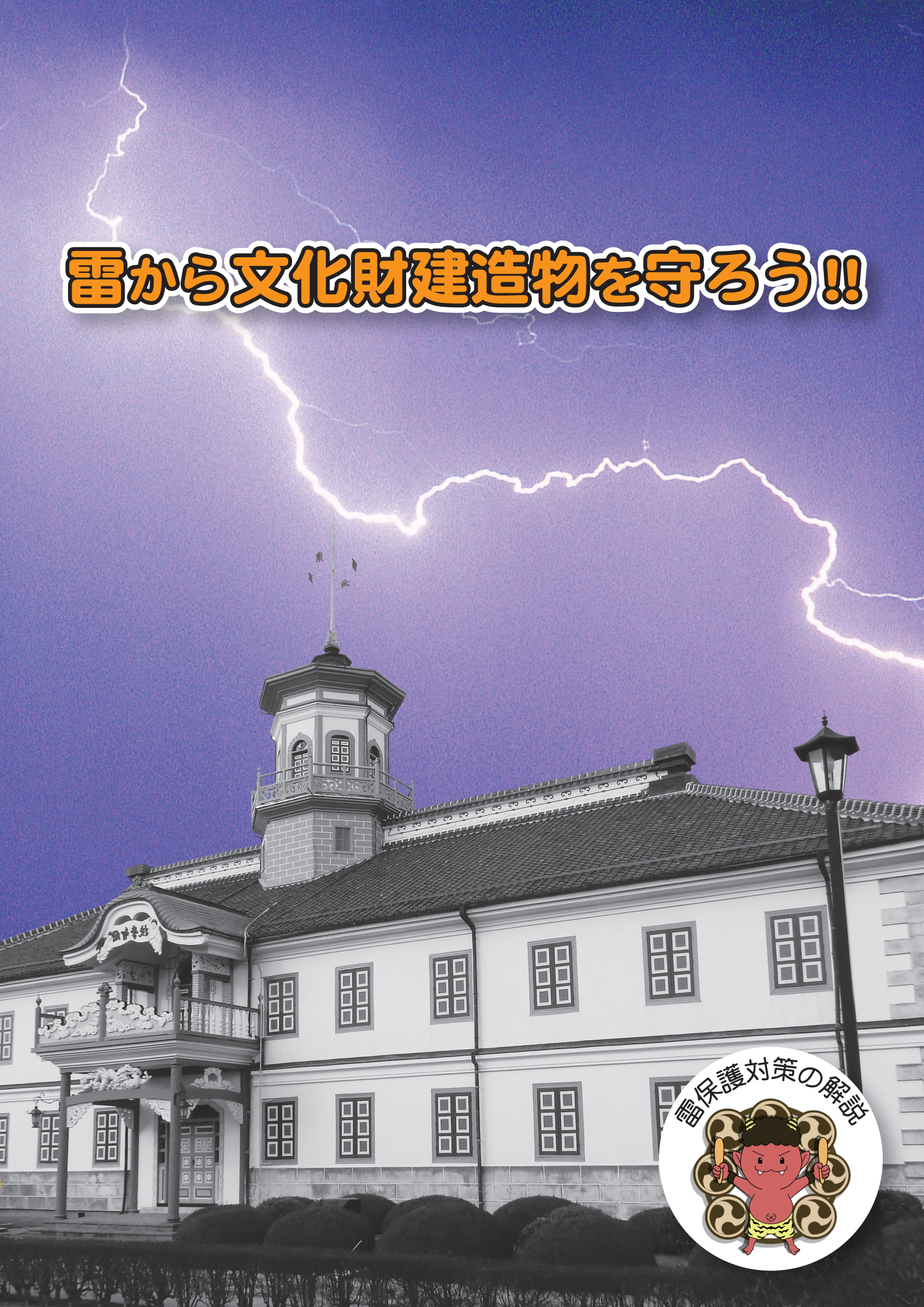
雷から文化財建造物を守ろう!!



適切な雷保護対策が文化財建造物には必要です！！

近世以前，我が国では多くの建造物が落雷により失われてきました。近代に入り避雷針（雷保護システム）が普及するようになり，建物が焼失するような落雷被害は減少してきましたが，重要文化財建造物は一般の建造物に比べて雷被害に対して脆弱であるため，適切な雷保護システムを文化財的な価値を考慮しつつ設置することは必要不可欠なことです。

また，重要文化財建造物を火災等から守るために設置された各種防災設備についても，近隣の落雷の影響を受けて破壊される被害が全国で発生しています。このリスクを軽減するために，防災設備等にも適切な雷保護対策が必要といえます。

文化庁では防災施設整備事業として，これら雷保護システムに対して国庫補助金を交付しその設置を推進しています。

本パンフレットは，その設置にあたって最初に知っておいていただきたいことを「一般社団法人 電気設備学会」と「一般社団法人 日本雷保護システム工業会」が共同で解りやすくまとめていただいたものです。文化財建造物の所有者・管理者の皆様は，ぜひ御一読頂き，必要な対策を御検討ください。

また設計・施工，保守管理に携わる皆様におかれましては，文化財建造物特有の留意事項など実務の一助として御活用ください。

重要文化財に隣接した樹木に落雷し
消火活動を行っているところ
（香椎宮）

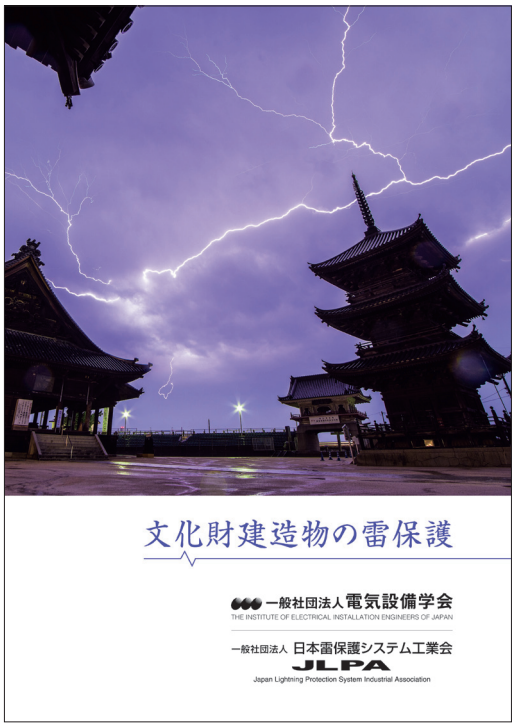
落雷により焼失した建造物
（上醍醐准胝観音堂）

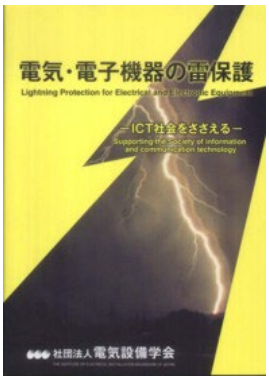
正しい雷保護対策をご存知ですか？

雷保護技術は，18 世紀の B. フランクリン（米国）による避雷針の発明によって大きく変わります。欧米では，この避雷針の適用により科学的対策がとられるようになりました。日本においても，幕末から明治時代にかけて欧米の雷保護技術が導入され，建造物の雷被害は減る方向に転じてきました。

科学的雷保護技術が導入されて 150 年以上経ちますが，未だに多くの雷被害が発生しています。その背景には，雷保護対策への正しい理解が行き渡っていないことも原因の一つとして挙げられます。特に，懸念されるのは，技術的根拠が曖昧で JIS などに適合していない雷保護機器を購入して取り付けているケースです。このような建造物ではたまたま被害を受けていないだけで，いつ雷被害に遭ってもおかしくない状況下に置かれています。そこで，建造物を雷の脅威から守るために，原因となる雷の性質と状態や被害の現状を知り，最新の雷対策方法を知る必要があります。

本パンフレットは，文化財建造物の雷保護に関しての概要を紹介しています。本パンフレットを読んで，より雷対策について知りたいと感じた方は，『文化財建造物の雷保護』（発行：一般社団法人 電気設備学会，一般社団法人 日本雷保護システム工業会）をご参照ください。





