

日本電機工業会・太陽光発電協会技術資料

太陽光発電システム保守点検ガイドライン

Guideline on maintenance of PV systems

2016年(平成28年)12月28日 制定



一般社団法人日本電機工業会



目次

1	適用範囲と目的	1
1.1	適用範囲	1
1.2	目的	2
2	引用規格	2
3	用語及び定義	2
4	システム文書要件	5
4.1	一般	5
4.2	システムデータ	5
4.3	結線図	6
4.4	ストリングレイアウト	7
4.5	データシート	7
4.6	架台, 基礎設計情報	7
4.7	非常用機器情報	7
4.8	運用・保守情報	7
4.9	発電性能ベンチマーク	8
5	検証(点検)	8
6	試験手順-カテゴリ 1	8
7	試験手順-カテゴリ 2	8
8	試験手順-追加試験	8
9	点検報告書	8
9.1	一般	8
9.2	点検前の書類の確認	9
9.3	定期点検	9
10	保守・定期点検の進め方	9
10.1	一般	9
10.2	点検の頻度とトリガー	9
10.3	具体的な点検頻度を決定するためのその他の考慮点	14
11	点検作業	15
11.1	一般的なサイト目視検査	15
11.2	機器類検査及び安全に係わる保守	16
11.3	発電性能に係わる保守	19
12	トラブルシューティングと修理	21
12.1	危険事象による設備停止	21
12.2	非危険事象に対するトラブルシューティング	21
12.3	トラブルシューティング事故又は事象誘起の問題	21
12.4	発電性能に関する問題の診断	22
13	追加手順	23
13.1	安全手順	23

13.2	解列手順	23
13.3	製造業者指定検査	25
13.4	電気試験手順	25
13.5	診断手順	28
附属書 A (規定)	電気安全上の考慮点	32
A.1	専門技術者	32
A.2	一般安全注意点	32
A.3	保護具	33
A.4	解列手順	33
A.5	ロックアウトタグアウト	33
A.6	太陽光発電システム専用の標識と表示	34
A.7	太陽光発電設備に係る感電防止のための表示	34
附属書 B (参考)	定期点検要領の例	35
B.1	一般	35
B.2	10 kW 以下 (住宅用) の定期点検要領例	35
B.3	10 kW 以上の一般用電気工作物の定期点検要領例	38
B.4	事業用 (自家用) 電気工作物の定期点検	42
附属書 C (参考)	太陽光発電システム運用	44
附属書 D (規定)	点検要件と方法	45
D.5	検証 (点検)	45
D.6	試験手順-カテゴリ 1	51
D.7	試験手順-カテゴリ 2	55
D.8	試験手順-追加試験	59
附属書 E (参考)	I-V 曲線形状の解釈	62
E.1	一般	62
E.2	バリエーション 1-曲線に段差又は変形	62
E.3	バリエーション 2-電流小	63
E.4	バリエーション 3-電圧低下	63
E.5	バリエーション 4-肩部分の曲線が緩やかになる	64
E.6	バリエーション 5-こう配部の傾きが緩やかになる	64
E.7	バリエーション 6-上部緩こう配部のこう配の変化	64
【解説】		
1	制定の趣旨	67
2	IEC 規格の制定の趣旨	67
3	適用範囲の考え方	68
3.1	適用範囲の具体例	68
4	国内法の順守	69
5	参考情報 I	69
5.1	点検の基本原則	70

5.2	点検前の準備	71
5.3	日常点検	71
5.4	点検に用いる機械器具	72
5.5	測定方法の補足	73
6	参考情報 II	84
6.1	断路器, 開閉器, 遮断器 (全般)	84
6.2	竣工時に提供されるシステムデータの例 (4.1 関連情報)	84
6.3	架台, 基礎設計情報 (4.6 関連情報)	84
6.4	日影評価 (8.4 関連情報)	84
6.5	屋根設置システム (11.1.2, 附属書 B 関連情報)	85
6.6	太陽電池アレイの汚染と清掃 (11.3.6 関連情報)	85
6.7	発電性能に関する問題の診断 (12.4 関連情報)	86
6.8	パワーコンディショナ製造業者指定検査 (13.3.1 関連情報)	86
6.9	追尾装置製造業者指定検査 (13.3.2 関連情報)	86
6.10	データ収集システム専用検査 (13.3.3 関連情報)	87
6.11	パワーコンディショナ診断 (13.5.2 関連情報)	87
6.12	太陽光発電設備に係る防火安全対策 (箇条 A.6 関連情報)	89
6.13	土木構造物等に対する具体的な根拠資料の例 (附属書 C 関連情報)	90
6.14	DC システムー感電保護 (D.5.2.3 関連情報)	91

太陽光発電システム保守点検ガイドライン

Guideline on maintenance of PV systems

まえがき

この技術資料は、2016年にCD（Committee Draft：委員会原案）として発行された IEC 62446-2 Ed.1 及び一般社団法人日本電機工業会（JEMA）技術資料 JEM-TR228，一般社団法人太陽光発電協会（JPEA）技術資料 BU 167001，同技術資料 BU 145001 を元に作成した JEMA 及び JPEA の技術資料である。

この技術資料は、電気設備の技術基準などを、IEC の基準を参照して記載している。国内では、“電気設備に関する技術基準を定める省令”及びその解釈を示す“電気設備の技術基準の解釈”が定められており、IEC の基準に代えて上記国内基準に準拠することによっても、電気設備の技術基準を満たすことができる。

この技術資料は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この技術資料の一部が、特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触するおそれがあることに注意を喚起する。JEMA 及び JPEA は、このような特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任をもたない。

1 適用範囲と目的

1.1 適用範囲

この技術資料は、直流 1 500V 以下の太陽光発電システム（太陽電池アレイ、接続箱・集電箱、パワーコンディショナ及びこれらを構成するケーブルなど）を対象とし、パワーコンディショナから先の交流側は規定しない。ただし、太陽光発電システムに受変電設備が含まれない場合は、電気事業者又は需要設備との責任分界点までの設備、ケーブルなどを含む。また、太陽光発電システム以外の発電設備又は蓄電池その他の貯蔵装置を含むシステムでは、太陽光発電システム部分を対象とする。

この技術資料は、上記範囲の系統連系太陽光発電システムの基本的な予防、是正、及び発電性能に係わる保守要件並びに推奨案を記載する。この技術資料は、次の内容を扱う。

- 信頼性、安全性及び耐火性に係わるシステム機器及び接続部の基本的保守
- 不具合対応手順及びトラブルシューティングのための手段
- 作業者の安全

この技術資料は、太陽電池モジュールの洗浄、植生の管理など、期待される発電性能を最大限にするための保守項目も扱っている。屋根設置、地上設置それぞれ特有の配慮点をまとめている。系統と連系していないシステム、太陽光発電システム以外の発電設備及び蓄電池その他の貯蔵装置は対象外である。システムが適切な設計規格及び/又は設置規格に準拠していることを前提としており、その確認のために実施された竣工検査（新規設置の完成時又は既存設備の変更の完成時に行う検査）の結果を参照することがある。

太陽光発電システムの保守は、運用及び保守（O&M）という包括的な用語で一括りにされることが多い。この技術資料は、運用に係わるビジネスプロセス又は経営プロセス（例 予測又は電気料金優遇措置など）、システムの基本動作条件、安全性及び発電性能以外の要素に左右されるその他の事項については扱わない。

また、この技術資料では、システム所有者が実施する工具、計測器などを用いない、主として目視にて

確認を行う日常点検（日常巡視）は扱わない。

注記 需要設備とは、電気使用場所と同一の構内に設置する電気工作物の総合体をいう。ただし、その電気使用場所の構内にある発電所及び変電所は除く。

需要設備に該当する具体的な電気設備としては、ビル又は工場などに設置される受電設備、変電所以外の変電設備、構内電線路、負荷設備、非常用予備発電装置などが挙げられる。

1.2 目的

この技術資料の目的は、次による。

- システムの種類（住宅用、商業用又は電力会社規模）、システム所有者、資金調達要件によって異なる場合がある保守要件の最低限の保安要件を特定する。
- 推奨又は追加の保守項目を特定する。
- 適切な点検頻度を決定するための要因を特定する。
- 定期点検及び問題特定の手段として、遠隔診断法が認められる条件を特定する。
- イノベーション、製造業者特有の方法、変化するシステム所有者の要求などに対応するために、保守関連要件を満たすための代替の方法が認められる条件を特定する。

2 引用規格

次に掲げる規格は、この技術資料に引用されることによって、この技術資料の規定の一部を構成する。

IEC 61724-1	Photovoltaic system performance - Part 1: Monitoring
IEC 61724-2	Photovoltaic system performance - Part 2: Capacity evaluation method
IEC 61724-3	Photovoltaic system performance - Part 3: Energy evaluation method
IEC 61829	Crystalline silicon photovoltaic (PV) array - On-site measurement of I-V

3 用語及び定義

この技術資料で用いる主な用語及び定義は **JIS C 8960:2012** によるほか、次による。

3.1

太陽電池セル（PV cell）

太陽光発電に用いる太陽電池の構成要素の最小単位。

3.2

太陽電池モジュール（PV module）

太陽電池セル又は太陽電池サブモジュールを、耐環境性のため外囲器に封入し、かつ、既定の出力をもたせた最小単位の発電ユニット。

3.3

太陽電池アレイ（PV array）

太陽電池架台及び／又は基礎、その他の工作物をもち、太陽電池モジュール又は太陽電池パネルを機械的に一体化し、電氣的に接続された集合体。

3.4

AC モジュール（AC module）

交流出力のパワーコンディショナを組み込み、直接交流出力を発生するようにした太陽電池モジュール。

3.5

モジュール一体型エレクトロニクス（module integrated electronics）

マイクロインバータ，DC-DC コンバータなどの，太陽電池モジュールに内蔵される電子機器。

3.6

ストリング (PV string)

太陽電池アレイ又は太陽電池サブアレイが規定の出力電圧を満足するよう，太陽電池モジュールを直列に接続した回路。

3.7

インバータ (inverter)

直流電力を交流電力に変換する装置。

3.8

マイクロインバータ (micro inverter)

太陽電池モジュール 1 基又は 2 基に直接，接続するように設計されているインバータ。

注記 マイクロインバータは，太陽電池モジュールに組み込まれた接続ケーブルに直接接続し，通常，工場取り付けの太陽電池モジュールリード線に直接接続し，太陽電池モジュールのフレームに固定するか太陽電池モジュールに隣接して取り付けられる。

3.9

パワーコンディショナ (power conditioner)

主幹制御監視装置，直流コンディショナ，インバータ，直流-直流インタフェース，交流-交流インタフェース，交流系統インタフェースなどの，一部又はすべてで構成し，太陽電池アレイ出力を規定の電力に変換する機能を備えた装置。

注記 ストリング毎の入力をもつなどによりストリングの点検が容易な小容量のパワーコンディショナを分散型パワーコンディショナ，直流集電箱などにより，多数のストリングが並列接続された大容量のパワーコンディショナを中央集中式パワーコンディショナという。

3.10

接続箱 (junction box)

1 個又は複数個のストリング又は単位並列回路を，ある一定のブロックごとに並列接続した回路をもつ盤。

注記 集電機能，逆流防止機能，回路分離機能をもち，開閉器，遮断器，逆流防止素子，避雷素子を備えているものが一般的。

3.11

直流集電箱 (DC combiner box)

複数の接続箱からの直流電力を一定のブロックごとに並列接続した回路をもつ盤。

注記 入力側遮断器 (逆接続可能形)，出力側端子台，ラグ端子又は遮断器 (逆接続可能形) を備えているものが一般的。

3.12

アレイ集電箱 (PV array combiner box)

1 台又は複数台の直流集電箱からの直流電力を並列接続した回路をもつ盤。

注記 パワーコンディショナの入力回路数に合わせ，直流電力をまとめる役割で，過電流保護装置又は断路器を備えている場合がある。

3.13

ケーブル種 (cable type)

特定の用途又は使用環境に対する定格と適性の判定を可能にする，ケーブルの表示。

注記 多数の国がこれを番号コードで行っている（例 H07RNF）。

3.14

配線ハーネス（wiring harness）

電源供給又は信号通信などに用いられる複数の電線を集約するためのパーツ。

注記 配線ハーネスには，ヒューズを含んでいるものもある。

3.15

アレイ支持物（support structure）

太陽電池モジュール又は太陽電池アレイを支持することを目的とした単柱，架台などの工作物の総称。

3.16

システム周辺機器（balance of system）

太陽光発電システムにおいて，直接発電に起因する太陽電池モジュール又は太陽電池パネル以外のすべての機器。

3.17

データシート（data sheet）

基本的な製品説明と仕様。

注記 一般に 1～2 ページ。本式の製品マニュアルではない。カタログの仕様欄程度。

3.18

最大過電流保護定格（ $I_{MOD_MAX_OCPR}$ ）

JIS C 8992-2（MST26）によって決定される太陽電池モジュールの過電流保護の最大定格値。

注記 これは太陽電池モジュール製造業者が JIS C 8992-1 に準拠し，太陽電池モジュール，取扱説明書及び据付説明書に表示する。

3.19

専門技術者（professional engineer）

訓練，資格，経験又はこれらの組合せを通して，要求された作業を正しく行うことができるための知識と技能をもつ者。

注記 太陽光発電システムに関する基礎知識を保持する者。A.1 に記載の訓練を受ける必要がある。点検作業を実施するに当たり資格などが必要な場合がある。

3.20

係員（authorized personnel）

システムの所有者又は運用者によって指定された特定の職務を遂行する者。

3.21

保護具(PPE)（personal protective equipment）

作業時において，作業者に及ぶ危険に対し，個人が装着又は携行できる保護具。

3.22

ロックアウト／タグアウト(LOTO)（lockout/tagout）

機器が正しく遮断され，作業が可能な状態であることを明確にし，作業完了時に該当する有資格者が安全だと判断するまで再び通電されない，ということを確実にするための安全手順。

3.23

検査（Inspection）

すべての知見を用いて、電気設備に電気機器が正しく選定及び適切に施工されたことを確認するための調査。

3.24

試験 (testing)

有効性が証明されている方法によって実施される電気設備の測定。

注記 試験は、適切な測定器具を用いて、検査では見つけられない値を確認することを含む。

3.25

検証 (verification)

JIS C 60364 (規格群) の当該要求事項に電気設備が適合することを照合するためのすべての手段。

注記 検証は、検査、試験、及び報告から構成される。

3.26

報告 (reporting)

検査及び試験の結果の記録。

注記 検査及び試験の結果を報告書に記載し、書面又は電子データにて提出することが一般的。

4 システム文書要件

4.1 一般

この箇条の目的は、系統連系太陽光発電システムの設置後に提供されるべき最小限の文書を保管することである。これらの文書によって、システム所有者、専門技術者、作業者が重要なシステムデータを容易に利用できるようになる。当該文書には、竣工時に提供される基本的なシステムデータと、運用及び保守において提供することが期待される情報が含まれる。

保守の活動と対策を支援するために追加的な文書は維持されるべきであり、検査、保守、修理活動の後で専門技術者によって、日付、活動内容、所見なども含め当該記録に記載することが望ましい。

4.2 システムデータ

4.2.1 基本システム情報

関係者(会社、法人など)は、少なくとも次の基本的なシステム情報を提供しなければならない。

- a) 設備 ID などの事業識別番号 (該当する場合)
- b) 定格 (銘板) システム出力 (kW DC 及び/又は kVA AC)
- c) 太陽電池モジュール及びパワーコンディショナ製造業者名、型式名、数量
- d) 設置日
- e) 受渡日
- f) システム所有者名
- g) 所在住所

4.2.2 システム設計者情報

少なくとも、当該システムの設計 (架台及び基礎を含む) に責任をもつすべての関係者 (会社、法人など) は、次の情報を提供しなければならない。システム設計に責任をもつ関係者が複数である場合は、当該事業における各関係者の役割説明とともに、次の情報をすべての関係者について提供することが望ましい。

- a) 設計会社名及び/又は法人名
- b) 担当者名

- c) 郵送先住所，電話番号，電子メールアドレス

4.2.3 システム施工者情報

少なくとも，当該システムの施工（架台及び基礎を含む）に責任をもつすべての関係者は，次の情報を提供しなければならない。システム施工に責任をもつ関係者が複数である場合は，当該事業における各関係者の役割を説明するとともに，次の情報をすべての関係者について提供することが望ましい。

- a) 施工会社及び/又は法人名
b) 担当者名
c) 郵送先住所，電話番号，電子メールアドレス

4.3 結線図

4.3.1 一般

施工会社又は法人は，少なくとも単線結線図を提供しなければならない。この図面には，**4.3.2～4.3.6**に詳述する情報を含めるように注釈をつけなければならない。

この情報は，一般的に単線結線図に注釈として提供される。図面中の余白が限られる大規模システムが典型例であるが，場合によっては本情報を表形式で提供してもよい。

注記 単線結線図以外の詳細な設計図，施工図などでもよい。

4.3.2 太陽電池アレイ一般仕様

結線図，システム仕様書，設計図，施工図などには，次の太陽電池アレイ設計情報を含めなければならない。

- a) 太陽電池モジュールの種類（単数又は複数）
b) 太陽電池モジュール合計数
c) スtring数
d) String当たりの太陽電池モジュール数
e) Stringがどのパワーコンディショナに接続されているかの特定
f) 標準太陽電池アレイ出力
g) 標準太陽電池アレイ出力電圧
h) 標準太陽電池アレイ開放電圧
i) 太陽電池アレイ面の方位
j) 太陽電池アレイ面の傾斜角度

太陽電池アレイが太陽電池サブアレイに分かれている場合は，太陽電池アレイサブアレイの設計である旨を示し，各太陽電池サブアレイに対して上記のすべての情報を含めなければならない。

4.3.3 String情報

結線図又はシステム仕様書には，次のString情報を記載しなければならない。

- a) Stringケーブルの仕様（サイズ及び種類）
b) String過電流保護装置が設置されている場合は，その仕様（種類，定格電圧及び定格電流）
c) 逆流防止ダイオードが設置されている場合は，その仕様（種類，定格電圧及び定格電流）

4.3.4 太陽電池アレイの電氣的詳細情報

結線図又はシステム仕様書には，太陽電池アレイについての次の電氣的情報を記載しなければならない。

- a) 太陽電池アレイメインケーブルの仕様（サイズ及び種類）
b) 接続箱及び/又は直流集電箱の位置
c) DC 断路器及び遮断器の位置及び定格値（電圧及び電流）

- d) 太陽電池アレイ過電流保護装置一種類、位置及び定格値（電圧及び電流）
- e) その他の太陽電池アレイの電子保護回路（アーク故障検知など）が該当する場合は、その種類、位置及び定格値（電圧及び電流）

4.3.5 ACシステム

結線図又はシステム仕様書には、次の AC システム情報を記載しなければならない。

- a) 断路器又は開閉器の位置、種類及び定格値
- b) 過電流遮断器の位置、種類及び定格値
- c) 漏電遮断器が設置されている場合は、その位置、種類及び定格値

4.3.6 接地及び過電圧保護

結線図又はシステム仕様書には、交流側の接地及び過電圧保護に関する情報を記載しなければならない。

- a) すべての接地線の詳細（サイズ及び種類）。太陽電池アレイフレームの等電位ボンディングケーブルが取り付けられている場合は、そのサイズ及び種類。
- b) 既存の避雷設備（LPS）への接続がある場合は、その詳細。
- c) サージ保護装置（AC と DC ライン上の両方）が設置されている場合は、その詳細。位置、種類及び定格値を含める。

4.4 スtringレイアウト

Stringを3列以上もつ太陽光発電システムでは、太陽電池アレイがどのように分割され、Stringに接続されているかを示すレイアウト図面を提供しなければならない。

注記 これは大規模システムで故障を発見するためと、建物上に設置され太陽電池モジュールの裏側にアクセスしにくい太陽電池アレイの場合について、特に有用である。

4.5 データシート

少なくとも次のシステム機器のデータシートを提供しなければならない。

- a) 太陽光発電システムに使用されているあらゆる種類の太陽電池モジュールについて、**JIS C 8992-1** の要件による太陽電池モジュールデータシート
- b) 太陽光発電システムに使用されているあらゆる種類のパワーコンディショナについてパワーコンディショナデータシート

他の重要なシステム機器についてのデータシートの提供も、考慮することが望ましい。

4.6 架台、基礎設計情報

太陽電池アレイの架台設備についてのデータシートを提供しなければならない。

4.7 非常用機器情報

太陽光発電システムに関連する非常用機器（火災報知器、煙報知器など）に関連する文書。この情報には、運用と設計の両方の詳細を含めなければならない。

4.8 運用・保守情報

少なくとも、次の運用及び保守の情報を提供しなければならない。

- a) システムの正常な動作を検証するための手順
- b) システム障害が発生した場合に何をすべきかの確認リスト
- c) 緊急停止及び解列の手順
- d) 機械、土木及び電気などのメンテナンスとクリーニングの推奨（必要な場合）
- e) 太陽電池アレイに関連する将来の建築工事に関する考慮事項（例えば、屋根葺き替え、防水工事など）
- f) 太陽電池モジュール及びパワーコンディショナの保証の書類（保証開始日と保証期間を含む）

- g) システムの設置及び気象条件に対する保証に関する文書
- h) 監視システムのアラームの設定
- i) 10.2 で決定される点検作業と頻度の表
- j) 保守活動，試験及び検査中の所見に基づく，定期点検又はフォローアップ点検に対するサイト固有の推奨事項の更新
- k) 施工完了図及び正確な主要機器のリスト，任意の代替の特記，損傷及び/又は交換した部品
- l) 交換部品一覧及び該当する機器の交換予定の期間
- m) 新しい技術又は太陽光発電システムの定期的な監視及び試験についてのサイト特有の推奨事項
- n) 電源及び気象監視機器を含む機器の校正予定の期間
- o) 機器の校正の証明書及び日付，又はそれらの交換日程の履歴

係員は，責任をもって文書管理に当たり，保管すべき文書の欠落・紛失などがあった場合は，システム所有者に報告するとともに，再作成も含めて保管すべき文書の収集を行うことが望ましい。

4.9 発電性能ベンチマーク

この技術資料の発電性能関連の箇条（少なくとも 11.3 に示される試験結果を含む）に従って実施した試験の報告書から得られたシステム性能のベンチマーク（竣工時の特性）を，記録及び保管しなければならない。

5 検証（点検）

D.5 は，この技術資料によって特に要求される場合に適用する。

6 試験手順-カテゴリ1

D.6 は，この技術資料によって特に要求される場合に適用する。

7 試験手順-カテゴリ2

D.7 は，この技術資料によって特に要求される場合に適用する。

8 試験手順-追加試験

D.8 は，この技術資料によって特に要求される場合に適用する。

9 点検報告書

9.1 一般

点検の完了と共に報告書を作成する。この報告書には次の情報を記載しなければならない。

- 当該システムを説明する概要情報（名称，住所，その他）
- 検査及び試験を実施した，回路及び設備のリスト
- 点検記録
- 試験を実施した回路毎の試験結果の記録
- 次回点検までの期間
- 当該点検を実施した者（単数又は複数）の署名

注記 点検頻度は，電気事業法又は関連法令に定められている場合はそれに従う。

9.2 点検前の書類の確認

設備の点検を行う前に、竣工検査報告書に示されたシステムの設計、施工及び点検の責任を負う者（単数又は複数）について、それぞれの責任範囲と共に記載されていることを確認する。また、竣工検査報告書に、設備の種類、機器、その用途、運用及び点検の頻度と品質、外的環境を考慮した上で決定された定期点検の頻度が推奨されていることを確認する。

9.3 定期点検

システムの定期点検は、この技術資料の **D.5** に従って実施しなければならない。必要に応じて、それ以前の定期点検の結果及び勧告を考慮しなければならない。

定期点検報告書は、不具合及び修理又は改善（現行規定に適合するためのシステムアップグレードなど）の勧告のリストを含めて、提出しなければならない。

10 保守・定期点検の進め方

10.1 一般

この箇条は、太陽光発電システムの保守・定期点検の進め方を記載する。これには次の項目を含む。

- 必須点検—設備及び構成機器が安全な使用に足る状態であるかどうかを、合理的に実行可能な範囲で判断するために、定められた周期で実施する点検。必須点検には、目視検査、機器類検査及び安全に係わる試験が含まれる。
- 発電性能に係わる保守—実施が推奨される、定期的な発電性能に係わる保守。（**11.3** に該当）
- 修繕・改良・復旧対応—点検、監視、検査又は試験で発見された不具合、又は問題の原因特定及び修繕・改良。（**箇条 12** に該当）
- 定期的保守活動点検—契約又は各機器の保証によって要求されるもの。これには、機器の期待寿命を担保するために定期的実施すべきオーバーホールなどの予防保全を含む。
- 不具合対応手順—特定された不具合に対応して実施される具体的な修繕・改良手順。
- トラブルシューティング—この技術資料に記載する一般化された手段と個々の機器の製造業者特有の手順を含む復旧作業手順。

なお、定期点検の一部代替又は問題発見の手段などとして、遠隔監視又は計測により診断を行うことも可能とする。また、本技術資料に記載される以外の手法により求められる保守要件が満たされる場合には、それを妨げない。

太陽光発電システムの点検を行う人員は、当該手順を行うに適切な技能・資格をもち、**附属書 A** に記載されている一般的ガイドラインに従うことが望ましい。

10.2 点検の頻度とトリガー

部品及び機器が故障したままとするのではなく、機器製造業者、設計及び/又は施工者の推奨、又は保証規定に基づいて、太陽光発電システムが故障する前に部品及び機器を交換する予防保全活動を計画する場合がある。これによって設備を最適な運転条件に保ち、保守の予定を立てることで、理想的には発電停止期間を最小化し、また予期せぬ修理のために長い発電停止期間が発生するのを避ける。大規模業務用及び発電所用のシステムにおいては、重要な機器の交換部品を保管し、修理又は交換に要する時間を最小化することを推奨する。これには、製造業者の推奨並びにシステム所有者の意向により、パワーコンディショナの清掃及び交換、太陽電池モジュールケーブル用樹脂製結束バンドの交換、ヒューズの交換などが含まれる場合がある。

定期的な点検及び保守は、太陽光発電システムの稼働中終始行い、また具体的なトリガーに応じて繰り返し行うことが望ましい。これらの頻度は、次に基づいて大きく変わりうる。

- システムの種類（地上設置型発電システム、業務用、家庭用など）
- 遠隔監視能力の程度
- 契約規定又は発電性能保証
- 特定の機器の保守につき製造業者の推奨する実務
- サイト固有の考慮点

用途、サイト及びシステム所有者の責任範囲によって様々な要因が多数あるため、この技術資料では、点検の頻度を規定しない。しかしながら、**表 1** ではシステムと機器のレベルにおける点検作業を特定して、点検の頻度を決定するため、考慮すべき要因を提供する。“点検頻度を決定するための要因の欄”は、より高い点検頻度の根拠となる具体的な例を記載している。例えば、洪水又は雷雨の発生しやすいサイトに所在するシステムは、特定の機器について点検をより頻繁に行う、又は発電性能の点検をより頻繁に行うことが望ましい。

表 1 は、この技術資料中の点検作業又は手順それぞれを記載する関連条項を特定している。P 欄と I 欄は、トラブルシューティングにより、測定出力が低いなどの検知された発電性能上の問題（P: performance issues）がトリガーとなっているか、地絡又は機器の故障のような具体的な事象（I: specific incidents）がトリガーとなっているかを示す。なお、**表 1** に記載する点検作業の具体的な箇所及び方法は、**箇条 11～13** 及び**附属書 D** を参照する。

表 1- 点検作業並びに点検頻度を決定するための要因

機器／点検作業		関連条項	P	I	点検頻度を決定するための要因
太陽電池モジュール					
き裂、はく離、破損、焦げ跡の有無検査	11.2.3	○	○	○	落雷及び/又は強風が頻発する地域、建設・採掘現場に近い、（はく離の場合）老朽化したシステムであるか否か。
スネイルトレイルの有無検査 注記 太陽電池セル（発電素子）の表面に、黒色又は白色の線状の模様が発生する現象。安全性及び性能低下が認められなければ検査は不要。					雪及び風による外力を太陽電池モジュールが受けるサイト。高湿度の地域ではこの影響が高くなりうる。
土又はふん（糞）による過度の汚れ蓄積の有無検査					泥汚れ又は鳥のふん（糞）、噴火による降灰、塩害などを受けやすいサイト。
端子箱、セルのばらつき、内部接続及び部分的な動作を見るための熱画像	11.2.3	○	○		大規模システムの主流となりうる（例 航空写真を使う）。雷の発生しやすい場所の場合、バイパスダイオード（バイパス素子）の診断に用いることができる。また、高日射時において、状態確認のために用いることができる。
コネクタの確認 - 目視で分かる損傷、防水及び気密性	11.2.4	○	○		コネクタが強風による動き又はひずみの原因に曝されている箇所。異なる製造業者のコネクタでかん合されている箇所。

表 1 - 点検作業並びに点検頻度を決定するための要因 (続き)

機器／点検作業	関連条項	P	I	点検頻度を決定するための要因
太陽電池アレイ				
絶縁不良，き裂又は破損した接続部が分かる太陽電池モジュールコネクタの画像撮影	11.2.4	○	○	システムにこれまでコネクタ起因の問題が発生していて，さらにアークによる地絡・短絡痕の確認，高感度の地絡検知又は太陽電池アレイの絶縁抵抗測定によって規格を下回る結果が確認されたサイト。
太陽電池アレイの下にごみ又は物の有無検査	11.1.1		○	地上設置型発電システムの場合は，建設工事又は大掛かりな保守の後，風，その他の原因による他のごみを考慮する。
太陽電池アレイの下に動物又は虫類の侵入の有無検査	11.1.1			サイト条件と，配線又は設備への影響の有無による。例えば春の巣作りのように，動物によっては季節的である場合がある。
定期的な絶縁抵抗測定	D.6.6	○	○	機能接地をもつ太陽電池アレイでは，過去に配線に損傷があった場合又は受けやすい場合，若しくは定期的なパワーコンディショナの確認と一緒に試験を行うことができる場合に，定期的にサイトで試験を行う。
竣工検査中のベースラインに比較した日影発生源の確認	11.3.3	○		発電性能の問題を診断するために必要に応じて行う。直近に木の成長が確認できる場所，又は契約上の発電性能規定がある場合には，判断材料として有効でありうる。
ベースライン比較のためのストリング V _{oc} 測定	11.3.4.1	○	○	発電性能診断又はトラブルシューティングのために，必要に応じて，又は契約上，性能のベースラインが必要な場合。
ベースライン比較のためのストリング電流の測定	11.3.4.2	○	○	
ストリングの I-V 曲線ベースライン比較	11.3.4.3	○	○	ストリングの電圧，電流確認の代替方法。ストリング発電性能の高度な診断に特に有効である
植生の管理 - 伐採，除去，成長抑制	11.3.5	○		サイトの地域性と季節により必要性及び頻度は異なる。サイトの見直し時又は初年度の運用時に確認する。発電性能を確保するため，設備の保護のため又はその両方のために行う。
パワーコンディショナ				
パワーコンディショナのランプとディスプレイから得る通知の確認	13.5.2	○	○	専門技術者以外によるものを含めて小形システムの確認に有効。トラブルシューティングにも有効。
パワーコンディショナ筐体検査 - 外面	13.5.2			低頻度又はパワーコンディショナ製造業者指定の頻度で行う。腐食環境をもつサイトでは頻度を高くする。
パワーコンディショナ内部（水，ほこり，げっ歯類）の確認	13.5.2			低頻度で行う。ただし，げっ歯類の問題，大雨，洪水及び接続電線管内で結露が見られたサイトは除く。
パワーコンディショナ内部 - 現場接続端子の上のトルクマーク，焦げ跡の有無検査	13.5.2	○	○	トラブルシューティング又はパワーコンディショナ製造業者指定の検査の一部として行う。最初の 1-2 年は検査頻度が高くなる場合がある。
定期保守 - 製造業者指定	13.3.1			指定による。
筐体				
電氣的筐体のアクセス（鍵付）	11.2.1			アクセスが容易，又は人通りが多いサイトにおいては，定期的な検査を推奨する（学校，公共の建物，公園，その他）。

