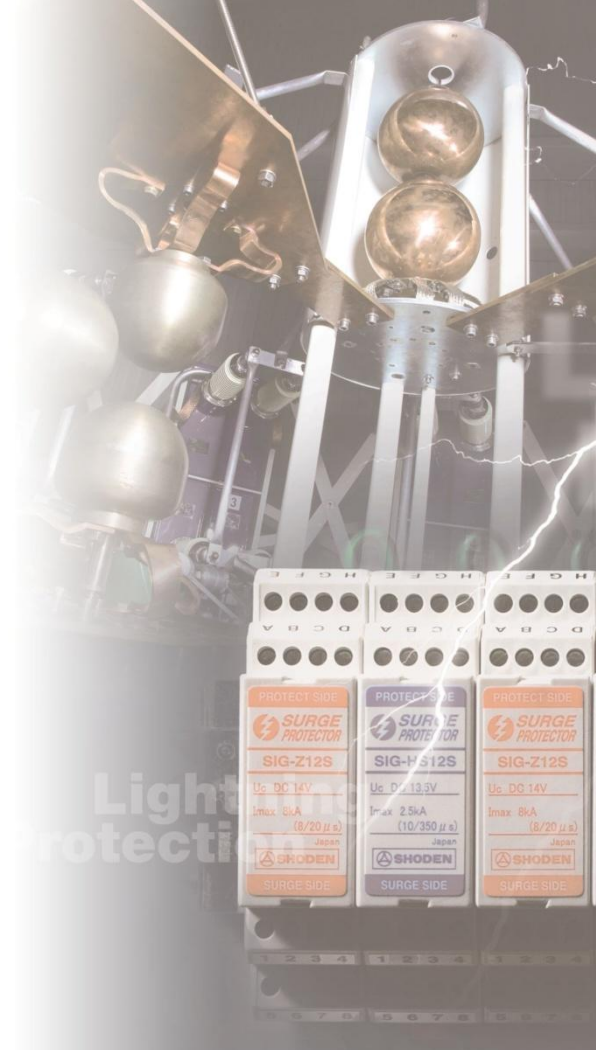


雷害とその対策

～雷から高度情報化社会を守るには～

24, May, 2010

東京海洋大学

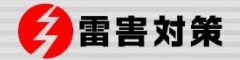


株式会社 昭 電

技術開発部

柳川 俊一

0. 内容



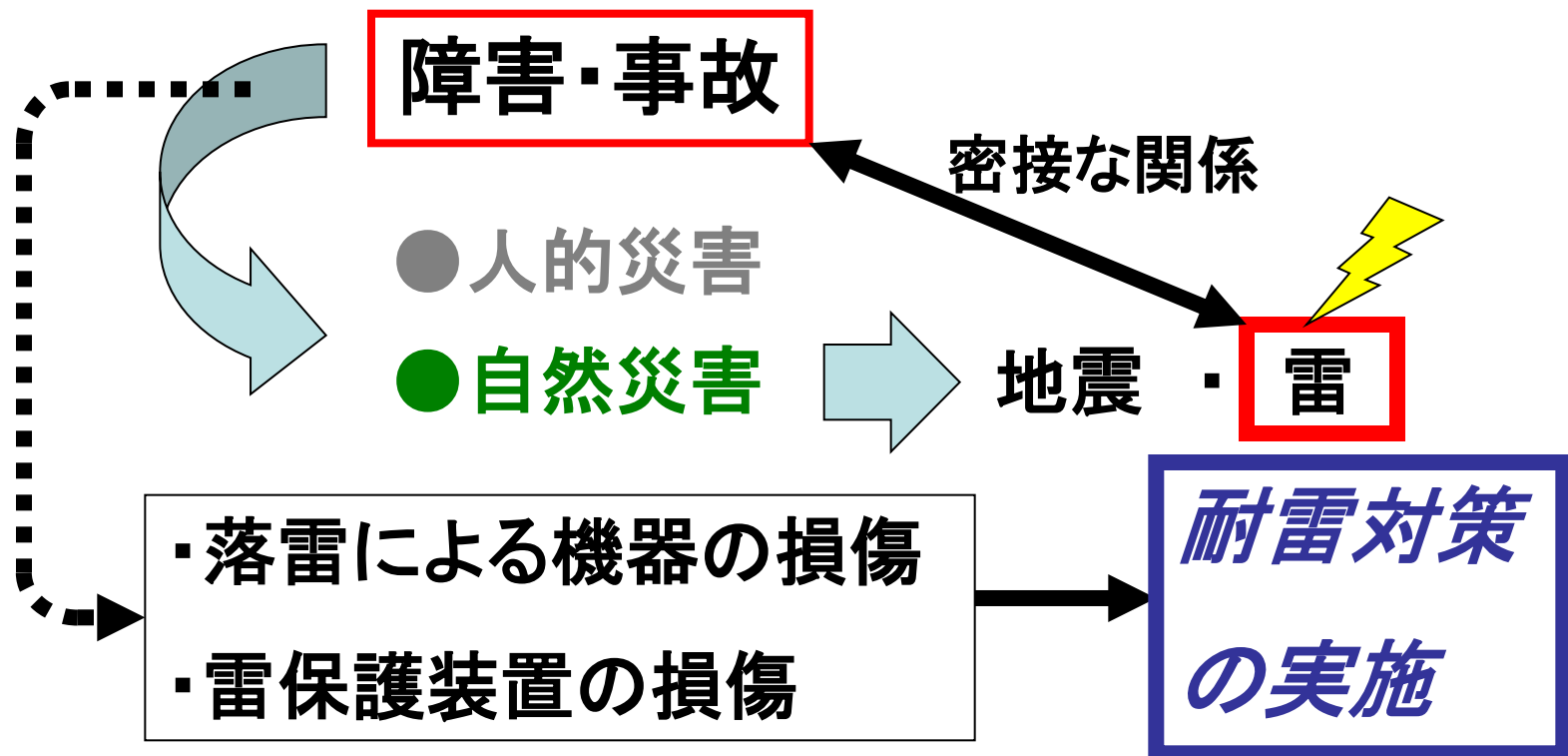
Contents.

- ・背景
- ・雷現象
- ・雷災害の実態
- ・雷情報の利用と雷撃頻度
- ・雷害の実際
- ・雷害対策
- ・効果的, 信頼性up
- ・評価, 検証
- ・おわりに

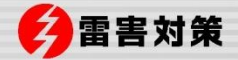
1. はじめに

Motivation.

異常気象？ カミナリ被害が後を絶たない・・・



1. -1 雷現象



• 雷放電

Lightning phenomenon.

- ベンジャミン・フランクリンが凧揚げの実験により、雷が放電現象であることを発見。

1753年 避雷針を発明

出展:



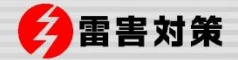
夫古の識者なき時代には、雷を惡しき神の叫びと唱へ、人々恐れ怖きものなるが、フランクリンと云ふ人世に出てて後は、斯る惑を説くものもなく、此災を避る道具も出来し、人の幸ひ限りなし。フランクリンは亞米利加合衆國の人にて、世に名高き英雄なるが、年少の時より諸學に志を潜め、殊に越曆の學問に秀で、奥義を極めしより、雷も雷も皆越曆の可作ならんと思付、屹度工夫を廻らし、彼千七百五十二年我延享元年六月に至り、雷雨の起るを待ち紙

雷避の柱の事

天
變
地
異

慶應義塾同社 小幡篤太郎纂輯

1. -2 雷現象



Lightning phenomenon.

—雷現象の本質が解明されはじめたのは最近である。

1926年 C.V.ボイスが回転カメラで解明
1938年 E.S.ビル オシログラフで観測

まだまだ不明確な点が多い分野である。

1. -3 雷現象

Lightning phenomenon.

出展:



鳶を空中に放ちたるに、雲間の越層絲に傳はり、種々の試験に上せけるに、聊も尋常の越歴に異なる事なきを發明せり。歐羅巴の學者も之を聞傳へ、又同じく試験したるに、全くフランクリンの説に相違なきより、世の説一變し、電は越歴の火花にて、雷は陽の越歴と陰の越歴と合はんとする時脈一つの間に二十八萬里の遠路を馳する故、空の氣遂に其行跡の空所を塞がんとするより霹を發すると云ふに極まれり。元來越歴とは天地間の萬物に具はりたる一種の氣にて、萬物皆多少に此氣を持たざるはなし。琥珀と硝子とに最も多く、人

近年の観測結果によると、

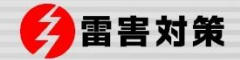
第1雷撃 : $9.6 \times 10^7 \text{m/s}$

後続雷撃以降 : $1.2 \times 10^8 \text{m/s}$

280,000里/脈(普通の人間:60回/分)

