

公共施設のための

# 雷害対策ガイドブック



## はじめに

2014年11月に発行された科学誌「サイエンス Vol.346」に掲載された「地球温暖化によるアメリカ合衆国の落雷の増加予測」によると、地球温暖化にともない稲妻の発生回数が激増し、今世紀末には50%増になると予測されています。

日本においても近年は落雷による被害が増加する傾向にあり、本会と全国自治協会の雷被害の支払件数は、ここ5年間で約1.5倍に増えています。

これは落雷数の増加とあわせて設備の情報化（ネットワーク化）が進み、さらに電子機器の低電圧駆動や高密度実装化による電子機器の脆弱化したことで、雷サージの侵入経路が増えたことが被害を増加させている要因と考えられます。

本ガイドブックでも解説していますが、雷の被害はいわゆる「雷が落ちる」と呼ばれる『直撃雷』による被害よりも、建物近隣への落雷による電磁誘導によって建物内に雷サージが侵入する『誘導雷』や地電位上昇による『逆流雷』による被害の方が圧倒的に多いことが分かっています。

本会と全国自治協会では、近年の雷被害の増加を踏まえ、共同で平成25年4月に「防災行政無線子局のための雷害対策ガイドブック」を発行しました。

本ガイドブックはその続編にあたりますが、対象を防災行政無線のみならず、災害発生時の地域住民の避難拠点となる学校施設、人々のライフラインとなる浄水施設等に焦点をあて、「公共施設のための雷害対策ガイドブック」としてとりまとめました。

「防災行政無線子局のための雷害対策ガイドブック」がどちらかといえば雷害対策を行う技術者向けの内容であったのに対し、「公共施設のための雷害対策ガイドブック」は、雷害の基礎知識や雷害リスクの実態等を紹介しており、自治体の皆様がより読みやすい構成となっています。

本ガイドブックのご提案を各自治体の雷害対策の取組みにご活用いただくことで、地域住民の方々の安心・安全の向上のために少しでも貢献ができましたら幸いです。

最後に本調査にご協力をいただいた各自治体や本冊子の作成にあたって専門的な見地から技術的指導や助言をいただいた雷害リスク低減コンソーシアムの皆様には心から感謝申し上げます。

平成27年1月

公益社団法人 全国市有物件災害共済会

## 目 次

I . 雷害の基礎知識 . . . .	1
1 . 雷の発生メカニズム . . . .	1
2 . 雷害の種類 . . . .	3
3 . 雷の発生頻度 . . . .	4
4 . 雷のリスクとは . . . .	5
II . 雷害リスクの実態 . . . .	6
1 . 雷被害の実態 . . . .	6
2 . 雷害の被害事例 . . . .	10
III . 雷害対策の基本 . . . .	15
1 . 雷害対策の必要性 . . . .	15
2 . 雷によって発生する被害 . . . .	16
3 . 雷害対策の基本的な考え方 . . . .	18
4 . 雷保護システムの概要 . . . .	19
IV . 雷害対策の実際 . . . .	22
1 . 雷害対策とは . . . .	22
2 . 雷害事例と対策 . . . .	24
3 . SPD の設置例 . . . .	33

