

# 点検マニュアル

(太陽電池発電設備編)

## 追補版 1

追補 1－1 小規模発電設備に該当する太陽電池発電設備

追補 1－2 絶縁変圧器の有無に起因するトラブル

追補版 1 2024 年 2 月 29 日発行

# 追補 1 - 1 小規模発電設備に該当する 太陽電池発電設備

2022年に改正された電気事業法が2023年3月20日に施行され、従来の「小出力発電設備」は「小規模発電設備」に改称され、定義が変更された。

## 追 1 - 1 - 1 小規模発電設備に該当する太陽電池発電設備の定義

電圧 30 ボルト以上を有し、下記イ及びロを満たす太陽電池発電設備は小規模発電設備に該当する。但し、電気用品安全法の適用を受ける携帯用発電機は除外される。

- イ. 電圧 600 ボルト以下 <sup>注01</sup>
- ロ. 出力 50 キロワット未満（二以上の太陽電池発電設備を同一構内に、かつ、電氣的に接続して設置する場合にあっては、当該太陽電池発電設備の出力の合計） <sup>注02</sup>

小規模発電設備に該当する太陽電池発電設備のうち、出力 10 キロワット未満のものは一般電気工作物に分類され、出力 10 キロワット以上のものは小規模事業用電気工作物（本編 164 頁参照）に分類される（追 3 頁・追図 1-01 参照）。

注 01 電気事業法第 38 条 1 項、電気事業法施行規則第 48 条第 1 項

注 02 電気事業法施行規則第 48 条第 2 項一、電気事業法第 38 条第 1 項第二号イ

## 追 1 - 1 - 2 小規模発電設備に該当しない太陽電池発電設備

上記イは電気事業法関連法令上、交流電路に限定されない。それゆえ、たとえ上記ロを満たしていても、太陽電池ストリング線端の開放電圧が 600 ボルトを超える場合、当該発電設備は小規模発電設備には該当しないため、自家用電気工作物として取り扱う。

また、太陽電池が発電した直流電力を直接蓄電池等に貯蔵し、当該蓄電池等が放出する直流電力をパワーコンディショナによって交流電力に変換した後に系統連系する太陽電池発電設備は、太陽電池モジュールの合計出力を発電設備の出力とみなすが、その値が上記ロの条件を満たさない発電設備は、小規模発電設備に該当しないため、自家用電気工作物として取り扱う。

上記イ及びロを満たした小規模発電設備であっても、高圧受電設備の構内低圧電路に接続して設置する場合は、自家用電気工作物の一部として扱う<sup>注03</sup>。この場合の当該発電設備は、その交流出力の電圧がたとえ低圧であっても、高圧配電線と当該発電設備との間の構内電路上に設置された変圧器を介して高圧配電線に接続し高圧連系しているとみなされる<sup>注04</sup>。