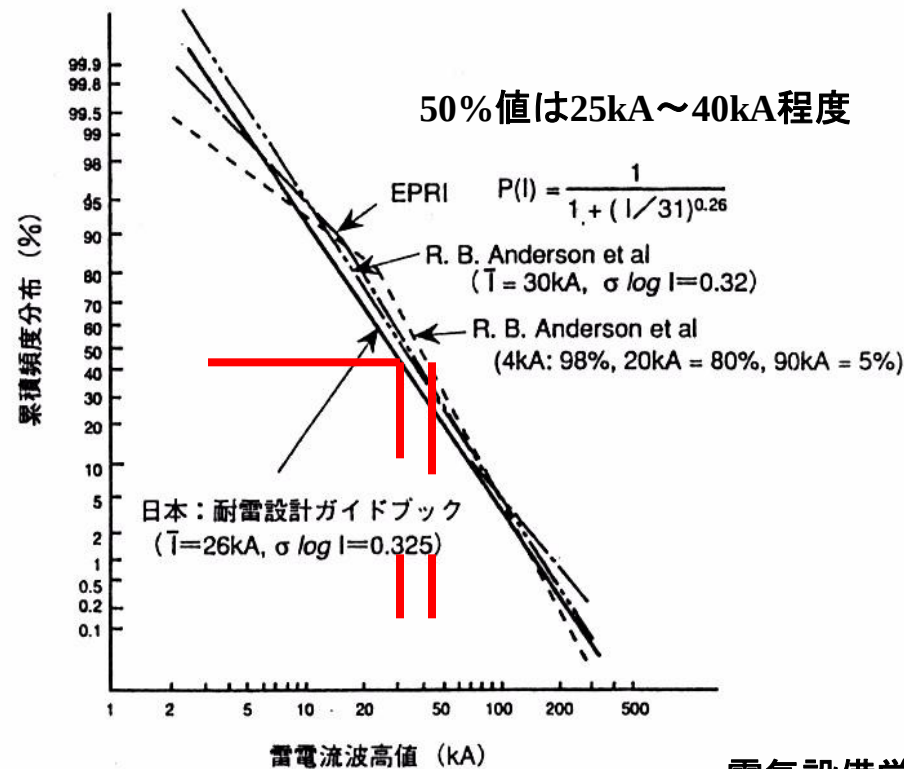
$\div 1,120 \text{km/秒} \div 1.12 \times 10^6 \text{m/s}$

1. -4 雷現象



Lightning phenomenon.

その大きさは？



電気設備学会：雷と高度情報化社会より

2. -1 雷災害の実態

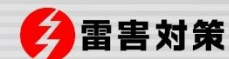
The actual condition of lightning disaster. -1

●雷災害における停電事故や死亡事故の実態

●ライフラインに関わる最近の主な落雷障害

2007, 8, 22	首都圏に落雷	JR常磐線, 湘南新宿ライン, 埼京・川越線, 京浜東北線, 京葉線, 東京臨海高速鉄道に遅れ発生
2007, 8, 19	兵庫県内に落雷	播磨・但馬・丹波・淡路 計17,300世帯停電 姫路 約200世帯, 南淡路市 約350世帯停電 在来線・新幹線に大幅遅れ発生
2007, 8, 7	北海道・岩手県 地方に落雷	女満別の道の駅で男性が首に大やけど 岩手県陸前高田の海水浴場の砂浜で小3の男児死亡
2007, 7, 30	静岡県地方に 落雷	富士川で停電, 浜松市天竜区で10時間以上の停電
2007, 6, 7	山形県地方に 落雷	山形市の民家が落雷により火災 父親, 小3・小1の姉弟死亡

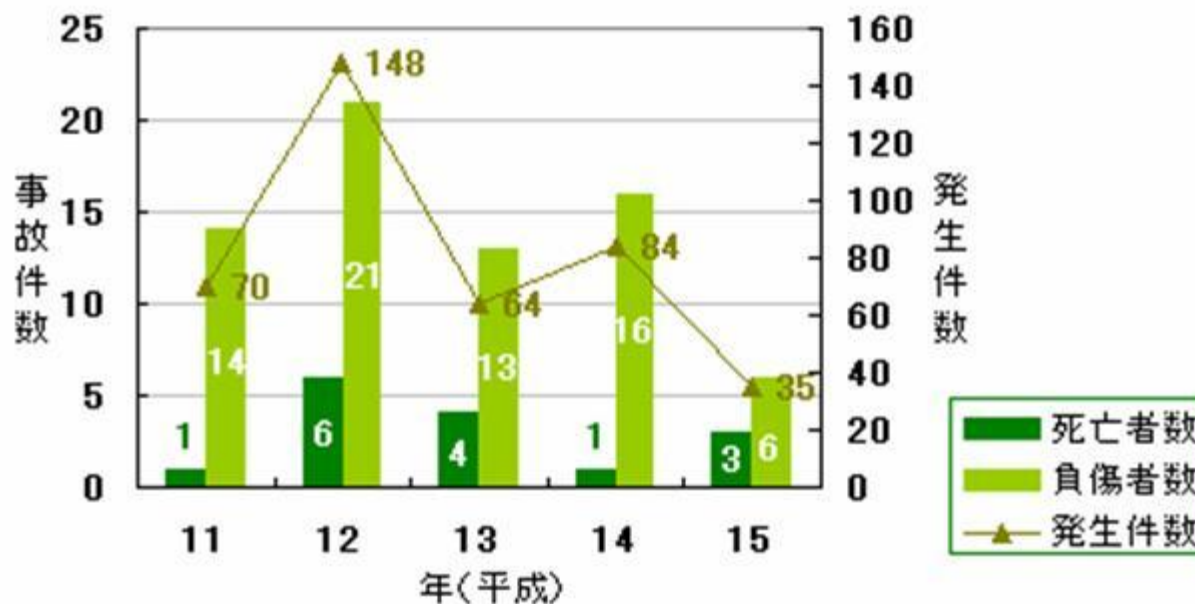
2. -2 雷災害の実態



The actual condition of lightning disaster. -2

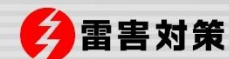
●落雷による人身事故

災害事故発生状況(落雷)

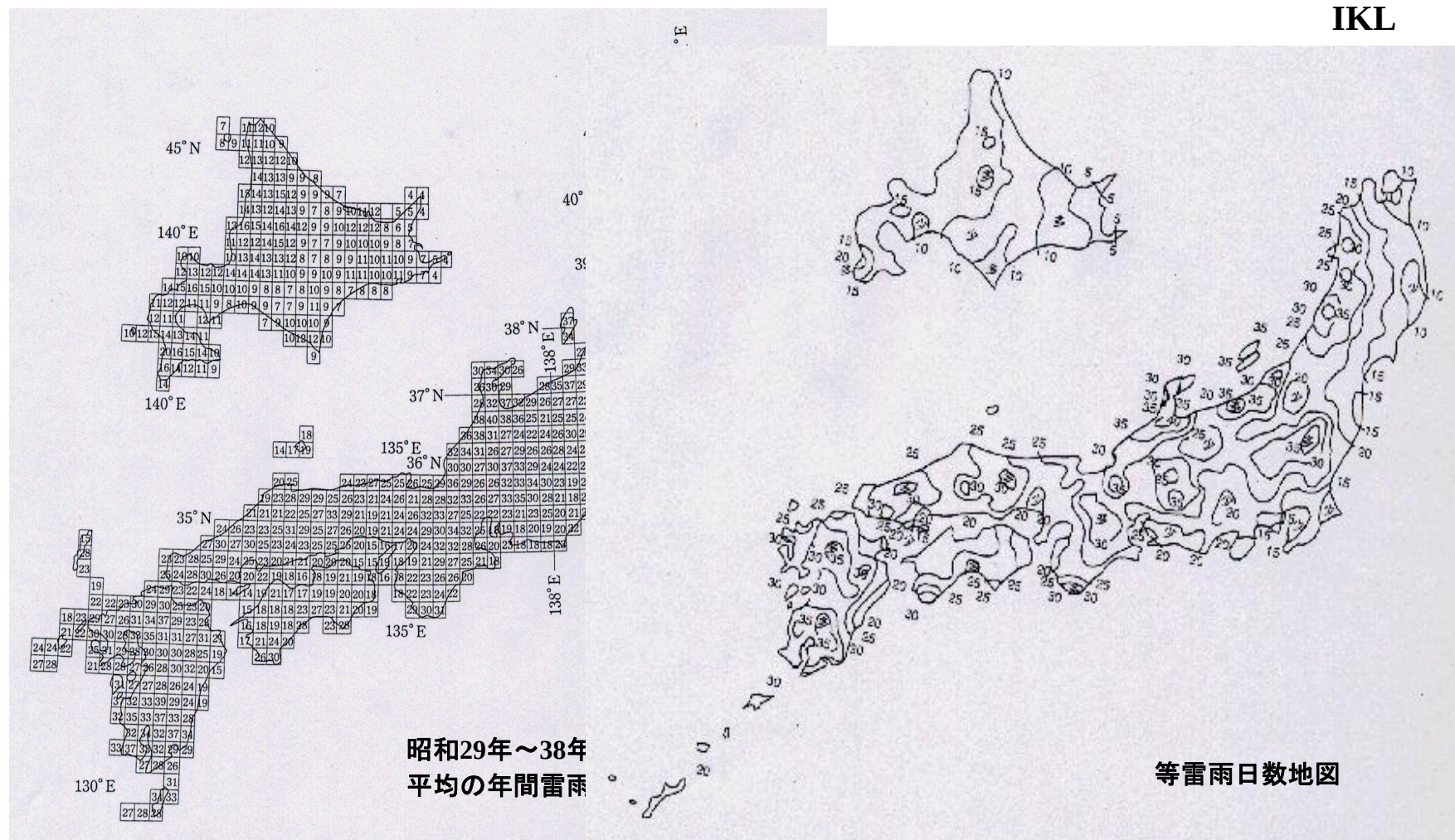


参考資料: 平成16年警察白書より

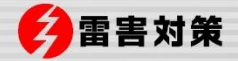
3. -1 雷情報の利用 (年間雷雨日数分布)



