した。さらには、追尾型設備及び単管架台における主な事故事例を収集するとともに、事故要因を把握して本検討の参考とした。

1.2.3 太陽電池発電設備の支持物の現地調査及び構造計算確認用ソフトウェアの作成・評価

高圧設備も対象とし、太陽電池発電設備のうち、技術基準の適合が疑われる案件について、経済産業省電力安全課で選定し、経済産業省職員の立会いの下、「電気設備の技術基準の解釈」第 46 条で求める太陽電池モジュールの支持物に関する技術基準に適合されているかを調査した。

さらに、調査にともない、調査対象設備の構造計算書の数値を元に、「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法(日本産業規格 JIS C 8955 2017)」の各想定荷重が算出され、支持物の「安定構造」又は「不安定構造」を簡易的に判定する構造計算の確認用ソフトウェアの作成とともに、その使用方法についてまとめた。

1.2.4 小出力発電設備における事故制度改正に関する調査

電気事業法に基づく事故報告制度が令和 3 年 4 月から改正されることによって、小出力発電設備（出力 50kW 未満の太陽電池発電設備や出力 20kW 未満の風力発電設備）についても新たに事故報告の対象となることから、その周知についての検討を行ったとともに、その一例としてポスター、チラシ及びパンフレット（技術的な解説を含む Q&A 集の冊子）を作成した。また、自治体を含む業界団体や電力会社及び損害保険等の 100 箇所に周知素材を配布するとともに、その周知の効果については、発送箇所に対してアンケート調査を実施した上で評価を行った。

1.3 本報告書の構成

本報告書は、本章「はじめに」を含め、全 6 章により構成される。

第 2 章では、太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令（案）の検討及び作成についてまとめる。昨年度事業において作成した骨子案を踏まえた検討を行ったうえで、省令案の内容をまとめる。また、作成した省令案の内容に鑑み、その技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説案を現行の「電気設備の技術基準の解釈」及び「電気設備の技術基準の解釈の解説」第 46 条を整理したうえで、修正案をまとめる。

第 3 章では、追尾型太陽電池発電設備の設備概要や、単管架台における仮設材料について実態調査結果をまとめる。

第 4 章では、高圧設備も対象とした太陽電池発電設備の支持物の現地調査結果、及び調査に基づく、調査対象設備の構造計算書の数値を元に、「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法（日本産業規格 JIS C 8955 2017）」の各想定荷重が算出され、支持物の「安定構造」又は「不安定構造」を簡易的に判定する構造計算の確認用ソフトウェアについての内容を示す。

第 5 章では、電気事業法に基づく事故報告制度改正によって、小出力発電設備が新たに事故報告の対象となることから、その周知手法の検討内容とともに、その一例としてのポスター、チラシ及びパンフレット（技術的な解説を含む Q&A 集の冊子）の記載内容、及び周知の効果に対してのアンケート結果の評価をまとめる。

第 6 章「おわりに」では、第 1 章から第 4 章までの内容を踏まえ、本事業のまとめを記述する。

1.4 用語の定義

本報告書において使用している用語のうち、特に定義が必要と思われる用語を抽出し、その定義を表 1-1 に示す。

表 1-1 用語の定義

用語	定義
太陽電池モジュール	複数の太陽電池セルを所定の出力が得られるように電氣的に接続したものを、長期間の使用に耐えられるようガラスや樹脂を用いて封止し、機械的強度を確保するとともに、固定設置するための枠等を取り付けたもの。
太陽光パネル	太陽電池モジュールと同義。
太陽電池アレイ	複数の太陽電池モジュールを機械的・電氣的に架台に設置したもの。
架台	太陽電池モジュールを固定するために用いる構造体のこと。
支持物	太陽電池モジュールを支えるフロート、架台、係留索、アンカーの集合体の総称。
フロート	太陽電池発電設備を水面に設置する際に用いる浮体構造物（フロートと架台が一体型となるタイプも存在）のこと。
係留索	浮体設備を係留するためのチェーンやロープ等のこと。
アンカー	係留索を水底に固定するために施設されるもの、碇。
スロッシング	自由液面（貯水タンクや人工池等）における液体の揺動現象のこと。
アイランド	太陽電池モジュールを搭載したフロートが連結されてひとつの島のように形成されるもの。
直接基礎	太陽電池モジュール等の上部構造の荷重を直接的に地盤に伝達する構造物。
杭基礎	杭を地中に打ち込むことで太陽電池モジュール等の上部構造を支持する工法。
追尾型設備	太陽の位置に合わせてパネルの設置角度の変更が可能な架台。

2 太陽電池発電設備の技術基準の詳細検討

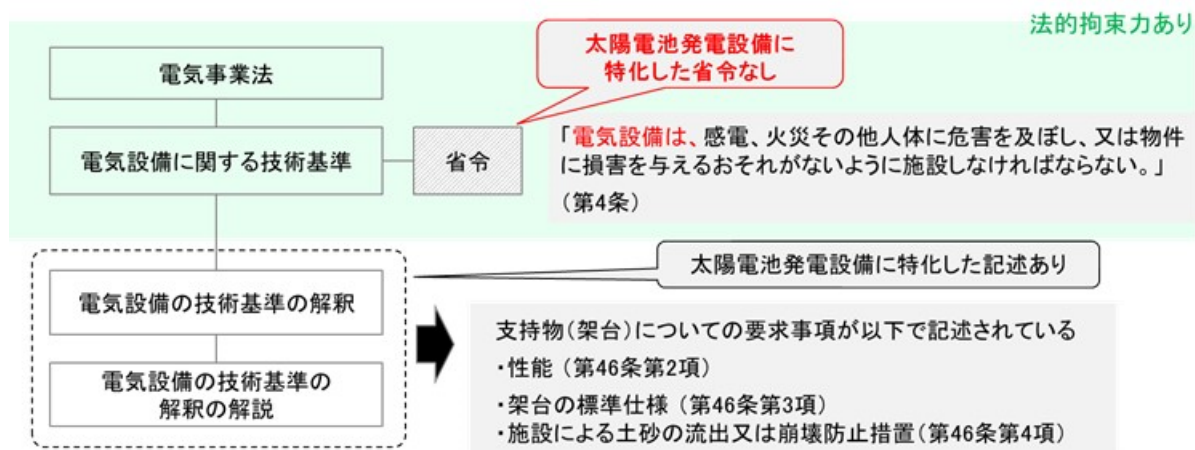
2.1 太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令（案）の検討

法的拘束力のある太陽電池発電設備の支持物に特化した技術基準を定める省令について規定されていないことから、太陽電池発電設備に係る構造性能規定についての理解を設計者に促すため、太陽電池発電設備の性能規定を盛り込んだ省令案の検討を昨年度事業で行った。その検討を基に作成した太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令の骨子案を踏まえ、盛り込むべき具体的な要求性能を検討し、省令案の作成を行った。

2.1.1 骨子案（昨年度事業）からの技術要件に基づく素案作成

（1）昨年度事業概要

昨年度事業において、太陽電池発電設備の構造関連規定の整理を行った（図 2-1）。根拠法となる電気事業法に基づき電気工作物の設置者が遵守すべき技術基準が省令（「電気設備に関する技術基準」：以下、「電技」という。）に定められているが、太陽電池発電設備が遵守しなければならない内容を示すものとしては、技術基準の第 4 条「電気設備は、感電、火災その他の人体に危害を及ぼし、又は物件に損害を与えるおそれがないように施設しなければならない」に該当するものの、太陽電池発電設備の構造性能に特化した内容は記載されていない。一方、太陽電池モジュールの支持物の要求性能については、電気設備の技術基準の解釈（以下、「電技解釈」という。）の第 46 条第 2 項、太陽電池モジュールの支持物の標準仕様については第 3 項、太陽電池発電設備の施設による土砂の流出又は崩壊防止措置については第 4 項において既に規定されている。



※ 小出力発電設備についても、第 200 条第 2 項第 2 号において、支持物（架台）は第 46 条第 2 項（性能規定）又は第 3 項（仕様規定）に準じて施設する旨が明記されている。

出典：昨年度事業報告書²

図 2-1 関連規定の位置付け

太陽電池発電設備の関連規定を整理した結果とともに、既に規定されている発電設備に関連する主な省令（「発電用風力設備の技術基準」や「発電用火力設備の技術基準」など）の構成を踏まえ、「発電設備」のうち、「原動力設備」に係る太陽電池発電設備の支持物についての省令を作成

² https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000202.pdf

することを明確にし、骨子案の検討を行った。

本検討にあたっては、ワーキンググループを開催し、その討議内容を反映させた。なお、ワーキンググループの構成にあたっては、太陽電池発電設備に関する専門家や構造設計等に関する専門家を外部有識者として配置し、太陽電池発電設備に関する技術基準を定める省令の骨子案についての討議を行った。

電技解釈は、設備設計時に満たさなければならない技術的要件を具体的に示したものであるとともに、省令に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、省令に適合するものと判断できるとされている。さらに、性能規定と仕様規定を併記して記載しているものは、いずれかの規定の要件を満たすことにより省令を満足するとしている。したがって、これらの内容を踏まえ、電技解釈第 46 条に基づき、省令の検討を行い、骨子案を作成した。表 2-1 に昨年度事業で作成した骨子案を示す。

表 2-1 骨子案

骨子案
太陽電池モジュールの支持物は、次の各号に適合するものであること。
一 支持物は、自重、地震荷重、風圧荷重、積雪荷重の他、当該設置環境において想定される各種荷重に対し安定であること。
二 前号に規定する荷重を受けた際に生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下になること。
三 支持物を構成する各部材には、前号に規定する許容応力度を満たす設計に耐えうる安定した品質をもつ材料を用いること。
四 太陽電池モジュールと支持物の接合部、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎若しくはアンカー部分の接合部における存在応力を確実に伝える構造とすること。
五 土地もしくは水面に施設される支持物の基礎部分は、次の各号に適合するものであること。 イ 上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。 ロ 土地に自立して施設される支持物の杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。
六 支持物に使用する部材は、腐食、腐朽及び劣化しにくい材料又は防食等の劣化防止のための適切な措置を施した材料を使用すること。
七 土地に自立して施設される太陽電池発電設備のうち設置面からの太陽電池アレイの最高高さが 9m を超える場合には、更に建築基準法の工作物に基づく構造強度等に係る各規定に適合するものであること。
八 太陽電池モジュールの支持物を土地に自立して施設する場合には、施設による土砂の流出又は崩壊を防止する措置を講ずること。

出典：昨年事業報告書³

³https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000202.pdf

骨子案は現行の電技解釈第 46 条第 2 項において規定されている内容となっていることから、設計者に要求される基準がこれまで以上に強化されるわけではない。つまり、遵守すべき性能要求が現行と変わらないものの、省令とすることで遵守すべき内容の明確化になるとともに、広く周知することや理解を促す効果も期待できるとして結論付けた。

(2) 技術要件の整理・検討

骨子案及び既存の発電設備に関連する省令の構成を念頭に置き、多様化された設置形態における太陽電池発電設備に求められる性能要件について、現行の電技解釈を踏まえて省令案の検討を行った。検討結果の概要は次のとおりである。

省令案の作成にあたっては、太陽電池発電設備と同じ再生可能エネルギーである「発電用風力設備に関する技術基準を定める省令」（以下、「風技」という。）を参考にし、条文の構成の検討をした。風技における条文の構成を表 2-2 に示す。

表 2-2 風技での条文の構成

第一条	適用範囲
第二条	定義
第三条	取扱者以外の者に対する危険防止措置
第四条	風車
第五条	風車の安全な状態の確保
第六条	圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止
第七条	風車を支持する工作物
第八条	公害等の防止

昨年度事業で作成した骨子案は、電技解釈第 46 条を踏まえて作成されていることから、省令に適した構成に修正する必要がある。そのため、風技での条文の構成を踏まえ、省令として記載すべき項目を検討し、追加した上で「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令」としての条文の構成（案）を作成した（表 2-3）。

表 2-3 発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令での条文の構成（案）

第一条	適用範囲
第二条	定義
第三条	人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止
第四条	支持物の構造等
第五条	土砂の流出及び崩壊の防止
第六条	公害等の防止

(3) 素案作成

省令案に盛り込むべき技術要件について、設置環境に応じた想定荷重設定の必要性、さらには、

多様化する設置形態や使用材料に対して考慮することの必要性を念頭に置き、現行の電技解釈及び昨年度事業での討議内容を踏まえて検討を行った。検討した技術要件の内容を表 2-3 の条文の構成（案）に組み込み、省令の素案を作成した（表 2-4）。

表 2-4 発電用太陽電池設備に関する技術基準の素案

【省令】 （適用範囲） 第一条 この省令は、太陽光を電気に変換するために施設する電気工作物の支持構造物について適用する。 二 前項の電気工作物とは、一般用電気工作物及び事業用電気工作物をいう。	
（用語の定義） 第二条 この省令において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成七年通商産業省令第七十七号）において使用する用語の例による。	
（人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止） 第三条 太陽電池発電設備は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように施設しなければならない。	
（支持物の構造等） 第四条 太陽電池モジュールを支持する工作物（以下「支持物」という。）は、次の各号により施設しなければならない。 一 自重、地震荷重、風圧荷重、積雪荷重その他の当該設置環境下において想定される各種荷重に対し安定であること。 二 前号に規定する荷重を受けた際に生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下になること。 三 支持物を構成する各部材は、前号に規定する許容応力度を満たす設計に耐えうる安定した品質を持つ材料であるとともに、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は防食等の劣化防止のための措置を講じた材料であること。 四 太陽電池モジュールと支持物の接合部、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎若しくはアンカー部分の接合部における存在応力を確実に伝える構造とすること。 五 土地もしくは水面に施設される支持構造物の基礎部分は、次の各号に適合するものであること。 イ 上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。 ロ 土地に自立して施設される支持構造物の杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。 六 土地に自立して施設される太陽電池発電設備のうち設置面からの太陽電池アレイの最高高さが 9m を超える場合には、更に建築基準法の工作物に基づく構造強度等に係る各規定に適合するものであること。	

(土砂の流出及び崩壊の防止)	
第五条	太陽電池モジュールの支持物を土地に自立して施設する場合には、施設による土砂の流出又は崩壊を防止する措置を講ずること。
(公害等の防止)	
第六条	電気設備に関する技術基準を定める省令（平成九年通商産業省令第五十二号）第十九条第十一項及び第十三項の規定は、太陽電池発電所に設置する発電用太陽電池設備について準用する。
二	発電用太陽電池設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「第十九条第十一項及び第十三項」とあるのは「第十九条第十三項」と、「太陽電池発電所に設置する発電用太陽電池設備」とあるのは「発電用太陽電池設備」と読み替えて適用するものとする。

2.1.2 ヒアリング結果

発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令案の作成にあたっては、2.1.1 で作成した素案を基に有識者へのヒアリングを行い、検討を進めた。有識者は、太陽電池発電設備に関する専門家や構造設計等に関する専門家が適しており、昨年度事業におけるワーキンググループの委員はその専門家であることから、同ワーキンググループの委員を中心に6名を選出した。

ヒアリング結果としては、ヒアリングを受けた有識者の全員から素案内容の概要について賛同を得ることができた。ヒアリングを通して有識者から出された主な意見の概要について、表 2-5 のとおりまとめた。

表 2-5 ヒアリング概要のまとめ

第一条	適用範囲
意見	・ 適用範囲は明確に示す必要があり、その適用内容も妥当
第二条	用語の定義
意見	・ 用語は明確に示す必要があり、電気事業法施行規則で使用する用語とすることは妥当
第三条	人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止
意見	・ 公衆安全に鑑み、危険防止対策を示すことは必要 ・ 太陽電池発電設備の支持物における規定であることから、該当する危険性としての項目が当てはまるよう、経済産業省産業保安グループ電力安全課の協議を踏まえて記載
第四条	支持物の構造等
意見	・ 骨子案を踏まえ、現行の技術基準の解釈第46条第2項の内容を基本的に含まれていることから妥当 ・ 様々な設置形態に考慮した上で、その内容が明確になるように記載 ・ 部材等について、許容応力度設計の必要性や腐食、腐朽その他の劣化についての防止策の必要性について記載

第五条	土砂の流出及び崩壊の防止
意見	・ 公衆安全に鑑み、土砂の流出及び崩壊の防止策を示すことは必要 ・ どのような場合の施設に対して、何の対策が必要になるか、齟齬が無いように記載
第六条	公害等の防止
意見	・ 公衆安全に鑑み、公害の防止策を示すことは必要記載 ・ 太陽電池発電設備の特徴に鑑みた内容となるよう、経済産業省産業保安グループ電力安全課の協議を踏まえて記載

2.1.3 検討結果

骨子案及び技術基準の解釈第 46 条を踏まえて作成した素案のもとに、有識者へのヒアリングを通して得られた意見を踏まえ、経済産業省産業保安グループ電力安全課との協議のうえ、省令案を作成した。

以下、省令案の各条について示す。

(1) 適用範囲

該当する太陽電池発電設備を明確に示す必要があるため、適用範囲を規定した。

[省令]

(適用範囲)

第一条 この省令は、太陽光を電気に変換するために施設する電気工作物について適用する。

二 前項の電気工作物とは、一般用電気工作物及び事業用電気工作物をいう。

(2) 用語の定義

省令において用いられる用語を明確に示す必要があるため、用語の定義を規定した。

[省令]

(用語の定義)

第二条 この省令において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成七年通商産業省令第七十七号）において使用する用語の例による。

(3) 人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止

危険性のある発電設備が施設することがないように、その防止の義務を明確に示した。

[省令]

(人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止)

第三条 太陽電池発電所を設置するに当たっては、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように施設しなければならない。

- | | |
|---|---|
| 二 | 発電用太陽電池設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「太陽電池発電所」とあるのは「発電用太陽電池設備」と読み替えて適用するものとする。 |
|---|---|

(4) 支持物の構造等

設置環境や設置形態に応じた想定荷重設定を考慮することの必要性、使用材料及び構造強度に対して考慮すべき事項等について、現行の電技解釈の内容を盛り込み、支持物の構造性能として満たすべき要件を示した。

[省令]

(支持物の構造等)

第四条 太陽電池モジュールを支持する工作物（以下「支持物」という。）は、次の各号により施設しなければならない。

- | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|
| 一 | 自重、地震荷重、風圧荷重、積雪荷重その他の当該設置環境下において想定される各種荷重に対し安定であること。 | | | | |
| 二 | 前号に規定する荷重を受けた際に生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下になること。 | | | | |
| 三 | 支持物を構成する各部材は、前号に規定する許容応力度を満たす設計に必要な安定した品質を持つ材料であるとともに、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は防食等の劣化防止のための措置を講じた材料であること。 | | | | |
| 四 | 太陽電池モジュールと支持物の接合部、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎若しくはアンカー部分の接合部における存在応力を確実に伝える構造とすること。 | | | | |
| 五 | 支持物の基礎部分は、次の各号に適合するものであること。 <table border="1"><tr><td>イ</td><td>土地又は水面に施設される支持物の基礎部分は、上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。</td></tr><tr><td>ロ</td><td>土地に自立して施設される支持物の基礎部分は、杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。</td></tr></table> | イ | 土地又は水面に施設される支持物の基礎部分は、上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。 | ロ | 土地に自立して施設される支持物の基礎部分は、杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。 |
| イ | 土地又は水面に施設される支持物の基礎部分は、上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。 | | | | |
| ロ | 土地に自立して施設される支持物の基礎部分は、杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。 | | | | |
| 六 | 土地に自立して施設されるもののうち設置面からの太陽電池アレイ（太陽電池モジュール及び支持物の総体をいう。）の最高の高さが九メートルを超える場合には、構造強度等に係る建築基準法（昭和二十五年法律第二百一号）及びこれに基づく命令の規定に適合するものであること。 | | | | |

(5) 土砂の流出及び崩壊の防止

発電設備が設置される土地の状況によっては、土砂流出や地盤崩壊の危険性があることから、それらの防止措置が必要であることを明確に示した。

[省令]

(土砂の流出及び崩壊の防止)

第五条 支持物を土地に自立して施設する場合には、施設による土砂流出又は地盤の崩壊を防止する措置を講じなければならない。

(6) 公害等の防止

環境破壊や公衆安全を考慮した対応が必要であることを明確に示した。

[省令]

(公害等の防止)

第六条 電気設備に関する技術基準を定める省令（平成九年通商産業省令第五十二号）第十九条第十三項の規定は、太陽電池発電所に設置する発電用太陽電池設備について準用する。

二 発電用太陽電池設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「第十九条第十一項及び第十三項」とあるのは「第十九条第十三項」と、「太陽電池発電所に設置する発電用太陽電池設備」とあるのは「発電用太陽電池設備」と読み替えて適用するものとする。

