

サージ保護 – テクニカルノート

改定履歴

バージョン2.5 (2020年11月)

- 北米と世界のその他の地域のバージョンを統合
- 産業用パワーコンディショナ用にSPDオプションを追加

概要

このテクニカルノートでは、落雷、系統の過電圧現象および地絡による過電圧サージから、ソーラーエッジ製品を適切に保護することについて説明します。サージ保護を適切に設置することで、パワーコンディショナの内部部品、コントロール、およびコミュニケーションゲートウェイ (CCGs)、通信機器、および相互接続されたメーターへの致命的な損傷が起きる可能性を低減することができます。

急速に変化する電流は、電線、通信、または金属パイプなどの導電体を通過する際に、電磁パルス (EMPs) を放射し電流や電圧の「サージ」を発生させます。これらのサージは、繊細な電子機器や半導体の破壊につながる可能性があります。これらの導体に接続されたサージ保護 (SPD) や過電圧サージサプレッサ (TVSS) と呼ばれる機器は、これらの過電流を地面に流して機器を損害から保護することができます。

ソーラーエッジは、制御できない環境要因や限定製品保証の対象外となる影響を軽減するために、すべての三相パワーコンディショナの交流、RS485、イーサネットラインにサージ保護装置を設置することを推奨しています。

<https://www.solaredge.com/sites/default/files/solaredge-warranty-may-2021-jp.pdf>

最新の産業用パワーコンディショナモデルには、複数のSPDオプションが内蔵されています。その他の詳細は、内部保護機能 *SEXK-XXXXIBXX4* 産業用パワーコンディショナ向け ページ4を参照してください。

落雷と電磁パルス

電圧サージ要因の1つは、落雷です。落雷は必ずしも太陽光発電サイトに直撃しなくとも、静電気や磁気誘導など、雷がサージを誘発するあらゆる可能性を考慮する必要があります。

直撃雷

サージ保護デバイスだけでは直撃雷から電子機器を保護することはできません。雷を引き寄せ、地上に誘導し、SPDが残留エネルギーを吸収する外部保護が必要です。外部保護装置には、避雷針、接地線、SPDと導線、およびそれに付随する接地システムが含まれています。

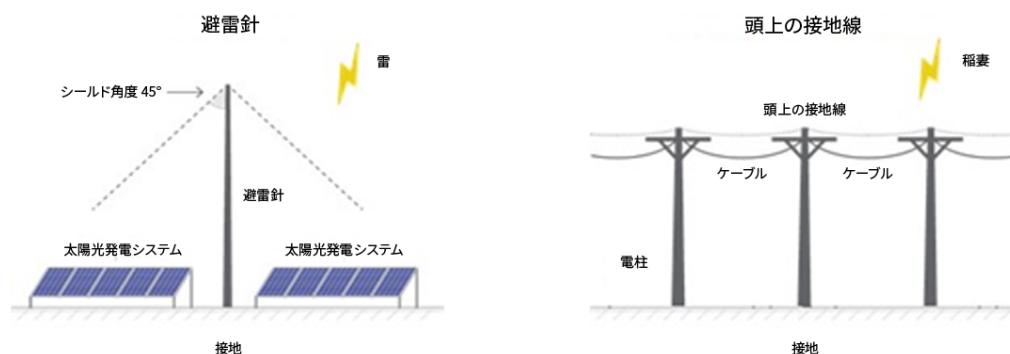


図1：直撃雷からの保護装置

直撃雷の影響のひとつに、接地電位の上昇があります。建物や避雷針に雷が落ちると、地面に高電流が流れ、接地電位が上昇します。これにより、地面と外部導体との間に電位差が生じ、サージ現象につながります。