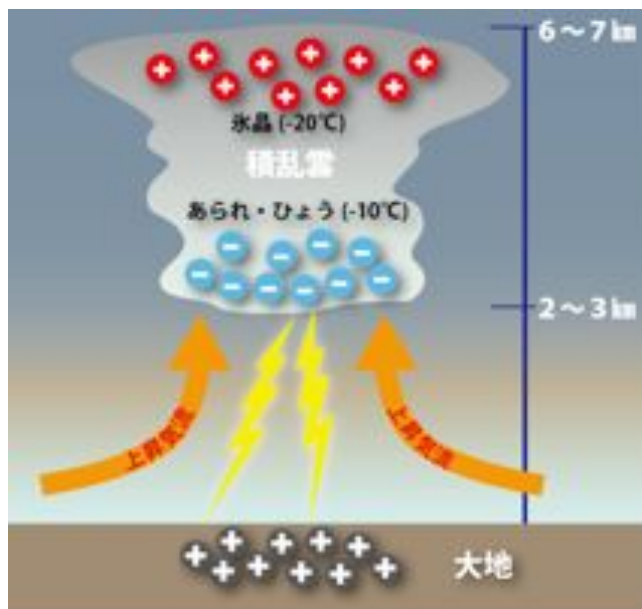
# I. 雷害の基礎知識

## 1. 雷の発生メカニズム

### 1) 夏季雷（熱雷）

- ① 夏の強い日射により地表付近の湿った空気が暖められ、上昇気流により積乱雲が発生します。
- ② 積乱雲内の暖かく湿った水蒸気が断熱膨張し、氷の粒（あられ、ひょう）、氷の結晶をつくります。
- ③ 温度差による電荷分解により、温度の高い氷の粒は負（マイナス）に、温度の低い氷の結晶は正（プラス）の電気を帯びます。
- ④ 氷の粒や結晶は上昇気流と重力によって分離され、雷雲の上部は正電荷、下部は負電荷という分布になります。この時、大地には静電誘導によって正電荷が貯まります。
- ⑤ 雲底の負電荷と大地の正電荷との間で絶縁破壊が起こり、ごく短時間に放電が発生します。

■1-1 夏季雷（熱雷）発生のしくみ

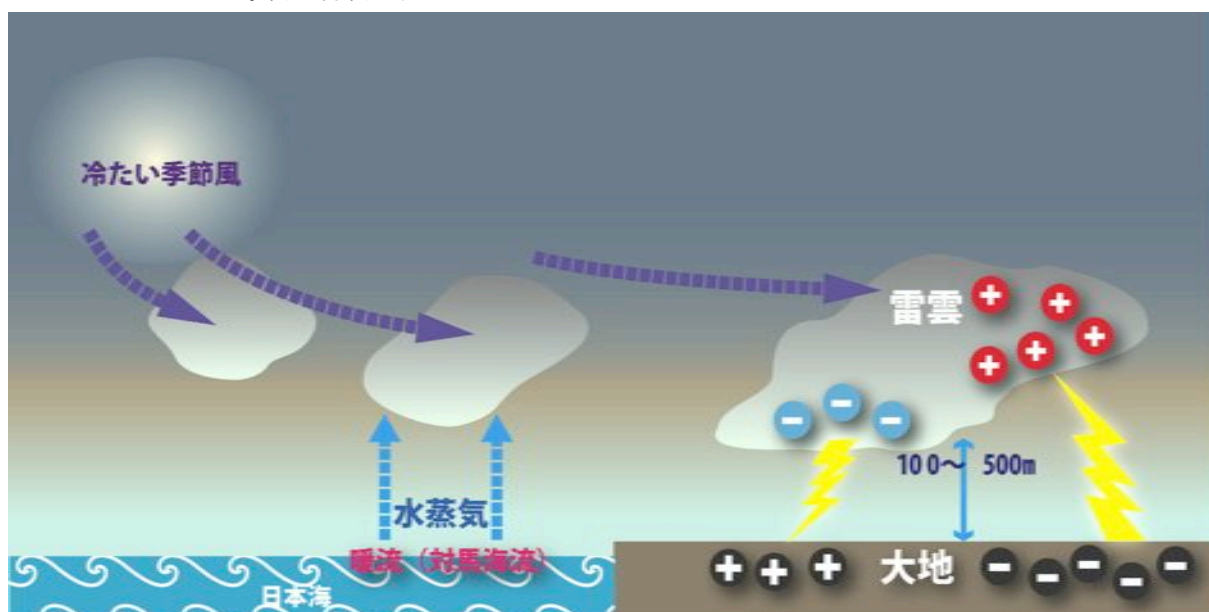


夏季雷（8月7日撮影、名古屋市） 音羽電機工業株式会社 提供

## 2) 冬季雷（界雷）

- ① 冬の間、大陸からもたらされる冷たい季節風によって、日本海上に雲が発生します。
- ② 発生した雲が日本海を横断するとき、本州沿岸を流れる暖流(対馬海流=親潮)との温度差によって発生した水蒸気を含みます。その結果、100m～数 100m の低空に雷雲が形成されます。
- ③ 低い雷雲上部の正電荷と地面の負電荷の間で直接放電が起こり、強い雷が発生します。これを冬季雷（界雷）と呼びます。夏季雷よりもエネルギーが強い（夏のエネルギーの 100 倍以上に達することもある）ことが多いため、落雷した場合の被害も大きくなる傾向があります。