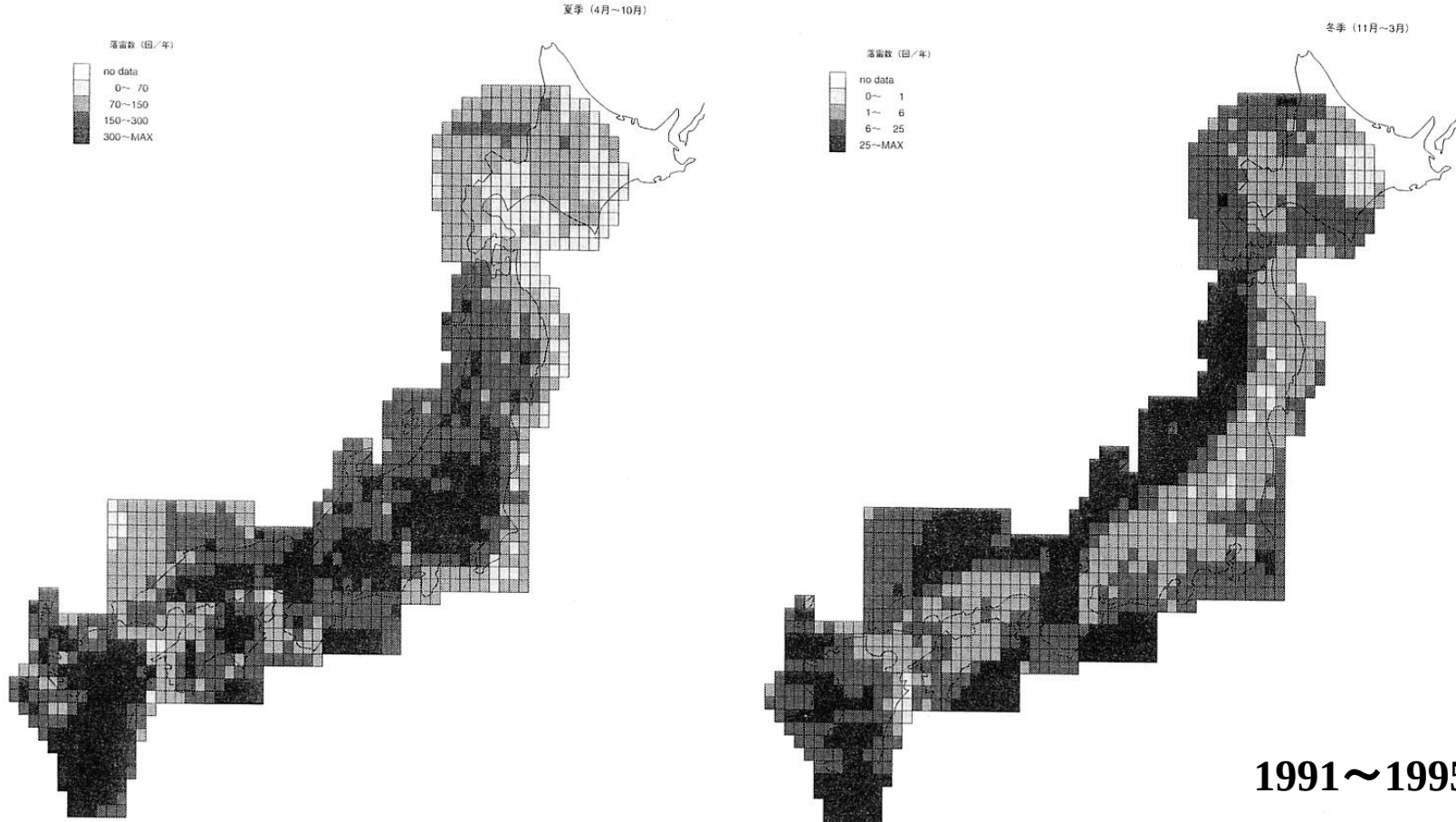
IKL



3. -2 雷情報の利用 (雷撃頻度マップ)

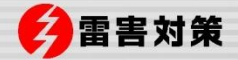


Annual lightning stroke days of LLP and LPATS. (Summer and Winter).



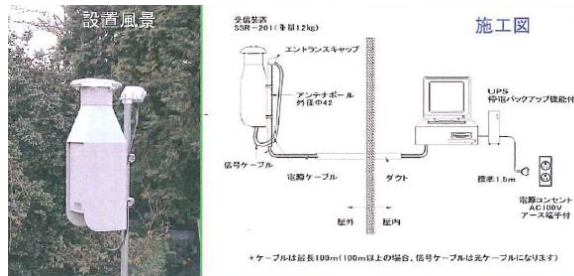
参考資料: 電気設備学会: 雷と高度情報化社会より

3. -3 雷検知情報の利用

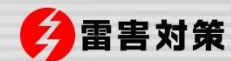


Use of lightning information.

落雷, コロナ放電, 雲間放電の電磁界を検知して情報を発信！

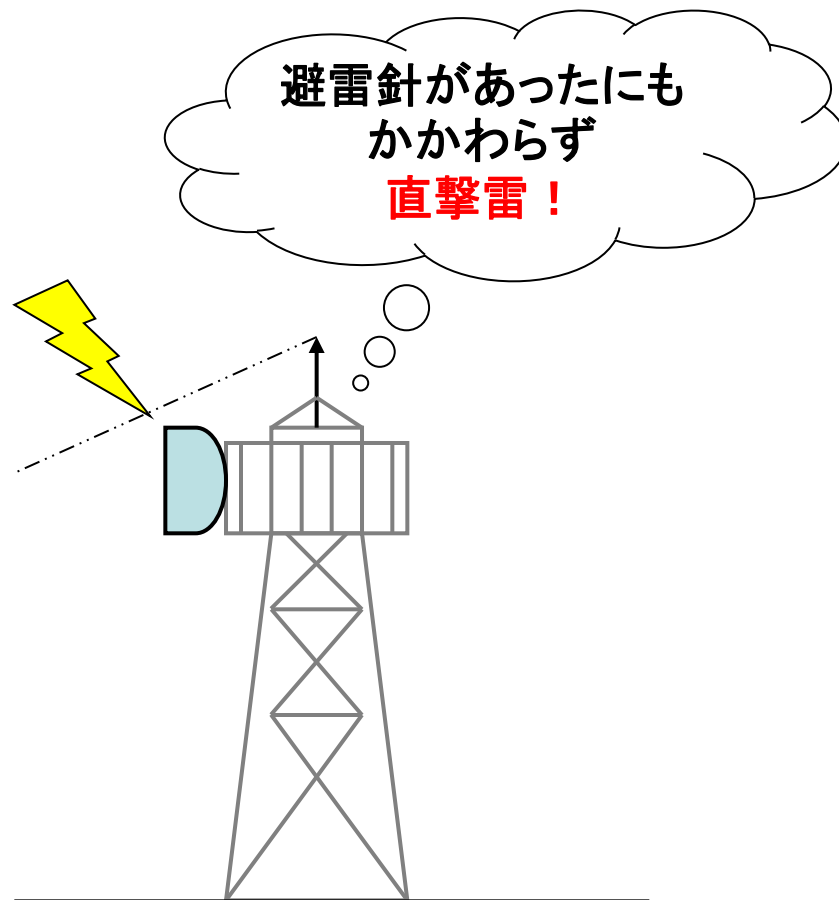
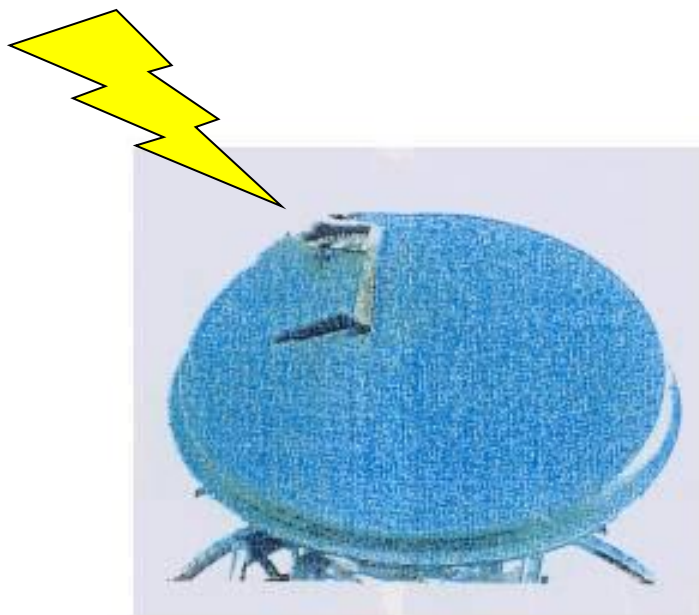


