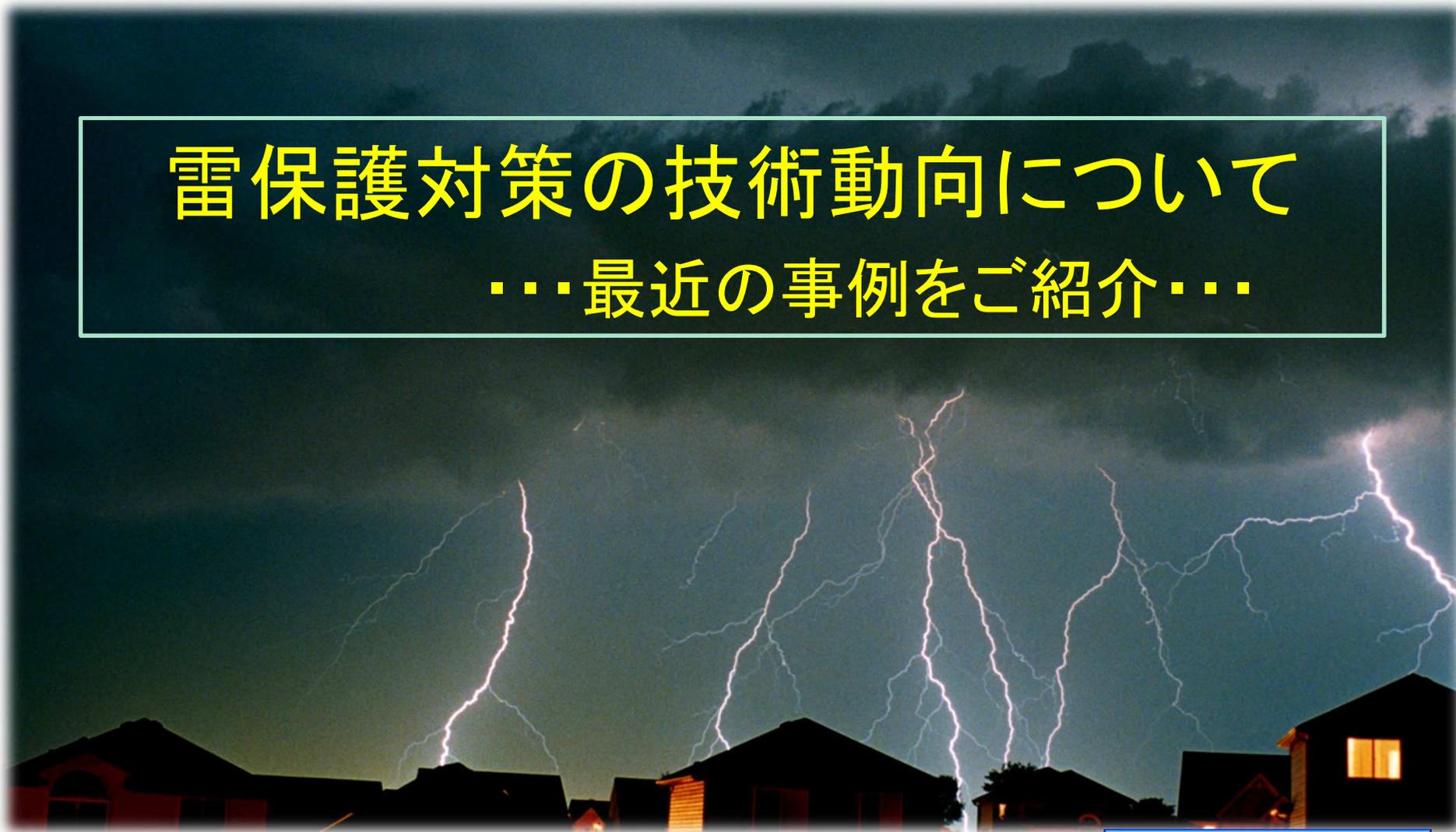


雷保護対策の技術動向について

…最近の事例をご紹介します…



2015年5月21日

 株式会社 サンコーシャ

 **雷被害相談室**
雷被害でお困りの企業の方、ご相談ください。
 **0120-39-3548**
(フリーダイヤル)

会社案内

3つのソリューション事業を柱に
高度情報化社会に安全を提供します。

ISO9001/ISO14001



世界が認めるクオリティを実証

JQA-2218 (アレスタ、保安器、配線盤、耐雷トランス装置)
JQA-EM2683 (相模テクノセンター)



会社概要

会社名 株式会社サンコーシャ
代表者 代表取締役社長 伊藤 眞義
創立 1930年(昭和5年)4月
資本金 975百万円
所在地 〒141-0032
東京都品川区大崎4-3-8

・サンコーシャは、落雷観測、落雷予測から雷被害のリスク診断や雷被害対策までをトータルに行う世界で唯一の「総合雷防護企業」です。

・創業以来85年にわたり培った雷対策のノウハウと技術力で、電力・鉄道・通信事業から公共施設や一般家庭まで、社会の幅広いフィールドで活躍しております。

総合カタログ(雷防護編)をご覧ください。Web版: http://www.sankosha.co.jp/catalog/AD-14_1503.pdf

- ・会社概要 P3
- ・雷対策の必要性 P4,5
- ・各種雷対策事例 P8~13,113~123
- ・雷の基礎知識 P132~136

Contents

1. 国内外の落雷状況について
 - 日本の落雷状況等
 - 世界の落雷状況について
2. 落雷による被害
 - あるダム施設の被害状況
 - 雷害を受けやすい設備・機器
3. 雷保護対策
 - 雷保護規格の動向-IEC、JISと官庁基準類
 - 雷電磁界シミュレーション技術の応用
4. 発展途上国での雷保護の状況とその対応について
 - カンボジア、スリランカ、インドネシアでの調査
 - 今後の対応について
5. まとめ

全国雷観測ネットワーク

JLDN -Japan Lightning Detection Network-

落雷時に放出される電磁波を全国各地に設置したセンサーで捉えて、落雷位置の標定を行っています。



雷センサ(LLS)



順次更新中



雷センサ(LPATS)

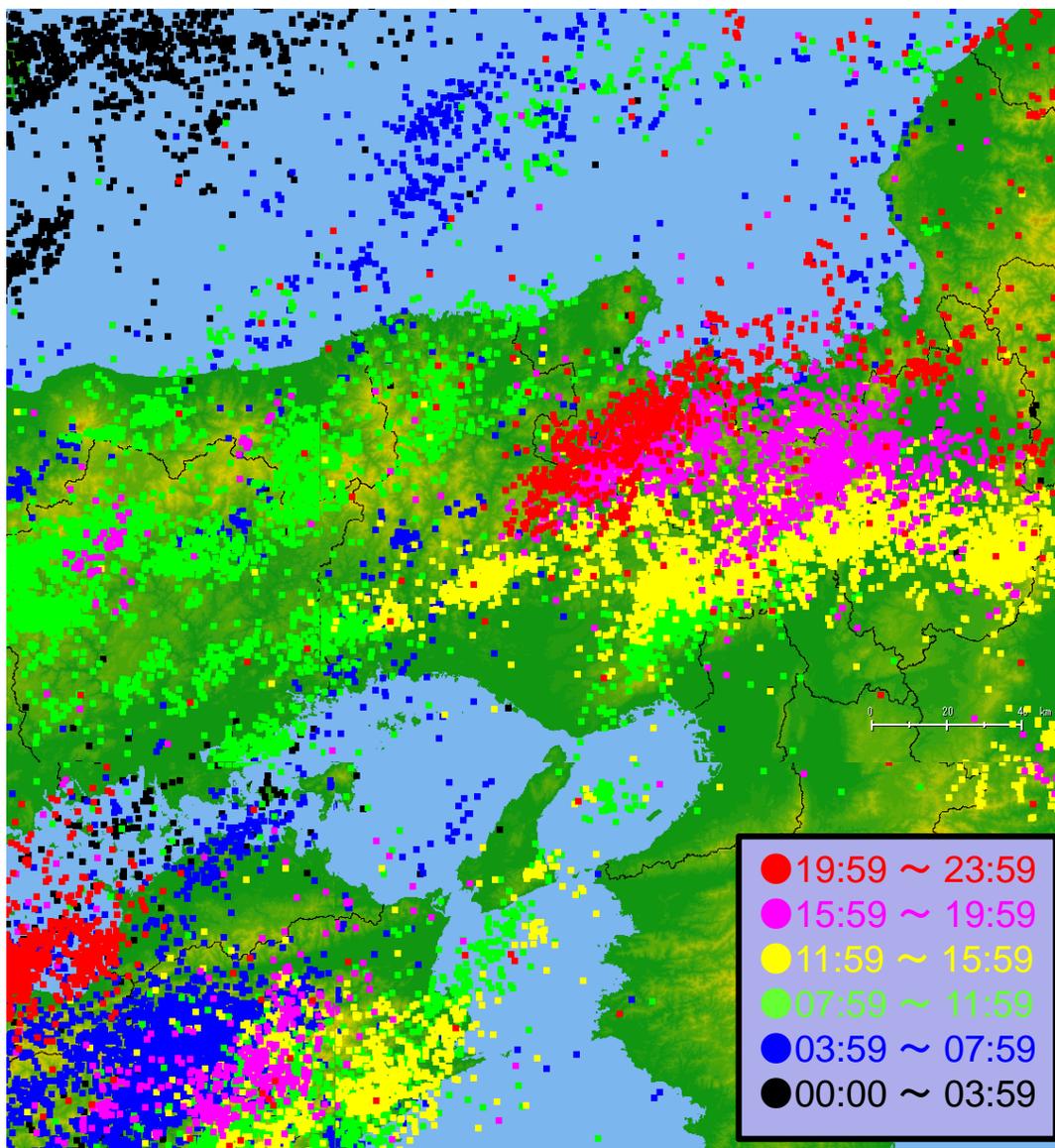


- ①日本で唯一
全国的な雷観測ネットワーク
- ②全30ヶ所にセンサを設置
- ③全米雷観測ネットワーク「NLDN」と同様のセンサ及びネットワーク方式を採用
- ④世界最高水準の雷観測網

捕捉率・・・90%以上

平均位置誤差・・・500m未満

落雷事例1 夏季雷 2014/08/16

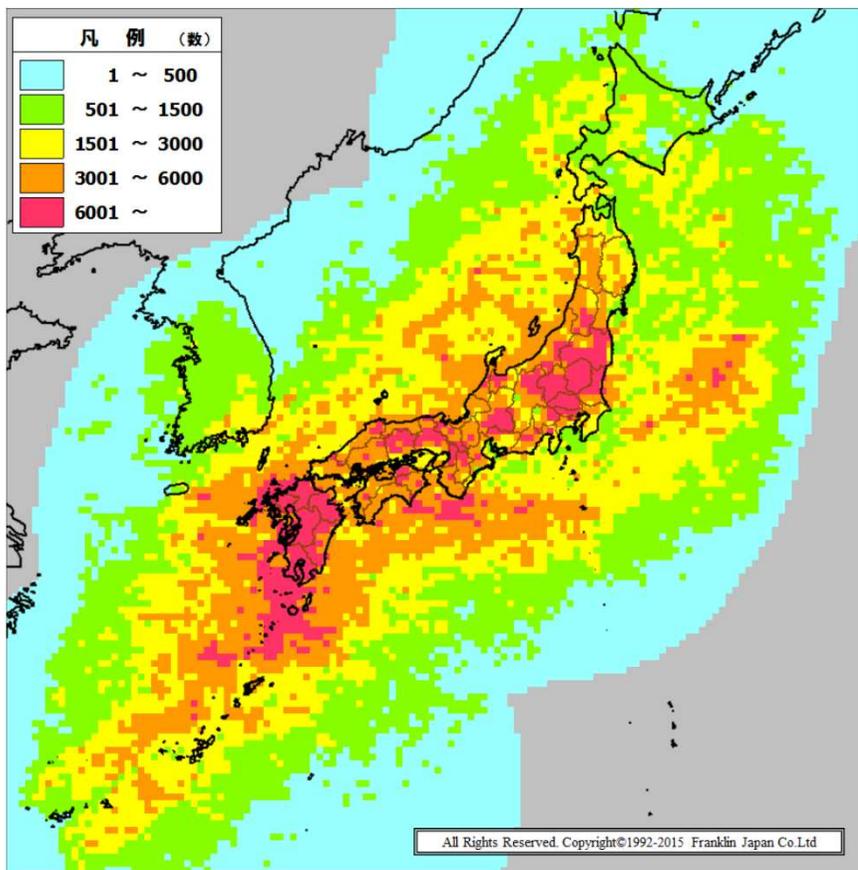


沖縄と九州から東北で広く雨。京都市で1時間に約100ミリの記録的短時間大雨。京都、兵庫、鳥取、大阪、滋賀で1時間雨量や24時間雨量が観測史上1位や8月1位。兵庫、大阪、京都、滋賀、富山、福井の各府県に土砂災害警戒情報。京都、大阪、兵庫で避難指示や勧告。

<http://www.tenki.jp/past/2014/08/16/radar/6/>

最新の全国落雷状況 (2010～2014年:5年間積算値/20kmメッシュ)