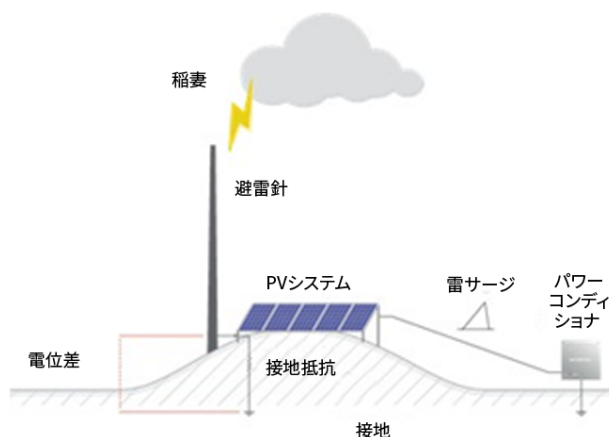


図2：落雷後の接地電位の上昇

静電誘導

雷雲の下層にはマイナス電荷が含まれています。これらの高いマイナス電荷は近くの電線、特に送電線や通信回線に高いプラス電荷を誘発させることがあります。

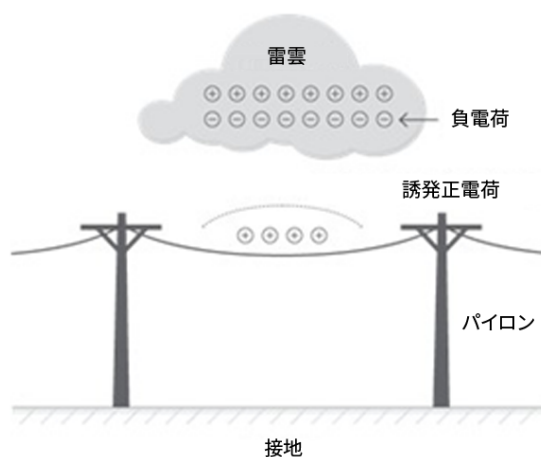


図3：静電誘導 - 放電前

雷雲の放電（落雷）の時に、電線に蓄積されたプラス電荷が放出され、電線に両方向のサージが発生します。

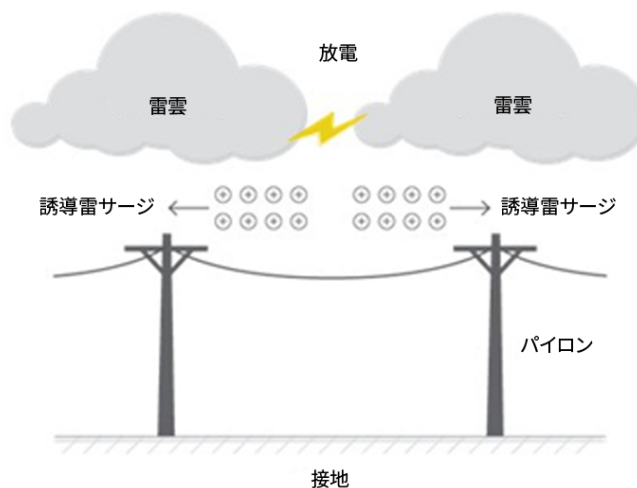


図4：静電誘導 - 放電時

電磁誘導 (間接雷)

