

地上設置型

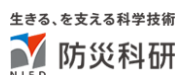
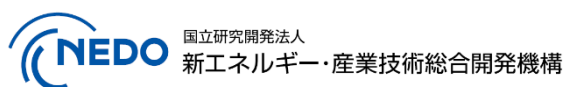
太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2024 年版

技術資料：

海外の法規制・ガイドライン調査

この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20015）「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発」事業の結果として得られたものです。

2024 年 5 月 31 日



海外の法規制・ガイドライン調査

1. 概要

太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定の参考とすることを目的に、アジア・オセアニア・欧州・北米を対象に、諸外国のガイドラインを調査した。本調査は、図 1-1 に示すフローに従い、調査対象国の選定、諸外国及び認証機関等のガイドラインの調査、我が国のガイドラインへの反映項目の抽出及び適用を行った。

1. 諸外国のガイドライン

2. 示唆



図 1-1 調査フロー

2. 調査対象国の選定

調査対象とする国を図 2-1 に示す。安全性確保に対しての取り組みが進んでいると想定され、太陽光発電システムの導入量が上位かつ導入密度が高い国を選定し、アジアは韓国・ベトナムの 2 か国、オセアニアは豪州の 1 か国、欧米はドイツ・イタリア・英国の 3 か国、北米は米国の 1 か国を調査対象とした。

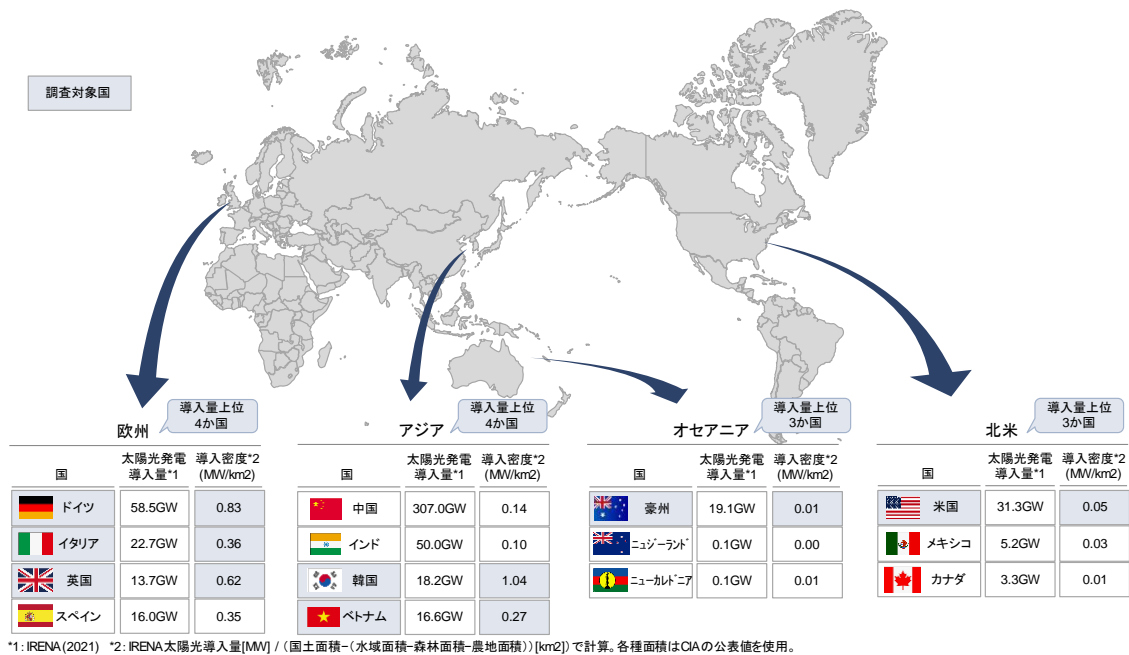


図 2-1 ガイドラインの調査対象国

3. 諸外国のガイドライン

3.1 アジア

3.1.1 韓国

韓国の地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-1、図 3-2 に示す。太陽光 発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、再生可能エネルギーの導入に関する規則を 制定している新・再生エネルギーセンターが策定した『太陽光発電 施工基準』が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出			
ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
韓国 太陽光発電施工基準	新・再生エネルギーセンター	2020年	<input checked="" type="checkbox"/> 太陽光発電に関する設計・施工基準について記載 (傾斜地・農地・水上等の特殊設置形を含む)

再生可能エネルギーの導入に関するエネルギー管理公団

図 3-1 韓国の太陽光発電設備に関するガイドライン

① 韓国の太陽光ガイドライン

韓国 

項目	内容	設計	施工	維持管理
太陽電池	✓ インバータに接続する各太陽電池ストリングの電圧は、同程度になるように設計すること。なお複数のMPPT制御を持つインバータに接続する場合は、MPPT制御対象ごとに、電圧を同程度になるよう設計すること			
	✓ インバータへ接続する太陽電池の設置容量は、インバータ設置容量の105%以内に設計すること			
	✓ 太陽電池ストリングの開放電圧は、インバータ入力電圧範囲内であるように設計すること			
電気	✓ 電圧降下値について、DCケーブル長が60m以内の場合は3%、60m以上120m未満で5%、120m以上200m未満で6%、200m以上で7%を超えないように設計すること			
	✓ ケーブルは可能な限り日陰で、雨が降りかからない場所に設置すること			
	✓ 接続箱の設置場所は、直射日光が少なく、異常時に目視での確認が容易な場所に設置すること			
	✓ 太陽電池モジュールとインバータの配線ケーブルは、専用線または単芯の難燃性ケーブルを使用すること			
	✓ ケーブルを地面もしくは地中に設置する場合、ケーブルに損傷を与えないため、フレキシブル管やケーブルダクト等の使用を推奨する			
	✓ 太陽電池モジュール間の配線ケーブルは、風で揺れないように、支持物に固定すること			

図 3-2 韓国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/3)

① 韓国の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

韓国 

項目	内容	設計	施工	維持管理
ケーブル	✓ 太陽電池モジュールの出カケーブルには、ストリング別で極性を確認できるようにマーキングなどを行うこと			
接続箱	✓ 逆流防止ダイオードを接続箱に取り付ける場合、逆流防止ダイオードの耐電圧はストリング開放電圧の2倍以上、許容電流は短絡電流の1.4倍以上となる設計をすること			
インバータ	✓ インバータ容量が250kWを超える場合、機器の設置申請時に、KS C 8565(Medium and large size photovoltaic inverter(grid-tied type, stand-alone type))に基づく「絶縁性能」「保護機能」「正常特性」に関して合格している試験成績書を提出すること			
太陽電池・接続箱・インバータ	✓ 太陽電池モジュール、接続箱およびインバータは、韓国産業規格(KIS)に基づく認証製品を設置すること			
システム全体	✓ すべての設備機器には、主要品目及びその他の表示すべき品目、製造年月日、型名、製造番号、製品仕様等を表示した銘板を貼付すること			
	✓ 導入設備が、再生可能エネルギー設備の支援に関するガイドラインに沿った設備の場合、「新・再生可能エネルギー設備銘板設置基準」に基づき、インバータ前面にプレートを貼付すること			
	✓ 監視施設が、再生可能エネルギー設備の支援に関するガイドラインに沿った設備の場合、韓国の「監視システム設置基準」に基づき、適切に設置すること			
	✓ 電気設備は、集中豪雨時の浸水を避けるため、十分高い場所に設置し、電気設備の周囲に排水設備を設置すること			

図 3-2 韓国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/3)

① 韓国の太陽光ガイドライン


韓国 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
構造	基礎	✓ 設置する場所は、排水が容易であり、太陽光発電施設の構造や基礎、地盤、土砂斜面などの安全性が確保されていること			
	排水	✓ 排水設備は、流量、流速、流速時間などを考慮して、規模を設計し、問題なく排水できるように施工すること			
電気・構造	システム全体	✓ 施工業者は、注意事項や運転マニュアルを機器所有者に提供し、運転教育を実施すること			

図 3-2 韓国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/3)

3.1.2 ベトナム

ベトナムの地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-3、図 3-4 に示す。太陽光発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、ベトナム商工省とドイツ国際協力公社とのパートナーシップである GIZ Energy Support Programme が策定した Handbook: Managing technical and operational risks of ground-mounted solar PV projects in Viet Nam が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出			
ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
ベトナム  A Handbook: Managing technical and operational risks of ground-mounted solar PV projects in Viet Nam	GIZ Energy Support Programme	2021年	✓ 太陽光発電システムの開発者および所有者が対応すべきリスクや対応策を記載