表 1 - 点検作業並びに点検頻度を決定するための要因 (続き)

機器/点検作業	関連条項	P	I	点検頻度を決定するための要因
筐体				
筐体の腐食, 発せい (錆), 配線の損傷	11.2.2			低頻度で行う。腐食環境のあるサイトは除く
断路器, 開閉器, 遮断器				
現場設置の接続部のトルクマークの検査	11.2.2.1	○		製造業者及び/又は供給業者の推奨による。
ごみ, 水跡の有無検査	11.2.2.3 11.2.2.4	○	○	大雨, 洪水, 又は風によるごみの吹き溜まりが多く発生するサイト。電線路が大量の結露を発生しやすい場合。
端子, ボード, ヒューズホルダに焦げ跡/アークによる変色の有無検査	11.2.2.1	○	○	雷が多い場所又は同じような問題が過去にあったサイト。
接触面にほこりの蓄積の有無検査	11.2.2.1			風でほこりその他の粒子を受けやすいサイト。
高抵抗性の接続の有無をサーモグラフィ試験	11.2.2	○		気候上の考慮点, すなわちサイトの温度サイクル幅が大きく, 材料に膨張特性がある場合。検査を必要とする問題が過去に当該サイトであった場合。
必要に応じて, 現場接続端子又は工場接地端子のトルク締め直し	11.2.2	○	○	製造業者及び/又は供給業者の推奨による。終端部と接続部へのアクセス。
筐体の腐食又は劣化。これには接地接続, ヒンジ, ロック機構その他を含む	11.2.2.2		○	高湿度, 塩分 (海の近く), 腐食環境 (例 化学産業又は農業) のあるサイト。
水の侵入について, 水の出所をつきとめ密閉	11.2.2.3		○	大雨又は洪水の発生する地域にあるサイト。
水の侵入について, ドアガasketの堅牢性の確認			○	
ごみ及びびげっ歯類について, 除去して目張り	11.2.2.4			ごみが風で吹き寄せられやすいサイト, 又はげっ歯類その他の虫類の活動のあるサイト。
断路器又は開閉器の動作の確認	11.2.2.5			製造業者の推奨によるか現場の発電性能データにもとづく。
ヒューズの交換	13.4.2	○	○	前回検査時と比較する。可能ならば故障前に交換する。
配線				
太陽電池モジュール及びストリング配線がしっかりとできていて, 擦れがないこと, 鋭利な荒い表面がないことの確認	11.2.5		○	配線が強風その他, 動き又はひずみの原因に曝されている場所。
太陽電池モジュール及びストリング配線に鋭利な荒い表面又はピンチ点がないことの確認	11.2.5.1		○	配線が, 動き又はひずみの面に曝されている場所。建物又は追尾装置に沿って設置されており, 電線路に入っている部分が少ない場合。
ストリングの結束バンドの破断又は損傷, 導体への影響の確認	11.2.5.1			結束バンドを, 荷重支持又は束組ケーブルを配置するために用いている場合。
太陽電池サブアレイケーブルに, 筐体, つなぎ目, 暴露された場所での摩耗の兆候の有無検査	11.2.5.2	○		太陽電池サブアレイケーブルの曲がりがかきつい, 又は通常よりもむき出し部分が大きい場合。
定期的な絶縁抵抗測定	D. 6.7	○	○	パワーコンディショナが定期的な絶縁抵抗測定を提供しない, 機能接地のあるシステム向け。直接埋設したケーブルが, 岩が多い, 土壌のふりがけが不十分, 又は過去に地絡が起きていたために, より問題を発生しやすいとみなされるサイト。

表 1 - 点検作業並びに点検頻度を決定するための要因 (続き)

機器/点検作業		関連条項	P	I	点検頻度を決定するための要因
電線路					
電線管/トレイの支持, ブッシング, ガasket, 接合部の摩耗又は腐食の有無検査	11.2.7			○	高負荷がかかる場合又は材料の選定及び設計の安全係数のためにストレスの兆候があるシステム。腐食性の高い地域にあるシステム。
トレイについて, トレイカバーを外して, 配線内容, 一体性, げっ歯類及び異物の侵入の有無検査	11.2.7				げっ歯類の侵入を受けやすいシステム, 温度による膨張又は筋交い不足によって過度の動きを受けやすいシステム。
可とう電線管がしっかりしているかどうか (該当する場合) の確認	11.2.7			○	筐体への機械的な接続のため, 可とう電線管の使用が必要な場合。区切りなしに長く続く電線路がある場合。
接地					
筐体, 架台構造, フレーム, 機器の基礎について接地接続の確認	11.2				腐食, げっ歯類, 異種材料の接触による劣化及び強風が頻発するために接続部が劣化しやすい場合。
保護接地導体及び等電位ボンディング導体の導通確認	D.6.1				
接地接続について, 締め直し, 又は交換	11.2.5.3				
接地電路として使われている場合, 電線路の金物と接続強度の確認	11.2.7				
定期的な接地抵抗測定	D.5.1				規定の接地抵抗が得られにくいサイト
太陽電池架台					
架台のさび, 腐食, 垂れ, 変形, 破損, ボルトの閉まり具合の確認	11.2.6			○	高負荷及び材料の選定によるストレスの兆候のあるシステム。強風, 積雪, 地震, 腐食性の場所にあるシステム。
地盤沈下, 膨張土, 凍上による動きなどの有無検査	11.2.6		○	○	土壌条件にばらつきがあるサイト, 構造又は土壌分析が未完成的なサイト, 凍結線の考慮を行わなかったサイトに設置された地上設置型システム。特に運用の初年度に極端な天候条件があった場合, 又は極端な天候条件があった年。
パイルフーチングの侵食の有無検査	11.2.6			○	土壌サンプルの解析において高水準の腐食性化学物質の含有が分かったサイト。
茂み及び植生のシステムへの干渉の有無検査	11.3.5		○	○	植生の成長が早く, 管理が必要なサイト。
追尾装置					
追尾装置の方角の正確さの確認	11.1.3		○	○	製品又はサイト特有の問題がない限りは, 一般に発電性能をトリガーとする。
定期的な保守 - 製造業者指定要件	13.3.2				製造業者指定又は現場の履歴から必要と見なされる場合。
基礎					
パワーコンディショナ, 基礎のき裂, 摩耗, 有害な貫通性侵食及び動物の活動の兆候の有無検査	11.2.1			○	土壌が不安定なサイト, 大雨, 洪水地域及び地震多発地帯のサイトに最も関連する。地盤沈下, 膨張土, 凍上による動きなど。
パワーコンディショナ及び基礎のボルトの緊結 (ゆるんでおらず/損傷していない) の確認	11.2.1				
屋根					
十分な排水性, 目詰まりなし, 太陽電池アレイ近傍に水たまりなしの確認	11.1.2				屋根表面のこう配が十分か。排水, 樹木, その他から吹き寄せられるごみの量が妥当か。

表 1 - 点検作業並びに点検頻度を決定するための要因 (続き)

機器/点検作業		関連条項	P	I	点検頻度を決定するための要因
屋根					
屋根上太陽電池アレイの植生の確認	11.1.2		○		一般にはシステム（製品又は屋根）のタイプと気候による。
屋根貫通部の水密性の確認	11.1.2			○	一般には事故がトリガーとなるが、屋根の経過年数と強度又はそれまで問題がどのくらいあったかにも依存しうる。
新しい日影源の確認 - 例 人工衛星アンテナ	11.1.2		○		日影が過度にならないように木の剪定が必要な場所に最も関係する。人工衛星アンテナ及びその他の設備が、業務用、場合によっては住宅用のシステムに付加される場合もある。
その他					
パワーコンディショナの設置場所にごみ又は保管物が無いかの確認	11.1				工事、アップグレード及びその他の保守活動が平均より大きなサイト。
なくなっているか、消えかかっているか、又は使用に耐えない看板又は標識の特定	A.6				高温かつ高日射地、品質の悪い材料を使った標識の使用など。
天候/データ 機器					
センサの調整、洗浄度及び通気の確認	13.5.1		○		発電性能トラッキング要件、汚れの現場状況、堆積ごみ類などによる。
データ収集システムの定期的な保守	13.3.3				製造業者の指定又は現場の実績による。
定期的な校正	13.3.3		○		製造業者指定及び性能トラッキングの必要性に応じて。
太陽電池アレイの清掃					
太陽電池アレイ面及び太陽電池モジュール面の清掃	11.3.6		○		費用便益分析による。これはサイト条件、汚れの量と種類、発電性能に対する季節的な影響、清掃の費用などを考慮する。

附属書 B に、一般的な定期点検の頻度と点検要領を例として提供する。**附属書 B** は、住宅の傾斜屋根などに設置した太陽光発電システムを対象とした 10 kW 以下（住宅用）、及び地上設置などの 10 kW 以上の一般用電気工作物の、具体的な点検項目及び要領を例示する。

また、事業用（自家用）電気工作物（全量買取の場合は、一部の例外を除き 50 kW 以上）は、保安規程を定めて電気主任技術者が管理する義務があり、**附属書 B** は保安規程における点検項目と点検頻度の一例を示す。

10.3 具体的な点検頻度を決定するためのその他の考慮点

点検作業の予定作り又は指定に影響する要因は、**表 1** に加えて多数存在する。

- 点検作業の中には、監視システムに定期的にアクセスするシステム所有者のような専門技術者以外によって行うことができるもの、又はシステムの問題を目視で特定できるものがある。こうした場合、専門技術者が関わる必要性を減らすことができる。
- 保守作業頻度は、他の活動と同時に行うように調整するか設定することができる。例えば、他のトラブルシューティング又は検査作業のために専門技術者が既にサイトにいるような場合がある。
- 電気保護装置の有無又はどの程度の保護装置があるかが点検頻度に影響し得る。例えば、アーク故障検出機能を持っているシステムであれば、電線接続並びに端子接続の検査が少なく済む場合がある。

11 点検作業

この箇条では、太陽光発電システム及びその構成機器の目視及び実地検査作業を示す。見落としのないように、検査用の確認リストの使用が望ましい。大規模システムでは、設備の標本的なサンプルを利用して点検作業を行うことができる。サイト中の条件にばらつきがある場合は、当該サンプルに加え、様々な場所からのサブサンプルを含めることが望ましい。低電圧設備においては、電気試験に先立って、**JIS C 60364-6**の規定によって検査を実施しなければならない。

11.1 一般的なサイト目視検査

11.1.1 全システム

- a) 事業に関係ない者が容易に近づき、感電などの被害が発生する事のないよう、発電設備には、係員だけが出入りできるような対策（関係者だけが出入りできるようなセキュリティシステム又は関係者だけが知りえる施錠・開錠の対策など）がなされており、立ち入り禁止の標識などが施されていることを確認する。
- b) 接続箱（パワーコンディショナ内蔵型を含む）、集電箱、開閉器、漏電遮断器及び電力量計を収納している筐体は、許可なくアクセスできないように、アクセスのための工具を必要とするか、施錠できる構造になっていることを確認する。
- c) 接続箱（パワーコンディショナ内蔵型を含む）、集電箱、開閉器、漏電遮断器及び電力量計を収納している筐体の外観及び架台に、著しい腐食、さび、きず及び機能を損なうような破損がないことを確認する。
- d) サイト全体の清掃度を確認する。太陽電池アレイの下、パワーコンディショナ基礎近辺、その他にごみがないこと、及び太陽電池アレイの下に何も物が置かれていないことを確認する。
- e) 太陽電池アレイの下の植生の繁茂、動物及びその他虫類の侵入の兆候がないか確認する。
- f) 配線ケーブルに著しいきず、破損がないことを確認する。また、電線管に著しい汚れ、さび、腐食がないこと及び正しく固定されていることを確認する。
- g) 地盤の崩壊、擁壁の倒壊、土石流、地すべり、土砂崩れ、外部への土砂流出、柵等損壊などが発生していないかを確認する。

注記 g)については、本ガイドラインの適用範囲にある設備には直接は含まないが、太陽光発電システムとしては要素の一つであるため、記載した。各事象が発生している場合は、システム所有者に連絡し、土木・建築などの専門業者に相談する。

11.1.2 屋根設置システム

- a) 植物の繁茂又は、例えば衛星放送用パラボラアンテナなど、他に太陽電池アレイを遮光する新たな障害物がないか確認する。
- b) 屋根の防水層を貫通する場合は、コーキングなどの防水処理がされており、浸水の兆候など異常がないことを確認する。
- c) 排水が十分で、排水口が詰まっておらず、太陽電池アレイ近傍に過度の水溜りができた兆候がないことを確認する。
- d) 金属製電線管中の可とう電線管において、設計どおりに敷設されており、腐食、磨耗、破損がなく、また、過度のストレスがかかっていないことを確認する。

11.1.3 地上設置システム

- a) 地上設置システムの基礎付近に土壌浸食、地盤沈下、膨張土、凍結深度の影響、積雪による沈降、不等沈降、地際腐食及び架台多重連結による膨張変形、排水設計不備による基礎の洗掘、及び積雪・雨

水による盛土地盤の崩壊の有無などが無いことを確認する。また、フェンスの損傷がないか確認する。

- b) 太陽電池モジュール、配線及び筐体に干渉している草又は灌木が、システム直近又はその下にないか確認する。
- c) 追尾装置を採用しているシステムでは、周囲の追尾装置が総体的に向いている方角を向いていない追尾装置がないか確認する。

11.2 機器類検査及び安全に係わる保守

11.2.1 パワーコンディショナ及び収納盤

屋外設備のパワーコンディショナ及び収納盤に、過度のひび割れ、磨耗、有害な貫通性侵食又は動物の活動の兆候がないか検査する。パワーコンディショナは製造業者の設置要件により、すべての取付け点において基礎にボルトなどで固定されているか、またボルトの緩み又は損傷がないか確認する。システムのサイズ、場所、及び認められた者以外がどの程度システムにアクセスしやすいかを考慮し、パワーコンディショナ、接続箱、集電箱、断路器などは、許可なくアクセスすることができないように、アクセスには工具を必要とするか、施錠されていることを確認する。

パワーコンディショナの内外部の目視検査を行う。水分、げっ歯類、小動物、ほこりのパワーコンディショナ内への侵入の兆候がないか確認する。施工時、ボルト締付作業でマーキングした、トルクマークを確認する。パワーコンディショナの製造業者特有の検査指示については、13.3.1を参照する。

アーク放電又は保護具規定など、機器アクセスに対する注意標識がすべて遵守されているか検査する。欠落している標識、色あせした標識、その他使用不能になった標識を文書に記録する。

11.2.2 接続箱、集電箱、断路器、開閉器

11.2.2.1 電気接続部

接続箱、集電箱を開けて、接続部のトルクマークの位置が合っているかどうか確認する。箱の中にごみがないか、有害な水の浸入の跡がないか調べる。端子、基板、逆流防止ダイオード、ヒューズホルダにアークの発生が疑われる変色がないか調べる。ナットとハウジングのトルクマークがずれている場合は、ナットが動いてしまっているため、トルクをかけなおす必要がある。接続部は、トルク力を表示する種類のトルクレンチ又はねじ回しを使って、常に製造業者仕様に従ってトルクをかける。

トルクマークがない小さなねじなどについては、緩みがないか定期的にトルクレンチ又はねじ回しで確認する。

盤内に収納された電子部品及び端子部に付着している細かなほこりは、絶縁距離の実効値を小さくするおそれがあるため、溜まっていないか確認する。例えば緩んだ端子部、緩いスイッチ接触、不十分な絶縁距離などによって発熱した（抵抗性）接続部を探すために、赤外線サーモグラフィを用いてもよい。

11.2.2.2 腐食又は劣化

接続箱又は集電箱などの外箱について、定期的に腐食又は劣化が増大している兆候があるかどうか確認する。金属製筐体が腐食していると、接地システムの接続部が経時的に破損したり、過度の水分、ごみ、げっ歯類、小動物の侵入を招いたりするおそれがある。非金属製筐体は雨風に暴露されて時間の経過と共に劣化し、その結果、侵入の問題が発生したり、機械的健全性又は構造上の健全性が失われるおそれがある。ヒンジ、ロック機構及びインタフェースは、さらに精査が必要となる場合がある。これらの問題は、最終的に内部機器の電気故障につながるおそれがある。

低レベルの腐食は、きれいにして更なる酸化を防ぐシーリング剤を塗布することによって、抑制できる場合がある。筐体の種類により、その他の方法で問題箇所を局所補修してもよい。著しく劣化をした筐体は取り替えることが望ましい。

断路器、開閉器に使われている樹脂製ハンドル又はノブの大きな劣化がないか確認する。

11.2.2.3 水の浸入

筐体の障害及び結露，又は接続した電線管由来の結露により，水が浸入するおそれがあるため，筐体に水があるか，筐体の底に水の浸入の痕跡を示す線があるかを確認する。これがある場合は，水の出所をつきとめ，密封する。また，以後の浸入水の排水のために，適切な取付け具を使用した製造業者の承認する水抜き穴を一つ又は複数，追加して用いてもよい。

ドアのガスケットの堅牢性を確認する。ドアのガスケットは，屋外環境では早く摩耗しやすい。劣化が大きい場合は，ガスケットを交換することが望ましい。

11.2.2.4 ごみ及びげっ歯類の侵入

現場の状況によっては，経時的に筐体にごみがたまったり，げっ歯類，小動物又は虫類が侵入したりすることがある。侵入口があるかどうか確認し，あった場合にはこれを塞ぎ，既に入っているごみは取り除く。

11.2.2.5 電気機械的機構

断路器，開閉器，遮断器及びその他電気機械的な保護制御装置は保守が必要な場合（例として年に1度開閉する，機構部分に油を差す）がある。機器の点検，照合，保守及びそれに該当する是正処置がある場合は，これを当該装置の製造業者の指示に従って実施する。

11.2.3 太陽電池モジュール

焦げ跡，ひずみ，スネイルトレイル，ガラスとフレームとの間のすき間又は分離，変色，はく離，ガラスの破損などの欠点がないか，また，泥の付着又は動物の糞による過度の汚損がないか，太陽電池モジュールを検査する。破損がみられた場合，太陽電池モジュール製造業者に相談する。また，泥，糞，草などが確認された場合，取り除く。

動作中，部分的な動作中，又は動作していない太陽電池モジュールに，赤外線サーモグラフィを用いてもよい。

注記 太陽電池モジュールの熱画像には一般的な電気機器に比べて特有の要件がある。**D.7.4**を参照されたい。また，スネイルトレイルは安全性及び発電性能低下が認められなければ検査は不要である。

太陽電池モジュールは，ガラス割れ，機器の分離，アーク又は焦げ跡，き裂の入ったセル，締め付けられたケーブル，構造内への水の侵入路の兆候，又は，バックシート，端子箱，終端部に熱損傷の跡がある場合には太陽電池モジュール製造業者に相談する。

また，太陽電池モジュールに他の太陽電池モジュールとは明らかに異なる重度の変色が，セル又はバスバーに見られる場合は，太陽電池モジュール製造業者に相談する。

11.2.4 太陽電池コネクタ

適切に使用され設置された太陽電池コネクタは，通常，接続の健全性を失うことはないが，この接続の不良が太陽光発電システム中の直列アークに係わる不具合及び火災の主な原因の一つとなる。

コネクタの不具合は次の様々な原因で発生する。

- a) 製造業者が異なるコネクタ又は部品の不完全なマッチング
- b) 不適切な設置（例 現場での終端部の不適切なクランプ）
- c) かん合コネクタとの接続が不適切（例 完全にはまっていない）
- d) 電線とコネクタの接続部分に過度の引張り応力又は曲げ応力がかかっていることによる接続の緩み又は保護カバーへの水の浸入（垂れている電線，張り詰めた電線，推奨曲げ半径を越えている電線など）
- e) 接続の密閉性を損なうほこり，油，その他のごみの付着

- f) 温度の周期変化
- g) 霜
- h) こけ類又は菌類の発生
- i) 製造上の不良及び日影による過度の電流サイクル
- j) 初期接続以前に濡れていたことによる腐食

サンプルベースのコネクタ定期検査には、接続の締まり具合、熱損傷、腐食及び侵入の兆候がないかの目視検査を含めることが望ましい。赤外線サーモグラフィを使って、太陽電池アレイ中の接続部を撮影して、過度に抵抗の高い接続部を探してもよい。

11.2.5 配線

太陽光発電システムの配線においては、コネクタが確実に結合され、配線の著しい汚れ、さび、腐食、きず、破損、過剰な張力及び余分な緩みがないことを確認する。電線管、ケーブルトレイについては、規定した場所に正しく固定されていること、著しい汚れ、さび、腐食、きず及び破損がないことを確認する。

配線引込口にすき間などが生じていないこと、小動物などの侵入の痕跡がないことを確認する。

11.2.5.1 スtring、太陽電池サブアレイ、太陽電池アレイ導体の健全性

太陽電池モジュール間のString導体で、直流集電箱に配線されているものは、配線経路に沿って、絶縁の磨耗又はきずの兆候がないか確認することが望ましい。1本の導体であれバンドルされた導体であれ、ラック構造物、ケーブルの集合部位、構造部材、追尾システムの可動部材の隅角又は端部との取り合い部分には特に注意を払う。屋根材などの表面による磨損にも特に注意することが望ましい。

ケーブルがしっかりと固定されているか検査し、必要であれば是正することが望ましい。例えば、破損していたり、重度の経年劣化を示す非金属製結束バンドは交換することが望ましい。金属製結束バンドは、時間の経過と共に動いて角ができ、その結果、絶縁を損なうおそれがある。電線クリップ又は電線ガイドの健全性を確認し、絶縁体に破損を引き起こしていないことを確認する。更に、適切に固定されていないがために、風、雪、氷、雨、熱膨張・収縮により、擦れる、小さなきずがつく、その他意図しない動きをする導体があるかどうか確認する。故障につながり得るケーブルの過度の垂れ下がり又はずれがないか確認する。

11.2.5.2 太陽電池サブアレイ及び太陽電池アレイ導体の健全性

電線管、接続箱、直流集電箱などの筐体の移行部分の導体のシースに、動きによる磨耗、電線管又は取付け具に対する応力、げっ歯類による損傷の跡がないか、検査することが望ましい。過度の磨耗又は経時的に増大する磨耗の兆候がある場合は、導体のさらなる保護又は交換を考慮することが望ましい。異なる電圧クラス間のクリティカルな絶縁距離、結束バンド又はその他配線管理具を用いて作り出した絶縁距離が維持されていることを確認する。

11.2.5.3 機器の接地及びボンディング

筐体、架台構造、太陽電池モジュールフレーム、機器などの中、又は上にある機器のアース（接地）接続部は、劣化、腐食、トルクマークのずれなどが目視検査することが望ましい。必要に応じて、接続部は、適切なトルクレンチで締めなおすか交換することが望ましい。

11.2.6 太陽電池架台

さび、腐食、たるみ、形状のくるい、欠けていたり破損したクリップ又はボルトがないか、架台構造を検査する。締まり具合を確認するためにボルトのサンプルのトルクを確認することが望ましい。特に移動が疑われる場合は是正する。屋根設置システムの場合は、貫通部の健全性を確認する。地上設置システムの場合は、金属の腐食、木材その他の部材の疲労又は劣化の兆候がないか調べる。特に接地部分、及び水

分、雪、氷が逆流する又はその流れが妨げられるおそれのある部分を特に確認する。取付け具の締まり具合を抜き取り確認する。

地面が凍結するおそれのある場所に設置されたシステムについては、凍結によって支持構造が動いていないか確認する。太陽電池設置前に土壌調査を実施している場合は、設計段階でのデータと比較する。特に最初の凍融サイクルの後においては、土壌の動きを原因とするモーメントが支持構造にかかった兆候があるかどうか地盤を調査することを推奨する。同様に、不均一な土壌条件又は膨張土によって支持構造が沈下しているかどうかシステムを調査することを推奨する。これは、さらに損傷が大きくなることを避けるために特に重要である。

11.2.7 電線管及びケーブルトレイ

必要な箇所では、電線管とケーブルトレイの支持及びブッシングが適当か、損傷したガスケット又は可とう電線管がないか検査する。ケーブルに対する機械的保護を損なうような過度の水、ひび割れ、腐食及びその他の劣化がないか検査する。特に接地電路として使われている場合は、取付け具が緩んでいないか検査する。ケーブルトレイのふたを外し、ケーブルの取り回し、ケーブルの健全性、植物その他の物質の過度の侵入及びげっ歯類の活動の跡がないか検査する。ケーブルに直接アクセスできない場合は赤外線サーモグラフィを使ってもよい。

11.2.8 気象観測

気象観測機器類がある場合は、センサが正しい場所にあり、正しい傾きと方位にあることを確認する。全天日射計が水平で、太陽電池アレイ面日射計の面が太陽電池アレイ面と同じこう配と方向に設置されていることを確認する。日射計は、ごみ、鳥の糞及びその他の汚れがある場合、汚れを取り除く。また、気温用ふく射熱シールドも、温度センサにとって通気が十分かどうか確認し、場合によっては清掃を行う。センサの校正、確認及び交換をルーチン化することで、正確な測定値の読み取りが期待できる。

11.3 発電性能に係わる保守

11.3.1 一般

性能に係わる保守とは、システムが、その設計、設置条件、設置環境及び経過年数に鑑み、可能な限り最大の発電が行なわれていることを確認するために行う、特定の試験又は保守手順のことである。

11.3.2 接触抵抗

接続部の過度な抵抗は、発電性能を低下させ、不要な電気損失に至ると同時に、接続部が高温となり発火に至るおそれがあるため、**11.2**に記載する安全に係わる保守の手順のうち、導体の接続に関する箇所は、発電性能に係わる保守にも適用する。

11.3.3 日影評価

想定した発電性能と比較して太陽光発電システムの現行の発電性能がどうかの評価において、完工時における日影状況の確認は非常に重要である。日影環境は変化するため、竣工検査の場合に **D.8.4** に従って作成した日影記録を、保守時に評価する日影状況とのベンチマークとして使用することが望ましい。**D.8.4**に記載されている手順に従って、現在の日影状況を比較のために記録する。

11.3.4 スtring計測

Stringの電圧と電流の測定を行い、将来の比較のために初期測定値を記録する。問題があるString又は当初の測定値と大きく異なる発電性能の変化の兆候を見つけるために、定期的にString測定を行うことが望ましい。

11.3.4.1 String電圧確認

Stringが正しく配線された状態で、各回路のString電圧があるかどうか確認するため、又はシ

ョート故障したバイパスダイオードその他の問題によって発電性能が失われた太陽電池モジュールがあるかどうか特定するために、開放電圧 (V_{OC}) 測定を行う。試験は、**D.6.4** に従って行うか、**D.7.2** に記載されている I-V 曲線測定の一部として行うことが望ましい。

11.3.4.2 スtring電流確認

D.7.3 に従ってStringの電流測定を行う。

測定値は、初期測定値から得られた期待値と比較することが望ましい。直列数が同一のStringを複数もつ太陽光発電システムについては、安定した日射強度条件下で、各Stringの電流測定値を比較しなければならない。これらの値は同等であるはずである（通常、安定した日射強度条件下の平均String電流の5%以内）。

11.3.4.3 I-V 曲線測定

Stringの I-V 曲線測定は次の情報を提供することができる。

- Stringの開放電圧 (V_{OC}) 及び短絡電流 (I_{SC}) の測定値
- 最大出力電圧 (V_{mpp})、最大出力電流 (I_{mpp})、最大出力 (P_{max})、曲線因子 (FF 値) の測定値
- String及び太陽電池アレイの発電性能測定
- 太陽電池モジュール及び太陽電池アレイの欠陥、日影の問題の特定

太陽電池モジュール機器の故障又は大きな発電劣化を特定するために、発電性能に係わる保守の一部として、I-V 曲線測定を定期的に行うことが望ましい。

I-V 曲線測定は、**D.7.2** に記載されている手順に従って実施することが望ましい。

11.3.5 植生管理

植生管理は、地上設置の太陽光発電システムにとって特に重要であるが、あらゆる太陽光発電システムにとって懸念事項である。植生が追尾システムの中に入り込み問題を引き起こすおそれ、太陽電池アレイの配線に問題を引き起こすおそれ、日影を作りその結果発電に影響を及ぼすだけでなく太陽光発電システムに損傷を引き起こすおそれもある。また、パワーコンディショナの基礎及びその他電気機器が存在する場所周辺の植生についても管理することが望ましい。

- a) 地上設置用架台及び基礎周囲の植生を芝刈り機又は草刈り機で刈ると、小石、砂利などを巻き上げ、ガラスを破損する、又は全体的な汚れを引き起こして発電性能低下につながるなど、問題を引き起こすおそれがある。また、この作業において配線は保護されていなければならない。
なお、太陽電池モジュールの裏面のバックシートに小石などが飛散すると、バックシートが損傷し、セル割れ又は地絡の原因になりやすいため特に注意が必要である。
- b) 除草剤を使用する場合には、事前アセスメントを実施し、周辺環境への影響を十分配慮する必要がある。
- c) 設置時に恒久的に除去することが、植生管理の理想的な方法である。
- d) 検査時に、植生の成長量を書き記し、写真を使って記録する。
- e) 現在日影を作っている植生、又はいずれ伸びて太陽電池アレイの一部に日影を作ることになる恐れのある植生は、具体的な植生管理プランをシステム所有者と共に作成する。
- f) 除草剤で処理していない植生の多くは、除草剤の代替として、羊又はヤギなどの草を食べる動物を使うことによってコントロールすることができる。しかし、動物は適切な管理を行っていないと、太陽電池モジュール又は配線を損なうおそれがある。
- g) 大規模屋上設置の太陽光発電システムは、ほこり又は鳥の糞などの有機物が植物の成長を促すおそれがあり、植生管理計画でこの点を考慮することが望ましい。

注記 太陽電池アレイには、へび、蜂及び毒をもつあらゆる種類の動物が巣くっていることが多いため、防護服などを着用し、これらに備えて注意する。

11.3.6 太陽電池アレイの汚染と清掃

汚れは、太陽電池アレイの発電を削減し、均一でない汚れの場合には局所的なホットスポット故障につながり得る。太陽電池アレイの洗浄時には、機器を損傷しないように注意しなければならない。太陽電池アレイの洗浄については、太陽電池モジュール製造業者の推奨に従う。

汚れが均一な場合には、地域条件に沿ったサイト特定の費用便益分析を行い、ルーチンとして太陽電池アレイ洗浄が必要であるかどうか判定することが望ましい。頻度の決定には、現場の降雨量及びほこりの特性によって季節的なものを考慮することが必要な場合もある。

