

絶縁不良のトラブルシューティング - アプリケーションノート

バージョン履歴

- バージョン 1.6 - 2021年10月 - 絶縁抵抗計とモジュールの接続方式を更新
- バージョン 1.5 - 2021年10月 - 「直流電圧を確認」手順を更新、エラーコードを更新

目次

はじめに.....	1
絶縁不良箇所の特定	1
絶縁不良のトラブルシューティング (パワーコンディショナのLCDディスプレイまたはSetAppを使用)	3
絶縁抵抗計を使用	9

はじめに

変圧器なしのパワーコンディショナを搭載した太陽光発電システムでは、直流側は接地から絶縁されています。モジュールの絶縁不良、絶縁されていない電線、パワーオプティマイザ不良またはパワーコンディショナの内部に障害がある場合、モジュールは地面に対して直流漏電電流をもたらすことがあります (PE - 保護接地)。また、そのような不具合は絶縁不良とも呼ばれています。

本書では、ソーラーエッジシステムの絶縁不良を特定し、その位置を確認する方法について説明します。

警告！



このガイドは、地絡が発生したパワーコンディショナの設置のトラブルシューティングを支援するためのものです。このガイドを使用する人は、ソーラーエッジシステム、その動作概念、安全機能、そして適用されるすべての安全手順および要件について完全に習熟している必要があります。十分な安全装置を使用せず、すべての手順を理解していない状態で、いかなるトラブルシューティングも試みないでください。

警告！



太陽光発電システムのトラブルシューティングは、危険電圧レベルにさらされる可能性があるため、有資格者のみが行うことができます。太陽光発電システムにおいて地絡が発生すると、通常は接地されている電線や露出した金属部品に危険な電圧や電流が流れる可能性があります。地絡が発生した太陽光発電システムのトラブルシューティングには、細心の注意が必要です。

絶縁不良箇所の特定

ソーラーエッジパワーコンディショナが運転モードに入り、発電開始時に、地面と直流電線間の抵抗値を確認します。単相パワーコンディショナでは600kΩ以下、三相パワーコンディショナで1MΩ以下の絶縁抵抗を検出した場合、絶縁異常と表示されます。

絶縁不良は以下を使用して特定することができます。

2 絶縁不良箇所の特定

■ [SetApp](#)

■ [パワーコンディショナLCDディスプレイ](#)

絶縁不良は、短時間で消えたり再発したりすることがあります (特に朝の湿気が原因の場合)。したがって、絶縁不良が発生したら、不良が消える前にトラブルシューティングすることをお勧めします。

サイトでトラブルシューティングを行う前に、ソーラーエッジモニタリングプラットフォームで絶縁値を確認することができます。境界値 (10%以内)、または制限値 (単相パワーコンディショナで600k Ω 、三相パワーコンディショナで1M Ω) 以下の場合、サイトでトラブルシューティングしてください。

制限値より少なくとも10%以上高い場合は、絶縁不良エラーが再発するまで経過観察をお願い致します。

→ **モニタリングプラットフォームで絶縁値を確認：**

1. **レイアウト**ウィンドウでパワーコンディショナを右クリックし、**操作の選択** → **リセット**を選択してください。
2. パワーコンディショナを右クリックし、**[情報]**を選択して、パワーコンディショナの情報を表示します。
3. **全般**パラメータリストで、**最終絶縁値**を確認してください。