4. -1 雷害の実際

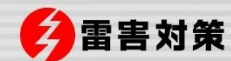


The actual condition of lightning damage. -1

アンテナへの落雷事故



4. -2 雷害の実際



避雷針への落雷事故・・・

The actual condition of lightning damage. -2

避雷針に雷撃痕跡



引き込み盤のブレーカー破損



引き込み盤取り付け電柱の欠け



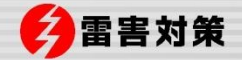
引き込み盤の接地端子スパーク痕跡



引き込み盤の扉の曲がり



4. -3 雷害の実際



The actual condition of lightning damage. -3

避雷針への落雷事故・・・



引き込み盤の被害

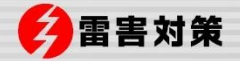
避雷器ボックス内の障害



保護素子焼損による被害

保護素子焼損

4. -4 雷害の実際



The actual condition of lightning damage. -4

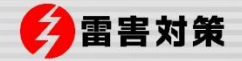
交通設備の落雷事故・・・

通信装置架

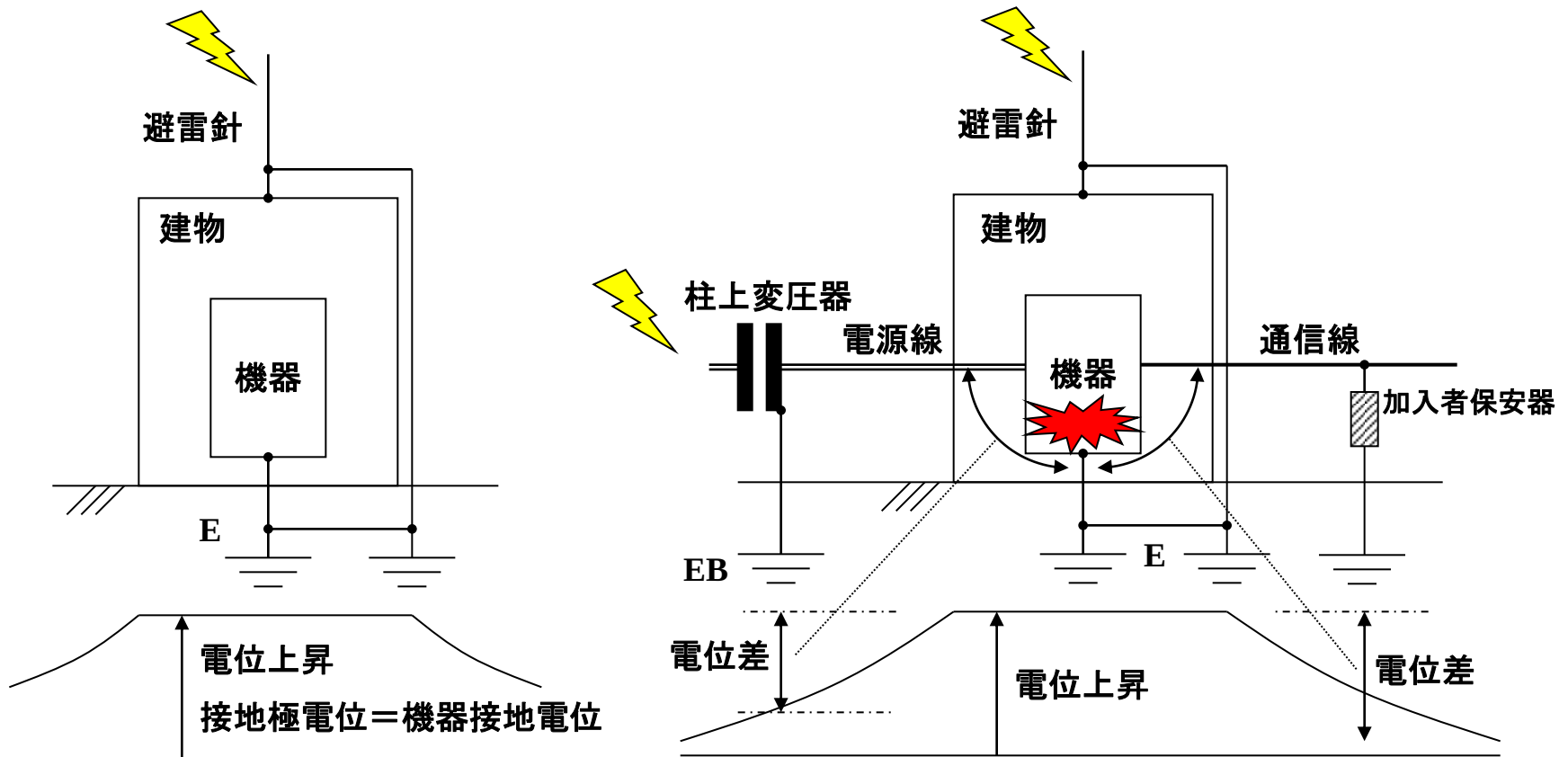


踏み切りの制御装置

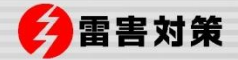
4. -5 雷害の実際



The actual condition of lightning damage. -5



4. -6 雷害の実際

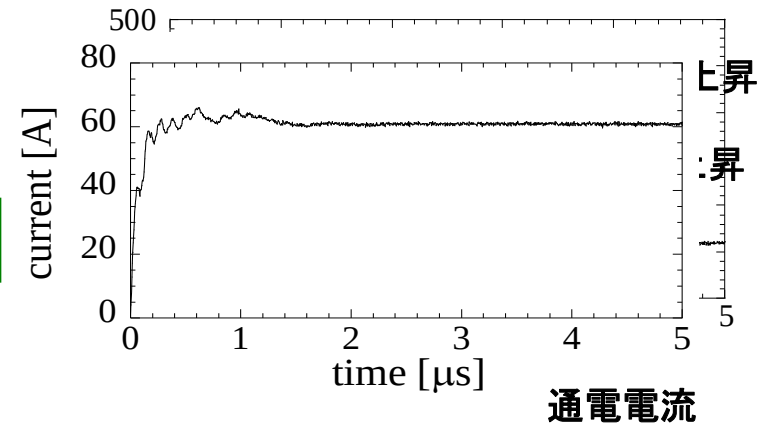


The actual condition of lightning damage. -6

洋上風車への落雷事故・・・



$$R=0.062 [\Omega]$$

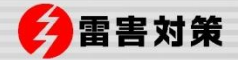


船舶への落雷事故・・・

船舶のレーダーアンテナに落雷 →

給電線(導波管等)を経由して装置に侵入

5. 雷害対策



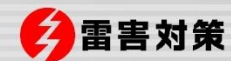
Lightning Protection.

雷による**停電**: 生産(売電)停止やデータの損失, 交通混乱
雷による**通信, 信号断**: 情報の遮断, 交通混乱, 制御不能
雷による**ITV断**: 映像遮断, 犯罪多発

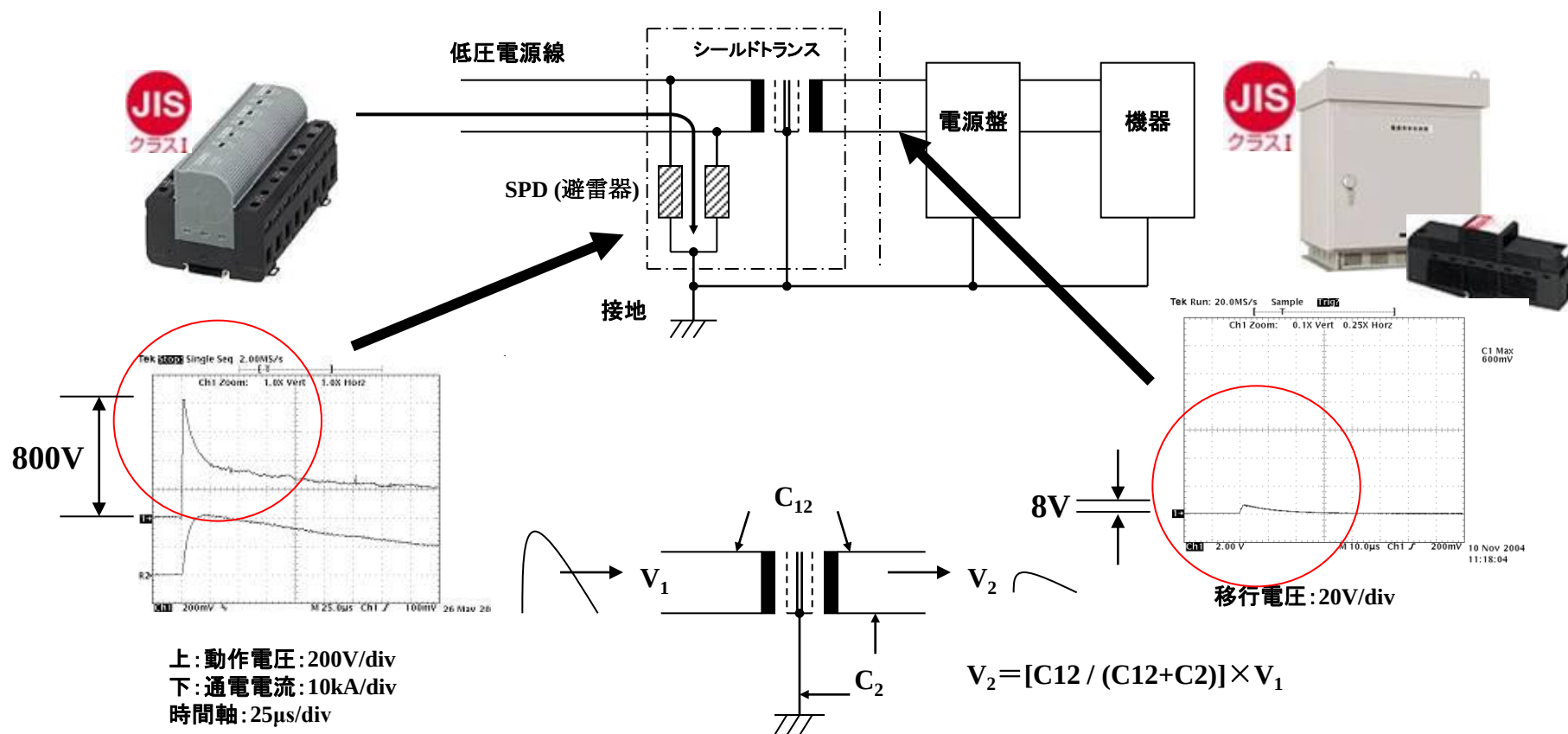
信頼性の低下・サービスの損失・セキュリティの低下

だから、雷に対する保護が必要になる！

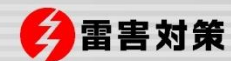
5. -1 雷害対策 (電源)