12 トラブルシューティングと修理

太陽光発電システムでの不具合は、様々な発生要因が考えられる。パワーコンディショナは、想定される不具合の原因又はその発生源を示す自己診断機能を備えていることが一般的である。

不具合の発生原因がわからない場合は、不具合の症状からトラブルシューティングの手順に従って、不具合の発生原因を特定する。

不具合原因が判明した場合は、不具合対策を講じ、不具合を解消し、不具合の再発を防ぐ。

なお、不具合対策は、この技術資料、又は当該システムの取扱説明書の記載内容に従って講じる。

不具合の予防措置は、定期点検時に行う場合もあるが、重要度の高い不具合に対しては、定期点検に関わらず、予防措置を実施してもよい。

人又は物に危害を与えるリスクのある安全性に関わる不具合の場合、ただちに不具合の是正措置が必要である。

安全性の低下、又は機器のかし（瑕疵）による不具合を除き、システムの保守点検は、所有者の要求、契約の規定による。また、太陽電池アレイの洗浄のように経済性の有無で実施する内容のものもある。

12.1 危険事象による設備停止

安全又は火災に関わる危険事象が発生した場合、係員は緊急停止手順に従わなければならない。

サイトで作業するためのアクセス及び許可を持っている作業員用に、サイト又はプロジェクトごとに停止手順を作成し、維持する必要がある。緊急停止の一般的手順又はステップは **13.2.1** に記載する。

緊急事態が解消されたら、電気設備の作業をする前に、作業を安全に実施するため、**A.5** に規定する LOTO 手順に従わなければならない。

不具合によっては、設備がまだ危険事象を引き起こすおそれがあることに注意すべきである。

12.2 非危険事象に対するトラブルシューティング

故障しても危険事象とはならない非緊急性の保守点検は、一般的に、充電部位が存在する機器の作業、試験又は検査が含まれる場合がある。これら手順のすべてにおいて、**13.2.2** に記載されている平常の解列手順に従う必要がある、また、作業を行う前に、**A.5** に規定する適切な LOTO 手順すべてを行う必要がある。

12.3 トラブルシューティング事故又は事象誘起の問題

ある事象がトリガーとなった不具合又は故障は、監視機器によって、パワーコンディショナ、集電箱、ストリング、変圧器、ブレーカーなどの特定の機器の電力損失として示される場合がある。

パワーコンディショナが故障したときには、**13.5.2** に記載する一般的な診断手順と、該当する解列及び **A.5** に規定する LOTO 手順に従う。

パワーコンディショナの解列は、パワーコンディショナ自体の問題の結果ではなく、太陽電池アレイ内の故障に起因する場合がある。

保守点検を行う前に、地絡のようにさらなる調査が必要な太陽電池アレイ関連の問題が、パワーコンディショナの診断情報から明らかになった場合は、次の手順が適切である。

- a) 13.4.1 による地絡試験
- b) 11.3.4 によるストリング試験
- c) 13.4.2 によるヒューズ試験
- d) D.6.6 による太陽電池絶縁抵抗測定
- e) D.6.1 による保護接地導体及び等電位ボンディング導体の導通
- f) 13.5.1 によるデータ収集システム診断試験
- g) D.7.4 による赤外線サーモグラフィ及び製造業者の運用マニュアルにある特定の手順

12.4 発電性能に関する問題の診断

システム所有者は、次のいずれかの情報を通して、太陽光発電設備の発電性能低下を認識することができる。

- a) 事前に予測された期待発電性能（又は、シミュレーションにより予測された期待発電性能）、他のシステムとの比較の結果、又は複数のパワーコンディショナがあるサイトのシステム中の他の監視されている部品との比較の結果に呼応する事前に定義されたデータ収集システムの警告。
- b) データ収集システムより性能の異常を示すデータを入手して手作業で検討。
- c) 現在の性能と前回の定期点検時の性能試験結果との比較。
- d) システム所有者又は外部事業者からの問題発生が疑われる旨の報告書。例えば発電電力が予想外に少なくなった場合。
- e) 事前に予測された期待発電性能（又は、シミュレーションにより予測された期待発電性能）と比較し、著しく少ない。

性能低下が確認されたら、何が原因であるかを専門技術者は把握しなければならない。性能低下の診断手順には、次の項目がある。

- a) 監視データを検討し、サブシステムの発電性能の変化を特定する。
- b) 大規模システムでは、小型無人航空機（ドローン）により航空写真を撮影し問題を特定できる場合もある。
- c) 専門技術者を現場に派遣して次の確認を行う。
 - 1) （遠隔的に監視も記録も行っていない場合は）直流集電箱内の、太陽電池アレイ電流とストリング電流を確認する。発電性能の問題は、ヒューズの溶断又はその他、ストリングの測定から分かる問題をもつストリングに関連していることが多い。
 - 2) サンプルストリング 1 本又はグループに、I-V 曲線測定装置を用いて、太陽電池アレイの最大出力電圧がパワーコンディショナの最大電力追従範囲に入っていることを確認する。太陽電池モジュールは経時的に劣化し、パワーコンディショナの最大電力追従範囲の低いところから動作を開始する太陽電池アレイが、最大出力電圧がこの範囲に届かない程度まで劣化して、太陽電池モジュール劣化の影響を、さらに増幅させるおそれがある。
 - 3) 太陽電池アレイにかかる予期しなかった影など、発電低下の外部要因を探す。植生の成長が影の最も一般的な要因であるが、システムを設置したときにはなかった衛星用パラボナアンテナ又はその他の物体が太陽電池アレイに影を作っているということも珍しいことではない。竣工検査の写真と

明らかな違いがある場合は、視覚的な記録をとる。

- 4) 動物が絶縁体をかじった跡、通常と異なる又は予期しなかった損傷及びその他の発電電力を減少させるおそれがある接続の問題がないか検査する。
- d) 必要に応じて、問題を特定するために一般的なシステム確認を行う。
- 1) **13.5.1** により、データ収集システム診断の手順を行う。
 - 2) パワーコンディショナの表示などによって、ヒューズが溶断した場所及び原因を特定する。ヒューズを交換する時は、適切なサイズ、種類及び定格のヒューズを入手することが不可欠である。定格又はサイズの誤りがヒューズ溶断の原因である場合があるため、被交換ヒューズが正しいサイズ、種類及び定格であったと思い込んではいならない。必要に応じ、正しいヒューズを入手するために、製品マニュアル、設計仕様書又は設計図面を参照する。
 - 3) **D.7.2** に従って、ストリングの I-V 曲線測定を行い、 I_{SC} 、 V_{OC} 、 P_{max} 、及び曲線因子を評価する。これまでに障害物又は汚れの問題、若しくは曲線因子の劣化があった場合は、必ず I-V 曲線に表れるため、これが望ましい方法である。代替の方法として、**D.6.4** 及び **D.7.3** に従って、ストリング開放電圧及び電流試験を行う。
 - 4) 気象センサを点検する。
 - 5) 汚れがないか探す。汚れが問題であると疑われる場合は、それぞれのストリングを試験し (V_{OC} 、 I_{mp} 、I-V 曲線)、その後ストリングを清掃して、再試験する。
 - 6) **D.7.4** により検査する。

13 追加手順

13.1 安全手順

基本安全要件と考慮点については**附属書 A**を参照。

13.1.1 断路器の安全操作

断路器の開閉は、当然安全であると思われることが多い操作であるが、太陽光発電システムの保守における、より危険な作業の一つになり得る。断路器を操作する時は、作業者は適切な保護具を着用し、断路器開閉のための適切な手法を使うよう、注意して行わなければならない。

負荷開閉操作のできる定格になっていない断路器は、その旨表示しなければならず、システムの運転中には決して開放してはならない。断路器は、開放する前に、接続したパワーコンディショナをオフにすることによって、システムを遮断しなければならない。

13.2 解列手順

13.2.1 緊急停止

13.2.1.1 パワーコンディショナ

安全にアクセスすることができ、設備そのものに明らかな安全上の危険がない場合だけ、パワーコンディショナ盤又はパワーコンディショナ設備エリアに進む。パワーコンディショナに緊急停止ボタンが付いている場合は、各パワーコンディショナの緊急停止ボタンを押し込む。パワーコンディショナに開閉器がある場合には、オフの位置にする（鍵が必要な場合がある）。これらにより各パワーコンディショナを手動でオフの位置にする。これによりパワーコンディショナ内の連系リレーがただちに解列される。

13.2.1.2 断路器

パワーコンディショナの中には、開閉器も緊急停止ボタンも付いていないものがある。このようなパワーコンディショナの場合は、これに取りつけられているか、その近傍にある断路器を使ってシステムをオ

フにする必要がある。開閉器が解列され電流が停止するまでは、“電流が流れた状態で開放しないこと”という表示のある断路器を開放してはならない。上流側の AC 負荷開閉器又は遮断器を、最初に（断路器を操作する前に）操作する方が安全である。AC 電圧が取り除かれると、パワーコンディショナが連系リレーを瞬時に解列するためである。システムがオフになると残りの断路器を開くことができ、不具合状況の修復が終了するまで、又はシステムをオンにしても安全である時まで、システムをロックアウトできる。

不具合又は故障の位置が定かでない場合は、断路器を操作する前に、断路器の金属製筐体又はハンドルに電圧がないことを確認し、筐体又はハンドルが過熱していないことを確認する。これらの確認で問題がなければ、断路器を開放する手順に従う。

13.2.1.3 接続箱及び直流集電箱

緊急事態においては、接続箱及び直流集電箱又は太陽電池サブアレイを、太陽電池アレイ回路のその他の部分から分離することが重要となる場合がある。安全なアクセスがあり、筐体自体に明らかな安全上の危険がない場合だけ、当該設備エリアに進む。接続箱及び直流集電箱の金属製筐体又はハンドルに電圧がないこと又は過熱していないことを確認する。これらの確認で問題がなければ、接続箱及び直流集電箱を開く。ストリングを個別に分離する必要がある場合は、ストリングのヒューズの除去又は開放の前に、クランプ式 DC 電流計を使って、当該ストリングに電流が流れていないことを確認する。

13.2.1.4 太陽電池モジュールとストリングの配線

緊急事態においては、太陽電池モジュールとストリングの配線を分離しようとしてはならない。まず電源の遮断、パワーコンディショナ、接続箱又は直流集電箱を介した故障電流を遮断するための手順を行ってはじめて行うことが望ましい。これらの手順を行った後で、ストリングの太陽電池コネクタ又は太陽電池モジュール間の太陽電池コネクタを開くことによって、個々のストリング回路を分離することができる。太陽電池コネクタは負荷開閉非対応であるため、当該コネクタを開く前に、必ず電流確認を行う。

13.2.2 平常の解列手順

13.2.2.1 パワーコンディショナ装置

パワーコンディショナ 1 基を系統から解列する時は、次の手順に従う。該当する場合は、パワーコンディショナ製造業者のガイドラインに従って、操作盤を操作し停止を選択する。

- a) パワーコンディショナに開閉器が付いている場合は、これをオフにする。
- b) パワーコンディショナの AC 断路器又は開閉器をオフにする。
- c) パワーコンディショナの DC 断路器又は開閉器をオフにする。
- d) パワーコンディショナに接続されているその他の断路器をすべてオフにする。
- e) すべての断路器及び開閉器にロックアウト装置を取り付け、オフの位置にロックする。
- f) すべてのパワーコンディショナ、断路器及び開閉器について繰り返し、完全に太陽光発電システム全体を系統から解列し、全パワーコンディショナを太陽光発電システムの電源から解列する。

13.2.2.2 変圧器の分離

変圧器の解列は、次の手順に従う。

- a) 変圧器に接続されているパワーコンディショナは、開閉器をオフにする。
- b) 変圧器に接続されているパワーコンディショナは、AC 断路器又は開閉器をオフにする。
- c) 変圧器に接続されているパワーコンディショナは、DC 断路器又は開閉器をオフにする。
- d) 断路器又は開閉器にロックアウト装置を取り付ける。
- e) 変圧器の開閉器をオフにする。
- f) 変圧器の開閉器にロックアウト装置を取り付ける。

g) すべての変圧器について繰り返し、系統及び太陽光発電システム全体から完全に分離する。

13.2.2.3 接続箱及び直流集電箱の分離

接続箱及び直流集電箱を分離するには、次の項目を行う。

- a) 上記に記すように、パワーコンディショナをオフにする。
- b) (該当する場合は) 接続箱及び直流集電箱の断路器又は開閉器を、ハンドルをオフの位置にすることによって操作する。断路器が使用されている場合は、断路器を開放する前に接続箱及び直流集電箱の直流出力導体に電流が流れていないことを確認する。
- c) 接続箱及び直流集電箱内の直流出力導体に電流が流れていないことを確認し、その後、全ヒューズを開放する。
- d) 当該接続箱及び直流集電箱を、さらに分離する必要がある場合は、結線図を用いてストリングの終端の位置を見つける。
- e) クランプ式 DC 電流計を使ってストリングの終端部の線に電流が流れていないことを確認し、次に、ストリングの終端部の線の正と負のコネクタを開放し、コネクタにキャップを被せて、ストリングを分離する。
- f) 接続箱及び直流集電箱に戻り、検電器を使って、各ストリングの分離が成功したことを確認する。

13.2.2.4 太陽電池モジュールとストリングの配線の分離

パワーコンディショナをオフにし、太陽電池アレイから接続箱及び直流集電箱を分離し、次に各太陽電池モジュールを当該ストリングから分離する。

- a) ストリングを分離する前に、クランプ式 DC 電流計を使ってストリングに電流が流れていないことを確認する。
- b) 適切なコネクタのロック解除ツールを使って、太陽電池モジュールコネクタを外す。
- c) システムから分離すべき各太陽電池モジュールについて繰り返す。
- d) システムから太陽電池モジュールを外した場合は、たとえそれが一時的であったとしても、残りの太陽電池モジュールが接地されていることを確認しなければならない。
- f) 太陽電池モジュールは、日射があれば常に発電し電圧が発生しているため注意する必要がある。

13.3 製造業者指定検査

13.3.1 パワーコンディショナ製造業者指定検査

各パワーコンディショナ製造業者は、検査、試験、保守、及び文書保管について、保証責任を果たすための特定の要件を定めている。パワーコンディショナ製造業者の指示に従って実施する。

13.3.2 追尾装置製造業者指定検査

追尾装置製造業者は、検査、試験、保守、及び文書保管について、保証責任を果たすための特定の要件を定めている。追尾装置製造業者の指示に従って実施する。

13.3.3 データ収集システム製造業者指定検査

データ収集システムの製造業者は、検査、試験、保守、及び文書保管について、保証責任を果たすための、特定の要件を定めている。データ収集システム製造業者の指示に従って実施する。

13.4 電気試験手順

13.4.1 地絡試験

地絡は、その程度及び場所によってトラブルシュートが難しい場合がありうる。

地絡条件は、断続的なもの、雨天時だけ発生するものもあり、その発生状況から測定のタイミングを見極める必要がある。

13.4.1.1 試験手順 小容量の分散型パワーコンディショナ

小容量の分散型パワーコンディショナの地絡試験は、次による。

- a) 該当するストリングが接続されているパワーコンディショナの運転スイッチをオフにする。
- b) パワーコンディショナの DC 開閉器及び AC 開閉器をオフにする。
- c) 接地機能にヒューズのあるシステム
 - 1) 接地経路にヒューズがある場合、システムからヒューズを取り外すと、平常の接地保護がなされていない状態となるため、ヒューズにも、断路器又は開閉器にも電流が流れていないことを確認する。
 - 2) ヒューズを取り外し、電気抵抗計を使ってその導通性を試験する。ヒューズが良好な場合は、地絡が発生していない場合がある。ヒューズを外した状態で試験をして、対地電圧を確認する。仕様範囲内であれば、ヒューズを元に戻す。ヒューズが導通試験に合格しなかった場合は、地絡が発生している疑いがある。
 - 3) 正しい定格、タイプ及びサイズのヒューズであることを確認する。
- d) 各ストリングのヒューズを取り外した状態、又は断路器若しくは開閉器がオフの状態、ヒューズ端子、又は断路器若しくは開閉器端子の電源側（太陽電池側）で電圧計を用いて対地電圧を測定する。
- e) 地絡のある分離したストリングの正極から大地までの電圧 (V_{pos}) 及び負極から大地までの電圧 (V_{neg}) を記録する。 $V_{pos}-V_{neg}$ （絶対値の合計）が当該太陽電池アレイの開放電圧とほぼ同じになるかどうかを確認する。そうでなければ他の地絡が存在するおそれがある。
- f) V_{pos} と V_{neg} の電圧の小さい方を一つの太陽電池モジュールの開放電圧で除して地絡の正確な場所を判定する。すなわち $N_x = (V_{pos} \text{ 又は } V_{neg} / \text{太陽電池モジュール 1 枚の } V_{oc})$ である。地絡箇所が太陽電池モジュール間の配線中である場合は、 N_x は地絡箇所が存在する太陽電池モジュール数を示すはずである。
 例えば、ストリング 1 本の中に、50 Vdc の開放電圧をもつ太陽電池モジュールが 10 枚あり、1 番目の太陽電池モジュールが負極主線に接続されており、10 番目の太陽電池モジュールが正極主線に接続されている場合を考えてみる。接続箱又は直流集電箱で接地負極端子の電源側から試験して、 $V_{neg} = -100 \text{ Vdc}$ で、接地正極端子で $V_{pos} = 400 \text{ Vdc}$ だったとする。すると $N_x = 2$ となり、地絡は負極主線接続から数えてストリングの 2 番目の太陽電池モジュールと 3 番目の太陽電池モジュールの間どこかである。前述と同じ配線で、負極側が 0 Vdc で、正極側から 500 Vdc という結果が出た場合は、 $N_x = 0$ となり、地絡箇所は、負極主線の中であると推測される。
- g) 地絡した太陽電池アレイが特定された場合、修理対応までの期間、該当ストリングはシステムから切り離しておく。
- h) 上記で地絡箇所が判明できない場合、13.5.2 のパワーコンディショナ診断を実施する。

13.4.1.2 試験手順 中央集中式パワーコンディショナ

中央集中式パワーコンディショナは多数のストリングが並列接続されているため、地絡の発生源を絞るために追加的な手順を要する。

- a) 該当するパワーコンディショナの運転スイッチをオフにする。
- b) パワーコンディショナの DC 開閉器と AC 開閉器をオフにする。
- c) ヒューズ、断路器、開閉器又は遮断器を接地接続に用いている機能接地のあるシステムでは、当該接続中に電流が流れていないことを確認する。地絡ヒューズを取り外し、電気抵抗計を使ってその導通性を試験する。ヒューズが良好な場合は、地絡が生じていないおそれがある。外したヒューズを用いて対地電圧を測定して確認する。良好であればヒューズを元に戻す。ヒューズが導通試験に合格しな

かった場合は、地絡の疑いがある。正しい定格、タイプ及びサイズのヒューズであることを確認する。

- d) 地絡が疑われる場合は、当該ヒューズを後続の試験から除外する。
- e) 断路器、開閉器又は遮断器が接地経路にあるシステムの場合は、それらを開放する。
- f) パワーコンディショナの直流入力端子で、各極の対地電圧を測定する。いずれかの直流入力端子と大地の間の電圧が低い又はゼロの場合は地絡が存在するおそれが高い。
- g) 各接続箱又は直流集電箱からの入力回路を一つずつ確認してどの回路に地絡があるかを調べる。
注記 中央集中式パワーコンディショナの場合、直流入力回路の構成が様々である。個々の直流入力回路を隔離するための詳細な指示をパワーコンディショナ製造業者などに相談する。
- i) 接続箱又は直流集電箱が出力ケーブルに断路器、開閉器又は遮断器を持っている場合は、断路器、開閉器又は遮断器を開放し、対地電圧を再度調べる。低い電圧がまだ存在する場合、当該地絡は接続箱又は直流集電箱とパワーコンディショナの間のケーブル中にある。そうでない場合は、地絡はストリング中にある。
- j) ストリング中の地絡の位置特定は、**13.4.1.1** のストリングの試験手順に従う。
- k) 地絡した太陽電池アレイが特定された場合、修理対応までの期間、該当ストリングはシステムから切り離しておく。
- l) 上記で地絡箇所が判明できない場合、**13.5.2** のパワーコンディショナ診断を実施する。

13.4.2 ヒューズ試験

ヒューズが回路に通電しているときは、決して交換又は試験を実施してはならない。ヒューズの試験を行う前に、太陽電池アレイ又は太陽電池サブアレイを分離する。

ヒューズの試験手順は、次による。:

- a) 電圧計を使って電圧が加わっていないことを確認する。
- b) LOTO 手順を使用する。
- c) 電気抵抗計を使って、ヒューズの導通性を試験する。完全に溶断していないが、まさに溶断しそうなヒューズを通して電圧が得られる場合がある。このため、導通性を確認するにはヒューズの負荷側だけに電圧があることを確認するだけでは十分ではない。
- d) 電気抵抗計を安定な場所に設置する。
- e) 誤った測定値の原因となるような他の導通経路が一切ないことが明らかであれば、試験対象のヒューズをヒューズホルダから取り外す。
- f) 電気抵抗計を使い、ヒューズの両端にリード線を取り付けてヒューズを試験し、導通性を確認する。
- g) ヒューズの両端のリード線が付いている間に、導電性が一定でない場合は、抵抗レンジで抵抗の測定値を見る。ヒューズの端部に指が触れていると、開放ヒューズを示す抵抗測定値となり、混乱を招きかねないため、いずれの端部にも触れていないようにする。
- h) ヒューズを見て、その定格、タイプ及びサイズを確認する。
- i) ヒューズが試験に不合格である場合、又は正しい定格、タイプ及びサイズではない場合は、ヒューズを正しいものと交換する。
- j) 交換用ヒューズは取り付ける前に必ず試験し、取り付けた時点でヒューズには問題がないことを確認しておく。

13.4.3 バイパスダイオード試験

バイパスダイオードは、オープン故障又はショート故障が発生するおそれがある。あるストリングが他のストリングの平均電圧よりも低い電圧である場合は、ダイオードが1つ以上短絡している兆候かもしれ

ないと予測できる。オープン故障したダイオードは、バイパス回路への迂回がなければ兆候を予測し難いものである。別途バイパスダイオード故障判定装置などを使用することが望ましい。バイパスダイオードの故障がある場合は、太陽電池モジュール製造業者と協議して、当該バイパスダイオードが交換可能であるか、それとも当該太陽電池モジュール全体を取り外して交換すべきか決定する。

13.4.3.1 オープン故障ダイオード試験

直列ストリング中の太陽電池モジュール（複数）の一部に、選択して影をあてることにより、オープン故障したダイオードを検知することができる。

- a) 各太陽電池モジュールの当該バイパスダイオードが担当しているクラスタのエリアに選択的に影をあてる。
- b) 各エリアに影をあてていきながら、電流低下がないかを探す。オープン故障したダイオードは、影となったセルを迂回するバイパス経路を作ることができないため、電流が大きく低下することになる。
- c) 上記手順は長時間の作業を要するため、市販されているバイパスダイオード故障判定装置での検査のプロセスも活用できる。

13.4.3.2 ショート故障ダイオード試験

ショート故障したバイパスダイオードは赤外線サーモグラフィ（D.7.4 参照）又はストリング内で電圧の低い太陽電池モジュールがないか電圧測定を行うことで判定する。

13.5 診断手順

13.5.1 データ収集システム診断試験

既存システムの妥当性確認には、データ収集システムによる確認が用いられる。

データ収集システムは、太陽光発電システムの発電性能及び状態を総合的に評価できるツールであるため、定期的に記録状態の確認をする必要がある。データ収集システム構成部品の不良は、修理を行うよりも新しい構成部品と交換する方が早期に復旧し、安価となるケースもあるため留意されたい。施設内でデータ収集システムにログインできない場合（遠隔監視システムなど）は、現場での読み取り時刻を記録しておき、後でデータ収集システムの履歴と比較することになる。

13.5.1.1 一般的なデータ収集システム

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) プログラム上の表示時刻と現在の時刻の差を確認し記録しておく。ずれがある場合、収集されたデータへの影響について製造業者に確認のうえ、データ収集システムの時刻を合せる。
- c) システム履歴を見て、データが欠落していないことを確認する。パワーコンディショナからのデータが断続的である場合は、パワーコンディショナが誘発したノイズである疑いがある。また、通信接続の不良、通信プロトコルの不良又は通信用基板の不良のおそれがある。データが長期的に欠落している場合は、通信装置又は信号変換器に何らかの障害が発生しているため、可能な限り同等の製品を接続し、故障部位の判断をすることが望ましい。
- d) 通信用配線に推奨されているシールドケーブルが使用されていることを確認する。
- e) 通信用配線を確認し、他のノイズ発生源（パワーコンディショナ装置本体又はその配線）又は動力配線から離す。
- f) シールドケーブルが通信ラインの片側だけで接地（アースに接続）されていることを確認する。これはパワーコンディショナ側（シールド用端子に接続）が最良である。

13.5.1.2 全天水平日射計

- a) 計器が正しく設置されていることを確認する。

- b) 設置場所が影になっていないことを確認する。
- c) 水準器を使って水平であることを確認する。
- d) ガラス表面に汚れがある場合は、布で十分に拭きとる。また、土又は砂などの付着が見られる場合は、水で十分洗い流してから布で拭きとる。
- e) データ収集システムプログラムにログインする。
- f) 校正されたセンサを水平に設置する。
- g) 測定結果を比較する。
- h) 許容範囲を超える場合は、センサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号を控える。

13.5.1.3 太陽電池アレイ面日射計

- a) 計器が正しく設置されていることを確認する。
- b) 設置場所が影になっていないことを確認する。
- c) 傾斜計とコンパスを使って、太陽電池アレイと同じこう配、方位であることを確認する。
- d) ガラス表面に汚れがある場合は、布で十分に拭きとる。また、土又は砂の付着が見られる場合は、水で十分洗い流してから布で拭きとる。
- e) データ収集システムプログラムにログインする。
- f) 校正されたセンサを、同じこう配と方位に設置する。
- g) 測定結果を比較する。
- h) 許容範囲を超える場合は、センサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号を控える。

13.5.1.4 周囲温度センサ

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) 校正された温度センサの値を読みとる。
- c) 測定結果を比較する。
- d) 許容範囲を超える場合はセンサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号を控える。

13.5.1.5 太陽電池モジュール裏面温度センサ

- a) センサが太陽電池モジュールの裏側の太陽電池モジュール中央のセルの中央に正しく付着していることを確認する。
- b) データ収集システムプログラムにログインする。
- c) 校正された温度センサの値を読みとる。
- d) 測定結果を比較する。
- e) 許容範囲を超える場合はセンサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号を控える。

13.5.1.6 風向風速計

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) 風向風速計の動きを手で止め、表示が 0 であることを確認する。回して滑らかに動くことを確認する。
- c) 更に試験が必要な場合は、校正された風向風速計を使い、秒速 3m 超の一定風速で、測定結果を比較する。
- d) 許容範囲を超える場合は、センサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号

を控える。

13.5.1.6.1 トランスデューサ

- a) トランスデューサ表示値及びセンサの測定値を比較する。
- b) 許容範囲を超える場合は、各種設定値が適正であるか見直す。適正であった場合は、入力端子（抵抗値又は電圧値）及び出力端子（電流値）を測定し、適正であるかを確認する。
- c) 許容範囲を超える場合は、トランスデューサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号を控える。

13.5.1.7 電流トランスデューサ

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) 基本試験は、電流の読取値を、パワーコンディショナのディスプレイの電流読取値と比較することである。
- c) 売電用計量器の妥当性確認では、システムが稼動している状態で、校正した電流計を、同じ導体（複数）の周りに設置する。
- d) 測定結果を比較する。
- e) 許容範囲を超える場合は、センサを交換し、竣工記録の更新のために、新しいセンサのシリアル番号を控える。

13.5.1.8 電圧トランスデューサ

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) 電気抵抗計を使ってヒューズを確認する。
- c) 校正した電圧計を使って、回路を試験する。
- d) 測定結果を比較する。
- e) 違いがある場合は、他の相（複数）に切り替える。
- f) 電圧計が不良であるおそれがある。
- g) 基準相の表示の誤りのおそれがある。

13.5.1.9 売電電力量計

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) 三相すべての力率をみて、システムが動作している時の力率に近いことを確認する。
- c) システムが動作状態で、相回転が良好であることを確認する。
- d) 売電電力量計データ及びパワーコンディショナデータを比較し、差異を記録する。

13.5.1.10 パワーコンディショナ内部センサ

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) （必要な場合は）当該一連のパワーコンディショナの最後のパワーコンディショナに終端抵抗が設置されていることを確認する。

13.5.1.11 直流集電箱レベルの監視

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) すべての機器との通信を確認する。
- c) 結果を手動の測定結果と比較する。

13.5.1.12 ストリングレベルの監視

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) すべての機器との通信を確認する。

- c) 記録されたストリング電流を、同一ボックスの他のストリング及び/又は太陽電池モジュールの取り付けが同じ方角である直近のボックスのストリングの電流と比較する。わずかな電流差は、温度差又は太陽電池モジュールのばらつきによる。
- d) データ収集システムに記録されたストリング電流を、手動で測定したストリング基準値と比較する。

13.5.1.13 太陽電池モジュールレベルの監視

- a) データ収集システムプログラムにログインする。
- b) すべての機器との通信を確認する。
- c) 必要な場合は、1 つずつ太陽電池モジュールを影にして、太陽電池モジュールマッピングが正確であることを確認する。

13.5.2 パワーコンディショナ診断

パワーコンディショナがオフになった場合、技術者は、できるだけ早く原因を特定し、エラーを是正しなければならない。エラー報告は、パワーコンディショナを遠隔的に確認するか、現場のインタフェースを見て確認し、適切な措置を実施する。具体的なパワーコンディショナエラーと対策方法はパワーコンディショナ製造業者から提供されることが望ましい。

附属書A (規定) 電気安全上の考慮点

A.1 専門技術者

太陽光発電システムには感電又はアーク放電の危険があるため、システムに係わる者は適切な訓練を受け、適切な保護具を着用し、安全手順に従うことが不可欠である。専門技術者は、次の訓練を受ける必要がある。

- a) 電気機器の露出している充電部を他の部分から識別できる。
- b) 露出している充電部の公称電圧を判定できる。
- c) 人が触れるおそれのある電圧に応じて、保安作業距離を判断できる。
- d) 緊急時の出入り及び安全な場所への避難経路を熟知している。
- e) 国内の電気関連の規格の関連部分を熟知している。
- f) 太陽光発電システムに通常使われている太陽電池による電源とハードウェアの特徴を熟知している
- g) 試験及び検査機器が、試験条件に適切な定格であることを確認できる。
- h) 試験及び検査機器を操作できる。

注記 システムに直接作業を行う資格はないが他の目的で設置現場にいる要員は、遭遇するかもしれない危険性及び適切な予防措置を認識していなければならない。

専門技術者は、点検作業を実施するに当たり資格などが必要な場合がある。

A.2 一般安全注意点

専門技術者は、システムの保守について訓練され、正しい定格の機器を使用しなければならない。また、異常又は安全でない状況をよりよく特定できるように、個々のシステムの平常時に想定される状態、電圧及び電流を認識しておかなければならない。