ベトナム商工省(MOIT)とドイツ国際協力公社(GIZ)の再生可能エネルギーに関するパートナーシップ

図 3-3 ベトナムの太陽光発電設備に関するガイドライン

① ベトナムの太陽光ガイドライン


		ベトナム 		
項目	内容	設計	施工	維持管理
太陽電池	✓ 平地でない場所へ太陽光発電所を建設する場合、太陽電池モジュールを影で覆らないよう、地盤の傾斜を考慮し、アレイ間距離を調整した配置設計をすること			
	✓ 海岸近くの発電所の太陽電池モジュールは、IEC 61701 (Photovoltaic modules - Salt mist corrosion testing) を満足する製品の採用を検討すること。また、ボルト・ナット・導体は腐食の発生を早期に発見できるように点検すること			
	✓ 太陽電池モジュールに粉塵が積もりやすい場合、費用対効果を考慮し、清掃する頻度の増加や実施方法の変更を検討すること			
	✓ 太陽電池パネルを洗浄する際に、地域の水資源を使用する場合は、適切な許可を得ること			
電気	ケーブル	✓ ケーブルは、頻繁に交換することを避けるため、紫外線耐性のあるケーブルの採用を推奨する		
	監視制御システム	✓ 発電所のセキュリティシステムとして、フェンスやゲートを設置し、警備員の配置や、監視カメラ・警報システムの導入検討を推奨する ✓ スtringの電流値、インバータや変圧器の温度を管理し、太陽電池モジュールや接続箱内のダイオード、インバータや変圧器等の故障を特定するため、監視システムの導入を推奨する		
システム全体	✓ 太陽光発電システムの設置場所を検討する際には、第一に設置計画場所付近の送電網や系統空き容量を調査すること			
	✓ 維持管理時の人的ミスや負担を減らすため、点検記録や作業指示、設備機器の資産管理、点検スケジュールの設定や、定期点検、修繕記録を補助する設備保全管理システム(CMMS)の導入検討を推奨する			

図 3-4 ベトナムの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/2)

④ ベトナムの太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

ベトナム 

項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	システム全体	✓ 施工する地域で、施工によって生じる廃棄物や排水の処理に対して推奨される処理方法があるかを確認し実施すること			
構造	基礎	✓ 施工前に現地調査を行い、地盤沈下の可能性がある場合は、荷重を分散させるために複数アレイ間で一体のコンクリート置き基礎の採用や、杭基礎では打設間隔を狭めることを検討すること			
電気・構造	システム全体	✓ 施工時には、事前調査記録や施工図面、太陽光発電所の機器リストや契約書、施工時に判明した事項などを技術文書として適切に記録し、保管すること			
		✓ 建設工事全体の調整、品質、スケジュールを確保するために、請負業者や発電事業者から独立した第三者コンサルタントによる適切な施工監理チームを雇用することも検討する			
		✓ 施工した太陽光発電システムの理解を深め、運用への移行をスムーズに行うため、設備管理者や維持管理の責任者は、施工後の検査と試運転に同席することを推奨する			
		✓ O&M業者は、施工業者からの維持管理に関する推奨事項を業務に取り入れ、機器の点検マニュアルを適宜見直すこと			
		✓ 機器交換によるダウンタイムを削減するため、過去の運用実績(故障発生回数、故障発生時の影響、機器コスト、機器供給までのリードタイム)を考慮し、各機器に必要な予備品の種類と数量のリストを作成すること			

図 3-4 ベトナムの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/2)

3.2 オセアニア

3.2.1 豪州

豪州の地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-5、図 3-6 に示す。太陽光発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、クイーンズランド州政府が策定した Construction and operation of solarfarms やビクトリア州政府が策定した Solar Energy Facilities Design and Development Guideline、太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーの業界団体である Clean Energy Council が策定した GRID-CONNECTED SOLAR PV SYSTEMS: Design guidelines for accredited installers が存在する。

ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
④ Construction and operation of solar farms	The State of Queensland	2019年	✓ 主に設計・施工時の注意点や、安全な維持管理に関する推奨事項を記載 ✓ 蓄電池の施工・維持管理に関する推奨事項を記載
④ Solar Energy Facilities Design and Development Guideline	The State of Victoria	2019年	✓ 太陽光発電システムに関する造成工事や、大規模な蓄電池の導入時に関する推奨事項を記載
④ GRID-CONNECTED SOLAR PV SYSTEMS: Design guidelines for accredited installers	Clean Energy Council	2013年	✓ 系統連系する太陽光発電システムにおける電気設備の設計に関する推奨事項を記載

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出

太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーの業界団体

図 3-5 豪州の太陽光発電設備に関するガイドライン

① 豪州の太陽光ガイドライン



項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> IEC 61730-1 ed1 及び ed2、又は IEC61730-2 ed1 及び ed2 の Class B (Photovoltaic module safety qualification) に準拠する太陽電池モジュールは、十分な絶縁性を確保できないため、オーストラリアの太陽光発電システムには使用できない 			
	ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> DCケーブルは、標準試験条件下で安全に動作し、太陽電池アレイで地絡が発生した場合に、太陽電池アレイの電圧に耐えられるように設計すること 			
		<ul style="list-style-type: none"> ケーブル固定材には紫外線による劣化を考慮し、プラスチック製の結束バンドは使用しないこと 			
	蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池システムを導入する場合、以下事項の設計を推奨する <ul style="list-style-type: none"> ・導入機器が設置安全基準または業界ガイドラインへ適合していること ・メンテナンス作業開始前の絶縁を行うための断路器の設置 ・過負荷保護装置は、可能な限りインバータの出力端子の近くに配置する ・消防設備を設置する 			
		<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池システムを導入する場合、施工手順はメーカーの設置手順に準拠することを推奨する 			
接地	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池システムの運用時は以下事項の実施を推奨する <ul style="list-style-type: none"> ・運用について送配電事業者と合意している ・過充電、充電不足、過熱または過剰放電を防ぐための適切な監視を行う ・機器故障等の不測の事態の発生時、作業者の安全確保のための緊急手順が定められている 				
接地	<ul style="list-style-type: none"> 接地システムは、地絡など電気回路の異常により生じる電圧上昇を防ぐよう設計すること 				

図 3-6 豪州の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/6)

① 豪州の太陽光ガイドライン



項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	接地	<ul style="list-style-type: none"> 感電を防ぐため、太陽電池アレイは接地がなされていること 			
		<ul style="list-style-type: none"> 接地回路は、保守作業等で不用意に取り外されないように、明確に識別できるようにマーキングなどをすること 			
	システム全体	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電システムの電気設備の設計は、AS/NZS 3000 - Electrical installations, known as the Australian/New Zealand Wiring Rules に準拠し、該当する規格が存在しない場合は国際電気標準会議(IEC)の規格に準拠すること 			
		<ul style="list-style-type: none"> 機器の銘板や安全に関するラベルは、読みやすく消えないように表示し、日光が当たる場合は、適切な紫外線耐性を持たせること 			
		<ul style="list-style-type: none"> AC1kVを超える電気設備は、AS 2067(Substations and high voltage installations exceeding 1kV a.c.)の要件に従って設計すること 			
		<ul style="list-style-type: none"> 太陽電池設備のDC回路を低圧で設計する場合は、DC1.5kVを超過する電気設備が存在しないように太陽光発電システムを設計すること。DC1.5kVを超過する場合は高圧となるため、電圧に関する安全対策が適切であることを確認すること 			
		<ul style="list-style-type: none"> 直流電流の事故防止や、事故電流を遮断するために、以下事項の設計・施工を推奨する <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池アレイへの負荷遮断器の設置 ・地絡監視回路の設計 ・アーク故障検出装置の使用 ・安全な配線や適切なトルク締め、適切なコネクタ接続の実施 			
<ul style="list-style-type: none"> 電気工事に使用する資材や電気設備は、設計仕様準拠していなければならない、これらを確認するため、設計仕様は文書化し、施工期間中は現場に保管することを推奨する 					

図 3-6 豪州の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/6)