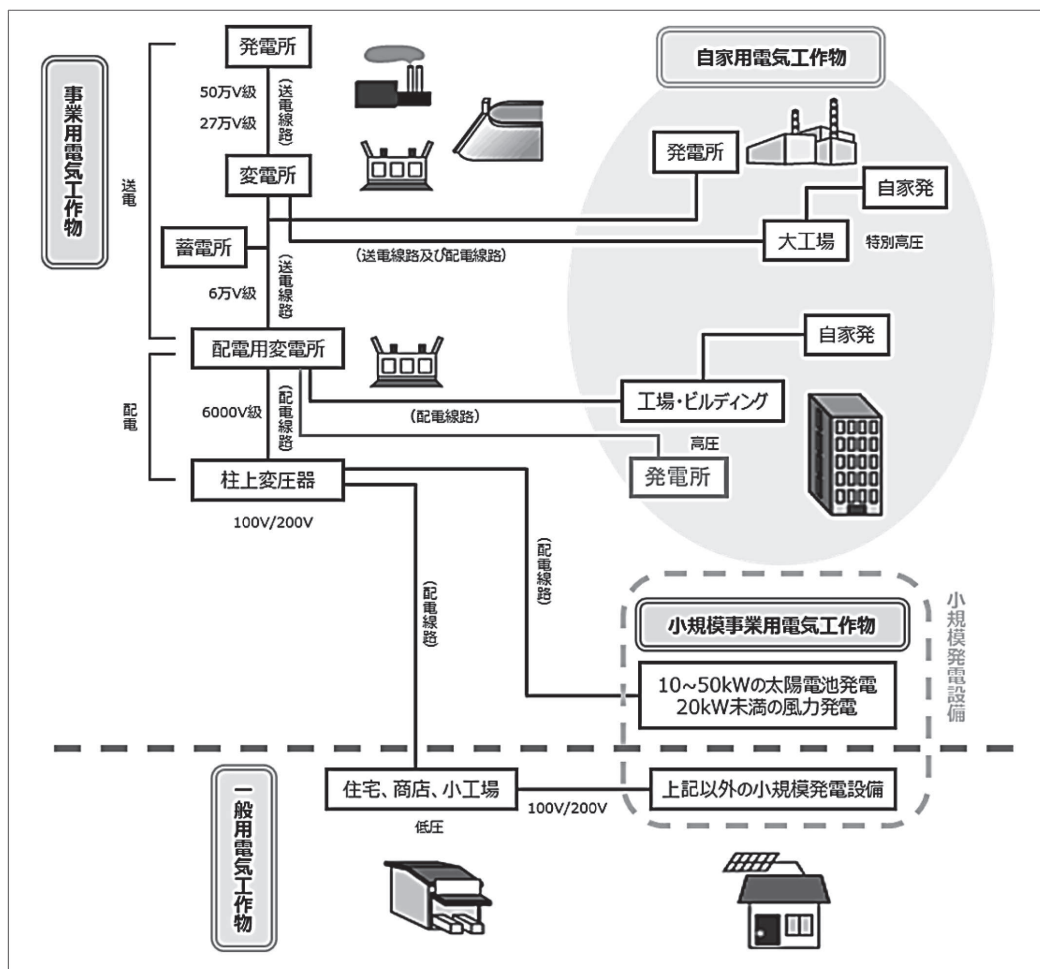
常用発電設備が設置されていなかった需要設備のみの既設の自家用電気工作物があり、その構内電路に新しく発電設備を設置したとき、設置者は発電設備の出力の大小にかかわらず保安規程変更届を監督官庁へ届け出る必要がある。太陽電池発電設備を自家用電気工作物の構内電路に設置したことによって発電設備の合計出力が 10 キロワット以上になった場合には、使用前自己確認を実施後、使用前自己確認結果届を監督官庁へ届け出なければならない。新たに設置する太陽電池発電設備の「出力」「電圧」「電気工作物の種別」に応じて設置者が行うべき法的措置が変わる。そのパターンは種々に分かれる（追 3 頁・追表 1-01 参照）。

注03 電気事業法第38条第1項第二号ロ

注04 『系統連系規程』第1節 1-2 適用の範囲と区分 2. 連系の区分 (1) 連系区分の適用

「たとえば、高圧の配電線から受電する需要家が構内に低圧発電設備等を設置して変圧器を介して系統連系する場合には、原則として高圧配電線への連系技術要件を適用することとなる」

《参考1》 経済産業省の公式ウェブサイトには電気工作物の区分が下図のとおり示されている。工場・ビルディングなど自家用電気工作物に設置される太陽電池発電設備は、出力50キロワット未満であっても自家用電気工作物の一部とみなされ、高圧連系もしくは特別高圧連系発電設備として扱うことになる。



追図 1-01 経済産業省ウェブサイト掲載図 (注：高圧連系発電所を補記)

		構内電路に太陽電池発電設備が設置される前の需要設備の種別	
		一般用電気工作物	自家用電気工作物
追加する太陽電池発電設備の出力	10kW 未満	一般用電気工作物	小規模発電設備ありの自家用電気工作物として取り扱う
	10kW 以上 ~ 50kW 未満	小規模事業用電気工作物として取り扱う	小規模発電設備ありの自家用電気工作物として取り扱う
	50kW 以上	発電所ありの自家用電気工作物として取り扱う	発電所ありの自家用電気工作物として取り扱う

追表 1-01 既設の需要設備に太陽電池発電設備を新たに設置した場合の取り扱い (太陽電池発電設備の電圧が600V超の場合、発電出力に関係なく自家用電気工作物として取り扱う)

《参考2》 系統連系する発電設備を設置する際は、たとえ出力10キロワット未満の太陽電池発電設備であっても、逆潮流の有無や売電の有無に関係なく、配電線の運用維持管理者（一般送配電事業者等）との技術協議が必要である<sup>注05</sup>。例えば、発電設備を接続しようとする配電線が東京電力パワーグリッド株式会社管内の低圧配電線であれば、同社発行の1.『自家発電設備等の低圧電線路との連系に関する契約要綱』、2.『系統連系に係る設備設計について』、3.『系統アクセスルール〔高圧・低圧版〕』の3点を、高圧配電線であれば2及び3を遵守しなければならない。