負荷開閉用に設計されていない太陽電池モジュール接続部、接続箱、直流集電箱、及び一部の DC 断路器に取り付けられている“電流が流れた状態で開閉しないこと”の警告表示を守るよう、特に注意しなければならない。これらの警告表示を守らなかった場合、計器の故障、アーク、火災、人身傷害が発生するおそれがある。安全な運用条件を確保するには、最低でも次の手順を守ることが望ましい。

- a) 太陽光発電システムを運転する前に、システムの文書、各製品及び機器の取扱説明書を読む。
- b) 専門技術者が電圧除去を確認するまでは、システムの全機器に最大の DC 電圧（最大 1 500V）が印加されていると想定しなければならない。
- c) 交流回路の場合、不良回路があるかどうかの試験にマルチメータを使用する前に、検電器を使う。
- d) 保守又は試験のために開ける必要がある場合を除いて、筐体のドアはすべて、しっかり閉めて、閉鎖しておく。
- e) パワーコンディショナからすべての印加源を解除するために、DC 源と AC 源の両方で入力を遮断しなければならない。ほとんどのパワーコンディショナにおいて、DC 電圧は DC コンデンサが放電する間、5 分以上残る。

- f) 常に LOTO 手順に従う。
- g) 太陽光発電システム機器の保守を行う時に、1人で作業をしない。機器を正しく停止し、ロックアウト及びタグアウトをするまでは、2人チームを推奨する。その他、危険な作業を行う時も2人チームを推奨する。
- h) 回路が通電していないことをまず確認して、初めて接続箱及び直流集電箱のヒューズホルダをあける。

A.3 保護具

専門技術者は、電気機器について様々な作業を行う時に必要とされる特定の保護具について理解していなければならない。保護具には、落下保護具、アーク放電及び耐火認定防護服、(耐熱)保護ゴム手袋、安全靴、安全めがねなどが含まれる。保護具は、システム固有の危険に対する暴露を最小限にするよう設計されている。潜在的な危険を特定することが、行う作業に適した保護具を選ぶために不可欠である。太陽光発電システムの近くで作業を行っているすべての人員が、危険を認識し、当該危険をなくす、又は軽減する上で適切な保護具を選ぶための訓練を受けていることが望ましい。

既存の太陽光発電システムにはアーク放電の警告表示をつけないで設置されているものが多くある。専門技術者は、作業遂行に現場評価を行い、より高いカテゴリの保護具が必要であるかどうか判断できることが必要である。

作業現場には、適切な消火装置及び救急備品が備えられており、専門技術者は、その使用方法について適切な訓練を受けていることが望ましい。心肺機能蘇生法 (CPR) の訓練を受けた者が現場に常駐していることが望ましい。

A.4 解列手順

専門技術者は、太陽光発電システムの全主要機器のそれぞれ特有の解列手順を知っていなければならない。直流機器の多くは、複数の分散した電源から印加されており、一般的な交流電源設備に比べて、危険な電圧から切り離すために追加の手順を必要とする場合がある。具体的な解列手順を、13.2 に示す。

点検作業の中には、作業者が機器又はその近傍で作業をしているときに、システム電圧が印加された状態で行うものがある。I-V 曲線測定がその例であるが、これだけにとどまらない。そのような活線作業及び活線近接作業を行う場合には、感電の危険要素を軽減するために、適切な LOTO 手順を使って他の電源から当該機器を解列することが重要であり、適切な保護具の使用法を守らなければならない。

A.5 ロックアウトタグアウト

ロックアウト/タグアウト (LOTO) などの手順は、安全な作業実務を確実にするために設計されており、修理前にシステムの停電操作を行う場合は、厳守しなければならない。LOTO は、場所によって、充電されている設備が修理保守される場合、危険範囲の区画表示又は短絡接地器具などの安全用具が外されたり迂回された場合、作業員が当該設備の運転部分にその体を一部でも入れる場合、感電の危険要素となりうる活線範囲が存在する場合に要求されている。しかしながら、太陽電池モジュールは、日射中に置かれると発電するため、切り離しても活線状態となる機器がないとはいえない。

LOTO 手順は、次による。

- a) 作業前の打合せで当該設備が停止されることを関係者に知らせる。
- b) 安全用具の点検を行い、異常のないことを確認する。
検電器が正常に使えることをテストボタンなどで確認する。

- c) 作業計画に沿って停電操作を行い，設備の電力を落とす。
- d) 当該設備特定の LOTO 手順で停電範囲に接続されている開閉器又は遮断器などをすべて解列する。
- e) 開閉器又は遮断器などすべてをロックシタグをつける（標識を付ける）。
- f) 残留電荷を放電させる，又は接地して放電する。
- g) 検電器で作業範囲の電路が無電圧であることを確認する。

注記 システムのさらなる推奨措置として，作業中である旨のもち運べる仮標識を置く。これは，当該事業現場に他者もいるが LOTO が進行中であることを知らない場合に特に有効。

適切な LOTO 標識には，次のような例がある。

- a) LOTO を設置する者の名と設置日付
- b) 特定の機器の停止手順に関する詳細
- c) 活線範囲と解列している開閉器又は遮断器などのすべてのリスト
- d) 設備内に蓄積された電位又は残留電荷の内容と大きさを示す表示

修理中に設備に取り付けたロックは，これを取り付けた者だけが外せることが望ましい。システムに印加するところであると他者に通知することを含め，設備に再印加するときには安全手続きを守る必要がある。

A.6 太陽光発電システム専用の標識と表示

回路，保護装置，開閉器及び端子はすべて，一般要件として **IEC 60364**，並びに特に **IEC 62548**，又は **A.7** の表示に関する事項に従って，必要に応じて適切に表示が施されているはずである。係員は，標識及び表示に記載の規定及び指示を守らなければならない。標識は，天候又は暴露により劣化したり読めない状態になった場合は，保守又は交換を行わなければならない，決して覆ったりペンキを上塗りしないことが望ましい。

A.7 太陽光発電設備に係る感電防止のための表示

感電防止は，次による。

- a) 接続箱，直流集電箱及びパワーコンディショナなどが太陽電池モジュールに近接して設置されるなど，太陽光発電システムであることが容易に判断できる場合，又は機器本体に表示された商品名により，太陽光発電システムであることが容易に判断できる場合を除き，感電防止のための表示を機器本体の容易に確認できる位置に一箇所以上設ける。
- b) 直流配線が太陽電池モジュールと接続していることが容易に判断できる場合，又は配線表面の色又は模様により，直流配線であることが容易に判断できる場合を除き，感電防止のための表示を，どの位置においても，一箇所以上，容易に確認できるように設ける。

附属書B (参考) 定期点検要領の例

B.1 一般

この附属書は、一般的な定期点検の頻度と点検要領の例を示す。この附属書では、住宅の傾斜屋根などに設置した太陽光発電システムを対象とした 10 kW 以下（住宅用）及び地上設置などの 10 kW 以上の一般用電気工作物の具体的な点検項目と要領を例示する。この点検要領例に確認結果又は測定結果を記入する欄を設けることにより“保守点検報告書”とすることができる。

なお、事業用（自家用）電気工作物（全量買取の場合は、一部の例外を除き 50 kW 以上）は、保安規程を定めて電気主任技術者が管理する義務があり、この附属書では保安規程における点検項目と点検頻度の一例を示した。

なお、地震、台風、洪水、火災又は悪天候（大雨、強風、大雪、雹、落雷など）の後では、システム所有者が日常点検を実施し、点検の結果、詳細な点検が必要である場合は、定期点検要領例に記載の点検を実施することが望ましい。

B.2 10 kW以下（住宅用）の定期点検要領例

B.2.1 点検の時期と目的

システム所有者は、太陽光発電システムの引き渡しを受けた後、事業計画に従い点検を行い、適切に管理運用する。点検の時期と目的は、次による。この点検要領例は、10 kW 以下の住宅用を対象としているが、一般住宅に設置された 10 kW 以上、50 kW 未満の太陽光発電システムにも準用できる。

表 B.1—点検の時期と目的

点検種類と時期		目 的
1	設置 1 年目点検	発電開始後 1 年目を目途に、機器又は部材の初期的な不具合を見つけ、必要な補修作業を行う。
2	設置 5 年目点検	発電開始後 5 年目を目途に、機器又は部材の劣化、破損の状況を確認し必要な補修作業を行う。
3	設置 9 年目以降の点検 (4 年ごとに実施)	発電開始後 9 年目以降は 4 年毎を目途に、機器又は部材の劣化、破損の状況を確認し、必要な補修作業を行う。 機器又は部材の保証期間を確認し、機能の確認又は消耗部品の交換などを行う。
4	設置 20 年目以降の点検 (4 年ごとに実施)	発電開始後 20 年目以降は 4 年毎を目途に、機器又は部材の劣化、破損の状況を確認し、必要な補修作業を行う。 点検内容確認し、設備更新時期の検討を行う。

B.2.2 定期点検の実施要領例

定期点検は、設置時期に応じて必要な点検を実施し、機器が正常に動作していることを確認するとともに、不具合が見つかった場合は補修作業を行う。

注記 表 B.1 及び B.2 において、パワーコンディショナを PCS、漏電遮断器を ELB、電力量計を WH、

サージ保護装置を SPD と表す。

適用欄の“1年目”は設置1年目点検，“20年目”は設置20年目以降の点検，“○”は前記以外の点検を示す。

表 B.2—定期点検要領例

点検箇所・部位	点検項目	適用	点検要領
太陽電池モジュール、架台、配線	目視	太陽電池モジュールの表面の汚れ、破損	○ － 表面に著しい汚れ、きず、破損がない。
		太陽電池モジュールの裏面の汚れ、破損	20年目 － 裏面に著しい汚れ、きず、破損がない。
		太陽電池モジュールフレームの腐食、破損	○ － 著しい汚れ、さび、腐食、破損及び変形などがない。
		架台、固定金具の腐食、破損	○ － 著しいさび、腐食、破損及び変形がないこと（さびの進行のないめっき鋼板の端部に発生するさびは除く）。
		太陽電池モジュール、架台の固定状態	20年目 － ボルト、ナットの緩みがない。
		周囲の状況	○ － 影、鳥などの巣、樹木、電柱などの状態が安全、性能に著しい影響がない。
		太陽電池モジュール、架台の接地	20年目 － 接地線に著しい破損がなく、正しく接続されている。
		防水処理	20年目 － コーキングなどの防水処理がされており、異常がない。
		屋根葺材の破損	20年目 － 屋根葺材に著しい破損がない。 － すき間又はズレがなく収まっている。
		屋根裏	○ － 野地裏、天井裏に結露、雨漏りの痕跡がない。
		配線、電線管の腐食、破損	20年目 － コネクタが確実に結合され、破損がない。 － 配線に著しい汚れ、さび、腐食、きず、破損がない。 － 配線に過剰な張力、余分な緩みがない。 － 電線管が正しく固定されている。 － 配線引込口にすき間などが生じていない（小動物の侵入防止）。
接続箱（PCS 一体形を含む）	目視、操作	外箱の腐食、破損	○ － 著しい汚れ、さび、腐食、きず、破損及び変形がない。
		扉の開閉、施錠	○ － 扉の開閉に異常がない。 － 鍵付の場合は施錠ができる。
		外箱の内部の状態	○ － 雨水、虫類、小動物の侵入がない。 － 著しい汚れ、さび、腐食、きず、破損及び変形がない。
		設置状態	○ － 外箱の固定ボルトなどに緩みがなく確実に取り付けられている。
		配線、電線管の破損	○ － 配線に著しいきず、破損がない。 － 電線管に著しい汚れ、さび、腐食、きず、破損がない。 － 電線管が正しく固定されている。 － 配線引込口にすき間などが生じていない（小動物の侵入防止）。

表 B.2—定期点検要領例（続き）

点検箇所・部位	点検項目		適用	点検要領
接続箱 (PCS 一体形を含む)	目視, 操作	防水処理	○	<ul style="list-style-type: none"> コーキングなどの防水処理がされており, 異常がない。 水抜き穴などの処理がされている。
		端子台, 内部機器	○	<ul style="list-style-type: none"> 端子台, 内部機器に緩みがない。 内部機器に脱落などがない。
		開閉器	○	<ul style="list-style-type: none"> 確実に操作できる。
		接地	○	<ul style="list-style-type: none"> 接地線に著しい破損がなく, 正しく接続されている。
		雷対策 (対策がある場合)	○	<ul style="list-style-type: none"> 避雷器 (サージアブソーバ, SPD, バリスタなど) に異常がない。
		周囲の状況	○	<ul style="list-style-type: none"> 周囲にもものが置かれていない (離隔距離の確保)。
	測定	絶縁抵抗 (接続箱入力端子-接地間)	○	<ul style="list-style-type: none"> 回路ごとに測定した絶縁抵抗値が規定の値以上である (電気設備の技術基準を定める省令第五十八条参照)。
		接地抵抗	○	<ul style="list-style-type: none"> 規定の接地抵抗値以下である (電気設備の技術基準の解釈第 17 条参照)。
		開放電圧	○	<ul style="list-style-type: none"> 回路ごとに測定した電圧に異常がない。
		I-V 曲線 (必要に応じて)	○	<ul style="list-style-type: none"> I-V 曲線に異常がない。D.7.2 参照
PCS	目視	外箱の腐食, 破損	○	<ul style="list-style-type: none"> 著しい汚れ, さび, 腐食, きず, 破損及び変形がない。
		設置状態	○	<ul style="list-style-type: none"> 外箱の固定ボルトなどに緩みがなく確実に取り付けられている。
		配線, 電線管の破損	○	<ul style="list-style-type: none"> 配線に著しいきず, 破損がない。 電線管に著しい汚れ, さび, 腐食, きず, 破損がない。 電線管が正しく固定されている。 配線引込口にすき間などが生じていない (小動物の侵入防止)。
		防水処理 (屋外設置の場合)	○	<ul style="list-style-type: none"> コーキングなどの防水処理がされており, 異常がない。 水抜き穴などの処理がされている。
		端子台, 内部機器	○	<ul style="list-style-type: none"> 端子台, 内部機器に緩みがない。 内部機器に脱落などがない。
		接地	○	<ul style="list-style-type: none"> 接地線に著しい破損がなく, 正しく接続されている。
		通気確認	○	<ul style="list-style-type: none"> 通気孔をふさいでいない。 換気フィルタに目詰まりがない。
		異常音など	○	<ul style="list-style-type: none"> 運転時の異常な音, 振動, 臭い, 過熱がない。
		表示部	○	<ul style="list-style-type: none"> 表示部にエラーメッセージ, 異常を示すランプの点灯, 点滅がない。 表示部の発電状況に異常がない。
		投入阻止時限タイマ	○	<ul style="list-style-type: none"> PCS 停止後, 規定の時間で自動復帰する。

表 B.2—定期点検要領例（続き）

点検箇所・部位	点検項目		適用	点検要領
PCS	目視	整定値	1年目	－ 正しく設定されている。
		雷対策の確認（対策がある場合）	○	－ 避雷器（サージアブソーバ，SPD，バリスタなど）に異常がない。
		総発電量	○	－ シミュレーション値と比較し，著しく少なくない。
		周囲の状況	○	－ 周囲にものが置かれていない（離隔距離の確保）。
	測定	絶縁抵抗（PCS 入力端子 - 接地間，PCS 出力端子 - 接地間）	○	－ 回路ごとに測定した絶縁抵抗値が規定の値以上である（電気設備の技術基準を定める省令第五十八条参照）。
		接地抵抗	○	－ 規定の接地抵抗値以下である（電気設備の技術基準の解釈第 17 条参照）。
		開放電圧	○	－ 回路毎の測定電圧に異常がない。
		交流電圧（送電電圧）	○	－ U-O 間，W-O の電圧が AC101V±6V である。
		自立運転機能	○	－ 自立運転切り替え後，出力電圧が AC101V±6V である。
	太陽光発電用開閉器，漏電遮断器	目視，操作	機器の腐食，破損	○
操作部			○	－ ハンドルなどの操作部がある場合，確実に操作できる。
配線の破損			○	－ 配線に著しいきず，破損がない。
端子台，内部機器			○	－ 端子台，内部機器に緩みがない。
電力量計	目視	メータ	○	－ 正しく動作している。
保証書	確認	保証期間	○	－ 機器又は部材の保証期間を確認。

B.3 10 kW以上の一般用電気工作物の定期点検要領例

定期点検は，日常巡視では確認できない設備の劣化又は損耗などについて実施する。点検項目は表 B.3を参照し，4年に1回以上実施する。

表 B.3—10 kW以上の一般用電気工作物の定期点検要領例

点検箇所・部位	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ，架台	目視	太陽電池モジュールの汚れ及び破損	表面に著しい汚れ，きず及び破損がない。 裏面（バックシート）に著しい汚れ，きず，破損がない。（裏面の点検が可能な場合）
		太陽電池モジュールフレームの破損及び変形	フレームに破損及び著しい変形がない。

表 B.3—10 kW 以上の一般用電気工作物の定期点検要領例（続き）

点検箇所・部位	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ, 架台	目視	架台・基礎の状態	<ul style="list-style-type: none"> － 著しい基礎のひずみ, 損傷, ヒビなどの破損進行がない。 － 架台の変形, きず, 汚れ, さび, 腐食及び破損がない（さびの進行のない, めっき鋼板の端部に発生するさびは除く）。 なお, 塩害地区の場合は, 特にさび・腐食・破損を確認する。 － 地上設置の場合は, 凍結深度の影響, 積雪による沈降, 不等沈降, 地際腐食, 架台多連結による膨張変形の有無など影響がない。
		太陽電池モジュール及び架台固定	<ul style="list-style-type: none"> ボルト及びナットの緩みがない。 なお, 折板屋根においては, ハゼ金物の増し締めを確認する。
		周囲の状況	影の状態の確認, 鳥の巣, 雑草, 樹木などの状態が安全, 発電性能に著しい影響がない。
		太陽電池モジュール及び架台の接地	接地線に著しいきず, 破損などがなく, 正しく接続されている。
		防水処理	コーキングに異常がない。
		屋根葺材の破損	<ul style="list-style-type: none"> － 屋根葺材が破損していない, すき間又はズレがなく収まっている。 － 屋根葺材（折板屋根を含む）との接合部の損傷がない。
		配線及び電線管の損傷	<ul style="list-style-type: none"> － コネクタは確実に結合され, 損傷がない。過剰な張力がかかっていない, 余分な緩みがない。 － 配線に著しいきず, 破損がない。 － 配線に異常な発熱がない。 － 電線管に著しいきず, 汚れ, さび, 腐食, 破損及び変形がない, 及び配管・ラックの防水, 支持・固定状態を確認する。
		接続箱 (PCS 内蔵型を含む), 集電箱	目視及び操作

表 B.3—10 kW 以上の一般用電気工作物の定期点検要領例（続き）

点検箇所・部位	点検項目		点検要領
接続箱 (PCS 内蔵型を含む), 集電箱	目視及び操作	開閉器の状態	ハンドルなどの操作部がある場合は, 確実に操作できる。
		接地の確認	接地線に著しいきず, 破損がなく, 正しく接続されている。
		対雷対策の確認 (対策がある場合)	避雷素子 (SPD), バリスタに劣化がない。
		絶縁抵抗 (太陽電池モジュール—接地間)	ストリングごとに測定した絶縁抵抗値が規定の値以上である (電気設備の技術基準を定める省令第 58 条参照)。
		絶縁抵抗 (接続箱出力端子—接地間)	絶縁抵抗値が規定の値以上である (電気設備の技術基準を定める省令第 58 条参照)。
		接地抵抗	規定の接地抵抗値以下である (電気設備の技術基準の解釈第 17 条参照)。
		開放電圧	ストリングごとに測定した電圧に異常がない。
		I-V 曲線 (必要に応じて)	I-V 曲線に異常がない。D.7.2 参照
PCS	目視	外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食, さび, きず, 及び機能を損なうおそれのある破損がない。(鍵付きの場合) 扉の施錠がされている。
		設置状況	外箱の固定ボルトなどに緩みがなく確実に取付けられている。
		防水処理 (屋外用の場合)	雨水の侵入がない。
		部品の落下	PCS 内外に部品の落下がない。
		外部配線の損傷及び接続端子の緩み	<ul style="list-style-type: none"> — 配線に著しい傷, 破損がない。 — 配線に異常な発熱がない。 — ねじの緩みがない。 — 端子, キャップの変色がない。
		接地線の損傷及び接続端子の緩み	<ul style="list-style-type: none"> — 接地線に著しいきず, 破損がない。 — ねじの緩みがない。
		電線管の破損	配線ケーブルを納める配管に著しいきず, 腐食などが無い。
		通気確認 (通気孔, 換気フィルタなど)	<ul style="list-style-type: none"> — 通気孔をふさいでいない。 — 換気フィルタ (ある場合) が目詰まりしていない。
		異常音など	運転時の異常音, 異常な振動, 異臭及び異常な過熱がない。
	測定	絶縁抵抗 (PCS 入出力端子—接地間)	絶縁抵抗値が規定の値以上である (電気設備の技術基準を定める省令第 58 条参照)。
		接地抵抗	規定の接地抵抗値以下である (電気設備の技術基準の解釈第 17 条参照)。
		系統電圧の測定	単相 3 線 100/200 V — 主回路端子台 U-O 間, W-O 間は AC 101 ± 6 V ある。 三相 3 線 200V/三相 4 線式灯力併用配電線 — 主回路端子台 U-V, V-W, W-U 間は, AC 202 ± 20 V である。 (系統電圧が高いと出力電力抑制が働きやすいことに留意)

表 B.3—10 kW 以上の一般用電気工作物の定期点検要領例（続き）

点検箇所・部位	点検項目		点検要領
その他（開閉器, ELB, WH など）	目視及び操作	機器の破損	機器に著しいきず、機能を損なうおそれがある破損がない。
		じんあい、油などの付着	端子まわりに著しい汚れがない。
		操作部の状態	ハンドルなどの操作部がある場合は、確実に操作できる。
		機器の過熱	温度異常により、絶縁ケース又は端子部分に加熱による変形などが無い。
		設置状況	確実に取付けられている。
		配線の損傷	<ul style="list-style-type: none"> － 配線に著しいきず、破損がない。 － 配線に異常な発熱がない。
		端子台、内部機器のねじ緩み	<ul style="list-style-type: none"> － 端子台、内部機器のねじ緩みがない。 － 異常な発熱がない。
運転・停止	目視及び操作	運転	<ul style="list-style-type: none"> － 停止中に運転スイッチ“入（運転）”で連系運転する。 － 連系運転中に運転の表示又は運転を表す表示が行われている。
		停止	<ul style="list-style-type: none"> － 運転中に運転スイッチ“切（停止）”で瞬時に停止する。 － 停止中に停止の表示又は停止を表す表示が行われている。
		停電時の動作確認及び投入阻止 時限タイマ動作試験	<p>引込口開閉器を遮断したとき、瞬時に停止する。また、復電したとき、規定時間後に自動復帰する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) PCS を連系運転とし、引込口開閉器を解列して停止状態とする。 2) 保護装置が働き PCS が直ちに（電力会社との協議値どおりに）停止することを確認した後、再投入する。投入から PCS が自動復帰するまでの時間を測定し、これが規定の時間（電力会社との協議値どおり）である。（電力会社から手動復帰を指示されているときは、復電したときに自動復帰しない）
		自立運転	自立運転機能付きの場合、自立運転に切替えたとき、自立運転専用端子から製造業者の指定の電圧が出力される。
		表示部の動作確認	<ul style="list-style-type: none"> － PCS の運転、停止などの状態表示、発電電力、発電電力量などの表示を確認することによって、PCS の動作が正常であることを確認する。 1) PCS の運転及び停止の切替を行ない、運転、停止などの状態表示を確認する。 2) 運転しているときの、発電電力、発電電力量などの PCS の表示を確認する。 3) PCS の状態表示、発電電力、発電電力量などの表示と監視装置及びデータ収集装置の表示を確認する。 － 発電電力量がシミュレーション値と比較し、著しく少なくない。
発電電力	目視	電力量計（取引用計量器）（売電時）	メータが正しく動作している。

B.4 事業用（自家用）電気工作物の定期点検

事業用（自家用）電気工作物（全量買取の場合は一部の例外を除き 50 kW 以上）は、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、保安規程を定めて届け出る義務がある。保安規程には、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安のための巡視、点検に関することを記載するよう求められており、届け出た保安規程を遵守する必要がある。定期点検は届け出た保安規程に従い実施する。**表 B.4** は、一般的な保安規程における点検項目と点検頻度の一例を示したものである。

なお、具体的な点検要領は、10 kW 以上の一般用電気工作物の定期点検要領例を参照されたい。

表 B.4－定期点検例（保安規程記載例）

a) 日常巡視点検

項目	No	頻度	点検方法	点検個所, ねらい
太陽電池アレイ	1	1 週間	目視	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損, 発せい (錆)
	2			接地線接続部
	3			その他必要事項
接続箱	1	1 週間	目視 聴覚 臭覚	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損
	2			接地線接続部
	3			その他必要事項
パワーコンディショナ	1	1 週間	目視 聴覚 臭覚	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損,
	2			過熱, 発せい (錆)
	3			計器の異常, 表示札表示などの異常
	4			接地線接続部
	5			その他必要事項

b) 定期巡視点検

項目	No	頻度	点検方法	点検個所, ねらい
太陽電池アレイ	1	6 ヶ月	目視	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損, 発せい (錆)
	2			接地線接続部
	3			その他必要事項
接続箱	1	6 ヶ月	目視 聴覚 臭覚	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損
	2			接地線接続部
	3			その他必要事項
パワーコンディショナ	1	6 ヶ月	目視 聴覚 臭覚	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損
	2			過熱, 発せい (錆)
	3			計器の異常, 表示札表示などの異常
	4			接地線接続部
	5			その他必要事項

c) 精密点検

項目	No	頻度	点検方法	点検個所, ねらい
太陽電池アレイ	1	1 年	目視 触手 測定	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損, 発せい (錆)
	2			接地線接続部
	3			絶縁抵抗測定
	4			接地抵抗測定
	5			その他必要事項

表 B.4—定期点検例（保安規程記載例）

c) 精密点検（続き）

項目	No	頻度	点検方法	点検箇所, ねらい
接続箱	1	1年	目視 触手 聴覚 臭覚 測定	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損
	2			接地線接続部
	3			絶縁抵抗測定
	4			接地抵抗測定
	5			その他必要事項
パワーコンディショナ	1	1年	目視 触手 聴覚 臭覚 測定	外部の損傷, きれつ, ゆるみ, 汚損
	2			過熱, 発せい (錆)
	3			計器の異常
	4			表示札, 表示などの異常
	5			接地線接続部
	6			絶縁抵抗測定
	7			接地抵抗測定
	8			系統連系保護
	9			装置の特性試験
	10			単独運転機能確認
	11			その他必要事項

附属書C (参考) 太陽光発電システム運用

この附属書は、太陽光発電システムの長期的な運用のために基本的な管理業務（手順及び手続き）、及び保守要件並びに推奨案を記述する。

a) 管理業務

太陽光発電システムを運用・保守するに当たり、次の情報を確認する。

- 1) 取扱説明書（製造業者から提供されたパワーコンディショナ、表示装置の説明書類など）
- 2) 保証書（太陽電池モジュール、パワーコンディショナ、表示装置、販売施工業者の連絡先など）
- 3) 完成検査報告書（システム構築者又は製造業者の様式による）
- 4) 太陽電池モジュールレイアウト図（太陽電池モジュール配置図、ストリング接続図など）
- 5) 電気事業関連（パワーコンディショナの保護継電器整定値、配線図、発電シミュレーション）
- 6) 過去の点検報告書
- 7) 緊急時の連絡先などのフロー

b) 作業遂行と保守の安全かつ効率的な実施のための措置

- 1) “労働安全衛生法”及びその関連省令に基づく安全対策の実施
- 2) 最低人員の確保
- 3) 感電防止対策

c) 運用者の知識と成績が安全で信頼性のあるシステム運用を支えることができるものであることを確実にするために、運用者の知識、手順、文書及び訓練を、策定及び維持する。役務提供者の資格を確認し取り締まる。

この附属書の適用範囲外である例を、次に記載する。

1. 停電など、系統側に起因する発電電力量の低下、システムの状態以外の要因による運用上の発電ロスはこの技術資料では対象としない。
2. 電力会社の要求による出力制御などは、この附属書には記載しない。

附属書D (規定) 点検要件と方法

この附属書は、IEC 62446-1 の第 5 条から第 8 条を参照し作成している。IEC 62446-1 は、太陽光発電システムの竣工検査の規定であり、保守及び点検の範囲外の要件も含まれる。

D.5 検証（点検）

D.5.1 一般

D.5 は系統連系太陽光発電システムの電気設備の竣工検査と定期点検に関する要件を提供する。JIS C 60364-6 の適切な箇所を参照するとともに、追加的な要件又は考慮点を詳述する。

系統連系太陽光発電システムの点検は、JIS C 60364-6 を参照して行うことが望ましい。同規格は、電気設備の竣工検査及び定期点検の要件を提供するものである。

サブシステムと各機器の設置は、いずれの場合も、施工中に、JIS C 60364-6 を参照して検証を行わなければならない。完成時には、使用者の供用に付す前に、JIS C 60364-6 を参照して検証を行わなければならない。竣工検査には、確認結果を関連する基準に照らし合わせて、JIS C 60364 群及び JIS 未制定の IEC 60364 群の要件に適合していることを確認しなければならない。

なお、既存の設備に対する変更工事の場合は、当該変更が JIS C 60364 群及び IEC 60364 群に適合し、既存設備の安全性を損なわないことを確認しなければならない。

竣工検査及び定期点検は、専門技術者が実施しなければならない。

竣工検査は新規設置の完成時又は既存設備の変更の完成時に行う。定期点検では、設備とそのすべての構成機器が JIS C 60364 群及び IEC 60364 群に適合していることを確認しなければならない。

太陽光発電システムにおいて、点検の頻度は、当該太陽光発電システムが接続されている交流側の電気工作物によって要求されている期間以上であってはならない。

D.5.2 検査

D.5.2.1 一般

検査は、試験前に行い、通常は設備に通電する前に行わなければならない。検査は、JIS C 60364-6 の要件に適合して実施しなければならない。

設置後に配線へ容易にアクセスできない場合は、設置工事前又は設置工事中に配線を検査する必要性があり得る。

次の項目は、系統連系太陽光発電システムに特有なものであり、検査に含めなければならない。

D.5.2.2 DCシステム—一般

DC システムの検査には、少なくとも次の項目を含めなければならない。

- a) 当該 DC システムが JIS C 60364 群及び IEC 60364 群及び IEC 62548 の要件に適合して設計、指定及び設置されている。
- b) 太陽電池アレイの最大電圧が、当該太陽電池アレイの場所に適當である。
- c) システムの各機器又は架台構造のすべてが、風、雪、気温、腐食などの予想される外的影響に耐えるように選定され設置されている。

d) (該当する場合) 屋根の固定金物とケーブル引込口に耐候性がある。

D.5.2.3 DCシステム—感電保護

DC システムの検査には、少なくとも次の感電保護のために実施されている手段の確認を含めなければならない。

- a) 安全特別低電圧 (SELV 及び/又は PELV) による保護手段。
- b) DC 側にクラス II 又は同等の絶縁を用いて保護。
- c) ストリングとケーブルが地絡と短絡を最小限にするように選定され設置されている。

