

避雷針は被雷針

「落として逃がす」から「落とさせない」に

落雷を抑制する
PDCE避雷針

P	Pararrayos	避雷針
D	Desionnizador	消イオン
C	Carge	電荷
E	Electrostatica	静電気

株式会社日本減災研究所

全国どこでも 大落雷 に見舞われる可能性がある

名古屋 大落雷

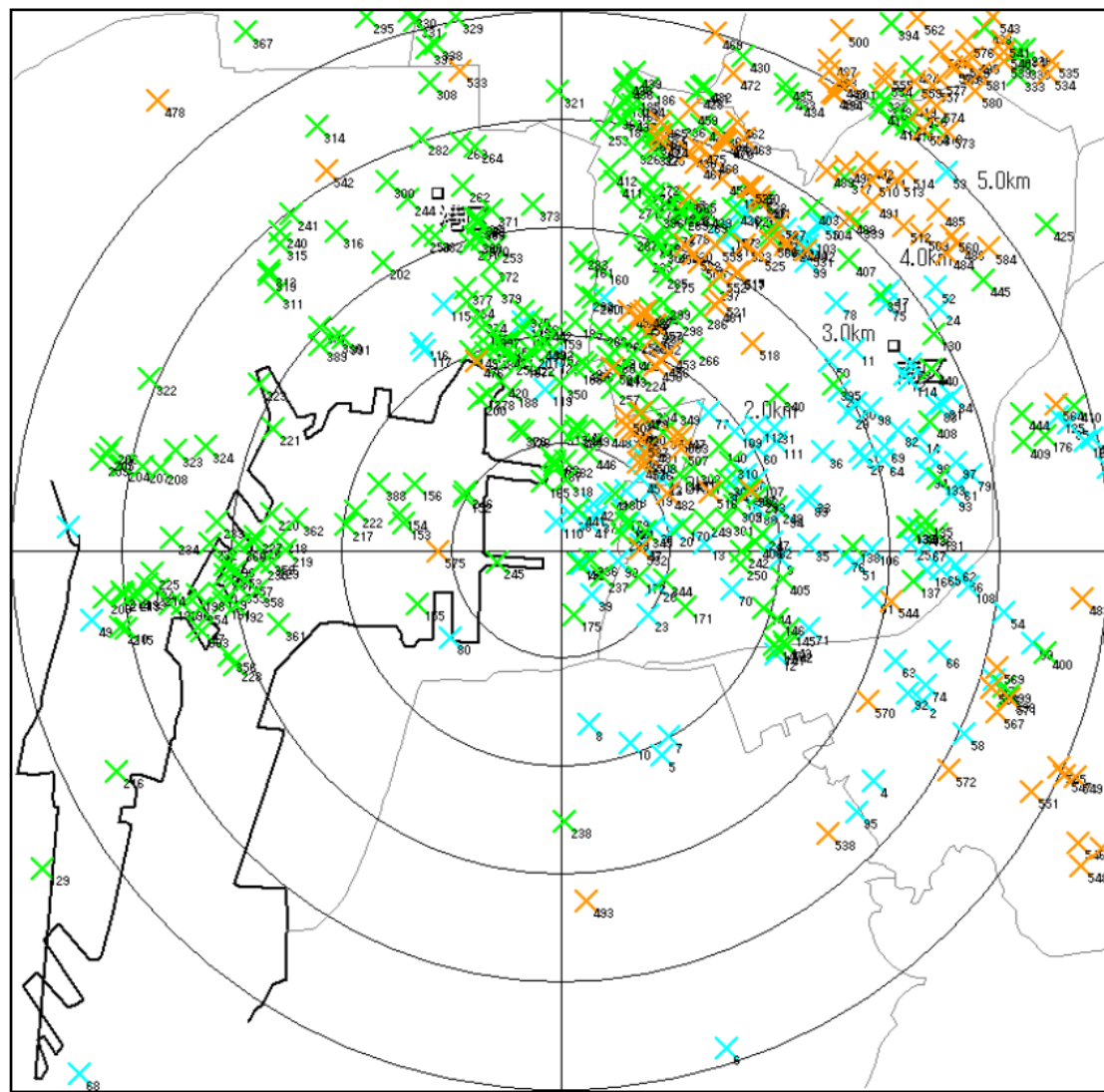
2012年8月11日 15:00 ~

名古屋市港区昭和町を中心にした
半径5Km内の落雷数

90分で584発

愛知県は、落雷被害全国
23位の平均的な県
栃木県の1/6 程度の被害額