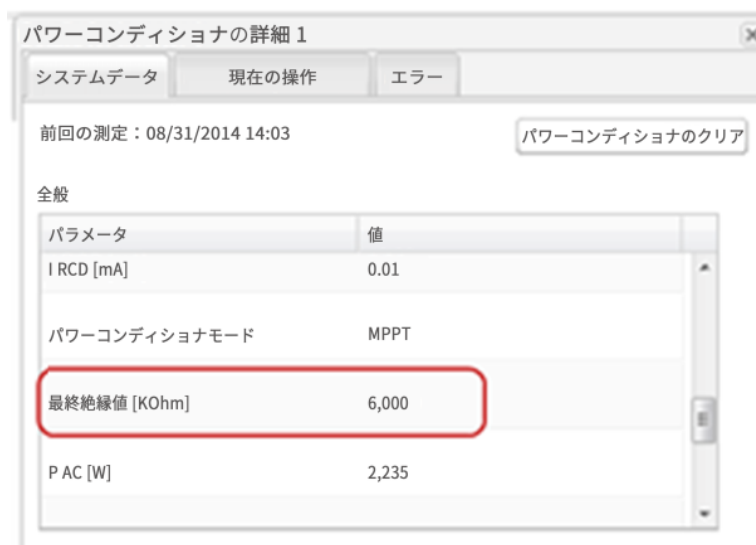


図1：ウィンドウの [システムデータ] タブ

SetAppを使用して絶縁不良を特定

絶縁異常が発生した場合、SetAppのステータス画面にエラー18x86 (単相パワーコンディショナ) または、8x58 (三相パワーコンディショナ) が表示されます (下図参照)。

→ **SetAppのステータス画面にアクセスし、エラーの詳細を表示：**

1. **[試運転]**画面から**[ステータス]**を選択します。パワーコンディショナの **[ステータス]** が表示されます(下図参照)。
2. エラーラインを選択すると詳細が表示されます。



solar edge		
ステータス		
エラー：絶縁 121		
パワーコンディショナ SN 07318000C		
電力 2 kW	電圧 230Vac	周波数 50 Hz
P_OK: 7 of 8 接続されたオ プティマイザ	S_OK 接続されるサーバ	
ステータス 発電	スイッチ ON	
CosPhi 1.00	制限 制限なし	国 Netherlands
電圧 310 Vdc	温度 20 C	ファン 該当なし
エラー：18X: V-Line Max		
スイッチOFF。発電停止		
試運転		

パワーコンディショナのLCDディスプレイを使用して絶縁不良を特定

絶縁不良が発生すると、LCDにエラー2x19 (単相パワーコンディショナ) または、8x58 (三相パワーコンディショナ) が表示されます。

```
Error xxxx
Isolation fault
See diagnostics
```

絶縁不良のトラブルシューティング (パワーコンディショナのLCDディスプレイまたはSetAppを使用)

次のセクションでは、エラー2x19または8x58が表示された場合に、絶縁不良の原因を特定する方法について説明します。絶縁不良のトラブルシューティングは、以下の方法で行うことができます。

- LCDディスプレイのパワーコンディショナ診断画面、またはSetAppのステータス画面。

注記

LCDディスプレイを使用する場合、この方法はDSP1ファームウェアバージョン1.13.181(三相パワーコンディショナ)、および1.210.693(単相パワーコンディショナ)から利用可能です。LCDのIDステータス画面からバージョンを確認することができます。必要な場合は、

https://www.solaredge.com/sites/default/files/upgrading_an_inverter_using_micro_sd_card.pdfに記載されている方法でパワーコンディショナのソフトウェアのバージョンアップを行ってください。

- 絶縁抵抗計

直流電圧を確認

トラブルシューティングの間、ストリングおよび/またはパワーオプティマイザは切断されます。

1. パワーコンディショナの下部にあるパワーコンディショナON/OFFスイッチをOFFにしてください。安全スイッチまたは直流絶縁スイッチがインストールされている場合、ONのままにしておいてください。
2. 直流電圧が安全電圧に低下するまで、お待ちください。
3. 必要なストリング、パワーオプティマイザまたはモジュールを取り除いてください。
4. パワーコンディショナをONにして、下記のパワーコンディショナの画面に表示されたVdcが、以下の表の公称直流電圧とほぼ同等の値になっているか確認してください。