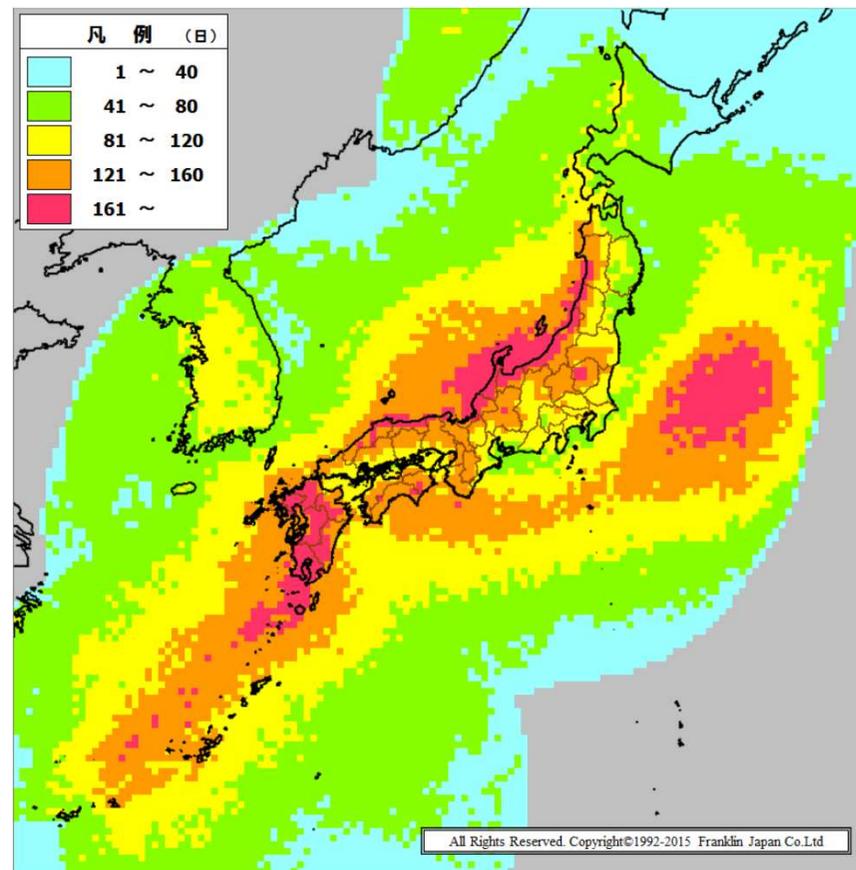
全国雷撃密度マップ



南東北から関東地方にかけての内陸部、中部・近畿・中国の内陸部に多雷域が見られます。また九州からトカラ列島にかけても雷の多い地域となっています。

注) 落雷数は全国雷観測ネットワーク(JLDN)による雷撃(ストローク)データです。

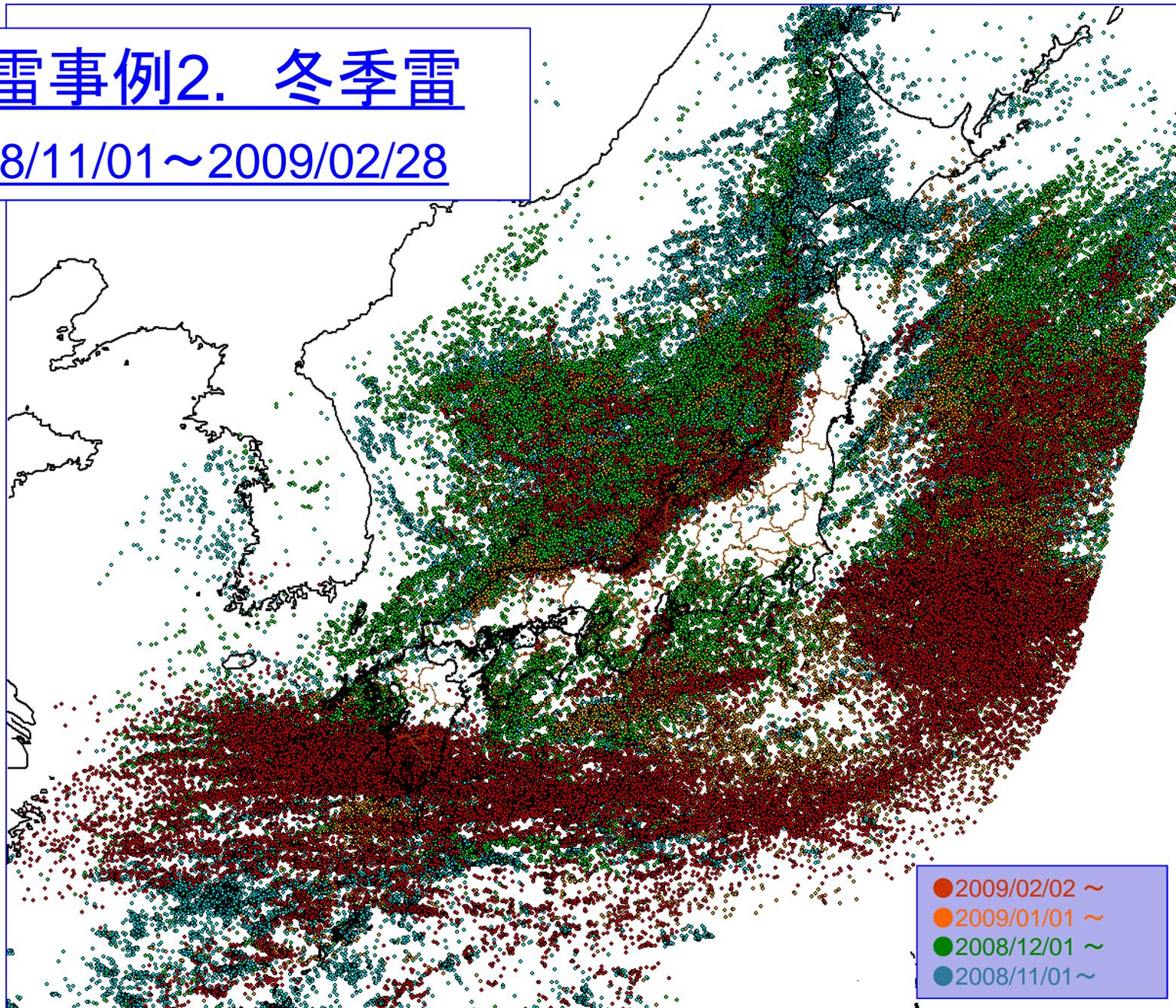
全国落雷日数マップ



落雷日数では東北から北陸にかけての日本海側で非常に多くなっています。当該地域では雷による災害は冬季にも多く発生しています。

落雷事例2. 冬季雷

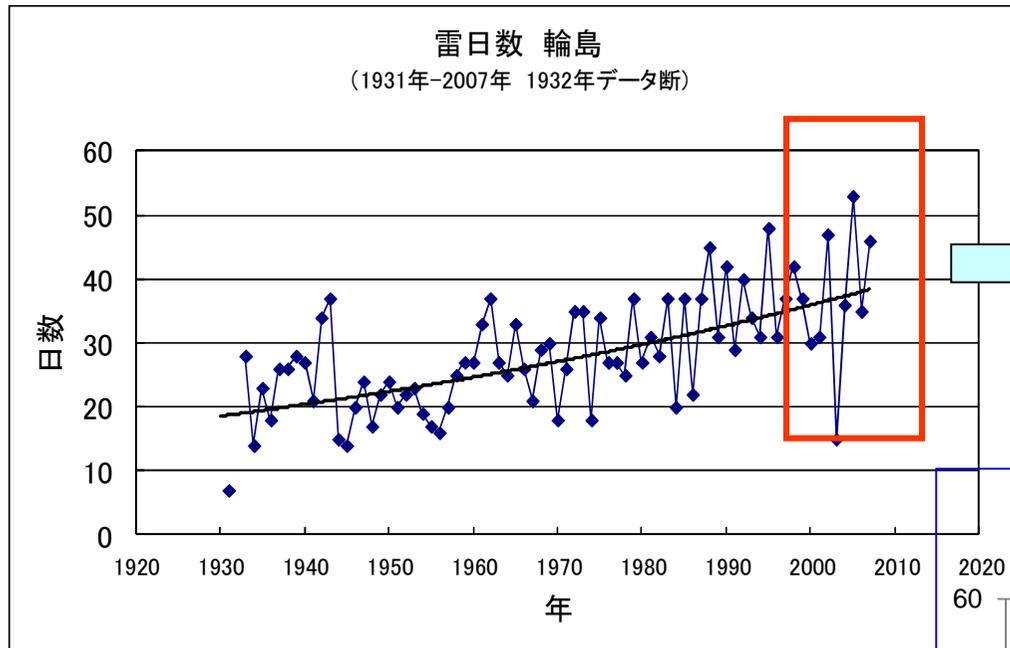
2008/11/01～2009/02/28



雷日数の長期的変動について

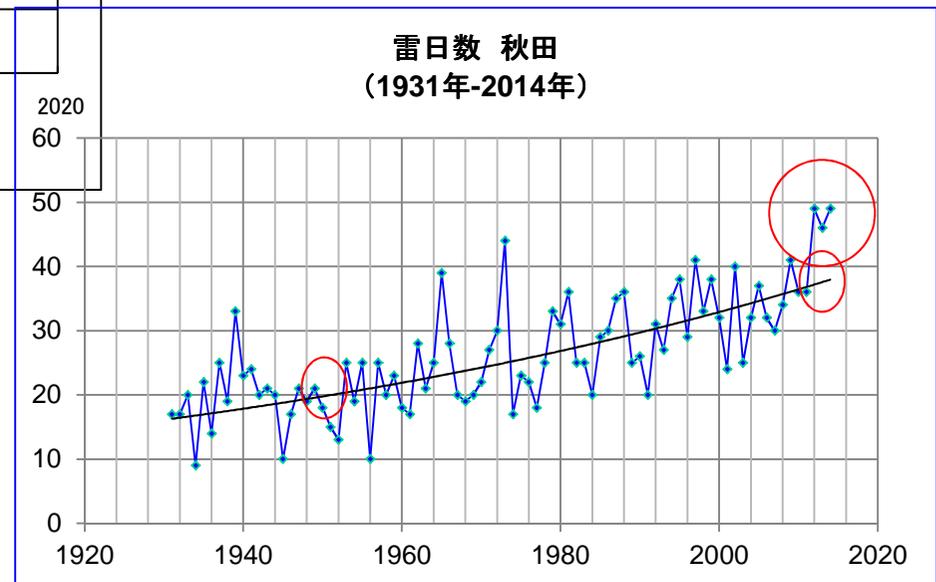
気象庁発表の雷日数のデータを年度ごとにプロットし回帰計算を行った

http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=32&block_no=47582&year=&month=&day=&view=



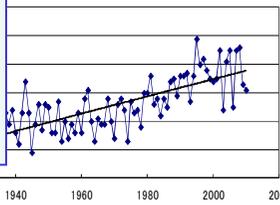
数年～10年程度のデータでは、
変動のトレンドは読めない

約70年のデータから傾向を見ると、輪島や秋田では雷日数が1960年頃から増加していた。秋田での雷日数の変化は、1950年⇒2014年で20日⇒38日以下に地域ごとの傾向を示す。

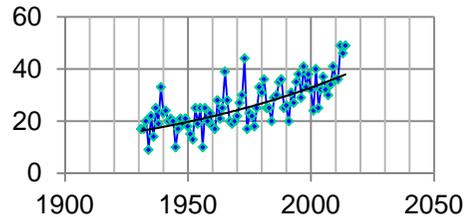


雷日数の 長期的変動

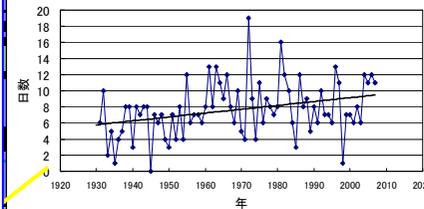
新潟地方の雷日数
(1931年-2010年)



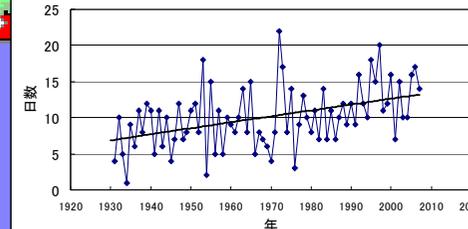
雷日数 秋田
(1931年-2014年)



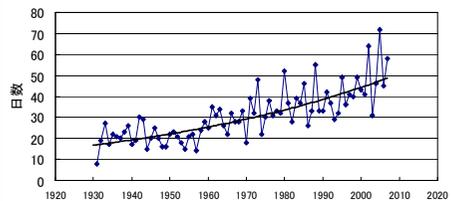
雷日数 札幌
(1931年-2007年)



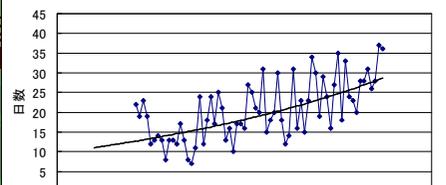
雷日数 函館
(1931年-2007年)