### ■1-2 冬季雷（界雷）発生のおきみ



冬季雷（1月7日撮影、福井市） 音羽電機工業株式会社 提供

## 2. 雷害の種類

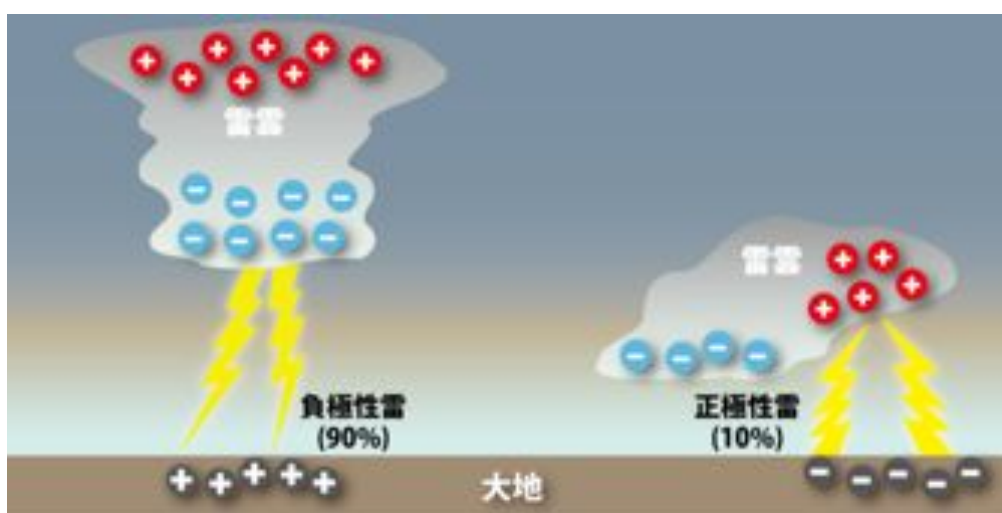
### 1) 直撃雷

雷雲と地面の間で大気の絶縁を破壊して放電が起こる際に、建物や樹木等がその放電経路にある場合を直撃雷と呼びます。一般に「雷が落ちる」と呼ばれている現象です。

負の電荷が地上へ落ちてくる場合を負極性の雷と呼び、雷全体の約 90%がこれにあたります。冬季雷のように雷雲の正電荷と地面の負電荷の間で直接放電が起こる場合は、正極性の雷と呼びます。

直撃雷のエネルギーは、電圧で 200 万～10 億 V、電流で 1kA～200kA、時には 500kA にも達します。また非常に短い時間に放電が起きるという特徴があります。