注05 『系統連系規程』第1節 1-1 目的, 1. 目的 「発電設備等を系統に連系する際には、一般送配電事業者と発電設備等設置者との間でその条件について十分に協議を行う必要がある」

### 追1-1-3 小規模事業用電気工作物に該当する発電設備の使用前自己確認

小規模事業用電気工作物に該当する太陽電池発電設備を新しく設置したとき、もしくは既設の同発電設備に対して一定の設備変更を行ったとき（本編53頁）は、発電設備として使用を開始する前に**使用前自己確認**を実施し、使用前自己確認結果届を監督官庁へ届け出なければならない。その確認内容及び合否判定基準は、自家用電気工作物用の使用前自己確認（本編第3章）と共通する部分が多いが、異なる点もある（追表1-02）。

	確認項目	自家用電気工作物用の使用前自己確認との主な相違点
a	外観検査	低圧電路は相違なし。支持物の基礎については、当該記載事項どおりに施設されていることが施工の状態が分かる写真や施工管理記録等によって確認。また、構内に取扱者以外の者が立ち入らないような措置（柵又は塀、立入禁止表示、出入口の施錠）や接触防止措置を講じていることを確認（但し、土地の状況により人が立ち入るおそれがない箇所については、この限りでない）
b	接地抵抗測定	相違なし
c	絶縁抵抗測定	低圧電路は相違なし
d	絶縁耐力試験	太陽電池モジュールの電路については相違なし
e	保護装置試験	「逆変換装置が電技解釈第33条に適合することを示す第三者認証を取得しており、かつ、漏電遮断器が施設されている場合は、逆変換装置に係る保護装置試験を省略することができるものとする。ただし、この場合においても、漏電遮断器に対する保護装置試験は必要となる」
f	総合インターロック試験	相違なし
g	制御電源喪失試験	「逆変換装置が（b）判定基準に適合することを示す第三者認証を取得している場合についてはその範囲で省略すること、工場試験の結果から判断して支障ないと認められる場合は記録により確認することができるものとする」
h	負荷遮断試験	「逆変換装置が（b）判定基準に適合することを示す第三者認証を取得している場合についてはその範囲で省略すること（中略）ができるものとする」
i	負荷試験（出力試験）	「発電設備を可能な限り定格出力、定格電圧及び定格力率に保持して機器各部の温度上昇が飽和状態になるまで連続運転し、逆変換装置、変圧器等の異常な温度上昇、異常振動、異音等の有無及び高調波（電圧歪率または電流歪率）を測定機器（発電設備の構外に施設する監視制御装置等を含む。）、警報の有無及び所内巡視等の方法により確認する」

追表1-02 小規模事業用電気工作物に該当する場合の使用前自己確認の主な相違点

#### a. 外観検査に関する注意事項

小規模事業用電気工作物に該当する太陽電池発電設備であっても「必要な箇所に所定の接地が行われていること」は、自家用電気工作物に該当する発電設備と同じように現地確認が不可欠である。太陽電池モジュールは、二重絶縁された製品であっても、そのフレームが金属製である場合は電気用品安全法施行令<sup>注06</sup>、日本産業規格 JIS Z 9290-1、JIS Z 9290-3、JIS Z 9290-4 及び太陽電池モジュール製造者、パワーコンディショナ製造者の仕様書等に基づき、当該フレームに所定の接地工事が必要である。接地線との接続方法は、太陽電池モジュール製造者の仕様書等に従う。

注06 電気用品安全法施行令別表「太陽電池モジュール(複数の太陽電池モジュールの場合にあっては、その集合体)の金属製の外郭には、アース機構を設けてあること」

#### d. 絶縁耐力試験に関する注意事項

小規模事業用電気工作物は、その電圧が交流電路・直流電路とも 600 ボルト以下に規制されており、その交流電路においては電技省令第 58 条で規定する絶縁性能が現地での絶縁抵抗測定によって確認できればよい。太陽電池アレイ電路の絶縁耐力試験については、日本産業規格 JIS C 8918「結晶系太陽電池モジュール」又は日本産業規格 JIS C 8939「薄膜太陽電池モジュール」の「7.1 電気的性能」に適合するものであれば、現地での絶縁耐力試験を省略できるため、電技省令第 58 条で規定する絶縁性能を現地での絶縁抵抗測定によって確認する。