一般社団法人 電気設備学会，一般社団法人 日本雷保護システム工業会では，雷に関する様々な書籍を取り揃えております。お問い合わせください。

一般社団法人 電気設備学会
https://www.ieiej.or.jp/

一般社団法人 日本雷保護システム工業会
https://www.jlpa.jp/

雷ってなに？

雷雲内や雷運間で生じる放電を総称して“雲放電”といいます。一方，雷雲の電荷と大地間で生じる放電が，“落雷”であり，地上の人や建造物，インフラ設備など私たちの生活に大きな被害を与えます。

雷電流の値は，30 000 アンペアを中心として小さいもので 1 000 アンペアぐらいから，大きいもので 300 000 アンペアぐらいまであり，とてつもない大きなものです。

技術が発展した今日においても，雷をなくすことや落雷位置を正確に予測することは困難です。そのため，雷の被害から人命及び建物，電気・電子機器などを保護するには，落雷があることを前提とし，適切な雷保護対策と適切な保守点検を施すことが必要不可欠となります。

雷保護対策なし

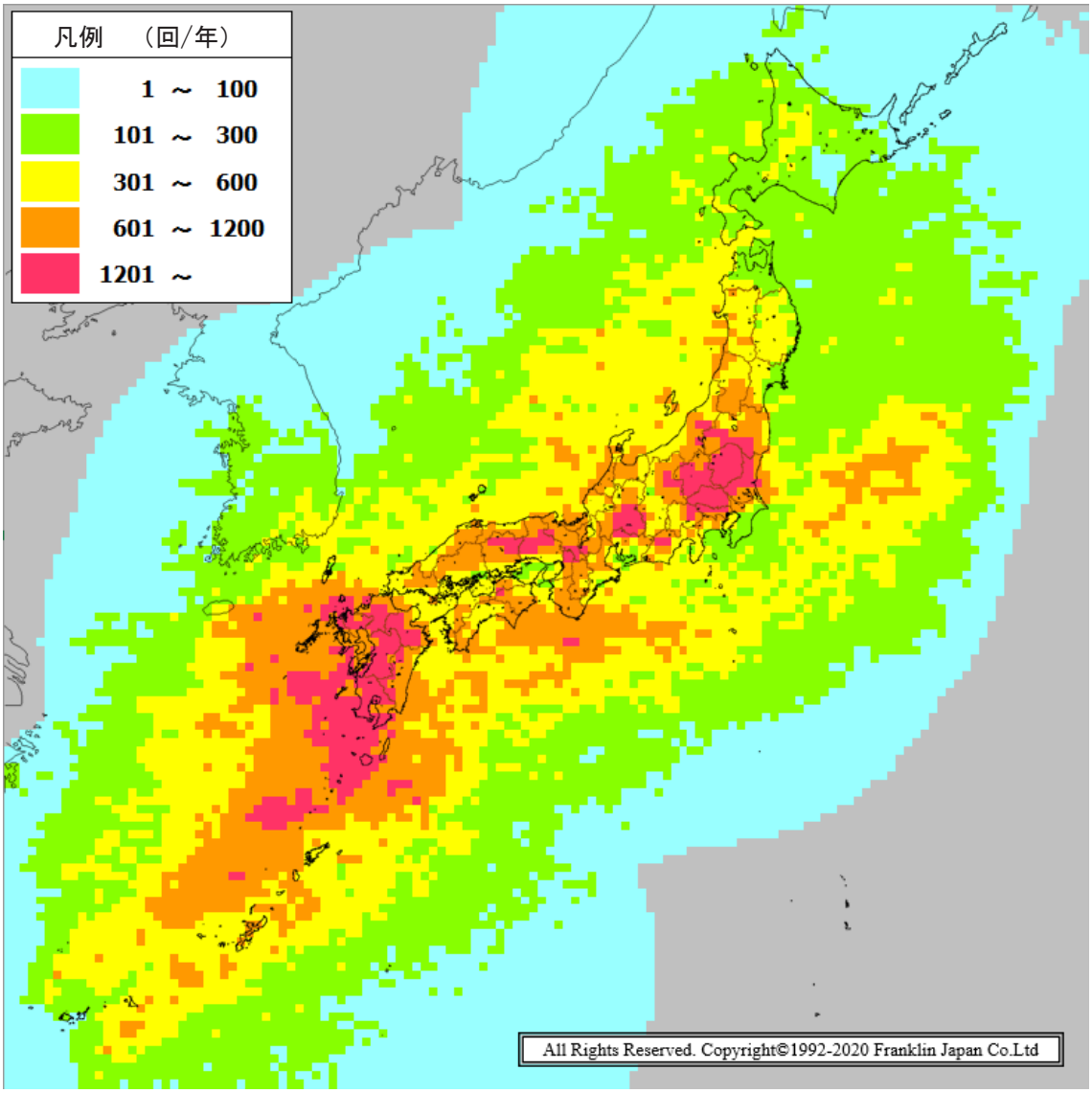
雷保護対策あり

雷の脅威にさらされていませんか？

下記に示す全国落雷頻度マップは，落雷観測システムの一つであるLLS※によって得られたデータに基づいて作成されたものの例で，日本全国地域別の落雷頻度を見ることができます。

落雷の多い地域（■で示す地域）は，南東北から関東，中部・近畿・中国・九州の内陸部となっており，特に気をつけなければなりません。しかし，このマップ上で雷が少ない地域でも安心できるものではありません。文化財建造物に適切な雷保護対策が施されていない場合，その建造物に一度でも落雷がある，若しくは建造物の直近に落雷があると大切な財産の損失につながります。

雷の脅威からは，日本全国どこでも逃れることができないといっても過言ではありません。



全国落雷頻度マップ（㈱フランクリン・ジャパン提供）
（2010～2019年の10年間平均）

※ LLSとは，落雷位置標定システム（Lightning Location System）のことで落雷の位置や雷電流の大きさを高精度でリアルタイムに観測できる，落雷観測ネットワークシステムです。

雷保護対策の必要性

文化財建造物が，一瞬で膨大な電気エネルギーを発する雷に打たれれば，破損や火災に至る可能性があります。もちろん，そこにいる人々の生命にも脅威となります。そして，危険な雷は，日本全国にわたって時も場所も選ばずに落ちてきます。

文化財建造物を雷から守るためには，雷の性状を十分理解した上で対策を施すことが必要不可欠です。

◎一般建築物の雷保護対策以上にしっかりした対策を!!

一般の建築物に対しては，雷保護に関する法規や規定（建築基準法，JIS 等）に沿って雷保護システムを構築します。その一方で，文化財保護法で規定している建造物等は，その特殊性や価値の高さから，雷保護対策に対して統一的基準や規格を整えることが困難であり，建築基準法から適用除外となっています。

建築基準法の適用除外であっても，雷対策を行わなくても良いという解釈にはなりません。何らかの理由で文化財建造物に雷保護対策を直接設置ができなくても，その地域の雷の状況を知り，建造物の立地条件や環境に則した雷保護対策を検討して，より効率のよい雷対策を講じる必要があります。

◎避雷針だけでは大切なものを守れません

避雷針を取り付けたからといって，必ずしも安心することはできません。避雷針は，建造物に直撃する雷を安全に大地に放流させるためのもので，建造物内の設備まで保護できるとは限りません。

雷は，様々なところから侵入し，直接，若しくは間接的に工作物や設備機器を破壊します。そのため，総合的な雷保護システムは，大きく分けて次の二つの目的に分けて考えなくてはなりません。

① 建造物及び人命を保護するための雷保護システム

② 建造物内の電気・電子設備を保護するための雷保護対策

◎困ったときは専門家に相談を

文化財建造物は，その特殊性や価値の高さから，雷保護対策も特殊になります。そのため，素人では，的確な雷保護対策を施すのは困難です。実際の対策では，雷保護専門家※のアドバイス等を取り入れ，個々の文化財建造物に適した方法で雷保護対策を講じることが必要となります。

建築基準法適用除外（第 3 条）
（雷保護を規定する JIS への適合を強制されない）

↓

国にとっての宝であるため個別に雷対策の検討が必要

↓

雷保護専門家※に相談し適切なアドバイスを受ける

※ 雷保護専門家とは？　雷保護に関して十分な知識と経験を有する技術者
国庫補助事業での実施を希望する場合には、文化財建造物の所在する市区町村の文化財担当部局にお問い合わせください。