雲と地上の間で放電が起きると、磁気の波が発生します。この磁気の波が交流電線や通信回線に到達すると、電圧サージを誘発します。

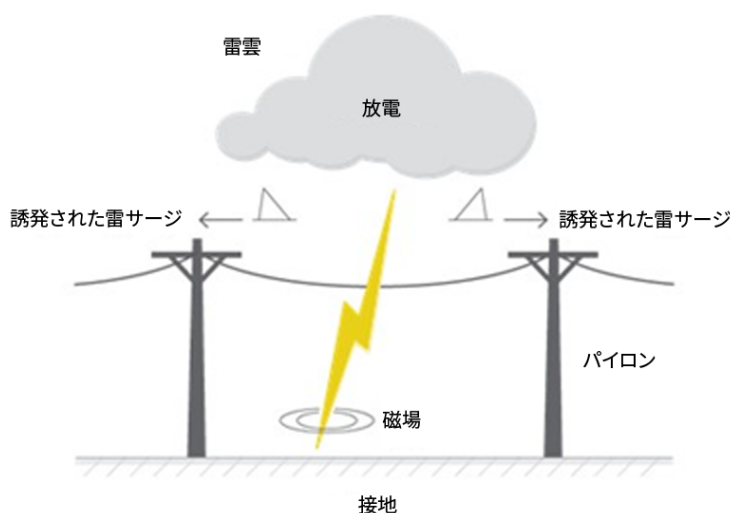


図5：電磁誘導

サージ保護デバイスとは？

太陽光発電システムへの高電圧による損傷を避けるために、電圧サージは地面への経路を確保する必要があります。これにより高エネルギーが電子機器を通過するのを防ぐことができます。この経路を確保するために、システムから出入りするすべての配線は、サージ保護デバイス（SPD）を通して接地線に接続され、すべての導電性の表面は直接接地されなければなりません。

システムに出入りする配線の例としては、交流電線、およびイーサネットケーブル、RS485ケーブル、電話回線などの通信回線があります。ブレーカーは過電流から機器を保護するのに対し、SPDは過電圧から機器を保護するため、送電線上のSPDはブレーカーとは異なる保護機能を持つことに注意する必要があります。

通常、SPDはバリスタ（MOVs）、ガス放出管（GDT）、ツェナーダイオード、および電流制限機器を組み合わせたものです。高電圧または電流サージの際に、電荷を接地放電し保護システムへ侵入しないように作用します。MOVとGDTも寿命があり、サージを扱える回数は限られています。

ソーラーエッジシステムの保護

内蔵AC/DC過電圧保護

ソーラーエッジのパワーコンディショナとパワー最適マイザはIEC62109安全規格を遵守しています。この規格によると、交流に常時接続される機器は過電圧カテゴリ III（OVC IIIと表記）に、また直流接続はOVC IIに耐えなければなりません。主電源回路の耐衝動電圧定格は、IEC62109のセクション7.3.7.1.4に記載のように、上記のOVCと主電源系統電圧に基づいて割り当てられ、> 4kVになります。

パワーコンディショナは、交流側と直流（太陽光発電）側に過電圧保護を内蔵して製造されています。既存の避雷設備がある建物に太陽光発電システムを設置する場合は、太陽光発電システムも避雷設備に適切に含める必要があります。パワーコンディショナは保護等級Type III（クラスD）（制限付き保護）を持っているとして分類されます。パワーコンディショナ内のバリスタは、相線と中性線、中性線と接地線、PVプラスとPVマイナスの端子間に接続されています。

北米で供給されるSolarEdgeパワーコンディショナとパワー最適マイザは、過電圧保護を内蔵しており、安全規格UL1741/IEEE1547に適合しています。パワーコンディショナ内のバリスタやGDTは、相線と中性線の間、中性線と接地線の間、PV端子間に接続されています。

注記



過電圧サージ保護要件は、システム構成、物理的なパラメータ、および地理的な位置に依存し、設置要件に従って実装する必要があります。ソーラーエッジが提供する内部SPDは、外部保護デバイスが提供するサージ保護能力に匹敵するものではありません。

ソーラーエッジパワーオプティマイザは、あらゆる太陽電池モジュールに存在する通常の保護ダイオードと同じ保護機能を備えています。従って、パワーオプティマイザは太陽電池モジュールとして同じサージ電圧に耐えることができます。

SEXK-XXXXIBXX4の産業用パワーコンディショナー用の内部保護

部品番号がSEXK-XXXXIBXX4のソーラーエッジ産業用パワーコンディショナーは、あらゆるニーズに対応するために複数のSPDオプションを提供しています。

- RS485 : 事前にインストールされているか、外部キットとして利用可能
- AC Type 2 SPD : 事前にインストールされているか、外部キットとして利用可能
- DC Type 2 SPD : 事前にインストールされているか、外部キットとして利用可能