2.2 技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説（案）の検討

発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令案の作成に伴い、この省令案に係る解釈及び解釈の解説（案）についての作成（改定）を検討した。作成した省令案とともに、現行の電技解釈及び電技解釈の解説の内容を整理し、盛り込むべき具体的な内容の検討を行い、技術基準の解釈（案）及びその解説（案）の作成を行った。

2.2.1 技術基準の解釈と解釈の解説の素案作成

（１）現行の電技解釈及び電技解釈の解説の整理

2.1.3 で示した省令案の具体的な要求性能は、現行の電技解釈第 46 条の内容が基盤となっていることから、新たな解釈（案）やその解説（案）の作成にあたっては、現行の電技解釈やその解説が参考になる。そのため、現行の電技解釈第 46 条の内容と、作成した省令案がどのように対応しているかを整理した。

① 第 46 条 第 2 項 各号列記以外の部分

電技解釈 第 46 条 第 2 項 各号列記以外の部分
2 太陽電池モジュールの支持物は、次の各号に適合するものであること。
省令案 第四条
第四条 太陽電池モジュールを支持する工作物（以下「支持物」という。）は、次の各号により施設しなければならない。

② 第 46 条 第 2 項 第一号

電技解釈 第 46 条 第 2 項 第一号
一 支持物は、日本産業規格 JIS C 8955(2017)「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」によって算出される自重、地震荷重、風圧荷重並びに積雪荷重及びその他の当該支持物の設置環境において想定される荷重に対し安定であること
省令案 第四条
一 自重、地震荷重、風圧荷重、積雪荷重その他の当該設置環境下において想定される各種荷重に対し安定であること。

③ 第 46 条 第 2 項 第二号

電技解釈 第 46 条 第 2 項 第二号
二 設計は、前号に規定する荷重を受けた際に生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下とすること。
省令案 第四条
二 前号に規定する荷重を受けた際に生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下になること。

④ 第46条 第2項 第三号

電技解釈 第46条 第2項 第三号
三 支持物を構成する各部材には、前号に規定する許容応力度を満たす設計に耐えうる安定した品質をもつ材料を用いること。
省令案 第四条
三 支持物を構成する各部材は、前号に規定する許容応力度を満たす設計に必要な安定した品質を持つ材料であるとともに、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は防食等の劣化防止のための措置を講じた材料であること。

⑤ 第46条 第2項 第四号

電技解釈 第46条 第2項 第四号
四 太陽電池モジュールと支持物の接合部、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎又はアンカー部分の接合部における存在応力を確実に伝える構造とすること。
省令案 第四条
四 太陽電池モジュールと支持物の接合部、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎若しくはアンカー部分の接合部における存在応力を確実に伝える構造とすること。

⑤ 第46条 第2項 第五号

電技解釈 第46条 第2項 第五号
五 土地又は水面に施設される支持物の基礎又はアンカー部分は、次の各号に適合するものであること。 イ 支持物の基礎又はアンカー部分は、上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。 ロ 土地に自立して施設される支持物の基礎部分は、杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。
省令案 第四条
五 支持物の基礎部分は、次の各号に適合するものであること。 イ 土地又は水面に施設される支持物の基礎部分は、上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。 ロ 土地に自立して施設される支持物の基礎部分は、杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。

⑦ 第46条 第2項 第六号

電技解釈 第46条 第2項 第六号
六 支持物に使用する部材には、腐食、腐朽その他の劣化しにくい材料又は防食等の劣化防止のための措置を講じた材料を使用すること。
省令案 第四条

三 支持物を構成する各部材は、前号に規定する許容応力度を満たす設計に必要な安定した品質を持つ材料であるとともに、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は防食等の劣化防止のための措置を講じた材料であること。

⑧ 第46条 第2項 第七号

電技解釈 第46条 第2項 第七号

七 土地に自立して施設される太陽電池発電設備のうち設置面からの太陽電池アレイの最高高さが9mを超える場合には、更に建築基準法の工作物に基づく構造強度等に係る各規定に適合するものであること。

省令案 第四条

六 土地に自立して施設されるもののうち設置面からの太陽電池アレイ（太陽電池モジュール及び支持物の総体をいう。）の最高の高さが九メートルを超える場合には、構造強度等に係る建築基準法（昭和二十五年法律第二百一号）及びこれに基づく命令の規定に適合するものであること。

⑨ 第46条 第3項

電技解釈 第46条 第3項各号列記以外の部分

3 太陽電池モジュールの支持物を、次の各号のいずれかにより地上に施設する場合は、前項の規定によらないことができる。なお、地表面粗度区分Ⅱは、当面の間、都市計画区域外にあって地表面粗度区分Ⅰの区域以外の区域又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分Ⅳの区域以外の区域のうち海岸線又は湖岸線（対岸までの距離が1500m以上のものに限る。）までの距離が500m以内の区域をいうものとする。

- 一 一般仕様
（ここでは省略）
- 二 強風仕様
（ここでは省略）
- 三 多雪仕様
（ここでは省略）

省令案

仕様規定の内容であることから、省令（性能規定）の対象外とした。

⑩ 第46条 第4項

電技解釈 第46条 第4項各号列記以外の部分

4 太陽電池モジュールの支持物を土地に自立して施設する場合には、施設による土砂の流出又は崩壊を防止する措置を講ずること。

省令案 第五条

第五条 支持物を土地に自立して施設する場合には、施設による土砂流出又は地盤の崩壊を防止する措置を講じなければならない。

(2) 技術要件の整理・検討

(1) の整理のとおり、現行の電技解釈第 46 条の内容は、第 3 項に示された支持物の標準仕様（仕様規定）の項目を除き省令案に盛り込まれている。そのため、省令案に紐づく技術基準の解釈に内容については、それぞれ対応する現行の電技解釈の解説をベースとして検討を行った。また、現行の電技解釈第 46 条第 3 項に示された支持物の標準仕様については、技術基準の解釈に盛り込むこととした。技術基準の解釈の解説については、技術基準の解釈を正しく理解するための補足情報や、支持物の要求性能に満足させるために必要な技術情報を盛り込むこととし、具体的には、参考となる建築関連の基規準や「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン 2019 年版（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019）」での要点を踏まえて、記載内容の検討を行った。

(3) 技術基準の解釈及び解釈の解説の素案作成

技術基準の解釈案に盛り込むべき技術要件について、省令案の作成時に留意した設置環境に応じた想定荷重設定の必要性や、多様化する設置形態や使用材料に対して考慮することの必要性について、具体的な要件を示すことを念頭に置き検討を行った。また、技術基準の解釈の解説案に盛り込むべき内容については、技術基準の解釈案で示した技術要件の具体的な説明となることを考慮した。これらの検討内容を 2.1.3 で作成した省令案に対応させて、技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説案の素案を作成した（表 2-6）。

表 2-6 技術基準の解釈及び解釈の解説の素案

<省令第一条> (適用範囲) 【解説】 太陽電池発電設備は、太陽電池モジュールとその支持構造物、昇圧変圧器、遮断器、電路等から構成されるが、本省令については、太陽電池発電設備の支持構造物等に関する技術基準を定めたものであり、電気設備に関しては、「電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 5 2 号）」に規定されている。なお、ここでの支持構造物等とは、太陽電池を支持する架台および基礎を示し、太陽電池モジュールのうち荷重を負担する部材も含まれる。
<省令第二条> (用語の定義) 【解釈】 (定義) 第 1 条 この解釈において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第 7 7 号）及び省令において使用する用語の例による。 【解説】

規制の明確化の観点から、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第 7 7 号）で使用する用語と発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈で使用する用語の統一を図っている。また、太陽光発電に関する用語については、日本産業規格 JIS C 8960「太陽光発電用語」による。

＜省令第三条＞

（人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止）

【解説】

取扱者以外の者又は物件に対して危害や損害を与えるおそれがないように適切な措置を講ずること規定している。

なお、電気設備からの感電、火災等の防止に関しては、電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 5 2 号）第 4 条に規定されている。

＜省令第四条＞

（支持物の構造等）

【解釈】

（設計荷重）

第 2 条

省令第 4 条第 1 項における荷重とは、日本産業規格 JIS C 8955(2017)「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」に規定する荷重の他、当該設置環境において想定される各種荷重をいう。

（支持構造物の架構）

第 3 条

省令第 4 条第 1 項における支持構造物の安定とは、同項に規定する荷重に対して、支持構造物が倒壊、飛散および移動しないことをいう。

（部材強度）

第 4 条

省令第 4 条第 2 項に規定する各部材の強度は、省令第 4 条第 1 項によって設定される各種荷重が作用したときに生じる各部材の応力度が当該部材の許容応力以下であることとしている。

（使用材料）

第 5 条

省令第 4 条第 3 項における支持構造物に使用する材料は、設計条件に耐え得る安定した強度特性を有する材質であるとともに、使用される目的、部位、環境条件及び耐久性等を考慮して適切に選定すること。また、腐食、腐朽その他の劣化しにくい材料、または劣化防止のための措置がとられた材料を使用すること。

（接合部）

第 6 条

省令第 4 条第 4 項における接合部とは、太陽電池モジュールと支持構造物、支持構造物の部材

間及び支持構造物の架構部分と基礎又はアンカー部分の接合部であり、荷重を伝達する全ての接合部が対象である。

2 接合部の強度は、部材間の存在応力を確実に伝達できる性能を有していることを要求している。

(基礎及びアンカー)

第7条

土地に自立して施設される支持構造物の基礎、水面に施設されるフロート等の支持構造物の係留アンカーにおいては、想定される荷重に対して上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動がないこと。

(支持構造物の標準仕様)

第8条

太陽電池モジュールの支持構造物を、次の各号のいずれかにより地上に施設する場合は、省令第四条の規定によらないことができる。

一 一般仕様

(ここでは省略)

二 強風仕様

(ここでは省略)

三 多雪仕様

(ここでは省略)

(高さ9mを超える太陽電池発電設備)

第9条

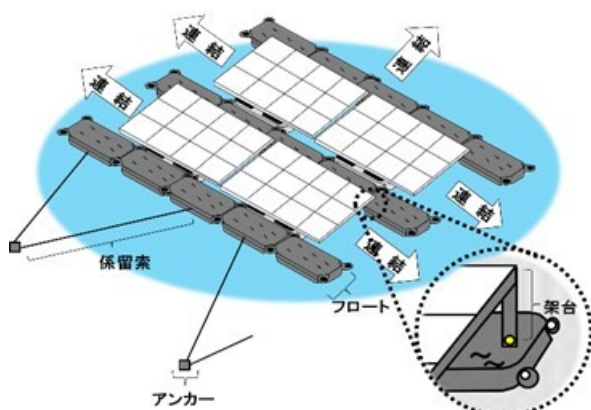
土地に自立して施設される太陽電池発電設備のうち高さが9mを超える場合には、建築基準法施行令第3章構造強度のうち、第38条(基礎)、第65条(有効細長比)、第66条(柱の脚部)、第68条(高力ボルト等)、第69条(斜材等の配置)及び第93条(地盤及び基礎ぐい)の規定により施設すること。

【解説】

①解釈第2条の解説(設計荷重)

日本産業規格 JIS C 8955(2017)に規定された風圧荷重、積雪荷重及び地震荷重はそれぞれ、建築基準法施行令第87条、第86条、第88条を参考に設定されている。これらの荷重の再現期間は50年を想定しており、「当該設置環境において想定される各種荷重」についてもこれと同等の荷重を設定することが望ましい。なお、地上に施設される太陽光発電設備において、傾斜地に設置される場合の風圧荷重、及びアレイ面の下端部に作用する積雪による沈降荷重等については、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019)の技術資料が参考となる。また、水面等に施設される太陽電池発電設備の支持構造物(フロート、架台、係留索、アンカー：解説1図参照)については、

地上や建築物上に設置される太陽光発電設備とは異なる荷重を想定する必要があることから、解説 1 表を参考として考慮すべき荷重を検討する。



解説 1 図 水面等に施設される太陽電池発電設備の支持構造物

※ 架台は、フロートとの一体型の設備も存在する。

解説 1 表 水面等に施設される太陽電池発電設備において付加的に考慮すべき外力・荷重及び対象部位

事象	外力・荷重	対象部位	考慮事項 ^{※1}
積雪	積雪荷重	架台、フロート	浮力
強風	風圧	架台、係留部、フロート、接合部	係留耐力、接合部耐力、衝撃耐力、各部疲労
	波力（動揺）		
豪雨	水位	架台、係留部、接合部 ^{※2}	浸水防止、係留耐力
	水流		
凍結	凍結圧力	架台、フロート、接合部（フロート間）	耐圧力、浮き上がりへの追従性
地震	波力（スロッシング） ^{※3}	架台、係留部、接合部	係留耐力、接合部の耐力、衝撃耐力

※1 必要に応じて検討を行う。

※2 接合部：フロート間、フロート・係留間、フロート・架台・太陽電池モジュール間等。

※3 対岸距離が短い場合にはスロッシングが発生し易いため、考慮する必要がある。

②解釈第 3 条の解説（支持構造物の架構）

支持構造物の安定については、下式の不静定次数の計算式を用いることによって、判別することができる。ただし、この式は一時的な判別に使用されるものであり、3 次元的な架構モデルや特殊な接合部を有するような場合には判別できないことがあるため、構造解析プログラム等で確認することが望ましい。

$$m = (n + s + r) - 2 \times k$$

m：不静定次数 n：支点反力数 s：部材数 r：剛接数 k：接点数

$m \geq 0$ の場合 ： 安定（静定・不静定）

$m < 0$ の場合 ： 不安定

③解釈第4条の解説（部材の強度）

支持構造物に使用される部材は、設計荷重に対する許容応力度設計を要求しているため、再現期間 50 年に相当する荷重に対して各部材は損傷および塑性変形しない強度を確保する必要がある。細長い部材や材厚が小さい部材に圧縮力や曲げモーメントが作用する場合には、曲げ座屈、横座屈、局部座屈等が発生するおそれがあるため、座屈を考慮した許容応力度の設定が求められる。また、部材の曲がりやねじれ等の変形が大きい場合には、支持構造物の構造安全性を損なうことがあるため、それらを考慮して設計することが必要である。許容応力度の設定については、以下に示す基規準・指針等が参考になる。

- ・「鋼構造設計規準（許容応力度設計）」（日本建築学会）
- ・「軽鋼構造設計施工指針・同解説」（日本建築学会）
- ・「アルミニウム建築構造設計規準・同解説」（アルミニウム建築構造協議会）
- ・鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説（日本建築学会）

④解釈第5条の解説（使用材料）

支持構造物に使用する材料は、安定した強度特性を有することを要求しており、日本産業規格（JIS）、日本農林規格（JAS）、国際規格（ISO）等に規定された材料の使用が望ましい。海外規格の材料を使用する場合には、その強度特性を明確にしたうえで設計条件に適合していることを確認する必要がある。鋼材やアルミ合金材など、熱処理した材料を使用する場合は、熱処理後の材料特性（強度、延び等）を考慮して設計する。また、腐食、腐朽等による経年劣化しにくい材料の使用、又はメッキ等の劣化防止のための処理を施した材料の使用を要求している。水面に施設されるフロート等に使用される樹脂材料等についても劣化しにくい材料の使用又は劣化防止のための措置が必要となる。

⑤解釈第6条の解説（接合部）

対象となる接合部は、太陽電池モジュールとその支持構造物に作用する荷重を地盤や建築物等に伝達するための全ての接合部であり、部材間を接合するボルト類だけでなく、接合部材（接合プレート、押さえ金具等）、太陽電池モジュールを支持構造物に固定する際に用いられるクリップ金具、架構の部分に用いられるクランプ等も含まれる。これらの接合部においても許容応力度設計を行ない、安全性を確認する必要がある。構造計算等による確認が難しい場合は、載荷試験によって部材間の存在応力を確実に伝達できる性能を有していることについて確認する。その際、強度のばらつき（いわゆる 2σ や 3σ などの信頼区間）を考慮して接合部の性能を評価すること。

⑥解釈第7条の解説（基礎およびアンカー）

土地に自立して施設される支持構造物の直接基礎または杭基礎における沈下、浮上がり、水平移動は、支持構造物の損壊に発展するため、上部構造から伝達される荷重に対して十分な抵抗力を有している必要がある。なお、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019 年版」（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019）の技術資料においては、太

陽光発電設備に使用される杭基礎の抵抗力が、建築物の杭基礎の設計に使用される計算式（小規模建築物基礎設計指針、日本建築学会）によって算定した抵抗力を下回る場合があることを指摘している。このことから、杭基礎の抵抗力は載荷試験（杭が打設される地盤における載荷試験）によって確認することが望ましい。また、水面に施設されるフロート群を係留するためのアンカーについても載荷試験によって確認することが望ましい。このときフロート群に接続された多数の係留索には荷重が均等に作用しないことが考えられるため、アンカーは偏りを考慮した荷重に対して十分な抵抗力があることを確認する必要がある。

⑦解釈第2条～第7条の解説

これらの要求性能に適合する設計を行う際には、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019 年版」（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019）、及び解説 2 表に示す規準・指針が参考となる。なお、建築物に付帯する太陽電池発電設備については、この解釈での要求事項に加え、建築設備として建築基準法施行令第 129 条の 2 の 4 に規定する構造強度も満たすこと。

解説 2 表 支持構造物の設計に参考となる基規準・指針と参照部分

規準・指針	参照する見出し（章・節・項番号）
鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（2005年（改訂版））、日本建築学会	4章（材料）の全て 5章（許容応力度）のうち5.1節、5.2節 6章（組合せ応力）の全て 8章（板要素の幅厚比）の全て 9章（はり）のうち9.1節、9.6節 10章（変形）のうち10.1節の(1)(a) 11章（圧縮材ならびに柱材）のうち11.1節、11.3節、11.8節、11.9節の(1)、11.9節の(5) 12章（引張材）のうち12.1節 13章（有効断面積）のうち13.1節、13.2節の(2)(a) 14章（接合）のうち14.1節 15章（ボルトおよび高力ボルト）のうち15.1節、15.4節、15.5節、15.6節 16章（溶接）のうち16.3節、16.5節
軽鋼構造設計施工指針・同解説（2002年）、日本建築学会	1章（総則）のうち1.1節の(1)、1.3節 2章（材用および許容応力度）のうち2.1節 4章（部材設計）のうち4.1節の(2)、4.2節の(1)、4.2節の(2)、4.2節の(3)、4.3節の(1)、4.3節の(2)、4.4節の(1)、4.4節の(2)、4.4節の(4)、4.6節の(1)、4.6節の(4)、4.7節、4.9節の(1) 5章（接合要素）のうち5.1節の(2)、5.1節の(3)、5.1節の(4)、5.1節の(8)、5.3節、5.5節の(2)、5.5節の(3)、5.6節の(1)(a)、5.6節の(1)(b)、5.6節の(2)、5.6節の(3) 6章（接合部設計）のうち6.1節の(1)、6.8.2項の(2) 7章（製作・施工）のうち7.3.1項の(1)
アルミニウム建築構造設計規準・同解説（2016年）、アルミニウム建築構造協議会	3章（材料および許容応力度等）のうち3.2.1項、3.2.2項、3.2.3項、3.4.2項 4章（部材設計）のうち4.1節、4.2節、4.3節、4.4節

⑧解釈第 8 条の解説（支持構造物の標準仕様）

産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会の審議を踏まえ、平成 29 年および令和元年に電気設備技術基準の解釈第 46 条第 3 項として標準設計仕様を追加したものである。太陽電池発電設備の支持構造物については平成 18 年から電気設備技術基準の解釈第 46 条第 2 項で規定していたが、強度計算を行っていないなどその規定を満たさない施工等により、公衆安全に影響を与える重大な損壊被害（平成 27 年 8 月に九州で発生した台風 15 号によるパネル飛散や架台倒壊等）が発生した。このような状況に鑑み、基準風速や降雪量など諸条件を満たす場合は、強度計算を実施せずとも必要な強度等を確保できるよう、地上設置型の設備に適用できる標準仕様を規定したものである。なお、当該標準仕様に準拠すれば強度計算を要しない前提であることから、設置場所の条件に左右されないように安全率を大きく設定するため、風荷重には、最新の知見を生かして裕度を持たせた。また、標準仕様中、コンクリート強度 F_c は平成 12 年建設省告示第 1450 号に定める許容応力度を有するものをいい、N 値は、JIS A 1219 (2013) に規定される測定方法を用いる。なお、本標準設計で使用している「N 値＝3」とは、太陽電池発電設備を設置する場所が柔らかい粘土質であることを表している。

⑨解釈第 9 条の解説（高さ 9 m を超える太陽電池発電設備）

土地に自立して施設される太陽電池発電設備のうち高さが 9m を超える場合には、建築基準法第 20 条、建築基準法施行令第 81 条及び平成 19 年国土交通省告示第 593 号第一号を参考に、建築基準法施行令での工作物の構造強度等を要求している。なお、太陽光発電設備の設計荷重を規定している JIS C 8955 の適用範囲も設置面からのアレイの最高高さが 9m を超えるアレイは対象外としていることから、設計荷重についても別途検討する必要がある。