そのような場所にさえ、このような
異常な落雷が発生している



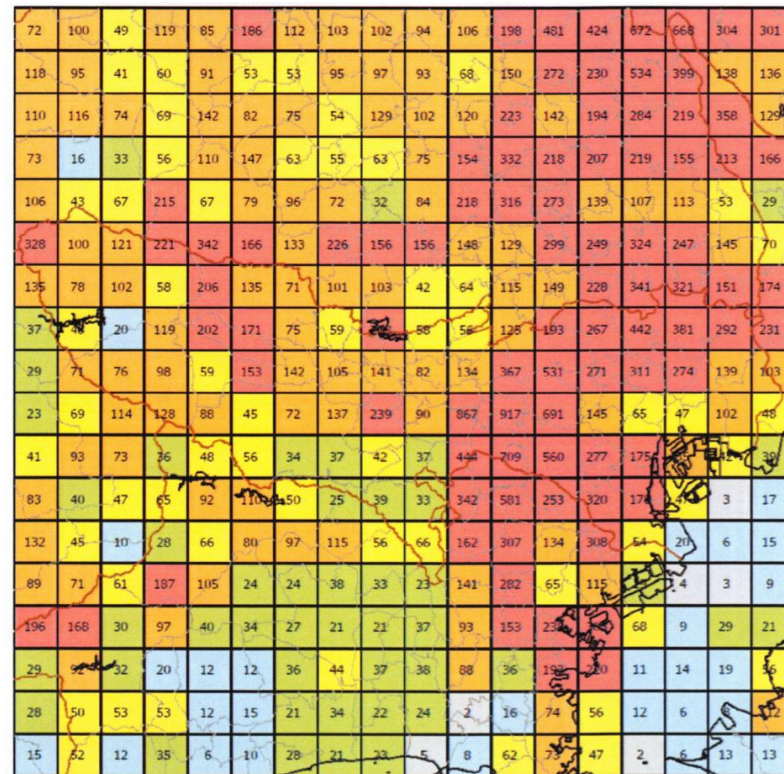
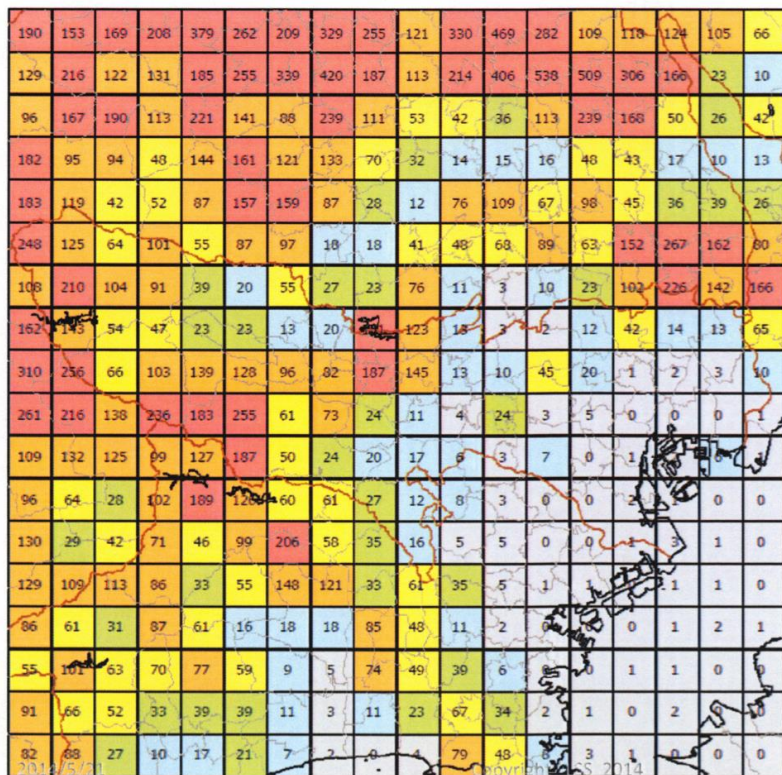
凡例: × 15:00 ~ 15:30 × ~ 16:00 × ~ 16:30 × ~ 17:00

落雷数の比較 東京

2010年

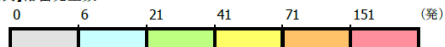
増加

2013年

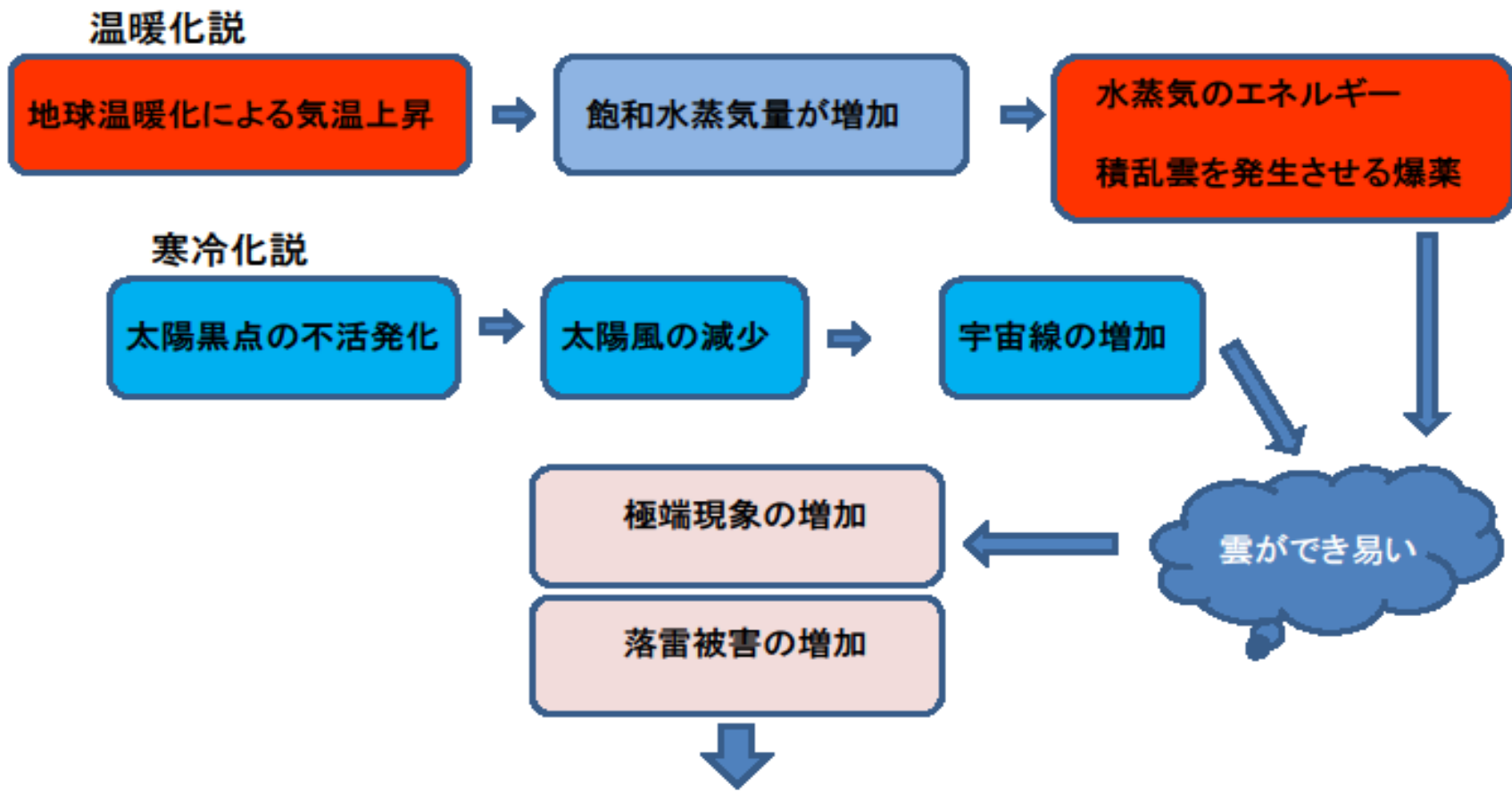


1月～9月(9ヶ月間)