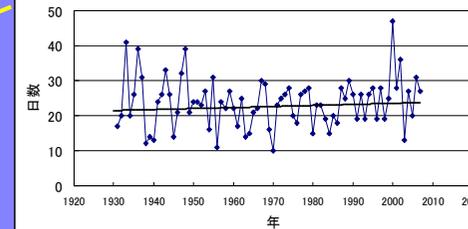
雷日数 金沢
(1931年-2007年)



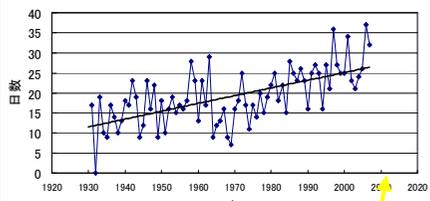
雷日数 松江
(1941年-2007年)



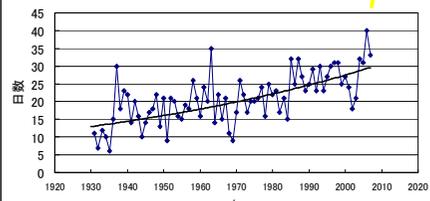
雷日数 宇都宮
(1931年-2007年)



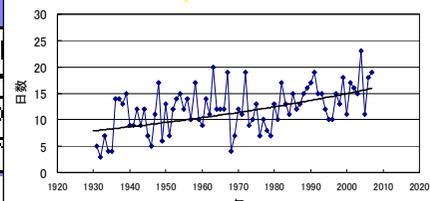
雷日数 福岡
(1931年-2007年)



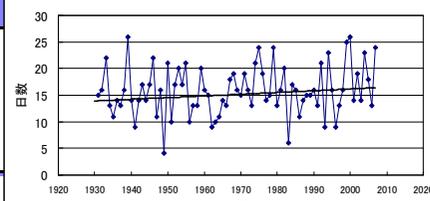
雷日数 熊本
(1931年-2007年)



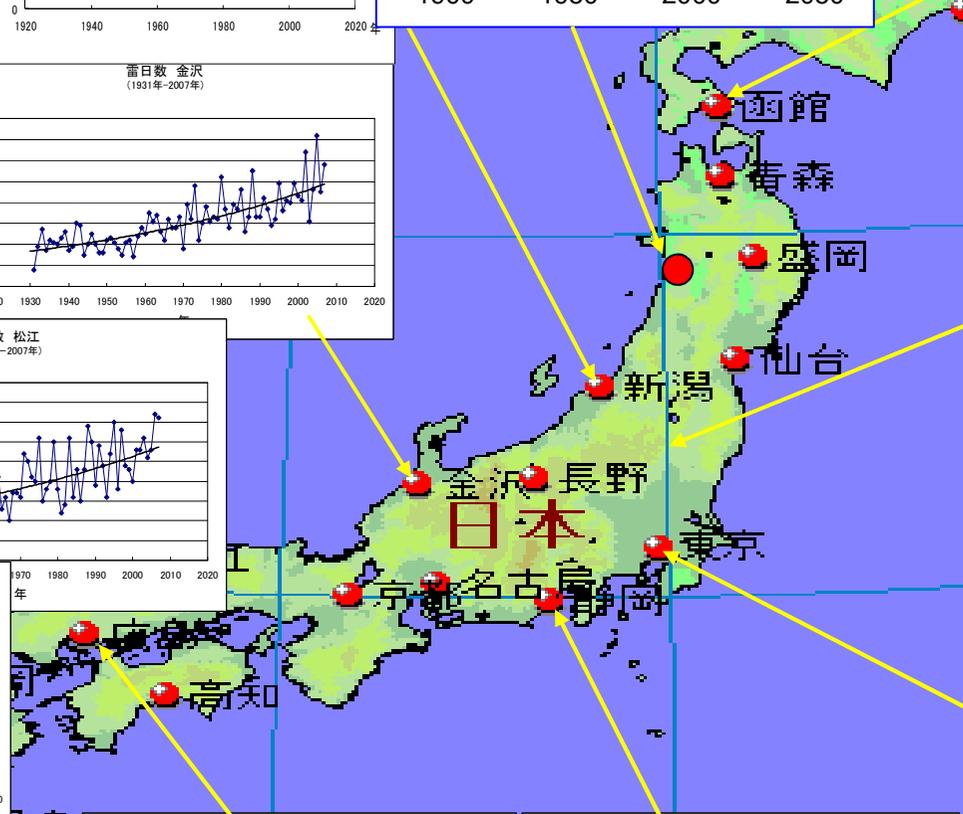
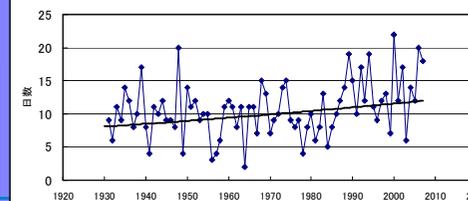
雷日数 広島
(1931年-2007年)



雷日数 名古屋
(1931年-2007年)



雷日数 東京
(1931年-2007年)



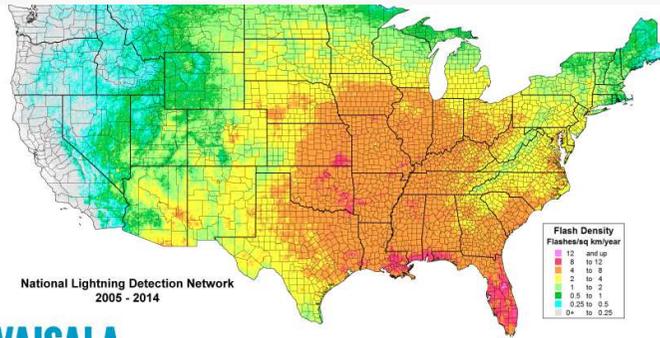
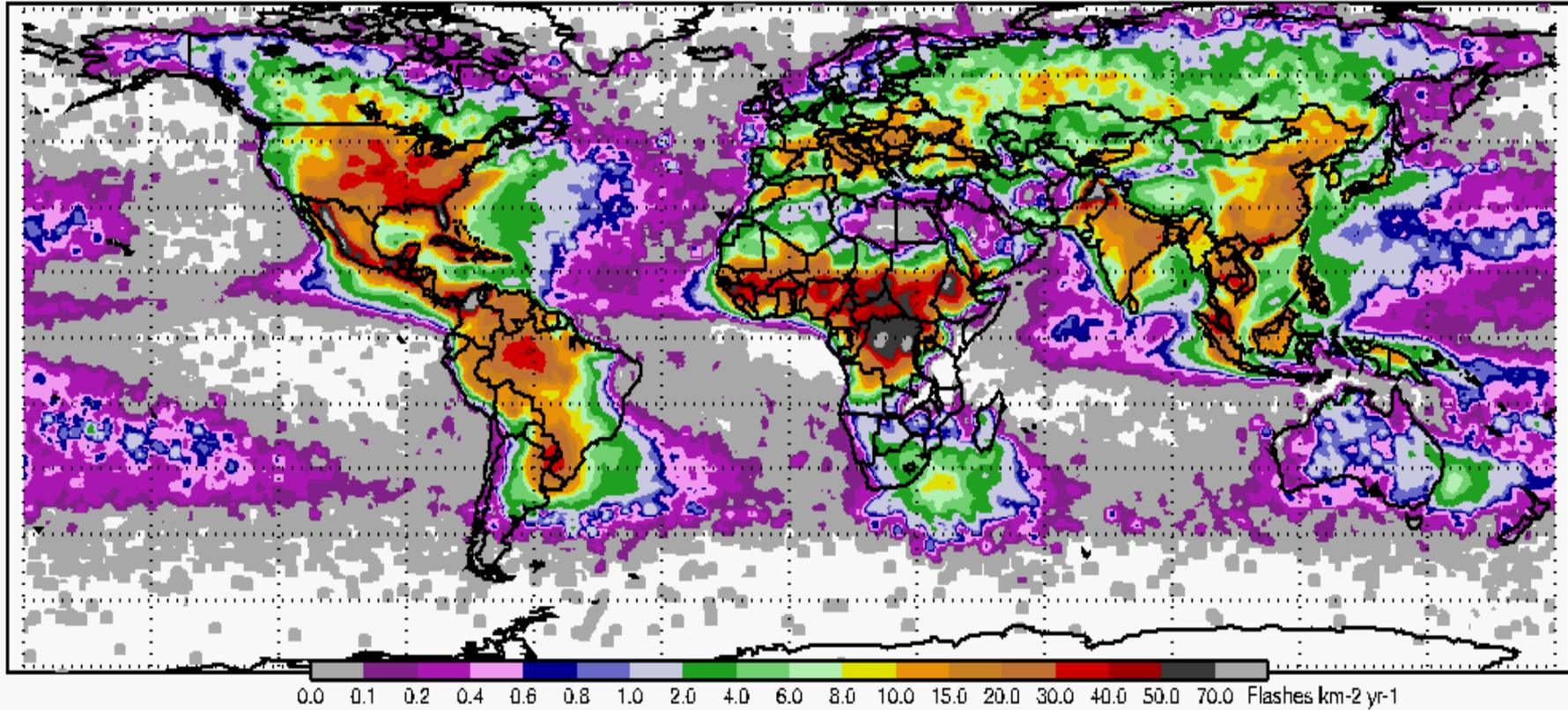
世界の落雷状況

衛星から光学検出器で落雷(フラッシュ)を観測(NASA)

http://lightning.nsstc.nasa.gov/data/data_lis-otd-climatology.html

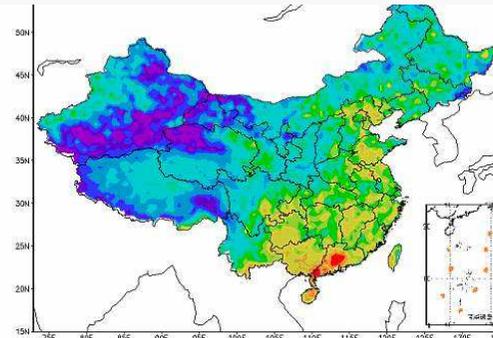
2014年8月10日頃

HRAC_COM_FR DDD222



National Lightning Detection Network
2005 - 2014

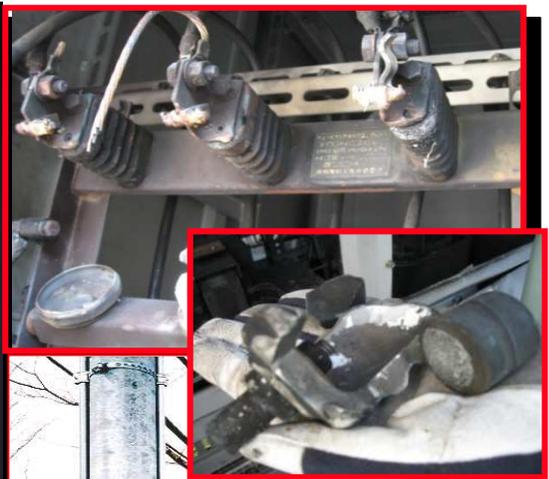
VAISALA



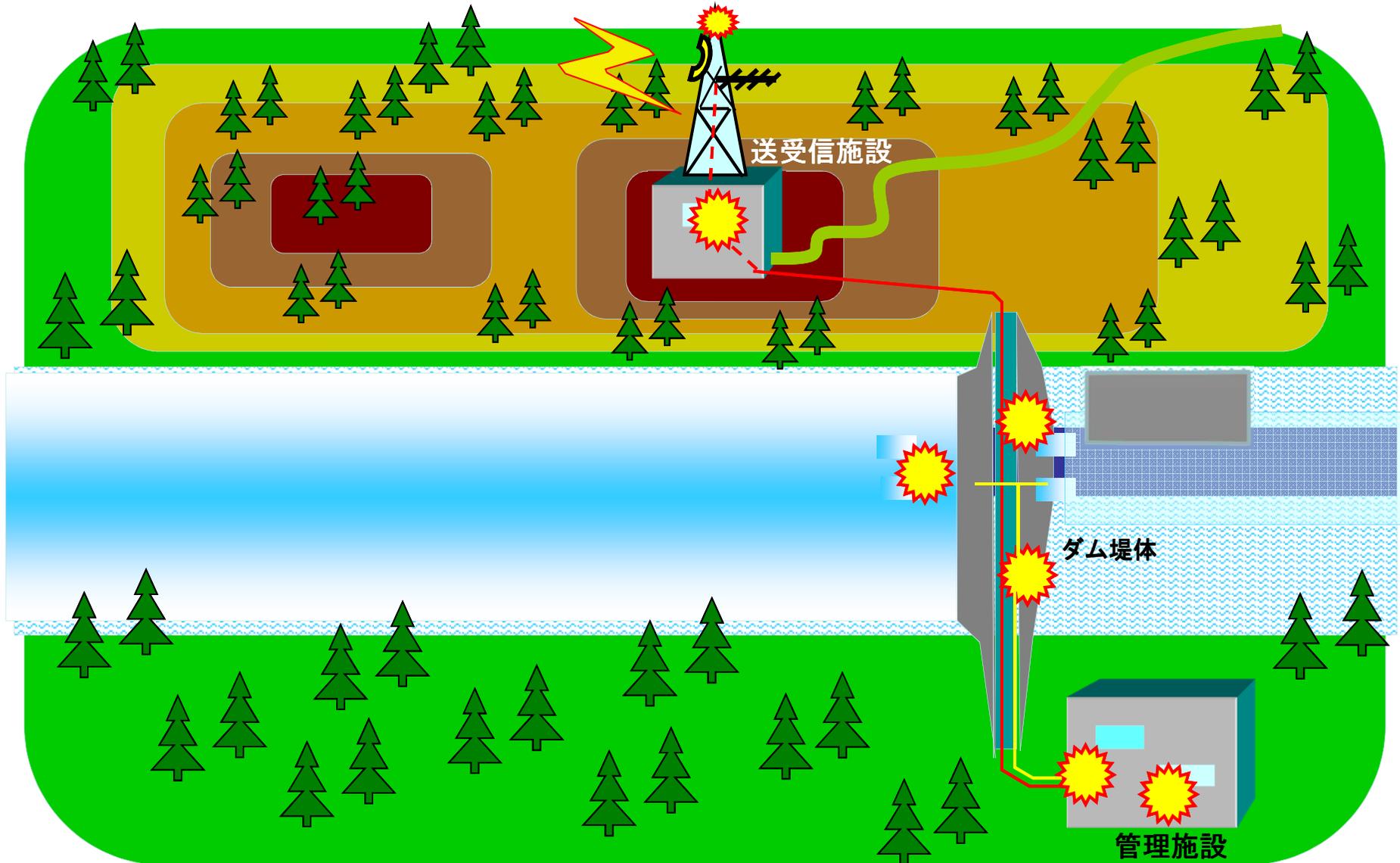
中国の落雷密度分布
(上海: 6~8回/km²/年)