総合的な雷保護システム

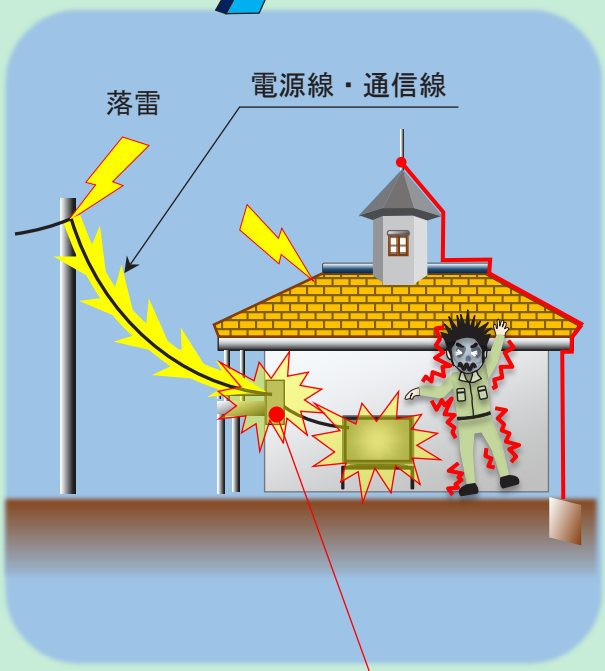
① 建造物及び人命を保護するための雷保護システム

- 外部雷保護システム
- 内部雷保護システム

② 建造物内の電気・電子機器を保護するための雷保護対策

- 雷サージ低減設計
- SPD による雷サージの低減

電気･電子機器の対策も必要です。



雷が電線から侵入して機器を破壊!!
この保護対策は，外部雷保護システムではできません。

重要文化財における雷被害の実態

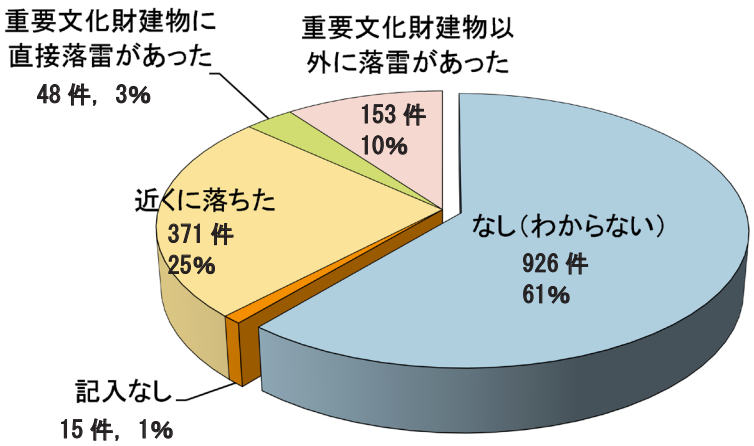
◎アンケート調査で見られた雷被害

重要文化財を雷被害から守るためには，まず，その実態を知ることが必要となります。一般社団法人電気設備学会では，2012 年 4 月に「重要文化財等の雷保護調査委員会」を設置し，文化庁及び教育委員会の協力・助言を得て重要文化財等の「雷」による被害の実態調査を行いました。実態調査のアンケート回収件数は，全国で 1513 件にものぼりました。アンケートの回答から，その一部を紹介します。

【落雷の有無と被害状況】

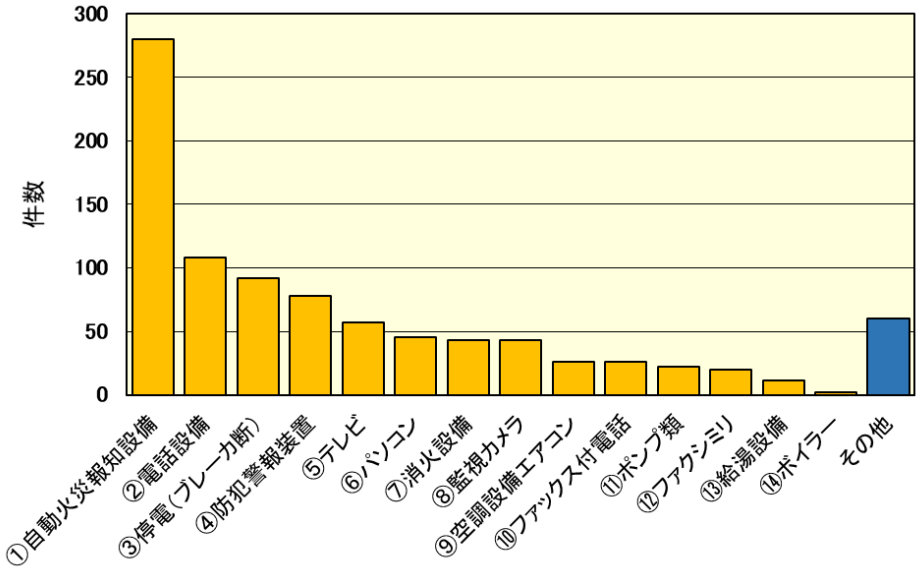
“過去に落雷がありましたか”の問いについての回答結果を示します。

回答の内，38%もの重要文化財において「落雷があった」との認識があり，多くの重要文化財建造物が雷の脅威にさらされたことが分かりました。雷被害に遭うことは，決して他人事ではないということが理解できると思います。



【建造物内部機器の被害実態】

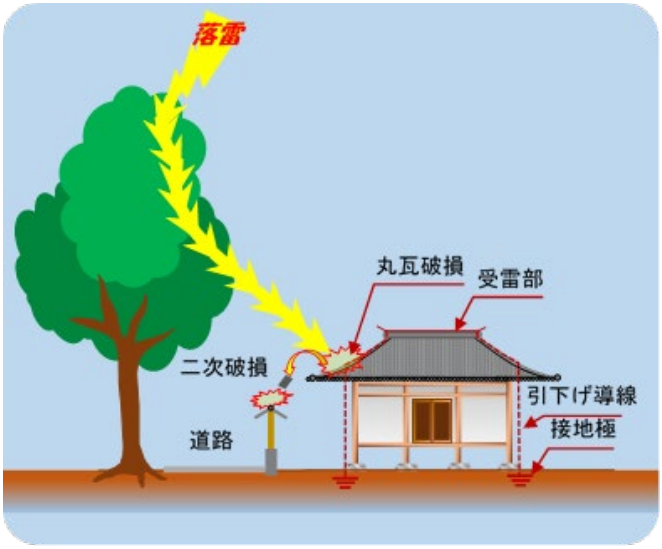
被害の多くは，建造物内部の電気・電子機器に見られます。特に「①自動火災報知設備」が非常に多く，その他「②電話設備」，「③停電（ブレーカ断）」，「④防犯警報装置」，「⑤テレビ」，「⑥パソコン」，「⑦消火設備」，「⑧監視カメラ設備」などの順で被害を受けています。