【凡例】落雷発生数



落雷は益々増える 1



今後の天候の変化は今までの経験則の延長には無い

落雷は益々増える 2

【AFP＝時事】

森林火災や死亡事故の原因となり得る落雷の発生件数は、気候変動が原因で今世紀末までに50%ほど増加する可能性があるとの研究論文が、米科学誌サイエンス(Science)に掲載された。

米カリフォルニア大学バークレー校(University of California, Berkeley)などの研究チームが発表したこの論文は、地球温暖化が2100年までにどのように進行するかを予測する11種類の異なる気候モデルに、降水量と雲の浮力の測定値を適用した結果に基づくものとなっている。

同大の気象学者、デービッド・ロンプス(David Romps)氏は、温暖化が進むにつれ、雷雨の規模はますます爆発的になると述べる。

「温暖化が原因で、大気中に含まれる水蒸気量は増加する。『燃料』が増えるほど、点火した時に爆発の規模が大きくなる可能性があるのと同じだ」雷が受ける影響についてのこれまでの推算では、降水量との密接な関連性がない間接的な手法が用いられていた。そこから導き出された結果は、温暖化で気温が1度上昇するごとに、雷の発生数が5～100%の範囲で増加するというものだった。

一方、今回の最新研究では、大気中の空気を上昇させるエネルギーと降水率とを合わせて考慮する手法に基づいている。研究チームは、無線機付き気象観測機器(ラジオゾンデ)を搭載した気球を米国各地で上げ、対流有効位置エネルギー(Convective available potential energy、CAPE)を1日に2回測定した。ロンプス氏は「CAPEは、大気にどの程度の『爆発性』があるかの尺度になる」と説明し、「今回の研究で、降水量とCAPEを組み合わせて用いることで雷を予測できるとの仮説を立てた」と続けた。

米国立測候所(National Weather Service、NWS)の観測データを用いて試算した結果、降水量とCAPEを知ることで、約77%の落雷の変動を予測できることを研究チームは明らかにした。

「落雷の予測を行う上でこの手法がいかに信じられないほど有効に機能するかに、われわれは非常に驚いた」とロンプス氏は話した。

■ 落雷の増加

降水量とCAPEという2つのパラメーターを複数の気候モデルに適用した結果、世界の平均気温が1度上昇するごとに、落雷が約12%増加することが分かった。気温が今世紀末までに4度上昇すると、落雷は50%近く増加することになるという。落雷は現在、世界で年間2500万回発生している。