2015 株式会社サンコーシャ

落雷による被害について



あるダム施設の雷害状況



送受信施設の雷被害例



デハイドレータ



インターフォン



電子通信装置



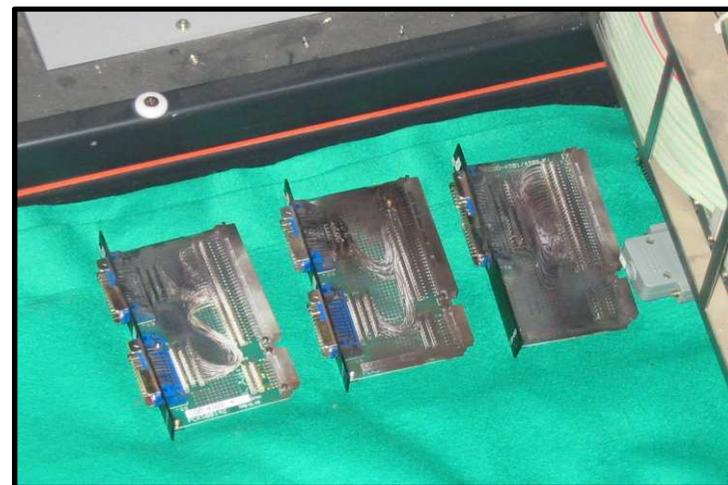
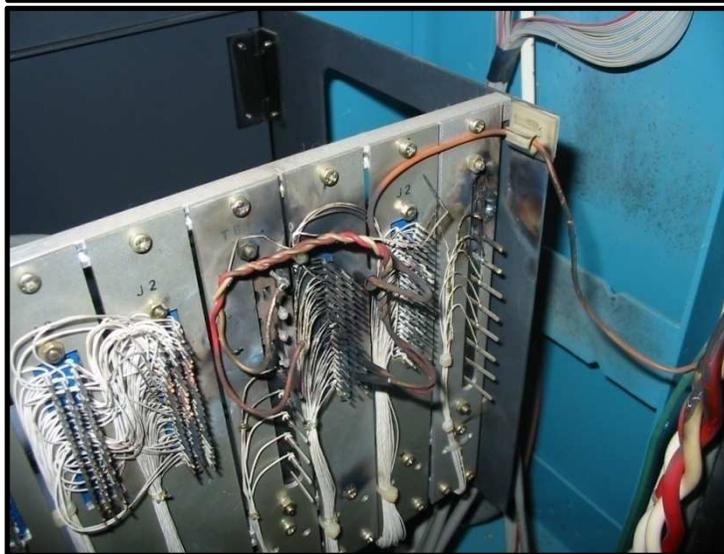
分電盤



管理施設の雷被害例

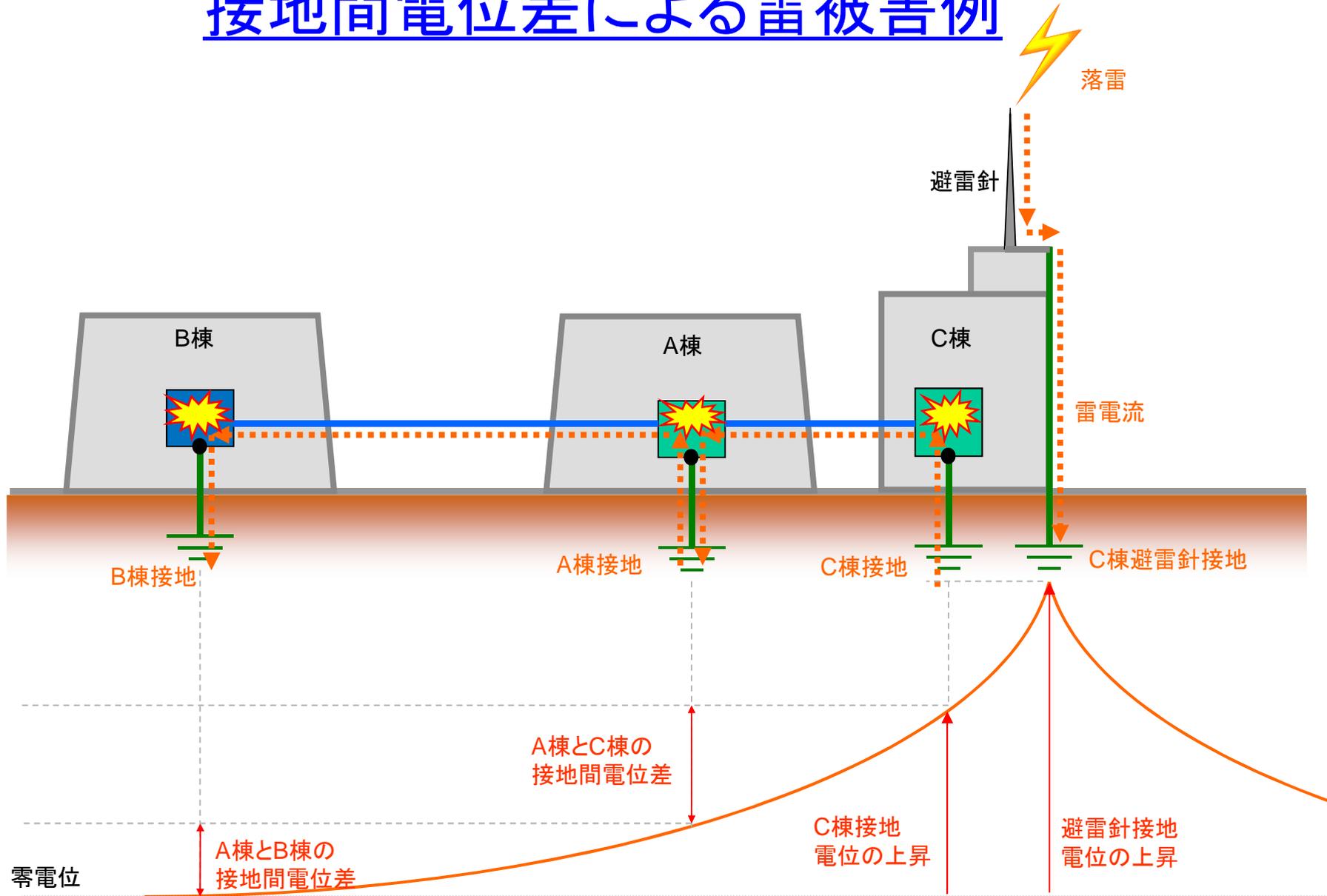


分電盤



雷害を受けた電子通信機器等

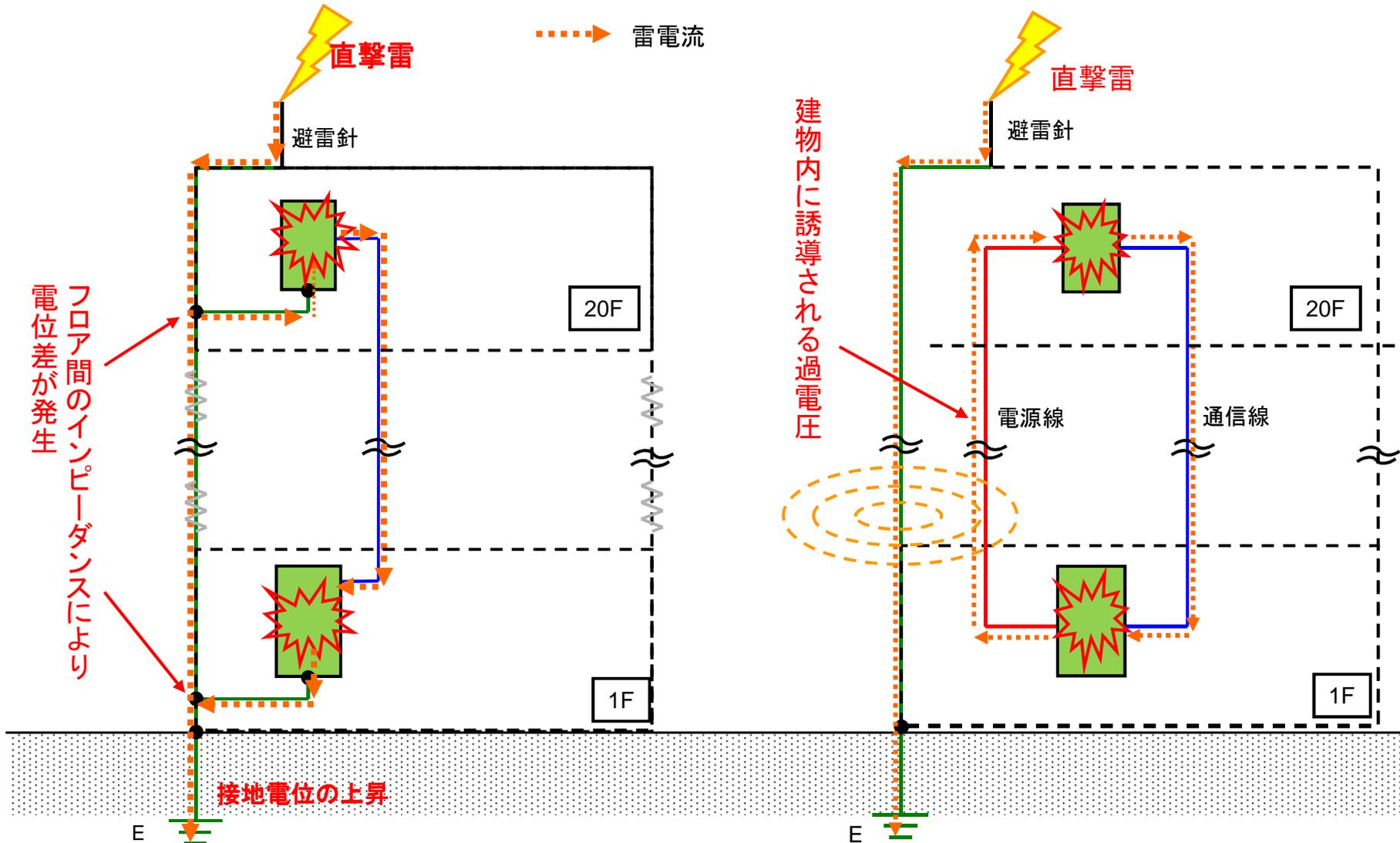
接地間電位差による雷被害例



高層ビル等で発生する雷被害

フロア間に電位差が発生

建物内に誘導雷が発生

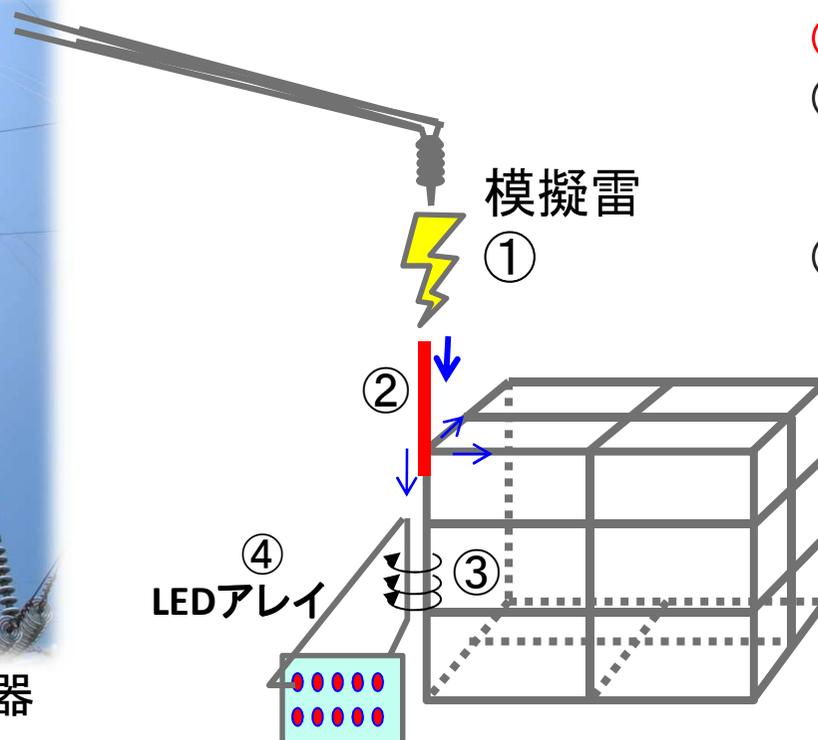


雷被害を解明する -- 協力内容 --

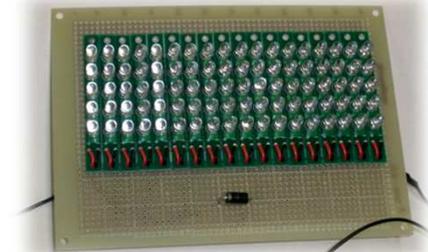
- 建物内に誘導される過電圧による被害を解明する
 - ✓ (財)電力中央研究所塩原実験場で雷被害の可視化実験を行いました。NHK様、大成建設様とサンコーシヤ
 - ✓ 直撃雷があると発生する過電圧について
 - ✓ 接地間電位差による雷電流(放映なし)