パワーコンディショナのタイプ	ヨーロッパとAPAC	北米	単位
単相	350	350	Vdc
三相	750	208V - 400の場合	Vdc
	850	277/ 480V - 850の場合	Vdc

```
Vac[V] Vdc[V] Pac[W]
240.7 371.9 2349.3
P_OK: XXX/YYY <S_OK>
ON
```

solar edge		
ステータス		
エラー：絶縁 18x86		
パワーコンディショナ SN 07318000C		
電力 2 kW	電圧 230Vac	周波数 50 Hz
⚙ P_OK: 7 of 8 接続されたオ プティマイザ	S_OK 接続されるサーバ	
ステータス 発電	スイッチ ON	
CosPhi 1.00	制限 制限なし	国 Netherlands
電圧 310 Vdc	温度 20 C	ファン 該当なし
エラー：18X: V-Line Max スイッチOFF。発電無効化		
試運転		

漏電ストリング位置の確認

1. パワーコンディショナに複数のストリングが接続されている場合、1ストリングずつパワーコンディショナに接続し、エラーが表示されるかどうかを確認しながら、不具合のあるストリングを特定してください（ページ2のSetAppを使用して絶縁不良を特定の手順に従ってください）。
2. 不具合のあるストリングだけがパワーコンディショナに接続されていることを確かめてください。不具合のあるストリングが複数ある場合は、各ストリングを別々に確認してください。

パワーコンディショナのLCDディスプレイによるストリング内の漏出箇所の特定

1. 以下のメッセージが表示されるまでLCDのライトボタンを長押しして、絶縁ステータス画面に入ってください。

```
Keep holding button
for pairing, release
to enter menu...
Remaining:    3 sec
```

2. 5秒以内に離すと、セットアップモードに入ります。
3. 短押し（1秒間）でメンテナンスメニューまでスクロールし、長押しでメニューに入ります。以下の画面が表示されます：

```
Date and Time
Reset Counters
Factory Reset
FW Upgrade
Diagnostics
Grid Protection
Board Replacement
```

4. 短押しで診断メニューまでスクロールし、長押しで**診断** → **絶縁ステータス**を選択してください。以下のステータス画面が表示されます。

```
R Iso      400 kOhm
DC+        DC-
|-----*-----|
      < 40.3 % >
```

R Iso : 絶縁抵抗の値 (kOhm単位)

アスタリスク (*) とパーセンテージ値はストリング内の障害のおおよその位置を示しています。これはDC+に比例します。

■ 0%は、DC+に異常があることを示します。

■ 100%は、DC-に異常があることを示します。

5. 画面を使用して、異常の原因箇所を特定します。ストリング内のパワーオプティマイザの数にパーセンテージ値を掛けてください。その結果、異常が発生した付近のモジュールが表示されます。例えば、ストリングに15個のモジュールとパワーオプティマイザがあり、パーセンテージ値が55%の場合、 $15 * 55\% = 8.25$ になります。これは、DC+側から数えて8番目のモジュールの近くに異常があることを意味します。
6. 故障の疑いがあるパワーオプティマイザとモジュールの間、および故障の疑いがあるパワーオプティマイザと隣接するパワーオプティマイザの間に、破損したコネクタまたは直流電線がないか確認してください。ある場合は、それらを交換し、2ページの「絶縁不良の特定」に記載されているようにパワーコンディショナをオンにして絶縁状態を再確認してください。
7. 疑わしいパワーオプティマイザをストリングから切断して、疑わしい異常の原因を取り除いてください（ページ2のSetAppを使用して絶縁不良を特定に従ってください）。MC4コネクタ（一端がオス、もう一端がメス）の直流延長ケーブルを使用して、取り外したパワーオプティマイザをバイパスしてください。絶縁ステータスを再確認してください。

■ 起動/ペアリング後に不具合が解消された場合は、取り外したモジュール/パワーオプティマイザに不具合が発生しています。[ステップ9](#)に進んでください。

- 起動/ペアリングの後で不具合が再発した場合、漏出源は取り外したモジュール/パワーオプティマイザではなく、その近辺にあります。

8. スtringでモジュール/パワーオプティマイザを再接続してください。

[ステップ7](#) と [ステップ8](#) を繰り返して、疑わしい場所の前後にあるモジュール/パワーオプティマイザを確認してください。確認は、1モジュール/パワーオプティマイザずつ行ってください。不具合が再発した場合は、次のモジュール/パワーオプティマイザを1つずつ確認してください。