落雷の発生数が増加すると、死傷者が増える可能性がある上、自然や野生動物に破壊的な影響が及ぶ恐れも生じる。

落雷率の増加が原因で、乾燥した森林地帯で起きる山火事の件数が増加し、多数の鳥や他生物が全滅したり、近隣の住民が危険にさらされたりする結果を招く恐れがある。

避雷針の歴史と問題点

— 避雷針の副作用 —

1752 ← 130年 → 1881 ← 135年 → 1899 → 2017

避雷針の発明
ベンジャミン・フランクリン

エジソン電気照明会社

無線電信 実用
マルコーニ

現代文明は電力依存

避雷針

落雷は安全に誘導すれば良かった時代

何故、265年前の技術に頼りきっているのでしょうか？



二つの問題点

1. 雷電流の処理 地面に流しても周囲に副作用
2. 補足率は100%ではない。避雷針周囲への落雷を誘発

電力/情報ネットワーク時代
では、ワザワザ落雷を発生させれば副作用が問題になる

スマートグリッド時代の雷対策

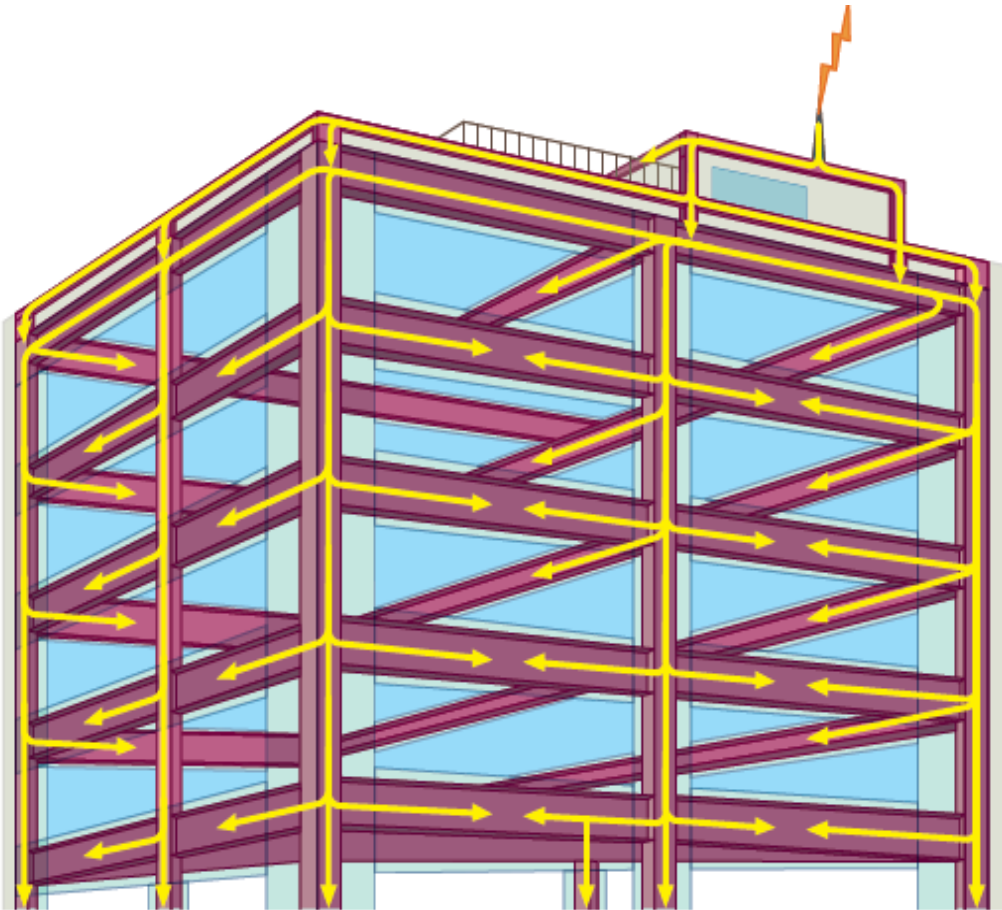
「落雷を発生させない」



オイル・ランプ

落雷を誘導しても意味がない (その1)

落雷を避雷針に誘導しても雷電流の副作用が大きく解決にならない



9割のビルは、ビルの鉄骨構造を接地に用いている

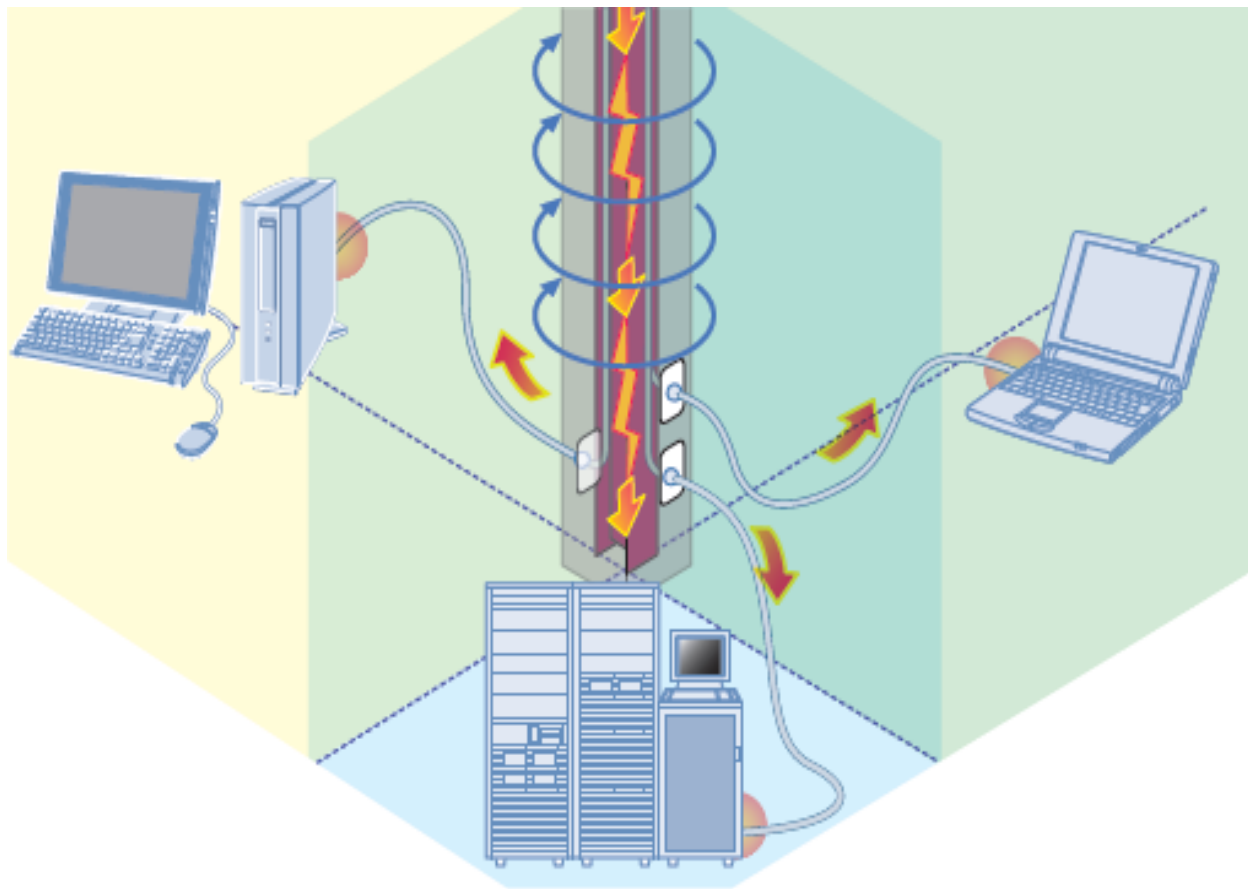
雷電流は、ビル鉄骨を分岐して流れ、付帯設備に影響する

避雷針は、**建物の保護**が目的

付帯設備は、**護れない**

エレベータ制御装置、PCや電子機器、他

落雷を誘導しても意味がない (その2)