超高電圧サージ発生器



- ① 模擬雷発生
- ② 避雷針に受雷
- ③ 避雷針→柱に流れる→柱に沿わせた電線に誘導起電圧が発生
- ④ LEDアレイが発光



LEDアレイ/800V
以上で発光

直撃雷による過電圧の発生可視化実験

実験の状況 ↓

LEDアレイ設置状況⇒

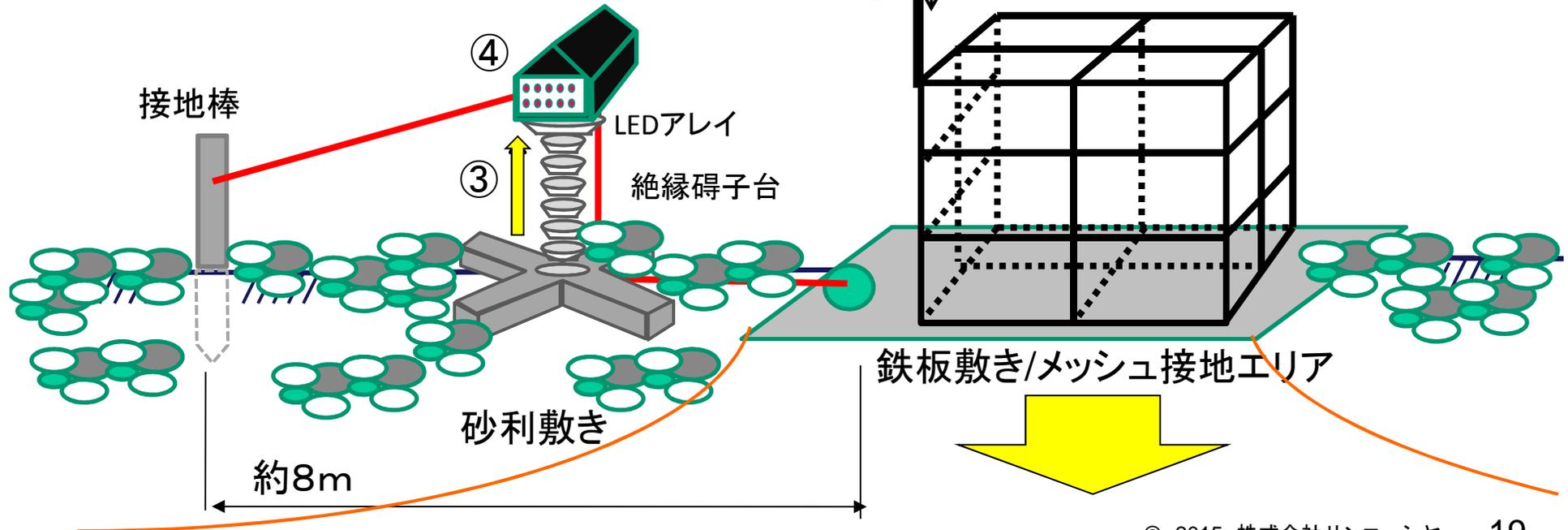


接地間電位差実験



超高電圧
サージ発生器

- ① 模擬雷発生
- ② 避雷針に受雷
- ③ 接地間電位差により銅板を通して接地極棒へ雷電流が流れる。
- ④ LEDアレイが発光



雷害を受けやすい設備・機器 当社での実績

- アンテナのある通信設備など
 - ✓ 無線中継所、携帯電話基地局
 - ✓ 放送設備、共同受信ANTと関連機器
- 通信・ネットワーク設備・機器
 - ✓ 各種防災設備、監視カメラシステム
 - ✓ 各種プラント制御、計装システム、LAN
- 函体を接地している設備・機器
 - ✓ 給湯設備、空調システム、チラー等

鉄塔等のある設備や、高層建築物は落雷が多く、雷害が多くなる。

独立した建物間をメタル通信線で接続している機器・設備では、接地間電位差で雷害が広範囲に起こる。

生産設備等の高度化やビジネス空間のICT化等より高度な雷保護対策が必要になる。

建築物等の雷被害設備機器一覧

社団法人日本建築学会は、
雷被害を都市防災の側面から捉えるため、
2004年に同学会関東支部に「都市防災
における雷保護技術研究会」を設置し、国
内の官民施設990カ所の建築物に対し雷
被害のアンケートを実施した。
雷の被害を受けた具体的設備を頻度順に
右記する。

1. 自動火災報知設備
2. 電話設備
3. 中央監視設備
4. コンピュータ
5. 空調設備
6. 放送設備
7. 受変電設備
8. TV受信設備
9. 無線設備
10. 照明設備

鉄道信号における雷被害

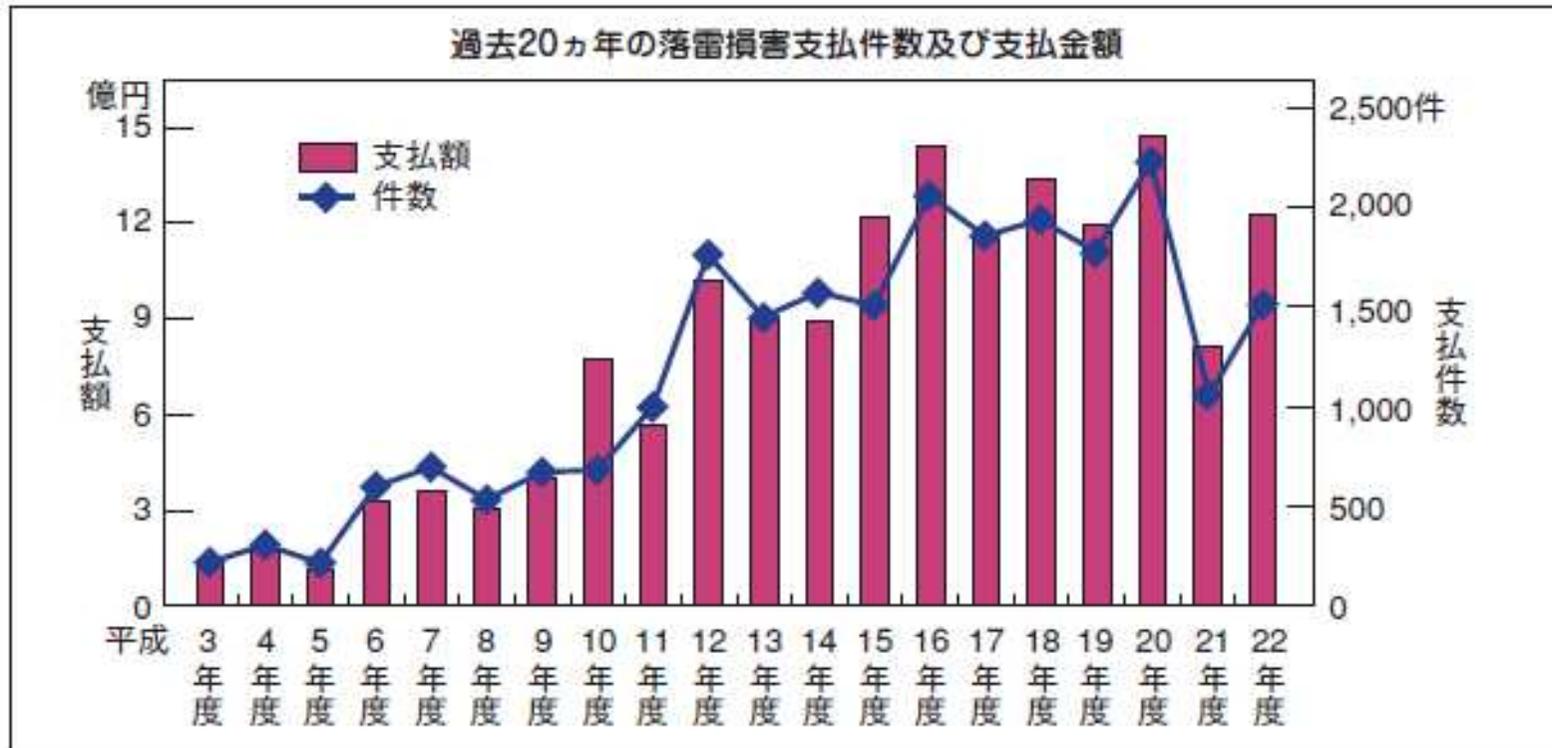
JR東日本様の雷害の取り組みより抜粋

また、各旅客鉄道株式会社様によれば、落雷が発生した
場合の機器室内の設備の損傷を受ける状況は、

- ・電源ケーブルからの過電圧サージの侵入
- ・外部ケーブル(通信・信号)からのサージの侵入
- ・機器室近傍の異常な大地電位の上昇の伴う損傷

- | | |
|---------|--------|
| 1. 踏切設備 | 50%以上 |
| 2. 信号設備 | 20~25% |
| 3. 軌道回路 | 5~10% |
| 4. 転てつ器 | 1~3% |
| 5. その他 | 20~25% |

全国自治協会の落雷損害の共済金支払状況



損害件数

221件 → 1,513件
(平成3年度) (平成22年度)

支払金額

約1.4億円 → 約12.3億円
(平成3年度) (平成22年度)

H3年 ⇒ H22年

損害件数でおよそ7倍に、
支払金額では、およそ9倍。

落雷損害の傾向と対策 落雷損害共済金請求の手引
発行 財団法人全国自治協会
〒100-0014 東京都千代田区永田町1丁目11番35号 全国町村会館内
発行年月 平成23年9月版
資料提供 株式会社サンコーシヤ、株式会社フランクリンジャパン

建物災害共済において落雷損害は、役場、学校、病院、福祉、環境衛生施設など、住民生活と密接に関連する公共施設全般に多数発生しており、住民生活に多大な影響を与えております。

落雷により建物の通信設備に電圧異常を起こす「誘導雷」の被害額が年間約1000億円 H17 気象庁調査
落雷による被害額の推定 ~2000億円 H14 電気学会全国大会シンポ S7

施設・設備の雷被害を概観すると・・・

- どの雷被害調査を見ても被害件数・金額ともに急増している。
- 雷被害増加の理由として指摘されている事項は各事例ともほぼ共通しており、次の通り。
 - ・機器の高性能化・電子化・小型化の進展に伴うサージイミュニティの低下
 - ・雷サージ侵入経路の増加。電源線と通信線のネットワーク化とネットワークの広域化
 - ・脆弱な電気機器・情報機器がより重要な機能や役割を担っている
 - ・これらの電気機器・情報機器の耐雷設計基準や試験方法が未整備
 - ・取り扱われる情報やデータの重要性が増し、重大な機会損失となる
 - ・一方で、雷害を引き起こす落雷頻度は同じか、微増傾向にある

建築物等の雷保護規格の動向

1. 雷保護関連IEC規格⇒日本工業規格JISへ

IEC規格及び翻訳JISは、科学的に立証された統一的な論理構成に基づく雷保護を行う。(各国の専門家が集まり作成)