内部RS485過電圧保護

シナジーテクノロジー搭載のソーラーエッジ三相パワーコンディショナーには、RS485-1パスを保護するRS485 SPDが内蔵されています。

太陽光発電システムに外付けSPDを追加

設置ガイドライン

太陽光発電システムにSPDを追加する際のガイドラインは以下のとおりです。

- 最大電線長 $a+b$ (下図参照) は、50 cm以下でなければなりません。

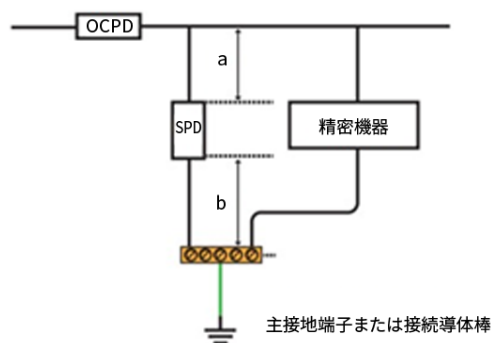


図6 : 電線長のガイドライン

- アース線は4m以上であること。
- SPDはできるだけパワーコンディショナーの近くに設置する必要があります。
- 不安定な系統には、タイプ1かタイプ1+2の AC SPDを使用することを推奨します。
- 太陽光発電システムが、避雷設備から50cm以上離れている場合は、避雷設備に接続する必要があります。また、その逆も同様に接続してください。



警告 !

この場合、タイプ2のSPDでは保護が不十分で、サージを受けた際に発火する可能性があります。

- 太陽光発電システムが、避雷設備から50cm以内に位置している場合は、太陽光発電システムを別途設置する必要があります。この場合、パワーコンディショナにはタイプ2のSPDを接続する必要があります



注記

太陽電池モジュールへのサージを防ぐために十分な避雷設備の設置が必要です。

直流側

ヒューズ、直流ブレーカーまたはストリングダイオードなどのストリングプロテクターとSPDを併用する場合、SPDをヒューズとパワーコンディショナの間に設置する必要があります。設置できない場合、ヒューズが動作した場合にPVストリングを保護できなくなります。