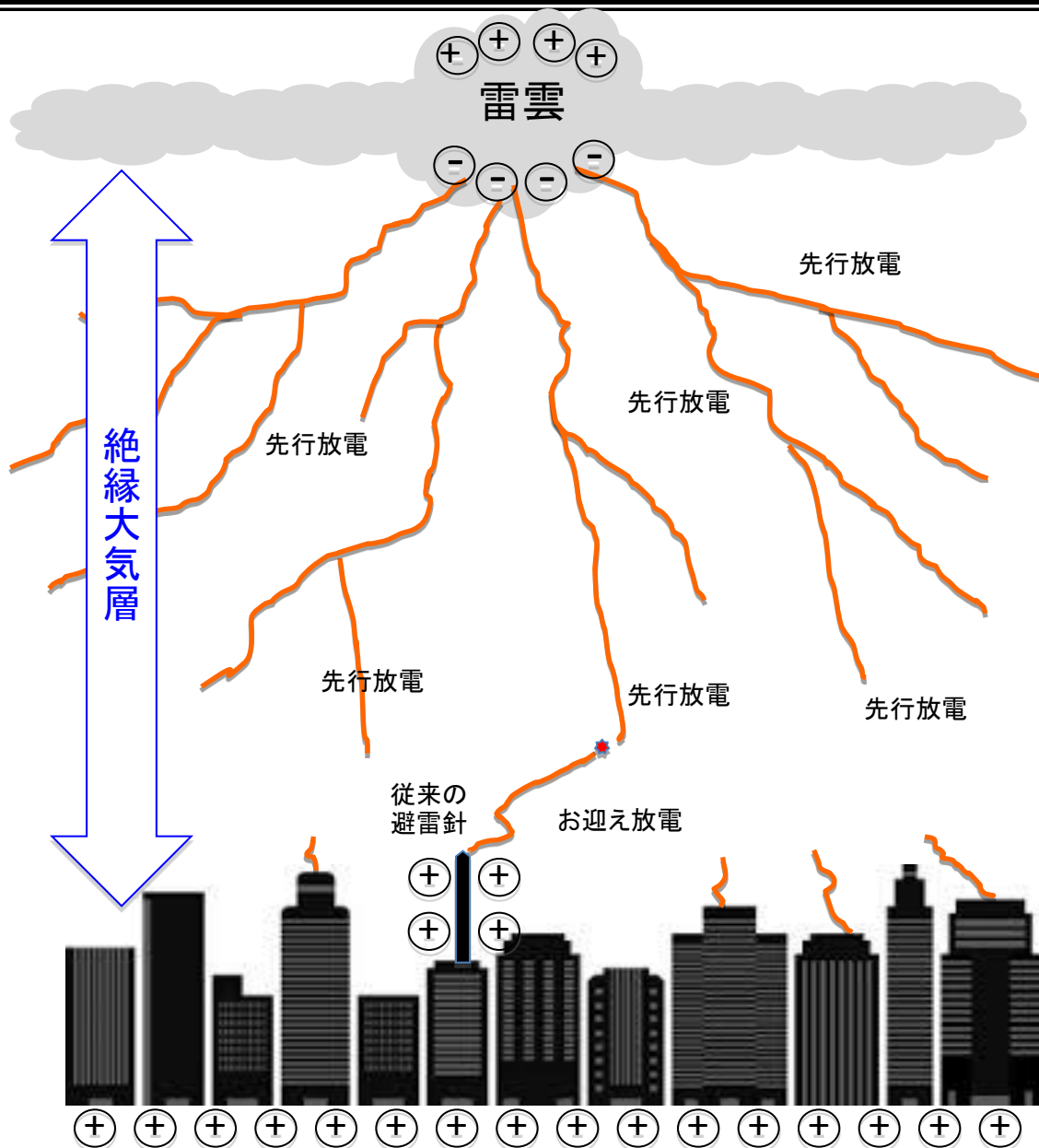


ビルの中には配線が多数ある

- 電力用配線
- 照明用配線
- 情報配線
- 電話配線
- エレベータ用配線
- ポンプ用配線
- セキュリティ用配線
- ビル管理用配線

鉄骨付近を並走する配線には誘導電流が流れ、機器に異常をきたす

落雷のメカニズムと従来の避雷針



1. 雷の発生

雲の中の氷粒同士の摩擦により静電気が発生し、雲の下部にはマイナス電荷が蓄積され、これに伴い地上表面にもプラス電荷が発生する。

2. 先行放電

ある極処に、限界以上の電荷が蓄積されると、空気絶縁が破壊され、一気にバーストし、イオン化した分子が先行放電として、空気絶縁の弱い処を通り、上空から地上に向かって雨のように降り注ぐ。

3. お迎え放電

空気絶縁が破壊される程電荷が溜ると、その電圧に誘発され、地上からもお迎え放電が発生する。このお迎え放電と先行放電とが帯電したイオンレベルで接触して放電路ができる。