建築物等の内部の人身保護及び内部に設備された電気・電子機器設備に対する雷保護の総合的な規格となっている。



2. 国交省は雷保護関連JISを取り入れた

国土交通省では、「官公庁施設の建設等に関する法律」に基づき監修・発行する営繕部の図書や電気通信室監修図書に、雷保護関連JISを取り入れた。

主な雷保護関連 JIS

JIS番号等	参考規格	規格名称
JIS A 4201 :2003	IEC 61024-1	建築物の雷保護
JIS Z 9290-1 :2014	IEC 62305-1 :2010	雷保護 第1部 :一般原則
JIS Z 9290-3 :2014	IEC 62305-3 :2010	雷保護 第3部 :建築物等への物的損傷及び人命の危険
JIS Z 9290-4 :2009	IEC 62305-4,1 : 2006	雷保護 第4部 建築物内の電気及び電子システム
JIS C 60364-4-44 :2011	IEC 60364-4-44	低圧電気設備－第4－44部:安全保護－妨害電圧及び電磁妨害に対する保護
JIS C 60364-5-53 :2006	IEC 60364-5-53	建築電気設備－第5－53部:電気機器の選定及び施工－断路, 開閉及び制御
JIS C 5381-11 :2014	IEC 61643-11	低圧配電システムに接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験法
JIS C 5381-12 :2014	IEC 61643-12	低圧配電システムに接続するサージ防護デバイスの選定及び適用基準
JIS C 5381-21 :2014	IEC 61643-21	通信及び信号回線に接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験法
JIS C 5381-22 :2007	IEC 61643-22	通信、信号回線に接続するサージ防護デバイスの選定及び適用基準
JIS C 5381-311 :2004	IEC 61643-311	低圧サージ防護デバイス用ガス入り放電管(GDT)
JIS C 5381-321 :2004	IEC 61643-321	低圧サージ防護デバイス用アバランシブブレークダウンダイオード(ABD)の試験方法
JIS C 5381-331 :2006	IEC 61643-331	低圧サージ防護デバイス用金属酸化物(MOV)の試験方法
JIS C 5381-341 :2005	IEC 61643-341	低圧サージ防護デバイス用サージ防護サイリスタ(TSS)の試験方法

 :サンコーシヤはこれら規格の原案作成に参加しています。

The meetings of IEC TC81 held in Rome

Meeting Place:

La Sapienza University of Rome – Faculty of Civil and Industrial Engineering

MT,WG Meetings Agenda

16-19 February,2015

February.2015		IEC Project No. /Title	
16	AM	IEC 62305-3 Ed. 3. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - LIFE HAZARD AND PHYSICAL DAMAGES	(MT8)
	PM	IEC 62305-1 Ed. 3. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - GENERAL PRINCIPLES	(MT8)
	Evening	IEC62858 Ed.1: LIGHTNING DENSITY BASED ON LOCATION SYSTEMS - GENRAL PRINCIPLES	(WG12)
17	AM	IEC 62305-1 Ed. 3. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - GENERAL PRINCIPLES	(MT8)
	PM	IEC62305-2 Ed.3. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - RISK MANAGEMENT	(MT9)
	Evening	IEC62793 Ed.1. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - THUNDERSTORM WARNING SYSTEMS	(WG13)
18	AM/PM	IEC 62305-2 Ed. 3. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - RISK MANAGEMENT	(MT9)
19	AM/PM	IEC 62305-4 Ed. 3. PROTECTION AGAINST LIGHTNING - ELECTRICAL AND ELECTRONIC SYSTEMS WITHIN STRUCTURES	(MT3)



Rome University, located near the Colosseum.



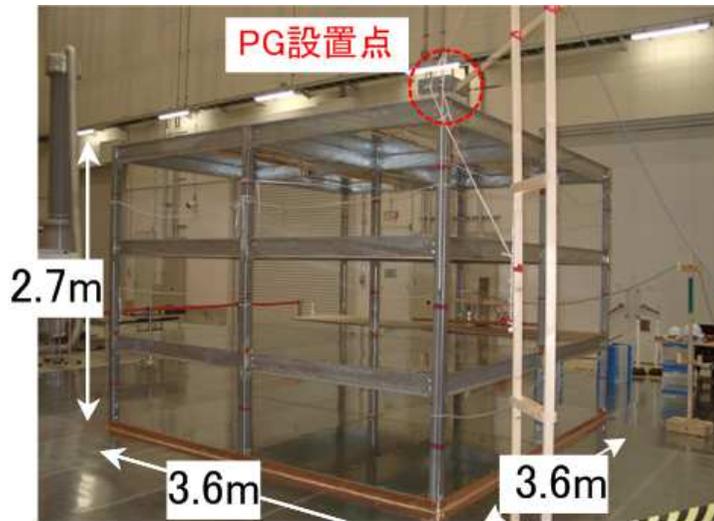
The meeting room guide and the author



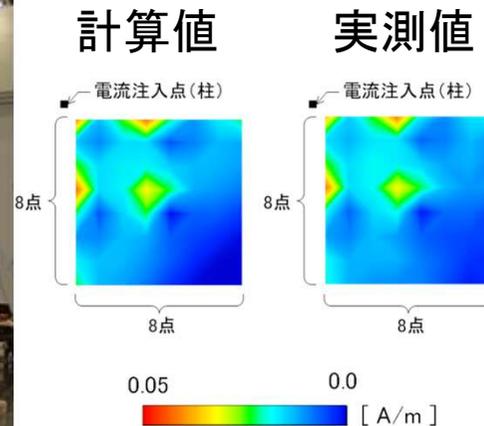
The scenery of the meeting

雷電磁界シミュレーションの応用

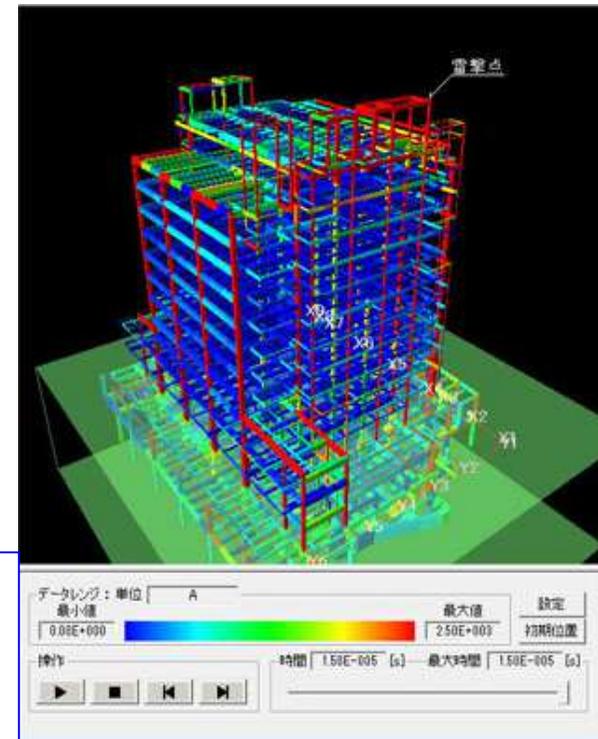
- 当社と大成建設様の開発グループは落雷位置から大地までの経路を建物形状や構造部材を3次元CADで入力・選択し、FDTD法計算アルゴリズムと連携させるシステムを開発しました。落雷時に生じる雷電流分流や屋内電磁界、電磁誘導などを建物ごとに解析し、情報機器等にかかる異常電圧を高精度に予測することを初めて実現したものです。
- 開発グループではビル設計時のFDTD法による計算には、(財)電力中央研究所で開発したサージ解析プログラムVSTL(Virtual Surge Test Lab.)を用いて実施しています。



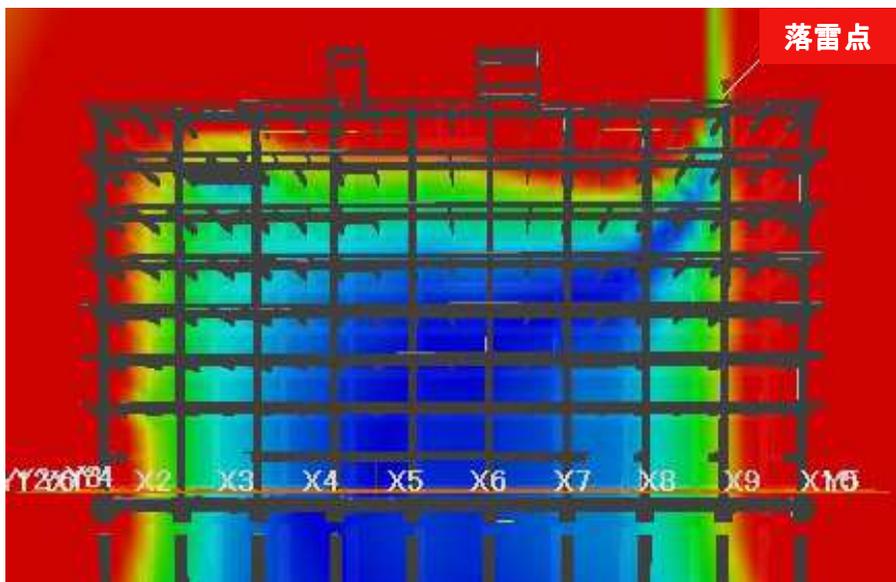
ビルの1/4スケールモデルを作成し実際にサージを印加し、各点の電磁界強度を測定しシミュレーション結果と比較し建築物等の雷サージ解析に適用できるかを検証した。測定ポイント:約730カ所



大成建設様プレスリリース
2015/03/27
『部屋単位で落雷被害を防ぐ雷電磁界バリア』の有効性を確認

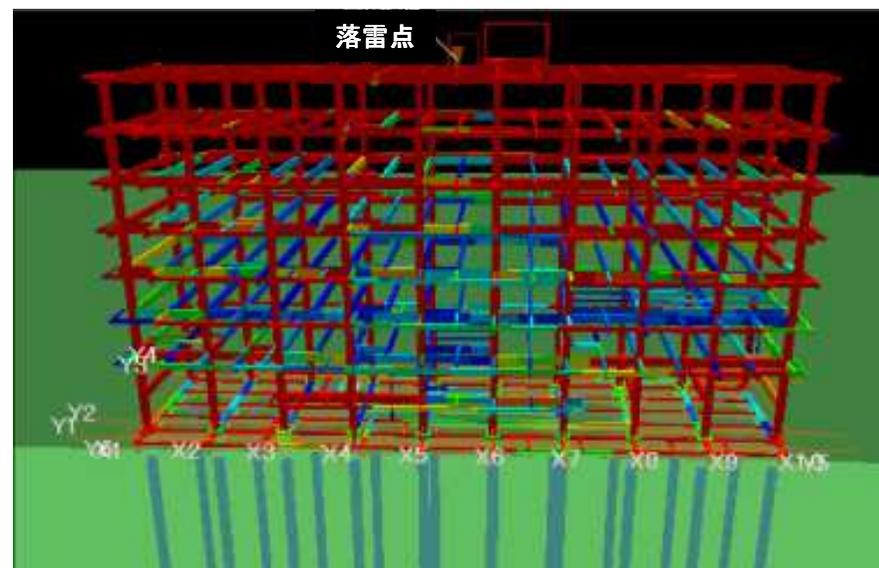


雷電磁環境シミュレーションシステム



電磁界シミュレーション

雷電流シミュレーション



2007/12/20大成建設様プレスリリースより
大成建設(株)は、(株)サンコーシャと共同で、落雷によるIT機器の被害を大幅に低減できる「建物内雷電磁環境シミュレーションシステム」を開発しました。開発にあたっては(財)電力中央研究所のコンサルタントを受けております。

電磁界シミュレーションの実績

➤ 建物内雷電磁環境シミュレーションシステムの開発

- ✓ 建築物縮小モデルを用いた実験的検証一
- ✓ 雷保護技術トータルシステムの開発他
 - 大成建設様と共同開発

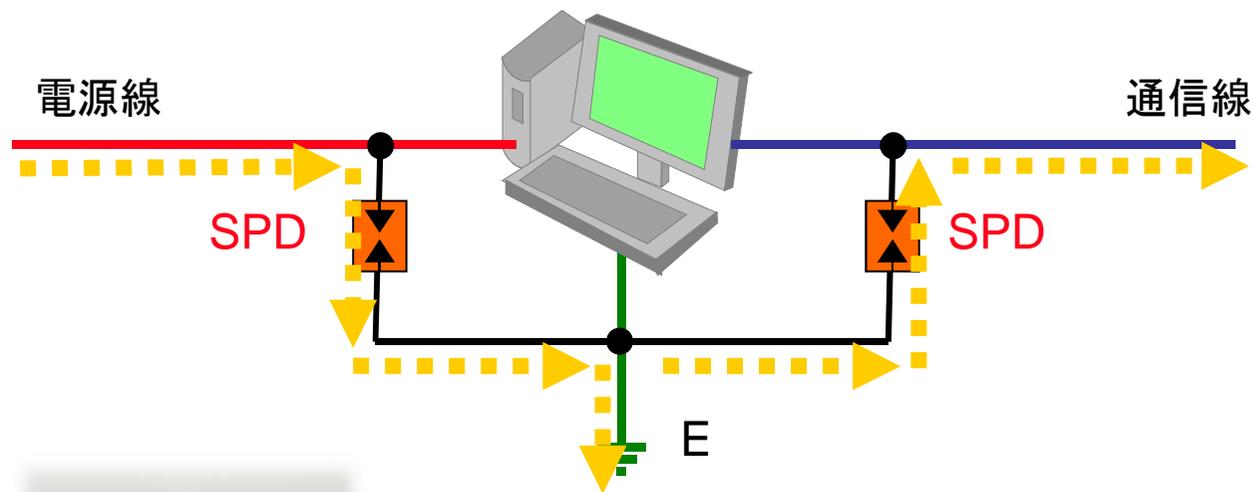
– 開発賞: 電気設備学会(2009), エンジニアリング特別奨励賞 エンジニアリング協会(2011)