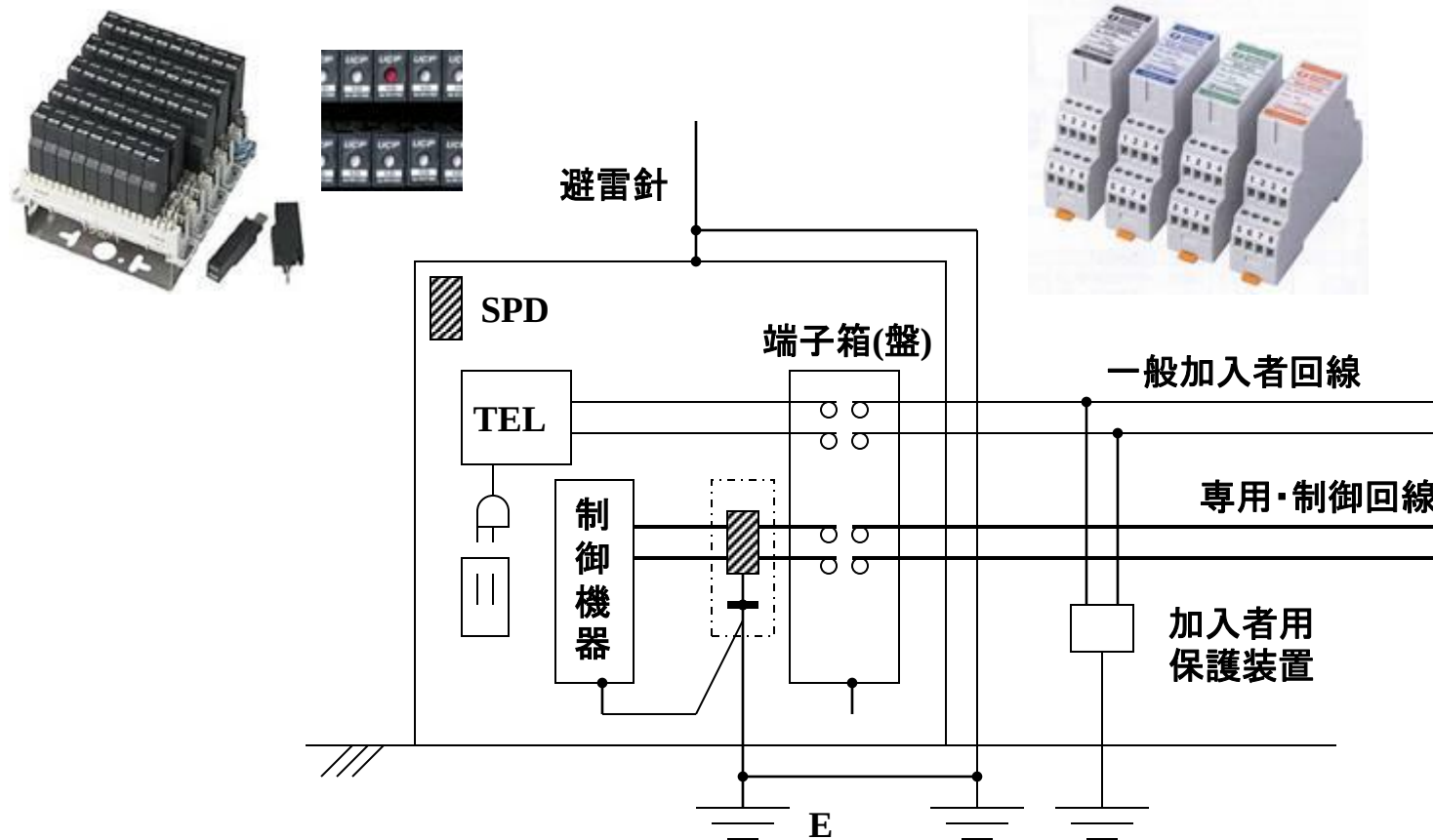
Lightning Protection. (Power)



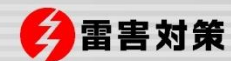
5. -2 雷害対策 (通信・制御)



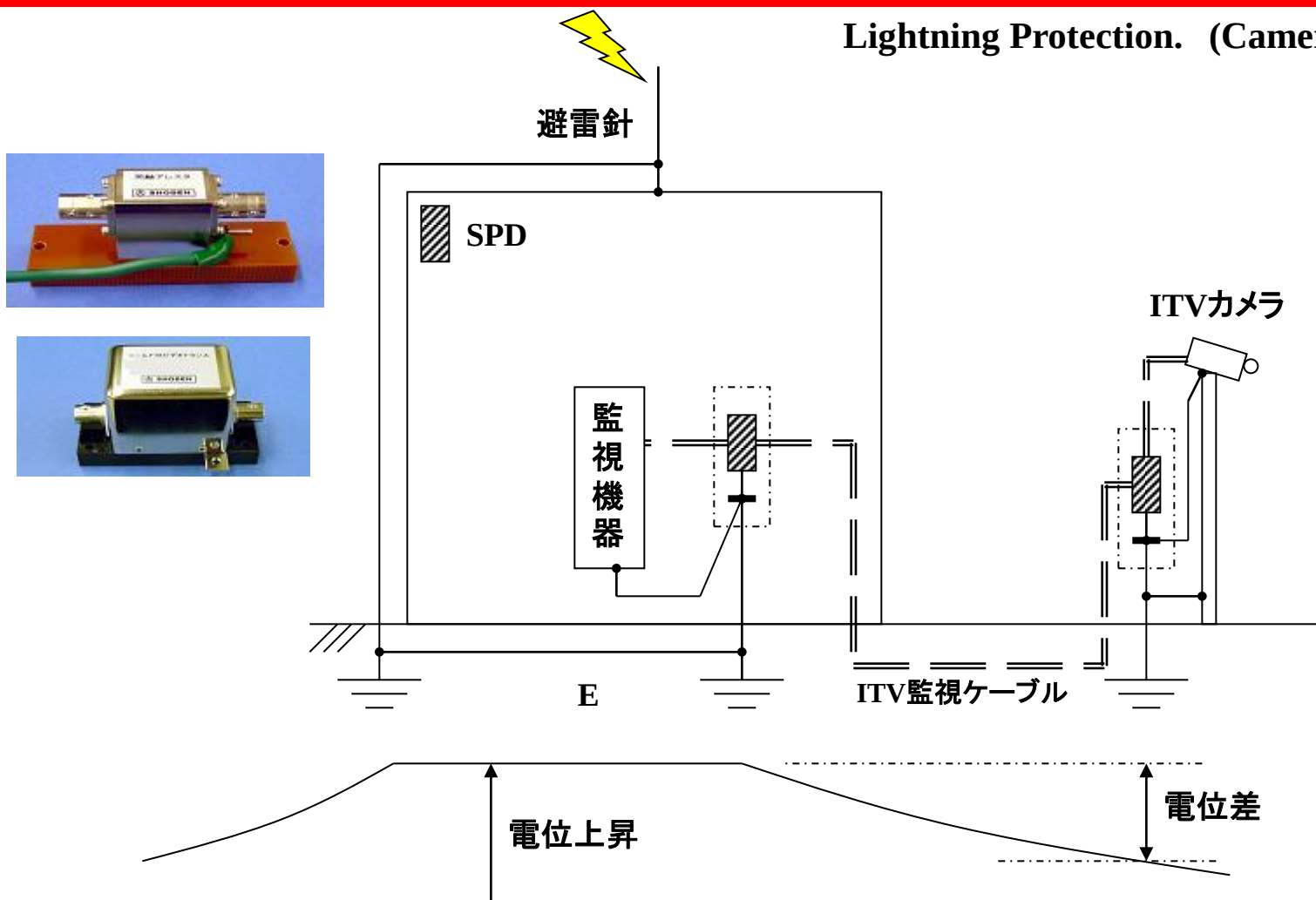
Lightning Protection. (Telecommunication・Control)



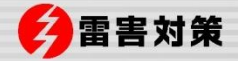
5. -3 雷害対策 (セキュリティ・カメラ)