<省令第五条>

（土砂の流出及び崩壊の防止）

【解釈】

（地盤）

第 10 条

土地に自立して施設される太陽電池発電設備においては、施設される土地が降雨等によって土砂流出が発生し公衆安全に影響を与えるおそれがある場合には、排水工、法面保護工等を行う。

- 2 施設する地盤が傾斜地である場合には、必要に応じて抑制工、抑止工等の土砂災害対策を講ずること。

【解説】

①解釈第 10 条の解説

太陽電池発電設備の施設場所の選定においては、地方自治体が公開している土砂災害警戒区域等の情報、地形図、土地条件図等を用いた資料調査及び地盤調査等の事前調査結果をもとに土砂災害リスクを事前に把握しておくことが重要である。これらの結果をもとに、土地の斜面崩壊防止対策や排水処理方法など十分な工学的検討を行い、当該発電設備並びに公衆の安全を確

保する。なお、事前調査の方法及び造成・排水計画については、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019 年版」（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019）の「3. 調査及び計画」が参考となる。

＜省令第六条＞

（公害等の防止）

【解説】

太陽電池設備の設置による騒音及び急傾斜地の崩壊の防止について、電気設備に関する技術基準を定める省令を準用して規定したものである。

2.2.2 ヒアリング結果

技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説案の作成にあたっては、2.2.1 で作成した素案を基に有識者へのヒアリングを行い、検討を進めた。なお、有識者は 2.1.2 のとおりである。

ヒアリング結果としては、ヒアリングを受けた有識者の全員から素案内容の概要について賛同を得ることができた。ヒアリングを通して有識者から出された主な意見の概要について、表 2-7 のとおりまとめた。

表 2-7 ヒアリング概要のまとめ

項目	意見
解釈	- 第 2 条：省令で入れることができなかった日本産業規格 JIS C 8955(2017)「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」の記載は妥当 - 第 3 条：文言に注意して記載 - 第 4 条：許容応力度についての記載は妥当 - 第 5 条：使用材料について、水上等の設置形態の多様化を考慮（腐食、腐朽その他の劣化しにくい）した記載は妥当 - 第 6 条：接合部についての追加説明は妥当であり、文言に注意して記載 - 第 7 条：基礎及びアンカーについて考慮すべき内容の記載は妥当 - 第 8 条：省令で規定できない標準仕様（仕様規定）についての記載は妥当 - 第 9 条：現行の技術基準の解釈の解説をもに記載した内容は妥当 - 第 10 条：具体的な要件を追加しての記載は妥当
解説	- 省令第一条：適用範囲の説明内容として妥当 - 省令第二条：説明内容に、日本産業規格 JIS C 8960「太陽光発電用語」の記載は妥当 - 解釈第 1 条：説明内容として妥当 - 解釈第 2 条：説明内容としては妥当であり、文言に注意して記載 - 解釈第 3 条：説明内容に具体的な想定内容を入れるとよい - 解釈第 3 条：専門家でないと不静定次数の計算時の入力条件の判断が難しいため、算定例を入れるとよい - 解釈第 4 条：説明内容としては妥当であり、該当する部材を考慮にいれ、文言

	に注意して記載 ・ 解釈第 5 条：説明内容としては妥当であり、文言に注意して記載 ・ 解釈第 6 条：説明内容としては妥当であるが、接合部でのずれや外れの内容を考慮に入れ、文言に注意して記載 ・ 解釈第 7 条：説明内容にアンカーでの荷重の偏りに対する考慮以外にも係留策やフロート等での荷重の偏りも記載するとよい ・ 解釈第 8 条：標準仕様の説明についての記載は妥当 ・ 解釈第 9 条：説明内容として妥当であるが、高さ（9m）については今後の議論となる可能性がある ・ 解釈第 10 条：説明内容として妥当 ・ 省令第六条：説明内容として妥当
--	---

2.2.3 検討結果

2.1.3 で示した省令案とともに現行の電技解釈及び電技解釈の解説を整理して作成した素案のもと、有識者へのヒアリングを通して得た意見を踏まえ、経済産業省産業保安グループ電力安全課との協議のうえ、技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説案を作成した。

以下、技術基準の解釈及び技術基準の解釈の解説案の各条について示す。

(1) 適用範囲

省令第一条（適用範囲）
【解説】
太陽電池発電所は、太陽電池モジュールとそれを支持する工作物、昇圧変圧器、遮断器、電路等から構成されるが、本省令については、太陽電池モジュールを支持する工作物（以下、「支持物」という。）および地盤に関する技術基準を定めたものであり、ここでの支持物とは、架台および基礎の部分を示す。なお、電気設備に関しては「電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 5 2 号）」に規定されている。

(2) 用語の定義

省令第二条（用語の定義）
解釈第 1 条（定義）
この解釈において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第 7 7 号）及び省令において使用する用語の例による。
【解説】
規制の明確化の観点から、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第 7 7 号）で使用する用語と発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈で使用する用語の統一を図っている。また、太陽光発電に関する用語については、日本産業規格 JIS C 8960（2012）「太陽光発電用語」による。

(3) 人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止

省令第三条（人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止）
【解説】
取扱者以外の者又は物件に対して危害や損害を与えるおそれがないように適切な措置を講ずることを規定している。 なお、電気設備からの感電、火災等の防止に関しては、電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9年通商産業省令第52号）第4条に規定されている。

(4) 支持物の構造等

省令第四条（支持物の構造等）
解釈第2条（設計荷重）
省令第4条第1号における荷重とは、日本産業規格 JIS C 8955(2017)「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」に規定する荷重その他の当該設置環境において想定される各種荷重をいう。
解釈第3条（支持構造物の架構）
省令第4条第1号における支持物の安定とは、同項に規定する荷重に対して、支持物が倒壊、飛散及び移動しないことをいう。
解釈第4条（部材強度）
省令第4条第2項に規定する各部材の強度は、省令第4条第1号によって設定される各種荷重が作用したときに生じる各部材の応力度が当該部材の許容応力以下であることをいう。
解釈第5条（使用材料）
省令第4条第3号における支持物に使用する材料は、設計条件に耐え得る安定した強度特性を有する材質であるとともに、使用される目的、部位、環境条件及び耐久性等を考慮して適切に選定すること。また、腐食、腐朽その他の劣化等を生じにくい材料または劣化防止のための措置がとられた材料を使用すること。
解釈第6条（接合部）
省令第4条第4号における接合部とは、太陽電池モジュールと支持物、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎又はアンカー部分の接合部をいい、荷重を伝達する全ての接合部を対象とする。 2 接合部の強度は、部材間の存在応力を確実に伝達できる性能を有していること。
解釈第7条（基礎及びアンカー）
土地に自立して施設される支持物の基礎、水面に施設されるフロート等の支持構造物の係留用アンカーにおいては、想定される荷重に対して上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動がないこと。 2 水面に施設されるフロート群（アイランド）においては、多数のアンカーが配置されるため、荷重の偏りを考慮して全てのアンカーの安全性を確認すること
解釈第8条（支持構造物の標準仕様）

太陽電池モジュールの支持構造物を、次の各号のいずれかにより地上に施設する場合は、第2条、第3条、第4条、第5条、第6条及び第7条の規定によらないことができる。

- 一 一般仕様
(ここでは省略)
- 二 強風仕様
(ここでは省略)
- 三 多雪仕様
(ここでは省略)

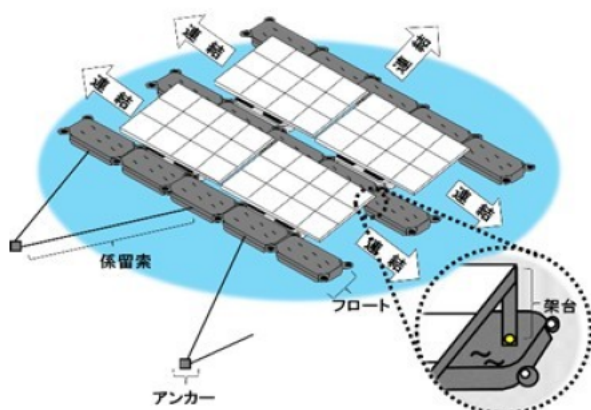
解釈第9条（高さ9mを超える太陽電池発電設備）

土地に自立して施設される太陽電池発電設備のうち高さが9mを超える場合には、建築基準法施行令第3章構造強度のうち、第38条（基礎）、第65条（有効細長比）、第66条（柱の脚部）、第68条（高力ボルト等）、第69条（斜材等の配置）及び第93条（地盤及び基礎ぐい）の規定により施設すること。

解説

①解釈第2条の解説（設計荷重）

日本産業規格 JIS C 8955(2017)に規定された風圧荷重、積雪荷重及び地震荷重はそれぞれ、建築基準法施行令第87条、第86条、第88条を参考に設定されている。これらの荷重の再現期間は50年を想定しており、「当該設置環境において想定される各種荷重」についてもこれと同等の荷重を設定することが望ましい。なお、地上に施設される発電用太陽電池設備において、傾斜地に施設される場合の風圧荷重及びアレイ面の下端部に作用する積雪による沈降荷重等については、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019年版」（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019）の技術資料が参考となる。また、水面等に施設される太陽電池発電設備の支持物（フロート、架台、係留索、アンカー：解説1図参照）については、地上や建築物上に施設される発電用太陽電池設備とは異なる荷重を想定する必要があることから、解説1表を参考として考慮すべき荷重を検討する。



解説1図 水面等に施設される発電用太陽電池設備の支持物

※ 架台は、フロートとの一体型の設備も存在する。

解説1表 水面等に施設される発電用太陽電池設備において付加的に考慮すべき外力・荷重及び対象部位

事象	外力・荷重	対象部位	考慮事項 ^{※1}
積雪	積雪荷重	架台、フロート	浮力
強風	風圧	架台、係留部 ^{※2} 、フロート、接合部 ^{※3}	係留耐力、接合部耐力、 衝撃耐力、各部疲労
	波力（動揺）		
豪雨	水位	架台、係留部 ^{※2} 、接合部 ^{※3}	浸水防止、係留耐力
	水流		
凍結	凍結圧力	架台、フロート、接合部（フロート間）	耐圧力、 浮き上がりへの追従性
地震	波力（スロッシング） ^{※4}	架台、係留部 ^{※2} 、接合部 ^{※3}	係留耐力、接合部の耐力、 衝撃耐力

※1 必要に応じて検討を行う。

※2 係留部とは、係留索及びアンカーをいう。

※3 接合部とは、フロート間、フロートと係留索間、係留索とアンカー間、フロートと架台または太陽電池モジュール間、架台と太陽電池モジュール間等をいう。

※4 対岸距離が短くスロッシングの発生が懸念される場合には考慮する必要がある。

②解釈第3条の解説（支持物の架構）

支持物の架構は、解釈第2条での荷重に対して倒壊、飛散しないだけでなく、設計上想定している変形量、移動量（水面等に施設される発電用太陽電池設備の場合は水位、水流、風によるフロートの移動量）を超えないこと要求している。

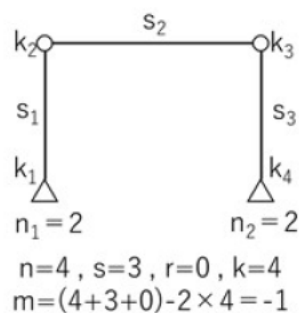
支持物の安定については、下式の不静定次数の計算式を用いることによって、簡易判別することができる（解説2図）。ただし、この式は一時的な判別に使用されるものであり、3次元的な架構モデルや特殊な接合部を有するような場合には判別できないことがあるため、構造解析プログラム等で確認することが望ましい。

$$m = (n + s + r) - 2 \times k$$

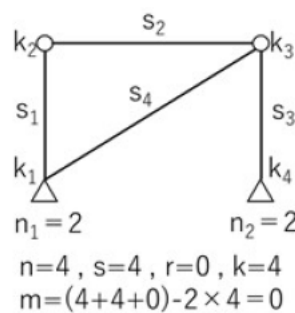
m：不静定次数 n：支点反力数 s：部材数 r：剛接数 k：接点数

$m \geq 0$ の場合 ： 安定（静定・不静定）

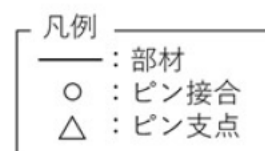
$m < 0$ の場合 ： 不安定



不安定



安定（静定）



解説 2 図 不静定次数の算定例

③解説第 4 条の解説（部材の強度）

支持物に使用される部材は、解説第 2 条の設計荷重に対する許容応力度設計を要求されているため、再現期間 50 年に相当する荷重に対して各部材は損傷および塑性変形しない強度を確保する必要がある。細長い部材や材厚が小さい部材に圧縮力や曲げモーメントが作用する場合には、曲げ座屈、横座屈、局部座屈等が発生するおそれがあるため、座屈を考慮した許容応力度の設定が求められる。また、部材の曲がりやねじれ等の変形が大きい場合には、支持物の構造安全性を損なうことがあるため、それらを考慮して設計することが必要である。許容応力度の設定については、以下に示す基規準・指針等が参考になる。

- ・「鋼構造許容応力度設計規準」（日本建築学会）
- ・「軽鋼構造設計施工指針・同解説」（日本建築学会）
- ・「アルミニウム建築構造設計規準・同解説」（アルミニウム建築構造協議会）
- ・鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説（日本建築学会）

また、太陽電池モジュールの構成部材のうち荷重を負担する部材（ガラス面、フレーム）についてもこれに準じた強度を確保する必要がある。

④解説第 5 条の解説（使用材料）

支持物に使用する材料は、安定した強度特性を有することを要求されており、日本産業規格（JIS）、日本農林規格（JAS）、国際規格（ISO）等に規定された材料を使用することが望ましい。海外規格の材料を使用する場合には、その強度特性を明確にしたうえで設計条件に適合していることを確認する必要がある。鋼材やアルミ合金材など、熱処理した材料を使用する場合は、熱処理後の材料特性（強度、延び等）を考慮して設計する。また、腐食、腐朽等による経年劣化しにくい材料の使用、又はメッキ等の劣化防止のための処理を施した材料の使用を要求している。水面に施設されるフロート等に使用される樹脂材料等についても劣化しにくい材料の使用又は劣化防止のための措置が必要となる。

⑤解説第 6 条の解説（接合部）

対象となる接合部は、太陽電池モジュールとその支持物に作用する荷重を地盤や建築物等に伝達するための全ての接合部であり、部材間を接合するボルト類だけでなく、接合プレート、押さえ金具、クランプ等の接合部材、太陽電池モジュールを支持物に固定する際に用いられるクリップ金具も含まれる。これらの接合部材についても許容応力度設計を行ない、安全性を確認する。また、架構の変形に伴う接合部でのずれや外れが生じないことについても確認する必要がある。構造計算による確認が難しい場合は、載荷試験によって部材間の存在応力を確実に伝達できる性能を有していることについて確認する。その際、強度のばらつき（いわゆる 2σ や 3σ などの信頼区間）を考慮して接合部の性能を評価すること。

⑥解説第 7 条の解説（基礎およびアンカー）

土地に自立して施設される支持物の基礎が沈下、浮上がり、水平移動すると支持物全体の損壊に発展するため、基礎は上部構造から伝達される荷重に対して十分な抵抗力を有していること

が望ましい。「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019 年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019)の技術資料においては、太陽光発電設備に使用される杭基礎の抵抗力が、建築物の杭基礎の設計に使用される計算式(小規模建築物基礎設計指針、日本建築学会)によって算定される抵抗力を下回る場合があることを指摘している。そのため、杭基礎の抵抗力は載荷試験(杭が打設される地盤における載荷試験)によって確認することを推奨している。また、水面に施設されるフロート群を係留するためのアンカーについても上述の杭基礎と同様、載荷試験によって確認することが望ましい。このときフロート群に接続された多数の係留索には荷重が均等に作用しないことが考えられるため、アンカーは偏りを考慮した荷重に対して十分な抵抗力があることを確認する必要がある。さらに、係留索、フロート及びこれらの各接合部についても、偏りを考慮した荷重に対する配慮が必要である。

⑦解釈第2条～第7条の解説

解釈第2条～第7条に示された要求性能に適合する設計を行う際には、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019 年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019)、及び解説2表に示す規準・指針が参考となる。なお、建築物に付帯する太陽電池発電設備については、この解釈での要求事項に加え、建築設備として建築基準法施行令第129条の2の4に規定する構造強度も満たすこと。

解説2表 支持物の設計に参考となる基規準・指針と参照部分

規準・指針	参照する見出し(章・節・項番号)
鋼構造許容応力度設計規準 (2019年 制定) 日本建築学会	4章 材料 の全て 5章 許容応力度 のうち5.1節、5.2節 6章 組合せ応力 の全て 8章 変形 のうち8.1節の(1) a) 9章 板要素の幅厚比 の全て 10章 梁材 のうち10.1節、10.6節 11章 圧縮材ならびに柱材 のうち11.1節、11.3節、11.8節、 11.9節の(1)、11.9節の(5) 12章 引張材 のうち12.1節 13章 有効断面積 のうち13.1節、13.2節の(2) a) 14章 接合 のうち14.1節 15章 ボルトおよび高力ボルト のうち15.1節、15.4節、15.5 節、15.6節 16章 溶接 のうち16.3節、16.5節
軽鋼構造設計施工指針・同解説 (2002年) 日本建築学会	1章 総則 のうち1.1節の(1)、1.3節 2章 材料および許容応力度 のうち2.1節 4章 部材設計 のうち4.1節の(2)、4.2節の(1)、4.2節の(2)、 4.2節の(3)、4.3節の(1)、4.3節の(2)、4.4節の(1)、4.4節の

	(2)、4.4 節の(4)、4.6 節の(1)、4.6 節の(4)、4.7 節、4.9 節の(1) 5 章 接合要素 のうち 5.1 節の(2)、5.1 節の(3)、5.1 節の(4)、5.1 節の(8)、5.3 節、5.5 節の(2)、5.5 節の(3)、5.6 節の(1) a)、5.6 節の(1) b)、5.6 節の(2)、5.6 節の(3) 6 章 接合部設計 のうち 6.1 節の(1)、6.8.2 項の(2) 7 章 製作・施工 のうち 7.3.1 項の(1)
アルミニウム建築構造設計規準・同解説 (2016 年)	3 章 材料および許容応力度等 のうち 3.2.1 項、3.2.2 項、3.2.3 項、3.4.2 項
アルミニウム建築構造協議会	4 章 部材設計 のうち 4.1 節、4.2 節、4.3 節、4.4 節

⑨解釈第 9 条の解説（高さ 9m を超える太陽電池発電設備）

土地に自立して施設される発電用太陽電池設備のうち高さが 9m を超える場合には、建築基準法第 20 条、建築基準法施行令第 81 条及び平成 19 年国土交通省告示第 593 号第一号を参考に、建築基準法施行令での工作物の構造強度等を要求している。なお、発電用太陽電池設備の設計荷重を規定している JIS C 8955 (2017) では設置面からのアレイの最高高さが 9m を超えるアレイを適用範囲外としていることから、設計荷重についても別途検討する必要がある。

(5) 土砂の流出及び崩壊の防止

省令第五条（土砂の流出及び崩壊の防止）

解釈第 10 条（地盤）

土地に自立して施設される太陽電池発電設備においては、施設される土地が降雨等によって土砂流出や地盤崩壊等によって公衆安全に影響を与えるおそれがある場合には、排水工、法面保護工等を講じること。

2 施設する地盤が傾斜地である場合には、必要に応じて抑制工、抑止工等の土砂災害対策を講じること。

①解釈第 10 条の解説

太陽電池発電設備の施設場所の選定においては、地方自治体が公開している土砂災害警戒区域等の情報、地形図、土地条件図等を用いた資料調査及び地盤調査等の事前調査結果をもとに土砂災害リスクを事前に把握しておくことが重要である。これらの結果をもとに、土地の斜面崩壊防止対策や排水処理方法など十分な工学的検討を行い、当該発電設備並びに公衆の安全を確保する。なお、事前調査の方法及び造成・排水計画については、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン 2019 年版」（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019）の「3. 調査及び計画」が参考となる。

(6) 公害等の防止

省令第六条（公害等の防止）

解説

発電用太陽電池設備の施設による急傾斜地の崩壊の防止について、電気設備に関する技術基準を定める省令を準用して規定したものである。

3 設置形態別技術基準策定に向けた調査・検討

3.1 追尾型の調査

2 章のとおり、太陽電池発電設備の導入量の急激な増加に伴い、設置形態の多様化が進んでいる。そのなかで、近年導入が増えているとともに事故も報告され始めている自動追尾型太陽電池発電設備についての調査を行った。