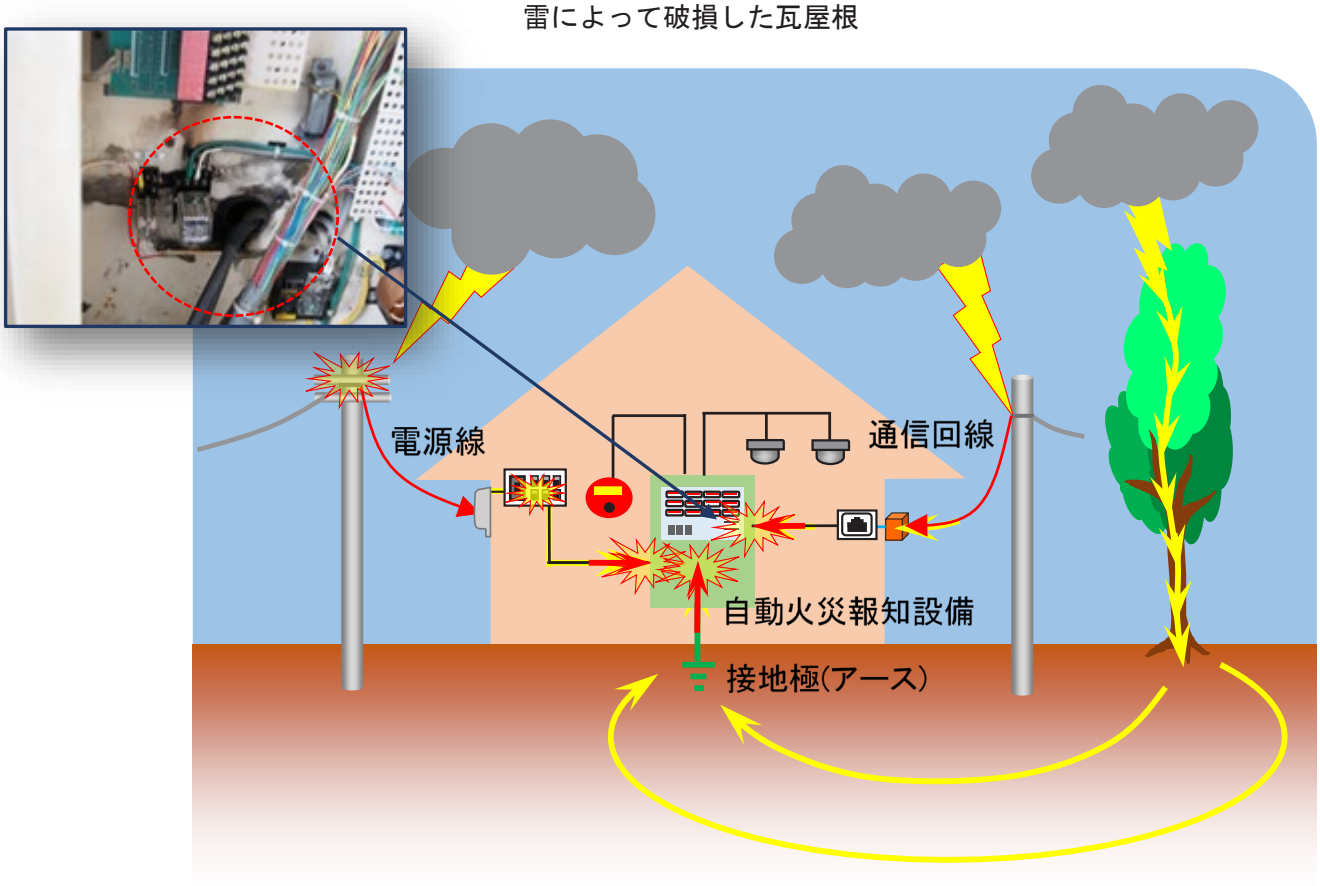
◎雷被害事例

現地調査においても，雷保護対策が不十分であったことが原因とみられる雷被害の痕跡を確認することができました。下記に現地調査で確認された，雷被害の一例を示します。

特に，被害事例が多かった自動火災報知設備の損傷は，その建造物に落雷があったことだけが原因ではなく，遠方に落ちた雷が，電源線や通信回線から雷過電圧として伝わってきたものが原因であることもめずらしくありません。



雷によって破損した瓦屋根



雷過電圧侵入による自動火災報知設備の損傷

文化財建造物の特徴と課題

◎文化財建造物の雷対策は課題がいっぱい

文化財建造物の雷による焼失災害が珍しくないことは，多くの歴史書物で確認することができます。火災に弱いという性質は，文化財建造物の構造材料が可燃物である木造が中心であることによります。それゆえに，文化財建造物で雷放電が生じると発火に至る可能性が高く，かつ，一度発火すると延焼が速いなど，雷に対して弱い一面をもっています。

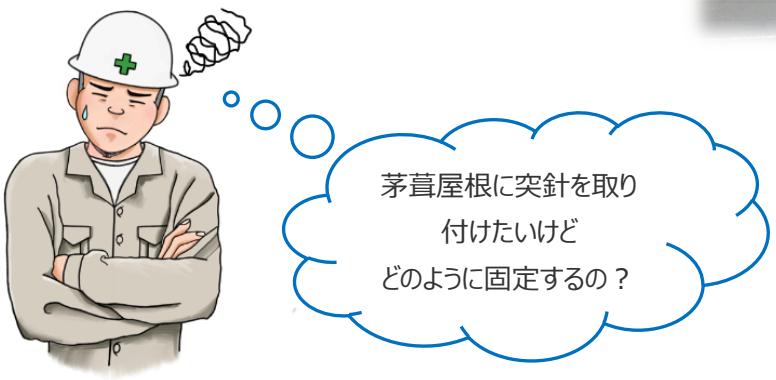
文化財建造物に雷保護対策の部材を取り付けることにも課題があります。これらの文化財建造物の屋根や壁は，雷保護システムを取り付けるための機械的強度が常に適切な状況であるとは限りません。

さらに，建造物外面に取り付ける雷保護構成部材は，文化財建造物の美観や景観を損ねることのないよう取り付け箇所への配慮が必要です。また，近年は，火災や盗難などの脅威から文化財を守るために，様々なセンサーや電気・電子機器が設置されています。これらの設備を雷から守るための対策も，必要不可欠となっています。