① 豪州の太陽光ガイドライン



項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	システム全体	✓ 電気安全法(ES法)に基づき、高圧受変電設備工事は、系統連系する前に、当該発電システムの設計施工に関与していない、政府公認の監査人によって電氣的に安全である旨を検査及び検証すること			
		✓ 電気安全法(ES法)に基づき、事業者は施工及び維持管理中に生じる電気作業について、安全に実行されることを保証する義務がある			
		✓ 電気工事による感電を防ぐため、可能であれば作業開始前に、すべての太陽光発電設備が絶縁されていることを確認すること			
		✓ 電気工事に該当する作業は、電気安全法(ES法)に基づき、適切な免許を持つ作業者が実施すること			
		✓ 電気設備の試運転は、設置工事を行った電気工事業者が行うべきである。第三者が試運転を実施する場合、設置工事を行った電気工事業者から工事に関する詳細を聞き取る			
		✓ 事業者は安全な維持管理体制確保のために、下記事項を定め、発電システムを運用することを推奨する ・特定された危険とリスクの管理手順 ・メンテナンス作業に必要な資格、スキル、経験または知識のレベル ・電気設備や機器への絶縁、切替、アクセスに関する手順 ・植生、家畜、野生動物、害虫の管理手順 ・電気接続部の気密性及び腐食の検査・試験手順 ・構造物の検査、試験手順 ・故障状態の監視と対応手順 ・安全を確認した上での、PVモジュールの洗浄手順 ・緊急時の対応手順 ・各手順の更新とレビュースケジュール(設計変更時や安全規格の更新時を含む) ・安全事故の調査および経営陣への報告手順			

図 3-6 豪州の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/6)

① 豪州の太陽光ガイドライン



項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	システム全体	✓ メンテナンスおよび電気設備の検査は、メーカーの推奨事項と指示に従って計画された間隔で、指示通りに実施し、結果を記録することを推奨する			
		✓ 作業者の安全確保のために、送配電網との接続や解列を行う作業が生じる場合は、送配電事業者と連携した上で実施すること			
		✓ 強風による太陽電池パネルの損傷や、太陽光発電所及び周辺での火災など、想定外の事故発生時の緊急作業手順は、文書化し、メンテナンス作業者に提供することを推奨する			
電気・構造	システム全体	✓ 労働安全衛生法(WHS法)に定められている高リスク工事を伴う場合は、安全確保のために作業開始前に作業方法書(SWMS)を作成すること			
		✓ 地面からの高さが2m以上の高所での作業が生じる場合、高所作業台や足場を使用する等による、転落防止の対策を設計段階で検討し、施工中に実施すること			
		✓ 建設工費が25万ドル以上のプロジェクトにおいて、元請業者はWHS規制に基づき、以下項目を含む管理計画を作成し、変更があれば適宜修正しなければならない ・安全衛生責任を伴う労働者の氏名、役職 ・作業方法書の評価や監視、見直しの取り決め ・労働安全衛生事項を管理するための取り決め ・安全衛生規則及び当該規則を労働者へ通知する方法			
		✓ 太陽光発電所で施工作業を行う者は、作業開始前に、豪州で実施されている一般建設業導入訓練を修了すること(登録訓練機関での対面訓練であり、建設現場で遭遇する可能性のある一般的リスク、及びこれらのリスクコントロールについての基礎知識を習得するもの)			
		✓ WHS規制により、一般建設業導入訓練の合格から2年経過しており、かつ過去2年間、建設作業に従事していない作業員には、建設作業を行わせてはならない			

図 3-6 豪州の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (4/6)

① 豪州の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

豪州



項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気・ 構造	システム全体	✓ 荒れた地面や凹凸のある場所での作業による転倒を防ぐため、通路や作業場の落ち葉やごみを取り除くこと。また、通路が適切に確認できるように照明を設置することも有効である			
		✓ 太陽光発電所の建設中に、落下するリスクがある物体は、風に当たらないように配置することや、ランヤード等を活用し、落下リスクを軽減することを推奨する。また、落下物が作業員を受傷させるリスクがある場合、作業員のヘルメット着用や荷吊り場所や立入禁止区域の明示により、リスクを管理すること			
		✓ 作業現場での車両による交通事故を無くするため、歩行者と車両の通路は可能な限り離し、交通標識やミラーの設置を行うこと			
		✓ 試運転の試験結果は、設計値の範囲内であることを確認する必要がある			
		✓ 試運転の結果は文書化し、試運転責任者が署名した文書を太陽光発電システムの所有者及び運営者に提供すること。また、試運転の結果は、規制当局が検査に利用できるように、太陽光発電システムが存在する期間中は保管すること			
		✓ 労働安全衛生法(WHS法)に基づき、事業者は緊急時の避難手順や効果的な対応方法、緊急時に作動すべき装置の試験頻度や関係者への指示が記載された「緊急時計画」を太陽光発電所内に準備すること			
		✓ 「緊急時計画」は毎年見直し、全労働者に対して緊急時の手順について訓練を受講させることを推奨する。また、「緊急時計画」のコピーを地元の消防署に提供することを推奨する			
		✓ 労働安全衛生法(WHS法)に基づき、作業現場を監督する者は、建設中において、現場への不審者の侵入を可能な限り防ぐこと			

図 3-6 豪州の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (5/6)

② 豪州の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

豪州



項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	太陽電池	✓ 太陽光発電システムの効率を向上するため、インバーターに接続する太陽電池アレイの容量は、インバータ容量の75%以上が望ましい。但しインバータメーカーが指定する容量以下に抑えること			
	ケーブル	✓ 太陽電池アレイとインバータ間の最大電圧降下は3%以下とし、インバータと変電設備の電圧降下は1%以下にすることを推奨する			
	インバータ	✓ 発電効率を最適化するため、インバータの最適動作点の電圧に太陽電池アレイの出力電圧を一致させることが望ましい。また、インバータの損傷リスクを抑えるために、インバータの最大入力電圧よりも太陽電池アレイの出力電圧は小さく設計すること			
	蓄電池	✓ 大規模な送電設備や蓄電設備を設置する場合、緊急時に消火車両による消火活動ができるように、幹線道路からアクセス可能な1か所に纏めて設置すること			
	システム全体	✓ トランスとインバータから発せられる電磁波の影響を軽減するため、特別高圧送電線から50m、変電所から5mから10m程度、電磁波の影響を受ける機器を離隔すること			
構造	システム全体	✓ 造成工事などで発生した粉塵による水路汚染等を防ぐため、設計時に適切な粉塵対策(車両走行部への鉄板の敷設や、散水車による散水など)を決定し、施工時に実施すること			

図 3-6 豪州の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (6/6)

3.3 欧州

3.3.1 ドイツ

ドイツの地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-7、図 3-8 に示す。太陽光発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、太陽光発電に関する業界団体である Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie が策定した Planning and Installing Photovoltaic Systems が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出

ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
ドイツ  Planning and Installing Photovoltaic Systems	Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS)	2013年	✓ 主に中小規模の太陽光発電システムに関する設計・施工の推奨事項を記載

地上設置を主に掲載していないが、電気設計について多く掲載されているため選定した(屋根上に関する記載は、対象から除外した)

太陽光発電に関する業界団体

図 3-7 ドイツの太陽光発電設備に関するガイドライン

④ ドイツの太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

ドイツ 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	太陽電池	✓ 低温時に太陽電池モジュールの電圧は上昇する事を考慮し、ドイツでは10°Cでのモジュールの電圧値の合計値がインバータの許容最大DC入力電圧値に収まるように、ストリング内のモジュール最大数を設計すること。また-25°Cに達する寒冷地に設置する場合は20%のモジュール電圧の増加を考慮すること			
		✓ 高温時に太陽電池モジュールの電圧は公称電圧値より低くなることを考慮し、ドイツでは70°Cでのモジュールの開放電圧値の合計値が、インバータの最小DC入力電圧を上回るように、ストリング内のモジュール最小数を設計すること			
		✓ 太陽電池アレイの最大電流値がインバータの最大電流値を超えないように設計すること			
		✓ 1つの太陽光発電システムでは、同じ種類の太陽電池モジュールを使用すること			
		✓ 太陽電池モジュールは、メーカーの組立・取付手順に従い、施工すること			
		✓ 太陽電池モジュールの電気施工は、感電事故を防ぐため、雨天時の施工を避け、濡れていない工具を用いて施工すること			
		✓ フレームレスの太陽電池モジュールを使用する場合、モジュールの角と線に対して輸送時や設置時に破損しないように取り扱うこと			
		✓ 出力公差が5%より大きい太陽電池モジュールを使用する場合、設置前に個別のモジュールごとに電流値を測定し、最大動作電流(I _{pm})に近いモジュールでストリングを構成することを推奨する			
✓ 太陽電池モジュールを洗浄する場合、モジュール表面を傷つけないために、洗剤は使わずに水とスポンジを使って洗浄すること。また、メーカーの規定がある場合はそれに準拠すること					

図 3-8 ドイツの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/5)