自動追尾型設備は太陽の動きに合わせ、太陽電池モジュール面の角度を油圧装置や電動モーターによる駆動装置等を用いて自動制御する太陽電池発電設備である。自動追尾型設備は固定架台の設備と比べ総発電量が高くなることや地面設置スペースも少なくなる利点から、国内においても一定の設備数の導入が確認されている。本章では、国内で導入されている自動追尾型設備のメーカー、製品タイプ、構造などをホームページ等から調査・整理したうえで、2020 年末現在も製造・販売等を続けているメーカーにヒアリングを行い、調査を実施した。

3.1.1 製品タイプ整理

現在、国内で自動追尾型設備の製造・販売等を続けているメーカーを机上調査したところ、9 社の確認ができた。その 9 社の概要を表 3-1 にまとめた。

表 3-1 メーカーの種類

No.	メーカー/販売会社	業種	システム名称	ホームページ掲載の実績例
1 ⁴	フジプレアム株式会社／フジプレ販売株式会社	太陽光発電システム施工・販売	追尾型太陽光発電システム（トラッキングシステム）	・福島空港追尾式太陽光発電サイト 22.50kW（4 基） ・福島県内太陽光発電サイト 18.37kW（7 基） ・兵庫県追尾式太陽光発電サイト 18.00kW（4 基） ・兵庫県追尾式太陽光発電サイト 17.60kW（4 基） ・島根県追尾式太陽光発電サイト 3.07kW（1 基）
2 ⁵	株式会社 SolarFlame	ベンチャー系企業	ジャイロ追尾型太陽光発電システム	不明
3 ⁶	有限会社 本郷工業	土木建設業	太陽光発電追尾式架台システム	不明

⁴ http://www.fujipre-sales.co.jp/tracking_system.html

⁵ <https://www.nedo.go.jp/content/100805729.pdf>

⁶ <http://www.hongou-i.jp/energy.html>

4 ⁷	株式会社 マルカワ建設／株式会社 新神戸通商	土木建設業	傾斜 1 軸太陽光自動追尾装置 Dual SPS	・ A 社ビル屋上設置 ・ B 社独身寮屋上設置 ・ C 社社屋屋上設置
5 ⁸	株式会社エナテクス(メーカー) 株式会社エグテック(施工)	株式会社エグテック(施工) 電気設備工事業	追尾式太陽光発電システム<エナトラッキングシステム>	不明
6 ⁹	ノータス株式会社	営農型太陽光発電のコンサルティング・開発	3 次元追尾式の営農型太陽光発電専用架台「ノータス架台」	不明
7 ¹⁰	日本電託株式会社	太陽光追尾システムの開発、販売	新型「エネタワー」2 軸型追尾、油圧旋回システム	不明
8 ¹¹	住友電気工業株式会社	自動車関連事業、情報通信関連事業ほか	集光型太陽光発電装置(CPV)	・ 同社横浜製作所 ・ 宮崎大学 ほか
9 ¹²	株式会社エルム	環境関連製造	全追尾型太陽光発電システム eMax®	不明

(1) 設備全景

自動追尾型設備の全景及び利用例を写真 1 に示す。



駐車場利用例



農地利用例

写真 1 自動追尾型電設備の例

出典：フジプレアム株式会社 HP

⁷ <https://maru-kawa.com/LP/index.html>

⁸ <http://egutec.net/solar/>

⁹ <https://notus.co.jp/product/>

¹⁰ <http://dentaku.co.jp/company.html>

¹¹ <https://sei.co.jp/products/cpv/>

¹² https://www.elm.jp/products/solar_power

(2) 基本構成

設備の基本構成は、太陽電池モジュールとそれを支持する架台、追尾させるための機構（油圧シリンダー等）、支柱、基礎となっている。自然災害における外力への対応として、強風時はモジュール面を水平に、積雪時には垂直に近い状態にすることが一般的である。なお、参考までにフジプレアムの自然災害への対応を図 3-1 に示す。



図 3-1 強風時及び積雪時のモジュール面

出典：フジプレアム株式会社 HP

(3) 追尾機構・構造

メーカーホームページ等の調査で得られた情報を基に、追尾機構の種類や構造的な特徴を表 3-2 にまとめた。

表 3-2 構造的な特徴

No.	メーカー	設備名称	特徴	分類
1 ¹³	フジプレアム株式会社 ／フジプレ販売株式会社	追尾型太陽光発電システム（トラッキングシステム）	・ トラッキングシステムにより、季節・時間ごとの太陽の位置を算出し、太陽電池パネルが自動で太陽を追尾 ・ 発電モジュールの下で従来通り営農等を続けることが可能 ・ 強風時（風雨を常時監視）はモジュール面を水平にし、安定性を確保 ・ 1基あたりのモジュール枚数は10～12枚	2軸追尾型
2 ¹⁴	株式会社 SolarFlame	ジャイロ追尾型太陽光発電システム	・ ジャイロ機構により、太陽の動く方向に合わせて太陽電池パネルの向きを自動で追尾 ・ 太陽の方向に常に太陽電池パネルが向くよう、架台の向きをソフトウェアで制御し、影の干渉による発電量の低下を防止 ・ 小型太陽電池(12V)/小型蓄電池(5Wh)を取り付け、5Wで運転させることが出来るため、追尾電源用フィールド配線が不要で、僅かな電力で太陽追尾が可能	2軸追尾型

¹³ http://www.fujipre-sales.co.jp/tracking_system.html

¹⁴ <https://www.nedo.go.jp/content/100805729.pdf>

			・ 管理塔から太陽追尾装置の制御盤への接続は、無線で接続しており、メンテナンスやシステム管理が容易 ・ 1基あたりのモジュール枚数は4枚、架台重量は60kg、フレーム等の主要部品数は8個で構成	
3 ¹⁵	有限会社 本郷工業	太陽光発電 追尾式架台 システム	・ 太陽の動きをプログラミングし、自動追尾（東西・南北の2軸） ・ 油圧シリンダーで稼働 ・ 開発・製造・販売・分譲のすべてを自社で担う ・ 1基あたりのモジュール枚数は196枚で国内最大規模	2軸追尾型 (大型)
4 ¹⁶	株式会社 マ ルカワ建設 / 株式会社 新神戸通商	傾斜 1 軸太 陽光自動追 尾装置 Dual SPS	・ 単軸-傾斜軸システムにより自動追尾 ・ 1ユニット最大連結数量は48基 ・ 搭載可能モジュール寸法は縦1700mm以下、横100mm以下 ・ 駆動用アクチュエーターには「大手国産メーカー」との共同開発品を使用 ・ 追尾範囲は+45° ~ -45° ・ 風退避モードは風速15m/sにて退避モードに移行（水平・仰角20°に退避） ・ 退避モード時の耐風速は連結数量48基で風速50m/s、36基で風速60m/s ・ 駆動部寿命は25年以上を想定 ・ 1基あたりのモジュール搭載枚数4枚	1軸追尾
5 ¹⁷	株式会社エ ナテクス（メ ーカー）株式 会社エグテ ック（施工）	追尾式太陽 光発電シス テム<エナ トラッキン グシステム>	・ PARU社の2軸式追尾システム架台を使用 ・ 駆動方式はスルードライブとアクチュエーターによる2軸追尾 ・ モジュール部は丸型鋼、四角パイプ ・ 三次元構造解析で風速風圧による構造解析に対応 ・ 305Wモジュール42枚（7段6列）12.8kw/基 ・ 制御方式は光センサーで精密な太陽位置追尾を実現 ・ 台風が多い日本の気候に適合した製品設計で風速35m/s、最大風速60m/sで構造設計（水平時）	2軸追尾型
6 ¹⁸	ノータス株 式会社	3次元追尾 式の営農型 太陽光発電 専用架台「ノ ータス架台」	・ 営農型太陽光発電専用架台。 ・ 太陽の位置を検知する3次元追尾機能により自動追尾する。 ・ パネル設置高は4~5m。 ・ 柱スパンは12m×12m。	2軸追尾型

¹⁵ <http://www.hongou-i.jp/energy.html>

¹⁶ <https://maru-kawa.com/LP/index.html>

¹⁷ <http://egutec.net/solar/>

¹⁸ <https://notus.co.jp/product/>

7 ¹⁹	日本電託株式会社	新型「エネタワー」2軸型追尾、油圧旋回システム	・ 日本初のトラス構造太陽自動追尾発電タワー ・ 基礎工法は回転貫入パイル工法 ・ 全方向自動追尾システム ・ 建設用機械などで使用される高耐久油圧シリンダーを採用 ・ 油圧シリンダー1本の支持力は約13t、4本のシリンダーで構成 ・ 1基あたりのモジュール搭載枚数168枚	2軸追尾型 (大型)
8 ²⁰	住友電気工業株式会社	集光型太陽光発電装置(CPV)	・ CPVシステムは、変換効率が40～50%と極めて高い化合物半導体の発電素子を用い、太陽を追尾しながらレンズで直達日射光を数百倍に集光して発電 ・ 仰角と方位角を調整する2軸追尾架台にモジュールを搭載し太陽を正確に追尾する構造 ・ 1基あたりのモジュール搭載枚数64枚	2軸追尾型
9 ²¹	株式会社エールム	全追尾型太陽光発電システムeMax®	・ モジュールをほぼ水平から垂直に動かせるという特性を活かして、気象に合わせて自動で制御を行うことで、発電量を最大化 ・ 台風等の強風時は太陽電池モジュールを寝かせて風圧を逃し、破損等のトラブルを回避 ・ 降灰時は太陽電池モジュールを立てて積灰を防ぎ、次の発電に備える ・ 発電量の見込めない雨天時は、手動制御で太陽電池モジュールを傾け、表面を洗浄することも可能	2軸追尾型

9社中8社が2軸（東西方向及び南北方向に動作）の追尾型タイプであった。全てのメーカーにおいて、晴天時は常に太陽に正対し、曇雨天時には空からの拡散光を効率よく拾うために太陽に正対する位置を基本として、影や雲を感知し、最適な位置に制御するシステムが導入されている。なお、1基あたりのモジュール枚数については4枚～196枚と差がみられ、9社中2社がモジュール枚数100枚以上の大型設備を採用している。これらの大型設備については最高高さが14m程度、パネル全体の面積は250～300㎡程度の大きさに加え、パネル全体の重量は5t以上になると想定される。

3.1.2 ヒアリング

ヒアリングの対象先として、メーカーホームページ等のWeb調査からえられた国内での追尾型設備の設置実績の多いメーカーを選定した。ヒアリングで得られた概要を表3-3、表3-4にまとめた。

¹⁹ <http://dentaku.co.jp/company.html>

²⁰ <https://sei.co.jp/products/cpv/>

²¹ https://www.elm.jp/products/solar_power

表 3-3 ヒアリング結果 (A 社)

項目		説明
構造設計の要点	風圧荷重	- 風圧荷重は 1454 号 (平成 12 年 5 月 31 日建設省告示) を参照しているが、構造計算は基本的に系列会社の設計事務所で行っている。 - 日本の場合は耐風設計が追尾型設備の肝となる。
	地震荷重	水平震度やアレイ駆動部の設計手法は全て設計事務所に依頼している。
	設計思想	- 設計のレベルは通常の故障時とアレイが飛散する最悪場合とで分けて考えている。アレイ固定のベアリングは特に強度設計をしっかりとっている。 - 故障時に強風を受けることになってもギアの抵抗力に加え、最終的にはメカストッパーがあり、それ以上動かないようになっている。 - ストッパーは将来的な技術基準に要求すべきと思う。動力部分が損傷してもパネルの飛散や倒壊しないような設計が大前提と考える。 - 当社のシステムには仰角と方位角という考え方があるが、仰角は退避姿勢を取る際の軸のため、仰角の方を圧倒的に強く設計している。
ブレーキシステム		- 大きな風を受けると簡単に動いてしまうため、ブレーキシステムは必要である。 - 過去にブレーキシステムが無い状態でトライしたことがあったが、全てブレーキ付きに変えた。
退避姿勢	強風時	- 強風時には水平、雪の時は鉛直になるような設計とし、雪よりも風の時を優先している。 - 避難姿勢を取る際は風速計からの値を基準としている。場所にもよるが 10m/s (瞬間風速)。このため、強風が吹き続ける地域は安全のため、設備が止めっぱなしになってしまうところもある。 - 例えば台風がくることが確実な場合等はあらかじめパネルを水平にしておくこともある。 - 突風の場合は一旦水平にする。その後 300 秒間、設定値以上の風速が吹かない場合は解除させる制御になっている。
	積雪時	オプションとしての降雪センサーにより、一定以上の積雪量になった場合は完全に垂直にして雪を落とす仕組みである。

風速計	- 風速計はマスター制御のあるパネル最上部（一番高い位置）についている。 - 風速計の故障や寿命を考慮し、安全のため、一定期間風速を検知しない場合も水平にするようにしている。
停電時の対応	停電時に駆動部が破損することは想定しているが、停電により風を真正面に受ける状態で止まった場合でも飛散や倒壊しないような設計をしている。無停電装置やバッテリー等の対策は考えられるが、メンテナンスやコストの問題が発生する。
風による振動対策	- 風によるアレイの振動対策として、アレイの対面上に斜めのフレームを入れている。建築でいう筋交いのイメージである。 - 国際基準では振動も考慮するという方向性のようにあり、振動に対する指標があればよいと考えている。
支柱・基礎	支柱は鋼管タイプ。アレイサイズは小さい（最大でモジュール 20 枚程度）。基礎はコンクリートの直接基礎（2.5m 角程度）。各基準風速等を考慮し、設計している。転倒や浮き上がりに対しても配慮している。
風速、積雪量の監視システム	設備を壊さないためにも風速や積雪量の監視は必須である。コスト的にも、駆動部分を強固にするとコストが 3～4 倍となるため、監視システム導入によるコスト低減も有効と思われる。
メンテナンス・寿命	- 駆動部分のメンテナンス期間について当社は年 1 回実施している。他社の情報は入ってこないため、他社の状況は分からない。 - モーター、センサー等の寿命に対する考え方としては、故障したら都度対応ということになる。
業界構造	当社が追尾型に積極的ではない理由は費用対効果のためである。強風を回避するようなシステム設計であればコスト的に大丈夫なのだが、現状はシステム不具合を考慮し、真正面から風を受けても大丈夫な設計であり、費用対効果がよくない。
その他要求すべき技術的な事項	アレイの下を使うかどうかは現状、事業者によってまちまちであるため、利用に関する統一的なルールがあったらよいと思う。

表 3-4 ヒアリング結果（B 社）

項目		説明
設 計 構	風荷重	JIS8955 では「風圧荷重」と定義されているが、国際的には風起因の

		すべての力を含んだ意味の風荷重 (Wind Load)で議論されている。 - 国際標準は、最低限必要な規格を 網羅させることに主眼があり、運用上は上位に国毎の規格がある。2 階建ての立て付けで運用される。 - 風洞実験については国際標準に関する専門委員会である WG7 で実施している。
	地震荷重	- 追尾型設備の国際的な技術基準では現状、雪と地震については議論されていないが、海外製品の追尾型でない 1 本足架台で実際に地震での被害事例があるため地震の影響についても無視できないと考えている。 - 設計条件は風荷重の方が地震荷重よりも圧倒的に厳しい結果であった。
	積雪荷重	多雪地域にも追尾型設備の設置はある。降雪した場合、雪を落とすのが常識なので、固定式より追尾型の方が被害は少ないはずである。
	設計思想	- 国際的な技術基準では強風時や積雪時には退避した姿勢で挙動設計することになっている。しかしながら国内の事例ではそもそも退避できない設計となっている設備も存在するようである。 - 国際的には何をもって最悪な状態とするかが議論となった。国際的には停電時は UPS による対応が常識である。ただ、これらの常識も法令や技術基準等に明文化しておく必要がある。 - 落雷により制御システムが完全に不能になり、設備が動かなくなるケースも想定されるが、この場合はモーターを外してハンドドリルで回せば対処できる設計になっている。このような対処法は O&M に関するルールでしっかり運用されるべきである。 - 設計の根底には、物は必ず壊れるが、壊れた場合でも人に危害を与えないという思想がある。
	ブレーキシステム	- 設備自体は見た目で見えない程のスピードで動いている。さらに、歯車の方で止まっている構造になっている。 - モーターのトルク設計の裕度は計算実験等に基づいて設定しているが、実際には国ごとにルールが違うのでそのルールに従って考えざるをえない。
	風速計	風速計や風向計の信頼性に関するルールがどこまで策定されているか不明である。ルールが明文化されていないと、計測した風速や風向の数字自体が無意味なものになるおそれがある。

風による振動対策	海外の追尾メーカーが悩んでいるのは共振現象である。そのタイプは1軸の回転式だが、原因のほとんどが施工及び部品不良。信頼を取り戻すためには規格を整備し、全体設計とともに部品の規格を作らないといけない。設計がよくても駆動部品にはばらつきがあるため、それがカバーできないと破損してしまう。
支柱・基礎	海外ではRC（鉄筋コンクリート）の支柱も存在する。RCの電柱の場合、アルミ材を指定される地域もある。実際はその地域のルールに基づいて設計されている。
業界構造	- 業界の実態を言うと、追尾型も中国が世界を席巻している。設計の大元を追いかけないと今後も設計不良が横行すると思う。 - 現在、国内で追尾型設備を製造しているメーカーは少ないと思う。

ヒアリング結果から、自動追尾型の構造部分における設計思想としては、強風時や積雪における大きな外力がかかる場合、基本は退避姿勢をとることとしている。また、制御電源の喪失など悪い状況を考慮した際の安全確保として、支柱を倒壊させない設計とすることと、制御電源の確保として電源の冗長化する対応があるとしている。

3.1.3 国内事故事例

自動追尾型設備の国内事故事例について公開情報や損害保険の事故情報等を中心に調査した結果、次の4件が確認された。4件全ての事故原因について強風が関与しており、内2件については落雷による影響・被害も発生している。被害形態は強風により駆動部に負荷がかかり、駆動部が損傷するケースのほか、支柱と駆動部の接合部が破損したことによって、太陽電池モジュールアレイ全体が落下したケース（下記表②の事故）に加え、支柱の傾きや変形するケース（下記表④の事故）が見られた。

表 3-5 国内事故事例

番号	①	②	③	④
被災日	2017.10.23 (台風 21 号)	2018.8.24 (台風 20 号)	2019.9.9 (台風 15 号)	2020.3.20
事故原因 (発生事象)	強風	強風	強風・落雷	強風・落雷
被害状況	台風時の強風によって、複数の追尾型太陽光発電設備において駆動部（ギア BOX 及びモーター）が破壊	台風時の強風による風圧により、大型の追尾型太陽光発電設備の駆動部と支柱の接合部が切断され、パネル	台風 15 号により、複数の追尾型太陽光発電設備のパネルが飛散・損傷するとともに、落雷によりモーターも	落雷の過電流により自動追尾システムが停止した。その後の強風により、複数のシリンダーが湾曲し、シリンダー

		された。さらにフレームの変形によりパネルへの損害も発生した。	及び架台等が落下し損壊した。	損傷を受け、追尾機能が停止した。	のピストン運動ができない状況となった。さらに、鉄骨支柱にも傾きが生じており、ボルトの接合部分も傾きや変形が発生した。
損傷部位の分類	モジュール	●	●	●	●
	フレーム	●	●	●	●
	駆動部	●	●	●	●
	支柱		●		●
	制御システム	●	●	●	●

3.1.4 国内事故事例の分析（栃木県佐野市における事故）

前項の4件の事故については第三者への損害は確認されていないが、2021年1月、栃木県佐野市で強風による追尾型太陽電池発電設備の破損事故が発生した。その事故では、飛散した太陽電池モジュールが駐車中の車両に直撃する事故につながった。構造耐力評価機構による現地調査速報から得た事故分析結果に沿ってまとめる。

（1）設備概要

設備概要について表 3-6 にまとめる。

表 3-6 設備概要

発電所所在地	栃木県佐野市内
事故日	2021年1月7日
調査日	2021年1月8日
発電設備容量	30.6kW
設置日	2012年8月14日
基数	1基
周辺状況	アパート及び駐車場に隣接

（2）事故に至る経過の推定

過去の写真、画像情報等から、2012年の設置当初は南北傾斜30度程度で東西方向に4本の油圧シリンダーを制御して追尾する装置であったと推定される。また、2018年2月ごろまでには、南側の油圧シリンダーが二本撤去され代わりに等辺山形鋼（L50）4本（片側2本ずつ）に代替されていたと思われる。