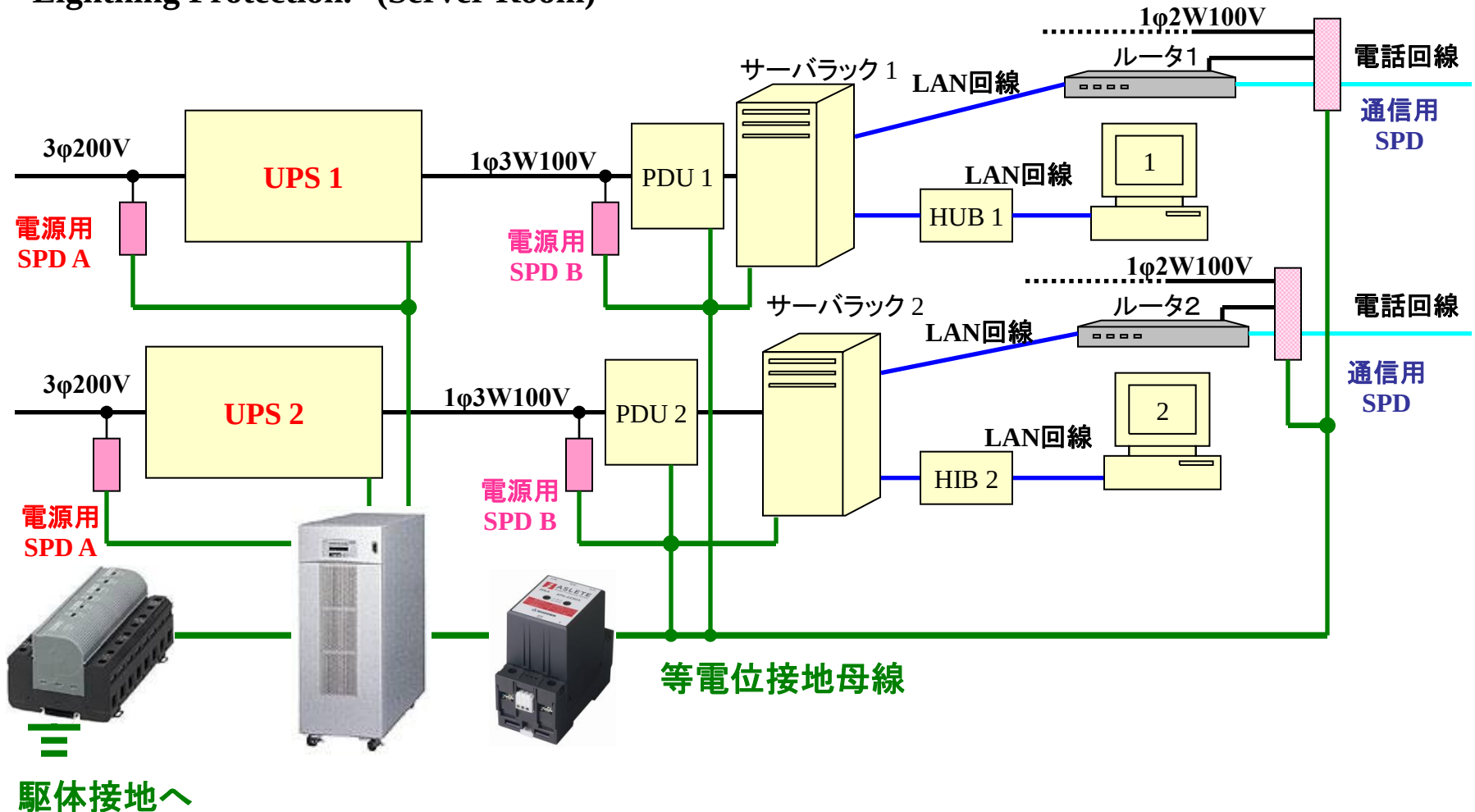
Lightning Protection. (Camera)



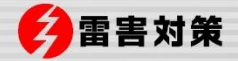
5. -4 雷害対策 (サーバールーム)



Lightning Protection. (Server Room)



6. 効果的にかつ信頼性をup・・・

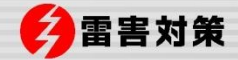


Improvement in reliability.

・雷害対策を効果的に、かつ信頼性をupさせる重要なアイテム……

接地, 接地線

6. -1 効果的にかつ信頼性をup・・・



Improvement in reliability. -1

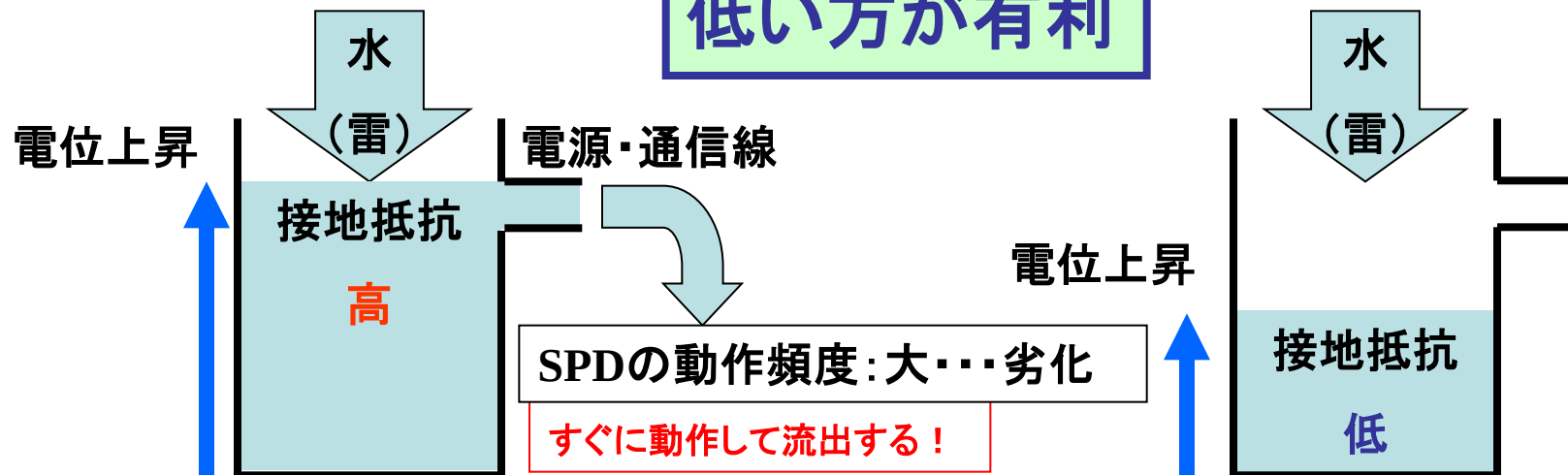
・接地

- ・ 接地抵抗値は低い方が有利！

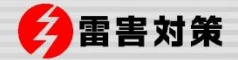
なぜ？ SPDが動作すれば等電位になって機器は守れるのでは？

誘導雷：OK！ 直撃雷：NG！

低い方が有利



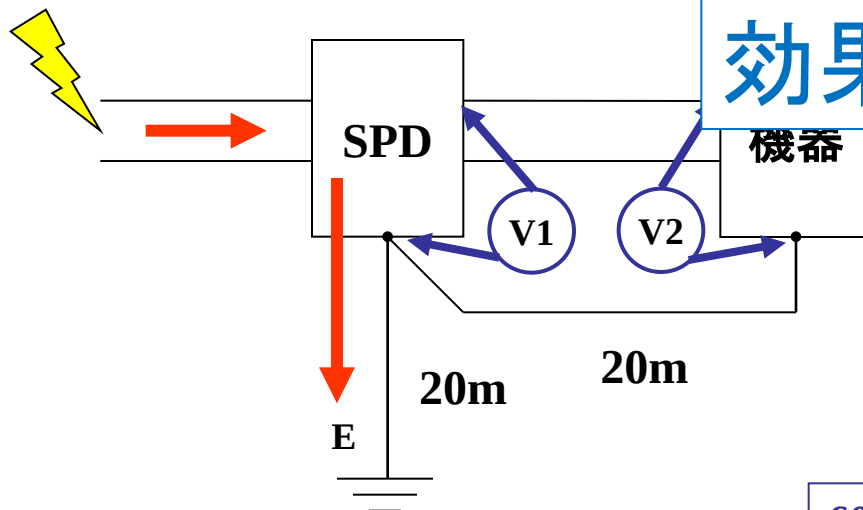
6. -2-1 効果的にかつ信頼性をup...