④ ドイツの太陽光ガイドライン

ドイツ 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	ケーブル	✓ 屋外で使用するケーブルは、VDE-AR-E2283-4 Requirements for cables for PV systems のラベル:PV1-FIに準拠したものを使用すること			
		✓ ケーブル径は、VDE0298-4 Application of cables and cords in power installations または VDE-AR-E 2283-4 Requirements for cables for PV systems に記載されているケーブルの許容電流値以下であることを前提に設計すること			
		✓ 直流電圧回路の電圧降下は、VDE0100 Part 712 Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic power supply systems に準拠し、標準試験条件における太陽電池システムの公称電圧の1%以下であることが推奨される			
		✓ インバータ容量が大きく、多数のストリングから構成される太陽光発電システムの場合は、太陽電池アレイとインバータ間の距離が長くなるため、ストリングケーブルで1%、DCケーブルで1%の合計2%以下の電圧低下が許容される			
		✓ DCケーブルの許容電流値は、IEC 60364-7-712 Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic power supply systems に準拠し、標準試験条件における太陽電池アレイ短絡電流の1.25倍の大きさとする			
		✓ DCケーブルとACケーブルを一緒に敷設する場合は、法令に定められた敷設条件を遵守し、ケーブルにラベルを貼ること			
		✓ モジュール間や、接続箱・集電箱、インバータのケーブル接続を行うときは、ケーブルの極性を確認すること			
		✓ ケーブルは可能な限り日陰でかつ、避雷器から離して敷設し、ケーブル固定材は耐候性および耐紫外線性のあるものを使用すること			
✓ DCケーブルは、引火性・可燃性の高い物質が存在する可能性がある場所には敷設しないこと					

図 3-8 ドイツの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/5)

④ドイツの太陽光ガイドライン

ドイツ 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	接続箱	✓ 屋外に設置する接続箱は、IP54の保護等級と紫外線耐性を持たせること。また、メンテナンスのためにアクセスしやすく、雨や直射日光が当たらない場所へ設置することを推奨する			
		✓ DCケーブルを接続箱につなぐ作業は、アーク放電を防ぐため、接続箱に電力が供給されていない状態で実施すること			
	インバータ	✓ 発電効率を向上させるため、インバータは同じ方位角・傾斜角および影の条件で構成されたサブアレイ、またはストリングごとに接続すること			
		✓ インバータの設置場所は、メーカーが指定した環境条件を維持すること。理想的な設置場所は、高温とならず、乾燥し、埃がない屋内である			
		✓ 耐用年数を向上させるため、インバータは直射日光や雨が当たらない場所に設置することを推奨する。また、故障時に修理するためにアクセスしやすい位置に設置すること			
		✓ トランスレスインバータを使用する場合、20mAで作動し、直流および交流の漏れが発生した際に、事故が生じた太陽電池アレイの接続回路を遮断する漏れ電流制御ユニットを装備すること			
		✓ トランス付きインバータを使用する場合、EN62109-2(VDE 0126-14-2) Safety of power converters for use in photovoltaic power systems に基づく最小絶縁抵抗値を遵守しているかを、系統へ接続する前に確認する必要がある			
	蓄電池	✓ 蓄電池は、充電状態が30%以下になると深放電することで、劣化を早め耐用年数が著しく低下するため、充電コントローラーを使用するか、蓄電容量の70%のみ使用する前提で設計すること			
	接地	✓ 接地導体は、接地システムへの最短経路を確保するために、真っすぐかつ垂直に敷設すること			

図 3-8 ドイツの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/5)

④ドイツの太陽光ガイドライン

ドイツ 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	雷保護	✓ 雷に対する保護については、DIN EN 62305-3 Protection against lightning に準拠することを推奨する			
		✓ 太陽光発電システムが、落雷の危険性がある場所に設置する場合、適切に避雷器を使用すること			
		✓ 外部雷保護システムは、遮断ユニット、接地導体(最低でも16mm ² の銅ケーブル)および接地システムで構成され、VDE0185-305 Part 3 Protection against lightning に準拠し、設置すること			
		✓ 避雷器を設置する場合、動作電圧は太陽電池アレイの最大開放電圧より10%高くすること			
		✓ 事業者は、少なくとも6ヶ月に一度、避雷器の目視点検を行うこと。故障に関するインジケータは容易に目視確認できる位置に取り付けること			
	電気回路	✓ 負荷遮断器を接続する際には、極性および電流の流れる向きが正しいか確認すること			
	システム全体	✓ 直流のシステム電圧を1,500Vとすることでコスト削減することができるが、インバーターや電池モジュール等のすべての直流の電気設備は1,500Vに対応した仕様の機器を使用すること			
		✓ 太陽光発電システムの試験と規格適合は、DIN VDE 0126-23 (IEC-62446) Maintenance and testing of grid-connected PV systems に準拠すること			
		✓ 絶縁不良によるアーク放電を防ぐため、太陽光発電システムには、地絡・短絡保護対策を施し、ケーブル接続は慎重に行うこと			

図 3-8 ドイツの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (4/5)

①ドイツの太陽光ガイドライン

ドイツ 



項目	内容	設計	施工	維持管理
電気	システム全体			
	✓ 電気工業者は、太陽光発電システム全体の電気設備工事に対して責任を負い、試運転証明書で該当する全ての公認された技術規則および規格に準拠していることを確認すること			
	✓ 太陽光発電システムの試運転時に、施工業者は下記事項を記載した試運転証明書を発行すること ・アースシステムの接地有無、接地抵抗値 ・太陽光発電システムおよびDCケーブルの絶縁抵抗値 ・各太陽電池ストリングの短絡電流値 ・太陽光発電システムの開放電圧値 ・太陽電池ストリングの開放電圧値、動作電流値			
	✓ 太陽光発電システムを設置する際には、VDE-AR-E2100 Measures for the DC range of a PV installation for the maintenance of safety in the case of firefighting or technical assistance の火災安全指針に準拠すること			
	✓ 直流側の電気設備工事は、電気工事士でなくとも作業できるが、BGV A2 Electrical installation and equipment に基づき、電気工事士の監督と指導のもとで行うこと			
	✓ インバータ接続後の電気設備工事および太陽光発電システムの試運転は、専門の電気工業者が行うこと			
	✓ 半年ごとの点検として、下記を推奨する ・モジュールの表面および固定状況 ・接続箱の内部(湿気や害虫の有無) ・ヒューズの状態 ・避雷器の状態 ・ケーブルの状態(焦げや絶縁破壊、損傷等)			
✓ 3-4年ごとの定期点検として、試運転時に行った項目の測定や、専門家による検査の実施を推奨する				

図 3-8 ドイツの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (5/5)

3.3.2 イタリア

イタリアの地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-9、図 3-10 に示す。太陽光発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、新技術やエネルギーに関する国家研究機関である Energia Nucleare ed Energie Alternative が策定した Progettare e installare un impianto fotovoltaico L'ENERGIA FOTOVOLTAICA が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出

ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
 <p>① Progettare e installare un impianto fotovoltaico</p>	Energia Nucleare ed Energie Alternative (ENEA)	2008年	✓ イタリアでの日射量分析や、電気設備の設計および維持管理に関する推奨事項を記載
 <p>② L'ENERGIA FOTOVOLTAICA</p>	Energia Nucleare ed Energie Alternative (ENEA)	2006年	✓ 太陽光発電システムの設計に関する推奨事項やイタリアでの施工事例の写真を記載

新技術やエネルギーに関する国家機関

図 3-9 イタリアの太陽光発電設備に関するガイドライン

④ イタリアの太陽光ガイドライン

イタリア 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	太陽電池	✓ 設備導入費用の回収年数を最小化するために、太陽電池モジュールは、価格と両立し、発電効率が良いものを選定すること			
		✓ 使用する太陽電池モジュールにおいて、結晶シリコン系は CEI EN 61215 Terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval、薄膜系は CEI EN 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval に準拠すること			
	✓ 各ストリングは、個別にメンテナンスができる様にストリング単位で回路を切断できるように設計すること				
	✓ 維持管理において、太陽電池モジュールは、ガラスの損傷、封止材(EVA)の劣化、汚れなどを目視で確認すること				
	✓ 維持管理において、太陽電池ストリングは、電圧及び電流値を定期的に計測し、異常値が発生していないか確認することを推奨する				
	ケーブル	✓ 太陽電池モジュールとインバータ間のケーブルは、紫外線や湿度に耐性があり、火災が生じた際に有毒ガスの放出が少ない材料で作成された、IEC規格クラス II に該当する絶縁クラスのケーブルを使用すること			
✓ ケーブルの設計は、2%以内の電圧降下を目安として、電流による熱の影響を考慮したケーブル径の選定を行うこと					
接続箱	✓ 接続箱に逆流防止ダイオードを設置する場合は、逆流防止ダイオードの発熱に耐えられるように設計すること				
	✓ 接続箱は、外気温も考慮して内部の部品の最大動作温度を超えないよう、最大内部温度を設計すること				