さらに、事故当時は残された北側の油圧シリンダーも撤去されており、代替として2本の溝形

鋼（コ 75×40）で、北側油圧シリンダー位置より南側に寄った位置に設置されていたと推定される。

油圧シリンダーの撤去理由、事業者の証言によれば著しい油圧漏れがあり撤去したとのことである。鉄塔には油漏れの痕跡があり、制御室には撤去された 2 本のシリンダーがあったことを現認している。

（3）事故状況の推定

佐野市の気象データ（アメダス）からは、事故当時は西よりの風（最大瞬間風速 20m/s 程度）が吹いていたものと推定される。

破壊は、引張側（西側）の油圧シリンダーに代替された等辺山形鋼や溝形鋼の部材溶接部（接合部）が破断し、圧縮側（東側）の同部材が座屈及び溶接部の破断によって大きく東側に傾いた結果、軸受部のピロー型軸受箱の脚部に大きな荷重がかかり破断してアレイが落下した。

落下時にアレイの北側（低い側）が地上（アスファルト）に衝突し、そこを支点として反転して裏向きになった状態で、駐車場の車両に衝突して人身物損事故を引き起こしたと推定される。



写真 2 損害状況（現地にて撮影：構造耐力評価機構）

（4）事故原因の推定

当初からの油圧シリンダーの損傷（そもそも耐力と能力不足）によって制御を行えない状態になり、製造者が倒産したことによって補償及びメンテナンスを受けられなかったことが遠因ではあるが、油圧シリンダーの代替として設置された型鋼部材が構造計算など安全性の確認を行わず設置されたことが事故原因であると推定する。また、その部材の設置位置も南側に偏っておりバランスを欠いた設置が過大な荷重を受ける要因ともなった。

なお、直接原因は接合部（溶接）の強度不足による破壊か疲労破壊かと考えられるが、原因究明には詳細な損傷部の分析が必要である。

3.1.5 まとめ

国内における自動追尾型設備の正確な導入数は不明であるものの、2 軸追尾型を中心に一定の導入数が存在することが確認できた。これらは全てモーターや油圧シリンダー等の駆動部を有しているのが最大の特徴である。1 基あたりの太陽電池モジュール枚数は大型のもので 192 枚、最高高さは 14m 程度、全体の面積は 250～300 m²程度に達する。強風時の退避動作に失敗し、ともに強風を受けてしまった場合は駆動部が破損し、アレイ架台全体が落下・飛散する危険性が潜在する。今回ヒアリングを実施した 2 社については、これらの最悪な条件であっても設備の落下・飛散、倒壊しないような設計をしているとのことであったが、国内において強風によるパネル架台全体の落下事故が複数件発生している。このため、特に強風対策における自動追尾型設備の設計や維持管理に関する基準の整備が重要である。

3.2 単管架台における仮設材料の調査

施工の容易性、材料費用の安さから国内の太陽電池発電設備では、架台の材料に単管パイプを使用している設備が多く存在している。一方で、構造強度に起因すると思われる単管架台支持物の損壊事故も多く報告されている。これら事故の要因として、単管架台の材料となる単管パイプは仮設材料であることから、単管架台における長期使用に伴う仮設材料の腐食・腐朽による構造強度の低下があげられる。そのため、使用される仮設材料の強度、耐用年数、点検頻度等について机上とともに業界団体へのヒアリング通じて調査を実施した。

3.2.1 仮設材料の整理

単管架台の構成材料となる単管パイプは、建設現場等での足場用資材として利用される仮設機材である。単管パイプの材質及び強度については、「JIS G3444 一般構造用炭素鋼鋼管」に、表面处理については「JIS H8641 及び JIS H9124」に規定されている。管の種類は表 3-7 の 5 種類で、化学成分及び機械的性質の分類は表 3-7 及び表 3-8 のとおりである。

表 3-7 JIS G3444 一般構造用炭素鋼鋼管で規定された化学成分
(日本工業規格より抜粋し、当社にて整理)

種類の記号	化学成分 (溶解分析)				
	化学成分 (%)				
	C	Si	Mn	P	S
STK290	—	—	—	0.050 以下	0.050 以下
STK400	0.25 以下	—	—	0.040 以下	0.040 以下
STK490	0.18 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下
STK500	0.24 以下	0.35 以下	0.30～1.30	0.040 以下	0.040 以下
STK540	0.23 以下	0.55 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.040 以下

表 3-8 JIS G3444 一般構造用炭素鋼鋼管で規定された機械的性質
(日本工業規格より抜粋し、当社にて整理)

種類の記号	引張強さ	溶接部	溶接部	へん平性	曲げ性	
	N/mm2	引張強さ	引張強さ	平板間の	曲げ角度	内側半径
	N/mm2	N/mm2	N/mm2	距離(H)		
	適用外径					
	全外径	全外径	全外径	全外径	50mm 以下	
STK290	290 以下	—	290 以下	2/3D	90°	6D
STK400	400 以下	235 以上	400 以下	2/3D	90°	6D
STK490	490 以下	315 以下	490 以下	7/8D	90°	6D
STK500	500 以下	355 以上	500 以下	7/8D	90°	8D
STK540	540 以下	390 以上	540 以下	7/8D	90°	6D

単管架台は、単管パイプとこれらを接合するクランプ（緊結金具）により構成されているとともに、単管パイプは架台の基礎として直接地中に打ち込まれるケースが多くある（写真 3）。



写真 3 単管架台の例（当社撮影）

3.2.2 ヒアリング結果

太陽電池発電設備に使用される単管パイプを含む仮設材料について、単管架台における実態や懸念点を念頭に置いて、必要な構造的な基準や使用期間などの情報を収集するために、業界団体である一般社団法人仮設工業会へヒアリングを実施した。一般社団法人仮設工業会は、仮設材料における構造的な基準、使用基準等の設定及びその周知、さらにはこれらの材料の試験・検査や技術的指導等を実施しており、仮設機材メーカー、建設会社、リース・レンタル会社等の会員を多数有している業界団体である。一般社団法人仮設工業会へヒアリングヒアリングした結果を表 3-9 にまとめる。

表 3-9 ヒアリング結果（仮設工業会）

項目	回答
単管パイプの長さ	・ 5.0m が標準的な長さである。適当な長さに切断及び結合して単管架台として加工していると思われる。
海外製品について	・ 最近では中国メーカーによる単管パイプも多くなっている。中国と日本の規格を比較したものがあるが、中国の規格の方が数値基準は日本より低い印象を受けた。
クランプの規格	・ 本体及びふたは、「JIS G3131」、ボルト・ナット及びピンは「JIS G3101」に材料及び機械的性質が規定されている。

肉厚に関する傾向	・ 最近では肉厚が従来の 2.4mm のものから、1.8mm に薄くした製品が多く出回っている。肉厚が薄くなることで軽くて作業性はよくなるが、錆・腐食等に対する耐久性という面では不利である。
耐用年数について	・ 単管パイプ、クランプ等を含め、仮設機材の耐用年数については使用や保管状況・頻度等が異なるため、規定はない。
点検頻度	・ クランプは単管パイプより劣化が早い。 ・ 一般的にクランプは 3 年に 1 回程度性能試験を実施している。単管パイプは外観点検により、劣化や損傷が明確なため、性能試験は実施していない。
単管架台メーカー	・ 太陽光専用の単管架台メーカーの存在については把握していない。過去に太陽光専用架台の製作についての技術的アドバイスを求められたことはある。
農業用の単管パイプ規格	・ 径の小さい農業用ビニールハウス等で使用しているパイプ類については相当数世の中に出回っており、太陽光架台にも使用されているものがあるかもしれないが、仮設工業会では農業用のパイプについては関知していない。
単管架台の懸念点	・ 単管パイプは地中で長期間使用することは想定していない。パイプ内側の防錆処理は外側より弱くなるため、地中では特にパイプの内側から錆が進行していくおそれがある。 ・ 地中で長期間使用する場合の耐用年数は地質の状況にもよるが、10 年持てばよいところではないか。 ・ クランプの方が錆による影響を受けやすいため、定期的な取り替えが望まれるが、設置済みの設備に対してクランプの取り替え作業は可能なのか ・ 足場の場合、大雨、暴風、大雪の際はその都度目視点検しなければならない。単管架台においても少なくとも 1 年間に 1 回程度は目視点検が必要と思われる。

3.2.3 国内事故事例まとめ

単管架台で構成された太陽電池発電設備における事故は多く発生している。とくに台風等による強風によって単管架台支持物の損壊や、太陽電池モジュールが飛散する等の事故が多く発生している状況である。ここでは、損害保険の事故情報をもとに、事故原因の大きな要因の 1 つである台風によって発生した国内の事故について調査した。その結果、1 つの台風によって、複数の事故が発生しており、その代表例として 2017 年の台風 21 号によって発生した単管架台支持物や太陽電池モジュールが損傷する事故について整理した。その中でも、架台ごと飛散した事例や、杭

が引き抜けたことによって設備が大きく損傷するなど、主に大規模な事故となった 4 事例について、表 3-10 のとおりまとめた。なお、①の事故では、飛散した架台及びパネルが他のパネルへ衝突し、損害が発電所全域に拡大したものであった。

表 3-10 国内事故事例

番号		①	②	③	④
被災日		2017.10.22 (台風 21 号)	2017.10.23 (台風 21 号)	2017.10.23 (台風 21 号)	2017.10.23 (台風 21 号)
事故原因 (発生事象)		強風	強風	強風	強風
被害状況		台風時の強風によって、単管架台(基礎は土中打込式)により構成された太陽光電池発電設備のパネルが架台ごと飛散し、損傷した。さらに飛散した架台・パネルが他のパネルへ衝突した。	台風時の強風によって、単管架台の杭が引き抜け、太陽光パネル、架台や PCS などが損傷した。	台風時の強風によって、単管架台(杭なし)がアレイごと周辺に飛散し、損傷した。	台風時の強風によって、単管架台の杭が引き抜け、太陽光パネル、架台、PCS、フェンスなどが損傷した。
損傷部位の分類	モジュール	●	●	●	●
	架台	●	●	●	●
	PCS		●	●	●
	接続箱	●	●	●	●
	フェンスなど				●

3.2.4 まとめ

ヒアリング結果の通り、基本的に単管パイプやクランプ等を含めた仮設機材の耐用年数についての規定はない。一方で、単管パイプについては日常の外観点検を実施しているとともに、クランプについては一般的に 3 年に 1 回程度の性能試験を実施することになっており、これが材料仕様の担保となっている。つまり、仮設材料は、そもそも恒常的な長期利用を想定した材料ではなく、短期間の使用後に解体し、解体した材料を検査し、材料に問題がないことを確認のうえ再度使用する仕組みとなっている。

一方で、太陽電池発電設備の支持物として使用される単管パイプは、少なくとも FIT 期間である 20 年間の共用期間を想定して使用されている。また、単管パイプを太陽電池発電設備架台の基礎として地中に埋め込んで使用していることもあり、この場合は腐食等によって想定以上に早く強度低下が起こる可能性が高いことがヒアリングにより判明した。

国内における単管架台の設置数、実際に使用されている単管パイプの種類、架構形式等の実態については不明点が多いものの、単管架台の構造的損壊事故が多数発生していることから、単管架台に対する技術的な基準の整備とともに、仮設材料を長期使用する場合の点検・検査基準の整備が必要である。

4 太陽電池発電設備の支持物の現地調査及び構造計算確認用ソフトウェアの作成・評価

4.1 現地調査の結果

太陽電池発電設備については、昨年度事業において、設計・施工・維持管理に不備がある現状が散見され、公衆安全を脅かす設置状況が確認されている。そのため、本年度の事業においても3件の太陽電池発電所を対象として、太陽電池発電設備の支持物の現地調査を行い、電気設備の技術基準の解釈（以後、「電技解釈」と呼ぶ）への適合性について確認した。

調査対象の太陽電池発電設備は、表 4-1 に示す。調査は、経済産業省職員の立会いのもと実施され、昨年度事業で作成した表 4-2 に示す調査の観点を参考に当該設備の電技解釈第 46 条への適合性について確認した。

表 4-1 現地調査対象施設

施設記号	施設概要
A	発電所場所 : 中国地方 発電所出力 : 500kW 程度 基礎形式 : 鋼管杭 (φ48.6) 架台形式 : 鋼管 (単管 φ48.6) 設置環境 : 傾斜地 運転開始日 ²² : 2019 年 8 月
B	発電所場所 : 近畿地方 発電所出力 : 200kW 程度 基礎形式 : 直接基礎 (コンクリート製独立基礎) 架台形式 : 追尾式 (鉄骨造) 設置環境 : 平地 運転開始日 : 運転開始日は不明、新規認定日 2019 年 3 月
C	発電所場所 : 中部地方 発電所出力 : 小出力太陽電池発電設備 基礎形式 : 型鋼杭 架台形式 : アルミ製 設置環境 : 傾斜地 運転開始日 : 2017 年 12 月 更新工事日 2020 年 1 月頃 ²³

表 4-2 調査の観点

No.	項目	内容
1	設計図書の確認	敷地・基礎・架台の図面の有無 構造計算書の有無 構造設計の誤り・不備事項
2	敷地・地盤	設計図書との整合 土砂の流出の有無 著しい地盤の洗堀
3	アレイ配置	設計図書との整合 アレイの傾斜角
4	直接基礎	設計図書との整合 (配置・基礎の大きさ)

²² 新規認定日は 2019 年 1 月、看板情報では運開日は 2019 年 8 月

²³ ヒアリングによる

		基礎の沈下・浮上がり・横移動 根入れ深さ 基礎周辺の洗堀
5	杭基礎	設計図書との整合（形状・配置・杭の突出高さ） 杭の変形・腐食 杭周辺の洗堀
6	架台	設計図書との整合（架構、部材形状、材質） 接合部の構造（固定方法、反力方向） 摩擦接合と荷重方向（長孔・スロット・単管クランプ） 接合部材の変形・腐食
7	その他	特殊な構造の場合の構造的弱点・設計上の注意点

4.2 指摘事項

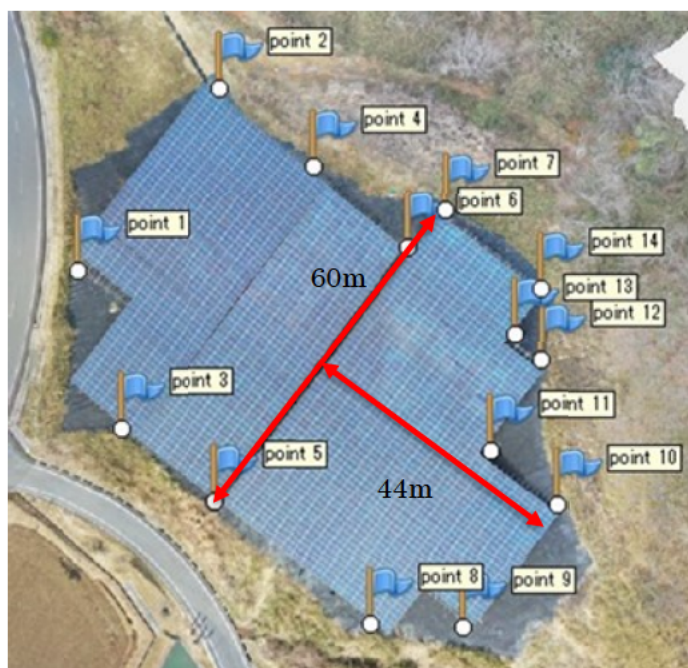
エラー! 参照元が見つかりません。に示す各施設の現地調査の結果をもとに、電技解釈第 46 条第 2 項及び第 4 項に示された要求性能に適合性が確認できなかった事項を指摘事項として以下に示す。なお、発電設備の施設時期（着工日、更新工事着工日）によって適用すべき電技解釈の版（バージョン）が異なるので、各発電所の運転開始日などを参考に当時の電技解釈を参照することとした。

4.2.1 施設 A

(1) 施設の概要

施設 A の太陽電池発電設備は、傾斜地に設置された、仮設機材の単管（鋼管 $\phi 48.6\text{mm}$ ）で構成されている架台で、基礎は鋼管を加工した鋼管杭が使用されている。単管同士及び単管と杭基礎の接合には仮設機材の「緊結金具」、「単管ジョイント」が使用されていた。

この設備の特徴は、ひとつの太陽電池アレイが南北方向で最大 60 m 程度、東西方向で最大 44 m 程度と非常に大きいことである。アレイ高さは水下側端部で約 1.75m、水上川端部で約 7.6m であり、これらの寸法は、設計図書とほぼ整合している。ただし、アレイ設置部分の地盤の高低差は、設計図書では南北方向で 5m であったが、ドローンによる簡易測量（図 4-1）によれば約 10.4m（point 5－point 7 間）であり、設計図書との整合が確認できなかった。さらに地盤の東西方向の傾斜も確認しており、中央から東側で約 6.4m（point 1－point 5 間）また、最大で約 17m（point 1－point 14 間）であった。



	X	Y	Z
point 1	0.0	0.0	201.8
point 2	22.7	29.3	210.3
point 3	7.0	-25.3	205.7
point 4	37.9	16.7	214.9
point 5	22.3	-37.0	206.3
point 6	53.4	3.7	216.7
point 7	59.3	9.9	216.9
point 8	47.1	-56.7	206.5
point 9	62.0	-57.2	209.6
point 10	77.3	-37.5	217.2
point 11	66.7	-28.9	215.6
point 12	74.7	-14.2	218.4
point 13	70.4	-10.0	217.8
point 14	74.6	-2.7	218.4

注：X：東西方向の座標、Y：南北方向の座標、Z：標高（X、Y座標の原点は point1）

図 4-1 ドローンによる傾斜地形の簡易測量の結果（単位：m）（現地調査）

(2) 架構モデル

構造計算書の架構モデルを確認すると、梁材や柱材が継ぎ目のない一本の部材としているが、実際には部材を延長する接合部が存在していた（写真 4）。また、アレイ全体をモデル化せず 20 列の東側アレイのうち 10 列のみがモデル化されており、応力の集中しやすい入隅部は省略されていた。また、梁部材の単管を H 形鋼としてモデル化しており、解析モデルの妥当性が確認できない。さらに、東西傾斜を含む西側のアレイの構造計算が行われていない。これらのことから、応力解析の架構モデルや入力条件の妥当性についての懸念が存在する。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の一及び二に関する適合性の疑義である。

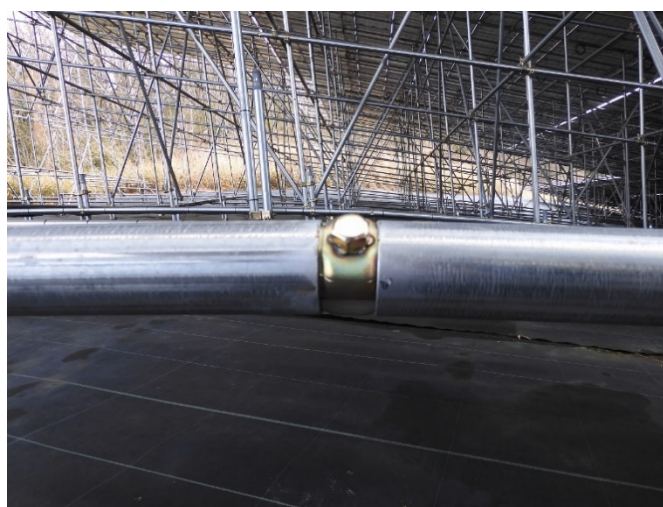


写真 4 単管ジョイントによる部材延長（現地調査）

(3) 設計荷重

構造計算書において「設計荷重は、建築基準法に準拠した荷重を採用する」とあり、荷重の算定に JIS C 8955 (2017) を使用していない。風圧荷重に関しては平成 12 年建設省告示第 1454 号を適用しているが、当設備の荷重算定条件では同告示によって算出される風圧荷重は JIS C 8955 (2017) と比較して速度圧（地表面粗度区分の設定の違いによる環境係数）とアレイ面の風力係数が危険側に設定される。また、支持物構成材（PCS などの架台への付帯物を含む）に作用する風圧荷重については考慮されているか確認できなかった。また、風荷重の算定においては JIS C 8955 (2017) 解説 d) においては、「崖又は丘の上に設置されるアレイは強風を受けやすいことから、建築物荷重指針などを参考にして環境係数の割増を考慮する必要があるとした。」とされているので、傾斜地地形を考慮した風圧荷重の設定を行うことが推奨される。このとき、構造計算書に示されている地盤の高低差に疑義があるので、環境係数の計算に使用する地盤の勾配については実測調査によって正しく把握する必要がある。

地震荷重については架台に取り付けられているパワーコンディショナシステム（PCS）の重量が固定荷重に算入されていないため、固定荷重及び地震荷重が危険側に設定されている懸念がある。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の二に関する適合性の疑義である。