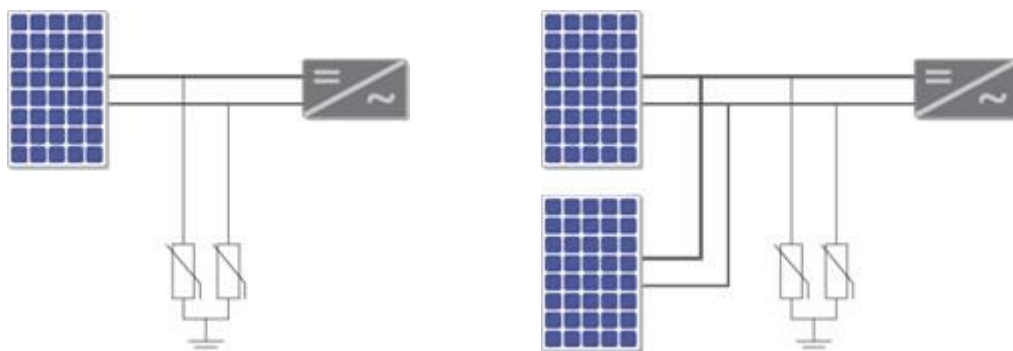


図7：ヒューズ/回路ブレーカーを備えたパワーコンディショナとSPDの接続

ヒューズボックスが内蔵されたパワーコンディショナでは、SPDを接続するために内部ヒューズをバイパスし、外部ストリングヒューズを接続する必要があります。

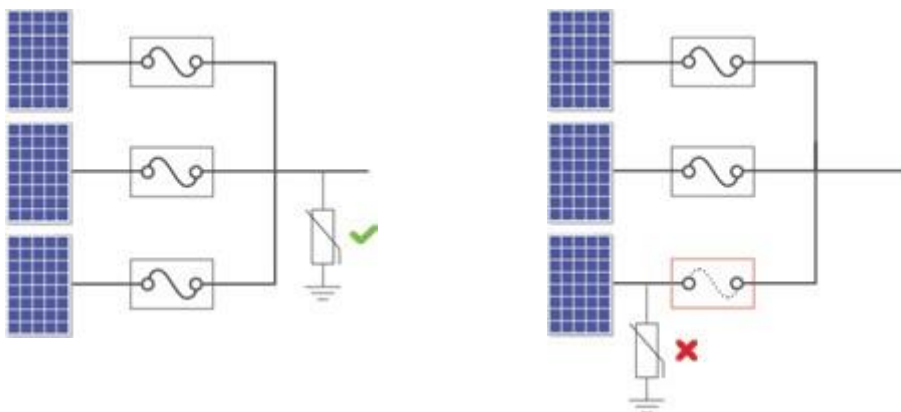


図8：ヒューズ内蔵パワーコンディショナへのSPDの接続

ソーラーエッジは、パワーコンディショナを保護するために、Citel DS50VGPVシリーズSPD（または同等品）を推奨しています。

設置仕様：

- デバイスは、パワーコンディショナの外側に取り付け、屋外用用途では、NEMA Type 3R以上の筐体に取り付ける必要があります。
- 各ストリングは個別のSPDを持つことができます。または複数のストリングを接続箱で結合してからSPDに配線することもできます。



交流側

ソーラーエッジは、コンディショナを保護するために、Citel DS70UシリーズSPD（または、同等品）を推奨しています。

設置仕様：

- SPDは以下の条件を考慮しながら、できるだけパワーコンディショナの近くに設置する必要があります。
 - パワーコンディショナとSPDユニット間の電線の長さは9mを**超える場合**があります。
 - SPDとパワーコンディショナのユニット間の物理的距離は9mを**超えて**はなりません。
- 多くのSPDはDINレールに取り付け可能であり、屋外用途ではNEMA Type 3R以上の筐体に取り付ける必要があります。
- AC SPDの出力側には、複数のパワーコンディショナを接続することが可能です。この場合、AC SPDユニットとすべてのパワーコンディショナ間の交流電線の全長は9mを超えないようにしてください。



通信回線

パワーコンディショナの電子機器への電圧サージの経路となる導電性ケーブルは、送電線ではありません。また、通信回線（RS485とイーサネット）もサージ保護デバイスで保護する必要があります。

- パワーコンディショナにSPDを内蔵している場合もあります。内蔵されていない場合は、SPDを別途購入することができます。技術仕様書と部品番号についてはデータシートを参照してください。設置の説明書はSPDに付属しています。
- 他のタイプの通信回線（例えば、イーサネット）については、以下の条件に当てはまる場合、各通信回線に外部サージ保護デバイスを使用することをお勧めします。
 - デバイス間の距離が10 m以上ある場合
 - サージが誘導されるおそれがある場合

可能な場合は、通信用SPDをソーラーエッジパワーコンディショナのDC安全ユニット内に取り付けることをお勧めします。その他、通信線を交流および直流の電線の近くに配線する場合は、通信線に使用される導体の絶縁が下記の定格であることを確認してください。

- 直流電線の近くに配線する場合：600V
- 交流電線の近くに配線する場合：300V

北米とオーストラリアの場合：DC安全ユニットから直流または交流の電力導管を介してパワーコンディショナに通信線を配線する場合、導線に絶縁スリーブをかぶせることをお勧めします。

注記



通信線をパワーコンディショナ外部の直流・交流電線と同じ導管で配線することは推奨されません。代わりに、エントリーポイントとしてDC安全ユニットのノックアウトを使用して、別の導管を設けてください。