図 3-10 イタリアの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/4)

④ イタリアの太陽光ガイドライン

イタリア 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	接続箱	✓ 維持管理において、接続箱は、部品の損傷や計器表示、ダイオードや避雷器などの保護装置、スイッチや開閉器などの装置を点検することを推奨する			
	インバータ	✓ インバータはEMC(電磁両立性)とRF(無線周波数の電磁波)の制限に関して、一般的な規則に適合すること			
		✓ インバータの入力電圧は、太陽電池ストリングの動作電圧の設計値範囲内に収めること			
		✓ インバータには、スイッチング時に電圧干渉が発生する半導体デバイスを使用しているため、CEマーク(EU加盟国の基準適合マーク)を取得している機器を選定すること			
		✓ インバータの保守は、メーカーの保守マニュアルに従って行うこと。また、機械の損傷、水の浸入、結露、部品の劣化などを確認するために、目視点検を行うことを推奨する			
	蓄電池	✓ 蓄電池を導入する場合、過充電や過放電による損傷を防ぐため、下記制御システムを設計すること <ul style="list-style-type: none"> ・On-off型: 事前設定した蓄電池の電圧が閾値に達した際に、太陽光発電システムとの接続を遮断する ・段階型: 電圧の閾値に応じて、部分的に遮断や接続を行う ・MPPT型: MPPT装置を使用する ・電子型: マイクロプロセッサ制御で管理し、バルク充電とフロート充電の2段階の動作を行う 			
		✓ 蓄電池を設置する壁や床は、耐酸性の素材で覆われ、周辺温度を低く保ち、換気されていること。また、付近には蓄電池システム以外の電気回路を設けてはならない			
✓ 蓄電池の保守は、各機器の電圧を管理すること。また、鉛蓄電池を使用する場合は、蒸留水をメーカー推奨値まで補充し、目視点検により蓄電池の劣化を確認すること					

図 3-10 イタリアの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/4)

①イタリアの太陽光ガイドライン

イタリア 

項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	接地	✓ 接地箇所にはマーキングを行うこと			
	雷保護	✓ 雷が生じる可能性がある場合、各ストリングにはサージ保護装置を設置すること			
		✓ 誘導雷による過電圧を防ぐため、インバータの入力回路にサージ保護装置を導入することを推奨する。また、サージ保護装置はヒューズを内蔵し、視覚的に状態が把握でき、容易に点検できるものを選定すること			
	システム全体	✓ 太陽光発電システムは、系統に影響を与えないように、いつでも安全に切り離しが可能な設計をすること			
		✓ 系統への悪影響や機器の損傷、人的被害を防ぐために、インバータと系統接続点の間に、系統連系保護装置を設置すること			
		✓ 4つ以上のストリングから構成される太陽光発電システムでは、各ストリングに逆流防止ダイオードを設置すること			

図 3-10 イタリアの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/4)

②イタリアの太陽光ガイドライン

イタリア 


項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	太陽電池・接続箱	✓ 太陽電池モジュール及び接続箱は、簡単に点検・交換できるように、構造物に取り付けること			
	ケーブル・接続箱	✓ ケーブル及び接続箱は、電気規格に準拠した必要とされる絶縁性及び防水性を確保すること			
	システム全体	✓ 電気設備に関する年次点検としては、太陽電池ストリング回路が導通及び絶縁、接地およびインバータの稼働状態を点検すること			

図 3-10 イタリアの太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (4/4)

3.3.3 英国

英国の地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-11、図 3-12 に示す。太陽光発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、メイドストーン行政区の自治体である Maidstone Borough Council が策定した Planning policy advice note: Large scale (>50kW) solar PV arrays や、出力設備に関する設置基準等を策定している団体である Microgeneration Certification Scheme Service Company Limited が策定した Guide to the Installation of Photovoltaic Systems が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出

	ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
英国 	A Planning policy advice note: Large scale (>50kW) solar PV arrays	Maidstone Borough Council	2014年	✓ 大規模太陽光発電システムの設計・施工に関する推奨事項を記載
	B Guide to the Installation of Photovoltaic Systems (小出力設備)	Microgeneration Certification Scheme Service Company Limited (MCS)	2013年	✓ 小規模太陽光発電システムに関する設計・施工の推奨事項を記載

地上設置を主に掲載していないが、電気設計について多く掲載されているため選定した(屋根上に関する記載は対象から除外した)

小出力設備に関する設置基準等を策定している団体

図 3-11 英国の太陽光発電設備に関するガイドライン

① 英国の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

英国 

	項目	内容	設計	施工	維持管理
電気	太陽電池	✓ 太陽電池モジュールの反射光の影響が懸念される場合は、反射について考慮し、設計すること			
	ケーブル	✓ 架空線および地中線のケーブルルートについて、生物多様性に影響を及ぼす可能性がある場合は、設計時に専門家に相談し、意見を取り入れて設計することを推奨する			
構造	基礎	✓ 杭打ち基礎を採用する場合、施工による近隣への騒音が、法定騒音レベルを超えないことを確認すること			

図 3-12 英国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/4)

② 英国の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

英国 

	項目	内容	設計	施工	維持管理
電気	太陽電池	✓ 太陽電池モジュールは、IEC 61730 Photovoltaic module safety qualification に準拠し、CEマークを取得しているものを使用すること			
		✓ 結晶系および薄膜系の太陽電池モジュールはそれぞれ IEC 61215 Terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval, IEC 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval に準拠したものをを使用すること			
	ケーブル	✓ ケーブルのサイズは、BS 7671 The IET Wiring Regulations に準拠すること。また、アレイとインバータ間の電圧降下は3%未満になるように設計すること			
		✓ 太陽電池モジュールの裏側に配線するケーブルは最低でも-15°C-80°Cの温度範囲に耐えられるものを使用すること			
		✓ 屋外配線するケーブルは、耐候性および耐紫外線を有するものを推奨する			
		✓ 回路構成の異なる複数の太陽電池サブアレイやストリングの配線を接続箱に接続する場合、回路構成が同じ回路の配線を回路構成が異なる回路と明確に識別できるようにすること			
		✓ コネクタを使用する場合、同メーカーのもので、BS EN 50521 Connectors for photovoltaic systems Safety requirements and tests に適合するものとする。メーカーが異なる場合、BS EN 50521に対して、互換性を確認したテストレポートがコネクタのメーカーから提供されている場合のみ使用すること			
		✓ ケーブルと太陽電池モジュールを完全に保護するために、ストリングケーブルの正極と負極の両方にストリングヒューズを設置すること			
✓ インバータと連系点間のACケーブルは、電圧降下は1%以下となるように設計すること。また、大規模な設備では、BS 7671 The IET Wiring Regulations で規定されている電圧降下制限の範囲内に収めること					

図 3-12 英国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/4)

⑧英国の太陽光ガイドライン

英国 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	ケーブル	✓ インバータ出カケーブルの過電流保護等は、分電盤で行い、BS 7671 The IET Wiring Regulations の要件に準拠した保護対策を行うこと			
	インバータ	✓ インバータは、BS 7671 The IET Wiring Regulations に準拠したものを採用すること			
		✓ 方位角・傾斜角が大きく異なるストリングを持つ太陽光発電システムでは、全体の発電性能の低下を防ぐため、複数のMPPT機能を持つインバータに接続するか、同程度の最大動作電流 (pm) であるストリングごとにインバータを分けることを推奨する			
		✓ 運用時の太陽電池アレイの最大電圧および最大電流、-15°Cの環境でアレイの最大開放電圧に対して、安全に耐えられるインバータを採用すること			
	蓄電池	✓ インバータのAC側の容易にアクセスできる場所に開閉器を設置すること			
	✓ 蓄電池の充放電コントローラーを使用する場合、CEマークを取得しているものを使用すること				
電気回路	✓ 太陽電池アレイの接地部分に地絡遮断器を設置し、地絡発生時には地絡電流を遮断すること。また、地絡により機器が故障した際に、システム管理者が迅速に把握できる警報システムを設定すること				
	✓ ヒューズ等の遮断器の過電流強度は、太陽光発電システムの公称最大出力が、3kWp未満では1A以下、3kWpから100kWp未満では3A以下、100kWp以上では5A以下とすること				
	✓ BS 7671 The IET Wiring Regulations に準拠した結果、漏電遮断器が必要である場合、IEC 62423 Residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses のタイプBに準拠した機器を使用すること				