（4）使用材料

梁、柱、筋交いなどに使用されている単管（鋼管）の板厚は 1.8mm である。電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）の解説で引用されている表 46.1 中の「軽鋼構造設計施工指針・同解説（2002 年）」で規定する材料の範囲（2.3mm 以上）から外れており、適用した構造設計の基規準、及び発電設備の支持物の使用材料として適切である根拠を示す必要がある。また、太陽電池モジュールの接合にステンレス製の押さえ金具と鋼製の U 字型ボルトが使用されており、異種金属接触腐食あるいは流水腐食と推定される腐食が見られた（写真 5）。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の二、三及び六に関する適合性の疑義である。



写真 5 U 字型ボルトの著しい腐食（現地調査）

（5）接合及び接合部材

構造計算書では架台の各接合部の強度に関する検討結果が示されていないことから、構造計算結果の妥当性について確認できない。具体的には、単管部材の延長には単管ジョイント、単管同士の交差接合には緊結金具が使用されているが、部材間の存在応力を確実に伝達できるか疑義がある。なお、これらの接合部材はいずれも部材間の摩擦力を利用した接合方法であり、固定用ネジの締め付けトルクによって接合部の性能が大きく変化することから施工管理も必要であるが、それらの記録も確認できなかった。また、太陽電池モジュールと梁の接合に U 字ボルト（写真 6）を使用しているが、鋼管長手方向への滑り方向への強度が示されていない。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の四に関する適合性の疑義である。

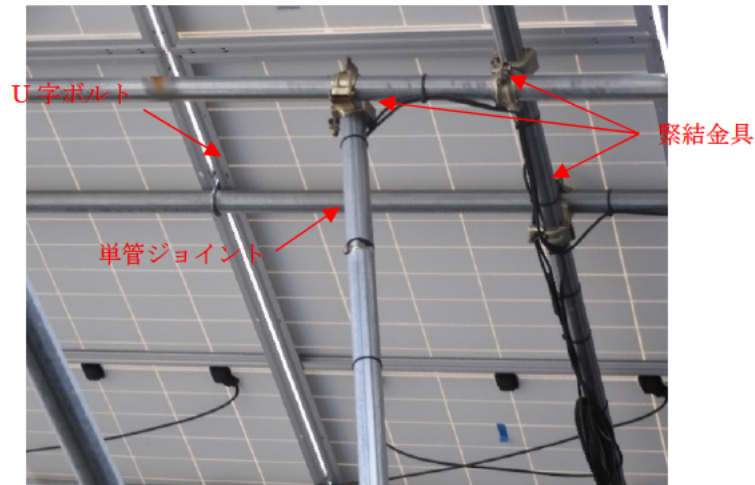


写真 6 接合部に使用されている単管ジョイント及び緊結金具（現地調査）

（6）基礎の耐力

風圧荷重が過小であるため、引抜に対する基礎の耐力が不足している懸念がある。構造計算書では 5kN と算定されており、明らかに不足していた。事業者において再検査が実施され、引抜方向への極限度引抜荷重と推定される約 9kN の数値が提供されたが、正しい風圧荷重を用いた構造計算結果（基礎部分の支点反力）に対する安全性については確認されていない。また、現地調査において、2m の長さの杭が地盤から 1m 以上突出している箇所を確認しており、杭の打込み量の不足による引抜抵抗力の不足が懸念される（写真 7）。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の五に関する適合性の疑義である。

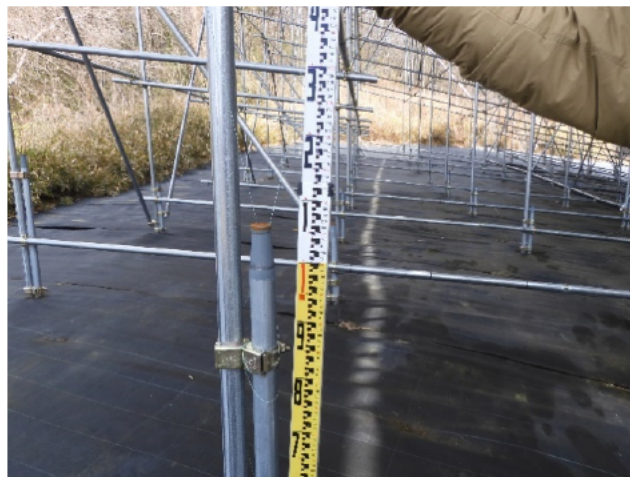


写真 7 右 高止まりした鋼管杭（現地調査）

4.2.2 施設 B

（1）施設の概要

施設 B の太陽電池発電設備は追尾型システムを有しており、鋼製架台、鉄筋コンクリート製直接基礎（独立基礎形式）及び 2 軸追尾装置から構成されている。アレイ面は、南方向の仰角 0° ～ 35° の追尾が可能であり、東西方向にそれぞれ 120° 旋回（旋回範囲 240° ）の追尾が可能な

形式である。一基当たりの太陽電池モジュール搭載数は 196 枚 (56kW) であり、水平時の施設は幅約 20m×奥行約 15m×高さ約 6m である。また、アレイ面の最大傾斜角 (35 度) での最高高さは約 10m (アレイ面の最低地上高さは約 1.5m) である。アレイ面の姿勢制御の動力装置は、仰角変化が油圧シリンダー、旋回が電動モーターである。

施設の設置場所は有数の積雪地で、特定行政庁の定める地上垂直積雪量は 200cm である。当該発電所に設置されている 5 基の施設のうち 1 基は 2020 年 12 月 31 日から 2021 年 1 月 1 日の積雪が原因で損壊したものと推定される。なお、近隣住民の SNS では 1 月 5 日に事故を報告する写真が掲載されていた。施設から最寄りの気象観測所であるアメダスの観測記録によると、被害当時の積雪量は 28cm(2020 年 12 月 31 日) であり、発電所において設計用の地上垂直積雪量 (200cm) を超えていた蓋然性は極めて低い。事業者の説明によれば、当施設は遠隔監視機能がないため 2020 年 11 月 10 日の点検後、2021 年 1 月 19 日まで当該事故を覚知することができなかったとのことであった。



写真 8 損壊した施設の解体中の状況 (現地調査)

(2) 架構モデル

事業者から構造関係の図面、計算書等の設計図書のほとんどが提示されなかったが、アレイのトラスフレームの図面は提供されたため、トラスフレームの製造元の社員から構造設計諸元をヒアリングすることができた。それによると、風圧荷重の算定条件は設計基準風速 32m/s でアレイ面の傾斜角は 0°、積雪荷重の算定条件は地上垂直積雪量 50cm でアレイ面の傾斜角は 45° であり、いずれも建築基準関連法令に従って計算されていたとのことであった。トラスフレームは不安定な架構形式ではないが、フレームの損壊事故の状況からは部材の強度不足の疑義がある。また、姿勢制御部を含む構造設計資料が提示されておらずの全貌が不明なため、全体の架構モデルについての電技解釈に対する適合性については言及できない。

これらについての指摘根拠は、電技解釈 (平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号) 第 46 条第 2 項の一及び二に関する適合性の疑義である。

(3) 設計荷重

JIS C 8955 によれば、当地の設計基準風速は 32m/s、地上垂直積雪量は 200cm と定められている。トラスフレームの風荷重に関しては、上述のとおり JIS C 8955 を使用せず建設省告示 1454 号を適用しているため、電技解釈第 46 条第 2 項への適合性に疑義があり、JIS C 8955 と比較すると風力係数が危険側に設定されている蓋然性が高い。

積雪荷重に関しては、架台の可動範囲が 35°、トラス設計値が 45° と食い違っており、積雪深も設計値 50cm と特定行政庁が指定する地上垂直積雪量 200cm と大幅に食い違いが見られるため、荷重設定危険側に設定されている蓋然性が高い。事業者側の説明では 3cm の積雪で旋回しながら傾斜をつけて落とすとのことであったが、架台傾斜時の最低地上高が 1.5m で設計基準の地上垂直積雪量 200cm より低いので、その仕組みが機能することについては疑義があり、35° の傾斜での積雪の確実な滑落が完全に行えるかについても疑義がある。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の二に関する適合性の疑義である。

(3) 追尾式システム

追尾式システムの通常動作時は、最大日射量を得られるよう 2 軸制御を行っている。事業者へのヒアリングによると、強風時の退避条件は風速 20m/s（最大瞬間風速か 10 分間平均風速かは不明）で水平（0°）に移行し、風速 15m/s 以下で 10 分間継続した場合は通常の追尾姿勢に復帰するとのことであった。積雪時はアレイ面上の積雪 3cm になるとアレイを旋回しながら傾斜させて雪を落とす制御を行い、強風と積雪が競合した場合は強風モードが優先すると説明された。

風速センサーは地上約 3m に設置され、積雪センサー架台のモジュール上に設置されている。なお、両センサー共に測定データの記録は残っていない（破損等のエラーのみ記録あり）。また、停電に対する制御機器の記録もなく、前述したように常時監視システムがないため設備の構造上の異常については現地以外では把握できない状態である。

事故当時の状況は残されたログで確認すると、風速計のエラーが記録されており強風による退避条件で水平になったと推定され、事業者側の原因分析では強風によって追尾架台が水平（0°）になったところに積雪し、強風と雪の両方の起因で破損したと推定している。しかしながら、施設から最寄りの気象観測所であるアメダスの観測記録によると、事業者が設備の状態を確認していない期間中（2020 年 11 月 10 日～2021 年 1 月 19 日）の風速及び積雪量（最大風速 9.3m/s^注、積雪量 28cm）は、ともに設計条件を超えていた推測される記録はないことから、部材強度についての疑義がある。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の一及び二に関する適合性の疑義である。

風速センサー



積雪センサー



写真 9 現地調査

(4) アレイの最高高さ

追尾式であるので、運転状態によって高さが変わるが、仕様では設置面からのアレイの最高高さが約 10m となっている。電技解釈第 46 条第 2 項 においては、アレイの最高部の地上高が 9m を超える場合は、建築基準法の工作物に基づく構造強度等に係る各規定に適合する必要があるとしているが、設計図書の提示がなかったためその適合性については確認できなかった。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の七に関する適合性の疑義である。

(5) 課題

図面や構造計算書の提示を事業者に求めているが、現時点では提示されておらず、提出後にはその内容について改めて確認する必要がある。また、電技解釈では追尾式太陽光発電設備の姿勢制御に関する要求性能が明示されておらず、電技解釈への適合性について明確に判断できない事項もあると推測されるので、今後検討する必要がある。

4.2.3 施設 C

(1) 施設の概要

施設 C の太陽電池発電設備は、傾斜地に設置され、アルミニウム合金製の型材で構成されている架台で、基礎は型鋼杭が使用されている。本設備は 2019 年 10 月の台風 19 号によって損壊し近接道路などにモジュールなどが飛散した。現場より南南西へ約 13 km にある気象観測所の観測データによれば、2019 年 10 月 12 日に最接近し最大風速 14.8 m/s（北北東）、最大瞬間風速 25.8 m/s（北北東）を記録している。観測所は海岸線の近くにあり、風速観測高さは地上 8.5 m、この地域の設計基準風速は 36m/s であった。上記観測所から現地風速を勘案すれば設計基準風速より大幅に低い風速で被害は発生したものと推定される。被害概要は、強風により北東側端部におけるモジュールの飛散及び型鋼杭の引抜けがみられた。事故発生直後は北側の敷地外までモジュール及び架台が飛散していた。事故時の状況を近隣の住人にヒアリングしたところ、傾斜地の下から吹き上げられる風が吹いていたとのことであった。工事の開始日は事業者に対するヒアリング

では不明で調査の必要がある、更新工事は 2020 年に入ってから行われたとのことであった。

(2) 構造計算の架構モデル

事業者から提供された構造計算書は復旧工事の構造計算とファイル名に記載されているが、作成時期と対象の架台が不明であり、現地ヒアリングにおいても明確でなかった。構造計算書に示された架構モデルの特に注意すべき点として、構造の架構モデル代表図、事業者提供の補修工事記録写真と現地の状況を比較すると、構造の架構モデルと実際の寸法が大幅に異なる点が見られた。以下は現地調査で確認している事項である。

杭の突出高さは、図面では 170mm ($=2350-2180$) であるが、現地調査で確認したものうち低いもので 500mm 程度、高いもので 1500mm を超える場合も見受けられた (写真 10)。事業者から提出された補修工事記録においても杭の突出高さは 500mm 以上であることは確認されている。これらより、杭の貫入深さの不足に伴う抵抗力の低下及び杭基礎地上突出部の剛性の低下に関して懸念がある。構造上重要である杭の根入れ深さについては事業者へのヒアリングでは不明とのことであった。



写真 10 現地調査 杭突き出し高さ (現地調査)

杭長手方向の間隔は、設計図書では 3000mm であったが、現地調査では 4000mm のところも確認されており、両者に大幅な差異が認められた (写真 11)。



写真 11 杭長手方向の間隔（現地調査）

横梁が架構図では一体として取り扱われているが、現地調査では 4200mm 程度ごとに継ぎ手が存在していることを確認している（写真 12）。部材の継ぎ手は、部材側面の中央付近のみでねじ止めされているため、上・下方向の曲げモーメントに対して応力を確実に伝達できる性能を有していることについての疑義がある。



写真 12 横梁の長さと継手（現地調査）

アレイ面の傾斜角度は設計図書では 10° 及び 20° となっていたが、現地調査では 5° ～ 20° とばらつきが見られ、南北方向だけでなく東西方向への傾斜も確認された（写真 13）。また、地表面の傾斜は設計図書では 20° としているが、目視観察では傾斜角が一様でなくばらつきが見られ、南北方向だけでなく東西方向の傾斜もみられた。



写真 13 アレイ面の傾斜角度 写真左は南北傾斜、写真右は東西傾斜（現地調査）

構造計算書に示された架構モデルでは、設計図書と異なる杭基礎の突出高さや柱スパンなどが考慮されていないことで、応力を正しく算定されていない懸念がある。また、各接合部についての境界条件が明示されていないので、応力計算の妥当性については確認できない。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の一、二、四及び五に関する適合性の疑義である。

（3）設計荷重

構造計算書における設計荷重は JIS C 8955 (2017) を準拠しているが、風圧荷重の算定での設計用基準風速は 60m/s としており、当該発電所の建設地での基準風速（36m/s）より過大に設定されていた。一方、JIS C 8955 (2017) 解説 d）においては「崖又は丘の上に設置されるアレイは強風を受けやすいことから、建築物荷重指針などを参考にして環境係数の割増を考慮する必要があるとした。」としているため、傾斜地地形を考慮した風圧荷重の設定を行うことが推奨される。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の一に関する適合性の疑義（要確認事項）である。

（4）材料

構造計算書では、使用する鋼材の規格「Q235B」を SS400 同等としているが、同鋼材は SS400 より降伏点が低いので同等とはいえない。また、アルミニウム合金の「AL6005」規格で規準強度を 215N/mm²としているが、アルミニウム建築構造設計指針・同解説に従った場合は 204N/mm²であることから、その妥当性に疑義のある数値である。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の三に関する適合性の疑義（要確認事項）である。

（5）地盤の洗堀

敷地の水下側（南側）端部付近において、地盤の洗堀が見られた（写真 14）。洗堀の範囲は、架台の下部と調整池の水上側であった。現時点では限定的な範囲であるが、今後、洗堀範囲が広がる可能性あり、杭基礎の支持力低下や土砂の流出に繋がる懸念がある。

これらについての指摘根拠は、電技解釈（平成 30 年 10 月 1 日付け 20180824 保局第 2 号）第 46 条第 2 項の五に関する適合性の疑義（要確認事項）である。なお、電技解釈（令和 2 年 2 月 25 日付け 20200220 保局第 1 号）第 46 条第 4 項には土砂流出の防止措置を要求していることから、排水工等によって地盤の洗堀防止措置の実施が望まれる。



写真 14 地盤洗堀の状況（現地調査）

4.2.4 調査結果まとめ

本調査対象の全ての施設において、電気設備の技術基準の解釈第 46 条第 2 項での要求性能を満足していないと推定される事項が見られた。これらの設備は、強風、積雪、地震等の自然事象によって損壊することも考えられるため、前述の指摘事項を参考に早期に補強されることが望ましい。

また、本年度の調査対象は、追尾型の太陽電池発電設備も対象としていたが、現行の電技解釈では姿勢制御システムへの要求性能を明確にしていなかったため、適合性の判断について明快に指摘することができなかった。追尾システムに関する技術基準については、早急に整備する必要があると考えられる。

4.3 構造計算用ソフトウェア作成・評価（仕様と使用方法）

電技解釈第 46 条 2 項では、太陽電池発電設備の支持物は JIS C 8955 に規定された設計荷重（自重、風圧荷重、積雪荷重、地震荷重）に対して安定した構造であることを要求していることから、本事業では JIS C 8955 に準拠した設計荷重を算出するためのソフトウェア、及び太陽光発電設備支持物の架構形式の安定・不安定を簡易判別するためのソフトウェアを作成した（別紙参照）。

本荷重算出ソフトウェアは単位面積あたりの風圧荷重及び積雪荷重、アレイに作用する風圧荷重、積雪荷重及び地震荷重、支持物の単体部材に作用する単位面積あたりの風圧荷重を算定することができる。入力内容は表 4-3 に示す。その他、計算過程で算定される係数や数値については別のタブにて確認することが可能である。

表 4-3 入力概要

No.	項目	入力内容
1	設置形式	地上設置(JIS C 8955:2004)、地上設置(JIS C 8955:2017) 陸屋根設置(JIS C 8955:2004)、陸屋根設置(JIS C 8955:2017) 屋根設置(JIS C 8955:2004)、屋根設置(JIS C 8955:2017)
2	設計基準風速	30 m/s ～ 46 m/s
3	地表面粗度区分	I ～IV
4	垂直積雪量	地方自治体が定めた値の入力又は、当該区域における 50 年再現期待値を求めることができる場合は指定の算定式で算出した値
5	区分	一般の地方、多雪区域
6	アレイ角度	各設置形式及び適用 JIS の適用範囲内で入力
7	アレイ面の平均地上高	地上設置形：設置面（地面）からアレイ面の平均高さまでの高さ。陸屋根設置形：建築物上の設置面（屋上）の高さに、設置面からアレイ面の平均高さを加えた高さ。 勾配屋根設置形：地面からアレイ面の下端までの高さに、アレイ面の平均高さを加えた高さ。 ※アレイ面の平均高さ：アレイに設置するモジュールの、下端から上端までの鉛直方向の距離の 1/2。
8	アレイの最高高さ	地上面又は建物頂部（屋根床）からアレイ最高高さまでの高さ。
9	耐震クラス	S～B (JIS C8955:2017 で建築物等に設置するときに入力が必要な項目)
10	地震地域係数	1.2～0.7 特定行政庁が指定する数値
11	太陽光発電システムの用途	「極めて重要な太陽光発電システム」 「通常設置する太陽光発電システム」から選択

12	アレイ固定荷重 (モジュール+架台)	モジュール及び支持物等の質量 (地震荷重算出時に必要な項目)
13	アレイ面の受風面積 (風圧荷重用)	構造計算書の中で計算対象となっているアレイの面積
14	アレイ面の水平投影面積 (積雪荷重用)	構造計算書の中で計算対象となっているアレイの水平投影面積 (5 と 12 の関係で自動算出)
15	断面形状	荷重算出ソフトウェア内の①～⑥に相当する形状を選択
16	幅	部材の鉛直投影面積を算出する際の部材の幅
17	高さ	部材の鉛直投影面積を算出する際の部材の高さ

架構形式の安定・不安定の簡易判別ソフトウェアは、当該架構の不静定次数 m を算出し、その m の値によって安定・不安定構造を簡易に判別することができる。安定・不安定の判別式及びその入力変数を式 (4-1) 及び表 4-4 に示す。 $m \geq 0$ の場合は安定、 $m < 0$ の場合は不安定と判別される。ただし、この式は一時的な判別に使用されるものであり、3 次元的な架構モデルや特殊な接合部を有するような場合には判別できないことがあるため、詳細な構造判定を実施するときは構造解析プログラム等で確認することが望ましい。

$$m = (n + s + r) - 2k \quad (4-1)$$

表 4-4 判別式の入力変数

No.	文字	入力内容
1	n	支点反力数の合計
2	s	部材数
3	r	各節点で 1 つの材に剛に接合されている他の部材数の総和
4	k	節点数 (支点、自由端も加える)