文化財建造物の雷保護対策は，文化財建造物の特徴から個別の設計と施工が求められます。

重要文化財に設置された避雷針例

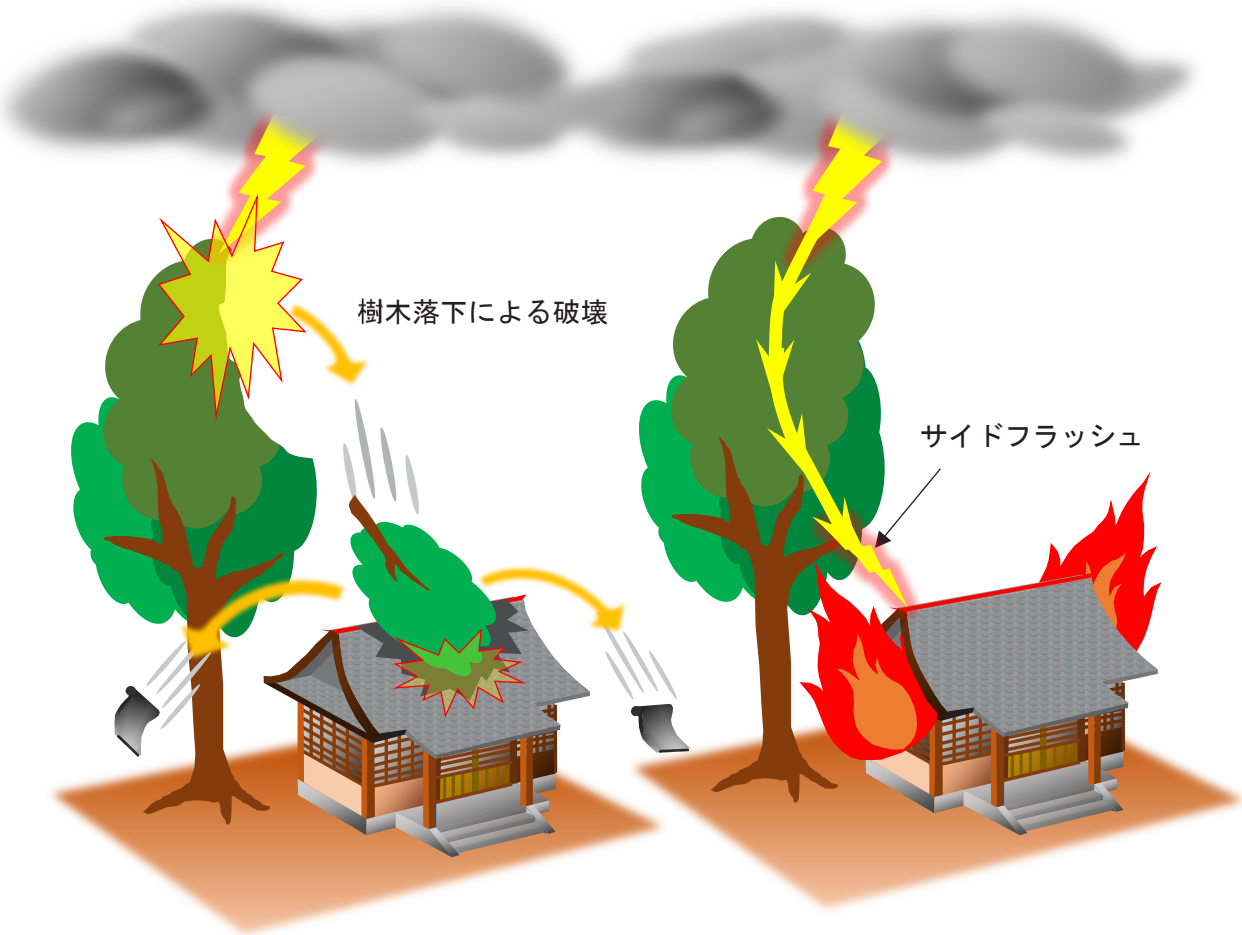
一般建築物に設置された避雷針例



◎樹木は雷から建造物を守ってくれません

アンケート調査結果では，「建造物が樹木で保護されているので雷保護システムの必要性が無い」という意見も多く見られました。これらの意見は，“雷は高い所に落ちやすいという性質があるため，樹木よりも低い建物には雷が落ちることは無い”という考えが基になっていると思われます。しかし，樹木に雷が落ちても周辺の低い建物が安全であるという保障はありません。

高くそびえ立つ樹木は雷を受けやすく，それによって，樹木そのものが破損，若しくは発火・炎上し，付近の建造物に被害をもたらすことがあります。また，文化財建造物と落雷した樹木が接近していた場合，樹木の表面を流れてきた雷電流が大地に至る前に建造物側へ飛び移り（サイドフラッシュ），建造物が被害を受けたり火災の原因となることも考えられます。



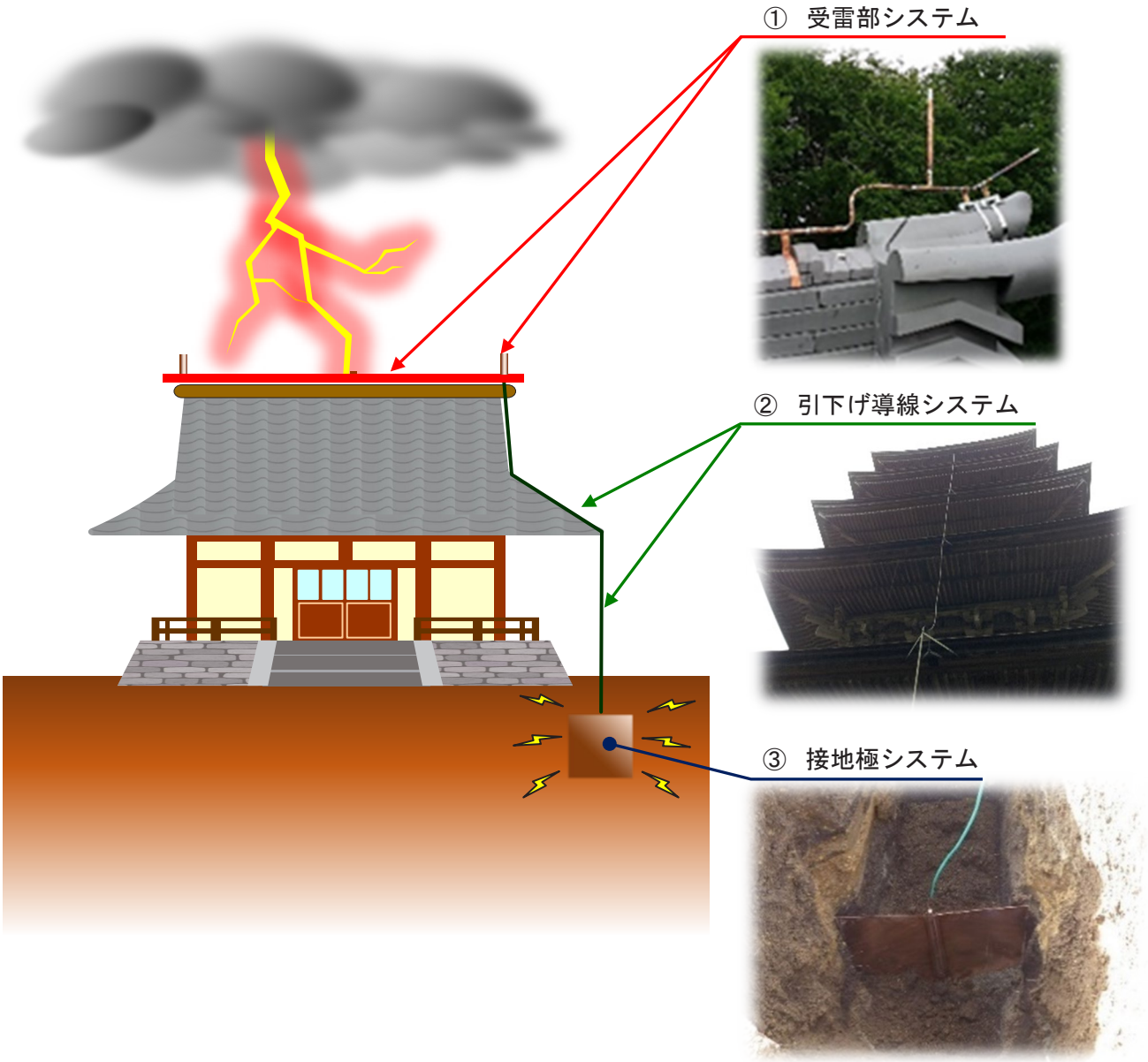
樹木への落雷により建造物へ被害を与える事例

文化財建造物の雷保護手法

構造物及び人への雷保護対策には，雷保護システム（LPS：Lightning Protection System）の導入が必要です。雷保護システムは，従来，避雷針又は避雷設備として呼ばれてきたもので，落雷を確実に捕捉し，その雷電流を安全に大地に流すための外部雷保護システムと，危険な火花放電を発生させないための内部雷保護システムとから構成されます。

外部雷保護システムは，受雷部システム，引下げ導線システム及び接地極システムから構成されます。この３つのシステムが，全て健全である場合に効果を発揮します。

内部雷保護システムは，外部雷保護システムで捕捉した雷電流が引下げ導線を介して接地極に向かって流れて行く経路に接近して設置された金属製のガス管や水道管，その他の金属部分との間に発生する危険な火花放電を防止するための対策です。

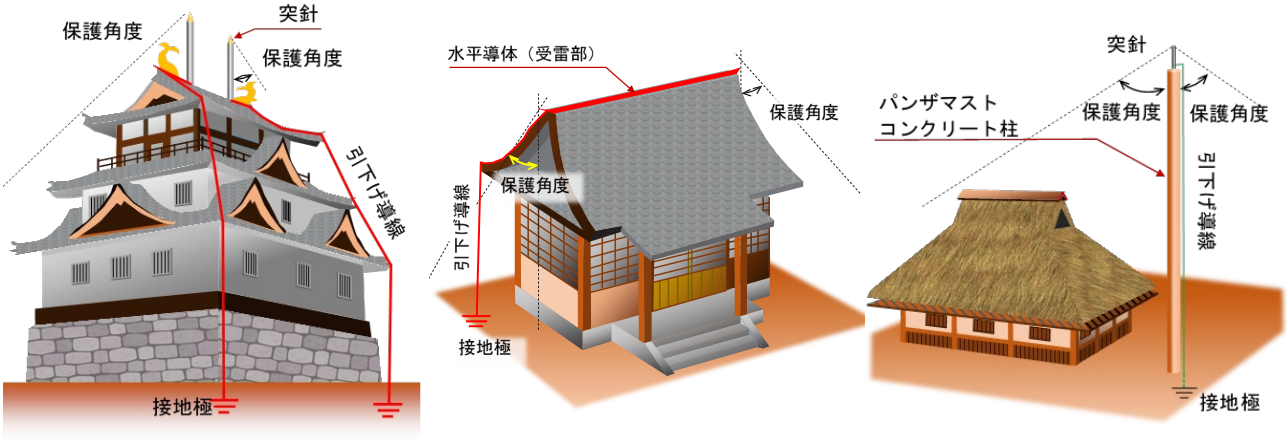


外部雷保護システムのイメージ

◎建造物の形状や種類に合わせた受雷部システム

受雷部システムには，様々な方式があり，建造物の形状及び種類に応じて適切な手法を選択します。一般に雷保護範囲は受雷部の頂部から保護角度，60 度から 25 度で得られる範囲ですが，受雷部の高さや保護レベルなど様々な状況を考慮して適切な角度を採用し保護します。