➤ FDTDシミュレーションの適用

- ✓ 無線線中継所の耐雷性向上対策の検討 委託研究
雷サージルート解析(中部電力様技術開発ニュースNo.139/2010-07)
- ✓ 大規模太陽光発電所のサージ解析(PVフレーム基礎・SPD
の適用要否解析(NTT-F様と共同 研究 ICLP2014上海で発表)
- ✓ 各種接地システム(深埋他)の解析 (電気学会等で一部発表)
- ✓ 既設の大規模施設の雷電流・電磁界解析
- ✓ その他

SPD (サージ防護デバイス : Surge Protective Device)

SPDは雷サージ電圧を抑制する機能と、雷電流をバイパスする機能を有することで電気・電子機器を保護します。



電源用SPD



通信用SPD

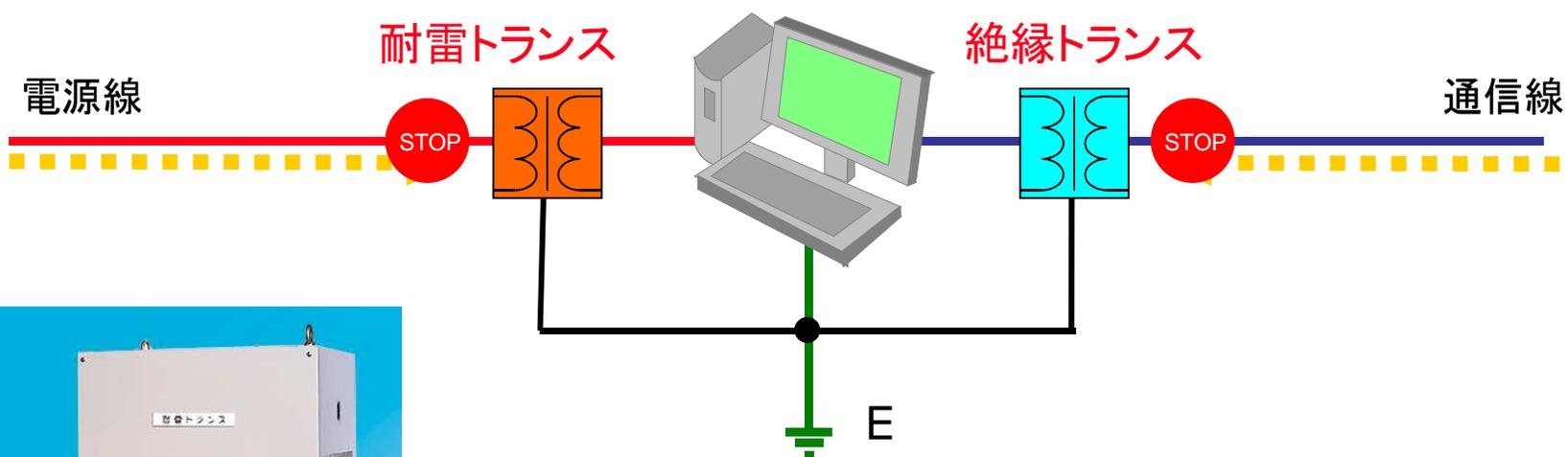


LAN用SPD

絶縁形雷保護装置の働きについて

○絶縁法

被保護機器へ接続されたケーブルを電氣的に絶縁し、雷サージ侵入経路を遮断することで機器を保護する方法です。



耐雷トランス



絶縁形LAN用SPD



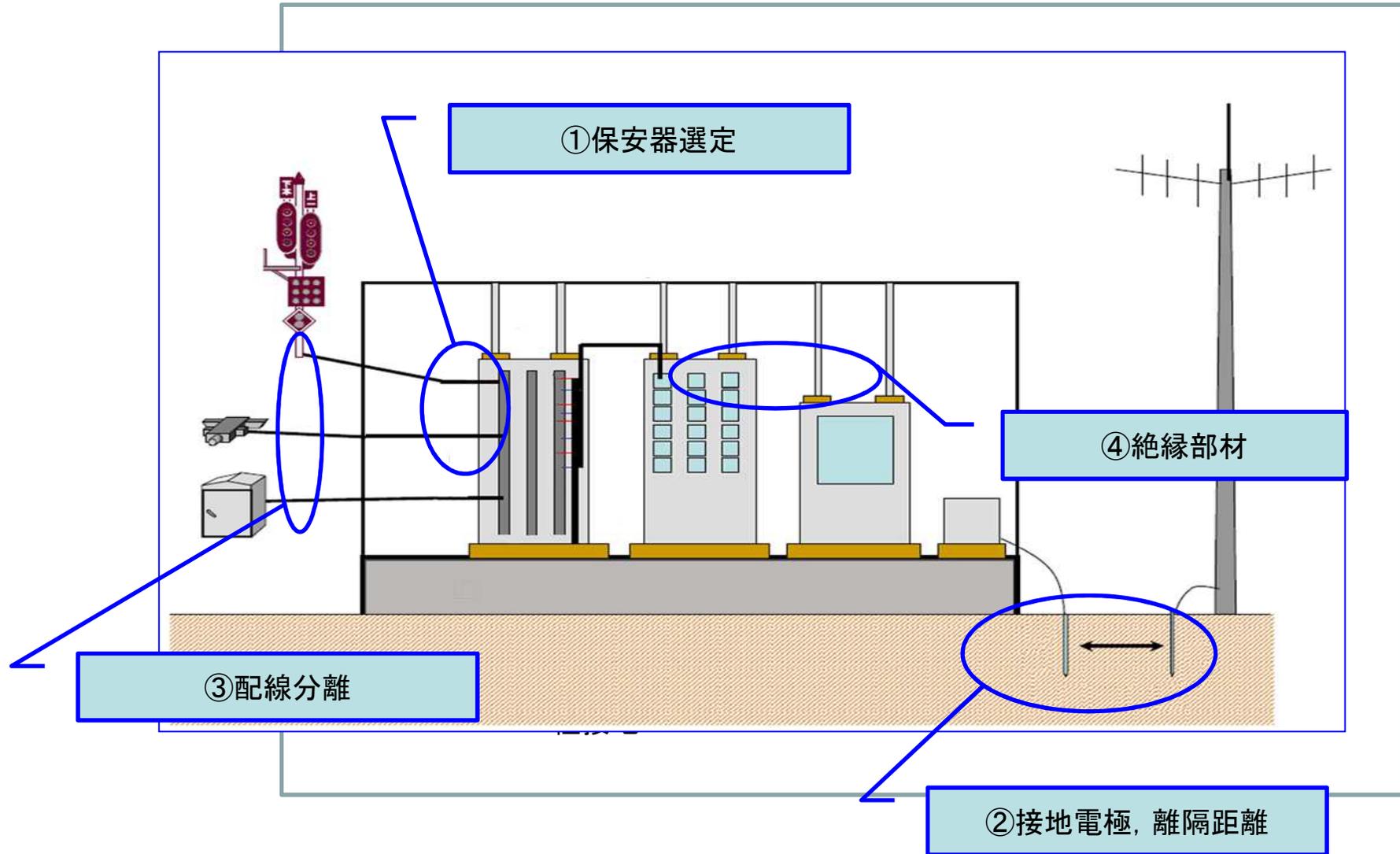
通信用絶縁モジュール

鉄道信号・通信の雷保護対策

- 信号・通信設備は、列車の安全円滑な運行に欠かせない大変大掛かりな設備
- 軌道回路の各種装置、ATS, CTC, 新幹線ではATCなどがある
- これらの設備は多機能・小型化が図られ雷に対しても脆弱化が避けられない
- 鉄道の信号設備はフェールセーフ。この考えに影響を与えない雷保護技術要求
- 鉄道信号の特殊性(き電線等との複雑な共存)から日本では信号設備は絶縁保護が主流となっている



鉄道通信・信号設備の雷保護対策の注意点



鉄道通信・信号対策事例

信号・機器室



端子盤用保安器①



端子盤用保安器②



耐雷トランス



定常監視装置／伝送用トランス

電源、伝送、条件線等に各種保安器、耐雷トランスを設置

信号・踏切設備



踏切用器具箱



3DLR障害物検知装置



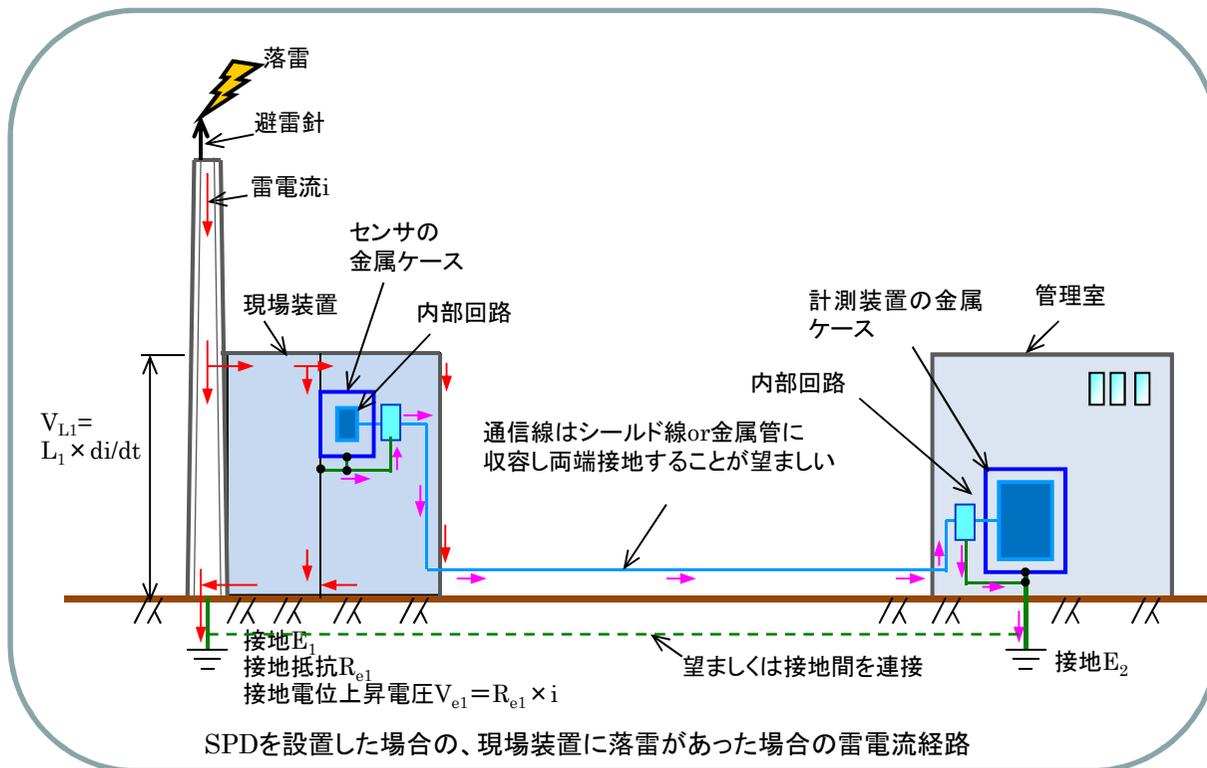
踏切制御子用外箱

踏切設備に、
各種保安器、耐雷トランス、
メディアコンバータを設置

(写真○部分が当社製品)