図 3-12 英国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/4)

⑧英国の太陽光ガイドライン

英国 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	接地	✓ 接地する場所は、太陽電池モジュールおよび架台メーカーの説明書に従い決定すること			
		✓ 接地導体は、インバータに内蔵された直流絶縁監視装置に干渉する可能性があるため、直流回路の接地が必要な場合は、インバータメーカーの指導のもと、インバータ内部で接地することを推奨する			
	雷保護	✓ 雷に対する保護については、BS EN 62305 Lightning protection standard に準拠することを推奨する			
	システム全体	✓ 太陽光発電システムのDC側の電気工事を行う業者は、太陽光発電システムを扱うための訓練(太陽光発電システムの電圧等)を受けていること			
		✓ 電気工事を行う際には、太陽光発電システムの設備に触れる前に、必ず電圧の有無を確認すること			
✓ 系統連系した太陽光発電システムを試運転する場合、ER G59 RECOMMENDATIONS FOR THE CONNECTION OF GENERATING PLANT TO THE DISTRIBUTION SYSTEMS OF LICENSED DISTRIBUTION NETWORK OPERATORS の要件に準拠し行うこと					

図 3-12 英国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (4/4)

3.4 北米

3.4.1 米国

米国の地上設置型に関する太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 3-13、図 3-14 に示す。発電設備の設計・施工に関するガイドラインとしては、カリフォルニア州ビュート郡政府が策定した Butte Utility-Scale Solar Guide や、再生可能エネルギー技術に関する国家機関である The National Renewable Energy Laboratory が策定した U.S. Solar Photovoltaic System and Energy Storage Cost Benchmarks Best Practices in PV System Installation が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出

	ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
米国 	(A) Butte Utility-Scale Solar Guide	Butte County CALIFORNIA	2017年	✓ 太陽光発電システムの設計に関する規制や、施工の推奨事項について記載
	(B) U.S. Solar Photovoltaic System and Energy Storage Cost Benchmarks	The National Renewable Energy Laboratory (NREL)	2021年	✓ 主に蓄電システムの設計に関する事項やコストベンチマークについて記載
	(C) Best Practices in PV System Installation	The National Renewable Energy Laboratory (NREL)	2015年	✓ 主に電気設備の設計・施工に関する国際規格について記載

再生可能エネルギー技術に関する国家機関

図 3-13 米国の太陽光発電設備に関するガイドライン

① 米国の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

米国 

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	太陽電池	✓ 太陽電池モジュールの反射光が、近隣の住居や公道に影響を与える可能性がある場合、太陽光発電システムの機能や効率を考慮しつつ、反射光を抑える設計を行うこと			
	システム全体	✓ 太陽光発電所の付近に設置する照明は、近隣への光害を最小限に抑えるため、モーションセンサーや照明の光源部を視線外にした器具を用いて設計すること			
構造	システム全体	✓ 敷地内への不正入場を防ぐため、太陽光発電システム周辺に、高さ8フィート(約2.43m)までのフェンスを設置する等、適切な対策を行うこと			
電気・構造	システム全体	✓ 施工期間中に発生する粉塵を防ぐために以下を実施すること ・掘削または整地された土壌への定期的な散水 ・粉塵飛散防止剤の使用 ・敷地内通路の定期的な清掃 ・強風時の整地、砂利敷き、土砂移動、掘削活動の制限 ・敷地内の車両のアイドリング及び走行回数の制限			
		✓ メンテナンス事業者は、定期的に雑草やゴミを除去し、緊急対応時に敷地内の各所へアクセス可能な状態に維持すること			
		✓ 施工期間中に、仮設道路や資材置き場、現場事務所を設置する場合、施工後には施工前の状態に戻すこと			
		✓ 敷地内への入場ゲートや配電盤などには、常に施錠を行うこと			
		✓ 敷地内での車両走行速度は、時速15マイル(約24km/h)に制限することを推奨する			

図 3-14 米国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/3)

②③ 米国の太陽光ガイドライン



項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	太陽電池	✓ 太陽電池モジュールは、UL 1703 Standard for Flat Plate Photovoltaic Modules and Panels 及び ASTM E2481 - 06 Standard Test Method for Hot Spot Protection Testing of Photovoltaic Modules に準拠し、ISO 9001 Quality management systems に準拠し、製造されているものを使用すること			
		✓ 結晶系および薄膜系の太陽電池モジュールはそれぞれ IEC 61215 Terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval, IEC 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval に準拠すること			
	接続箱	✓ コネクタおよび接続箱は、それぞれ IEC 62852 Connectors for DC-application in photovoltaic systems - Safety requirements and tests, IEC 62790 Junction boxes for photovoltaic modules - Safety requirements and tests に準拠したものをを使用すること			
		インバータ	✓ トランスレスインバータを使用するシステム(非接地型の場合、太陽電池モジュールは電圧誘起劣化(PID)に強いものを使用することを推奨する		
	✓ インバータは、IEEE 1547 Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces に準拠し、設置要件については、NEC 690 Solar Photovoltaic Systems と NEC 705 Interconnected Electric Power Production Sources を準拠すること				
	分電盤	✓ 分電盤等の盤はNEMA規格(米国電機工業会の規格)およびIP規格(防水・防塵規格)に準拠したものをを使用すること			
	蓄電池	✓ 蓄電池を用いる太陽光発電システムで、DCもしくはAC結合を選択する際には、システム性能やメンテナンス効率、設置状況(新設および既設への設置)等を考慮し、検討すること			
接地	✓ 接地は、NEC 690-5 Solar Photovoltaic Systems および NEC 250 Grounding に準拠し実施すること				
	✓ 太陽光発電システムの出力回路の導体を接地する場合、NEC(米国電気工事規程)に準拠し、1点のみで接地すること				

図 3-14 米国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/3)

②③ 米国の太陽光ガイドライン



項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	システム全体	✓ 太陽光発電システムの設置は、州、電力会社、地域のAHJ(管轄当局)の要件および、メーカーの設置要件の全てに準拠すること			
		✓ 太陽光発電システム機器へのラベル表示は、NEC 690 Solar Photovoltaic Systems と NEC 705 Interconnected Electric Power Production Sources を準拠すること			
		✓ パワーオプティマイザーやマイクロインバータを使用する場合、将来のメンテナンスのため、施工時に各機器のシリアルナンバーを図面に記入することを推奨する			
		✓ 系統連系を行う場合、IEEE 1547 Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces に準拠すること			
		✓ 施工業者は、完成した太陽光発電システムに第三者による現地検査検証(FIV)を実施し、機器メーカーの仕様や関連法規に従い設置されているか検証することを推奨する。ここでの第三者とは、本システムの設計・施工に関与していない技術的な有資格者を指す			
		✓ 施工後の現地検査検証(FIV)では、下記項目等を対象に合否を判定し問題が特定された場合、施工業者へ是正措置を促すこと ・太陽電池モジュール ・インバータ ・ケーブル管および接続箱 ・AC/DC負荷開閉器 ・各機器へのラベル貼付 ・接地、ケーブル管理 ・太陽光発電システムの配置レイアウト			
構造	架台	✓ 架台およびモジュール留め金具の設置要件は、UL 2703 Mounting Systems, Mounting Devices, Clamping/Retention Devices, and Ground Lugs for Use with Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels に準拠すること			

図 3-14 米国の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/3)

4. 業界団体等のガイドライン

業界団体等が策定した太陽光発電設備のガイドラインの調査結果を図 4-1、図 4-2 に示す。太陽光発電設備 の設計・施工に関するガイドラインとしては、欧州の太陽光発電に関する業界団体である Solar Power Europe が策定した EPC Best Practice Guidelines や、民間による開発を促進する国際金融機関の International Finance Corporation が策定した Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants: A Project Developer's Guide Utility Scale Solar Power Plants: A Guide For Developers and Investors が存在する。

主に電気設計及び施工に関する項目を抽出

	ガイドライン名称	管轄団体	制定年	内容
業界団体	EPC Best Practice Guidelines	Solar Power Europe (SPE)	2021年	✓ EPCの機器調達から設計・施工、維持管理への引継までの推奨事項を記載
	Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants : A Project Developer's Guide	International Finance Corporation (IFC)	2015年	✓ 大規模の太陽光発電システムについて、主に設計・施工者向けの確認事項を記載
	Utility Scale Solar Power Plants : A Guide For Developers and Investors	International Finance Corporation (IFC)	2012年	✓ 大規模の太陽光発電システムについて、設計や施工後の試運転時の推奨事項について記載