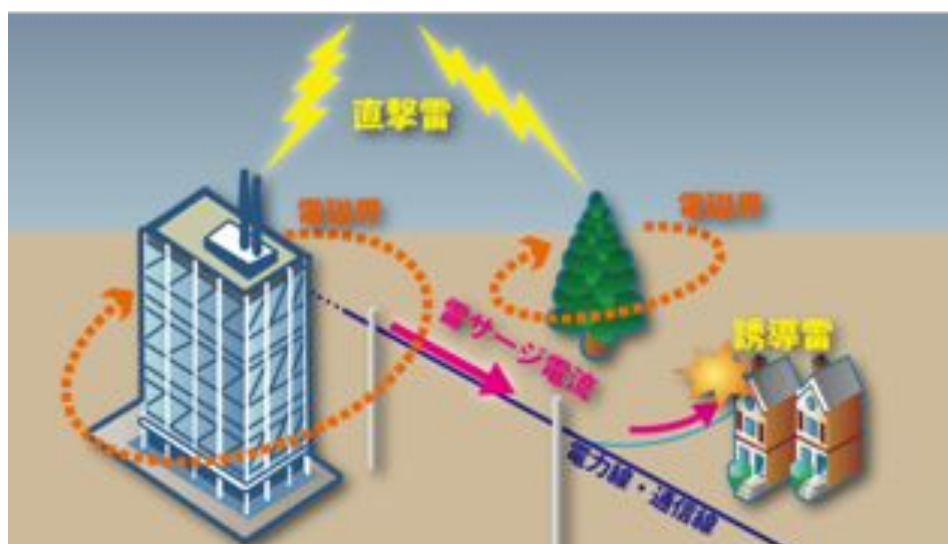
#### ■1-3 直撃雷のしくみ



### 2) 非直撃雷（誘導雷）

建物や木などへの直撃雷電流によって付近に強い電磁界が生じ、電磁誘導によって近くの通信線、電力線等に異常な電流（雷サージ）が発生し、通信線、電力線等を通じて建物内へ雷サージが侵入する現象です。

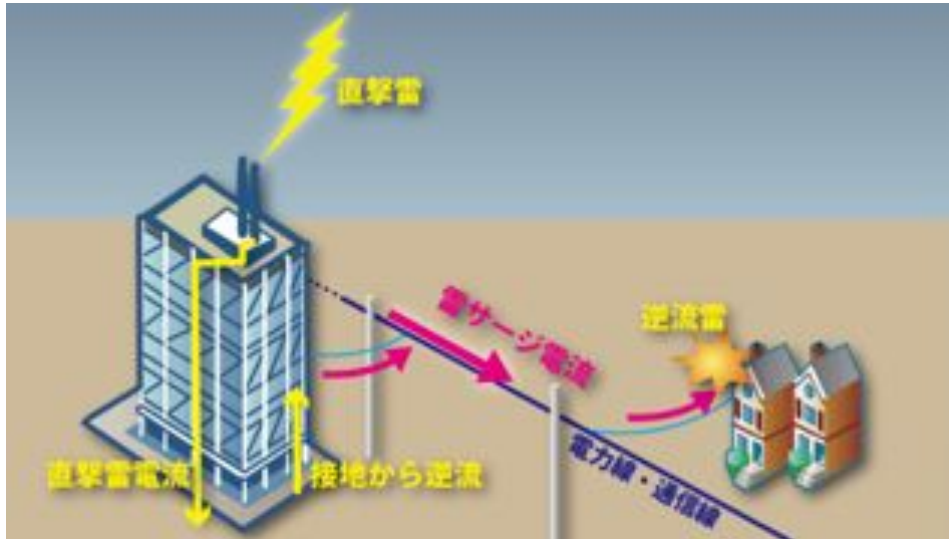
#### ■1-4 誘導雷のしくみ



### 3) 非直撃雷（逆流雷）

建物や大地などへの直撃雷により付近の地電位上昇が起こり、雷サージが接地（アース）から逆流して通信線、電力線等に侵入する現象です。大地からの逆閃絡（ぎやくせんらく）現象とも言います。