#### e. 保護装置試験に関する注意事項

小規模事業用電気工作物の逆変換装置つまりパワーコンディショナ (PCS) が、電技への適合が書類にて証明できる**第三者認証品**であり、**漏電遮断器**が施設されていれば、PCS の現地保護装置試験は省略できる。但し、当該漏電遮断器は現地での保護動作確認が必要である。PCS が第三者認証品であるかどうかは、第三者認証を行った機関 (JET: 一般財団法人電気安全環境研究所等) の公式ウェブサイト又は発行文書等にて確認する。

なお、受電点に**逆電力継電器**が設置され、配電系統へ逆潮流を許容値以上に発生させない自家消費専用太陽電池発電設備の場合、現地で逆電力継電器と PCS との保護連動試験が必要である。

#### g. 制御電源喪失試験に関する注意事項

太陽電池発電設備が小規模発電設備に該当する場合、使用される PCS は、その制御電源を交流側幹線及び太陽電池アレイの主回路より取得している機種がほとんどであるため、交流側幹線の解列用遮断器を開放することによって、当該 PCS が設計通りに運転を停止し、所定の開閉器類の開閉状況及び警報、表示等の発出状況が確認できればよい。制御電源喪失試験は、総合インターロック試験及び負荷遮断試験 (出力 1 / 4 時) と同時に実施できる。PCS がその制御電源を交流側幹線から取得しておらず、別の電源装置 (直流電源装置・無停電電源装置等) から取得している場合は、その装置からの電源供給を断つことによって試験する。

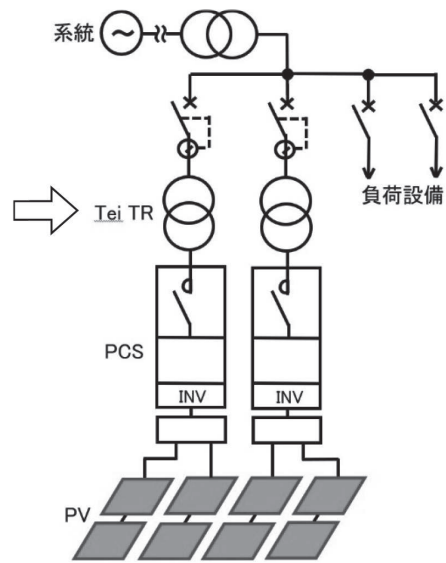
#### h. 負荷遮断試験に関する注意事項

小規模事業用電気工作物の PCS が**第三者認証品**である場合は、その認証試験結果の範囲内で現地での負荷遮断試験を省略できる。第三者認証品でない場合は省略できない。

i. 負荷試験（出力試験）に関する注意事項

高調波は「同一構内の PCS 以外の電気機器の特性」や「同一配電系統に接続されている他の電気機器の特性」等によって増減するため、現地での高調波測定は不可欠である。電圧制御方式の PCS は電圧歪率を、電流制御方式の PCS は電流歪率を測定する。この方法は自家用電気工作物に該当する太陽電池発電設備の高調波測定においても採用することが望ましい。

温度上昇試験は、PCS の主回路に降圧用・絶縁用のタイトランスが設置されている場合、当該タイトランスに対しても必要となる（追図 1-02）。なお、当該タイトランスが電技解釈第 20 条に基づく温度上昇試験を実施したことを書類によって確認できる場合は、当該タイトランスに対する現地での温度上昇試験は省略できる。



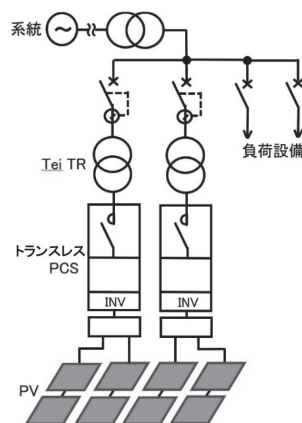
追図 1-02 PCS の交流側幹線にタイトランスが設置された構成例

# 追補 1-2 絶縁変圧器の有無に起因するトラブル

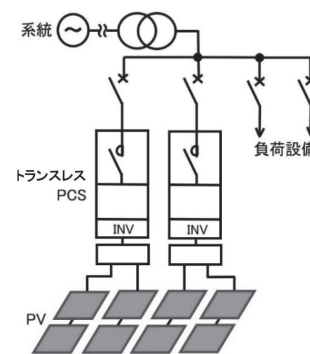
パワーコンディショナ（PCS）の内部又は交流側幹線に絶縁変圧器が設置されていることがある。そのことによって生じるトラブルと、設置されていないことによって生じるトラブルがある。