D.5.2.4 DCシステム—絶縁破壊保護

DC システムの検査には、少なくとも、絶縁破壊の影響に対する保護のために実施されている手段の確認を含めなければならない。これには次を含める。

- a) パワーコンディショナ内又は AC 側に直流絶縁が入っているかどうか。
- b) DC 導体の機能接地。

絶縁破壊の影響に対して取られている保護対策が正しく使用されているかどうかを判定するために、直流絶縁と機能接地の配線に関する知識が必要である。

D.5.2.5 DCシステム—過電流保護

DC システムの検査には、少なくとも DC 回路の過電流保護のために実施されている手段の確認を含めなければならない。

DC 回路の過電流保護の方法は、次のいずれかによる。

- a) 逆流防止素子による保護

接続箱には、太陽電池アレイへの電流の逆流に対する安全装置として、逆流防止ダイオード又はこれに代わる機能をもつ逆流防止デバイスが設けてある。

- b) ヒューズによる過電流保護

1) ストリング過電流保護装置を持たないシステムについては、次の項目を確認する。

- ・ $I_{MOD_MAX_OCPR}$ (太陽電池モジュールの直列ヒューズ最大定格値) が発生し得る逆電流より大きい
- ・ ストリングケーブルが並列ストリング由来の最大合算故障電流に耐える容量である。

注記 太陽電池アレイの逆電流の算出は、IEC 62548 を参照。

2) ストリング過電流保護装置をもつシステムについては、次の項目を確認する。

- ・ ストリング過電流保護装置が設置されており、IEC 62548 の要件適合の正しい仕様となっている。

3) 太陽電池アレイ及び太陽電池サブアレイ過電流保護装置をもつシステムについては、次の項目を確認する。

- ・ 過電流保護装置が設置されており、IEC 62548 の要件適合の正しい仕様となっている。

当該システムのパワーコンディショナ (単複数) が太陽電池アレイ回路に逆給電するおそれも確認しなければならない。逆給電電流は、太陽電池モジュールの最大ヒューズ定格値及びストリングケーブルのアンペア定格値の両方よりも低いことを確認しなければならない。

D.5.2.6 DCシステム—接地及びボンディング配列

DC システムの検査には、少なくとも次の確認を含めなければならない。

- a) 太陽光発電システムが DC 導体の一つに機能接地をもつ場合は、当該機能接地接続が IEC 62548 の要件適合の仕様と設置になっている。
- b) 太陽光発電システムが DC 側で直接、大地に接続されている場合は、IEC 62548 の要件に従って地絡遮断器が、IEC 62548 の要件適合で提供されている。

- c) 太陽電池アレイフレームのボンディング配列が **IEC 62548** の要件適合の仕様と設置になっている。

注記 国内の他の基準が異なるボンディング配列を求める場合があり得る。

- d) 保護接地又は等電位ボンディング導体が設置されている場合は、DC ケーブルと並列であり、同時に同ケーブルとまとめられている。
- e) 太陽光発電システムが DC 導体の一つに機能接地をもつ場合で、接続箱、直流集電箱などに断路器、開閉器及び遮断器を使用する場合は、機能接地で使用できるものが選定されている。

D.5.2.7 DCシステム—落雷と過電圧の影響に対する保護

DC システムの検査には、少なくとも次の確認を含めなければならない。

- a) 落雷による誘起電圧を最小限にするために、すべての配線ループの面積をできるだけ小さくしてある。
- b) 長いケーブルを保護する手段が講じられている（例 スクリーン、サージ保護装置 SPD の使用）。
- c) サージ保護装置が設置されている場合は、これが **IEC 62548** の要件適合で設置されている。

D.5.2.8 DCシステム—電気機器の選定と設置

DC システムの検査には、少なくとも次の確認を含めなければならない。

- a) 太陽電池モジュールが DC システムの最大入力電圧値で使用できる定格となっている。
- b) すべての直流機器が連続して安全に通電することができる入力電流の最大値で使用できる定格となっており、**IEC 62548** が定義する直流システムの最大入力電圧と定格入力電流において連続運用可能な定格となっている。

注記 DC システムの検査には、最大システム電圧と電流の情報が必要である。

- ・ 最大システム電圧は、ストリング及び太陽電池アレイの設計、太陽電池モジュールの開放電圧 (V_{oc})、温度及び日射強度の変動に対応するための乗数を関数とする。
 - ・ 最大許容入力電流は、ストリング及び太陽電池アレイの設計、太陽電池モジュールの短絡電流 (I_{sc})、温度及び日射の変動に対応するための乗数を関数とする。
- c) 配線システムは、風、氷結、温度、紫外線、太陽放射などの予想される外的影響に耐えるように選定及び施工されている。
- d) 絶縁及び断路の手段が、ストリング及び太陽電池サブアレイに提供されており、これが **IEC 62548** の要件に適合している。
- e) 直流断路器及び開閉器が、**IEC 62548** の要件適合でパワーコンディショナの側に設置されている。

注記 **IEC 60364-9-1** に断路器及び開閉器提供の 4 つの方法が記載されている。確認報告書に断路器及び開閉器の種類と位置を示すことが期待されている。

- f) 逆流防止ダイオードが装着されている場合は、逆電圧定格値が少なくとも $2 \times V_{oc}$ (STC) となっている (**IEC 62548** 参照)。
- g) 接続しているプラグ及びソケットは、同一種類で同一製造業者製であり、**IEC 62548** の要件に適合している。

D.5.2.9 ACシステム

太陽光発電システムの AC 側の検査には、少なくとも次の確認を含めなければならない。

- a) パワーコンディショナを解列する手段が、AC 側に設置されている。
- b) 断路器、開閉器及び遮断器のすべてが、太陽光発電システムが“負荷”側に、系統が“電源”側になるように接続されている。
- c) パワーコンディショナの動作パラメータが、電技解釈第 8 章に基づいてプログラムされている。
- d) 漏電遮断器がパワーコンディショナに入力する AC 回路に設置されている場合は、当該漏電遮断器の

種類が **IEC 62548** の要件に従って選定されている。

D.5.2.10 表示ラベルと識別情報

太陽光発電システムの検査には、少なくとも次の確認を含めなければならない。

- a) 回路、保護装置、スイッチ及び端子のすべてが **IEC 60364** 及び **IEC 62548** 又は国内規格の要件に適合し、適切にラベル表示されている。
- b) 接続箱、パワーコンディショナなどが太陽電池モジュールに近接して設置されるなど太陽光発電システムであることが容易に判断できる場合、又は機器本体に表示された商品名により、太陽光発電システムであることが容易に判断できる場合を除き、感電防止のための表示が機器本体の容易に確認できる位置に一箇所以上ある。
直流配線を、太陽電池モジュールと接続していることが容易に判断できる場合又は、配線表面の色又は模様により、直流配線であることが容易に判断できる場合を除き、感電防止のための表示が、どの位置においても、一箇所以上、容易に確認できるように表示されている。
- c) AC 側の解列手段が、明確に表示されている。
- d) 直流と交流の 2 つの電源をもつことを示す警告ラベルが、連系接続点に表示されている。
- e) 単線結線図が、現場に表示されている。
- f) 設置詳細が、現場に表示されている。
- g) 停止手順が、現場に表示されている。
- h) (該当する場合は) 非常時の手順が、現場に表示されている。
- i) 標識及びラベルのすべてが、適切に取り付けられ、耐久性がある。

注記 太陽光発電システムの標識及びラベルの要件は、**IEC 62548** に詳述されている。

D.5.3 試験

D.5.3.1 一般

電気設備の試験は、**JIS C 60364-6** の要件に従って行う。

測定器と監視機器及び監視方法は、**JIS C 1302(2014)**及び**JIS C 1010**の安全性の該当部分に従って選定する。それ以外の測定機器を用いている場合は、同等の発電性能と安全性をもつものを使用する。この技術資料に記載する試験方法は参照扱いであり、同等の結果が得られる他の方法を排除するものではない。

各試験は、**D.6**に従い実施する。

試験は、関連するものすべてについて、記載する順序で実施することが望ましい。

試験で不具合が指摘された場合は、当該不具合がそれまでの試験結果に影響を与えているおそれがあるため、当該不具合を是正した後、それまでの試験をすべて繰り返す。

試験結果が要件不適合を示した場合、当該試験及びそれまでの試験で当該不具合によって影響を受けていた疑いのある試験を繰り返し行う。

D.5.3.2 試験と追加試験

太陽光発電システムに適用する試験は、当該システムの規模、種類、場所及び複雑さに応じて適切に対応する必要がある。

本箇条では、2つのカテゴリの試験及び当該試験完了後に実施する追加試験を規定する。

- － カテゴリ 1 試験－最小要件－全システムに適用する基準試験
- － カテゴリ 2 試験－カテゴリ 1 試験実施後に行う、拡張試験
- － 追加試験－状況によって行う、その他試験

D.5.3.3 モジュール一体型エレクトロニクスをもつシステムの試験

AC モジュール、DC-DC コンバータ、その他いかなるものであれモジュール一体型エレクトロニクスを使って構成されたシステムは、表 D.1 を用いて正しい試験を決定する。

表 D.1—モジュール一体型エレクトロニクスをもつシステムの試験の変更

機器	基準試験の変更
AC モジュール	<ul style="list-style-type: none"> • DC の試験，検査，ともに不要
マイクロインバータ 現場配線工事なし（接続はすべて太陽電池モジュールとパワーコンディショナのリード線を使用）	<ul style="list-style-type: none"> • DC 回路の試験不要 • DC 部分の検査要
マイクロインバータ 現場配線工事あり	<ul style="list-style-type: none"> • DC 回路の試験要 • DC 部分の検査要
モジュール一体型エレクトロニクス	<ul style="list-style-type: none"> • 可能な場合は基準試験に従う • 試験における制約について製造業者と協議（例 絶縁抵抗測定） • 試験の合否基準について製造業者と協議（例 予想される V_{oc}）

モジュール一体型エレクトロニクスは、仕様及び特性が様々であり、試験方法を特定したり、試験結果を予測したりすることが困難である。（DC-DC コンバータのような）なんらかのモジュール一体型エレクトロニクスをもつシステムは、竣工検査の前に製造業者と協議することが望ましい。

D.5.3.4 カテゴリ1試験—全システム

カテゴリ 1 試験は、システムの規模、種類、場所及び複雑さを問わず、すべてのシステムに適用される最小限の試験である。

試験は、太陽光発電システムの AC 側と DC 側の両方を対象とする。通常は、AC 試験、DC 試験の順で行う。

なお、AC 側の試験が工事の後半でしか実施できない場合は、一部の DC 試験を先に実施する。この場合、DC 試験の幾つか（例 パワーコンディショナの正しい動作を確認するもの）は、AC 試験完了後に行うことになる。

次の試験は、全システムで実施しなければならない。

a) AC 側

AC 回路（単複数） すべてについての試験は JIS C 60364-6 の要件による。

b) DC 側

次の試験を、太陽電池アレイを構成する DC 回路（単複数）について実施する。

- 1) 接地及び等電位ボンディング導体が設置されている場合はその導通性
- 2) 極性試験
- 3) 接続箱試験
- 4) スtring開放電圧試験
- 5) 機能試験
- 6) DC 回路の絶縁抵抗

注記 これらの試験は、D.6 に詳述する。

安全性及び機器の損傷防止のため、極性試験、接続箱及び直流集電箱試験は、Stringが相互接続される前に実施しなければならない。

ストリング開放電圧 (V_{OC}) は、(D.6.4 に記載する) I-V 曲線測定から求めてもよい。I-V 曲線測定がカテゴリ 1 試験の適切な段階で実施されるならば、 V_{OC} 試験は省略できる。

D.5.3.5 カテゴリ2試験

カテゴリ 2 試験には、より大規模なシステム及び複雑なシステムを想定した試験が追加されている。カテゴリ 2 試験を開始する前には、カテゴリ 1 の全試験が実施され合格となっていなければならない。

カテゴリ 1 試験に加え、次の試験を適用してもよい。

- a) ストリング I-V 曲線測定
- b) ストリング回路電流試験 (短絡又は動作)
- c) 赤外線サーモグラフィ試験

I-V 曲線測定が実施される場合は、 I_{SC} 及び V_{OC} を得ることができるため、 V_{OC} 試験及び I_{SC} 試験は省略できる。

注記 1 場合によっては、カテゴリ 2 試験の一要素又は一部だけを実施することを選択してもよい。この例として、システム所有者がカテゴリ 1 試験に I-V 曲線測定による発電性能評価を加えたいと要望する場合などがある。

注記 2 場合によっては、カテゴリ 2 試験はシステムの一部分にだけ実施してもよい。この例として、システム所有者がストリングのうち規定の割合だけに I-V 曲線測定又は赤外線サーモグラフィ試験を要望する場合などがある。

D.5.3.6 追加試験

追加試験とは、カテゴリ 1 及び 2 に記載する基準試験に加え、状況によって実施する試験である。これらの試験は、システム所有者の具体的な要請によるか、基準試験では特定されていない問題を他の試験及び動作上の異常がこれを示唆したときに不具合を検出する手段として実施する。

- a) 対地電圧－抵抗接地システム

この試験は、高インピーダンス (抵抗) 接地を使用するシステムを評価するために使用する。手順は D.8.1 に記載する。

- b) 逆流防止ダイオード試験

逆流防止ダイオードは、オープン又はショート of 両方の状態で故障しうる。この試験は、逆流防止ダイオードが設置されている設備で重要である。逆流防止ダイオードの試験手順を、D.8.2 に記載する。

- c) 湿潤絶縁抵抗測定

湿潤絶縁試験は、基本的に不具合発見作業の一環として使用される。すなわち、標準 (標準乾燥状態) 絶縁試験の結果が通常、よく得られる試験結果より下回った場合又は施工若しくは製造上の絶縁不良が看取された場合である。湿潤絶縁抵抗試験の手順を D.8.3 に記載する。

- d) 日影評価

新規太陽光発電システムを検査するときには、完工時における日影状態の確認が有用な記録となり得る。日影評価は、日影環境が将来変化した場合、比較のための基準線を提供する。日影の記録は、システム設計時の日影前提条件が施工に反映されているかどうかの確認としても有用である。日影記録は、工事が発電性能保証などの発電性能契約の対象である場合に特に有用性が高い。日影の記録手順を、D.8.4 に記載する。

D.6 試験手順-カテゴリ1

D.6.1 保護接地導体及び等電位ボンディング導体の導通

太陽電池アレイフレームのボンディングのように、保護接地導体又は等電位ボンディング導体が DC 側に設置されている場合は、導通試験をこれらの導体すべてに実施しなければならない。主接地端子への接続も確認することが望ましい。

D.6.2 極性試験

すべての DC ケーブルの極性を、適切な試験器具を用いて確認しなければならない。極性が確認されたら、ケーブルが正しく識別され、接続箱、直流集電箱及びパワーコンディショナなどのシステム機器に正しく接続されていることを確認しなければならない。

注記 安全上の理由及び接続されている機器の損傷防止のために、当該極性確認は、他の試験の前、開閉器などをオンする前、又はストリングの過電流保護装置が挿入される前に実施することが非常に重要である。既に接続されているシステムで確認が行われ、逆極性のストリングが発見された場合は、この誤りで損傷が発生していないかどうか、太陽電池モジュールとバイパスダイオードを確認することが重要である。

D.6.3 接続箱試験

接続箱試験の目的は、すべてのストリングが正しく接続されていることを確認することである。逆極性のストリングがあると、複数の接続箱が相互接続されている大規模のシステムでは、その影響が大きくなり得る。

デジタルマルチメータで極性試験を実施することは可能であるが、多数の回路を確認するときは、“-”表示を見落としやすい。代替方法として、次の試験手順であれば、電圧の読取値がかなり異なることから逆接続を見落とし難くなる。

この試験手順は、次のとおりであり、ヒューズ及びコネクタを挿入する前に実施しなければならない。

- 最大システム電圧の少なくとも 2 倍の電圧範囲をもつ電圧計を選定する。
- ストリングが一つの負極電極を共有するように、負極ヒューズ及びコネクタすべてを差し込む。
- 正極ヒューズ及びコネクタは、差し込まない。
- 1 番目のストリングの開放電圧を、正極と負極間で測定し、期待値に近いことを確認する。
- 1 番目に測定したストリングの正極と次のストリングの正極間の電圧を測定する。これら 2 つのストリングは、負の基準極を共有しているため、15 V を許容公差として、測定電圧は、ほぼゼロに近いはずである。
- 1 番目に測定したストリングの正極と残りのストリングの正極間電圧の測定を行う。
- 逆極性状態が存在すると測定電圧がシステム電圧の倍になるため、非常に明白である。

D.6.4 ストリングー開放電圧測定

開放電圧 (V_{oc}) 測定の目的は、ストリングが太陽電池アレイの設計図どおりに正しく配線されているかどうか、具体的には想定されている数の太陽電池モジュールが当該ストリング内で直列に接続されているかどうかを確認することである。ストリング内の太陽電池モジュール接続の間違い又は太陽電池モジュール数の誤りは、比較的良好に見られるエラーであり、特に大規模システムで見られる。開放電圧測定は、短時間でこうした不具合を特定できる。

注記 期待値よりも非常に低い電圧の場合は、単複数の太陽電池モジュールが間違った極性で接続されていること、絶縁不良で 1 個以上のバイパスダイオードがショート故障しているか、絶縁不良による故障が発生していること、損傷又は電線管若しくは端子ボックス内に水が溜まっている

ることを示している場合がある。高い電圧の場合は、通常は配線の誤りである。

各ストリングの開放電圧は、適切な測定器具を用いて測定することが望ましい。これは、開閉器などを投入する前又はストリング過電流保護装置が設置される場合は、これが設置される前に行うことが望ましい。

測定された開放電圧値は、次のどれかの方法で期待値（5%内が一般的）と合致するかどうかを評価しなければならない。

- a) 当該太陽電池モジュールのデータシートから、又は太陽電池モジュールの種類及び数、それに太陽電池モジュールセル温度を算入した詳細な太陽電池モデルから得られた期待値と比較する（太陽電池モジュールの開放電圧の温度特性を含む詳細なデータシートが入手できる場合）。
- b) 単体太陽電池モジュールで V_{OC} を測定し、その後この値を使って当該ストリングの期待値を計算する（安定した日射強度条件がある場合に最適）。
- c) 同一ストリングが複数あるシステムで安定した日射強度条件が存在する場合は、ストリング間で電圧を比較することができる。
- d) 同一ストリングが複数あるシステムで不安定な日射強度条件が存在する場合は、複数の計器を使ってストリング間で電圧を比較することができ、この場合は基準ストリングに計器を1つ設置する。

注記 ストリングがケーブルなどにより並列接続されている場合は、ストリングごとに開放電圧を測定することが困難な場合がある。このような場合は、太陽電池モジュール製造業者の指示に従って測定を行う。

D.6.5 機能試験

次の機能試験を実施しなければならない。

- a) 開閉器、遮断器及び他の制御装置を試験し、これらが正しく動作し、正しく取り付けられ接続されていることを確認しなければならない。
- b) 太陽光発電システムの一部を構成するパワーコンディショナはすべて試験して、正しい動作を確認しなければならない。試験手順はパワーコンディショナ製造業者によって定義されているものであることが望ましい。

AC 電源の存在を必要とする機能試験（例 パワーコンディショナ試験）は、システムの AC 側の試験が行われてから実施する。

D.6.6 太陽電池アレイ絶縁抵抗測定

D.6.6.1 一般

太陽電池アレイの DC 回路は、日中は充電しているため従来の AC 回路とは異なり、この試験を実施する前に充電部を分離することができない。

この試験の実施には、感電のおそれがある。従って、作業を始める前に手順を十分に理解することが重要である。次の基本的な安全対策を実施することが望ましい。

- 認められた者以外の作業エリアへのアクセスを制限する。
- 絶縁抵抗測定を実施するときは、試験実施者以外の誰も金属表面に触れないようにする手段を講じる。
- 絶縁抵抗測定を実施するときは、試験実施者以外の誰も太陽電池モジュール、ラミネートの裏側及び端子にも触れないようにする手段を講じる。
- 絶縁抵抗測定装置に通電したときには、常に試験エリアには電圧が存在する。当該機器は自動放電能力がなければならない。
- 試験中は、適切な防護服及び保護具を装着することが望ましい。

試験の結果が疑わしい場合、施工不良又は製造不良による絶縁破壊が疑われる場合は、太陽電池アレイ湿潤絶縁抵抗測定が適切な場合があり、破壊の位置を特定する一助となる場合がある。適切な試験手順は **D.8.3** を参照されたい。

サージ保護装置（SPD）及びその他の機器が絶縁抵抗測定に影響を与えるおそれが高い場合、又は損傷するおそれある場合は、これらの機器を当該確認試験の実施前に一時的に被試験回路より分離しておかなければならない。

D.6.6.2 太陽電池アレイ絶縁抵抗測定一試験方法

この試験は、最低でも（適宜）太陽電池アレイごと又は太陽電池サブアレイごとに繰り返すことが望ましい。必要な場合は、個々のストリングを試験することもできる。

a) 試験方法 1

太陽電池アレイ正極と接地間を試験し、特に問題なければ、次に太陽電池アレイ負極及び接地間を試験する。

絶縁抵抗計の印加電圧は、地面に対してマイナスであるため、仮にストリング中に地絡などの不具合箇所があった場合、太陽電池アレイ負極及び接地間を試験すると、太陽電池モジュールには自身の起電力と逆方向の印加電圧が掛かり、太陽電池セルを損傷するおそれがあるため、注意を要する。

b) 試験方法 2

接地と短絡させた太陽電池アレイの正極と負極間を試験する。構造及び太陽電池アレイ金属部分が正しく接地極へ接続されている事が確認できた場合は、太陽電池アレイ金属部分への接続でもよい（太陽電池アレイ金属部分を使用する場合は、しっかり接続されていることを確認する）。

太陽電池アレイ金属部分が接地極へ接続されていないシステム（クラス II 設備）の場合、作業者は、
i)太陽電池アレイケーブル（複数）と接地間、それに追加試験として ii)太陽電池アレイケーブル（複数）とフレームの間の 2 つの試験を選んでもよい。

アクセス可能な電導部位を持たない太陽電池アレイ（例 太陽電池屋根瓦）の場合は、この試験は太陽電池アレイケーブル（複数）と当該建物の接地の間でなければならない。

試験方法 2 を採用する場合は、アークのリスクを最小限にするために、太陽電池アレイの正極及び負極のケーブルを安全に短絡させることが望ましい。これは適切な短絡用開閉器によって実現することが一般的である。

この試験手順はピーク電圧が太陽電池モジュール、スイッチ、サージ保護装置及びその他システム機器の定格を超えないように計画されていることが望ましい。

D.6.6.3 太陽電池アレイ絶縁抵抗測定一試験手順

D.6.6.3.1 一般

この試験を始める前に、次の内容を実施する。

- 認められた者以外のアクセスを制限する。
- 太陽電池アレイをパワーコンディショナから分離する（一般に太陽電池アレイ断路器又は開閉器を用いる）。
- 接続箱及び直流集電箱内で絶縁測定に影響し得る機材（すなわちサージ保護装置など）は、すべて接続を外す。

短絡用開閉器が試験方法 2 として試験に使用されている場合は、太陽電池アレイケーブル（複数）が当該短絡機器に確実に接続されてから短絡開閉器をオンすることが必須である。

絶縁抵抗測定装置は、“接地及び太陽電池アレイケーブル（単数又は複数）” 又は “接地及び直流集電箱

バスバーの間”に適切に接続しなければならない。試験リード線をしっかり固定してからこの試験を実施することが必須である。

絶縁抵抗測定装置の取扱説明書に従って、試験電圧が**表 D.2**に拠っており、読取値がメガオームであるようにする。

試験用ケーブルの脱着及び導電部位に触れる前に、システムが充電されていないことを確認する。

日中の試験の場合は、システムが充電しているため、十分な安全対策及び注意が必要である。

D.6.6.4 絶縁抵抗—10 kW以下の太陽電池アレイ

10 kW 以下の太陽電池アレイは、絶縁抵抗を**表 D.2**に記載する試験電圧で測定しなければならない。各回路が**表 D.2**に示す適切な値以上である絶縁抵抗をもつとき、適合と見なす。

表 D.2—最小絶縁抵抗値—10 kW 以下の太陽電池アレイ

システム電圧 (V_{OC} (STC) $\times 1.25$) V	試験電圧 V	最低絶縁抵抗 M Ω
<120	250	0.5
120~500	500	1
>500	1 000	1

注記 **表 D.2** は、JIS C 60364-6 に示された絶縁抵抗の基準である。低圧電気設備の技術基準として IEC 60364 群を参照して設計及び施工された太陽光発電システムは、**表 D.2** の基準を遵守する必要がある。電気設備技術基準の解釈第 3 条から第 217 条の規定により施設している場合は、電気設備に関する技術基準を定める省令第五十八条に従う必要がある。

D.6.6.5 絶縁抵抗—10 kW超の太陽電池アレイ

10 kW 超の太陽電池アレイは、次の 2 つの試験方法のうち、いずれか一つに従わなくてはならない。

a) 方法 A

絶縁抵抗測定は、次のいずれかについて行う。

- 個々のストリング
- 容量合算計が 10 kW 以下である、複数のストリングのセット

絶縁抵抗は、**表 D.2**に記載する試験電圧で測定しなければならない。絶縁抵抗が**表 D.2**の適切な値以上であれば適合である。

b) 方法 B

方法 B は、10 kW 超であっても太陽電池アレイ（又は太陽電池サブアレイ）全体の試験を可能とする代替方法である。10 kW 超の太陽電池アレイであっても、**表 D.2**の要件を満たす場合がある。従って、方法 B は省略法を提供する（最初から太陽電池アレイ全体を試験する）。この試験に不合格になって初めて、より狭い範囲のセクションに対して試験を実施することが望ましい。

絶縁抵抗は、**表 D.2**に記載する試験電圧で測定しなければならない。絶縁抵抗が、**表 D.2**に記載する適切な値以上であれば適合である。

測定値が**表 D.2**に記載する適切な値を下回ると、当該システムは試験回路のストリング数を減らして再試験することが望ましい。

D.7 試験手順-カテゴリ2

D.7.1 一般

カテゴリ 2 試験は、システムの全部に実施することもそのサンプル部分にだけ実施することも可能である。

注記 大規模システムの場合に特に言えることであるが、カテゴリ 2 の試験はシステムの選定されたサンプル部分（ストリング及び太陽電池モジュールの規定比率）に対して実施することが比較的一般的である。このような選択的な方法及びシステムの供試部分の比率については、竣工検査前にシステム所有者と合意しておく。

D.7.2 スtring I-V 曲線測定

D.7.2.1 一般

String I-V 曲線測定は、次の情報を提供することができる。

- － String 開放電圧 (V_{OC}) 及び短絡電流 (I_{SC})
- － 最大出力電圧 (V_{mpp})、電流 (I_{mpp})、及び最大出力 (P_{max}) の測定値
- － 太陽電池アレイ発電性能の測定
- － 太陽電池モジュール及びStringの曲線因子 (FF 値) の測定
- － 太陽電池モジュール及びStringの不具合及び日影問題の特定

I-V 曲線測定を実施する前に、測定装置が正常に動作することを確認しておく。

D.7.2.2 I-V 曲線測定— V_{OC} 及び I_{SC}

I-V 曲線測定は、測定を行うことによって、String 開放電圧 (V_{OC}) 及び短絡電流 (I_{SC}) を同時に測定することができる。I-V 曲線測定を実施すると、 V_{OC} 試験及び I_{SC} 試験を省略できる。

D.7.2.3 I-V 曲線測定—太陽電池アレイ性能

適切な日射強度条件であれば、I-V 曲線測定によって、太陽電池アレイの発電性能が定格（銘板）発電性能を満たしているか否かを判断する情報が得られる。

String 及び太陽電池アレイの発電性能測定は、太陽電池アレイ面で測定して 700 W/m^2 以上の安定した日射強度条件で実施することが望ましい。

注記 1 低い日射強度及び入射角が鋭角すぎる状態で測定した場合は、測定誤差が大きくなるおそれがある。

注記 2 一般に I-V 曲線の形状は日射強度の影響を受け、日射強度がある閾値より小さくなると、曲線形状は著しく変化する。この変化の程度は、その太陽電池の種類及び太陽電池モジュール発電性能の劣化具合による。

I-V 曲線測定を実施する手順は、次による。

- － システムが停止していて電流が流れていないことを確認する。
- － 供試Stringを分離し I-V 曲線測定装置のプローブをStringの出力端子部に接続する。
- － 試験装置は供試太陽電池モジュールの特性、種類、数量に応じてパラメータを入力しておく。
- － I-V 曲線測定装置に附属する日射計を太陽電池アレイ面と一致するように取り付ける。基準セル装置を使用する場合は、供試太陽電池アレイと同じ種類の太陽電池であるか、又は特性の差異に応じて適切に補正されていることを確認しておく。
- － I-V 曲線測定装置がセル温度プローブを用いている場合は、これが当該太陽電池モジュール中央部の裏側にしっかりと接触し適切に温度が測定できていることを確認する。I-V 曲線測定装置によって温度補正が計算される場合は、正しい太陽電池モジュール特性が当該装置に入力されており、String

グの V_{oc} 値が想定される範囲内にあることを確認する。

注記 V_{oc} の確認は、当該ストリングに欠落している太陽電池モジュールがないことの確認と、可能な限りにおいて、ショート故障しているバイパスダイオードがないことを確認するために行う。いずれの状態も測定された V_{oc} から温度補正の計算するときには一定の誤差を伴う。

- この試験を実施する場合は、日射強度が太陽電池アレイ面で 700 W/m^2 を超えていることが望ましい。測定値が、(当該 I-V 曲線測定装置の確度許容誤差も含めて) 供試太陽電池モジュールの定格出力公差内であることが望ましい。

D.7.2.4 I-V曲線測定—太陽電池モジュール及び太陽電池アレイの不具合及び日影問題の特定

I-V 曲線の形状から、供試太陽電池アレイについて次のような不具合が特定できる場合がある。

- 損傷した太陽電池セル及び太陽電池モジュール
- ショート故障したバイパスダイオード
- 局所的な日影
- 太陽電池モジュールの mismatch
- 太陽電池セル、太陽電池モジュール及び太陽電池アレイ中の分路抵抗の存在
- 過大な直列抵抗

I-V 曲線の記録においては、想定された曲線から大きな逸脱がないことを確認しなければならない。I-V 曲線の想定される曲線からの逸脱は、当該太陽電池アレイ内の重大な不具合を示しているおそれがあるため、特に注意を必要とする。I-V 曲線の逸脱の解釈に関する情報は、**附属書 E** に記載する。

同一ストリングを複数もつシステムで安定した日射強度条件である場合は、個々のストリングの曲線を重ね描き(オーバーレイ)して比較するとよい。このような曲線は形状がそろっていることが望ましい(安定日射条件において一般に 5% 以内)。

日射強度条件が安定していない場合は、重ね描き(オーバーレイ)の前に標準の日射と温度(例 標準試験条件(STC))にこれら曲線を変換する必要がある。

D.7.3 ストリング—電流測定

D.7.3.1 一般

ストリングの電流測定の目的は、システムの動作特性を把握し、太陽電池アレイ配線に大きな不具合がないことを確認することである。これら試験は、太陽電池モジュール及び太陽電池アレイの発電性能測定とするべきではない。