Improvement in reliability. -2-1

・接地線

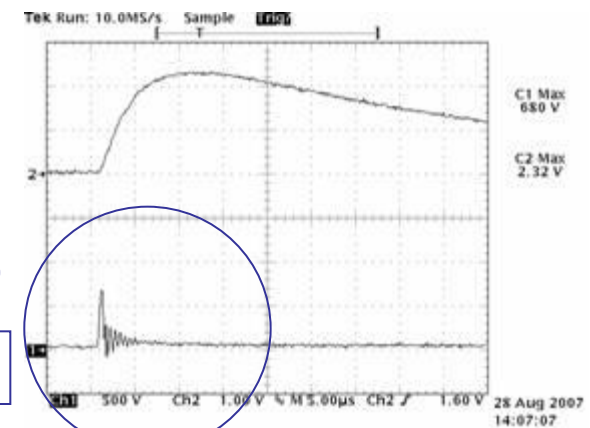
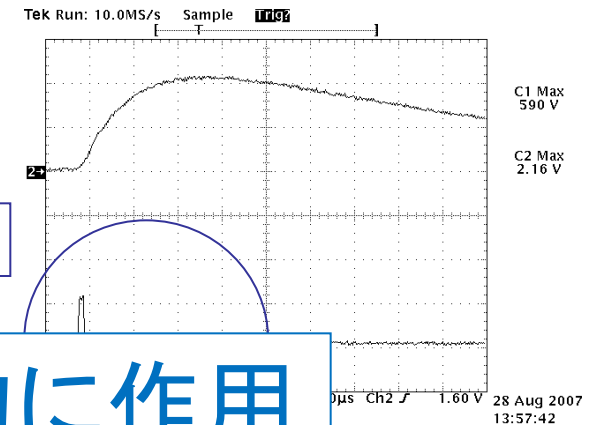
- ・ 接地線の敷設方法如何で！
- ・ 理想的な敷設方法
 - SPD接地をMain



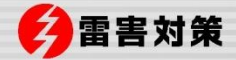
効果的に作用

600Vo-p

600Vo-p

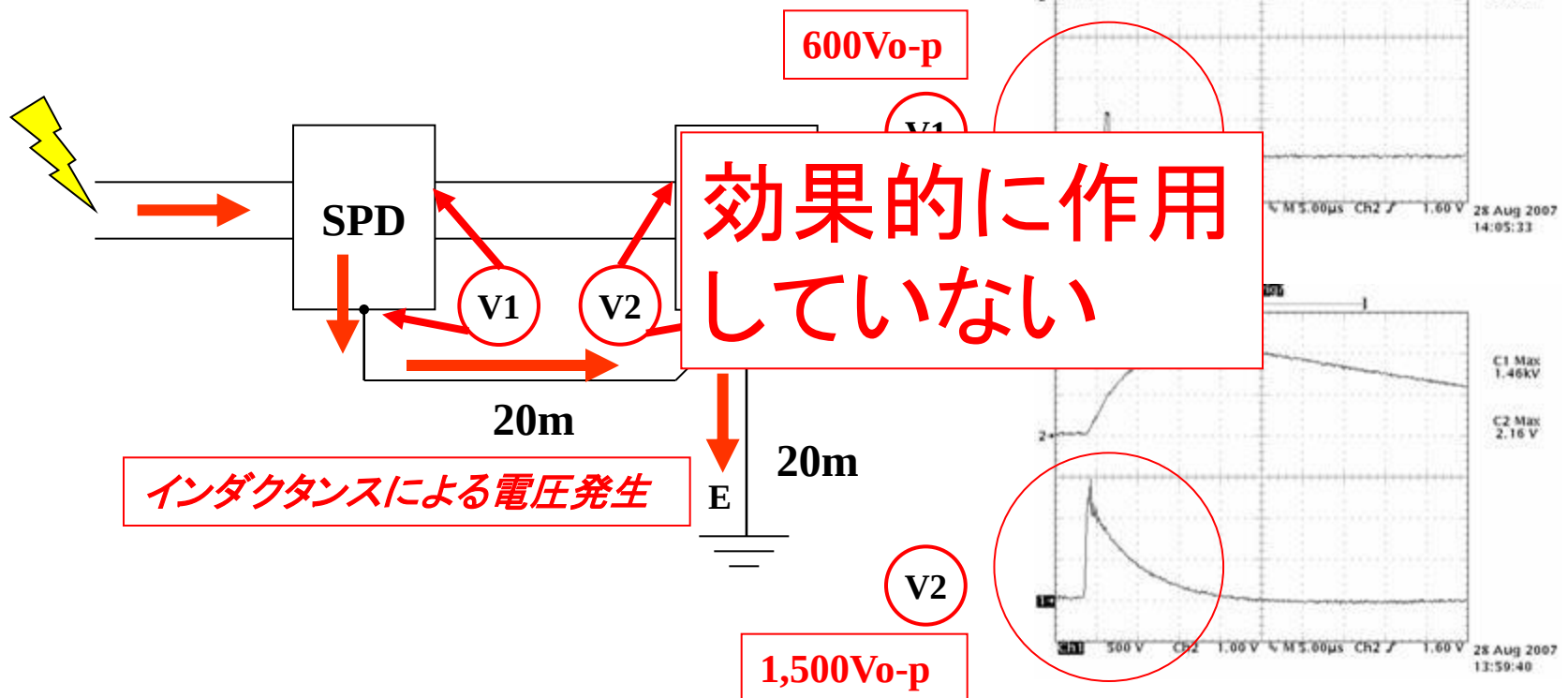


6. -2-2 効果的にかつ信頼性をup...

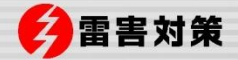


Improvement in reliability. -2-2

- 理想的ではない敷設方法
 - 機器接地をMain

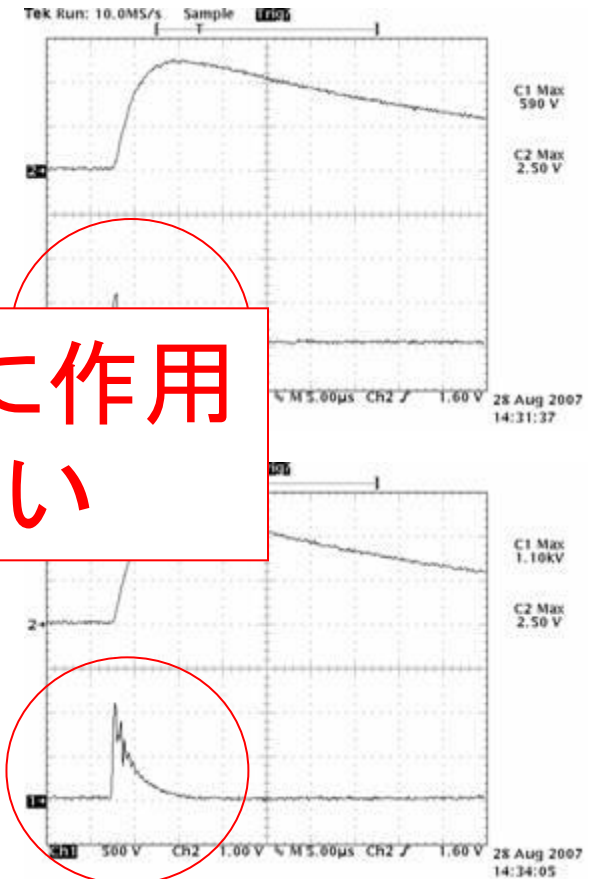
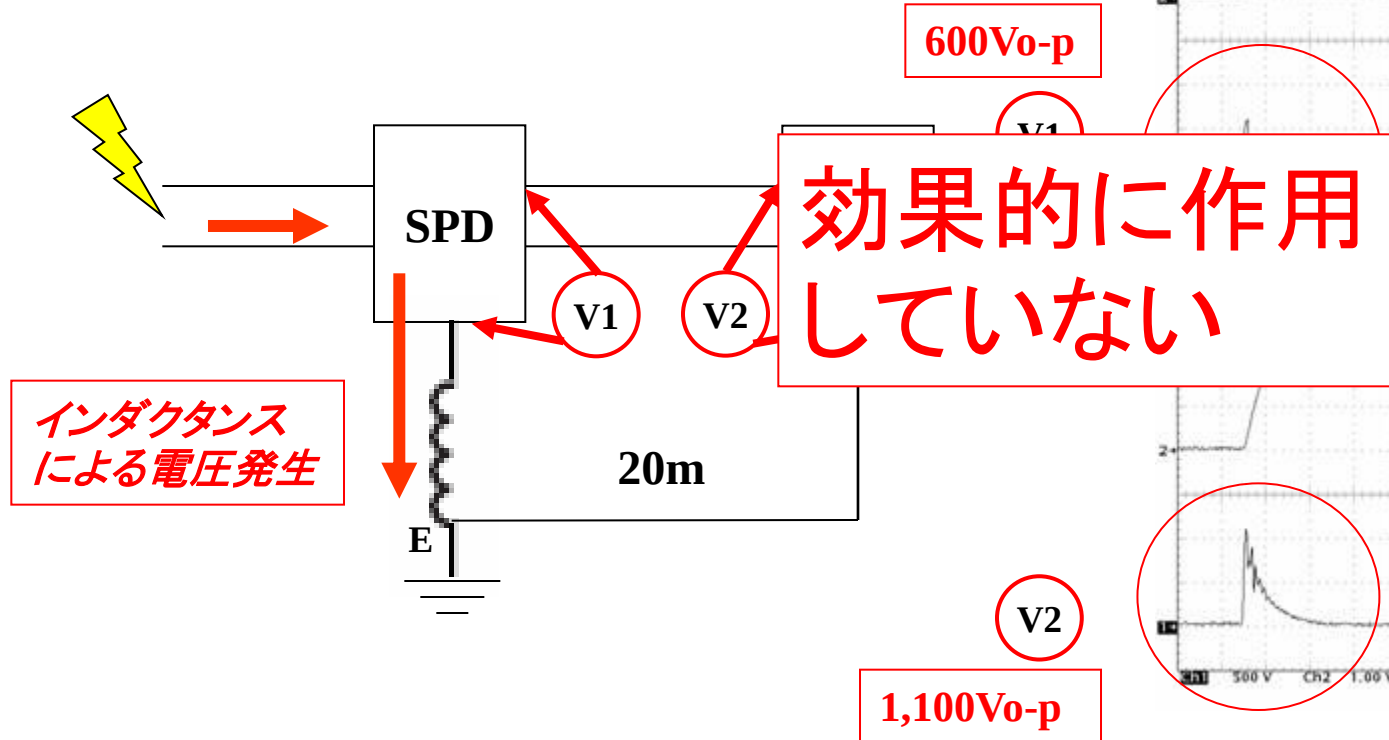


6. -2-3 効果的にかつ信頼性をup...

