

ネットワークカメラの雷対策

1. はじめに

ネットワークカメラ市場は、業務効率化や生産性向上、省力化・無人化、人手不足補完を目的に AI を活用した画像解析ソリューションの普及が見込まれ、今後も大きく拡大していくと予測されております。

ネットワークカメラを屋外に設置すると、雷サージの影響を受けやすくなります。雷サージにより機器が故障や誤動作を起こすと、期待していたサービスが利用できなくなるだけでなく、復旧にも時間がかかるため、雷対策を行うことをお勧めします。

2. 雷サージの影響

屋外に設置したカメラは雷サージの影響を受けやすくなります。機器に侵入してくる雷サージの種類とその大きさについて説明します。

2-1 雷サージの種類

- ①**直撃雷**：機器に雷が直撃することです。直撃雷の電圧・電流は極めて大きく、保護することは困難です。周辺の高い建物に避雷針を設置し、そちらへ雷を誘い込むことで機器への直撃を回避します。
- ②**誘導雷**：機器に雷が直撃しなくても、近傍への落雷により発生した電磁界の変化の影響が、LAN ケーブルに誘導雷サージを発生させます。
- ③**接地間サージ**：近傍への落雷により雷撃点の大地電位が急上昇し、周辺の大地電位も上昇します。これにより機器接地間に電位差が発生し、接地側からサージが侵入してきます。

機器が受ける雷サージの頻度としては ① < ②, ③ のため、機器の故障原因は、誘導雷や接地間サージの方が多くなります。**雷が直撃しなくても被害が発生する**のが特徴です。

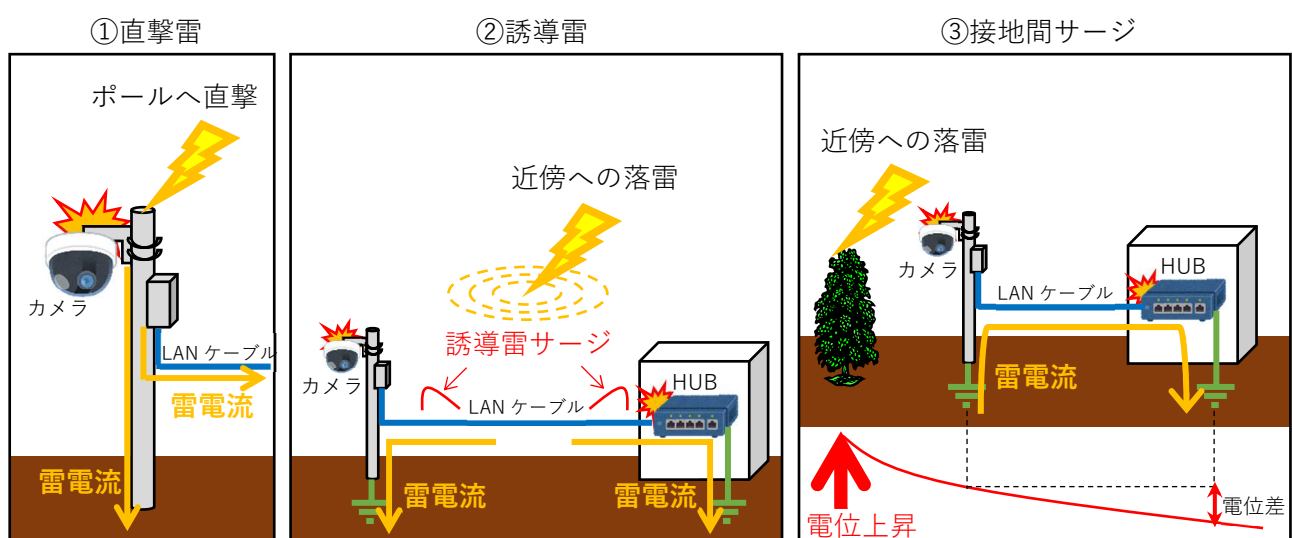


図1 雷サージの種類

2-2 雷サージの大きさ

①直撃雷の大きさ

実測データの一例では数 kA～300kA 程度の広い範囲に及んでいます。頻度的には 100kA 以下のものが大部分であり、50kA 以下のものが 80%、30kA 以下でほぼ 50%を占めています。

②誘導雷サージの大きさ

図 2 に東京電力管内で低圧配電線に発生する電圧を測定した例を示します。図 2 から発生する電圧は 5kV 以下が頻度 70%、10kV を超える発生頻度は 10%程度であることが分かります。

図 3 には高圧配電線用アレスタの接地線および低圧配電線に SPD を設置し、SPD の接地リード線にサージ電流測定器を取付けて放電電流を測定した例を示します。図 3 より、昭 57 年低圧実測値のデータで見ると、累積頻度 50%で 2～5kA、10%で 5kA、1%で 10kA となっています。

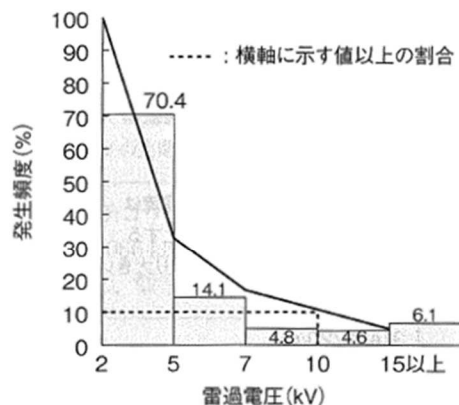


図 2 低圧配電線の雷過電圧の電圧別発生頻度 (1981～1987)

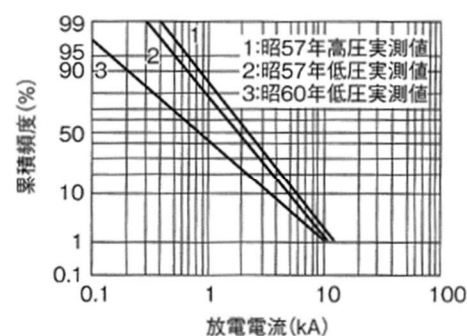


図 3 避雷器放電電流の実測分布

(出典：日本雷保護システム工業会 雷対策設計ガイド)

この例は低圧配電線にて測定されたデータですが、同様な架空線にサージが発生すると考えると、LAN ケーブルにおいても同様な誘導雷サージが発生すると推測されます。このデータから **誘導雷の大きさのほとんど(90%)が 10kV、5kA 以下の範囲**であることが分かります。

③接地間サージの大きさ

近傍への落雷により、大地電位がどの程度上昇しているのか簡易的に計算した一例を図 4 に示します。雷撃点から 150m 離れた地点の大地電位は 21kV 上昇しており、そこから 100m 離れた 250m の地点では 13kV の上昇です。その間にカメラと HUB が設置されている場合は、接地間サージが 8kV かかることになります。雷撃点に近くなるほど接地間サージは大きくなります。