異常箇所の検出精度は、単相パワーコンディショナは ± 1 、三相パワーコンディショナは ± 2 です。この許容範囲を調べても問題が見つからない場合、Stringに複数の絶縁不良が発生している可能性があります。この場合、ページ9の絶縁抵抗計を使用し説明されている通りに、絶縁抵抗計を使用してください。

9. 漏電がモジュールで起きているのか、又はパワーオプティマイザで起きているのか確認してください。

- 疑わしいパワーオプティマイザから疑わしいモジュールを取り外してください。
- パワーコンディショナをOFFにしてください。
- パワーオプティマイザをStringに接続してください。
- パワーコンディショナをONにして、Vdcが、ほぼ公称直流電圧になっているか確認してください（上表参照）。なっていない場合、ペアリングを実行してください。
- 起動/ペアリングの後に不具合が解消された場合、取り外したモジュールに不具合が発生しています。不具合が再発する場合、パワーオプティマイザが漏電の原因です。

10. 不具合のある部品を修理するか、または交換してください。

11. ペアリングを実行してください。ペアリングの手順については、ソーラーエッジ設置ガイドを参照してください。

SetAppを使用してistring内の漏出箇所の特定

1. 絶縁ステータス画面にアクセス：試運転メニューからメンテナンス → 診断 → 絶縁ステータスを選択してください。

solaredge

試運転

国と言語 >

ペアリング >

通信 >

デバイスマネージャー >

リモート シャットダウン >

電力コントロール >

メンテナンス >

情報 >

サイト構成 >

ステータス >

solaredge

メンテナンス

日時 Sep-7-2017 09:45am >

温度 華氏 >

カウンタをリセット >

デバイスマネージャー >

デバイスをリセット >

アーク障害回路 有効化 >

遮断器 (AFCI) 自動再接続 >

Firmware Upgrade >

読込/保存 >

構成 >

診断 >

Standby Mode 無効にする >

Grid Protection >

ボードの交換 >

solaredge

診断

絶縁ステータス >

オプティマイザステータス >

自己診断 >

隔離ステータス

隔離 12.3 KOhm

DC+ DC-

68%

istringのパワーオプティマイザの数と%結果を掛けて、絶縁が最も低いDC+側からおおよそのオプティマイザの数を算出します。

不具合のあるオプティマイザのおおよその位置

DC+ DC-

約68%のistringで (DC+側から開始)

正確な場所を見つけるには、istringのオプティマイザの数に%結果を掛けてください。

2. 絶縁抵抗 (kOhm単位) の値は、異常がDC+またはDC-にあることを示しています。

隔離ステータス

隔離 12.3 KOhm

DC+ DC-

68%

istringのパワーオプティマイザの数と%結果を掛けて、絶縁が最も低いDC+側からおおよそのオプティマイザの数を算出します。

不具合のあるオプティマイザのおおよその位置

DC+ DC-

約68%のistringで (DC+側から開始)

正確な場所を見つけるには、istringのオプティマイザの数に%結果を掛けてください。

- 0%は、障害がDC+にあることを示します。
- 100%は、障害がDC-にあることを示します。
- 画面を使用して、障害の原因のエリアを特定します。ストリングのパワーオプティマイザの数にパーセンテージ値を掛けてください。その結果、障害が起きた近くのモジュールがわかります。例えば、ストリングに15個のモジュールとパワーオプティマイザがあり、パーセンテージ値が55%の場合、 $15 * 55\% = 8.25$ になります。これは、DC+側から数えて8番目のモジュールの近くに障害があることを意味します。

絶縁抵抗計を使用

この手順では、システムコンポーネントの抵抗を確認します。ストリングレベルから始まり、パワーオプティマイザ/モジュールのペアへ、最終的にパワーオプティマイザまたはモジュールの単一のコンポーネントまで確認します。また、コンポーネント間の配線も確認します。