図 4-1 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドライン

① 業界団体の太陽光ガイドライン

	項目	内容	業界団体		
			設計	施工	維持管理
電気	太陽電池	✓ 太陽電池モジュールを各規格の試験条件と異なる高温の環境で使用する場合、メーカーの仕様書と併せて IEC TS 63126 Guidelines for qualifying PV modules, components and materials for operation at high temperatures に準拠することを推奨する			
		✓ 太陽電池モジュールに対する風荷重、積雪荷重については、IEC TS 63209 Photovoltaic modules - Extended-stress testing に準拠すること			
		✓ 試運転時に、ドローンを用いた太陽電池モジュールのサーモグラフィ分析の実施を推奨する			
		✓ IEC 62446 Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection に従い、太陽電池モジュールの開放電圧 (VOC) および短絡電流 (ISC) の測定を推奨する			
		✓ 太陽電池アレイの開放電圧 (VOC) の試験では、測定時の温度を記録し、データシートの標準試験条件 (STC) から算出した電圧値と比べて5%以内に測定値が収まっている場合は合格とする			
	インバータ	✓ インバータは、EU 2016/631 establishing a new code on requirements for grid connection of generators の要件に準拠した設計とすること			
	ケーブル	✓ DCケーブルは、IEC 62930 2017 Electric cables for photovoltaic systems with voltage rating of 1.5kV DC のクラス5か6、もしくはUL規格のクラスB以上に該当するものを設計すること			
		✓ DCケーブルの配線や接続方法は、IEC 62930 2017 resp. EN 50618 Electric cables for photovoltaic systems with a voltage rating of 1.5kV DC や IEC 62790 Junction boxes for photovoltaic modules - Safety requirements and tests, IEC 62852 Connectors for DC application in photovoltaic systems - Safety requirements and tests, IEC 62738 Ground-mounted photovoltaic power plants - Design guidelines and recommendation に準拠すること			
	蓄電池	✓ 蓄電池を導入する場合、蓄電池の稼働パターンや負荷特性を設定し、あらかじめ電池の劣化や交換時期を定めておくこと			

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (1/7)

① 業界団体の太陽光ガイドライン

業界団体 Solar Power Europe (SPE)

項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	蓄電池	✓ 蓄電池の交換時期は、バッテリーの稼働率に応じて異なるが、一般的には初期容量の60~80%となった際に交換検討を推奨する			
		✓ 大型の蓄電池システムを設計する場合、システムのインバータと冷却システムが稼働に際して発する音量が、設置地域の騒音規制に抵触しないか確認すること			
		✓ 不適切な取扱による感電事故を避けるため、定置型蓄電システムのメンテナンス要員は訓練を受けた技術者が行う必要があり、資格要件は IEEE 1657-2018 Recommended Practice for Personnel Qualifications for Installation and Maintenance of Stationary Batteries に準拠すること			
		✓ 蓄電池の設置場所は、消防の観点からアクセス可能な場所を推奨する			
	監視制御システム	✓ 監視制御システムの機器は、メーカーが指定する手順にて試運転を行うこと			
	システム全体	✓ 太陽光発電システムの試運転を行う試験事項について、詳細な文書を作成し、事前にシステム所有者と合意しておくこと			
		✓ 系統連系する場合、太陽光発電システムに通電する前に、IEC 62446 Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection に従って、太陽光発電システムの試験測定を実施すること			
		✓ インバータから変圧器までのACケーブル、変圧器およびUMVスイッチギアを含むすべてのAC回路は、IEC 60364-6 Low voltage electrical installations Verification に従って試験すること			
✓ 太陽電池アレイを構成するDC回路において、極性の確認、ストリング回路の開放電圧や短絡又は動作時の電流の測定、絶縁抵抗測定を行うこと。また、DC回路を接地している場合は、接地導体の通電性の確認を行うこと					

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (2/7)

① 業界団体の太陽光ガイドライン

業界団体 Solar Power Europe (SPE)

項目		内容	設計	施工	維持管理
電気	システム全体	✓ インバータおよび変圧器の試運転は、メーカーまたはメーカー認定業者が指定する手順で行い、試験運転報告書はメーカーが提供する様式を用いて作成すること			
		✓ 試運転では、少なくとも以下内容を実施すること ・太陽電池モジュールおよびケーブル配線の目視点検 ・システム全体の太陽電池モジュールの出力値の検証 ・補助システム(防火システム、防鼠、変圧器の換気、温度センサー、UPSシステム等)の動作検証 ・監視制御システムの入力信号が正しく表示されるかを確認するための対向試験 ・各機器のアラームに関する閾値の設定 ・ストリングの極性および通電確認 ・全設備の通電確認 ・接地システムの機能検査			
構造	基礎	✓ 土木工事(ケーブルダクト敷設に伴う掘削、基礎工事、送電用鉄塔、インバータ、配電設備の設置場所の造成、敷地内の道路工事等)は、電気作業との干渉や重複を最小限にするため、電気工事の施工時期と可能な限り重複しないように計画すること			
	架台	✓ 架台は、Eurocodes 1991 1-1-1-6 Actions on Structures に準拠し設計すること ✓ 架台は、腐食を防ぐためにアルミ製や亜鉛めっき製とし、EN ISO 1461 Hot dip and coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods と EN 10346 Continuously hot dip coated steel flat products. Technical delivery conditions に準拠した仕様とすること			
電気・構造	システム全体	✓ 機器故障時のダウンタイムを最小限に抑えるため、部品の予備を保管する倉庫を設置することが推奨される			
		✓ 太陽光発電システムを適切に管理するため、O&M事業者には、太陽光発電システムの設計施工に関する資料を提供することを推奨する			

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (3/7)

②③ 業界団体の太陽光ガイドライン

業界団体 International Finance Corporation (IFC)

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	太陽電池	✓ 低温環境下における太陽電池アレイの最大電圧は、インバータの許容最大DC入力電圧値に収まるように設計すること			
		✓ 高温環境下における太陽電池アレイの最小電圧は、インバータの最小DC入力電圧値を上回るように設計すること			
		✓ インバータの早期老朽化および効率低下を防ぐため、太陽電池アレイのストリング数は、太陽電池アレイの最大電流値がインバータの最大電流値に収まる範囲で設計すること			
	ケーブル	✓ DCケーブルの種類とサイズは、各国に適用される法規則を考慮し、設計すること			
		✓ 太陽電池モジュールやストリングのケーブルは、専用のケーブルトレイや固定材を用いて架台へ固定すること			
		✓ ケーブルは直射日光や水、架台との摩擦から保護すること			
		✓ 短絡を防止するため、太陽電池モジュールの接続に使用するケーブルは単芯の二重絶縁ケーブルを推奨する			
		✓ 電力損失を減らすため、DCケーブルのサイズは標準試験条件下(STC)において、太陽電池アレイとインバータ間の電圧降下が3%以下となるように設計すること			
		✓ ACおよびDCケーブルは、メーカーの推奨方法に沿って施工すること			

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (4/7)

②③ 業界団体の太陽光ガイドライン

我が国のガイドラインの参考とした内容

業界団体 International Finance Corporation (IFC)

項目	内容	設計	施工	維持管理	
電気	ケーブル	✓ ACケーブルのサイズは、電力損失とケーブル導入コストのバランスから最も費用対効果が高くなるように設計すること			
		✓ 施工時のケーブル損傷を防ぐため、施工業者はケーブルの許容張力と許容曲げ半径を遵守し施工すること			
		✓ 地中ケーブルを施工する場合、ケーブルは地下500~1,000mm程度にケーブルダクトなどを使用して埋設し、ケーブルへ警告テープを貼り、地表に適切な間隔で標識を設置すること			
		✓ アーク放電の発生による事故を防ぐため、コネクタの着脱は回路を絶縁した後に行うこと。また、コネクタには通電時の着脱を警告するラベルを貼付すること			
	接続箱	✓ 太陽光発電システムは日中に発電しているため、安全上の理由からすべての接続箱の見やすい位置に、感電を警告するラベルを貼付すること			
		✓ 接続箱は直射日光の当たらない場所へ設置し、小型サーキットブレーカー(MCB)が過熱することによって生じる不必要なトリップを防ぐこと			
	インバータ	✓ インバータの効率は動作電圧に依存するため、太陽電池アレイの動作電圧とインバータの最適電圧は、可能な限り一致させ、インバータ効率の最適化を推奨する			
	ケーブル・変圧器	✓ ACケーブル、ACスイッチギア、変圧器は、ISO 9001(品質)に認定されたメーカーの製品を使用すること			
	変圧器	✓ 変圧器の仕様は、IEC 60076 Power transformers に準拠すること			