RS485サージ保護

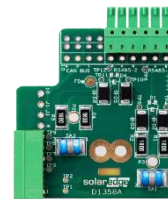
RS485サージ保護の配線要件：

- ケーブルタイプ：最低3線のシールド付きツイステッドケーブル（4線ケーブルを使用できます）
- ワイヤ断面積：0.2-1.0 mm²（CAT6ケーブルを使用できます）
- 最大ノード数：32
- 最初と最後のデバイスの間の最大ワイヤ長：1 km
- 85℃の定格の電線を使用することを推奨します。

適用可能な三相パワーコンディショナのアプリケーションの場合：

ソーラーエッジは[SE-RS485-SPD3-B-K4 RS485サージ保護デバイス \(SPD\)](#)を推奨します。

- 公称放電電流：In(8/20) μ s 5 kA
- 最大放電電流：Imax(8/20) μ s 15 kA

**適用可能な単相パワーコンディショナのアプリケーションの場合：**

ソーラーエッジは[SE-RS485-SPD2- K2 RS485サージ保護デバイス \(SPD\)](#)を推奨します。

- 公称放電電流：In(8/20) μ s 5 kA
- 最大公称放電電流：Imax(8/20) μ s 15 kA

**代替のSPD**

ZJBENY BUD-40/3 SPDまたは同等品。

- 公称放電電流：In(8/20) μ s 20 kA
- 最大放電電流：Imax(8/20) μ s 40 kA

Citel DLA-12D3または同等品：

- 公称放電電流：In(8/20) μ s 5 kA
- 最大放電電流：Imax(8/20) μ s 20 kA

**イーサネットサージ保護**

イーサネットのサージ保護配線の要件：

- ケーブルタイプ：CAT6
- パワーコンディショナとルータ間の最大配線長 – 100 m

デバイスのサージ放電定格は：

- 公称放電電流：In(8/20) μ s 10 kA
- 最大公称放電電流：Imax(8/20) μ s 20 kA

ソーラーエッジは、Citel MJ8シリーズイーサネットSPDまたは、同等品を推奨します。

サージ保護のある産業用システムのサンプル

小型の産業用システムのSPDライン図の一例を下图に示します。

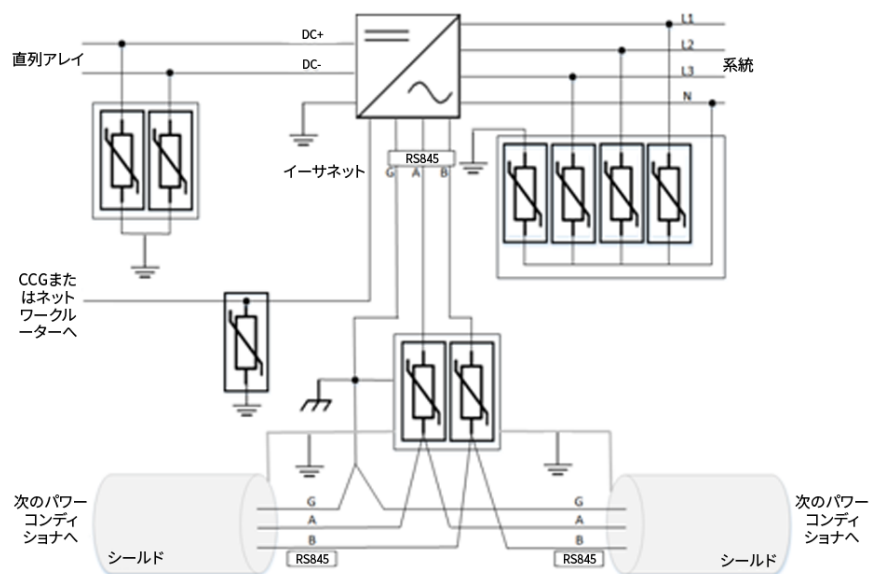


図9: サージ保護スキームの例