## 追 1-2-1 絶縁変圧器が直流電路と構内負荷設備の間に設置されていない場合の注意点

パワーコンディショナ（PCS）は、直流電力を交流電力へ変換する機能を有しているが、交流電路へわずかながら直流成分が流出する機種がある。電技解釈第 221 条には PCS から配電系統への直流成分流出を防ぐため「受電点と逆変換装置との間に変圧器（単巻変圧器を除く。）を施設すること」と記されているが、これは電力系統への直流成分流出を制限することが目的であり、構内負荷設備への直流成分の影響を制限する規定ではない。絶縁変圧器が内蔵されている機種であれば交流電路への直流成分流出はないが、絶縁変圧器が内蔵されていない機種（一般にトランスレス式とよばれる）の場合、直流成分流出を防ぐ絶縁変圧器の設置が別途必要である（追図 1-03）。もし絶縁変圧器を設置していない場合（追図 1-04）、構内電路において下記 A～C のいずれかのトラブルが発生するため注意が要る。



追図 1-03 トランスレス式 PCS の交流側幹線に絶縁変圧器を設置する構成例



追図 1-04 トランスレス式 PCS の交流側幹線に絶縁変圧器を設置しない構成例

A. 直流電路で地絡が生じると、直流電路だけでなく、PCS の交流電路にも対地直流電圧が誘起する。

PCS には、運転中であっても運転停止中であっても、直流電路と低圧交流電路との間に導通のある機種がある。上の追図 1-04 のような構成がそれに該当する。したがって低圧交流電路の停電点検又は工事を行う者は、PCS の運転停止後、作業前に対象電路の検電だけでなく、対地直流電圧も測定しなければならない。直流電路に地絡が生じれば低圧交流電路と地面との間に直流電圧が誘起されて最大 500 ボルトを超えることがあり、危険だからである。

また、PCS に直流地絡検出装置がなく、PCS 交流出力電路が非接地の場合、直流電路で地絡が生じて PCS は運転を継続するため、同じ低圧交流母線に連なる他の負荷設備と大地との間に直流地絡電圧が印加され続ける。その対地間の直流地絡電圧によって負荷設備の制御基板等が絶縁破壊に至った例がある。

B. PCS の交流側幹線に漏電遮断器又は漏電警報器が設置されており、同電路に B 種接地工事が施されている場合、直流電路の地絡点と B 種接地線との間に交流漏洩電流（ノイズ成分を含む）が循環して流れるため、漏電遮断器又は漏電警報器が動作する頻度が高くなる。

絶縁変圧器が内蔵されていない PCS のメーカーでは、直流電路の対地漏洩電流は避けられないものとして下記のような注意喚起を記載している。

**オムロン記載例** 「当社の単相パワーコンディショナはトランスレス方式のため、1 台あたり 5～10mA の漏洩電流があります。（定常運転時の参考値です。起動時は天候や設置環境により一時的に増加する場合があります）」

**安川電機記載例** 「漏洩電流の発生を防止するため、以下のいずれかの対応が求められます。三相パワーコンディショナの交流出力側に絶縁トランスを設置する。高周波トランス内蔵型の三相パワーコンディショナを選定する」

C. PCS の交流出力に混入する直流成分が負荷設備に悪影響を及ぼす。

PCS の交流出力に混入する直流成分が許容値の 1 パーセント（系統連系規程）を超える機種がある。例えば交流出力電流 150 アンペア（実効値）が流れる回路に 1.5 アンペアの直流電流が流れる場合、直流成分混入率 1 パーセントとみなす。

1 パーセント以下の機種であっても看過できない。PCS から流出する 1 パーセント以下の直流成分によって、PCS と同じ低圧交流母線に接続された負荷設備や漏電遮断器の制御基板が焼損した例が散見されるためである。直流成分は変圧器に偏磁現象を及ぼし、変圧器に異常振動・騒音、損失増加等の原因となるため注意を要す。