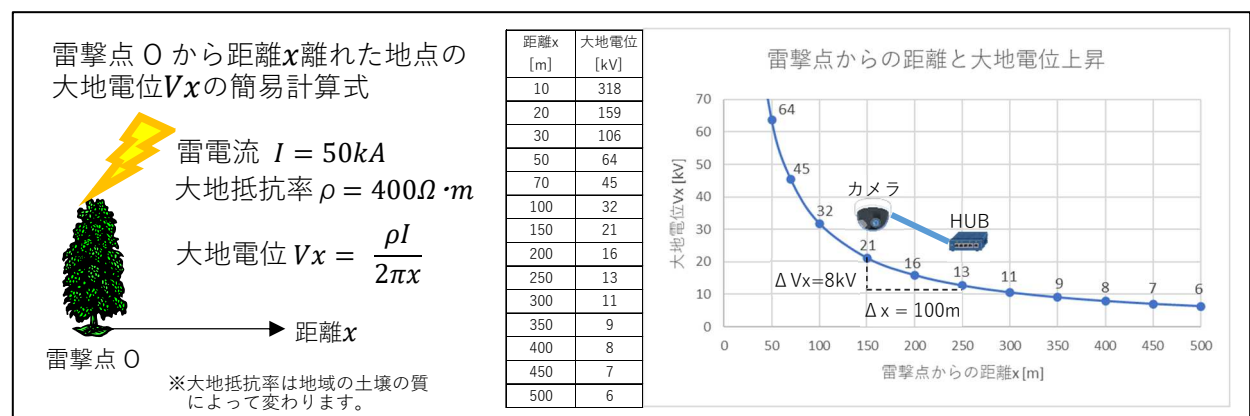


図 4 接地間サージの大きさ

3. 対策方法

SPD (Surge Protective Device : サージ防護デバイス) を設置することにより、雷サージの異常電圧を機器の耐電圧以下に抑えることで、機器の故障を防ぎます。SPD は侵入してきた雷サージを大地(アース)へバイパスすると同時に、機器にかかる電圧を抑制する機能を有します。SPD は雷サージが侵入してきた時のみ動作し、雷サージ処理後はすぐに元の状態に戻ります。

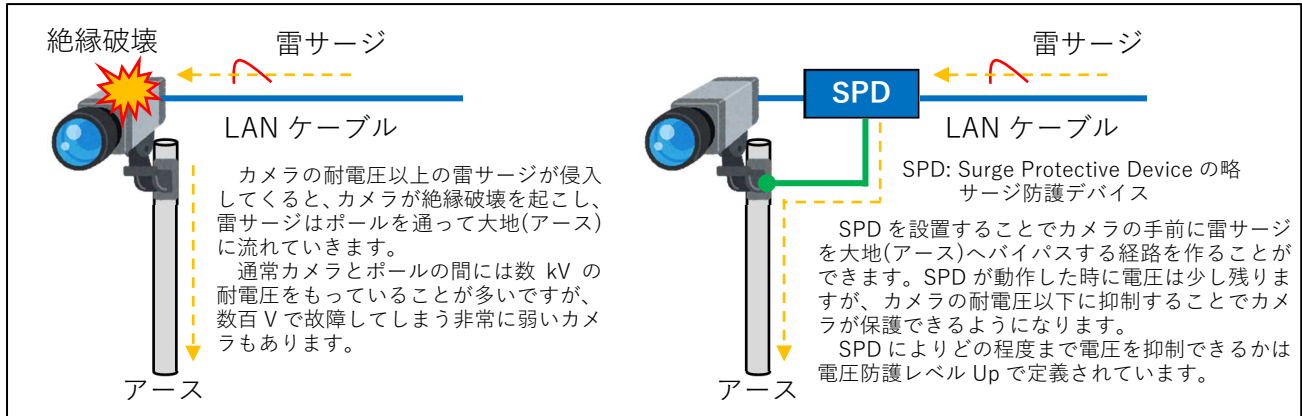


図5 SPDによる雷対策

SPD は保護対象機器に合ったものを選定する必要があります。機器や回線によって耐電圧が異なるため、専用の SPD がラインナップされています。主なものでは、電源設備や通信機器の電源系統を保護する「電源用 SPD」、電話や通信機器などの信号・通信系統を保護する「通信用 SPD」、があります。特に通信機器は回線の種類によって耐電圧仕様が大きく異なりますので、選定には注意が必要です。

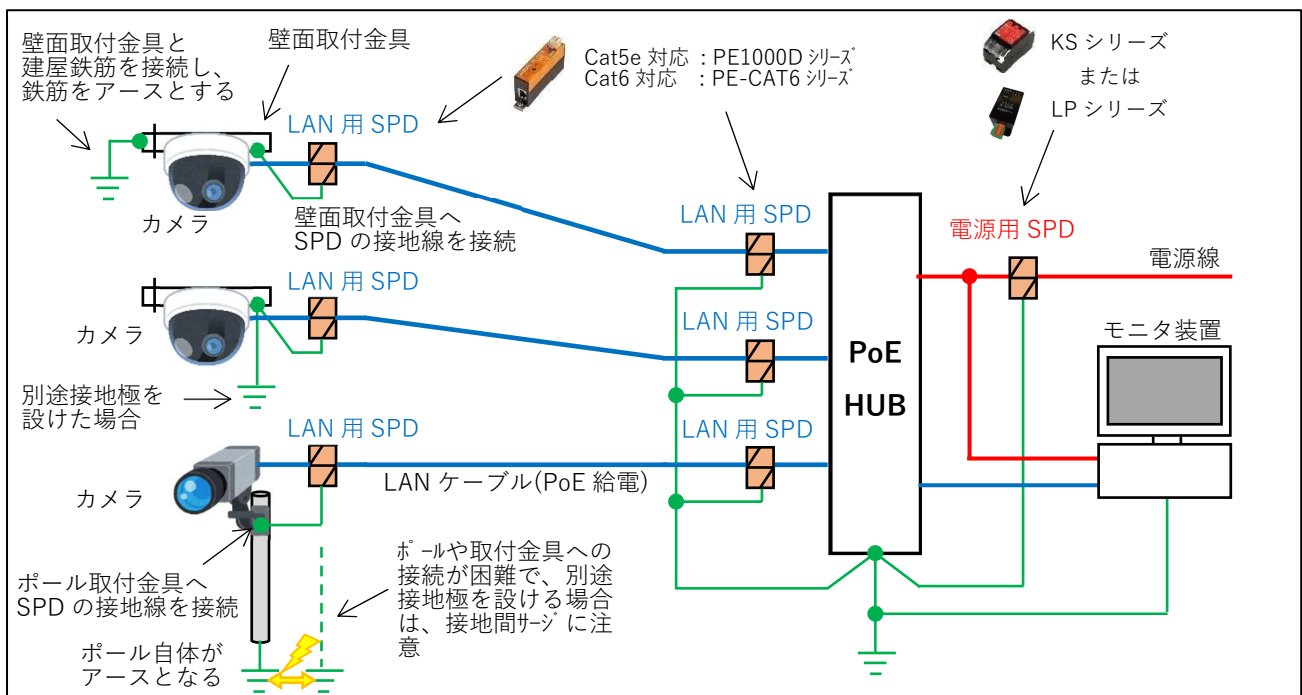


図6 ネットワークカメラの対策例

カメラはポールや壁面などに設置されることが多く、ポール自体や壁面(鉄筋)が接地となり、接地間サージの影響を受けやすくなります。大地からポールや鉄筋を伝って雷サージが侵入してくるため、カメラ側に設置する LAN 用 SPD の接地線は、サージの侵入経路となるポールや鉄筋に接続することで対策になります。接続が困難で別途接地極を設ける場合は、カメラと設けた接地極間に受ける接地間サージが、カメラの耐電圧より大きくならないように注意が必要です。また、HUB やモニタ装置側には電源が供給されていますので、電源用 SPD を設置します。