この手順では、絶縁テスターとコネクタ分岐ケーブルを使用してください。

1. パワーコンディショナのON/OFFスイッチをOFFにします。LCD画面のDC電圧が安全電圧（50V未満）まで下がるか、5分経過するまで待機してから次の手順に進みます。

警告！



パワーコンディショナのパネルを確認できない場合やLCDパネルが機能していない場合には、5分間待機してパワーコンディショナの入力コンデンサを放電させてください。

2. ストリングとパワーコンディショナまたは安全スイッチを接続しているすべての直流ケーブルを外してください。
3. ストリング（または接続箱）とパワーコンディショナ（ホームランケーブル）間の延長直流ケーブルの抵抗をテストします。ホームランケーブルの両端を外し、マイナス側プローブは接地に接続したまま、各電線をプラス側プローブに接続して、測定してください。
電線の抵抗が200M Ω 未満の場合、電線に異常があります。異常のある電線はすべて交換してください。電線の抵抗が200M Ω 以上の場合、この延長ケーブルに接続されたストリングに異常があります。下記の手順に従って、ストリングを確認してください（延長ケーブルなしで）。
4. 絶縁抵抗計（図2）を使用して、ストリングの抵抗を測定してください。
 - a. 安全なストリング電圧と電流を確認：最大50Vおよび500mA
 - b. ストリングの最初または最後のオプティマイザのプラスとマイナスのコネクタを分岐ケーブルに接続してください。
 - c. 絶縁抵抗計のプラスのプローブを分岐ケーブルに接続してください。
 - d. 絶縁抵抗計のマイナスのプローブを接地点に接続してください。
 - e. 絶縁抵抗計で500Vの測定を選択してください。
 - f. 絶縁抵抗を測定してください。

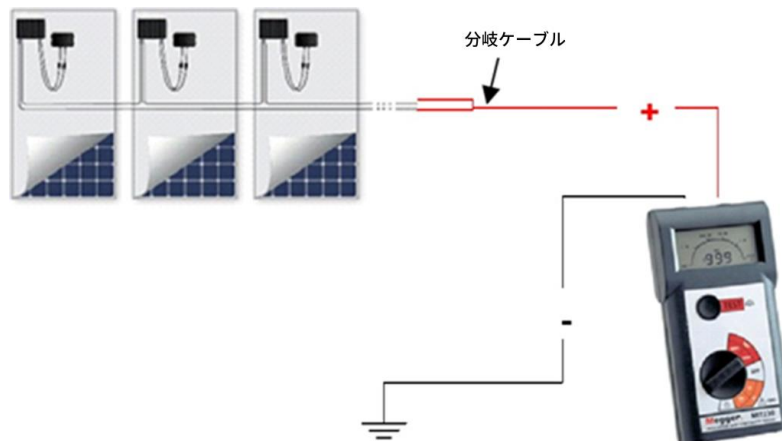


図2：絶縁抵抗計をPVストリングに接続

単相パワーコンディショナでは抵抗が600kΩ以下、三相パワーコンディショナでは1MΩ以下の場合、以下の手順に従って引き続きこのストリングのコンポーネントを確認し、漏電原因となる箇所を絶縁してください。絶縁抵抗計の出力コネクタは、必ずマイナス側とプラス側の両方を分岐ケーブルで接続してください。

5. 絶縁抵抗計を使用して、パワーオプティマイザとモジュールの抵抗を測定してください(図3):
 - a. パワーオプティマイザをストリングから取り外してください。PVモジュールには接続されたままにしておいてください。
 - b. 安全なストリング電圧と電流を確認：最大1Vおよび500mA。
 - c. パワーオプティマイザのプラスとマイナスの出力コネクタを分岐ケーブルに接続してください。



警告！

絶縁抵抗計をパワーオプティマイザのコネクタの一方だけに接続したり、直流ケーブルの一方だけに接続すると、パワーオプティマイザに回復不能の損傷を与える可能性があります。