試験方法 2 種が可能であり(短絡試験と動作試験)、両方ともにストリングの正しい機能性に関する情報が得られる。可能な場合は、パワーコンディショナの影響を排除するため、短絡試験が望ましい。

注記 I-V 曲線測定もまたパワーコンディショナから独立しており、この試験のよい代替手段となる(D.7.2 参照)。

D.7.3.2 ストリング—短絡試験

D.7.3.2.1 一般

各ストリングの短絡試験は、適切な試験装置を用いて測定することが望ましい。ストリング短絡電流の発生及び中断は、作業員などに危険を及ぼすおそれがあるため、次のような適切な試験手順に従うことが望ましい。

測定値は、期待値と比較することが望ましい。同一ストリングが複数存在するシステムで安定した日射強度条件の場合は、個々のストリングの電流測定値を比較しなければならない。これらの値は、同じはずである(安定日射条件では、平均ストリング電流の 5% 内が一般的)。

日射強度条件が安定していない場合は、次の方法を採用してもよい。

- － 試験を延期する。
- － 複数の測定器を用いて同時に測定する場合は、基準ストリングを決めて測定器を1つ設置し、この測定器を基準として他ストリングの値を比較する。
- － 電流読取値の有効性を、日射計読取値又は目視による日射条件の評価を利用して考慮してもよい。

注記 日射計読取値又は目視による日射条件の評価は、電流測定値が期待される領域内であるかどうかを判定する手段としてだけこの技術資料に記載するものである。この箇条の導入部に記載するとおり、短絡試験はシステム性能ではなく、不具合の検出を意図している。システム性能の測定はカテゴリ 2 試験の一部と考えられ、I-V 曲線測定を実施することが最善である。

D.7.3.2.2 短絡試験

断路器、直流開閉器のすべてが解列されストリングのすべてが互いに分離されていることを確認する。一時的に短絡を供試ストリングに導入する。これは、次の手法のいずれかによって実施する。

- a) 短絡電流測定機能をもつ試験装置を使う（例 太陽光発電用テスタ）。
- b) ストリング回路に存在する負荷開閉器に、短絡ケーブルを一時的に接続する。
- c) 一時的に回路に導入して短絡を作り出すことのできる開閉器である “短絡用開閉器”（ストリングの開放電圧より遮断電圧が高く、太陽電池の短絡電流以上の電流開閉能力をもつ直流開閉器の二次側を短絡し、一次側にそれぞれ鱗口クリップを取り付けたもの。）を使う。

試験装置は、想定される短絡電流と開放電圧より大きな定格でなければならない。開閉器及び短絡導体を用いて短絡を作り出す場合は、これらは想定される短絡電流と開放電圧より大きな定格でなければならない。

そのうえで短絡電流は適切な定格をもつクランプ式電流計、電流計、又は短絡電流測定機能をもつ試験装置で測定することができる。

次に短絡用開閉器を用いて短絡電流を停止させ、これ以外の接続を変更する前に電流がゼロになったことを確認する。

注記 “短絡開閉器” は、短絡試験と太陽電池アレイ絶縁抵抗測定（D.6.6 参照）の両方に使うことができる試験装置の一つである。

D.7.3.3 ストリング動作試験

システムのスイッチが入り平常動作モード（パワーコンディショナが最大電力点追従）のときに、各ストリングからの電流をストリングケーブルの周りに設置した適切なクランプ式電流計で測定し、測定値を期待値と比較することが望ましい。同一ストリングを複数存在するシステムで、安定した日射強度条件である場合は、個々のストリングの電流測定値を比較しなければならない。これらの値は、同じはずである（安定日射条件では、平均ストリング電流の5%以内が一般的）。

日射強度条件が安定していない場合は、次の方法を採用してもよい。

- － 試験を延期する。
- － 複数の測定器を用いて同時に測定する場合は、基準ストリングを決めて測定器を一つ設置し、この測定器を基準として他ストリングの値を比較する。
- － 電流読取値を、日射計読取値で調整してもよい。
- － 太陽光発電用試験メータ（日射測定付き）を使ってもよい。
- － I-V 曲線測定を実施してもよい。

注記 I-V 曲線測定は D.7.2 に記載する。

D.7.4 太陽電池アレイの赤外線サーモグラフィ試験

D.7.4.1 一般

赤外線（IR）サーモグラフィ試験の目的は、現場で運用中の太陽電池モジュール内の変則的な温度のばらつきを検知することである。こうした温度のばらつきは、逆バイアスセル、バイパスダイオードの故障、はんだ接合不良、接続不良、その他の局所的な高温動作につながる条件などの、太陽電池モジュール又は太陽電池アレイ内の問題を示しているおそれがある。

注記 赤外線サーモグラフィ試験は、竣工検査と点検プロセスの一部であると共に、太陽電池モジュール、ストリング、太陽電池アレイ内で疑われる問題のトラブルシューティングに使ってもよい。

D.7.4.2 赤外線サーモグラフィ試験手順

赤外線サーモグラフィ試験では、太陽電池アレイは平常動作モード（パワーコンディショナの最大電力点追従）であること、また、安定した天候状態であることが望ましい。

太陽電池モジュールの構造と架台構成によって、太陽電池モジュールの表面又は裏面のどちら側が最も判別しやすい熱画像となるかを決定する（この手順は表面又は裏面の片側ずつ繰り返す必要がある場合がある）。

逆流防止ダイオード、端子箱、電気接続、及び周囲との温度差が目に見える特定の太陽電池アレイの問題に注意を払いながら、問題の太陽電池アレイ又は太陽電池サブアレイの各太陽電池モジュールを撮影する。

太陽電池アレイの正面から撮影する場合は、赤外線サーモグラフィと撮影者は調査対象エリアに影を落とす必要はない。

注記 太陽電池アレイを裏側から見ると、太陽電池モジュールガラスが反射する光の干渉が最小限になるが、正面から見ると、ガラスの熱伝導性によって判別しやすい画像が取れるのが一般的である。

D.7.4.3 赤外線サーモグラフィ試験結果の解釈

D.7.4.3.1 一般

D.7.4.3.2 から D.7.4.3.5 は、赤外線サーモグラフィ試験中に特定可能な一般的な問題を解説するものである。

D.7.4.3.2 赤外線サーモグラフィ試験結果—一般

この試験は、基本的に太陽電池アレイ内の変則的な温度のばらつきを探すものである。架台取付け点、ステッカーの貼り付け、その他によって生じる平常の温度ばらつきは、あくまでもこうした平常の温度ばらつきを記録することがないようにするために特定することが望ましい。

太陽電池アレイの平均温度は、日ごとに非常に大きく変動する。そのため、異常を特定するための絶対温度の基準はあまり役に立たない。ホットスポットと平常運用中の太陽電池アレイの温度差が最も重要である。太陽電池アレイ温度は、日射強度、風速及び周囲温度の関数であることに留意することが望ましく、これらは日照時間中に非常に大きく変化する。

極端に異なる温度のエリアは、疑わしい当該機器自体の上か、又は太陽電池アレイ及びストリング配置図上に明確に位置をマーキングして文書化する。各温度差を調査して推定原因を推定する。目視検査と電気試験（ストリングと太陽電池モジュールレベル）を用いて調査する。場合によっては熱変異のある太陽電池モジュール単複数の I-V 曲線を熱変異のない太陽電池モジュールの I-V 曲線と比較することが有用なツールになり得る。

広角赤外線サーモグラフィを用いれば、発電していないか接続されていない太陽電池モジュール及びストリングの全体的な温度は、隣接する太陽電池モジュールの温度と判別できるほど異なるため、これを検知することが可能な場合がある。

状況によっては、太陽電池アレイのセグメントを開回路にして撮影を繰り返すと情報が得られる場合がある。太陽電池アレイを開回路にしてから熱平衡化に少なくとも 15 分待つ。熱画像が変化しないストリングは、負荷状態で電流を発生していないおそれがある。

D.7.4.3.3 赤外線サーモグラフィ試験結果—太陽電池モジュールのホットスポット

太陽電池モジュール温度は、大きな温度差のあるエリアがなく、比較的均一であることが望ましい。しかしながら、端子箱近傍では熱が周囲環境によく伝導されないため、他の部分と比較して太陽電池モジュールが熱くなると予想される。また、太陽電池モジュールの端部、ラベル、周縁直近及び太陽電池架台において温度こう配を示すこともよく見られる。

太陽電池モジュール内の他の場所のホットスポットは、通常、電気的な問題を示唆していて、直列抵抗、分路抵抗、太陽電池セル出力のミスマッチが発生している場合がある。どのような場合でも、大きなホットスポット（単数又は複数）を示す太陽電池モジュールのすべての発電性能を調査する。目視検査で、例えば茶色又は変色した部分など、過熱の兆候が見られる場合もある。

D.7.4.3.4 赤外線サーモグラフィ試験結果—バイパスダイオード

発熱した（動作している）バイパスダイオードがある場合は、当該ダイオードで保護されている太陽電池アレイに日影又はごみのような明らかな発電低下となる原因がないか確認する。明らかな原因がない場合は太陽電池モジュール自体の不良を疑う。

D.7.4.3.5 赤外線サーモグラフィ試験結果—ケーブルの接続

太陽電池モジュール間の電線の接続部は、電線自体よりも著しく熱いことは望ましくない。接続部の方が熱い場合は、接続が緩んでいないか、又は腐食していないか確認する。

D.8 試験手順—追加試験

D.8.1 対地電圧—抵抗接地システム

この試験は、高インピーダンス（抵抗）接地を使用するシステムを評価するために使用する。具体的な試験手順は、太陽電池モジュールに抵抗接地系を要求する太陽電池モジュール製造業者が提供する。

この試験は、太陽電池モジュール製造業者が特定する要件に従って行い、設定した抵抗が正しい値であり、当該 DC システムを許容できる対地電圧又は許容できる漏れ電流範囲であることを確認する。

D.8.2 逆流防止ダイオード試験

逆流防止ダイオードは、オープン又はショートの間方において故障するおそれがある。この試験は、逆流防止ダイオードが設置されている設備にとって重要である。

ダイオードはすべて検査し、これらが正しく接続されていること（極性が正しい）並びに過熱及び炭化の兆候がないことを確認する。

平常動作モードで逆流防止ダイオード（ V_{BD} ）両端間の電圧を測定する。

— 合否基準： V_{BD} が 0.5 V と 1.65 V の間

電圧がこの範囲外である場合は、当該システムをさらに調査し、当該ダイオード故障が単独の故障であるか、他の周辺機器不具合の結果であるかを判定する。

D.8.3 湿潤絶縁抵抗測定

D.8.3.1 一般

湿潤絶縁抵抗測定は、基本的に不具合発見作業の一環として使用する。

太陽電池アレイ及びその配線に対する雨及び露をシミュレーションする。水分が侵入することによる腐食の促進、地絡の発生は、人及び機材に対して電気安全上の危険となり得るため、この試験によって太陽電池アレイ電気回路の充電部に水分が侵入しないことを確認する。

この試験は、配線の損傷、固定が不十分な接続箱のふたなど設置上の不備を発見するのに特に効果的である。樹脂製基板のせん孔、接続箱の割れ、シーリングの不十分なダイオード筐体、不適切な（屋内用）コネクタの使用などの製造上並びに設計上の問題を検知することもできる。

なお、湿潤絶縁試験は、（通常の）乾燥試験の結果が疑わしい場合、及び設置上又は製造上の欠陥による絶縁破壊が疑われる場合に実施されるのが一般的である。

この試験は、アレイ単体及び全体、又は大規模システムであれば選定された部分（当該太陽電池アレイの特定の機器又はサブシステム）にだけ適用することができる。当該太陽電池アレイの一部だけの試験は、他の試験中に特定された既知の問題又は疑わしい問題がある時に選定されるのが一般的である。

D.8.3.2 湿潤絶縁抵抗試験手順

試験手順は、標準絶縁試験に記載するものと同じであるが、初めに太陽電池アレイを濡らすという手順が追加される。

試験前に、太陽電池アレイの供試エリアを確認し、接続箱及びケーブルのすべてと共に、太陽電池モジュールの正面、背面、端面を含め、あらゆる部分が濡れているようにする。太陽電池アレイの供試部位を水と界面活性剤の混合液でスプレーし、全体的に濡らすことが望ましい。

この試験を実施すると感電のおそれがあるため、標準絶縁試験用に記載した安全対策が必要である。試験中に着用する保護具の選定には、試験を実施する湿潤環境を考慮する。

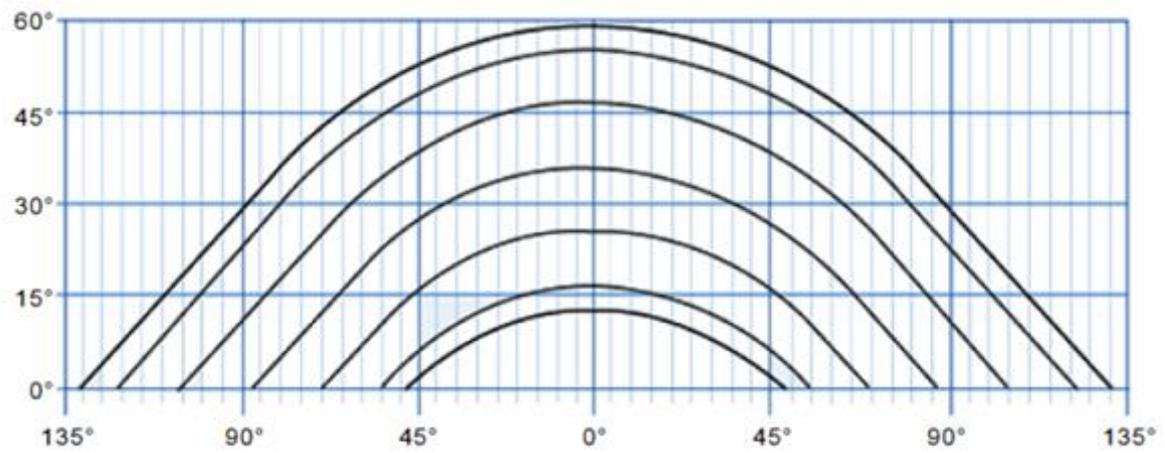
この試験は、（現場では濡れても乾燥が早く、結果に大きなばらつきが発生するため）複数人で作業を分担して実施することを推奨する。

D.8.4 日影評価

日影評価を実施する目的は、その時点の日影と他の障害物などによる日影の影響を記録することである。これは将来的な比較のためのベースラインを記録するためである。

小型システムでは、日影記録は実際的に可能な限り太陽電池アレイの中心でとるのが望ましい。大規模システムで、複数の太陽電池サブアレイをもつシステム又は複雑な日影条件をもつシステムでは、日影測定を何度も行う必要がある。

日影を測定し記録する手段が複数存在する。一つの適切な方法として、 **D.1** に示すように太陽軌道図に日影状況を記録することである。



IEC

図 D.1 – 太陽軌道図例

日影記録は、次のように実施する。

- 日影記録を採取した場所を記録する。
- (適宜) 南又は北を記載する。
- 日影となる物体の高度 (高さ) を示すスケールとする。

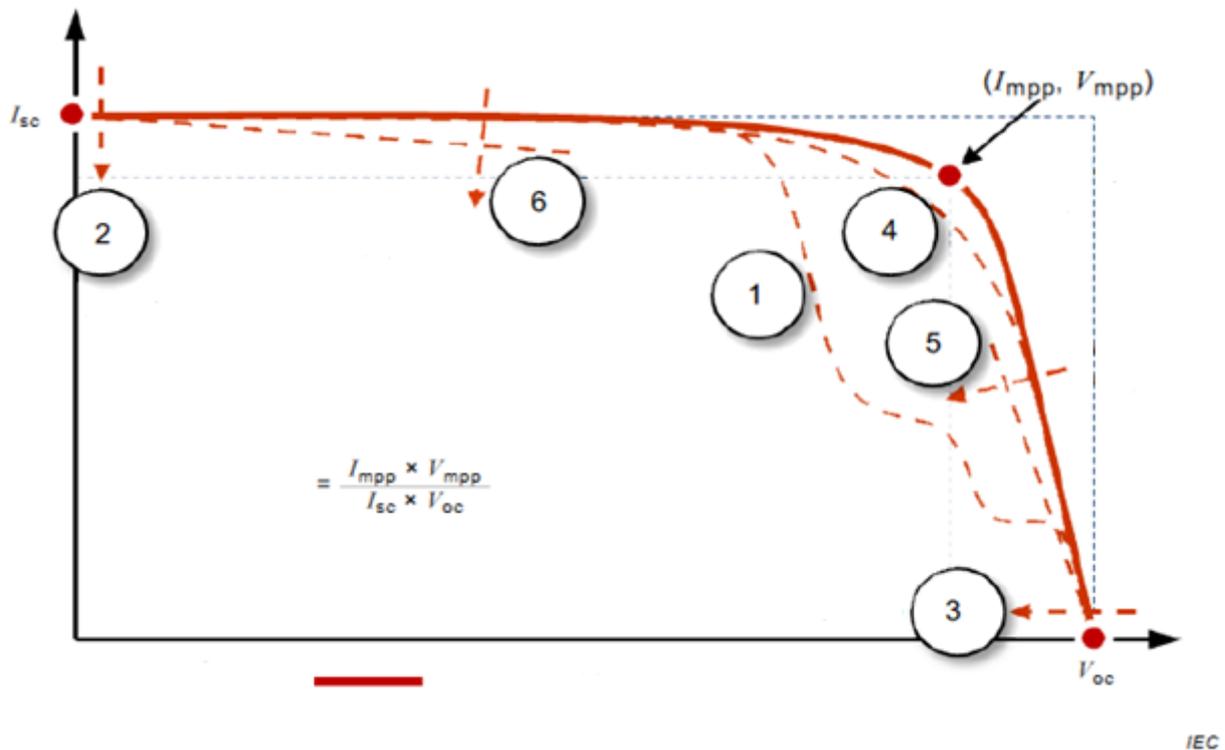
注記 将来的に問題となりそうな日影を落とす存在の説明も、有用な記録となる。これには、進行中又は計画中の建設工事、当該太陽電池アレイの一部にかかるまで成長しそうな植栽などがある。

附属書E (参考) I-V曲線形状の解釈

E.1 一般

正常な太陽電池の I-V 曲線はなめらかな形状をしており、次の3つの要素に分けることができる。

- I_{sc} から始まり電圧増加とともに緩やかに電流値が下降する部分
- 電圧の増加とともに急峻に電流値が下降し V_{oc} に至る部分
- 上記の2つの要素をつなぐ曲線部分（肩部分）



注記 1 から 6 までの数字は E.2 から E.7 に記載する曲線形状のバリエーションを示す。

図 E.1 – I-V 曲線形状

日射強度測定の不確かさ、又は部分的な日影又は受光面の汚れなどによって、測定した I-V 曲線と電氣的仕様から想定される I-V 曲線に多少の差異が見られる場合がある。また、このような差異は、計測器のパラメータ設定又は測定方法が間違っている場合を含む。

E.2 バリエーション1—曲線に段差又は変形

I-V 曲線の異常な段差又は変形は、供試太陽電池モジュールに異常が生じているおそれを示している。

この原因としては、次のようなことが考えられる。

- － 太陽電池アレイ又は太陽電池モジュールに部分的な影ができています。
- － 太陽電池アレイ又は太陽電池モジュールの受光面が部分的に汚れている。
- － 太陽電池モジュールが損傷している。
- － バイパスダイオードが故障している。

注記 太陽電池モジュール中のセルの1枚が部分的に影になった場合でも、バイパスダイオードに電流が流れI-V曲線に変形が現れる場合がある。

E.3 バリエーション2－電流小

期待される電流値と測定した電流値に差異がある場合は、何らかの異常が発生しているおそれがある。次に幾つかの例を示す。

a) 太陽電池アレイ側の原因

- － 受光面の広範囲な汚損
- － リボン状の影
- － ダム状のごみだまり
- － 太陽電池モジュールの劣化
- － モジュールの割れ、白濁及び変色

注記 リボン状の影又はダム状のごみだまりの影響は、太陽電池モジュール内の太陽電池セル接続パターン又は太陽電池モジュールの取り付け方向(縦置, 横置)などにより現れる現象が異なる。

b) 計測器のパラメータ設定

- － 太陽電池モジュールのデータが正しく入力されていない。
- － 直並列ストリング数が正しく入力されていない。

c) 日射測定の精度

- － センサの校正不良又は故障
- － センサが太陽電池アレイと同一面に取り付けられていない。
- － I-V 曲線測定中の日射変化。
- － 地表面又は周囲の構造物から反射光の影響を受けている。
- － 日射が低過ぎる、又は太陽高度が低過ぎる。

注記 測定異常には、計測値が低くなる場合及び高くなる場合の両方が起こり得る。

E.4 バリエーション3－電圧低下

電圧低下の原因は、次のようなことが考えられる。

a) 太陽電池アレイ側の原因

- － バイパスダイオードの故障。
- － 太陽電池モジュール又は太陽電池アレイの内部接続の不良。
- － ストリングの太陽電池モジュール数が異なる。
- － PID (Potential Induced Degradation) が発生している。
- － 太陽電池セル、太陽電池モジュール及び太陽電池ストリング全体にかかる影。

b) 計測器のパラメータ設定の問題

- － 太陽電池モジュールのデータが正しく入力されていない。

- ー スtring数が正しく入力されていない。
- c) 測定上の原因
 - ー 太陽電池セル及び太陽電池モジュールの温度が正しく測定できていない。

太陽電池セル及び太陽電池モジュールの温度測定は、中央部付近の代表点で測定するのが一般的であるが、設置条件又は風の影響などによって適切に測定できない場合がある。また、太陽電池セル及び太陽電池モジュールの温度測定においては、センサの取付方法又は取り付け場所の選択に、知識又は経験が求められる。

E.5 バリエーション4ー肩部分の曲線が緩やかになる

I-V 曲線の肩部分の曲線が緩やかになるのは、劣化の兆候を示している場合がある（FFの低下）。また、肩部分の前後の直線部分のこう配が変化していると、肩部分の曲線が緩やかになったように見える場合がある。

E.6 バリエーション5ーこう配部の傾きが緩やかになる

最大出力点（ V_{mpp} ）と V_{oc} の間である I-V 曲線右側部のこう配は、供試回路の直列抵抗の影響を受ける。直列抵抗が高くと、この部分のこう配が相対的に緩やかになる。

直列抵抗が大きくなる原因として、次の事象が考えられる。

- ー 太陽電池配線に損傷又は断線（又はケーブルのサイズ不十分）
- ー 太陽電池モジュール又は太陽電池アレイの内部接続の不良
- ー 太陽電池モジュール自体の直列抵抗値の上昇

太陽電池アレイのケーブルが長く引き回されている場合は、直列抵抗が上昇する原因となり、肩部分の形状にも影響を与える。I-V 曲線にこの種のエラーが見られる場合は、太陽電池モジュール間の配線又は内部接続の品質に注意する必要がある。また、この種のエラーは、太陽電池アレイ回路の配線上の不具合、その結果としての損傷又は腐食の兆候を示しているおそれがある。

太陽電池モジュールの直列抵抗が大きくなるのは、劣化及び/又は腐食、又は製造上のエラーによる太陽電池セル内部抵抗の増加及び接続箱内の抵抗値が増加などのおそれがある。

カテゴリ 2 試験に記載されている赤外線サーモグラフィ試験は、この種の高抵抗事故を特定するのに有効なツールになる。

E.7 バリエーション6ー上部緩こう配部のこう配の変化

I-V 曲線上部の緩こう配部の変化は、次の原因が考えられる。

- ー 太陽電池セル内の漏れ電流増加
- ー 太陽電池モジュール I_{sc} のミスマッチ
- ー 部分的な日影又は汚れ（ダム状ごみだまりなど）

太陽電池セルの漏れ電流は、通常、太陽電池セル自体又は太陽電池セル間接続の局所的な欠点の原因となる。漏れ電流は局所的な発熱につながるおそれがあり、このようなホットスポットと呼ばれる現象は、赤外線サーモグラフィ試験でも特定することができる。

Stringを構成する太陽電池モジュールの I_{sc} は、製造上一定のばらつきをもっているが、このようなばらつきがランダムに分布している場合は I-V 曲線の異常として顕在化しにくい。

大きな日影は I-V 曲線に段差又は部分的な変形を発生させるが、String内の複数の太陽電池モジュ

ールに小さな影がかかっている場合又は、複雑な形状の影がかかっている場合には、I-V 曲線の異常として顕在化しない場合がある。

太陽光発電システム保守点検ガイドライン 解説

解説

この解説は、本体及び附属書に規定及び記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、技術資料の一部ではない。

1 制定の趣旨

2012年から開始された再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT制度）のもと、太陽光発電システムは、導入量を著しく伸ばしている。一方で、この急速な拡大を受けて、“①国民負担の急増”、“②不十分な設計施工・メンテナンス”、“③立地地域とのトラブル”などが課題となっている。

2016年5月には、これらの課題を克服するため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（FIT法）が改正され、“安定的な発電事業の継続に向け、発電事業者の事業計画の提出・遵守を求める新認定制度”を実施することが打ち出された。

ここで示される新認定制度では、国が策定する“事業計画策定ガイドライン”の下で、民間の作成する“保守点検ガイドライン”の参照が検討されている。

また、International Electrotechnical Commission（IEC）では、保守点検に関する規格として **IEC62446-2**” Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance - Part 2: Grid connected systems – Maintenance of PV systems”（以下 IEC 規格）の制定が検討されている。

上記を鑑み、太陽光発電システムの安定的な発電の継続のためには、適切な保守点検が必要であり、将来の JIS 制定を考慮し、IEC 規格を元に保守点検ガイドラインを作成することとした。

しかしながら、IEC 規格は、2016年9月2日に CD（Committee Draft：委員会原案）が発行された段階であり、今後制定までには内容の変更などが行われる予定である。したがって、今回作成するガイドラインは、IEC 規格を元にし、既に民間のガイドラインとして発行されている次の技術資料などを参考に追加、修正又は、参考資料として掲載した。このため、本文書は規格の形式となっており、保守点検を実施する専門家を対象とした記載としている。研修、啓蒙などに本文書を利用する場合には、必要に応じ、本文書を元に利便性の高い手順書などを作成されたい。

なお、追加、修正した内容は、IEC 規格の改定提案を実施するとともに、IEC 規格が正式に発行した時点で最新版への改定を実施する。

日本電機工業会(JEMA)技術資料

JEM-TR228:2012 小出力太陽光発電システムの保守・点検ガイドライン

太陽光発電協会(JPEA)技術資料

BU145001(第1版) 太陽光発電システム保守点検ガイドライン 【10kW以上の一般用電気工作物】

BU167001(第2版) 太陽光発電システム保守・点検ガイドライン 【住宅用】

2 IEC規格の制定の趣旨

IEC 規格（**IEC62446-2**）は、現在制定検討中であるが、参考のため、IEC 規格の制定の趣旨を以下に転載する。

“定期的な検査，安全及び性能にかかわる予防是正的な保守とトラブルシューティングなどの太陽光発電システムの保守に関する要件並びに推奨案を提供するものである。系統連系太陽光発電システムは，保守の必要性の非常に低い発電手段と一般に考えられている。燃料を使用する発電又は回転部を有す機械を利用する従来の発電源に比較した場合はそのとおりであるが，太陽光発電システムも 20 年を超え得ると想定されている寿命期間中に期待される性能を示すには，予防是正のための保守を，ある程度は必ず必要とする。性能のために要求される保守水準又は推奨される保守水準は，太陽光発電システム所有者の希望又は発電契約条件によって大きく差異があり得る。しかしながら，最小限の保守は安全性と火災リスクの軽減のために不可欠である。保守要件を最小限に限定することこそ，新たに設立された IECRE 適合性評価制度の目的の一部となっている。この適合性評価制度が太陽光発電システムとその発電プラントの設計から運用に至るまで，その許認可と認証を動かしていくことになる。”

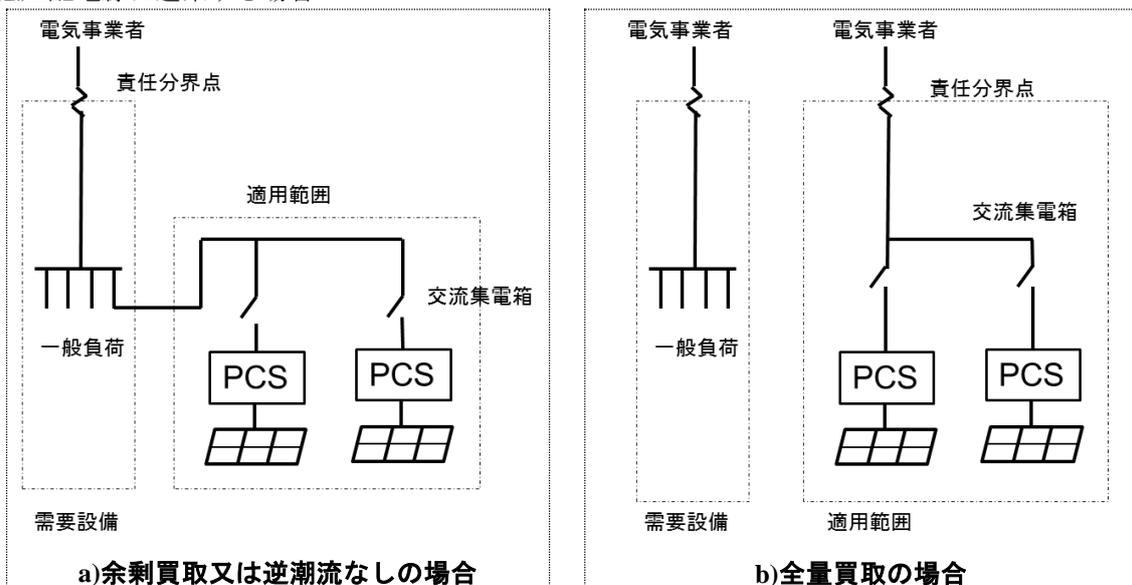
3 適用範囲の考え方

この技術資料は，系統に連系する太陽光発電システムが対象となる。系統に連系する太陽光発電システムには，“逆潮流あり”，“逆潮流なし”のシステムがあり，更に“逆潮流あり”のシステムには，余剰電力を逆潮流する“余剰買取”と，発電した電力すべてを逆潮流する“全量買取”に分けられる。FIT 法の対象は，10 kW 以下の住宅用のシステムでは，“余剰買取”が行われ，それ以外は，“全量買取”又は“余剰買取”となる。したがって，“逆潮流なし”のシステムは FIT 法の対象外ではあるが，既に“逆潮流なし”のシステムも多数稼動しており，また，今後も増加すると予想されるため，この技術資料には“逆潮流なし”も含めることとした。

この技術資料の範囲には，国内法（平成 15 年経済産業省告示第 249 号第 4 条）で需要設備に準じて点検を実施するとされた設備（高圧以上で受電する 50 kW 以上の全量買取の場合で，保安上の責任分界点から逆変換装置の系統側接続箇所までの設備）を除くこととした。これは，国内法により点検が義務付けられており，かつ，点検方法も明確であるためである。