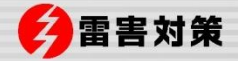


Improvement in reliability. -2-3

- 理想的ではない敷設方法
 - SPD接地をグルグル巻き

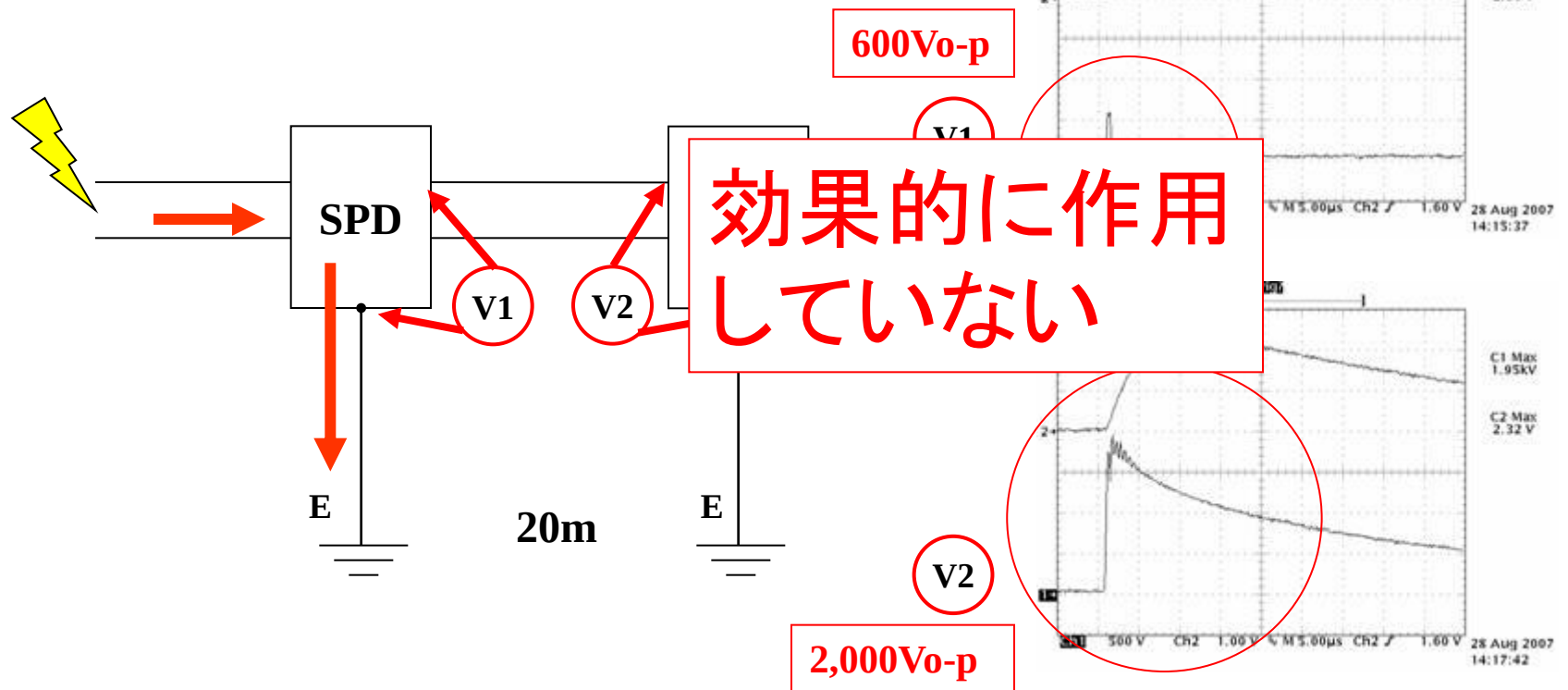


6. -2-4 効果的にかつ信頼性をup...

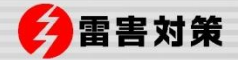


Improvement in reliability. -2-4

- 理想的ではない敷設方法
 - SPD接地と機器接地が別々

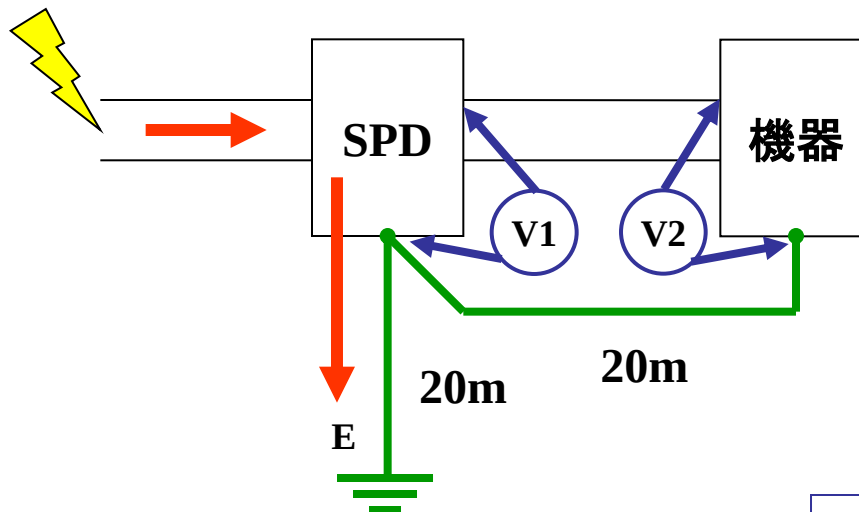


6. -2-5 効果的にかつ信頼性をup...



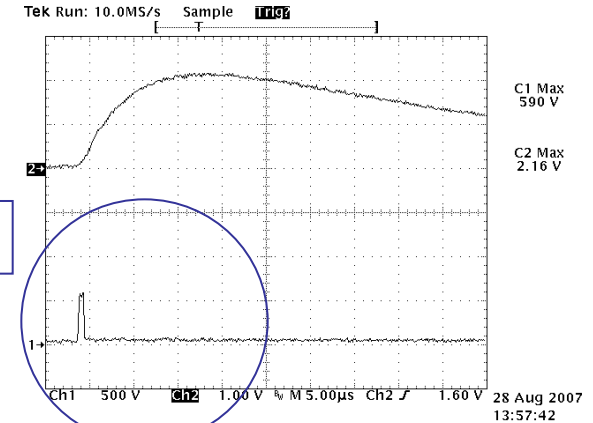
Improvement in reliability. -2-4

高価な機器の接地よりも
安価な SPD (避雷器)
の接地を大切に！！



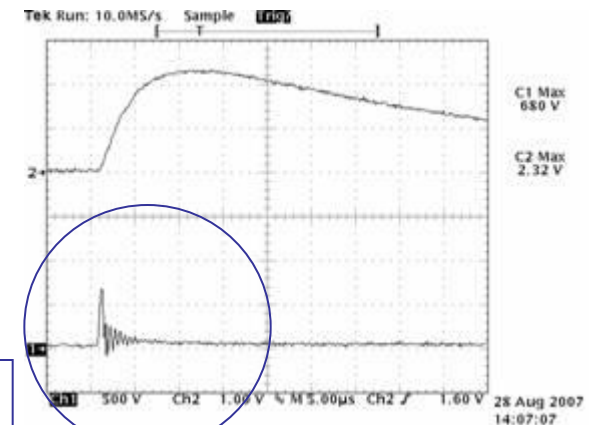
600Vo-p

V1

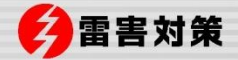


V2

600Vo-p



7. -1 評価・検証



Evaluation, Verification. -1

・雷害対策がホントに機能した？

落雷電流表示装置

落雷電流波高値

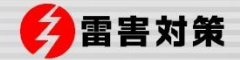
落雷電流検出年月日時分秒

落雷電流極性

累積落雷電流波高値



7. -2 評価・検証



Evaluation, Verification. -2

• 1,200kV雷インパルス 電圧発生装置



出力波形: $\pm 1.2/50$

2002(平成14)年4月導入

• 200kA雷インパルス 電流発生装置



出力波形: 10/350, 8/20, 4/10

2007(平成19)年1月導入

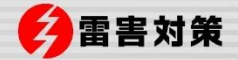
8. おわりに

Conclusion.

- 近 **避雷針** により、情報通信機器の超脆弱化やネットワーク化が進行
- EMCや雷サージ対策が重要な問題 **SPD(避雷器)**
- 特に自然現象である雷サージ対策は厄介
- **接地・接地線** ることが困難
- 経済的な対策が施しにくい

総合的に扱わなければ、強力な性能を発揮できない！

ありがとうございました



Thank you for your attention.

以上のような対策を施し、信頼性の高いシステムを構築するためのお手伝いとして、技術検討・解析・製品開発・製造・試験・評価・検査などを続けていくべく努力をしてみたいです。

謝謝



Thank you for your attention.

ご質問等のお問い合わせ先は？

yanagawa@sdn.co.jp