4. 落雷

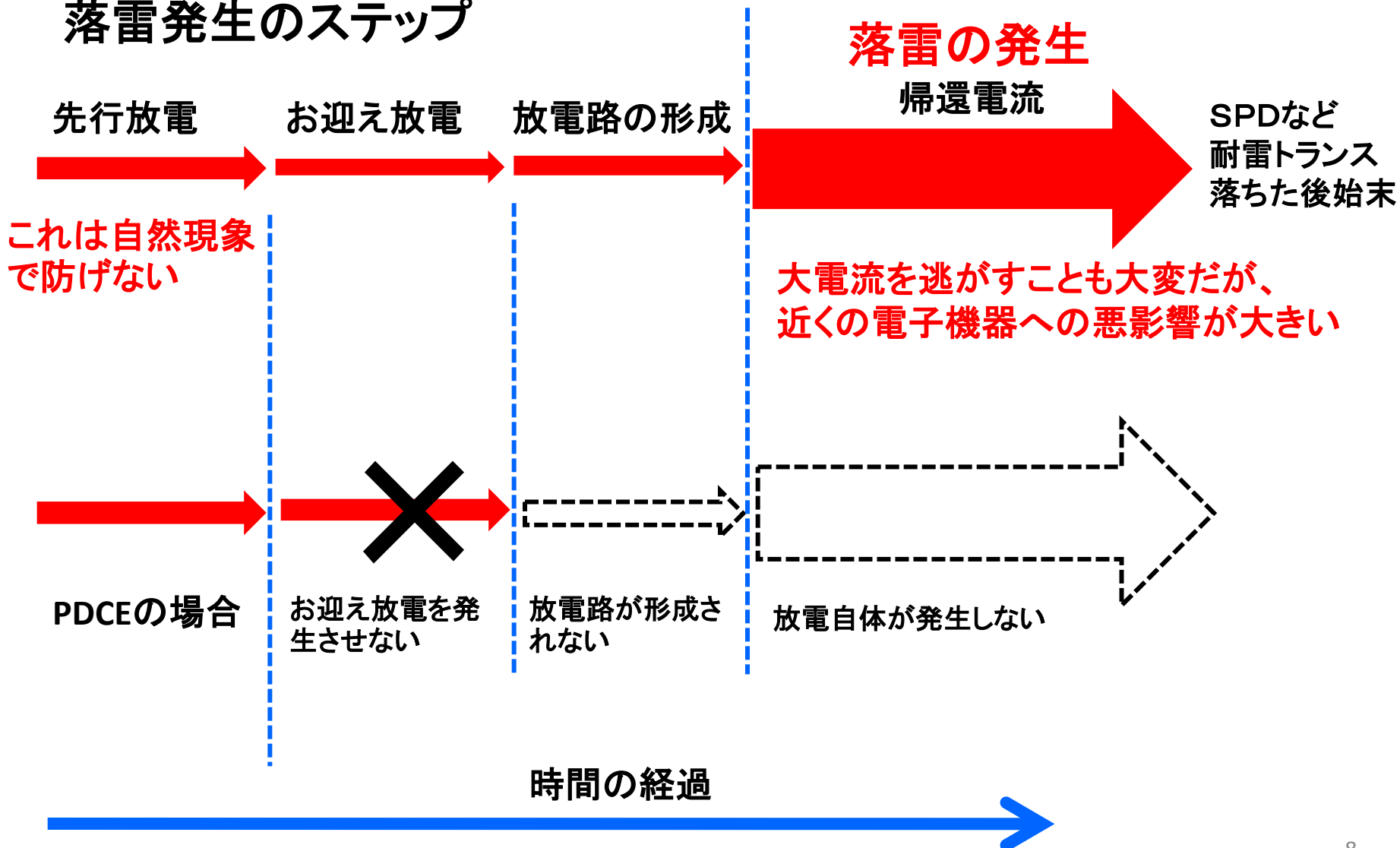
お迎え放電と先行放電が接触し放電路が形成されると、その経路を通して絶縁大気層をはさんで溜っていた蓄積電荷が大電流となって地表へ一気に流れる。

*従来の避雷針は先端を尖らせて、お迎え放電を出易くして先行放電を誘引し、更に高く掲げる事によって、他の低い建物より先に先行放電を補足し易くしている。

落雷のメカニズム

—時間軸で見ると—

落雷発生ステップ



PDCE効果 2009年冬季実例

冬の雷雲がPDCEが付いた鉄塔に近づき
2009年2月11日14時48分15秒
鉄塔近くに落雷する

鉄塔

09 02/11 14:48:15.462 T. NO.01

PDCEの効果 2009年冬季実例

21秒後(14時48分36秒)
鉄塔の反対側に落雷した

PDCEにより鉄塔からの
お迎え放電は出ないので
鉄塔には落雷しない

鉄塔

09 02/11 14:48:36.225 T. NO.01

従来の避雷針の危険性（界雷と熱雷）

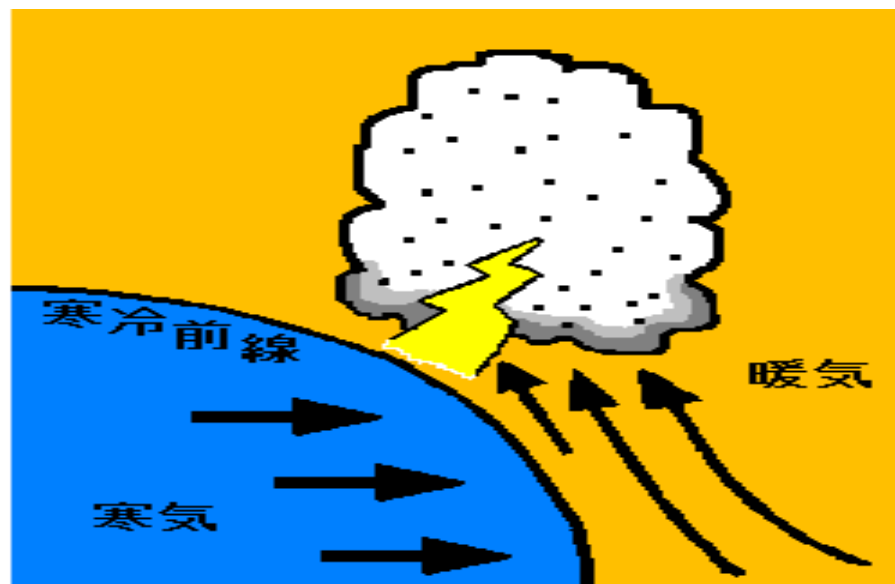
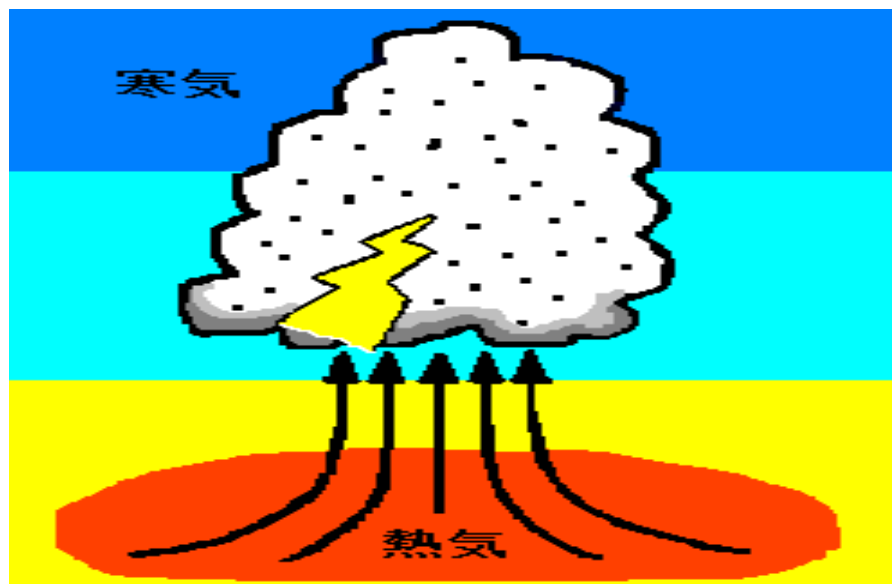
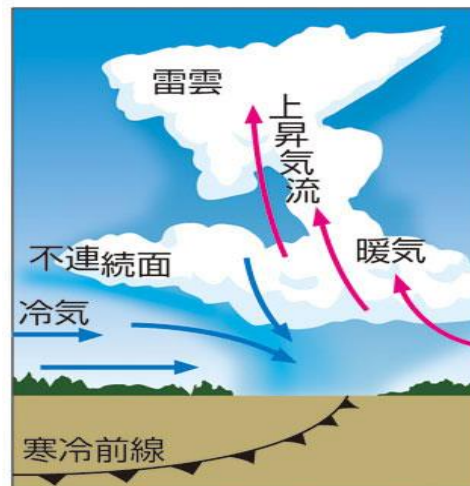
界雷