4. LAN 用 SPD の選定について

一般的な LAN 回線にはパルストランスが使用されており、パルストランスの絶縁により 1kV 程度の対地間サージに耐えられるように保護されています。このように比較的対地間のサージ電圧に対しては強く設計されていますが、線間のサージ耐量は IC によって異なるため、IC の絶対最大定格以下に電圧を抑えることが望ましいとされています。(JIS C 5381-22:2018 附属書 F 参照)

特に LAN ケーブルで給電もできる PoE(Power Over Ethernet)の LAN 回線は、給電ラインをパルストランスで絶縁することができないため、サージの影響を受けやすくなっています。

選定する SPD の回路構成によっては、サージを処理した際に SPD 内の保護素子の動作バラツキにより線間サージが発生します。**サージの影響を受けやすい PoE の LAN 回線に対しては、線間サージの発生しにくい SPD の選定が保護の重要なポイントになります。**

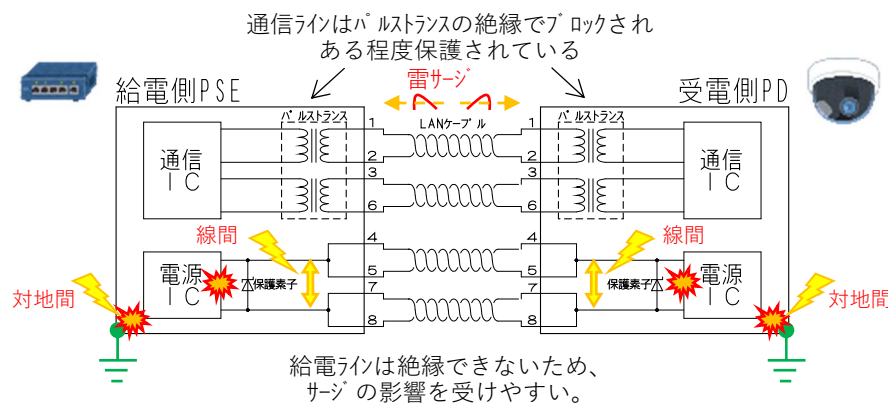
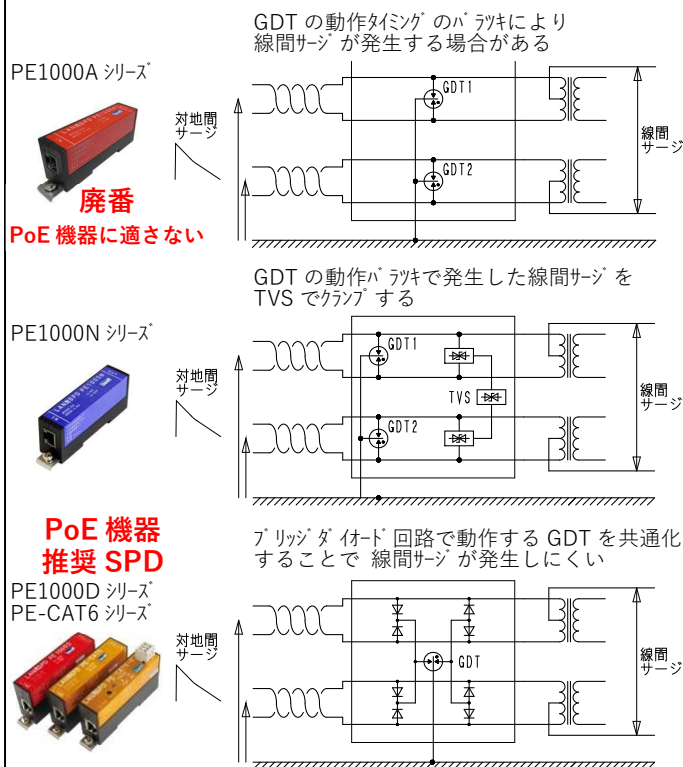


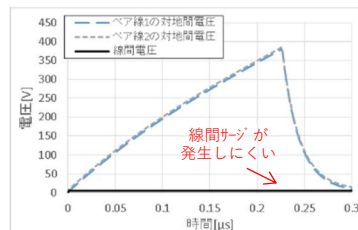
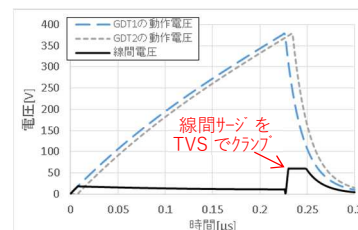
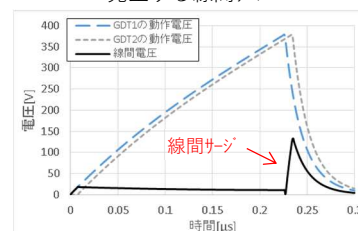
図 7 PoE(Powe Over Ethernet)の LAN 回線

PoE 機器の保護は、インパルス耐感性や制限電圧よりも線間サージの発生しにくい SPD を選定することが重要です。

SPD 回路構成 (GDT:放電管、TVS:半導体素子)



SPD 内の保護素子の動作バラツキで発生する線間サージ



インパルス耐感性	制限電圧	線間サージ
10kA	600V	大 ×
10kA	300V	中 △
5kA	500V	小 ○

図 8 SPD の選定について

5. SPD 設置時の接地線の接続方法について

雷被害の多い屋外カメラに SPD を設置したいが、FG 端子の無いカメラに対して「接地線の接続方法がわからない」という質問がよくあることから、以下にいくつか SPD の施工事例を紹介します。

①接地線の長さの影響と渡り配線(等電位化)の効果

カメラは広く周辺を撮影するために高い位置に取付けられることが多く、接地線を大地へ引っ張ってくると数 m の長さとなります。接地線の長さが SPD の保護効果に大きく影響してきますので、接地線が長くなる場合は、渡り配線で SPD とカメラを等電位化することが重要になります。