- d. 絶縁テスターのプラスのプローブを分岐ケーブルに接続してください。
- e. 絶縁テスターのマイナスのプローブを接地点に接続してください。
- f. 絶縁テスターで500Vのテストを選択してください。
- g. 測定抵抗が200MΩ以上の場合、パワーオプティマイザとモジュールには異常がありません。測定値が200MΩ未満の場合、オプティマイザ、モジュール、またはその両方に異常があります。以下の手順に従って、確認を続けてください。

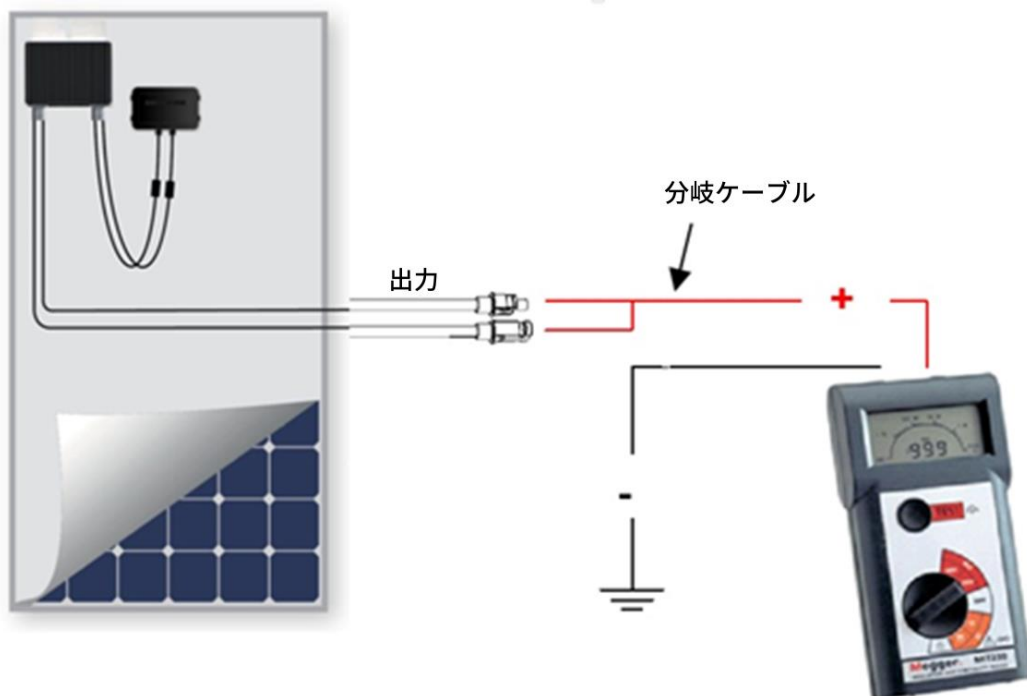


図3：パワーオプティマイザとモジュールに絶縁抵抗計を接続

6. 漏電がパワーオプティマイザからの漏電なのか、モジュールからの漏電なのかを確認してください。マイナス電線と接地の間の抵抗を測定し、各部品を個別に測定してください。
 - a. パワーオプティマイザからモジュールを取り外してください。
 - b. パワーオプティマイザのプラスとマイナスの出力コネクタを分岐ケーブルに接続してください(図4)。

- c. 絶縁テスターのプラスのプローブを分岐ケーブルに接続してください。
- d. 絶縁抵抗計のマイナスのプローブをパワーオプティマイザのフレームに接続してください (接地点)。
- e. 絶縁テスターで500Vのテストを選択してください。
- f. 絶縁抵抗値を測定し、値が200MΩ以上の場合、モジュールに異常があります。値が200MΩ未満の場合、オプティマイザを交換し、同様にモジュールにも異常がないか再測定してください。