- ・ 寒冷・温暖前線によって発生（冬の日本海等）
- ・ 幅は40～50Km、長さは数百Km、高さは低く、通過時間が長い

熱雷

- ・ 地表の熱気によって発生（夏の積乱雲等）
- ・ 幅・長さ共25Km程度、高さは1万m以上、通過時間は短く、25分～30分程度

界雷 雷雲の発生



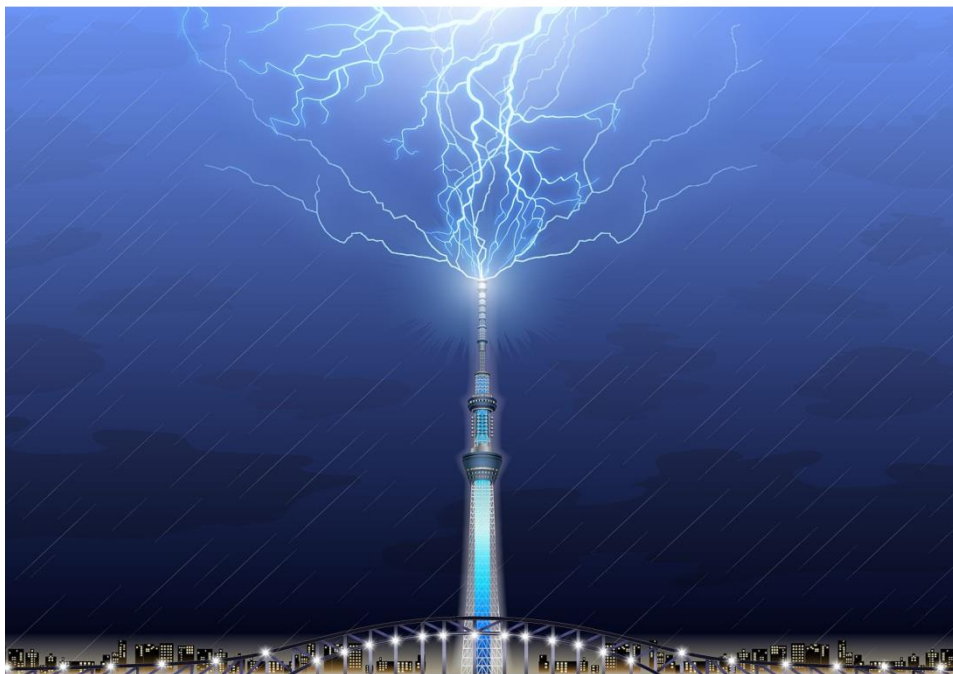
従来の避雷針の危険性(界雷はお迎え放電落雷)

1. 熱雷と界雷との違いによる落雷傾向

- ・ 熱雷は狭い範囲に1万m以上の高さの積乱雲で発生のために、蓄積電荷は数百億ボルト、従って電圧が高いので、上から空気絶縁を破ってくる先行放電による落雷が主。
- ・ 界雷は幅40Km長さ数百Kmと広範囲に亘がり雷雲も比較的low、1か所に高電荷が貯まり難いので、下からのお迎え放電による落雷も起こる。(特に従来型避雷針では多発)

2. 界雷では従来型避雷針は落雷を誘因する



- ・ 界雷下では従来型避雷針が地上の電荷を集めたお迎え放電により、余計な落雷を招いている。



事例 インドネシア・テレコム バタム島での112mの鉄塔



インドネシアテレコム バタム島での結果

Before	年間雷日数 約180日	該当施設への落雷	毎月1-2回
			
After	年間雷日数 約180日	該当施設への落雷	ゼロ

周辺の鉄塔にも雷サージ・カウンターを設置したが、周辺部での落雷は今までと同じく多数の落雷(400m離れた鉄塔で11kAを記録)