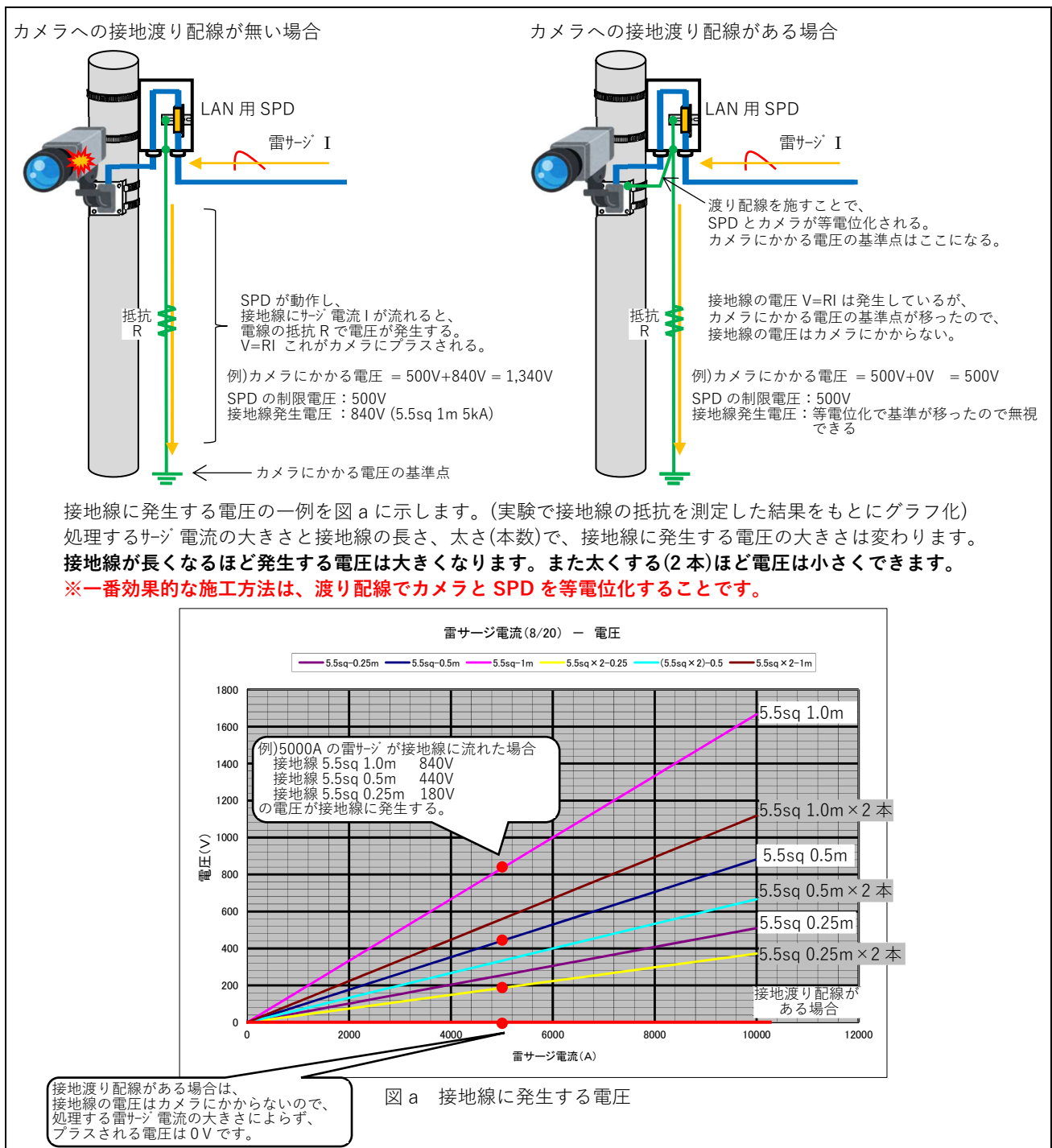


図 9 接地線の長さや渡り配線の効果

接地渡り配線が機器保護の重要なポイントになりますが、接地するための接地極を設けることができない、渡り配線を施すことができない場合が多くあります。そのような場合の施工例を示します。

②SPD の保護効果が高く、施工が簡単な方法

渡り配線も接地線も必要とせず SPD の施工ができる方法

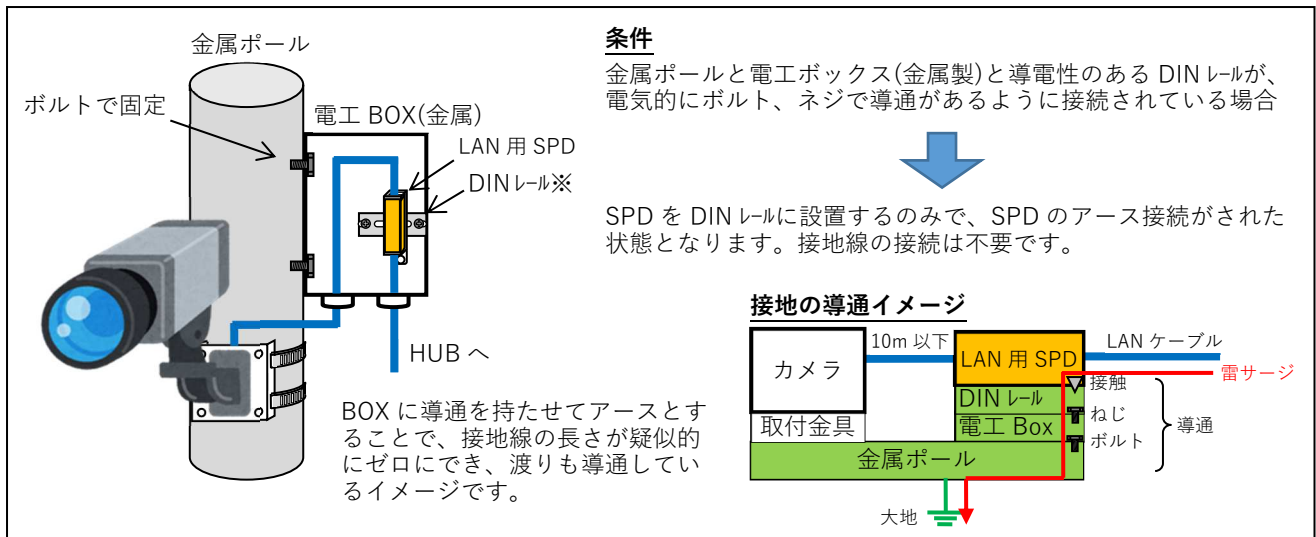


図 10 施工事例①(保護効果が高い)

※導電性のある DIN レールは東洋技研(株)のものがあります。(2023/3/31 現在) DAV シリーズの生地タイプのもので選定ください。

- ・ DAV4 (生地) -1000/2000
- ・ DAV5 (生地) -1000/2000

1m or 2m 品になりますので、適当なサイズにカットしてご使用ください。カット品で生地タイプはラインナップ無しとのメーカー回答です。



図 11 DIN レール

③金属ポールと電気 BOX に導通が無い場合で、ポールに接地線を接続できる箇所がある場合

金属ポール自体をアースとして利用することで、接地線を短く配線して長さの影響を小さくする。

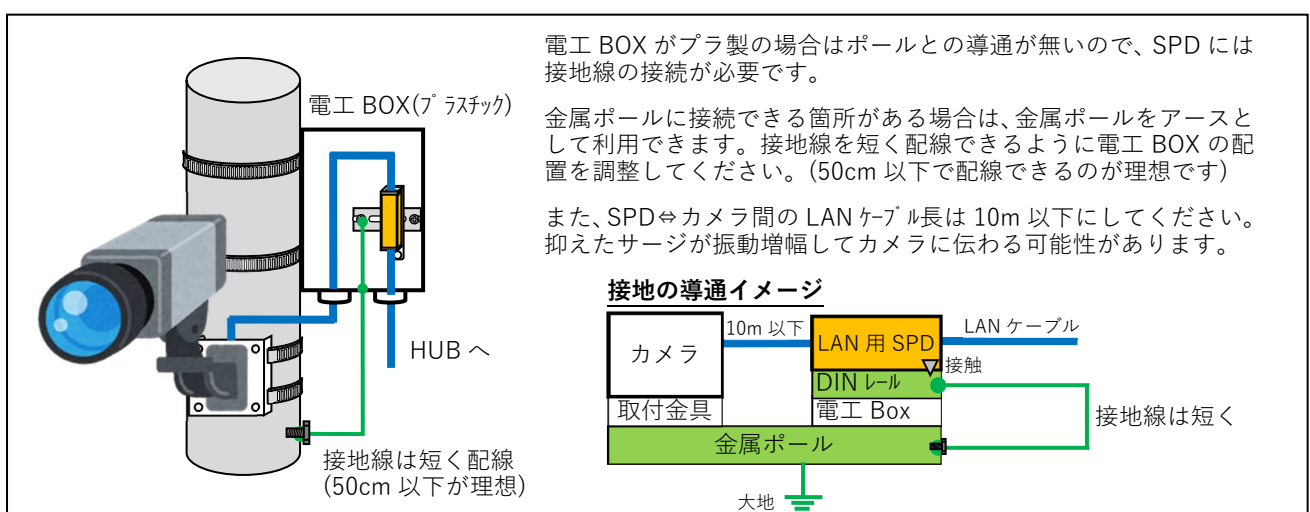


図 12 施工事例②(ポールへの接続)