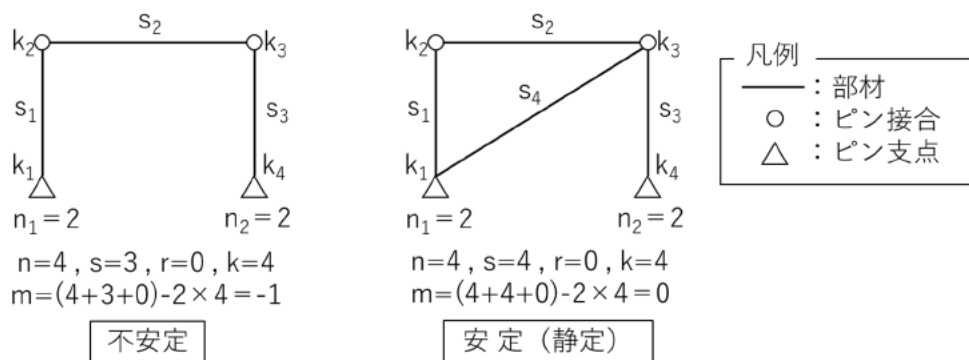


図 4-2 安定・不安定の判別結果の例

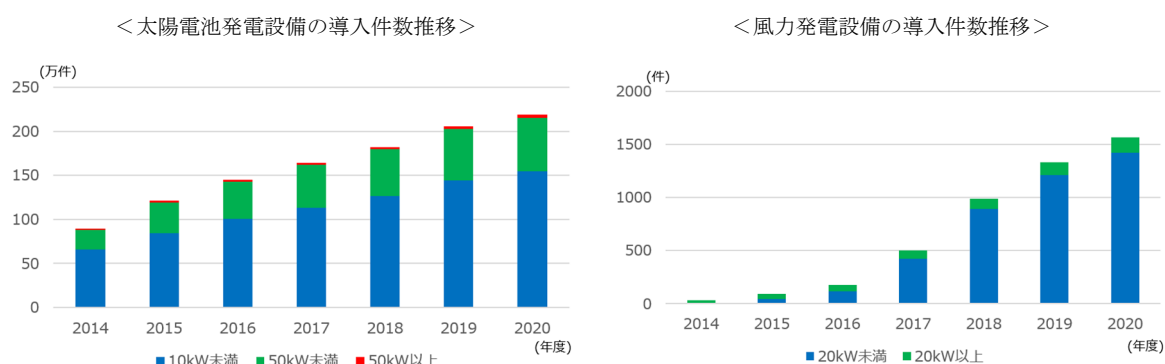
5 小出力発電設備における事故報告制度改正に関する調査

5.1 周知手法の検討

電気事業法に基づく事故報告制度が 2021 年 4 月の改正によって、新たに小出力発電設備（出力 50kW 未満の太陽電池発電設備及び出力 20kW 未満の風力発電設備）についても事故報告の対象となることから、周知素材の作成を念頭において、事故報告制度が改正される内容や背景について整理した。さらには、周知素材について業界団体等へのヒアリング調査を行うことで、制度改正に伴い、対象となる設置者等に対し、事故報告制度について正しくかつ効果的に理解してもらうための周知手法についての検討を行った。

5.1.1 改正の背景の整理

2012 年（平成 24 年）7 月 1 日より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（再エネ特措法：FIT 制度）が導入されて以降、太陽電池発電設備や風力発電設備を中心に再生可能エネルギー発電設備の設置件数は増加の一途をたどっている。2019 年（令和元年）11 月 19 日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告（以下、中間報告という。²⁴）にも示されている通り、今後も継続的に増える見込みである（図 5-1）。さらに、非住宅用太陽電池発電設備及び風力発電設備のうち、小出力発電設備に該当する施設が多数を占めている。



出典：令和元年 11 月 19 日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告、（経産省 HP）（<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>）を基に当社が 2020 年 9 月末時点を入れて作成

図 5-1 導入件数の推移

一方で、再生可能エネルギー設備、とくに太陽電池発電設備の急速な普及に伴い、近年は強風等による太陽電池モジュールの飛散や架台の倒壊、また斜面の崩落によって太陽電池発電設備が敷地外に流出するなど、公衆に被害を及ぼす事故が報告されている。また、電気保安統計によれば、太陽電池発電所の事故件数（電気工作物の損壊による事故）及び事故率（発電出力 100 万 kW 当たりの事故件数）ともに増加傾向であり、風力発電所については事故件数及び事故率ともに近

²⁴ 「令和元年 11 月 19 日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告」
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/newenergy_hatsuden_wg/pdf/20191119_report.pdf

年は横ばい傾向であることが示されている（図 5-2）。

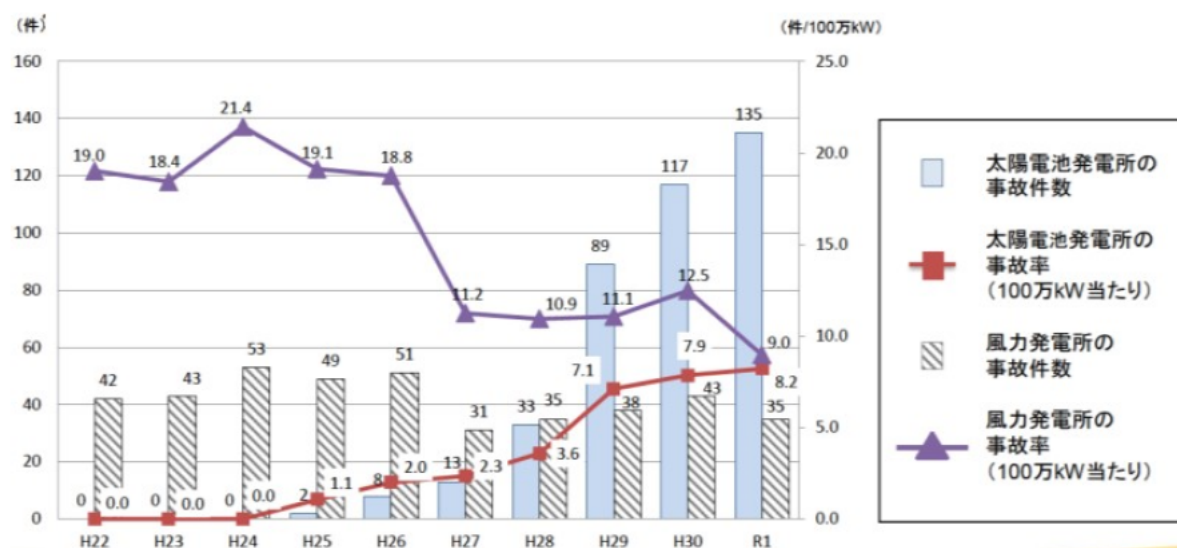


図 5-2 太陽電池発電所、風力発電所の事故件数推移（自家用電気工作物を設置する者²⁵⁾）

出典：令和元年度電気保安統計 概要版²⁶⁾

事故の増加が顕著な状況であることから、事故原因の究明や再発防止対策を講じるための事故情報の収集を目的に、2016 年（平成 28 年）9 月に電気関係報告規則の改正を行い、事故報告の対象とする太陽電池発電所及び風力発電所の出力要件を表 5-1 のように引き下げ、報告対象を拡大させた。

表 5-1 出力要件

設備	改正前	改正後
太陽電池発電所	出力 500kW 以上	出力 50kW 以上
風力発電所	出力 500kW 以上	出力 20kW 以上

図 5-2 における太陽電池発電所の事故件数及び事故率が 2017 年（平成 29 年）に急激に増加しているのは、報告対象を拡大させた要因によるものと考えられる。つまり、大規模の太陽電池発電設備に限らず、中規模の太陽電池発電設備についても同様に多くの事故が発生していると言える。

こうしたなか、小出力発電設備については事故報告の対象とはなっていないものの、「平成 29 年度電気施設等の保安規制の合理化検討に係る調査（小型発電用風力設備における事故情報分析調査）」によれば、事故・故障情報分析調査を行った結果、導入基数が多い東北・北海道では、強風によるブレードの落下が原因と思われる事故や騒音等のトラブルが発生していたことが報告さ

²⁵⁾ 「自家用電気工作物を設置する者」：電気事業法第 38 条第 4 項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物及び一般用電気工作物以外の電気工作物を設置する者をいう。具体的には、600 ボルトを超える電圧で受電する電気設備や、電気事業法第 38 条第 4 項各号に掲げる事業の用に供さない一定出力以上の発電設備を設置する者をいう。

²⁶⁾ https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/denkihoantoukei.html

れている²⁷。また、「平成 30 年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（小出力発電設備に該当する太陽電池発電設備及び風力発電設備の業界状況及び保安実態調査）」においても、小出力発電設備に該当する太陽電池発電設備及び風力発電設備についての安全性に疑念のある設備が確認されている²⁸。

さらには、小出力発電設備を含む再エネ発電設備関連の事故が社会的影響を及ぼした事故も発生（写真 15）しており、再生可能エネルギーを責任ある長期安定電源とするためにも、安全の確保等が不可欠である。そのため、導入件数の多数を占める（とくに太陽電池発電設備）小出力発電設備についても、事故情報をしっかり収集した上で、事故原因の究明や再発防止対策を講じることが必要であることが中間報告で示されている。

＜小出力太陽電池発電設備の事故事例＞



- ・ 2018 年 7 月の西日本豪雨の発生時に、神戸市において、小出力の太陽電池発電設備（50kW 未満）の崩落事故が発生。
- ・ JR 西日本は、安全確認のため、山陽新幹線の運転を一時見合わせ。

＜小型風力発電設備の事故例＞



- ・ 2019 年 1 月、青森県つがる市において、小形風力発電設備（20kW 未満）のナセルがタワー基部に落下する事故が発生。
- 【ブレード回転直径：13.1m ハブ高さ：20m】

写真 15 事故例

出典：令和元年 11 月 19 日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告²⁹

5.1.2 改正のポイント

事故報告については、電気事業法第 106 条「報告の徴収」のもと、電気関係報告規則第 3 条「事故報告」に規定されており、報告すべき電気事故として主に次の事故があげられている。

1. 感電による死傷事故
2. 電気火災事故

²⁷ 「平成 29 年度電気施設等の保安規制の合理化検討に係る調査（小型発電用風力設備における事故情報分析調査）」https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000008.pdf

²⁸ 「平成 30 年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（小出力発電設備に該当する太陽電池発電設備及び風力発電設備の業界状況及び保安実態調査）」https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000100.pdf

²⁹ 「令和元年 11 月 19 日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告」
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/newenergy_hatsuden_wg/pdf/20191119_report.pdf

3. 電気工作物に係る物損等事故
4. 主要電気工作物の損壊事故
5. 他社への波及事故
6. 電気工作物の破損等による公害事故（電気関係報告規則第4条、第4条の2第1項参照）
7. 社会的に影響を及ぼした事故

これらの対象となる事故の発生を知った時から24時間以内可能な限り速やかに事故の発生の日時及び場所、事故が発生した電気工作物並びに事故の概要について、電話等の方法により行うとともに、事故の発生を知った日から起算して30日以内に詳報³⁰の報告を行うとしている（図5-3）。

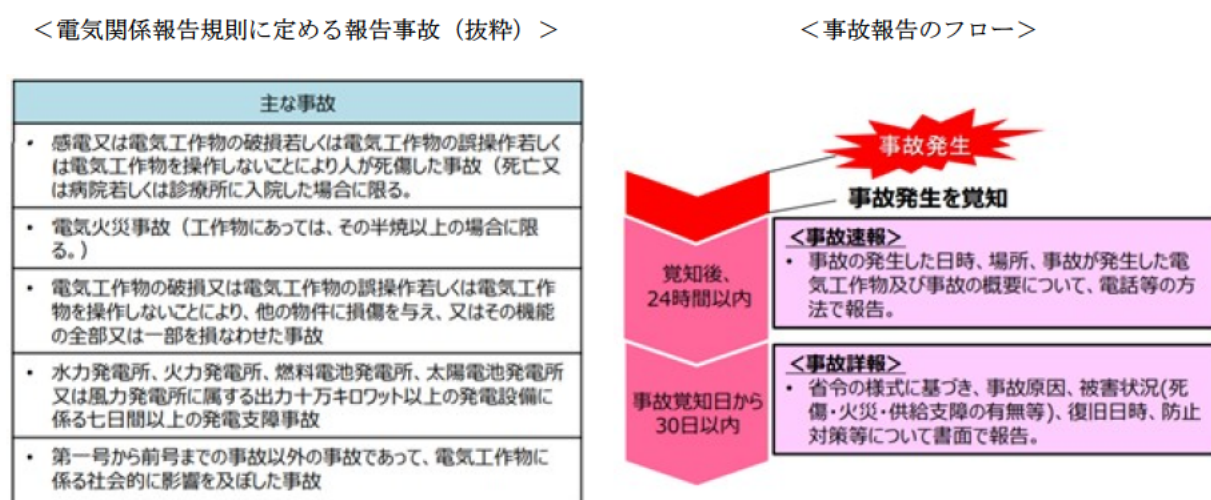


図 5-3 事故報告について

出典：令和元年11月19日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告³¹

電気事業法第106条の規定に基づく、電気関係報告規則の改正のポイントとしては、令和3年4月1日施行となる、電気事業法第38条第2項で定める小出力発電設備のうち10kW以上50kW未満の太陽電池発電設備及び20kW未満の風力発電設備について、事故報告の対象に追加されることである。小出力発電設備に求められる事故報告の内容は表5-2のとおりである。

表 5-2 小出力発電設備の事故報告の内容

No.	事故	事故概要
1.	感電等による死傷事故	破損又は誤操作等により人が死傷した事故
2.	電気火災事故	電気工作物が半焼以上（損壊の程度が工作物の20%以上）の場合
3.	他の物件への損傷事故	他の物件へ損傷を与えた事故

³⁰ 事象の状況に関する事実関係とその発生原因（発生メカニズムを含む。）、再発防止のための対策等を可能な限り詳細に記載したもの

³¹ 「令和元年11月19日 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告」
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/newenergy_hatsuden_wg/pdf/20191119_report.pdf

4.	主要電気工作物の破損事故	構内における主要設備の破損
----	--------------	---------------

出典：経済産業省令和2年7月10日再エネ発電設備の電気保安の確保について³²

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/001_05_01.pdf

表 5-2 No.4.における主要電気工作物については、主要電気工作物を構成する設備を定める告示によって規定されており、その概要は表 5-3 のとおりである。

表 5-3 主要電気工作物

	太陽電池発電設備	風力発電設備
個別設備	・ 太陽電池モジュール及び支持物 ・ 逆変換装置	・ 風力発電機関 ・ 発電機 ・ 逆変換装置
共通設備	変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル、限流リアクトル、周波数変換器、整流機器、遮断器	

表 5-2 に該当する事故が発生した場合には、設置者（所有者等）に対して国（該当する産業保安監督部）への事故報告を義務づけることとなった。

改正電気事業法の施行により、新たに事故報告の対象となる小出力発電設備が加わることで、対象となる設置者（所有者等）の非常に大きく拡大する。そのため、事故報告の義務化及び電気事故報告制度の基本的な構成要素等について小出力発電設備の設置者等に対する丁寧な周知が必要であることが、中間報告で示されている。

5.1.3 周知手法

今回新たに事故報告の対象となる小出力発電設備の設置者は、自家用電気工作物の太陽電池発電設備や風力発電設備と異なり、電気主任技術者を選任する必要がないことため、設備に対する技術的な知見や知識が乏しいと考えられる。そのため、電気事故報告制度に精通していない設置者に対して、制度を正しく理解することを広く周知させるため、周知素材（ポスター、チラシ、パンフレット）を作成・配布を行うこととした。周知素材については、事例を掲載するなど分かり易い内容での説明が必要である。

また、周知素材をより効果的な内容となるよう作成するには、業界団体等へのヒアリングを行い、その意見を踏まえて作成することが必要であることから、業界団体等へのヒアリングを実施した。

業界団体等へのヒアリング調査を行うにあたっては、周知素材の内容を示し、その中で意見を出してもらうことが合理的であることから、各周知素材の素案を作成することとした。

素案の作成にあたって、最初の段階として「5.1.2 改正のポイント」及び「5.2 一例としての周知素材の作成」を踏まえて周知素材ごとの製作目的を整理した（表 5-4）。

³² https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/001_05_01.pdf

表 5-4 周知素材の製作目的

周知素材	目的
ポスター	『事故報告の義務化』を最優先とし、合わせて『パンフレット（Q&A 集）との関係性』を知ってもらう
チラシ	上記に加えて報告要件など『制度の概要』を知ってもらう
パンフレット（Q&A 集）	技術的な解説など『制度の詳細』を知ってもらう

次に事故報告制度の基本的な構成要素を列举し、周知素材の製作目的に照らし合わせて、構成要素の掲載要否を周知素材ごとに決定した（表 5-5）。

表 5-5 制度の基本的な構成要素と周知素材への掲載要否検討

構成要素	掲載要否検討結果		
	ポスター	チラシ	パンフ
改正背景	×	×	○
改正時期	○	○	○
制度目的	○	○	○
対象設備	○	○	○
報告要件（時期・対象事故）	×	○	○
報告内容	×	×	○
報告者	×	×	○
公表	×	×	○
罰則	×	×	○
報告先・手段	×	○	○

ポスター、チラシの表紙については事故報告の義務化や事故報告制度の基本的な構成要素のうち、改正時期、制度目的、対象設備について簡潔な文章を作成し、合わせてパンフレット（Q&A 集）との関連性を示すこととした。さらに見た目のインパクトを強調するため、表紙に添えるキャッチーな文言の使用を考慮した。

パンフレットについては報告対象となる事故事象、電気事故報告制度の内容や手続き方法等について Q&A 方式で分かり易く解説することとした。

必要なイラスト案の作成及び写真を収集し、大まかな方向性を決めたラフなレイアウトを作成し、素案とした。

素案をもとに業界団体等に対して周知素材に関するヒアリング調査を行い、ヒアリングで出た意見をもとに「5.2 周知素材の作成」にあたった。周知素材の作成を進めるにあたっては、ヒアリングの意見を踏まえるとともに、経済産業省産業保安グループ電力安全課と協議し対応方針を決定した（表 5-6）。

表 5-6 周知素材（素案）に関するヒアリング結果と対応方針（主なもの）

周知素材	分類	専門家の意見	対応方針
ポスター チラシ	対象設備	「小出力発電設備」は正しい用語だと理解しているが、今回の周知対象者はほとんど知らない可能性がある。「低圧」のような言葉の方がまだ分かるのではないか。	電気事業法の正しい用語である「小出力発電設備」とする。
ポスター チラシ	対象設備	対象設備が何であるのか（小出力発電設備の太陽電池発電設備と風力発電設備）、明確に示した方がよい。	以下括弧内を追加する。 『太陽電池発電設備：10～50kW 未満、風力発電設備：20 kW 未満（電気事業法第 38 条で定める小出力発電設備のうち、太陽電池発電設備と風力発電設備）』
チラシ	対象事故	事故報告の対象となる事故についてイラストを載せて説明しているが、もう少し詳しく説明を記載した方がよいと思う。特に電気事故と破損事故について。前者は、自力拡大しない焼損は「火災」の定義から除かれるので、この点の扱い。後者は、実際に小損害が頻回に発生しているので、一定以上のものに限られることが明記されていないと、読み手が混乱すると感じる。	詳細内容はパンフレット（Q&A 集）に記載する。
パンフレット	対象設備	事故報告の対象となる設備について、太陽電池が 10～50kW 未満、風車が 20kW 未満の記述だけでなく、住宅用は対象となっていないことを明確にした方がよい。	以下括弧内を追加する。 『10kW 未満の住宅用太陽電池発電設備は対象外』
パンフレット	対象事故	報告対象の事故について、電気火災で工作物の半焼以上とあるが、半焼とはどの程度か。例えば、1 台の PCS の電気火災の場合、報告対象になるのか。もう少し具体例を入れた方がよい。 報告対象の事故について、どこまでの事故が対象になるのか分かりにくいので、具体例を入れた方がよいと思う。例えば、火災事故の報告は半焼以	以下括弧内を追加する。 『半焼とは、損壊の程度が電気工作物の 20%以上のことを指しています。なお、電気工作物それ自体の火災のみの場合は、それが電気工作物自身の欠陥からの発火であっても、「電気火災事故」としては扱わず、「主要電気工作物の破損事故」として扱います。』

		上で、基本は面積で 20%以上と認識している。したがって PCS1 台の火災は火災事故に該当しない。一方で、主要電気工作物の破損事故に該当する可能性があるので説明には注意が必要。	
パンフレット	対象事故	電気事故速報とあるが、言葉は正確であるのだろうが、本来は構造部分も含まれるのに、「電气的部分」だけと誤解を生じるかもしれない。構造部分も対象になることを明記した方がいいと思う。	『電気事故速報』を『速報』に修正するとともに説明を加える。

また、小出力発電設備の導入件数は極めて多く（2020 年 9 月時点での小出力太陽電池発電設備は 642,195 件、小出力風力発電は 1,421 件）³³、これら設置者等にして周知するためには、関係業界団体など他のステークホルダーの協力を得ることが効果的であることから、経済産業省産業保安グループ電力安全課と協力し、地方自治体、電力会社や損害保険会社、さらには施工保守関連団体等を含む業界団体に対し、周知の協力依頼を行うこととした。