① 突針方式：建物の上部に突針を設置
② 水平導体方式：屋根頂部に水平導体（受雷部導体等）を設置
③ 分離形避雷針方式：建物から分離したパンザマスト，コンクリート柱又は樹木等に突針を設置



① 突針方式　② 水平導体方式　③ 分離形避雷針方式

受雷部システムの方式

◎樹木を利用した外部雷保護システム

分離形避雷針方式として，高い樹木を利用する手法があります。これは，樹木そのものに外部雷保護システムを取り付けて保護するもので，当然，保護範囲内の建造物を守る効果があります。ただし，樹木へ雷保護システムの構成部材や支持部材を取り付ける際には，樹木の成長の妨げにならないように取付け方法や支持部材を選択することが推奨されます。また，取り付けられた雷保護システムは，樹木の生長に合わせて定期的に保守点検をすることが必要です。

樹木に設けられた外部雷保護システム

電気・電子機器の雷保護対策

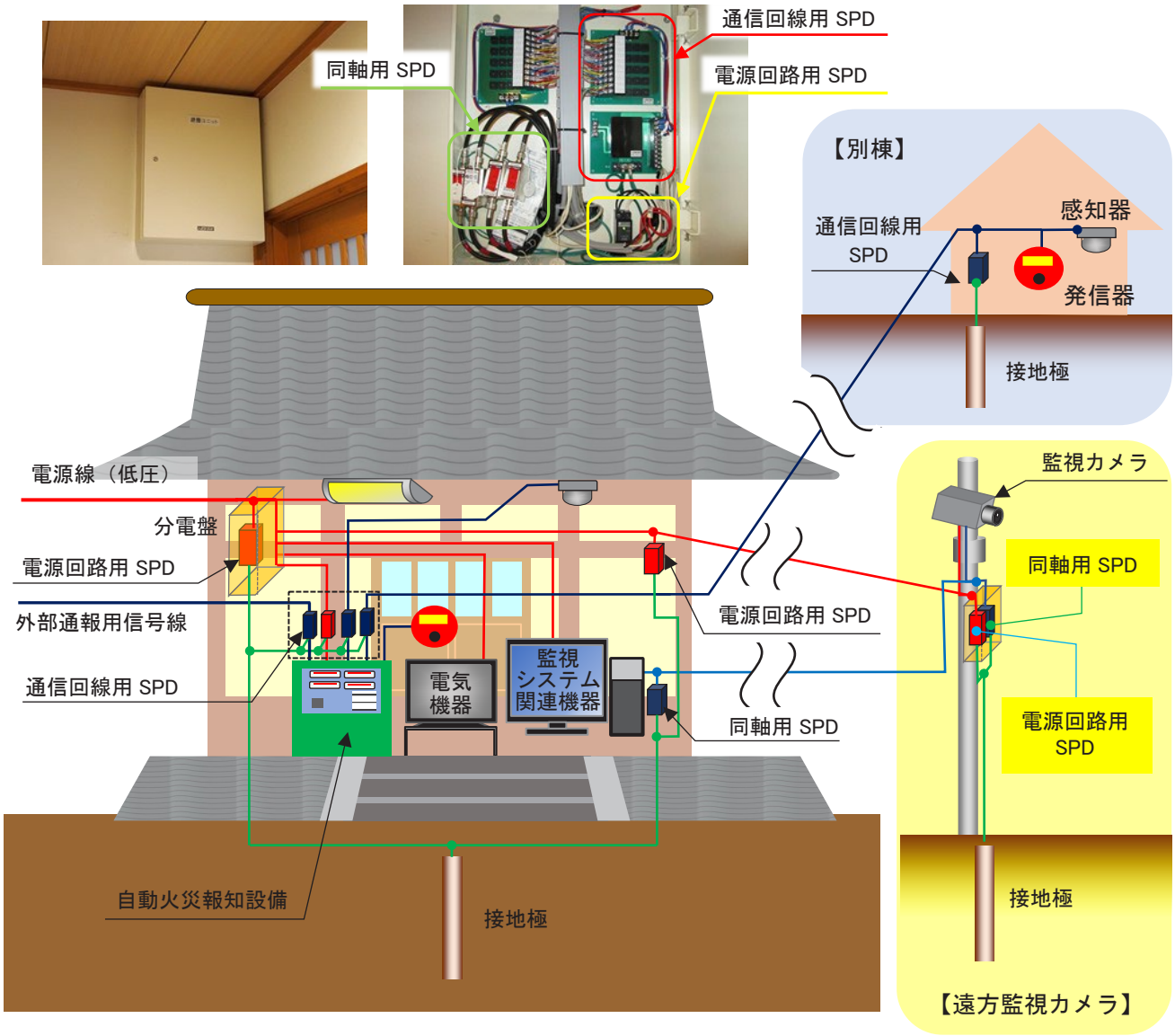
電気・電子機器の雷保護対策は，雷の影響による建築物内部の電気・電子機器の保護を目的とする対策です。この対策方法の導入には，専門性が高い技術が必要です。対策手法の知識のない施工者による不十分な対策事例が見受けられますが，これでは，いざというときに大切な財産を守ることができません。最新の正しい知識を持って対策を施すことが必要です。

電気・電子機器の雷保護対策は，主に，下記の２項目から構成されます。

① 雷サージ低減設計(LEMP[Lightning Electro-magnetic Impulse]低減)
② サージ防護デバイス（SPD：Surge Protective Device）の設置による雷過電圧抑制

一般的な建築物では，建物を建てる前にこれらの対策を設計に盛り込んでおきます。しかし，文化財建造物では，対策装置類の取り付けが後付けとなるため，①と②の対策を完璧に実施することは困難となります。そのため，専門家と協議をしながら，可能かつ効果的な対策を施すことが望まれます。