④金属ポールと電工 BOX に導通が無い場合で、且つポールに接地線を接続できる箇所は無いが、カメラ取付金具へ接続できる箇所がある場合

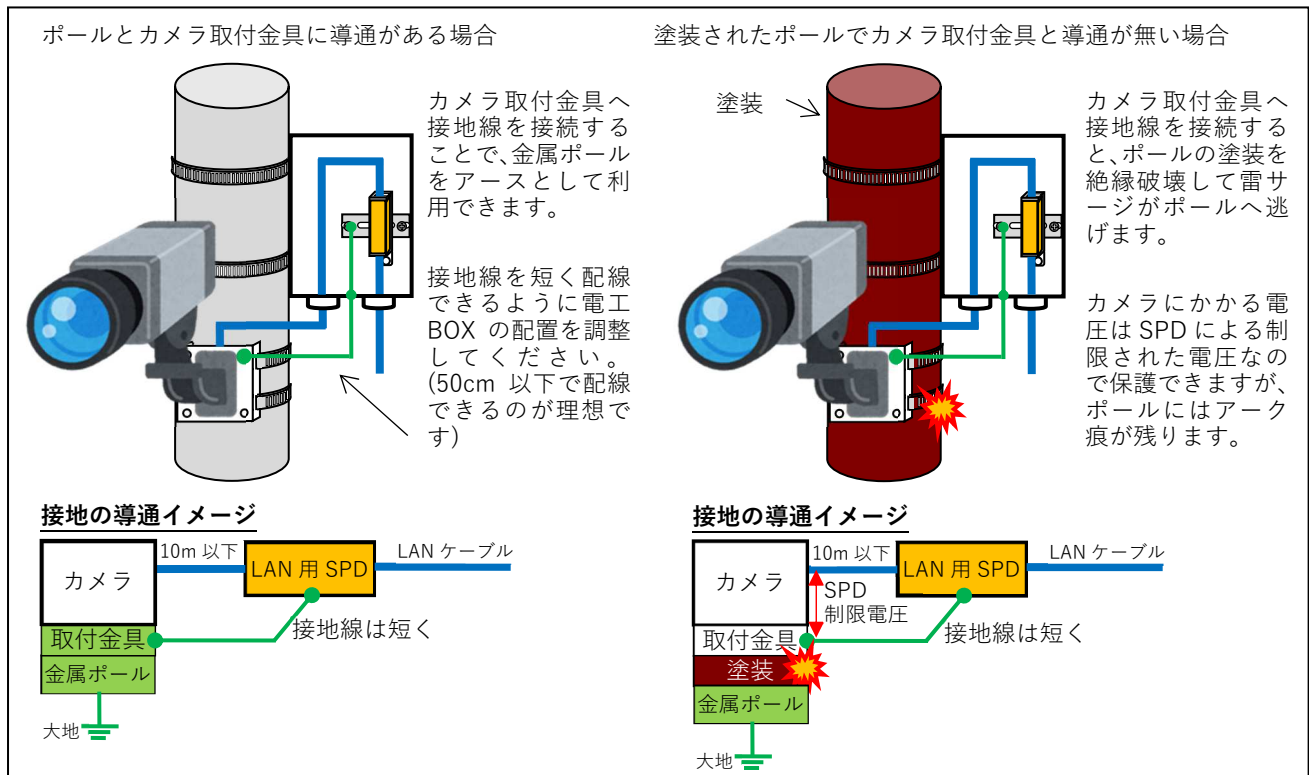


図 1 3 施工事例③(取付金具への接続)

⑤別途接地極を設けなければアースできない場合(コンクリート柱など)

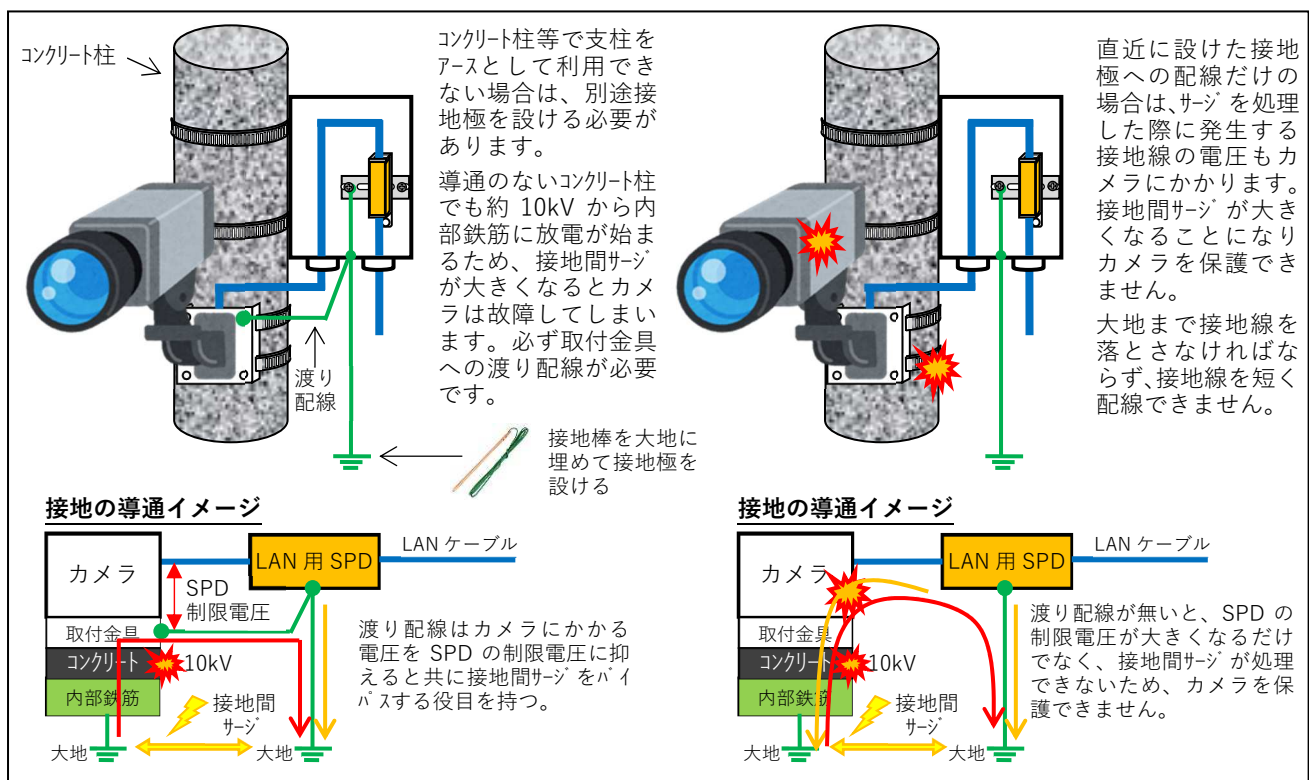


図 1 4 施工事例④(コンクリート柱)