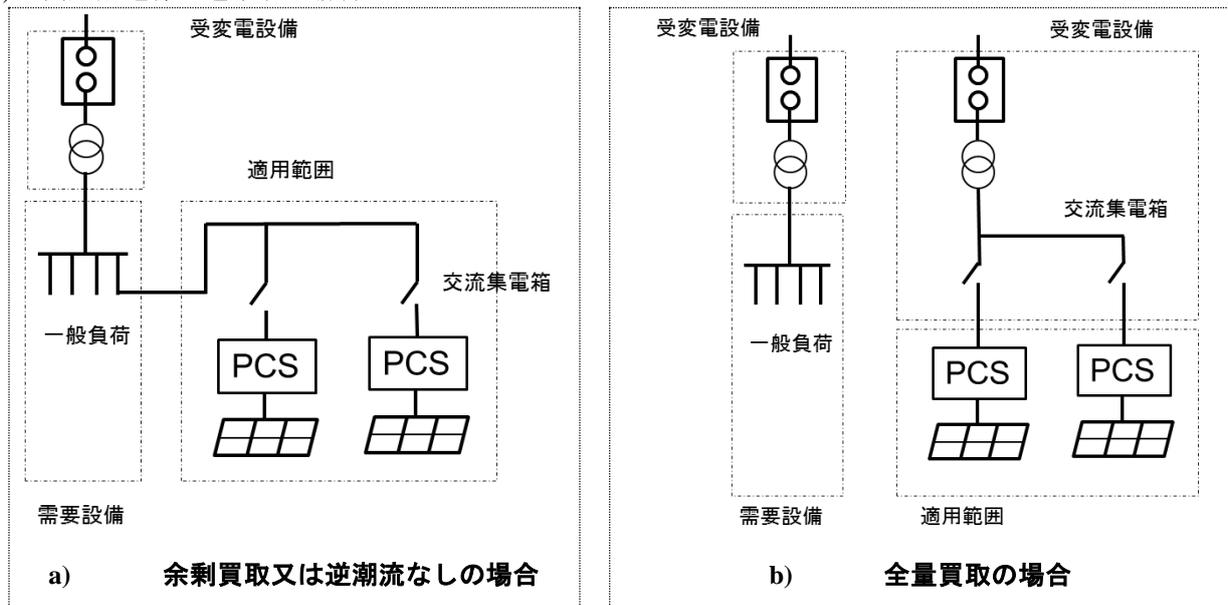
3.1 適用範囲の具体例

a) 低圧配電線に連系する場合



解説図 1 – 適用範囲の具体例（低圧）

b) 高圧配電線に連系する場合



解説図 2 – 適用範囲の具体例（高圧）

4 国内法の順守

この技術資料は、国際規格の取り入れのため IEC 62446-2 を元に作成された。IEC 62446-2 では、低圧電気設備の技術基準として IEC 60364 群を参照している。しかし、国内では、電気設備技術基準の解釈第 3 条から第 217 条の規定により施設している設備が多い。この場合は、IEC 60364 群の規定ではなく、電気設備技術基準の解釈に示す基準を参照する必要がある。（電気設備技術基準の解釈第 218 条参照）

なお、直流電圧が 750 V を超過する場合は、国内では、電気設備に関する技術基準を定める省令第 2 条 1 項に規定する“高圧”に該当する。この場合に国際規格を参照する場合は、IEC 60364 群ではなく、IEC 61936-1 規格を参照する必要がある。（電気設備技術基準の解釈第 219 条参照）

なお、系統連系に関しては、電気設備技術基準の解釈第 220 条から第 232 条又は電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインに準拠する必要がある。

その他、使用前自主検査又は使用前自己確認制度などでも具体的な検査方法などが規定されており、このような国内法は優先して適用される。

5 参考情報 I

次に示す技術資料から参考となる情報を抜粋して記載する。

日本電機工業会(JEMA)技術資料

JEM-TR228:2012 小出力太陽光発電システムの保守・点検ガイドライン

太陽光発電協会(JPEA)技術資料

BU145001(第 1 版) 太陽光発電システム保守点検ガイドライン 【10kW 以上の一般用電気工作物】

BU167001(第 2 版) 太陽光発電システム保守・点検ガイドライン 【住宅用】

5.1 点検の基本原則

5.1.1 一般用電気工作物における保安責任

一般用電気工作物である 50 kW 未満の太陽光発電システムのシステム所有者には保安責任があり、設備が安定的な発電を行うと共に事故防止のために自主的な巡視、点検を実施し“電気設備に関する技術基準を定める省令(電気設備技術基準の解釈 218 条に規定する日本工業規格又は国際電気標準会議規格を含む)(以下、技術基準という)に適合するよう、設備の保安を行わなければならない。

なお、一般用電気工作物とは、次に示すとおりである。

- a) 他の者から経済産業省令で定める電圧(交流 600V)以下の電圧で受電し、その受電の場所と同一の構内においてその受電に係る電気を使用するための電気工作物(これと同一の構内に、かつ、電氣的に接続して設置する小出力発電設備を含む。)であって、その受電のための電線路以外の電線路によりその構内以外の場所にある電気工作物と電氣的に接続されていないもの。
- b) 構内に設置する小出力発電設備(これと同一の構内に、かつ、電氣的に接続して設置する電気を使用するための電気工作物を含む。)であって、その発電に係る電気を前号の経済産業省令で定める電圧以下の電圧(交流の場合 600 V 以下、直流の場合 750 V 以下)で他の者がその構内において受電するための電線路以外の電線路によりその構内以外の場所にある電気工作物と電氣的に接続されていないもの。

一般用電気工作物には、一部例外はあるが、600 V 以下で受電する一般住宅又は小規模な店舗、事務所など、又は同じく 600 V 以下で受電する 50 kW 未満の太陽光発電設備などが該当する。

5.1.2 一般用電気工作物におけるシステム所有者の留意事項

システム所有者が留意する保守点検に関連した事項を次に示す。

- a) 日常運転中に、警報又は停止が発生した場合の処置に関しては、機器の特性に応じて製造業者が必要事項を指示又は表示しているので、これに従う。
- b) 高所に設置してあり容易に点検できない太陽電池アレイなどは、安全で目視可能な場所(地上など)からの目視点検とし、必要な場合は、専門技術者(太陽光発電システムに関する基礎知識を保持する者)に依頼して実施する。
- c) 接続箱、集電箱、パワーコンディショナ(以下、PCS)及び太陽光発電用開閉器の内部は高電圧となっている部分があるため、外部からの目視、異音、異臭、振動などの点検に留める。
- d) 日常巡視の結果、異常があると思われる場合は、専門技術者に相談し、詳細な点検を行う。

5.1.3 一般用電気工作物における製造業者の留意事項

製造業者が留意する保守点検に関連した事項を次に示す。

- a) 台風、地震、火災、落雷、雨漏りなどが発生した場合、システム所有者に求める注意、指示又は表示を行わなければならない。
- b) 点検の必要項目、判定基準、測定方法、その他注意事項に関し、システム所有者へ指示又は表示を行わなければならない。

5.1.4 一般用電気工作物における施工業者、専門技術者の留意事項

施工業者及び専門技術者が留意する保守点検に関連した事項を次に示す。

- ー 太陽電池モジュールの直並列の枚数、PCS との適合性、太陽電池アレイの方位、太陽電池アレイの傾斜角、架台の強度、太陽電池モジュールの配線、塩害地域、多雪地域への設置など、太陽光発電システム及び機器の仕様に関わる内容は、設置前に問題がないことを確認する。

5.1.5 事業用（自家用）電気工作物における保安責任

一般用電気工作物以外の電気工作物（自家用電気工作物を含む事業用電気工作物）は、工事、維持及び運用に関する保安の監督をさせるため、システム所有者が必ず電気主任技術者を置くことが法律で義務付けられており、電気主任技術者は、保安規程に従って保守点検を実施する。

5.2 点検前の準備

点検の事前準備は、次によるものとする。

a) 作業計画書を作成する。

点検対象設備名、作業日時、作業内容概要、人員、体制（指揮命令系統）などを記入する。

b) 点検対象設備の図面、取扱説明書、今までの点検記録などを準備する。

設備の構成、特徴及び機器仕様を十分理解する。

c) 点検作業手順書を作成する。

－ 手順は、安全確保に十分留意し作成する。特に高所作業、充電部への接近作業による感電防止及びシステムの安全な復旧に対しては、十分な検討を行う。

－ 準備する工具、器具、計測器安全保護具（ヘルメット、安全靴、手袋、安全帯など）及び標識類（危険、立入禁止、点検中、投入禁止、高所作業中など）を記入する。

－ 計測器用電源、照明など点検に必要な電源の確保も事前確認することが必要である。

－ 機器及びシステムの点検作業記録用紙を作成する。

d) 点検作業用機器を準備する。

－ 点検作業手順書に従い工具、器具、計測器、保護具及び標識類を準備し、数量を記入した確認リストを作成する。

－ 工具、器具、計測器、保護具、標識類は、適正な物を用意し、事前に動作確認などの点検を行う。なお、計測器は、定期的に校正が行われたものを使用する。

－ 作業終了後確認リストによる確認を行い、紛失、置き忘れ及びこれによる事故を防止する。

5.3 日常点検

この技術資料では、システム所有者が実施する日常点検（日常巡視）は扱わないこととしているが、参考のため日常点検要領を以下に記載する。

日常点検は、システムの異常及び不具合を早期に発見し、安全を確保するとともに故障などを未然に防止するためのものである。

一般用電気工作物の場合、日常点検の周期は、毎月1回程度及び地震、台風、洪水、火災又は悪天候（大雨・強風・大雪・雹・落雷など）の後とし、**解説表1**を参照してシステム所有者が点検する。個別のシステムでの設置環境などの理由によって点検者が必要と判断した場合、専門技術者などに相談する。

システム所有者自身が実施することを前提とした点検のため、工具、計測器などを用いない、主として目視での確認とする。

なお、事業用（自家用）電気工作物の場合は、保安規程に従い実施する。

解説表 1 – 日常点検要領

点検箇所・部位	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ、架台	目視	太陽電池モジュール表面の汚れ及び破損	表面に著しい汚れ、きず及び破損がない。
		太陽電池モジュールフレームの破損及び変形	フレームに破損及び著しい変形がない。

解説表 1- 日常点検要領 (続き)

点検箇所・部位	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ, 架台	目視	架台の腐食及び破損	架台に著しいさび, 汚れ, さび, 腐食及び破損がない(さびの進行のない, めっき鋼板の端部に発生するさびは除く)。
		ケーブルの破損	ケーブルに著しいさび, 破損がない。
		屋根葺材の破損	屋根葺材が破損していない, すき間又はズレがなく収まっている。
		電線管の破損	配線ケーブルを納める配管に著しいさび, 腐食などが無い。
		周囲の状況	影の状態の確認, 鳥の巣, 雑草, 樹木などの状態が安全, 発電性能に著しい影響がない。
接続箱 (PCS 内蔵型を含む), 集電箱	目視	外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食, さび, きず, 及び機能を損なう可能性のある破損がない。
PCS	目視	外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食, さび, きず, 及び機能を損なう可能性のある破損がない。(鍵付きの場合) 扉の施錠がされている。
		外部配線 (接続ケーブル) の損傷	PCS へ接続する配線に著しいさび, 破損がない。
		電線管の破損	配線ケーブルを納める配管に著しいさび, 腐食などが無い。
		通気確認 (通気孔, 換気フィルタなど)	通気孔をふさいでいない。 換気フィルタ(ある場合)が目詰まりしていない。
		異常音など	運転時の異常音, 異常な振動, 異臭及び異常な過熱がない。
		表示部の異常表示	表示部に異常コード, 異常を示すランプの点灯, 点滅などが無い。
その他 (開閉器, ELB, WH など)	目視	外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食, さび, きず, 及び機能を損なう可能性のある破損がない。

5.4 点検に用いる機械器具

点検を行う機械器具として絶縁抵抗計, テスタ (回路計), 電圧計, 電流計, 低圧検電器及び接地抵抗計が主な機械器具として必要となる。それ以外に I-V 曲線測定装置などがある。

5.4.1 代表的な機械器具

a) 絶縁抵抗計

低圧電路及び機器の定期点検における絶縁抵抗測定又は地絡時の故障個所の原因調査に用いる。100 V のレンジは, 200 V 以下の低圧電路, 機器の維持管理に使用する。250 V のレンジは, 400 V 以下の低圧電路, 機器の維持管理又は竣工時に使用する。500 V レンジは, 600 V 以下の低圧電路及び機器の維持管理又は竣工時に使用する。

b) テスタ (回路計)

電圧, 電流, 抵抗, 導通などの測定が可能な機器である。アナログ式とデジタル式がある。デジタルの小型タイプは, 電圧が 500 V までしか測定出来ないものもあるため仕様の確認が必要となる。テスタの中には直流 10 A まで測定可能なものもあり精度は落ちる (誤差 3 %程度) が電圧計, 電流計として利用できる。

c) クランプ式電流計

低圧電路の電線を挟み込み、負荷電流又は漏えい電流の測定に用いる。測定する電流によりクランプ部分の大きさが変わるため、用途により種類を選ぶ必要がある。精度は誤差3%程度である。なお、直流電流を測定する場合は、直流用電流計が必要となるため、交流直流両用クランプ式電流計が便利である。

d) 低圧検電器

低圧検電器は、常時携帯して低圧電路の配線・機器の充電、無充電を確認するために用いる。交流直流両用型が望まれる。

注記 日本の場合太陽電池アレイの電路は非接地であるため、直流検電器では動作しない場合がある。実際に漏電している場合に検知出来ずに感電する恐れがあるので注意が必要である。

e) 接地抵抗計

各所接地工事の接地抵抗測定に用いる。一般的には補助接地極を利用する直読式接地抵抗計が用いられることが多い。アパートなどで補助接地極が設置出来ない場合などは、簡易接地抵抗測定器で測定できる。

f) I-V 曲線測定装置

ストリング単位又は太陽電池モジュール単位で I-V カーブを測定することができる。また、各ストリングの I-V カーブの初期データをとっておくと、定期的に比較測定することにより、太陽電池の発電性能変化を把握することができる。



解説図 3 – 代表的な機械器具

5.5 測定方法の補足

測定方法については、一般事項を**附属書 D**に記載しているが、記載事項の補足的な内容又は参考情報を次に記載する。

5.5.1 絶縁抵抗の測定

5.5.1.1 太陽電池アレイ及び中継端子箱(接続箱)

太陽電池アレイ及び中継端子箱（接続箱）の絶縁抵抗測定は、次による。

a) 測定方法

太陽電池アレイの絶縁抵抗測定は、太陽電池が発電しているため安全に留意して実施する。試験方法は次の二つのいずれかで行う。

- 1) P-N 間を開放した状態で行う方法 作業性を考慮して、短絡用開閉器が用意されていない場合の標準方式とする。ただし、太陽電池電圧が試験電圧に影響を与えること、地絡が発生している太陽電池アレイを試験する場合、他機器損傷の危険があることに留意し、手順を守って実施する。試験方法は、解説**5.5.2.1 a)**による。
- 2) P-N 間を短絡した状態で行う方法 短絡による危険及び回路を開閉するときの開閉器の開閉能力不足による接点部の損傷を回避する。また、接続状態によっては、短絡点以外の場所に電圧が生じる場合があるので注意する。試験方法は、解説**5.5.2.1 b)**による。

b) 試験機材

測定に用いる機器は、**解説表 2**による。

c) 測定箇所

絶縁抵抗測定は、異常発見時の異常箇所の特定を容易にするため、経済性及び手間を考慮して可能な範囲で細分化したサブシステム単位で実施する。通常は、集電箱、中継端子箱（接続箱）、分電盤などの開閉器で区分できる単位回路ごとに実施する。このため、対象システムを調査し測定単位回路を決定する。特に、竣工前の検査では、工事の不備（電線の損傷及び誤配線）の検査を実施し、安全が確認されてからシステムの検査に移行する。

d) 測定範囲

設備の絶縁抵抗測定は、開閉器などで区切ることができる回路ごとに行う。開閉器の設置状況によって、回路ごとに含まれる機器・配線を明確にし、測定漏れがないように測定範囲を決定する。

解説表 2 – 測定に用いる機器

機器名称	備考
絶縁抵抗計(メガー)	太陽電池アレイは、 JIS C 1302 解説表 1 の電気設備・電路の区分では、“600 V 未満の低圧配電線及び機器などの維持管理のための絶縁測定、100 V・200 V・400 V 配電線の竣工時の絶縁測定”に該当すると考えられる。したがって、標準状態で太陽電池アレイの開放電圧が 500 V 以下の場合は 500 V のメガーを用いる。ただし、個別仕様書で 1000 V のメガーの使用が指定されている場合及び太陽電池アレイの開放電圧が 500 V を超える場合は、1000 V のメガーを用いる。
温度計及び湿度計	測定時には天候、気温及び湿度を記録するため温度計及び湿度計を準備する。

e) 測定方法

太陽電池アレイは対地静電容量が大きいため、絶縁抵抗値が安定するまでに時間を要する。したがって、各ストリングの絶縁抵抗をほぼ飽和する時間（例えば、1 分間）を順次測定し、ストリング間の絶縁抵抗値のばらつきを評価する。

f) 測定結果の評価

結果の評価は、システム所有者が判定基準を定めて行う。表 B.2 及び表 B.3 に記載した判定基準は、開閉器で区分できる回路ごとにあるべき法定解釈上の最低値である。判定基準は、竣工時のストリング、太陽電池サブアレイ及び太陽電池アレイの実測値に基づく実用的な値を設定することが、維持管理上有効である。また、測定値が判定基準値以上であっても、次の場合には原因の調査を行う。

1) 経時変化

前回の測定時と比較して大幅に低い絶縁抵抗値となった場合、太陽電池アレイを切り離すなどして原因を調査する。

なお、太陽電池は面積が大きく、また、構成部材である透明樹脂に温度特性の悪いものがあるため、構造上、絶縁抵抗の温度及び湿度に対する変化が比較的大きなものもある。そのため、前回との測定条件の違いを明確にして判断する必要がある。

2) 相対変化

太陽電池アレイが複数の太陽電池サブアレイ及びストリングに分割できる場合、ほかの太陽電池サブアレイ及びストリングに比べて異常に低い値（例えば、数 100 MΩ 又は数 10 MΩ に対し、数 MΩ 又は 1 MΩ 以下）がある場合は切り離すなどして原因を調査する。ストリング間にばらつきが少ない場合は、N 個のストリングで構成されている太陽電池サブアレイの絶縁抵抗値は、ストリングの絶縁抵抗値のほぼ 1/N となることが予想できるため、太陽電池サブアレイの出力開閉器を開放し、各ストリ

ングの断路スイッチをすべて入として、出力開閉器の太陽電池アレイ側の正極にメガーのプローブを接続して太陽電池サブアレイごとに測定する方が、太陽電池サブアレイを多数組合せたシステムでは効率的である。

g) 絶縁抵抗測定後の放電接地

一般電路の絶縁抵抗測定では測定終了後、人体の安全のため、回路を接地することによって残留電荷を放電する。

太陽電池アレイは開放電圧をもつ電源と見なした場合、絶縁抵抗測定後であっても電線で端子を直接接地することは危険であるため、放電接地は行わず、回路に接続されているサージアブソーバの接地端子を介して行い、その後は、自然放電による対地電圧の減少を待つ。放電後の復旧操作は、電圧計による対地電圧の確認後に行う。

なお、サージアブソーバが当該太陽電池アレイにない場合は、自然放電だけを行う。

5.5.1.2 パワーコンディショナ

絶縁抵抗測定において、メガーの電圧印加で損傷のおそれがあるもの(サージアブソーバ及び電子回路の指定部分)は、除外して試験できる。測定は、次の測定法による。詳細は、製造業者の指示による。

a) 試験機材

解説表 2 に示す絶縁抵抗計 (メガー) を用いる。

b) 測定箇所

次に示す測定部分を測定し、記録する。

- 極性を異にする充電金属部の間
- 開路状態の同極端子間
- 充電金属部と接地されるおそれがある非充電金属部又は人の触れる非充電金属部との間

この場合、接地極は非充電金属部とみなす。測定単位回路ごとに回路構成を確認し、必要な安全処置、保護処置、絶縁抵抗の判定基準値及びメガーの適用を明確にする。これらは、次回の測定にも用いるので、測定結果記録用紙の備考欄に記入しておくといよい。

絶縁抵抗の基準値は、測定単位回路を構成する機器の試験成績書、関連規格及び電気設備の技術基準の解釈条項によって決定する。

c) 測定回路

絶縁抵抗測定回路を**解説図 4** に示す。

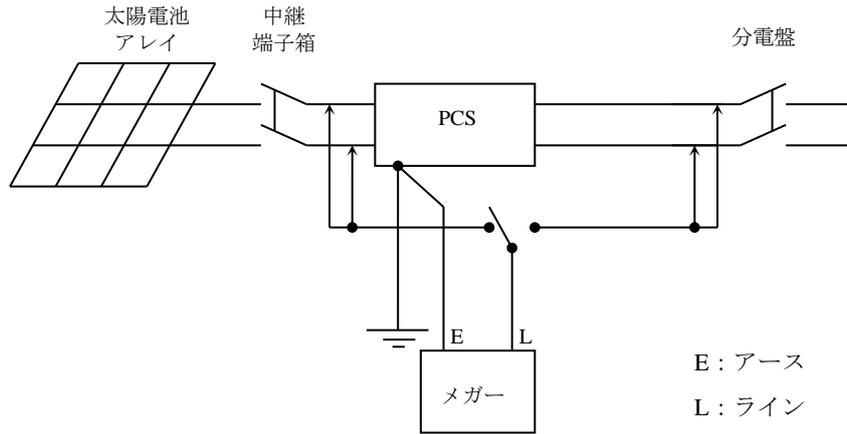
5.5.2 絶縁抵抗測定方法

5.5.2.1 太陽電池アレイ及び中継端子箱(接続箱)

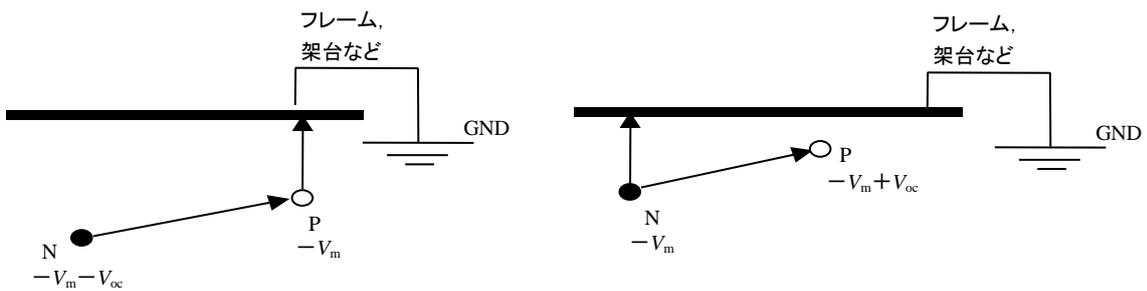
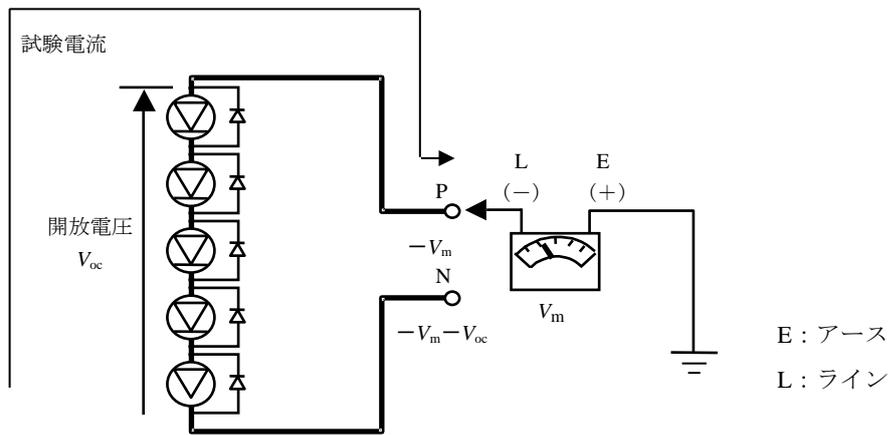
太陽電池アレイ及び中継端子箱(接続箱)の絶縁抵抗測定方法は、次の **a)** 又は **b)** による。

a) P-N 間を短絡しない方法

- 1) 試験機材 直流電圧計 (テスタ) 及び**解説表 2** による絶縁抵抗計 (メガー)、温度計及び湿度計を用いる。
- 2) 回路図 絶縁抵抗測定回路 (P-N 間を短絡しない方法の例) を**解説図 4** に示す。



解説図 4 - 絶縁抵抗測定回路



a) P 端子を測定した場合の電圧分布

b) N 端子を測定した場合の電圧分布

解説図 5 - 絶縁抵抗測定回路

3) 測定手順

- 3.1) 出力開閉器を開放する。出力開閉器の入力部にサージアブソーバを取り付けている場合、接地端子を取り外しておく。ただし、薄膜太陽電池モジュールにおいて、直流回路内でN極を接地している場合、N極と接地点とを一時的に切り離す。

- 3.2) メガの E 側を接地端子に，L 側を測定対象の太陽電池ストリングの P 側に接続する。
- 3.3) メガの電源を入れ，P 側端子の抵抗値を測定する。絶縁劣化がないことを確認した後，N 端子側を測定する。P 端子側を測定した場合，メガの電圧は負極性のため，バイパスダイオードを介して N 端子まで充電され，さらに，開放電圧が重畳される。N 端子側を同様に測定した場合，開放電圧が逆極性で重畳され，メガの電圧を減じることになり，正しい測定値が得られない。また，太陽電池モジュールの一部が絶縁劣化していた場合には，N 端子側を測定したときに，バイパスダイオードが逆極性になるため，メガの電圧が直接太陽電池モジュールに加わることになり，健全なセル及び太陽電池モジュールが劣化するおそれがある。したがって，測定は P 端子側を先に行い，絶縁劣化がないことを確認する。
- 3.4) 測定終了後，サージアブソーバの接地側端子を直接手を触れずに元の接地端子に接続し，残留電荷を放電する。テストの DCV レンジで P-E 間及び N-E 間電圧を測定し，それぞれの電圧が P-N 間電圧以下になっていれば放電が完了しているので，出力開閉器の投入操作などの復旧操作を行う。

b) P-N 間を短絡する方法

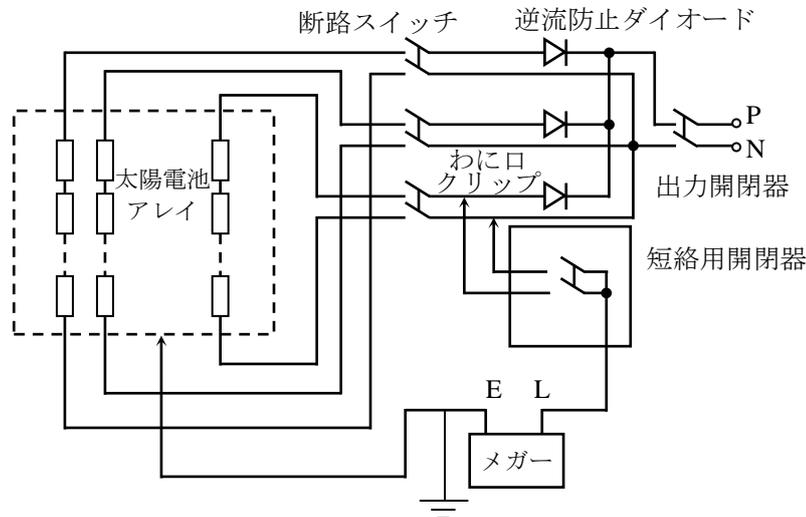
P-N 間を短絡する絶縁抵抗測定方法は，次による。

1) 試験機材

短絡用開閉器，短絡用クリップリード及び絶縁抵抗計（メガ），温度計，湿度計を用いる。

2) 回路図

絶縁抵抗測定回路（P-N 間を短絡する方法の例）を**解説図 6**に示す。



解説図 6 – 絶縁抵抗測定回路(P-N 間を短絡する方法の例)

3) 測定手順

- 3.1) 出力開閉器を開放する。出力開閉器の入力部にサージアブソーバを取り付けている場合は，接地側端子を取り外しておく。
- 3.2) 短絡用開閉器（太陽電池の開放電圧より遮断電圧が高く，出力開閉器と同等以上の電流遮断能力をもつ直流開閉器の二次側を短絡し，一次側にそれぞれわに口クリップを取り付けたもの）を開

路する。

- 3.3) すべてのストリングの断路スイッチを開路する。
- 3.4) 短絡用開閉器の一次側の（＋）及び（－）のわにロクリップを、逆流防止ダイオードよりも太陽電池側と断路スイッチとの間にそれぞれ接続する。接続後、対象とするストリングの断路スイッチを閉路する。最後に短絡用開閉器を閉路する。
- 3.5) メガーの E 側を接地端子に、L 側を短絡用開閉器の二次側に接続する。メガーで電圧を印加し、抵抗値を測定する。
- 3.6) 測定終了後、短絡用開閉器を開路してから、断路スイッチを開路して、最後にストリングのわにロクリップを外す。この順序を誤ってはならない。断路スイッチには、短絡電流を遮断する機能はなく、また、短絡状態でわにロクリップを取り外すとアーク放電が生じ、測定者が火傷するおそれがある。
- 3.7) サージアブソーバの接地側端子を再度取付け、対地電圧を測定して残留電荷の放電状態を確認する。

注記 日射があるときに測定すると大きい短絡電流が流れ、非常に危険であるため、短絡用開閉器を用意できない場合は測定してはならない。また、太陽電池の直列数が多く、電圧が高い場合も、不測の危険を防止するため測定しない方がよい。

5.5.2.2 パワーコンディショナ

PCS の絶縁抵抗測定方法は、次による。

a) 測定準備

絶縁抵抗測定は、停電状態で実施する。また、高電圧を印加するため関係者への連絡、立入禁止などの安全処置を実施する。また、システム機器の取扱説明書などを参照して、サージアレスタなどの主回路、接地回路間接続部品及びプリント基板のうち、必要なものを取り外すなどの保護処置を実施する。天候、気温及び湿度を記録する。

b) 測定手順

- 1) 単位回路ごとに開閉器を開路する。このとき、予備回路など常時開路されている開閉器は記録しておく。
- 2) 単位回路ごとに充電部を一括にして、外被又は内部の接地端子の間の絶縁抵抗値を測定及び記録する。
- 3) 充電部を接地線に触れさせて放電する。
- 4) 一括した配線を取り去り、開放した開閉器を閉路する。マーキングなどに注意して試験前の状態に復旧する。

c) 測定値の評価

- － 測定値が計画時に設定した基準値を下回っていないか確認する。
- － 測定値が前回から著しく低下していないか(経時変化)及び同様の構成機器から成るほかの単位回路と比べて著しく低くないか(相対変化)を評価する。経時変化及び相対変化に異常がある場合は、測定値が基準内であっても不適合とする。