■1-5 逆流雷のしくみ

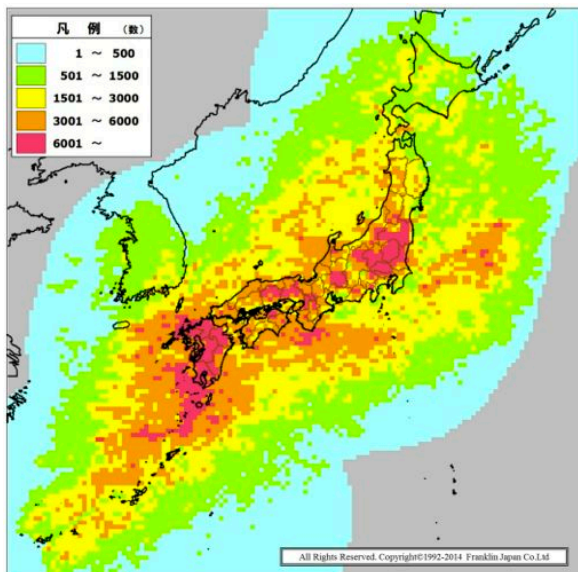


## 3. 雷の発生頻度

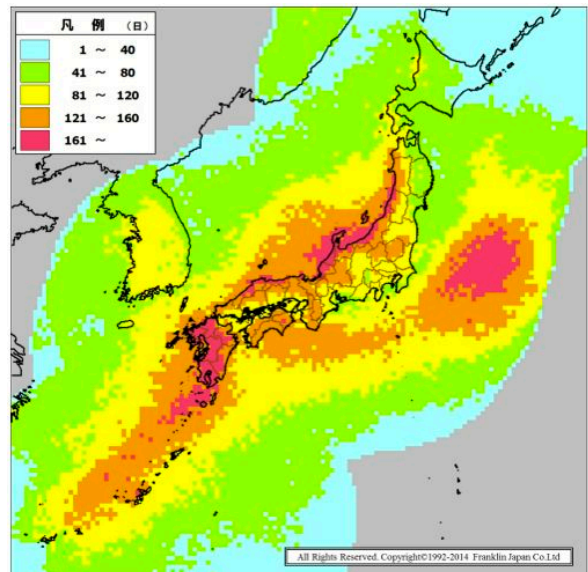
落雷密度（日本全国の20kmメッシュあたりの落雷数の5年間の積算）については、南東北や関東地方の内陸部、中部・近畿・中国の内陸部、九州から薩南諸島において多雷域が見られる傾向にあります。

また落雷日数（日本全国の20kmメッシュあたりの落雷日数の5年間の積算）については、東北から北陸にかけての日本海側、山陰地域、九州～薩南諸島において落雷日数が多い傾向が見られます。

■1-6 落雷密度（2009～2013年の積算）



■1-7 落雷日数（2009～2013年の積算）



出典：(株) フランクリンジャパンの統計データ

## 4. 雷のリスクとは

### 1) さまざまな雷害リスク

雷には夏の強い日射しにより発生する積乱雲がもとになって発生する夏季雷の他にも、冬の季節風により発生し強いエネルギーを持つ冬季雷があります。冬季雷が落雷した場合の被害は夏季雷よりも甚大です。

また落雷密度や落雷日数については、地域性はあるものの北海道を除き全国どこにおいても発生するリスクがあることを紹介しました。

雷害の種類については、一般的に建物等「雷が落ちる」と呼ばれている現象の「直撃雷」の他に、建物の周辺に落ちた雷によって強い電磁界が生じ、通信線や電力線等を通じて建物内の機器に被害を与える「誘導雷」や雷サージ電流がアースから逆流して機器に被害を与える「逆流雷」について解説しました。

近年の建物や機器は情報化（ネットワーク化）に伴う電子機器の低電圧駆動や高密度実装化によって電子機器が脆弱化しています。さらに家電機器等のネットワーク化により、雷サージの侵入経路があらゆるところに形成されている状況にあることから、「直撃雷」を受ける高層の建築物以外にオフィスや一般家庭においても「誘導雷」や「逆流雷」による雷被害が増加傾向にあります。

### 2) 公共施設の雷害リスク

雷は予測が困難で極めて短時間に被災する自然災害です。公共施設には地域住民の生活を守るためのライフライン等のインフラ設備も多く、また災害発生時には防災無線等を通じて確実に情報を発信したり、公共施設等が災害対策拠点や避難所となって機能するため、「壊れたら遅滞なく修理する」よりも、予測困難な災害に対し「できる限り壊れないようにすること」により常に「機能を維持できること」が重要になります。

次章以降では、公共施設に焦点をあてながら、雷害リスクの実態や雷害対策の基本と実際の導入例等について解説します。