⑥ポールの根元がアスファルトやコンクリートで固められており、接地極を近くに設けられない場合

監視建屋の接地端子盤から接地線を長距離引っ張ってくるがありますが、必ずカメラ取付金具への渡り配線が必要です。渡り配線が無い場合は SPD の効果が得られません。

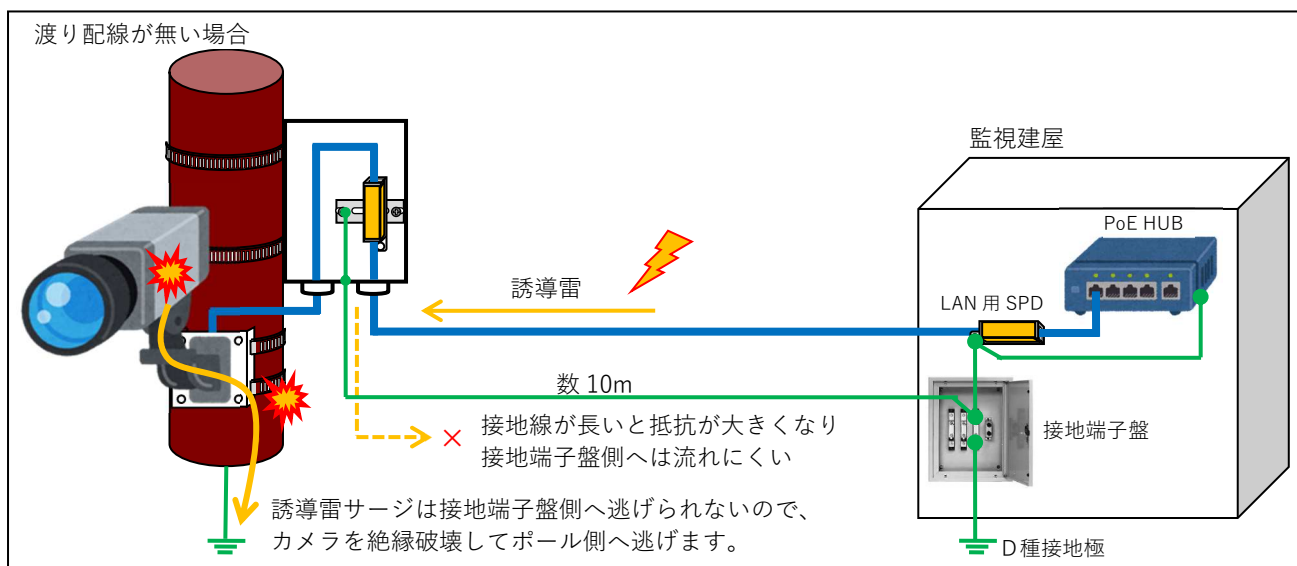


図 1 5 施工例⑤－1 (渡り配線が無い場合)

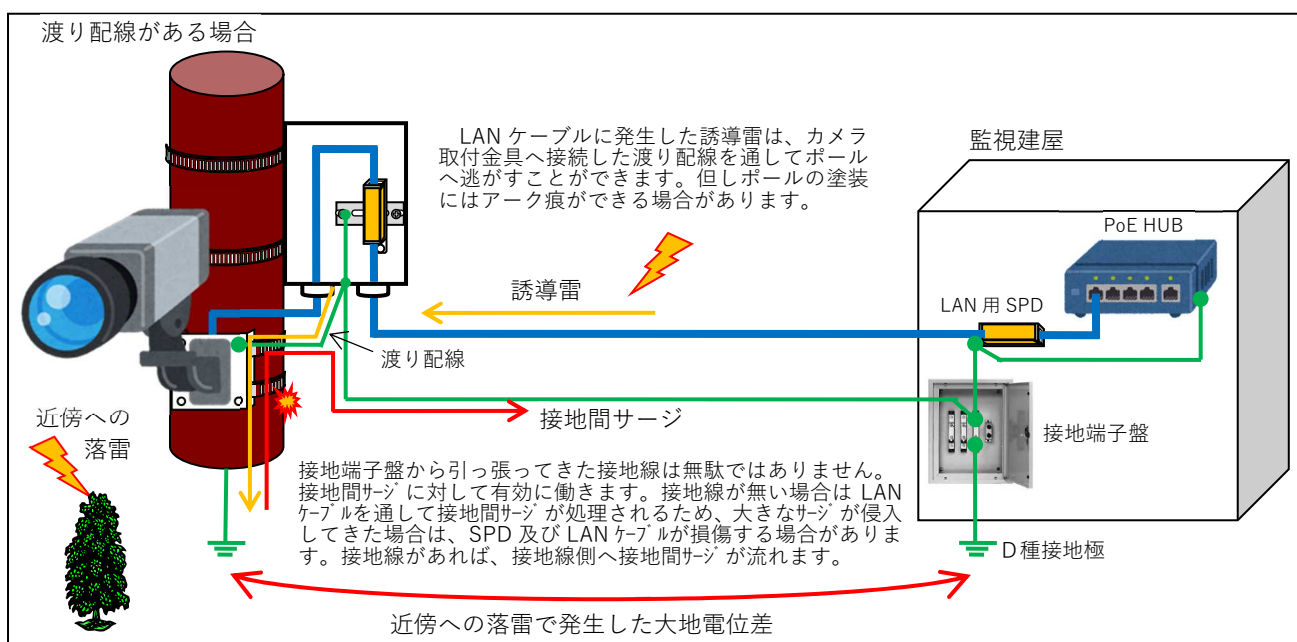


図 1 6 施工例⑤－2 (渡り配線がある場合)

ネットワークカメラの場合に限らず、屋内から通信線・電源線と一緒に接地線を引っ張ってくるような施工現場で設備が故障する原因は、渡り配線をしていないことがよくあります。設備を取付けている箇所(支柱、壁面、ラック)がサージの抜け道になる場合は、取付箇所への渡り配線が必要です。

また、ノイズが気になるためシールドや接地は一点接地としたいので、接地は建屋の接地端子盤からのみにするという場合もありますが、雷サージでスパークする可能性がありますので注意が必要です。そのような場合は SPD を介して浮かせるという手法をとります。サージが入ってきた時のみ導通するので、通常は一点接地の状態となります。