なお、絶縁抵抗は、特に屋外設備では雨など、天候の影響が大きいので、前回の測定値又は測定条件を加味して評価する。

5.5.3 太陽電池の開放電圧測定

5.5.3.1 試験目的

竣工検査で開放電圧を測定する主目的は、各太陽電池モジュールが太陽電池アレイの設計図面どおりに正しく接続されていることを確認することにある。また、定期点検時に開放電圧を測定する主目的は、太陽電池モジュールの劣化及びストリングの配線に異常がないかどうかを確認することにある。各ストリングの開放電圧は、太陽電池モジュールの開放電圧に直列数を乗じた値であり、設置条件が同じ場合は、日射条件が多少変動しても大きくばらつくことはない。ストリング間の電圧差が太陽電池モジュール1枚分の開放電圧以内であれば、竣工検査の場合、接続は正しいとみなし、定期点検の場合、太陽電池モジュールの劣化などはないものとみなす。ただし、同一太陽電池サブアレイ内のストリングの開放電圧のばらつきがほぼ揃っている中であって、明らかに異なる傾向の開放電圧を示すストリングは、その原因を明らかにする。また、各ストリングのばらつきがない場合であっても、同一な原因（接続誤りなど）が全ストリングにあることもあり得るので、測定条件下の太陽電池モジュール1枚分の開放電圧がどの程度の値なら適切であるかを太陽電池モジュールの特性表などで把握しておくことが大切である。

なお、低い日射条件（例えば、 0.2 kW/m^2 未満。雨天、朝夕など。）による特性は、特性表に示されていない場合があるため試験を行わないことが望ましい。

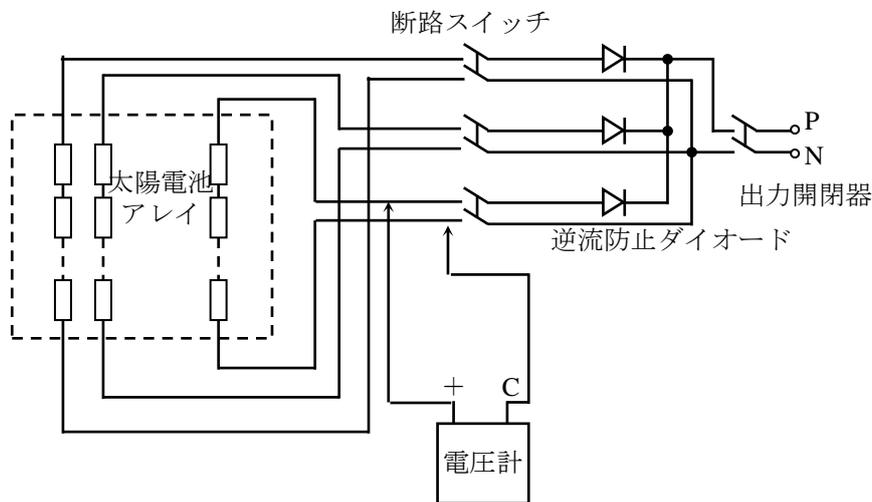
5.5.3.2 試験手順

試験手順は、次による。

a) 試験機材

直流電圧計を用いる。

b) 開放電圧測定回路例 開放電圧測定回路例を解説図7に示す。



解説図 7 - 開放電圧測定回路例

c) 測定順序

- 1) 運転を停止させる。
- 2) 中継端子箱（接続箱）（中継端子箱がない場合は PCS）の出力開閉器を開放する。
- 3) 中継端子箱（接続箱）の各ストリングの断路スイッチをすべて開放する（断路スイッチがある場合）。
- 4) 各太陽電池モジュールが日影になっていないことを確認する（各太陽電池モジュールが均一な日射

条件になりやすい薄曇りだと評価がしやすい。ただし、朝夕の低い日射条件は避ける)。

- 5) 直流電圧計で各ストリングの P-N 端子間の電圧を測定する。テスタを用いる場合、誤って電流測定レンジとすると、短絡電流が流れて危険であるので、電圧測定レンジになっていることを確認してから測定する。また、デジタルテスタを用いる場合は、極性表示（プラス、マイナス）の確認を行う。
- d) 評価 各ストリングの開放電圧の値が、測定時の条件下で妥当な値であるかどうかを確認する。各ストリングの電圧の差が太陽電池モジュール 1 枚分の開放電圧より小さいことを目安とする。

注記 薄膜系太陽電池のように開放電圧が高い太陽電池モジュールの場合は、ストリングごとに開放電圧を測定することが困難な場合がある。このような場合の測定方法、判定基準は太陽電池モジュール製造業者の指示に従う。

5.5.4 接地抵抗の測定

5.5.4.1 直読式接地抵抗計による場合

直読式接地抵抗計による測定は、次による。

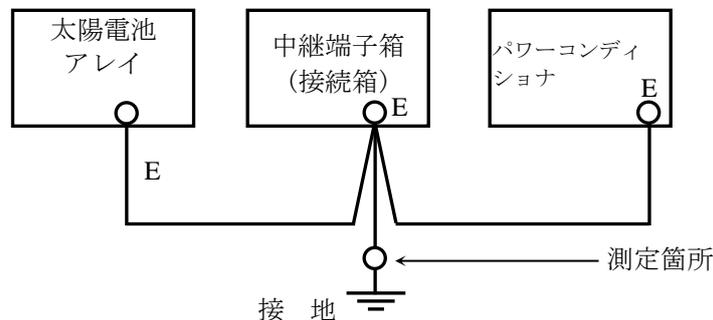
a) 測定器具

直読式接地抵抗計に規定する接地抵抗計、又はこれと同等の性能をもつ接地抵抗計を用いる。

b) 測定箇所

太陽光発電システムの各々の接地端子からは、接地支線によって機器間を連結、又は、接地極に集中して配線されている。連結の場合の測定箇所を**解説図 8**に示す。

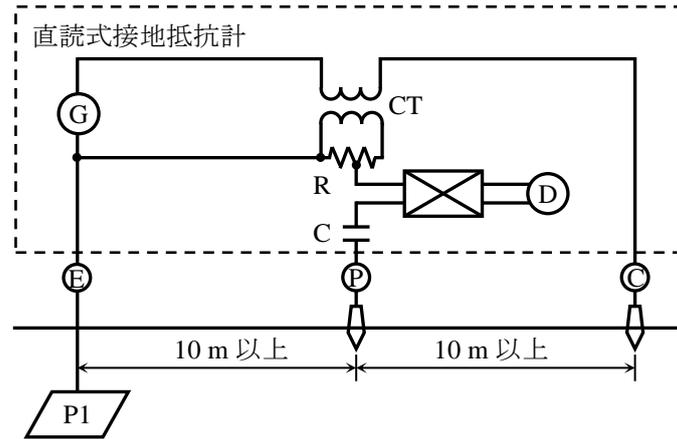
なお、システム内に複数の接地極をもつ場合は、それぞれについて測定する。



解説図 8 – 接地抵抗測定箇所

c) 測定回路

直読式接地抵抗計による測定回路を**解説図 9**に示す。



- ⑤ : 被測定接地端子
- Ⓟ : 補助接地端子(電圧検出用)
- Ⓢ : 補助接地端子(電流検出用)
- G : 電源
- CT : 変流器
- R : しゅう動抵抗
- D : 電流検流計
- C : 接地電流直流阻止用コンデンサ
- P1 : 被測定接地極

解説図 9 - 直読式接地抵抗計による測定回路

d) 測定方法

1) 測定準備

2.1) 接地端子から連結線などを外す。

2.2) 接地極から一直線上に 10 m 以上離して補助接地端子を打ち込む。住宅用などでは、補助接地端子の打込みが困難となることが多いので、あらかじめ補助接地極を設置し接地端子近辺に端子を引き出しておくといよい。このようなときには、補助接地端子位置を確認しておく。

2) 測定手順

2.1) 接地端子及び補助接地端子に接地抵抗計を接続する。

2.2) 接地抵抗計の検流計などを見ながら調整する。

2.3) 接地抵抗値を読み、記録する。

e) 判定基準

D 種接地工事の場合 100 Ω 以下

注記 接地抵抗値の緩和要件は、電気設備の技術基準の解釈第17条を参照。

5.5.4.2 補助接地端子の設置が困難な場合

補助接地端子の設置が困難な場合の測定は、次による。

a) 測定器具

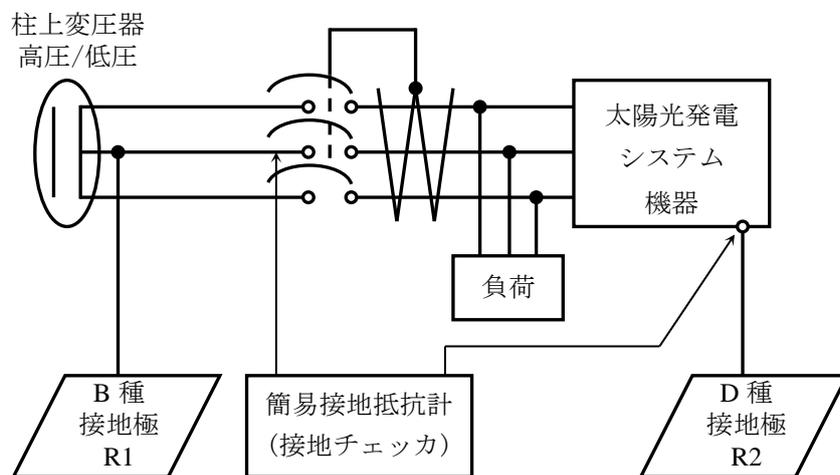
柱上変圧器の接地を利用して簡易に接地抵抗を測定できる接地チェッカを用いる。

b) 測定箇所

解説 5.5.4.1 b) に準じて計画する。

c) 測定回路

補助接地端子の設置が困難な場合の測定回路を解説図 10 に示す。



解説図 10 – 補助接地端子の設置が困難な場合の測定回路

d) 測定方法

1) 測定準備

柱上変圧器の接地線を確認する。

2) 測定手順

- 2.1) 柱上変圧器との接続開閉器を開放するなどの必要な処理を行う。
- 2.2) 測定値を記録する。

e) 判定基準

この測定においては、柱上変圧器低圧側の接地及び被測定接地の合成抵抗が求められる。したがって、測定結果が被測定接地の基準抵抗値（D種接地の場合 100 Ω以下）となった場合、絶対値として合格とすることができる。また、柱上変圧器低圧側の接地が単独でも測定可能な場合、その測定値を測定結果から減算することによって判定が可能である。これらの判定が不可能な場合は、竣工時又は前回の測定値からの変化の相対評価を行う。

注記 接地抵抗値の緩和要件は、電気設備の技術基準の解釈第17条を参照。

5.5.4.3 接地線が接地幹線に接続している場合の特例

ビルなどへの設置の場合、単独に接地装置を設置することが困難なときには、ビル内の接地幹線に接続することがある。このような場合には、幹線側の接地端子及び太陽光発電システム機器の接地端子間の抵抗を測定し、完全に接続されていることを確認する。この場合、幹線接地極の接地抵抗は改めて測定しなくてもよい。

5.5.5 パワーコンディショナの動作確認

PCSの運転、停止などの状態表示、発電電力、発電電力量などのサービス表示を確認することによって、PCSの動作が正常であることを確認する。

なお、PCSの操作方法及び表示内容は、製造業者の取扱説明書による。

5.5.5.1 状態表示

運転、停止などの状態表示の確認は次による

a) 確認方法

運転、停止などの切替が手動で行えるものについては、PCSの運転を行い、その後停止させる。手動で切替が行えないものについては、製造業者が指定する方法で運転及び停止を行う。

b) 判定基準

停止中に停止の表示又は停止を示す表示が行われていることを目視によって確認する。運転中に運転の表示又は運転を示す表示が行われていることを目視によって確認する。

5.5.5.2 サービス表示

発電電力、発電電力量などのサービス表示の確認は、次による。

a) 確認方法

運転しているときのサービス表示値を読み取り、記録する。

なお、確認した日時及び天候も記録することが望ましい。

b) 判定基準

発電電力量表示は、運転中に発電電力量を示す表示が行われていなければならない。積算電力量表示は、値を表示しなければならない。

c) その他

天候などの事情によって、表示確認ができなかった場合は、システム所有者との問診によって確認し、記録する。

5.5.5.3 投入阻止時限タイマー動作

投入阻止時限タイマー動作の確認は、次による。

- a) PCSを連系運転状態とし、引込口開閉器又は太陽光発電用開閉器を開放して停電状態とする。

- b) 保護装置が働き PCS が直ちに（通常 1.0 s 以下）停止することを確認した後、再度投入する。投入から PCS が自動始動するまでの時間を測定し、これが規定の時間（通常 150～300 s）であることを確認する。
- c) 引込口開閉器を開放する場合は全停電となるため、あらかじめシステム所有者の了承を得る。

注記 手動復帰回路がある場合は手動復帰スイッチを操作後、自動復帰させる。

6 参考情報 II

IEC 規格の中で、この技術資料に規定として記載するには至らない項目又は関連情報を参考情報として記載する。

6.1 断路器，開閉器，遮断器（全般）

この技術資料にて、断路器，開閉器，遮断器について、その機能及び特長を次に示す。

a) 断路器

回路に電流が流れていない状態で、回路のオンオフを行う電力機器。保守点検を行う時に機器を回路から確実に切り離すために使用される。断路器には、電源を遮断する機能はなく、遮断器又は開閉器で電流を遮断してから、断路器をオフとして回路から切り離す必要がある。

b) 開閉器

回路に正常動作時の電流が流れている状態で回路のオンオフを行う電力機器。

c) 遮断器

回路に正常動作時の電流が流れている状態及び事故時の過電流が流れている状態で回路をオフすることができる電力機器。

6.2 竣工時に提供されるシステムデータの例（4.1 関連情報）

解説表 3 は、住宅用太陽光発電システムにて竣工時にシステム所有者に手渡す書類の一例を示す

解説表 3 – システムデータの例

書類の種類		内 容
1	取扱説明書	製造者（メーカ）から提供された PCS，表示装置の説明書類など
2	保証書	太陽電池モジュール，PCS，表示装置，販売施工業者の連絡先
3	完成検査報告書	システム構築者又は製造者の様式による
4	モジュールレイアウト図	モジュール配置図，ストリング接続図など
5	電気事業関連	PCS 整定値，配線図，発電シミュレーション

6.3 架台，基礎設計情報（4.6 関連情報）

太陽電池アレイの架台設備についての提供されることが望ましいデータシートを次に示す。また、架台構造が専用設計されたものである場合は、関連文書を含める。

a) 架台設備の設計図面

b) 地上設置型太陽光発電システムの場合は、地盤調査及び基礎又はくいに関する情報

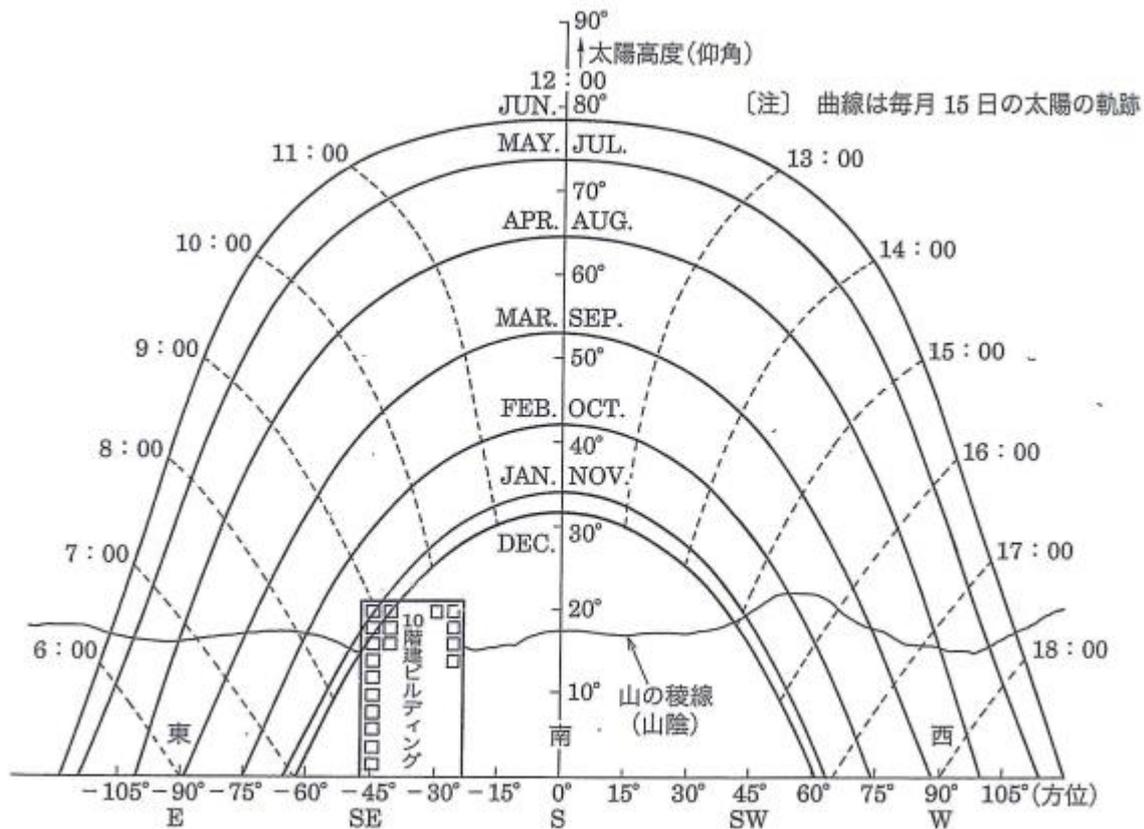
c) 構造計算に関する書類

6.4 日影評価（8.4 関連情報）

太陽電池アレイは近隣の建築物，地形又は植栽などに日射が遮られると発電が低下する。設置場所における太陽軌道図にこれらの遮へい物を重ねると、太陽電池アレイが日影になる時間が推測できて、発電量

が低下することが予測できる。また、計画段階で日影の影響を予測しておけば、将来、新たな遮へい物の出現に対応可能となる。

解説図 11 を用いて、例題を考察してみる。太陽軌道図は設置場所の緯度による。縦軸は設置位置から見た太陽の高度（仰角）、横軸は設置位置から真南を 0° とし東西の方位を表す。この例の設置場所は、北緯 35° とする。1月を例にとると、8時半までは山影になり日射はなく、8時半から10分程度日射があるが、続いて隣接のビルに遮られて9時10分ぐらいまで日射が得られない事わかる。また、夕方には午後3時過ぎ以降は山に遮られて日射は得られない。新たな遮へい物が出現したり、予測される場合は、**解説図 11** に追加して、その影響を考慮する事ができる。



解説図 11 – 太陽の日出・日入の方位及び高度（仰角）（緯度：北緯 35° ）

6.5 屋根設置システム（11.1.2, 附属書 B 関連情報）

コーキングなど、防水に用いている材料の耐用年数、施工状態、設備の固定方法及び固定先などを考慮して点検頻度を定めることが望ましい。また、施工時の状況によって著しい劣化が起こることもあり得るため、住宅点検のタイミングなどと合わせて、防水処理及び屋根葺材の確認をすることが望ましい。

6.6 太陽電池アレイの汚染と清掃（11.3.6 関連情報）

太陽電池アレイは、雨により洗浄されることを期待し、洗浄計画を特定していない場合が多い。汚染により発電が阻害されない場合は洗浄は不要であるが、著しく汚染される場合は、洗浄を計画する。

太陽電池アレイの洗浄方法は、製造業者に確認し実施する。高圧水、ブラシ、溶剤、研磨剤及び強い洗剤は使わない。可能な限り、洗浄は日射量が低い状態で行い、部分的な日影による損傷を避けるようにす

ることが望ましい。

なお、屋根の上など高所に設置されている場合は、転落などの事故とならないよう足場を設けるなど落下防止対策が必要となる。

また、大規模システムには、ロボットによる洗浄設備が存在する。

6.7 発電性能に関する問題の診断（12.4 関連情報）

小型無人航空機（ドローン）を活用し、赤外線カメラで上空から熱画像を撮影する手段が開発されている。太陽電池モジュール内の変則的な温度のばらつきを検知し、逆バイアスセル、パイパスダイオードの故障、はんだ接合不良、接続不良などを発見できる場合がある。

なお、小型無人航空機（ドローン）を活用する場合は、関連法令に準拠する。

6.8 パワーコンディショナ製造業者指定検査（13.3.1 関連情報）

PCS 製造業者指定検査の一例を次に示す。

- a) ヒューマンマシンインタフェース（HMI）のディスプレイ上の電圧値及び生産量をすべて記録し、妥当性確認を行う。
- b) ログ上最新のシステムエラーを記録する。
- c) フィルタを清掃又は交換する。
- d) キャビネット内を清掃する。
- e) ファンを試験して正しい動作を確認する。
- f) ヒューズを確認する。
- g) 接続部のトルクを確認する。
- h) ガasketシールを確認する。
- j) 警告ラベルが規定位置にあることを確認する。
- j) 過度の熱蓄積による変色を探す。
- k) 避雷器の健全性を確認する。
- l) 接地システムと接続部の導通性を確認する。
- m) PCS と壁又は PCS と基礎との機械的接続を確認する。
- n) 内部断路器の動作を確認する。
- o) 最新のソフトウェアがインストールされていることを確認する。
- p) 問題が見つかった場合には、システム所有者又は製造業者に連絡する。
- q) 行った作業すべてについて所見を文書化する。

6.9 追尾装置製造業者指定検査（13.3.2 関連情報）

追尾装置製造業者指定検査の一例を次に示す。

- a) 製造業者の保守推奨策に従い、グリスを適切なグリスキャップに注入し、追尾装置の油さしを行う。
- b) コントローラボックス内の電圧を確認する。
- c) 透明なエンクロージャカバーを使う追尾装置電子機器は、内部機器が日射の暴露からの不良がないように見えることを確認する。
- d) コントローラエンクロージャ内に過度の水分の蓄積がないことを確認する。
- e) デジタル水準器を使って、傾斜計の校正及び位置決めを確認する。
- f) 部品同士が擦れる、又は当たっている兆候がないか太陽電池アレイを確認する。
- g) 追尾装置のフレーム又は機器同士の境界面に金属応力、接続の緩み、異常なトルク及び歪曲がな

いか確認する

- h) ドライブシャフト及び可動機器の近傍の植生を除去する

6.10 データ収集システム専用検査 (13.3.3 関連情報)

データ収集システム専用検査の一例を次に示す。

- a) 電圧読取値を記録する
- b) 校正してある機器と比較して電流変換器の読取値の妥当性確認を行う。
- c) 校正してある機器と比較してセンサの読取値の妥当性確認を行う。

データ収集システムが正しく機能していることを確認するために、データ収集システムが測定した値をトレーサブルな校正記録をもつ機器の値に対して確認する。データ収集システムが記録した日射強度、温度及び電力測定値を校正計器から得た値と比較することは、データ収集システムデータを不正確にする原因となり得るセンサ校正上の問題を特定する一助となる。

校正を必要とするセンサ及び監視機器の校正間隔は、システムのオーナーとオペレータが承認した書面の説明書がない限りは、証書及び製造業者の推奨の間隔よりも長くはならない。

システムの精度に応じて、同等のストリング又は同等の PCS のデータとの間に矛盾又は異常がないか比較する。

データ収集システムの設計文書が省略されていたり、詳細が十分ではないということはよくある。このような省略の結果、竣工検査でデータ収集システムの設計ミスがないことを確認しないことが多く、定期検査時には完成したデータ収集システムが正しいかを確認する比較対照とするものがないということが起こり得る。データ収集システムが建物の IT システムと接続される場合、建物のネットワークの改修又は定期的保守が、通信の接続性に問題を引き起こす可能性があるということを、O&M 係員が知っていることが望ましい。

6.11 パワーコンディショナ診断 (13.5.2 関連情報)

PCS 製造業者から提供される具体的な PCS エラーと対策方法の一例を、**解説表 3** に示す。

解説表 3 – PCS エラーと対策例

PCS エラー	対策
DC 不足電圧	発電性能低下のシステム診断措置
DC 過電圧	V_{DC} ストリング試験
DC 地絡	地絡検知手順
ゲート機能障害	接続部を確認 製造業者に連絡
AC 不足電圧	すべての遮断器がオンであることを確認する 電圧計を使って AC 電圧を確認 範囲内であれば、手動で再起動 範囲外であれば、電力会社に連絡する
AC 過電圧	電圧計を使って AC 電圧を確認する 範囲内であれば、手動で再起動を行う 範囲外であれば、電力会社に連絡する
電力低下	単に日射不足のため、システムが停止しつつある可能性が高い。晴天であれば、発電性能低下システム診断のための措置をとる。
温度上昇-ファンが作動していない	ファンの電源を確認する。良好であれば、ファンを交換する。問題があれば、電源を交換する。
温度上昇-ファンは作動	センサ読取値を確認確認-問題があれば、センサを交換する。良好であれば、吸気口と排気口のフィルタに過度のたい積物がなにか確認し、必要であれば清掃するか交換する

PCS の不具合の中には、不具合要因が平常に戻ると自動的に解消されるものもあるが、PCS を手動でリセットすることが必要な不具合要因もある。また、PCS の故障に対し修理を行う場合は、製造業者の技術者が行うことが多いが、製造業者が訓練した係員が行う場合もある。点検リストは製造業者から提供される。PCS 点検リストの一例を次に示す。

なお、PCS の保守の中には、安全に検査を行うためにシステムを停止（直流・交流の解列）することが必要なものがある。

次の PCS 点検リストの一例は、大規模集中方式 PCS（住宅用規模ではない）に適用されるものであり、全製造業者の全機種についてすべてを網羅することを意図するものではない。

- a) 主要機器及び制御盤に変色がないか確認する。必要な場合は、検査用鏡を使用する。
- b) 直流コンデンサと交流コンデンサに過熱による損傷の跡がないか確認する。
- c) 前面のディスプレイパネルの電圧及び電流の読取値をすべて記録する。
- d) キャビネット、換気システム、絶縁面の外観及び清潔度を確認する。
- e) 端子及びケーブルに変色、腐食及び過熱がないか確認する。
- f) トルクマークを確認し、必要に応じて、端子、コネクタ及びボルトを指定のトルクで締める。
- g) 気温及び曇りか晴れかも含めて、周囲の天候条件を記録する。
- h) 損傷又は火傷の跡がないか、交流及び直流の両方のサーミアブソーバの外観を確認する。
- i) 全安全装置（緊急停止装置、ドア開閉器、地絡検出器）の動作を確認する。
- j) エアフィルタのエレメントを検査（洗浄又は交換）する。
- k) 発見された不具合を是正する。
- l) 保守スケジュールカードに記入する。
- m) 検査報告書を作成する。

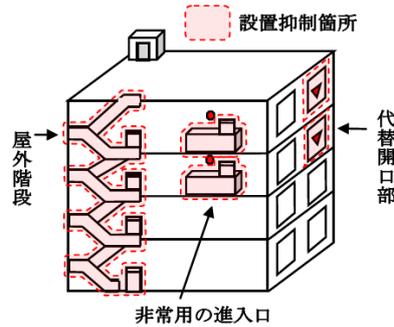
- n) 製造業者が訓練した係員が現場にいる場合は、ソフトウェアの更新も含めて、推奨される現場での手直しを行う。

6.12 太陽光発電設備に係る防火安全対策（箇条 A.6 関連情報）

太陽光発電設備を設置する建物に必要な防火安全対策

- a) 消防隊員が活用する施設周囲への設置抑制（解説図 12 参照）

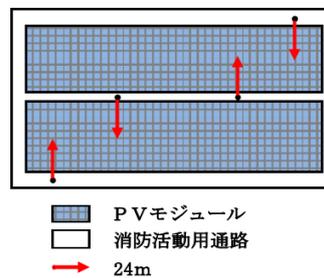
屋外階段、非常用の進入口、代替開口部及びその周囲おおむね 50 cm の範囲には、太陽電池モジュール（太陽光発電システムモジュール）、直流配線などを設置しない。



解説図 12 – 消防隊員が活用する施設周囲への設置

- b) 太陽電池モジュールの屋根への設置方法（解説図 13 参照）

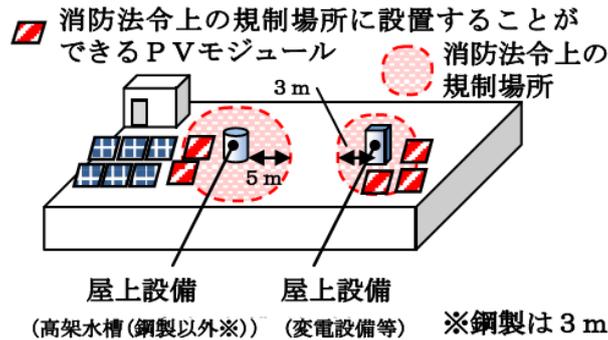
大規模に設置する場合、消防活動用通路をすべての太陽電池モジュールとの距離が、24 m 以内となるよう設置する。



解説図 13 – 消防活動用通路の設置例（建物屋根上）

- c) 消防法令上の規制場所への太陽電池モジュールの設置（解説図 14 参照）

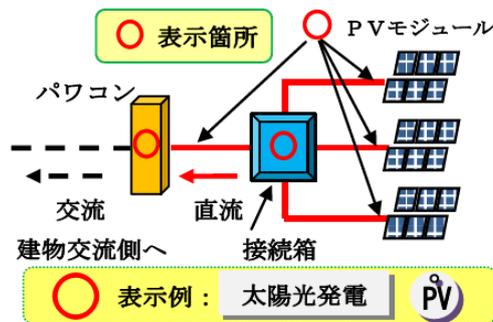
一定の条件を満足する太陽電池モジュールは、屋上設備の周囲で消防法令上、建築設備などを設置できない規制場所に設置できる。



解説図 14 – 一定の条件を満足する太陽電池モジュールの設置

d) 防火対象物に求める感電防止対策（解説図 15 参照）

消防活動における、消防隊員の感電危険を低減するために、次の基準に従い必要に応じ、表示などを行う。



解説図 15 – 表示が必要な範囲

直流接続箱、パワコンなどを、太陽電池モジュールに近接して設置されるなど太陽光発電機器であることが容易に判断できる場合又は、機器本体に表示された商品名により、太陽光発電機器であることが容易に判断できる場合を除き、感電防止の為の表示を、機器本体の容易に確認できる位置に一箇所以上設ける。

直流配線を、太陽電池モジュールと接続していることが容易に判断できる場合又は、配線表面の色又は模様により、直流配線であることが容易に判断できる場合を除き、感電防止の為の表示を、どの位置においても、一箇所以上、容易に確認できるように設ける。

6.13 土木構造物等に対する具体的な根拠資料の例（附属書 C 関連情報）

土木構造物等の根拠資料の例として、次の図書があげられる。

a) 地上設置形サイトの場合

- 1) 法に準じて開発されたことを証する図書
- 2) 許可書、許可条件、完了検査済証など
- 3) 開発申請に用いた図書（許可を要しない場合には施工に用いた図書）
 - －計画平面図、同立面図
 - －排水計画図（図面作成者の資格を含む）
 - －各土木構造物の構造及び施工に関する図書
- 4) 土質調査の報告書
- 5) 土木構造物の管理基準

b) 屋根設置形の場合

- 1) 施工図
- 2) 施工記録（写真）
- 3) 屋根の構造図

6.14 DC システム－感電保護（D.5.2.3 関連情報）

絶縁性能の国内基準は、電気設備の技術基準の解釈の次の箇条を参照。

第3節 電路の絶縁及び接地

【電路の絶縁】第13条

【低圧電路の絶縁性能】第14条

【高圧又は特別高圧の電路の絶縁性能】第15条

【機械器具等の電路の絶縁性能】第16条