◎SPD による対策事例



◎SPD とは？

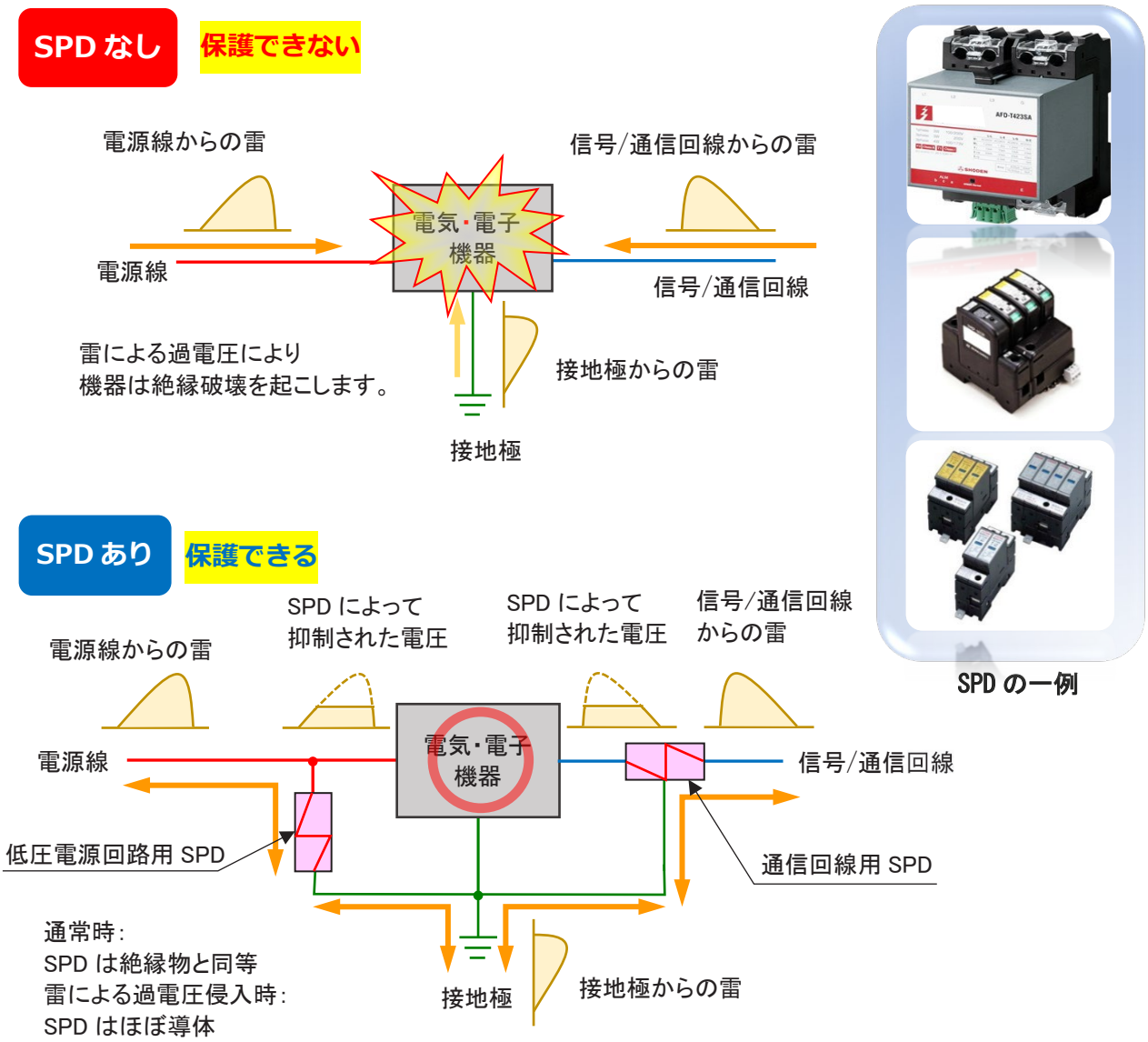
SPD とは，雷から電気・電子機器の故障や破壊を防ぐ目的で用いられるもので，守りたい電気・電子機器に接続されている電源線，通信線などの電気回路と大地（接地極）との間に挿入して使用する部品です。

SPD は，通常の使用状態において雷などの大きな電圧が電源線や通信線の中を流入してきた際，瞬時に大地との間に電気回路を形成し，雷電流を接地側に放流します。これによって，電気・電子機器側へ雷の過電圧が侵入することを防ぎます。

さらに，SPD の優れた点は，雷を処理した後，すぐに電気回路と大地との間に構成した電気回路を開放するところです。SPD は，このような動作によって雷から電気・電子機器を守り，かつ，雷を大地に放流した後，何事もなかったかのように元の状態に復帰します。

一般的に，避雷器も SPD と同じように雷被害から電源ケーブルや電気設備を守る目的で用いられています。ただし，高圧・特別高圧電路で用いるものを“避雷器”といい，低圧電源回路や通信回線で用いるものを“SPD”といい，使用電圧区分に応じて名称を使い分けています。

SPD の選定については様々な種類のものがあり，さらに使用条件を考慮する必要がありますので，専門家の協力が必要となるでしょう。



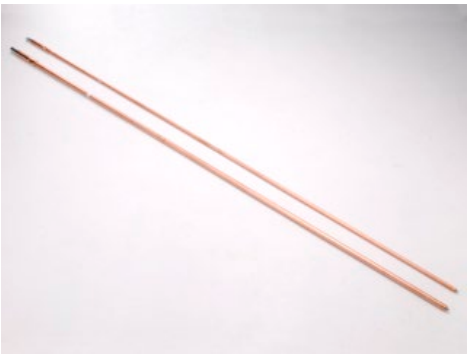
接地の必要性と施工時の注意点

◎接地工事を甘く見ないで!!

雷は，大地と雷雲との間に形成される電気回路です。建造物に落雷した場合でも，建造物に被害を与えずに雷電流を安全に大地に放流することができます。また，雷過電圧が電源線や通信線に侵入した場合でも，SPD の働きによって雷電流を大地に導くことができます。

ただし，これらの機能を十分に発揮するには，大地との接続点である接地極システムが重要な役割を持ちます。この大地との接続に使用する部材が接地極です。接地極の工事は，比較的，安易に考えられがちですが，雷保護対策にとっては要となる部分です。しっかりとした接地極を施しましょう。

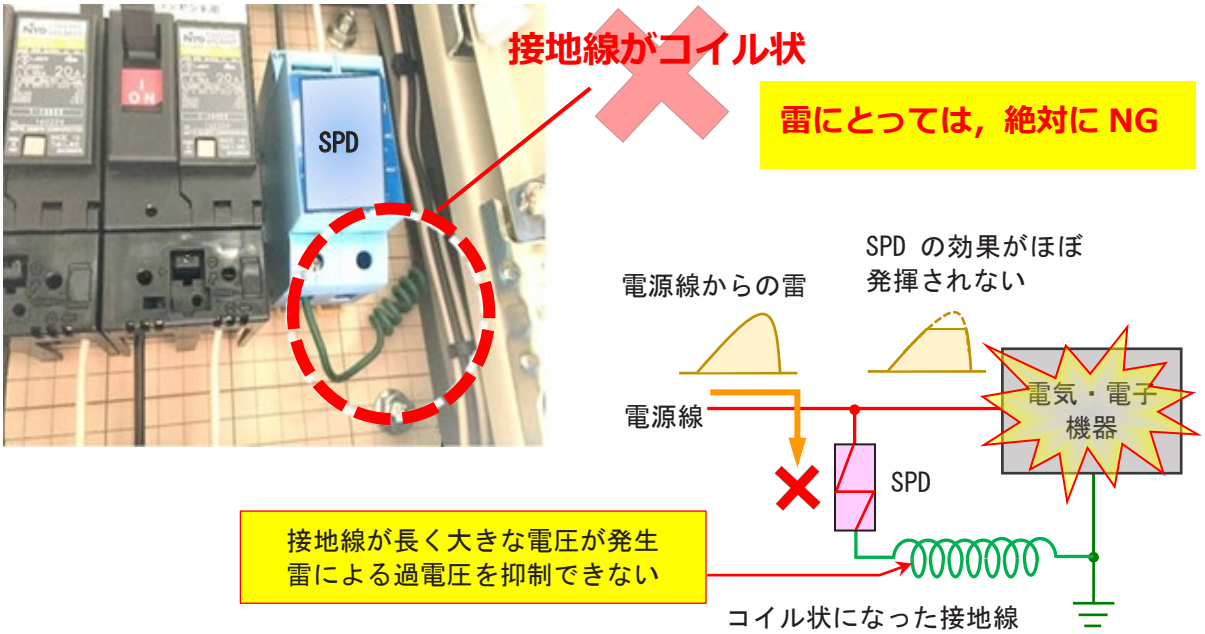
接地極材料例及び接地極の施工例

名称（素材）	接地極材料例	施工例
板状接地 （銅板，亜鉛めっき鋼板など）		
打込み式接地棒 （銅被覆鋼棒，亜鉛めっき鋼など）		
埋設地線（直線・放射状），環状接地 （銅より線）		
その他	その他にも，ボーリング工法，構造体利用接地工法など様々な接地工法があります。 また，様々な接地工法を組み合わせて施工することもあります。	

◎接地線の配線にも注意!!

雷保護システムや SPD があっても，雷電流を接地極まで導くための“接地線”が必要です。接地線が長い場合，接地線に雷電流が流れたときに大きな電圧が発生し，その電圧によって守りたい電気・電子機器の故障を招くことがあります。接地線はできるだけ短くなるようにしなければなりません。

例えば，接地線を長く取る例として SPD の接地線をコイル状にしているのを良く見かけます。これは，今後の改修工事を考慮し良かれと思ってやったことだと思いますが，これでは SPD の性能を発揮できません。正しい知識により，確実な保護対策を施しましょう。



◎接地極の埋設工事は慎重に!!