⑦ポール足元に電気ボックスがあり、ポール天辺のカメラまで距離が長い場合や、建物の天辺にカメラがあり、屋内盤までの距離が長い場合

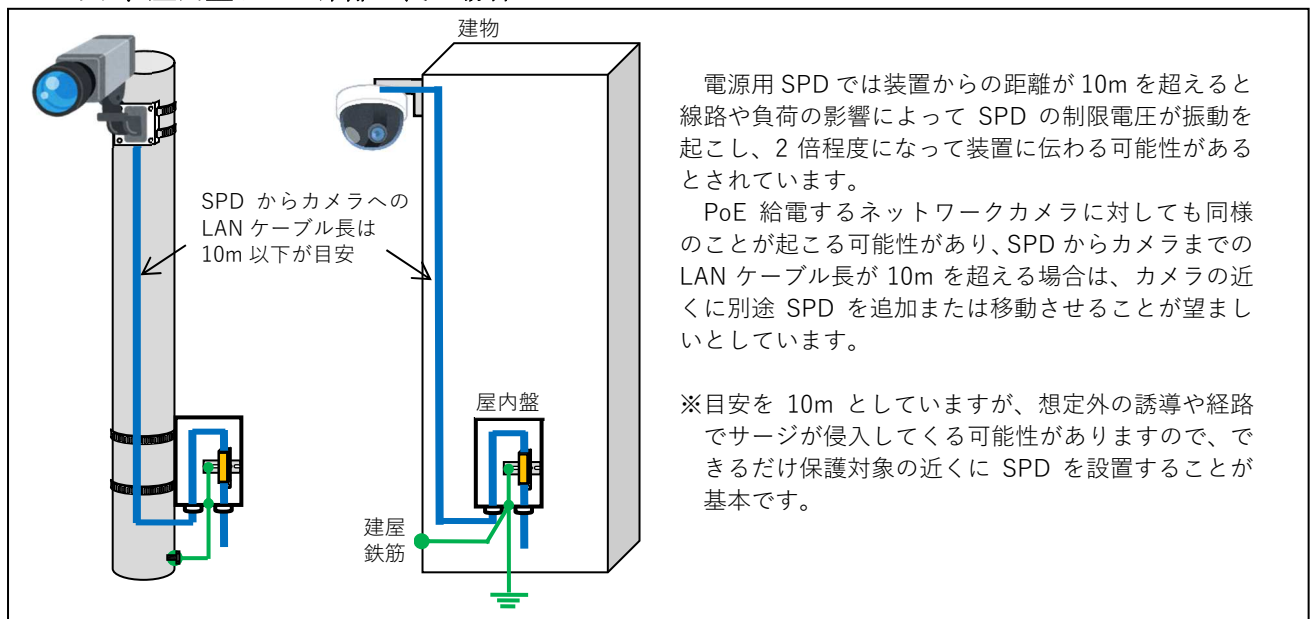


図 1 7 施工例⑥(SPD とカメラの距離)

⑧HUB とカメラの距離が近く、HUB 側のみに SPD を設置した場合

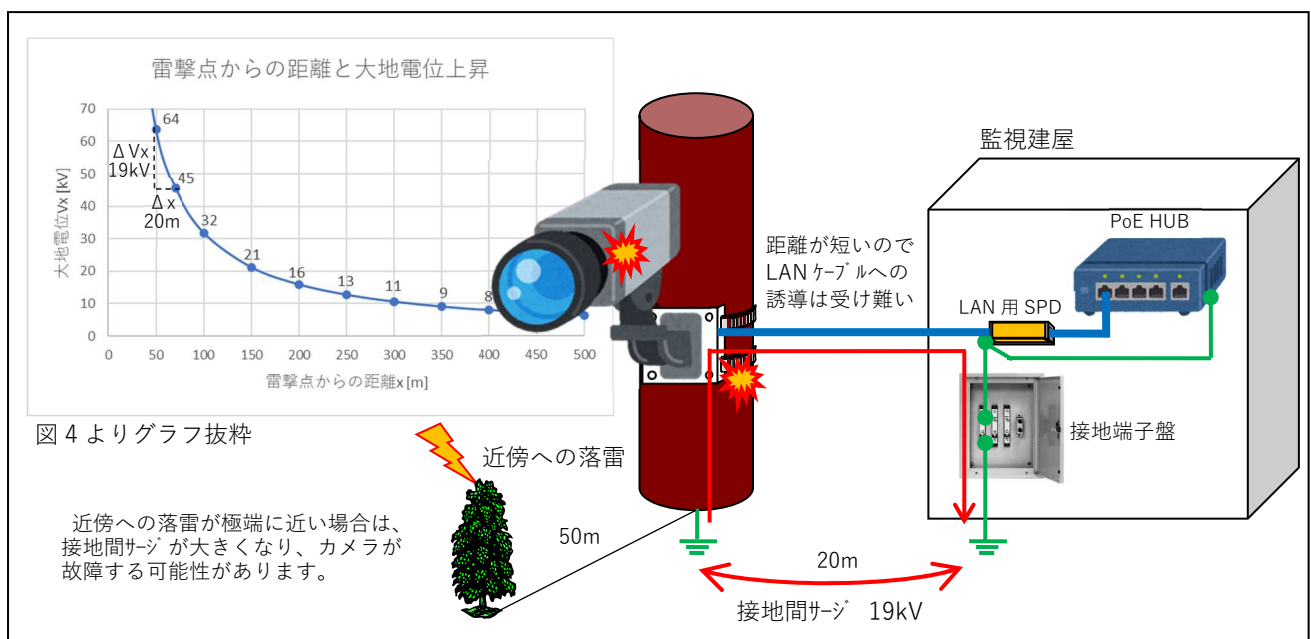


図 1 8 施工例⑦(片側 SPD の場合)

接地端子盤から接地線をカメラの取付金具まで引っ張って来れば接地間サージに対応できるようになりますが、HUB からカメラまでの LAN ケーブルが短く誘導は受け難いとはいえ、落雷が近いと誘導を受ける可能性は上がりますので、両方に SPD を設置することをお勧めします。

とある設備ですが、SPD を使用していない状態で 10m 以内の距離でも機器が故障していることが実際にあります。片方の設備が故障しただけでもシステムとしては機能しなくなるので、サービスの低下につながるようになります。

⑨カメラ側と HUB 側で種類の異なる SPD を使用している場合

カメラが故障するので、カメラ側だけスペックの良い SPD に変更する場合がありますが、故障の原因が線間サージの場合は効果が得られない場合があります。選定する SPD の特徴に注意が必要です。SPD を変更する場合は HUB 側も同時に変更することをお勧めします。

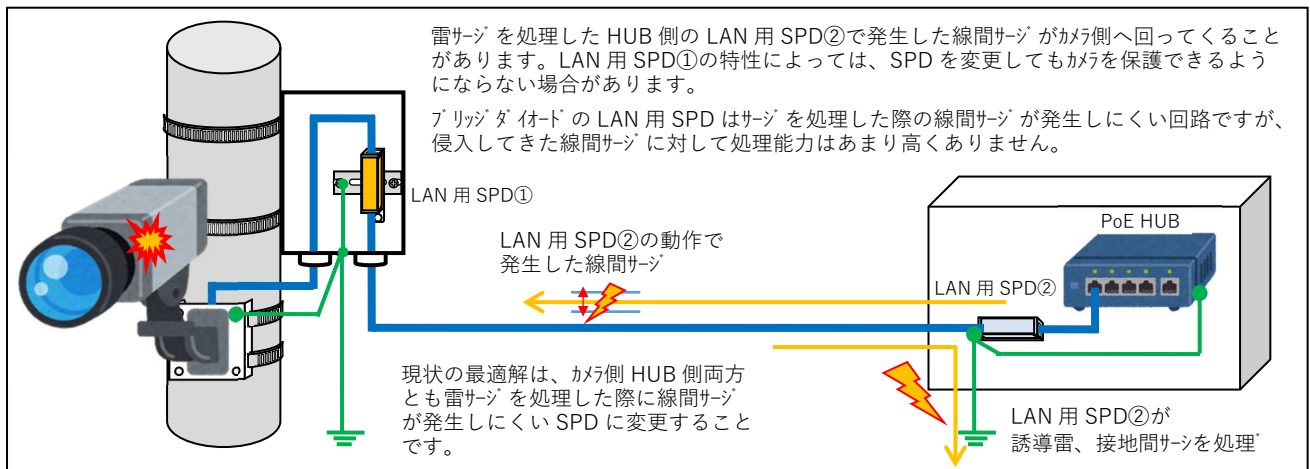


図 1 9 施工例(種類の異なる SPD)