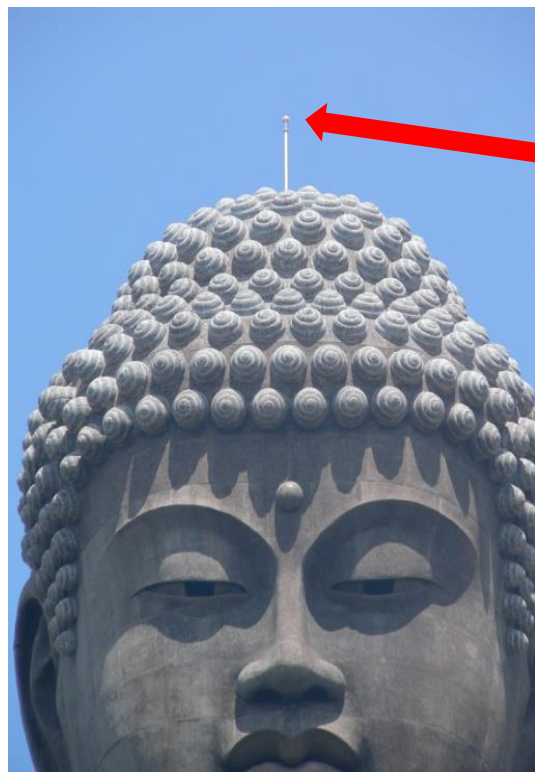
2009年4月より今まで無事故を継続

事例 牛久大仏



浄土真宗 東本願寺派本山東本願寺によって造られた
全高120m(像高100m、台座20m) **ブロンズ立像としては世界最大**

高さ85mの展望台まで参拝客が上がり、落雷でエレベータ制御装置が壊れると降りて来られなくなる



PDCE避雷針

参拝客の安全のために落雷を防いでいる

事例 地球深部探査船「ちきゅう」



PDCE 避雷針

2011年7月から
2012年2月まで
のスリランカでの
調査において

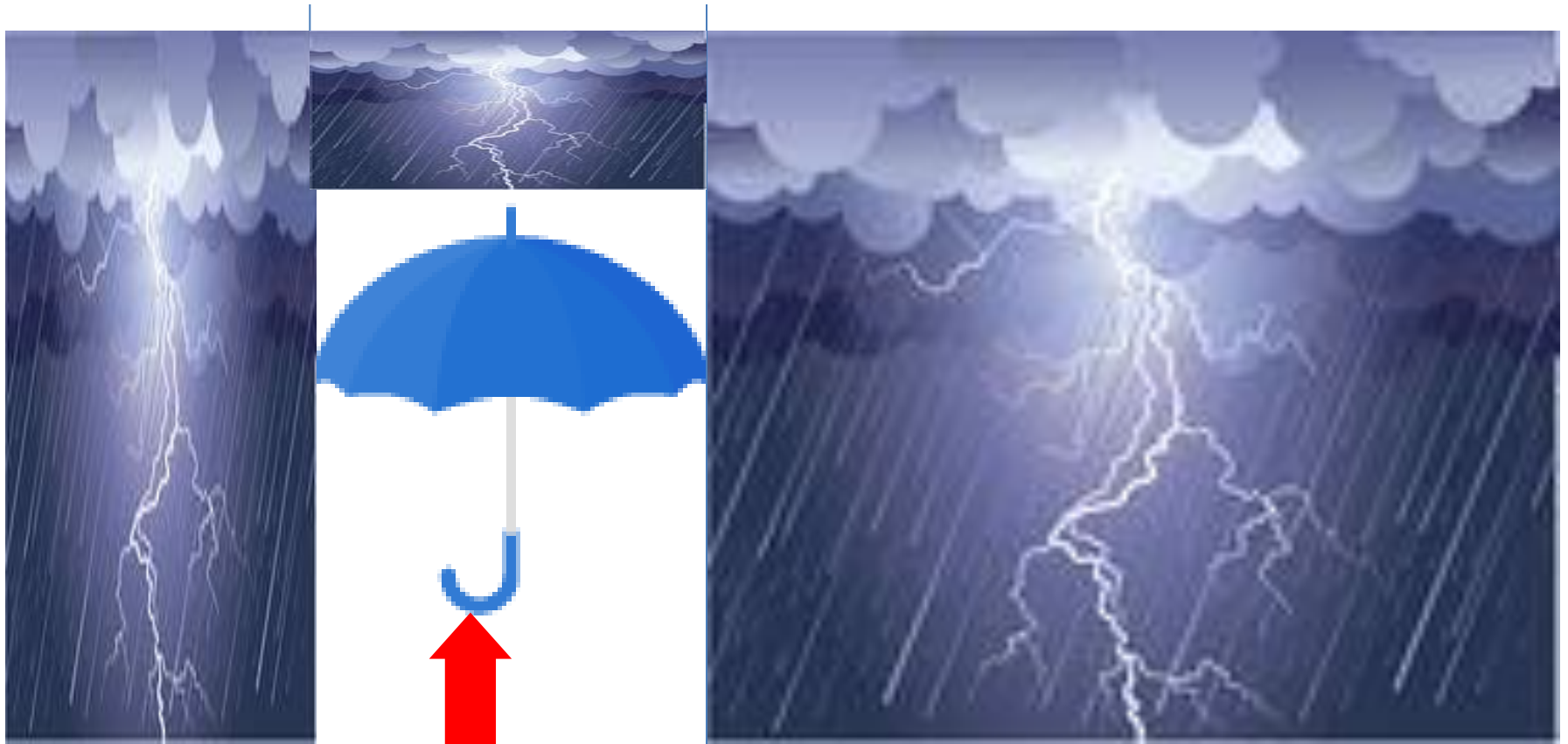
「本船付近への
海面への落雷が
多数あるも本船
への落雷ゼロ」

船内には多数の科学機器が搭載されている

PDCE避雷針だけでは護れない

自分は傘 (PDCE) で守っても

共通接地 = 同じ下水道
上流の豪雨で下流の下水が氾濫



他の場所での落雷が共通接地を通じて侵入する

雷撃による電位上昇

落雷の条件

大地低効率	300Ω・m
流入部接地抵抗	100Ω
雷激電流	50kA

落雷地点からの距離(m)	電位上昇(kV)
10m	239
20m	119
30m	80
50m	48
70m	34
100m	24
120m	20
130m	18
160m	15
180m	13
200m	12

PDCE避雷針の種類

—形状と大きさ—

最終の形状が同じとは限りません。 おおよその縮尺を表したものです。



	Magnum	Marine	Junior	J-Marine	Baby	HT300/HT500
	汎用 冬季雷対策	船舶用 「ちきゅう」搭載 耐振動性向上	民家、小規 模施設用	振動対策 交通、運輸、 小型船舶用	屋外設備・ スポット用	煙突用 300°C/500°C 高温環境用
直径	24cm	24cm	20cm	20cm	12cm	24cm
重量	9Kg	13Kg	5Kg	5Kg	2Kg	15kg
保護 範囲	1:5	1:5	60度	60度	Spot max 60度	1:5