周知協力依頼先における周知素材を活用した周知方法としては、以下のような例が挙げられる（表 5-7）。

表 5-7 周知方法の例

・配布先でのポスター掲示とともにチラシ・パンフレットの設置 ・配布先からの関係者への配布 ・ホームページのリンク掲載（関係団体等の HP に周知素材掲載サイトの URL リンク掲載 等） ・メールマガジンへのリンク掲載（関連団体等のメールマガジンに URL リンク掲載 等） ・セミナーでの案内（セミナーで周知素材を配布する等）	など
--	----

³³ 資源エネルギー庁 情報公表用ウェブサイト <https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>

5.2 一例としての周知素材の作成及び発送

「5.1 周知手法の検討」の内容をもと、次のような手順で紙媒体の周知素材（ポスター、チラシ、パンフレット（Q&A集））を作成した。

5.2.1 デザイン

文章については「5.1.3 周知方法の検討」のとおり、業界団体等へ実施したヒアリング意見を踏まえた対応方針をもとに周知素材の素案の修正を行った。

デザインについては、外部の専門業者と調整し、イラストや写真等を使用することによって一目でわかる内容に調整した。具体的には表紙のキャッチーな文言を目立たせるために、文字を詰め込みすぎずに余白を大きめにし、他の部分に比べて大きくレイアウトした。また、背景色を淡い青色にし、文字や要素が浮き出て強い印象を与えるような工夫を行った。

作成したデザイン案を基に経済産業省産業保安グループ電力安全課による確認を経て、最終的にデザインを完成させた（図 5-4 と図 5-5）。



図 5-4 ポスター・チラシ



図 5-5 Q&A 集パンフレット（一部抜粋）

5.2.2 印刷及び発送

周知素材の印刷及び発送については外部の専門業者に依頼した。印刷内容は表 5-8 のとおりである。

表 5-8 印刷内容

紙媒体	用紙サイズ	色	作成部数
ポスター	B2 判	4 色カラー	100 部
チラシ	A4 判	4 色カラー	10,000 部
パンフレット（Q&A 集）	A4 判	4 色カラー	10,000 部

発送先の選定については「5.1 周知手法の検討」をもとに周知の協力を依頼する太陽電池発電設備及び風力発電設備のステークホルダーをリスト化し、経済産業省産業保安グループ電力安全課による確認を経て 100 箇所を決定した。発送内容については表 5-9 のとおりである。

表 5-9 発送内容

主な発送先	各産業保安監督部、地方自治体（都道府県庁）、業界団体（太陽光発電協会、日本小形風力発電協会、施工保守関連団体等）、電力会社関連、損害保険会
-------	---

	社関連、など
梱包方法	1 箇所：ポスター1 部、チラシ 100 部、パンフレット（Q&A 集）100 部を基本とする
発送箇所数	100 箇所
発送方法	宅配便

2021 年 2 月下旬に発送先に対して宅配便を使用し周知素材を発送した。

5.3 周知の効果についての評価

「5.2 一例としての周知素材の作成及び発送」のもと、周知素材の発送先に対してアンケート調査を実施し、作成した周知素材における周知の効果について評価を実施した。

5.3.1 調査目的

「5.1 周知手法の検討」のとおり、電気事業法に基づく新しい事故報告制度が令和 3 年 4 月から施行されるのに伴い、小出力の太陽電池発電設備や風力発電設備の事故についても、新たに事故報告が義務化される。これらの小出力発電設備の設置者（所有者等）に対し、電気事故報告制度について、正しくかつ効果的に理解してもらうため、「5.2 一例としての周知素材の作成及び発送」のとおり一例として作成した周知素材を作成し、ステークホルダーに配布した。その周知効果を検証するにあたり、周知素材の配布先に対してアンケート調査を行った。

5.3.2 調査方法

調査目的である周知効果の検証にあたっては、アンケートの調査内容として、周知効果や周知素材の内容についての検証が重要事項となることを念頭におき、かつアンケートの回答率を高めるために、アンケートの回答者が回答しやすい質問項目とする必要がある。そのため、アンケート内容については、選択制の回答しやすい質問項目を主とすることとともに、項目数を重要事項である周知効果と周知素材の内容に関して限定する内容で調査票を作成した（図 5-6）。

経済産業省 令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査
(太陽電池発電設備設置基準等並びに小水力発電設備における事故報告制度改正に関する調査)

《所属名》 _____ 《回答者氏名》 _____

アンケート調査票（電気事業法に基づく事故報告制度：小出力発電設備）

該当する項目の左横の○印を選択し、自由記述欄には改良点等のご意見を記入ください。

【Q1】ポスター： 分かりやすさについて

☐ 1 よい(大変分かりやすい) ☐ 2 概ねよい ☐ 3 どちらでもない ☐ 4 部分的に工夫が必要 ☐ 5 全体的に改良が必要	2～5の場合は工夫、改良する点についてご記入ください(自由記述)
---	----------------------------------

【Q2】ポスター： 周知効果について

☐ 1 十分にある ☐ 2 ほどほどにある ☐ 3 どちらでもない ☐ 4 部分的に工夫が必要 ☐ 5 全体的に改良が必要	2～5の場合は工夫、改良する点についてご記入ください(自由記述)
---	----------------------------------

【Q3】チラシ： 分かりやすさについて

☐ 1 よい(大変分かりやすい) ☐ 2 概ねよい ☐ 3 どちらでもない ☐ 4 部分的に工夫が必要 ☐ 5 全体的に改良が必要	2～5の場合は工夫、改良する点についてご記入ください(自由記述)
---	----------------------------------

【Q4】チラシ： 周知効果について

☐ 1 十分にある ☐ 2 ほどほどにある ☐ 3 どちらでもない ☐ 4 部分的に工夫が必要 ☐ 5 全体的に改良が必要	2～5の場合は工夫、改良する点についてご記入ください(自由記述)
---	----------------------------------

【Q5】パンフレット(Q&A集)： 分かりやすさについて

☐ 1 よい(大変分かりやすい) ☐ 2 概ねよい ☐ 3 どちらでもない ☐ 4 部分的に工夫が必要 ☐ 5 全体的に改良が必要	2～5の場合は工夫、改良する点についてご記入ください(自由記述)
---	----------------------------------

【Q6】パンフレット(Q&A集)： 周知効果について

☐ 1 十分にある ☐ 2 ほどほどにある ☐ 3 どちらでもない ☐ 4 部分的に工夫が必要 ☐ 5 全体的に改良が必要	2～5の場合は工夫、改良する点についてご記入ください(自由記述)
---	----------------------------------

【Q7】その他周知素材に関して全般でお気づきになったことについて自由にご記入ください。

ご協力ありがとうございました。

図 5-6 アンケート調査票

アンケート先については、対象が偏らないよう配慮のうえ選定を行った。具体的には、調査箇所を選定にあたり地方自治体については、選定した自治体の地方に偏りがないようにすることや、業界団体についても同業種の団体が多く選定されないようにした。

さらには、回答率を高めるとともに、効率的なアンケート調査を実施するためにアンケートはメール方式で実施した。

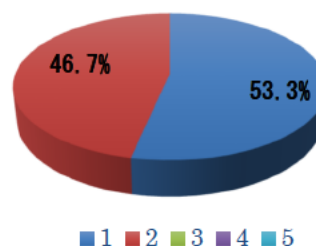
アンケート回答数として 10 件程度は必要となることから、回答率を高める配慮を行ったことに鑑み、回答率を 50%と高めに見込んでだうえで、送付数を 20 箇所と設定した。周知素材の配布先のうち、前述の選定にあたっての配慮を踏まえて 20 箇所を選定し、アンケート調査票をメール送付した。

5.3.3 調査結果

アンケート調査票の回収数は 15 票となり（回収率 75%）、5.3.2 で想定した回答率より高い結果となった。集計結果は以下のとおりである。

【Q1】 ポスター： わかりやすさについて

	回答項目	回答数	割合
1	よい（大変わかりやすい）	8	53.3%
2	概ねよい	7	46.7%
3	どちらでもない	0	0.0%
4	部分的に工夫が必要	0	0.0%
5	全体的に改良が必要	0	0.0%
		15	100.0%

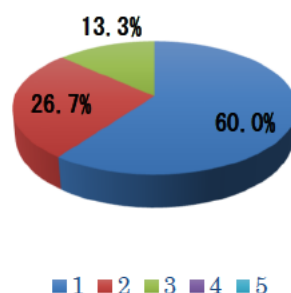


2～5 の場合は工夫、改良する点についてご記入ください（自由記述）

- ・ 内容は分かり易いが、法令が改正されたのか、記載があるとよかった。
- ・ 事故報告義務化の文字がもっと大きい方が良いと思う。
- ・ 監督部への報告には、XML ファイルと PDF ファイルの両方が必要なことを、もう少し目立て頂いてもよかったかと思うが、限られたスペースでの情報と考えれば、まとまっていると思う。
- ・ 報告義務化の具体的な対象設備について、もっとアピールとなるよう、大きく表示した方が良いと思う。
- ・ 小出力発電設備（赤字）に※注釈をつけ、太陽光発電、風力発電を黒字で記載しているが、赤字にするなどここも目立つようにしても良い。

【Q2】 ポスター： 周知効果について

	回答項目	回答数	割合
1	十分にある	9	60.0%
2	ほどほどにある	4	26.7%
3	どちらでもない	2	13.3%
4	部分的に工夫が必要	0	0.0%
5	全体的に改良が必要	0	0.0%
		15	100.0%

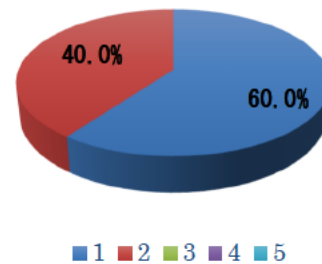


2～5 の場合は工夫、改良する点についてご記入ください（自由記述）

- ・ 事務所内の会員が見やすい場所に掲示中も、コロナ環境下で通常開催される委員会等が WEB 会議になり、会員の訪問機会がほとんどない。
- ・ ポスター自体の周知効果はあると考えるが、県庁の来庁舎に関係者は少ないと考える。
- ・ 紙媒体の場合は、相当数を用意し、周知対象者が目にする場所に掲示、配付しないと周知効果を発揮するのが難しい。メディア、デジタルコンテンツ、SNS などを活用した周知も検討してはどうか。

【Q3】 チラシ： わかりやすさについて

	回答項目	回答数	割合
1	よい（大変わかりやすい）	9	60.0%
2	概ねよい	6	40.0%
3	どちらでもない	0	0.0%
4	部分的に工夫が必要	0	0.0%
5	全体的に改良が必要	0	0.0%
		15	100.0%

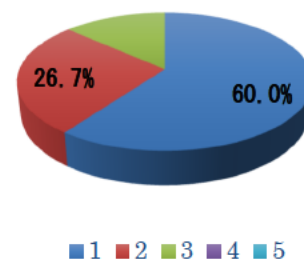


2～5 の場合は工夫、改良する点についてご記入ください（自由記述）

- ・ このチラシに、パンフレット Q8 の内容（事故報告対象の詳細）を掲載したい。表面の上半分など、代替可能なスペースはあると思う。内容は分かり易いが、法令が改正されたのか、記載があるとよかった。
- ・ 報告義務化の具体的な対象設備について、もっとアピールとなるよう、大きく表示した方が良いと思う。
- ・ 小出力発電設備（赤字）に※注釈をつけ、太陽光発電、風力発電を黒字で記載しているが、赤字にするなどここも目立つようにしても良い。

【Q4】 チラシ： 周知効果について

	回答項目	回答数	割合
1	十分にある	9	60.0%
2	ほどほどにある	4	26.7%
3	どちらでもない	2	13.3%
4	部分的に工夫が必要	0	0.0%
5	全体的に改良が必要	0	0.0%
		15	100.0%

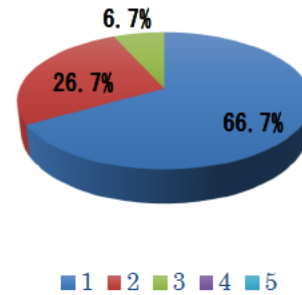


2～5 の場合は工夫、改良する点についてご記入ください（自由記述）：

- ・ 受け取った人には、伝わると思う。
- ・ チラシ自体の周知効果はあると考えるが、県庁の来庁舎に関係者は少ないと考える。
- ・ 紙媒体の場合は、相当数を用意し、周知対象者が目にする場所に掲示、配付しないと周知効果を発揮するのが難しい。メディア、デジタルコンテンツ、SNSなどを活用した周知も検討してはどうか。

【Q5】パンフレット（Q&A集）： わかりやすさについて

	回答項目	回答数	割合
1	よい（大変わかりやすい）	10	66.7%
2	概ねよい	4	26.7%
3	どちらでもない	1	6.7%
4	部分的に工夫が必要	0	0.0%
5	全体的に改良が必要	0	0.0%
		15	100.0%

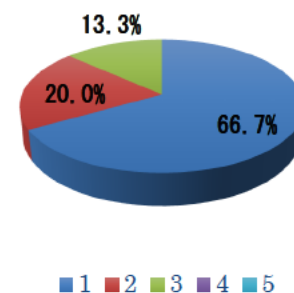


2～5 の場合は工夫、改良する点についてご記入ください（自由記述）：主なもの

- ・ 内容は分かり易いが、法令が改正されたのか、記載があるとよかった。
- ・ 号ごとの解釈について、わかりやすくまとめて頂いていると思う。
- ・ チラシ等と同様、表紙に web サイトの案内があった方が良いと思う。また、7 頁目に「報告先」が掲載されているが、「問い合わせ先」も記載した方が良いと思う。（「報告先」と「問い合わせ先」が同一であれば、その旨を明示した方が良いと思う。）
- ・ 小出力発電設備（赤字）に※注釈をつけ、太陽光発電、風力発電を黒字で記載しているが、赤字にするなどここも目立つようにしても良い。

【Q6】パンフレット（Q&A集）： 周知効果について

	回答項目	回答数	割合
1	十分にある	10	66.7%
2	ほどほどにある	3	20.0%
3	どちらでもない	2	13.3%
4	部分的に工夫が必要	0	0.0%
5	全体的に改良が必要	0	0.0%
		15	100.0%



2～5 の場合は工夫、改良する点についてご記入ください（自由記述）：主なもの

- ・ 手元に置いて参照するのに、内容・分量とも適当と思う。
- ・ パンフレット自体の周知効果はあると考えるが、県庁の来庁舎に関係者は少ないと考える。
- ・ 紙媒体の場合は、相当数を用意し、周知対象者が目にする場所に掲示、配付しないと周知効果を発揮するのが難しい。メディア、デジタルコンテンツ、SNS などを活用した周知も検討してはどうか。

【Q7】

その他周知素材に関して全般でお気づきになったことについて自由にご記入ください。(主なもの)

- ・ 本県は、50kW以上の事業用太陽光について、県のガイドラインに基づき、事業者から市町村へ事業概要書を提出するよう規定しており、太陽光発電事業者が市町村窓口を訪問する機会が多い。そのため、ポスターの部数は1部ではなく、全市町村分のポスターがあれば、より周知効果があったと考える。
- ・ 今回は、都道府県あてに送付されたようだが、県民からすると第一に相談する相手は市町村役場のため、市町村あてにも案内ができると良いかと思う。参考までに市町へパンフレット及びチラシを3部ずつ配布した。
- ・ パンフレットにQ&Aが載っているとは予想していなかった。大変良くまとまっており、業界内においても使用させて頂く。
- ・ 県から県関係部署に送付する際、国からの周知依頼文書があるとありがたい。
- ・ 報告についての疑問をQ&Aとして出しているのも、実際の事故報告時にも分かりやすいと思う。

アンケート項目別の問いに関する結果については以下のとおりである。

周知素材のわかりやすさについては、ポスターでは回答数の53.3%、8人が「よい(大変わかりやすい)」と回答し、「概ねよい」と回答した46.7%、7人と合計するとわかりやすいとしたのは100%、15人となった。チラシでは回答数の60%、9人が「よい(大変わかりやすい)」と回答し、「概ねよい」と回答した40.0%、6人と合計するとわかりやすいとしたのは100%、15人となった。パンフレットでは回答数の66.7%、10人が「よい(大変わかりやすい)」と回答し、「概ねよい」と回答した26.7%、4人と合計するとわかりやすいとしたのは93.4%、14人となった。以上の結果から各周知素材のわかりやすさについて一定の評価を得たと考えられる。

アンケートに寄せられた回答者の主な意見としては、「事故報告義務化の文字がもっと大きい方がよいと思う。」「報告義務化の具体的な対象設備について、もっとアピールとなるよう、大きく表示した方がよいと思う。」等、よりわかりやすい周知素材を作成するうえで今後検討する際の参考になるものと考えられる。

また、周知効果については、ポスター及びチラシでは回答数の60%、9人が「十分にある」と回答し、「ほどほどにある」と回答した26.7%、4人と合計すると周知効果があるとしたのは86.7%、13人となった。パンフレットでは回答数の66.7%、10人が「十分にある」と回答し、「ほどほどにある」と回答した20.0%、3人と合計すると周知効果があるとしたのは86.7%、13人、「どちらでもない」と回答したのが13.3%、2人であった。一方で「部分的に工夫が必要」、「全体的に改良が必要」とする回答者はいなかったことから法改正の事前周知について一定の効果があったと考えられる。また、「どちらでもない」という回答については、アンケート実施期間が短かったことの影響も考えられる。そのため、時期をおいて再度調査することで、より正確なアンケート調査となる可能性がある。

周知効果についてアンケートに寄せられた回答者の主な意見としては、「パンフレット自体の周知効果はあると考えるが、県庁の来庁舎に関係者は少ないと考える。」「紙媒体の場合は、相当数

を用意し、周知対象者が目にする場所に掲示、配付しないと周知効果を発揮するのが難しい。メディア、デジタルコンテンツ、SNSなどを活用した周知も検討してはどうか。」「ポスターの部数は1部ではなく、全市町村分のポスターがあれば、より周知効果があったと考える。」等、より周知効果を高めるための手法について今後検討する際の参考になるものと考えられる。

事故報告の新たな対象となる小出力発電設備の設置者（所有者等）へ事故報告制度を浸透させるためには、今後も継続的な周知活動や周知効果の検証が必要と考えられる。周知度の更なる向上に向けて、周知素材について紙媒体を配布するだけではなく、関係団体等に協力を呼びかけ、メール、ホームページ、SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）等の様々な媒体で周知活動を推進していくことも重要であり、具体的な方法について今後検討が望まれる。

6 おわりに

本事業では、昨年度事業で作成した太陽電池発電設備に関する技術基準の骨子案をもとに、現行の電技解釈第 46 条を踏まえ、盛り込むべき具体的な技術要件を検討したうえで、発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令案の作成を行った。また、省令案の作成に伴い、その電技解釈及び電技解釈の解説案の作成が必要となることから、現行の電技解釈及び電技解釈の解説とともに、その参照規格となっている「日本産業規格 JIS C8955(2017) 太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」や、「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン 2019 年版（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）」を参考にし、電技解釈及び電技解釈の解説案の作成を行った。

一方で、本事業で作成した省令案について、設置形態の多様化を考慮したうえで検討を行ったものの、今後新たに追加が必要となる設置形態がある場合、その技術要件のみを単純に追加することが難しい構成である可能性があるため、今後も検討を進めていく必要である。また、この省令案に紐づく形で作成した電技解釈及び電技解釈の解説案についても、併せて検討を進めていく必要がある。

また、本事業では小出力発電設備のみならず、高圧設備も対象とした太陽電池発電設備に対する現地調査を行ったものの、その全てで電気事業法の技術基準（電気設備の技術基準の解釈第 46 条第 2 項）に対して適合性が確認できないという結果になった。これを踏まえ、今後の保安規程を検討するうえでの更なる情報収集を目的に、構造部分の強度について、より調査・分析等を継続して実施することが望ましい。

さらには、事故報告制度改正によって新たに小出力発電設備が事故報告の対象となることから、その周知を目的に周知素材の作成・発送を行った。その周知効果についてアンケートを基に評価を行ったところ、効果があるという結果だった。一方で、アンケートに寄せられた意見から、周知素材を相当数配布しないと周知効果を発揮することが難しいことため、メール、ホームページ、SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）等の活用した周知の検討もあがり、今後の検討課題である。さらには、設備に対する技術的な知見や知識が乏しいと考えられる小出力発電設備の設置者に対して隅々まで周知させるためには、継続的に周知活動を行うことが望ましい。

最後に、今後も新しい技術開発に伴い、新たな設置形態の登場も考えられることから、多様な設置形態における太陽電池発電設備の安全性の確保に鑑みた調査を継続的に進めていくことが望まれる。