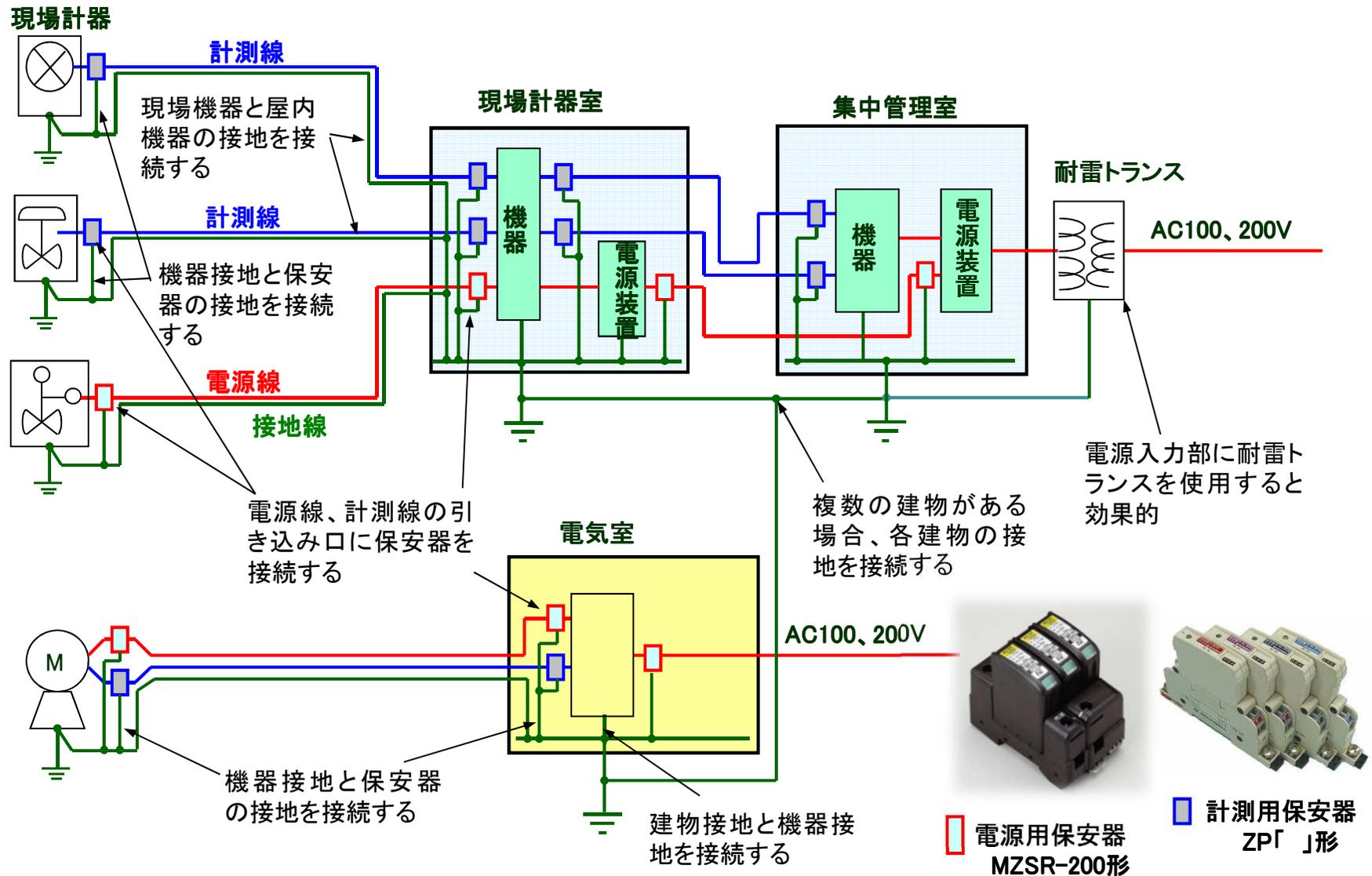
エネルギー関連施設の雷保護対策

- 大容量貯蔵タンク、煙突及びベッセル等高さのある構造物が多い
- 施設面積が広く受雷確率が高い(等価受雷面積が広がる)
- オフサイト施設と中央管理室とが通信・信号線電源線等が複雑に引き込まれている。
⇒ケーブルを伝搬する雷による被害。被害を受けやすい機器は以下の通り
- **現場側**: 液面計、温度計、流量計、漏油検知関係、電動弁・・・
- **計測・制御室**: 各種プラント制御・計装システム、LAN、入出荷管理システム、各種防災設備、セキュリティーシステム(現場側も)

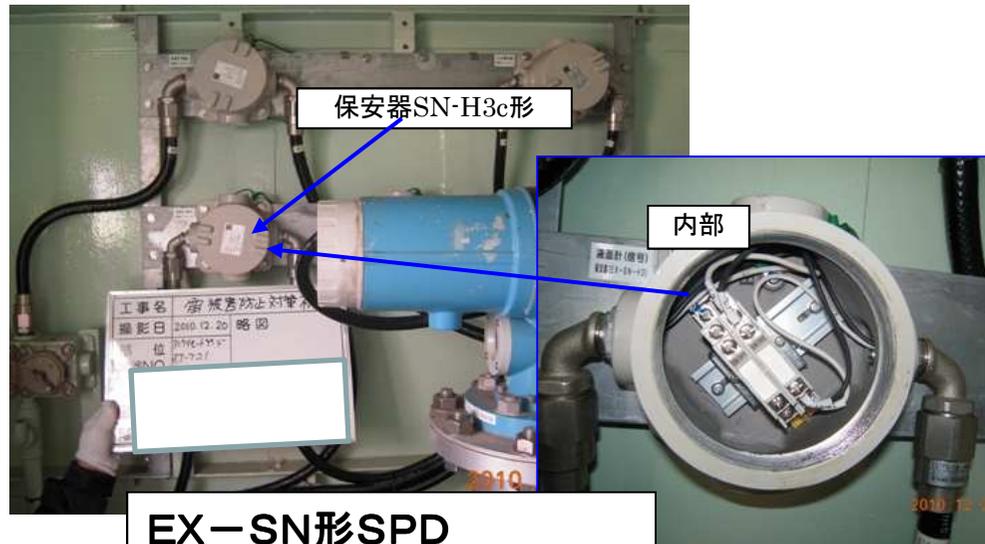
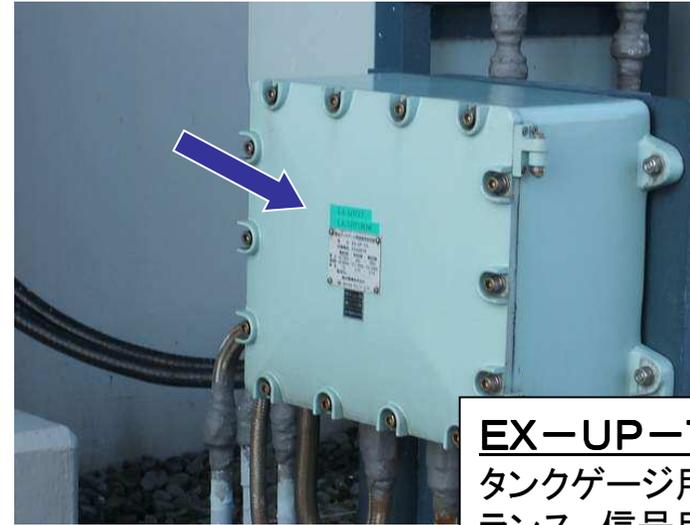


写真はイメージです

計測・自動制御回線の雷保護



防爆形SPDの設置例



無償資金協力事業における落雷対策のあり方

(独)国際協力機構(JICA), インテムコンサルティング(株) / (株)サンコーシヤ

■ 調査の背景、目的

- 各国の社会・経済発展に資する機材として、気象観測機材、通信・放送機材、VTS、空港、港湾保安設備など調達してきた。
- しかしながら電気・電子機器が落雷によって故障、損傷する被害が発生している。先方政府側で、機能回復が出来ない事例もある⇒追加支援
- 事態を改善するためには、予め機材/システムを雷被害から保護する対策を施すことが必要である。

■ 成果について

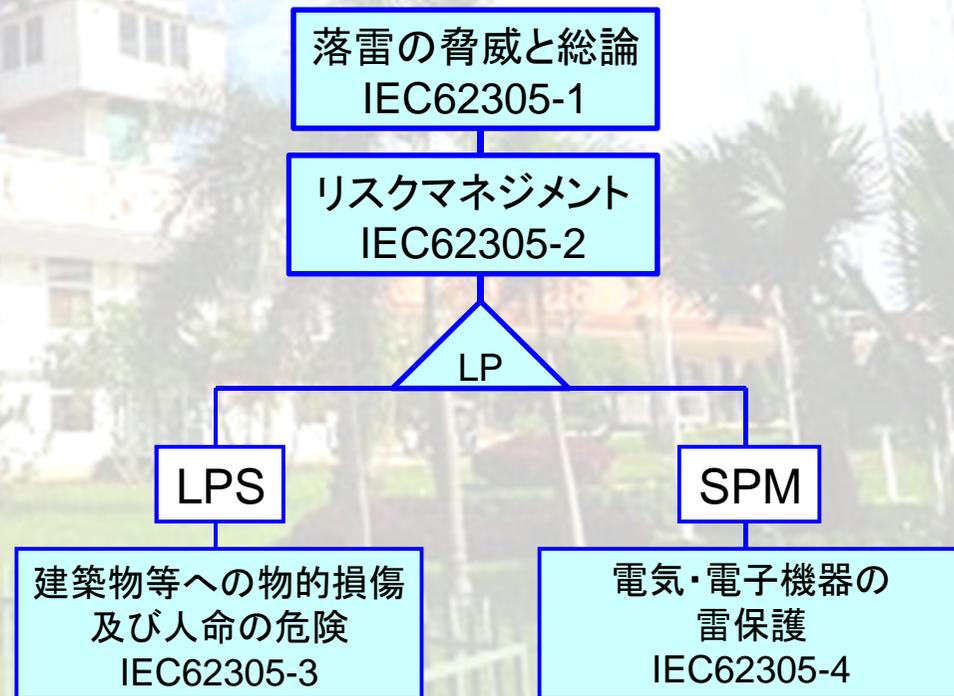
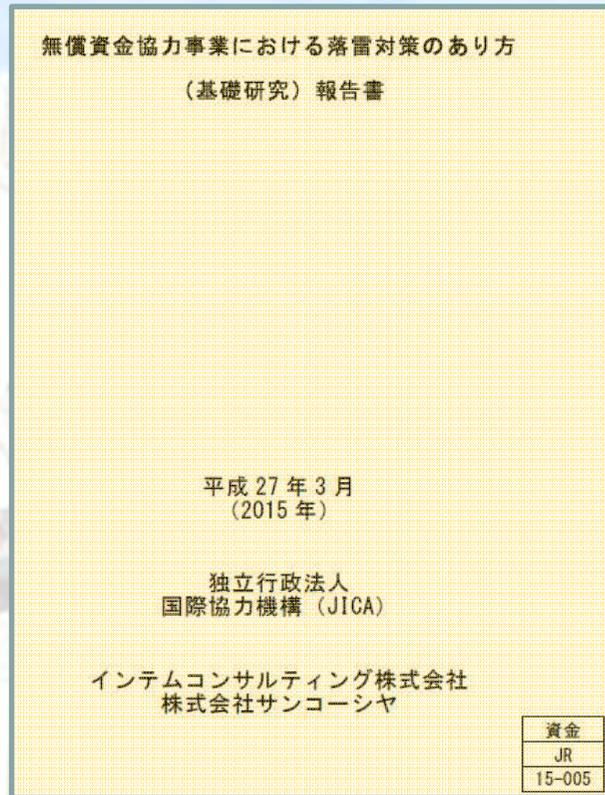
- JICA担当者/事業関係者向けの実務的な手引き「技術参考資料」の策定
- そのために、特に雷被害の多い無償資金協力3カ国(カンボジア、スリランカ、インドネシア)で調査を実施した。

■ カンボジアでの調査結果概要

- 雷保護に関する国内法規なし、複数の雷保護対策の混在、フランス統治時代の基準とIEC規格等が混在、設備ごとの対策基準の不整合、雷保護対策を維持する体制の欠如、雷サージ対策の不備、対策SPDの入手の困難性等

無償資金協力事業における落雷対策のあり方 報告書とその活用

- IEC TC81: 雷保護、62305シリーズによる雷保護システムを基準に作成を行った
- JICA及びコンサル会社などが適切な雷対策を策定でき、対策の設計・仕様を検討するために参考となる技術的な手引きとなるようにした



IEC TC81, IEC 62305規格群の全体構成

報告書 冊子

最近の実績

- 大手冷凍機メーカーの本社ビル雷対策
- 各大手通信事業者施設設備の雷対策
- 各電力会社/ガス会社施設・設備の雷対策
- 製薬工場/化粧品会社の雷対策
- 石油精製、備蓄/LNG関連施設の雷対策
- コンビニ向け大手食品工場の全国全事業所(BCP/雷リスク)
- 大手計装機器メーカー 全国の事業所(BCP/雷リスク)
- 大手自動車会社工場/自動車部品工場の雷対策
- JR各社、新幹線及び大手私鉄各社向け雷対策
- 官公庁施設の雷害対策、JICAの海外案件等

- 各大手通信事業者施設設備の指定部材
- 官庁、JR各社、各電力会社向け指定部材
- その他多数……

まとめ

- **雷はより多くなっているか？**
 - 雷を伴う局地的な短期集中豪雨は増加の傾向にある
 - 長期的な雷日数の推移も微増傾向にある
 - **雷被害は増加の傾向にあります**
 - 間接的な雷侵入経路の増加、ネットワークの広域化、配線の複雑化
 - 機器の小型高性能化に伴うサージイミュニティの低下
 - 多種多様のセンサとプロセス制御機器からなる大規模システムは雷害を受けやすい
 - **雷保護関連のIECと翻訳JISが新たに制定されました**
 - 直撃雷にも対応する総合的・合理的な雷対策を提示
 - 国交省の基準類に雷保護関連JISが取り入れられ運用されている
 - **雷害低減には総合的な雷害対策が必要です**
 - 管理者による施設設備とシステム全体の把握が必要
 - **専門メーカーの活用は有効な手段です**
- **落雷事故(人身事故)防止のために**
 - 落雷情報の入手⇒避難指示伝達手段⇒安全な避難場所の準備

施設・設備等の雷保護……

BCP対策をご検討ください

ご清聴ありがとうございました