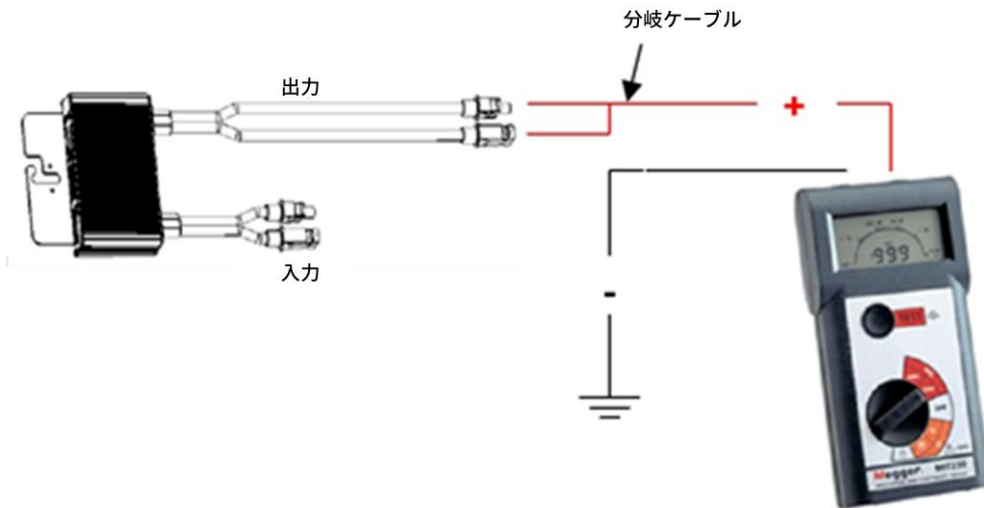


図4：パワーオプティマイザに絶縁抵抗計を接続

- g. パワーオプティマイザから分岐ケーブルを取り外し、下記 (図5) に示されている接続方法の1つを使用してモジュールに接続してください。

注記



オプティマイザを使用せずに分岐コネクタを使用して、単一のモジュールの測定を行わないでください。単一モジュールの+と-は別々に測定する必要があります。

- h. 抵抗値を測定し、値が40MΩ*m²以上の場合、モジュールには問題ありません。もし、値が40MΩ*m²未満の場合、モジュールには異常があります。一般的な値は各パネルあたり80MΩです。

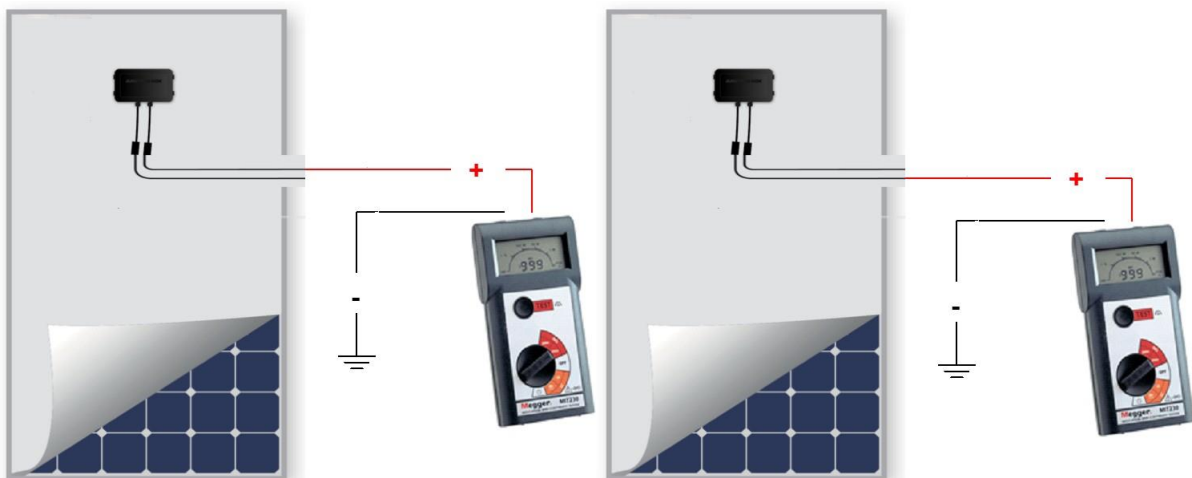


図5：絶縁抵抗計をモジュールに接続

7. 異常部品を取り替えてください。



注記

パワーオプティマイザを取り替える場合、ペアリングの手順を繰り返してください。詳細については、ソーラーエッジ設置ガイドを参照してください。