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (5/7)

② ③ 業界団体の太陽光ガイドライン

業界団体 International Finance Corporation (IFC)

	項目	内容	設計	施工	維持管理
電気	変圧器	✓ メンテナンスや故障時の交換を容易かつ安全に行うため、変圧器は設計時に定めた場所へ設置すること			
	防犯システム	✓ 防犯の観点から、太陽光発電システムには監視カメラを設置すること。また、カメラは不審者の侵入経路を特定できるようにズーム機能があり、遠隔操作できる機種を推奨する			
	接地	✓ 接地極は接続箱の近くに打ち込み、接地導体は接続箱の接地端子から接地極に落とすこと。また、太陽電池アレイ全体に接地をとる必要があり、そのための接地ケーブルの長さは可能な限り短くすること			
	電気回路	✓ 4つ以上のストリングで構成される太陽電池アレイ又は、故障時に大きな逆電流が生じる可能性がある太陽電池アレイには、小型サーキットブレーカー(MCB)を設置すること			
		✓ 小型サーキットブレーカー(MCB)の公称動作電流値は、不必要にトリップすることを防ぐため、ストリング最大動作電流(I _{pm})の1.25倍以上に設計すること			
		✓ 接続箱内には過電流を遮断するためのヒューズを、回路を遮断するための負荷遮断器を正極と負極の両回路に設けること			
		✓ 太陽電池アレイとインバータ間にDCサーキットブレーカーを設置することを推奨する。一方で、DCサーキットブレーカーを内蔵しているインバータを採用する場合は、別途DCサーキットブレーカーを設置する必要はない			
✓ 太陽電池アレイを絶縁する手段として、インバータの出力側へ断路器を設置することを推奨する					

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (6/7)

② ③ 業界団体の太陽光ガイドライン

業界団体 International Finance Corporation (IFC)

	項目	内容	設計	施工	維持管理
構造	基礎	✓ 土木工事を行う前には、地盤に関する綿密な調査を行うこと。また、地盤調査の結果を基に、地盤の状態に適合した基礎を設計・設置すること			
		✓ 基礎工事のための掘削作業や杭の打設作業を行う前に、地表下に危険な障害物や物質がないかを確認・調査すること			
	システム全体	✓ 太陽光発電システム周辺のフェンスは、忍び返し付きの垂鉛メッキのフェンスを推奨する			
電気・構造	システム全体	✓ 試運転では、太陽光発電システムが構造・電氣的に安全であり、耐用年数の間、設計通りの性能で運転できる耐久性を保持していることを確認すること			
		✓ 試運転は、施工完了直後に実施することを推奨する。また必要に応じて、ストリングごとに実施すること			
		✓ 試運転が完了した際には、作業結果が適切であったことを証明するため、試運転を行った責任者が署名した試運転記録を作成し、発電事業者へ引き渡すこと			
		✓ 太陽光発電システムの施工に関して、天候によって作業が滞る場合や、許認可が下りるまで作業が進められない可能性がある場合、それらを織り込み、各作業期間および完了時期を計画すること			

図 4-2 業界団体等の太陽光発電設備に関するガイドラインの項目別 (7/7)

5. 我が国のガイドラインへの示唆

調査対象のガイドラインのうち、我が国のガイドラインを作成するうえで参考とした電気設備に関する内容を図 5-1 に示す。

○ドイツのガイドライン

- フレームレスの太陽電池モジュールを使用する場合、モジュールの角と縁に対して輸送時や設置時に破損しないように取り扱うこと。
- 太陽電池モジュールの電気施工は、感電事故を防ぐため、雨天時の施工を避け、濡れていない工具を用いて施工すること。

○英国のガイドライン

- ケーブルと太陽電池モジュールを完全に保護するために、ストリングケーブルの正極と負極の両方にストリングヒューズを設置すること。

○業界団体のガイドライン

- 地中ケーブルを施工する場合、ケーブルは地下 500~1,000mm 程度にケーブルダクトなどを使用して埋設し、ケーブルへ警告テープを貼り、地表に適切な間隔で標識を設置すること。

○韓国のガイドライン

- 電気設備は、集中豪雨時の浸水を避けるため、十分高い場所に設置し、電気設備の周囲に排水設備を設置すること。





項目	内容	電気設備		
		設計	施工	維持管理
 太陽電池	✓ フレームレスの太陽電池モジュールを使用する場合、モジュールの角と線に対して輸送時や設置時に破損しないように取り扱うこと			
 太陽電池	✓ 太陽電池モジュールの電気施工は、感電事故を防ぐため、雨天時の施工を避け、濡れていない工具を用いて施工すること			
 ケーブル	✓ ケーブルと太陽電池モジュールを完全に保護するために、ストリングケーブルの正極と負極の両方にストリングヒューズを設置すること			
業界団体	✓ 地中ケーブルを施工する場合、ケーブルは地下 500~1,000mm 程度にケーブルダクトなどを使用して埋設し、ケーブルへ警告テープを貼り、地表に適切な間隔で標識を設置すること			
 システム全体	✓ 電気設備は、集中豪雨時の浸水を避けるため、十分高い場所に設置し、電気設備の周囲に排水設備を設置すること			

図 5-1 我が国のガイドライン作成に当たり参考とした内容（電気設備）

次に、構造体において、我が国のガイドラインを作成するうえで参考とした内容を図 5-2 に示す。

○英国のガイドライン

- 杭打ち基礎を採用する場合、施工による近隣への騒音が、法定騒音レベルを超えないことを確認すること。

○豪州のガイドライン

- 造成工事などで発生した粉塵による水路汚染等を防ぐため、設計時に適切な粉塵対策(車両走行部への鉄板の敷設や、散水車による散水など)を決定し、施工時に実施すること。
- 荒れた地面や凹凸のある場所での作業による転倒を防ぐため、通路や作業場の落ち葉やごみを取り除くことや、通路が適切に確認できるよう照明を設置すること。

○米国のガイドライン

- 施工期間中に発生する粉塵を防ぐために掘削または整地された土壌への定期的な散水、粉塵飛散防止剤の使用、敷地内通路の定期的な清掃、強風時の整地、砂利敷き、土砂移動、掘削活動の制限、敷地内の車両のアイドリング及び走行回数の制限を設けること。
- メンテナンス事業者は定期的に雑草やゴミを除去し、緊急対応時に敷地内の各所へアクセス可能な状態に維持すること。

○ベトナムのガイドライン

- 建設工事全体の調整、品質、スケジュールを確保するために、請負業者や発電事業者から独立した第三者コンサルタントによる適切な施工監理チームの雇用を検討すること。






項目	内容	構造体		
		設計	施工	維持管理
	基礎 ✓ 杭打ち基礎を採用する場合、施工による近隣への騒音が、法定騒音レベルを超えないことを確認すること			
	システム全体 ✓ 造成工事などで発生した粉塵による水路汚染等を防ぐため、設計時に適切な粉塵対策(車両走行部への鉄板の敷設や、散水車による散水など)を決定し、施工時に実施すること			
	システム全体 ✓ 荒れた地面や凹凸のある場所での作業による転倒を防ぐため、通路や作業場の落ち葉やごみを取り除くこと。また、通路が適切に確認できるように照明を設置することも有効である			
	システム全体 ✓ 施工期間中に発生する粉塵を防ぐために以下を実施すること ・掘削または整地された土壌への定期的な散水 ・粉塵飛散防止剤の使用 ・敷地内通路の定期的な清掃 ・強風時の整地、砂利敷き、土砂移動、掘削活動の制限 ・敷地内の車両のアイドリング及び走行回数の制限			
	システム全体 ✓ メンテナンス事業者は、定期的に雑草やゴミを除去し、緊急対応時に敷地内の各所へアクセス可能な状態に維持すること			
	システム全体 ✓ 建設工事全体の調整、品質、スケジュールを確保するために、請負業者や発電事業者から独立した第三者コンサルタントによる適切な施工監理チームを雇用することも検討する			

図 5-2 我が国のガイドライン作成にあたり参考とした内容（構造体）

この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20015）「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発」事業の結果として得られたものです。