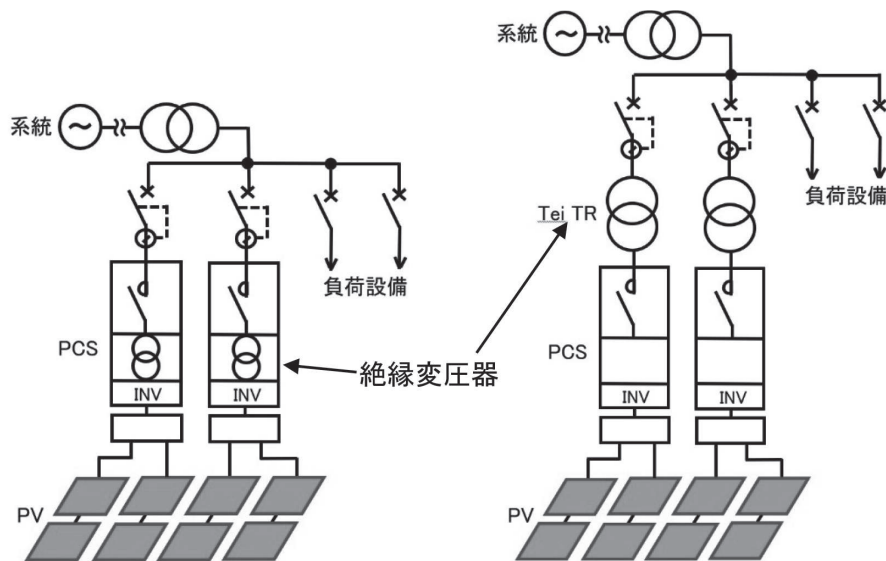
### 追 1-2-2 絶縁変圧器の有無が直流地絡保護を左右する PCS の機種

敷設された太陽電池モジュールや PV ケーブルが損傷することによって低抵抗地絡が生じることがある。直流電路に 2 点以上の低抵抗地絡が生じた場合はアーク事故に発展しやすい（本編 36 頁）。したがってパワーコンディショナ（PCS）には**直流地絡検出装置**が内蔵又は外付けされることが望ましい<sup>注07</sup>。しかし PCS には同装置が組み込まれていない機種も複数ある。保安管理担当者は自らが管理する PCS に同装置が組み込まれているかどうか知っておかねばならない。ただし、同装置のない PCS であっても回路構成によっては直流地絡検出機能を持たせることができる。それは PCS が接続される交流母線の 1 線が接地され、かつ PCS 交流出力電路に**漏電遮断器**が設置されるような回路構成である。直流電路に地絡が生じたとき、直流地絡点には交流地絡電流が流れる。その電流が一定以上の大きさであれば、交流出力電路上の漏電遮断器が漏電トリップし直流地絡検出装置の役目を果たす。但し、この回路構成の場合、PCS の主回路に絶縁変圧器があってはならない。



追図 1-05 の構成例のように PCS の主回路のいずれかに絶縁変圧器が設置された回路構成であれば、当該漏電遮断器は直流地絡検出装置の代用とならない。

いずれにせよ、PCS 主回路に絶縁変圧器が設置されている場合は、直流電路に低抵抗地絡が発生しても PCS に直流地絡検出装置が組み込まれていなければ直流地絡発生に気づかない。受光時には地絡が継続し危険な状態となる。2点以上の直流地絡が生じ、地絡点間に電位差がある場合は、PCS が運転を停止していても、あるいはストリング開閉器を開放していても地絡点を通じて直流電流が循環するため、地絡点にてアーク放電が生じるおそれがある。よくある事例として、金属製屋根の上に敷設された太陽電池ストリングで2点地絡が生じたことに誰もそれに気づかず地絡電流が流れつづけ、ついには地絡点にアーク放電が生じ、太陽電池モジュール・PV ケーブル・屋根材等が焼損した事例がある。



追図 1-05 絶縁変圧器があるため、PCS の交流出力電路に設置した漏電遮断器が直流電路上の地絡検出機能を代用しない構成例

より本質的な問題は、PCS に直流地絡検出装置が設置されていたり、あるいは漏電遮断器がその代用となる回路構成であったとしても、「PCS の運転停止」や「地絡発生ストリングの開閉器開放」といった地絡発生時の挙動だけでは依然、地絡が直流アーク事故に発展するリスクが残存することである。そのリスクを回避するために保安全管理担当者は PCS が異常警報を発していないかを常に把握し、直流電路に低抵抗地絡が発生したことをメール等によって覚知したとき、本編 118 頁の記載に準じた現地対応を速やかに行う必要がある。

注 07 日本産業規格 JIS C62548 : 2023 『太陽電池 (PV) アレイの設計要求事項』には、直流地絡検出装置として「対地絶縁抵抗を自動測定・監視する装置」、「対地漏えい電流 (零相電流) を監視する残留電流監視モニタ」等が例示されており、同装置の「動作要件」、「設備の操作員又は所有者への警報表示要件」等が記載されている。