接地極の埋設工事では，地盤を掘削する必要があり，場合によっては重機を用いた工事を必要とすることがあります。しかしながら，埋蔵文化財包蔵地に指定されていて自由に掘削ができない場合や騒音や振動の問題が生じる場合があります。接地極の施工を行う場合は，文化財管理者や市区町村の文化財担当者に事前確認を行ったうえで実施することが推奨されます。

接地極の埋設には重機を使うこともあります。

保守点検

雷保護システムを構成する受雷部や引下げ導線，接地極は，常に自然環境に曝されているため，劣化し，従来の性能を維持できなくなることがあります。また，電気・電子機器を雷から保護する SPD は，その動作回数や経年劣化によって性能劣化や破損することがあります。

◎どんなところを点検するの？

・突針，引下げ導線等の取付け状態及び接続状態を目視確認します。
・構成部材及び接続部に経年による腐食や，風圧，雪塊の圧力等による変形，その状態がシステムの機能維持に支障がないか確認します。ねじ・ボルト類に締め付けの緩みがないか適切な点検工具を用いて確認します。
・接地抵抗計を用いて接地極の接地抵抗値を測定し，接地極の喪失や接続の不具合等について接地抵抗値を通して確認します。
・SPD は，異常時のランプ表示や外観の変形や破壊がないか目視点検を行います。
・SPD の精密点検として，絶縁抵抗測定，接地線導通測定，SPD メーカが提供する測定器での動作電圧測定により健全性を確認します。

その他にも様々な点検項目があります。施設管理者及び雷保護技術者等との相談のうえ，必要に応じて点検項目を決めてください。

◎点検周期はどのくらい？

雷保護システムや SPD は，適切な周期で点検を行い，必要に応じて構成部材の補修・交換等を実施し，雷保護の機能を維持することが必要です。また，研究機関や企業による研究開発により，日々，雷保護製品の性能や雷保護技術の向上が見られます。そのため，最新の製品や規格を参照しながら点検を実施することが必要です。

点検の時期については，年 1 回以上の頻度で点検を行い，その結果を記録して保存することと，それに合わせて精密点検を行うことをお勧めします。

受雷部の点検
部材の緩み等の確認

接地抵抗値の測定

SPD メーカが提供する測定器による SPD の動作電圧測定例

◎点検は誰がするの？

突針の転倒・破壊，引下げ導線の断線や外れなど，目視で明らかに分かるものは，管理者でも点検可能となりますので，日常的に確認するようにしましょう。一方，接地抵抗測定や SPD の動作電圧測定など専門の測定器を用いたり，点検で屋根の上に登ったりするような特殊作業を伴うのであれば，専門家に依頼することが良いでしょう。

雷保護対策を施した際，保守点検方法や点検の周期（頻度）を相談して決めておくことをお勧めします。

どのような国庫補助が得られますか？

重要文化財建造物に雷保護システム（LPS）を設置・更新する場合や，防災設備に雷サージ保護対策（SPM）を施工する場合には，国庫補助事業を活用することができます。

その設置工事費（設計監理料を含む。）に対して，財政規模等に応じて原則 50～85%の国庫補助を受けることができます。国庫補助事業を活用する場合の参考例を以下に示します。文化財建造物の所在する市区町村の文化財担当部署に御相談のうえ，御検討ください。なお，補助額 100 万円以上の事業が対象となります。

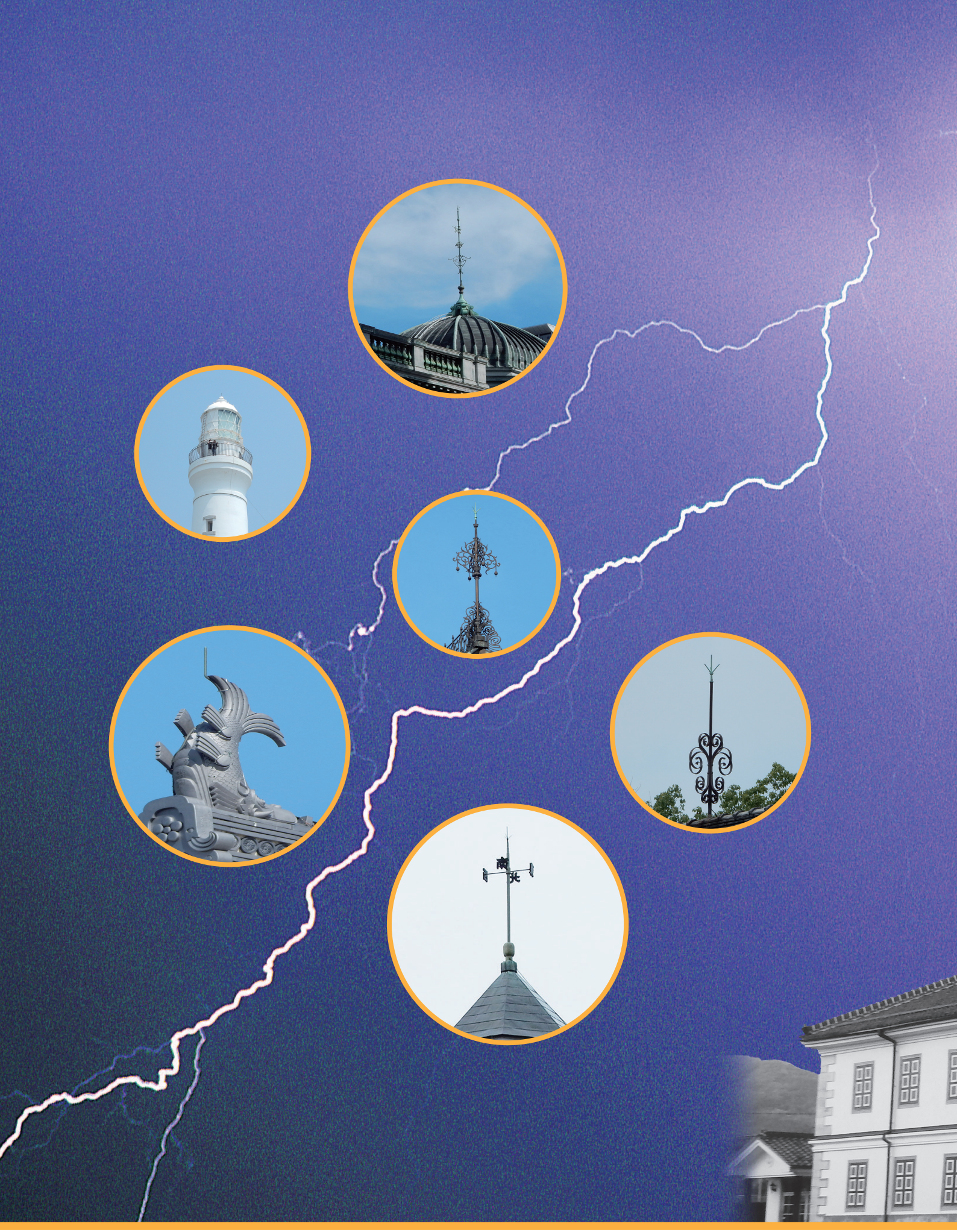
詳細は下記のアドレスの掲載されている「重要文化財等防災施設整備事業費国庫補助要項」をご覧ください。

https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/joseishien/hojo/pdf/93181402_27.pdf

また，文化財の所在する都道府県によっては，雷保護設備の点検に補助金を活用できる場合があります（指定文化財管理費国庫補助事業）。こちらについても，詳しくは文化財建造物の所在する市区町村の文化財担当部署に御相談ください。

設計・施工	所有者等	市区町村 都道府県	文化庁
基本設計開始 基本設計完了	事業検討 内容確認 事業要望 ※1 申請書提出	事業内容・ 設置方法の確認 内容の確認 要望資料作成	事業内容・ 設置方法の確認 査定
↓これ以降補助対象 設計監理受託・ 工事請負等契約 設置工事 工事完了	事業着手 入札等契約準備 契約 工事の監督 実績報告	交付決定通知 補助事業の監督 額の確定	交付決定 補助金交付
点検等	保守・維持管理 ※2		

※１　事業要望は，前年度の春に概算要望，秋に正式な事業要望があります。
※２　設置後は毎年１回以上点検し，不具合があった場合には速やかに文化庁長官に報告する義務があります。



監　修　文化庁

発　行　一般社団法人 電気設備学会
一般社団法人 日本雷保護システム工業会

編　集　雷から文化財建造物を守ろう 作成委員会