⑩カメラをポールから浮かせて絶縁を強化した場合

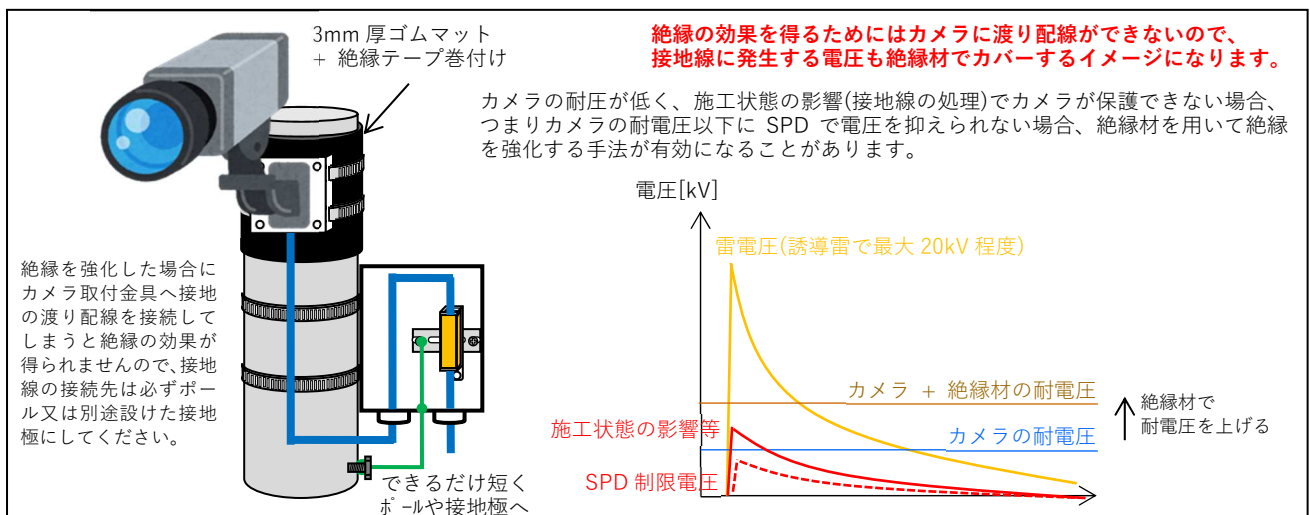


図 2 0 施工例(絶縁強化)

⑪同軸 LAN コンバータ、PoE インジェクタを盤に収納する場合

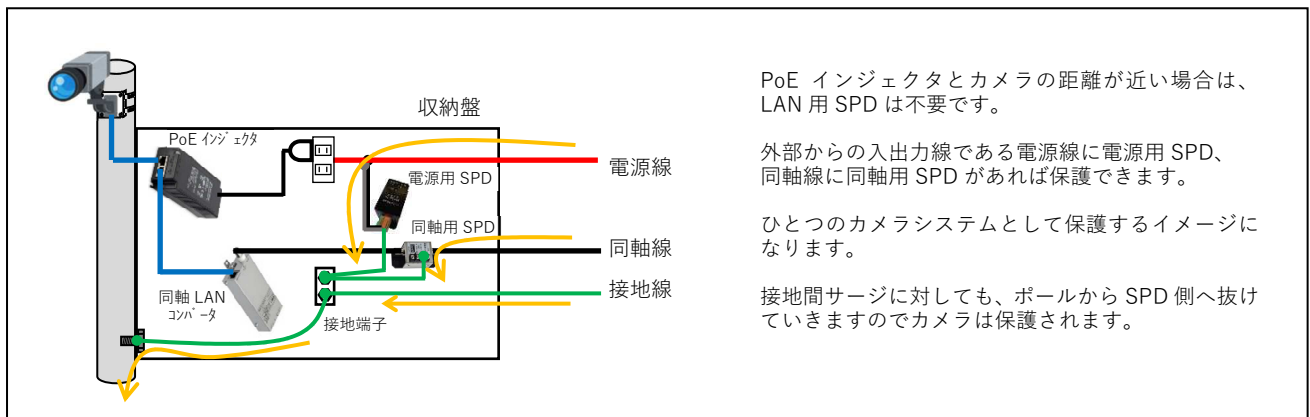


図 2 1 施工例(同軸 LAN コンバータ)

⑫HUB 側の施工イメージ

- LAN 用 SPD を複数台並べる場合は、DIN レールにアースを接続すると施工しやすくなります。
- SPD の接地線と、電源用 SPD の電源配線（「短く」と指示している箇所）は短く配線しないと保護効果が落ちますので注意が必要です。50cm 以下に配線できるのが理想です。また HUB と SPD 間の LAN ケーブルも短くなるように配置してください。

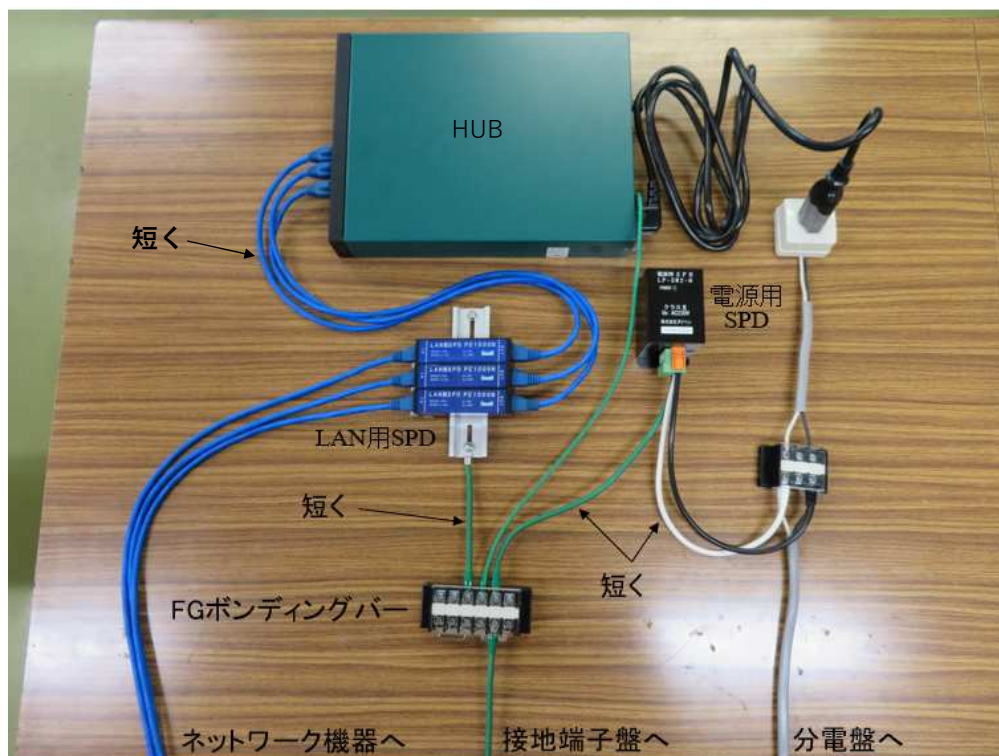


図 2 2 HUB 側の施工イメージ