

# 船舶への落雷を保護するための避雷針

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

2013年1月21日



株式会社 落雷抑制システムズ

Lightning Suppression Systems

# 船舶と落雷の歴史



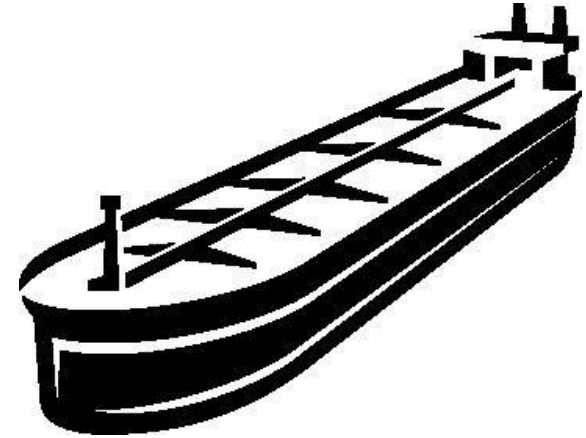
大航海時代の帆船

船体、マスト 共に木製で高インピーダンスなため落雷すると被害 大

1799-1815の16年間で間で150隻に落雷 10隻で完全破壊  
8隻のうち1隻は火災 水兵の死亡70人 by 英国海軍ハリス提督

この当時の木造船はピッチで防水していたので燃えやすかった

絶縁破壊電界 空気 35.5kV/cm  
絶縁破壊抵抗 木材 8kV/cm



鉄鋼船

船体が低インピーダンスなため、木造船よりは、落雷被害が少ない 柳に風

今後は、制御がネットワーク化されるので雷被害の増加があり得る

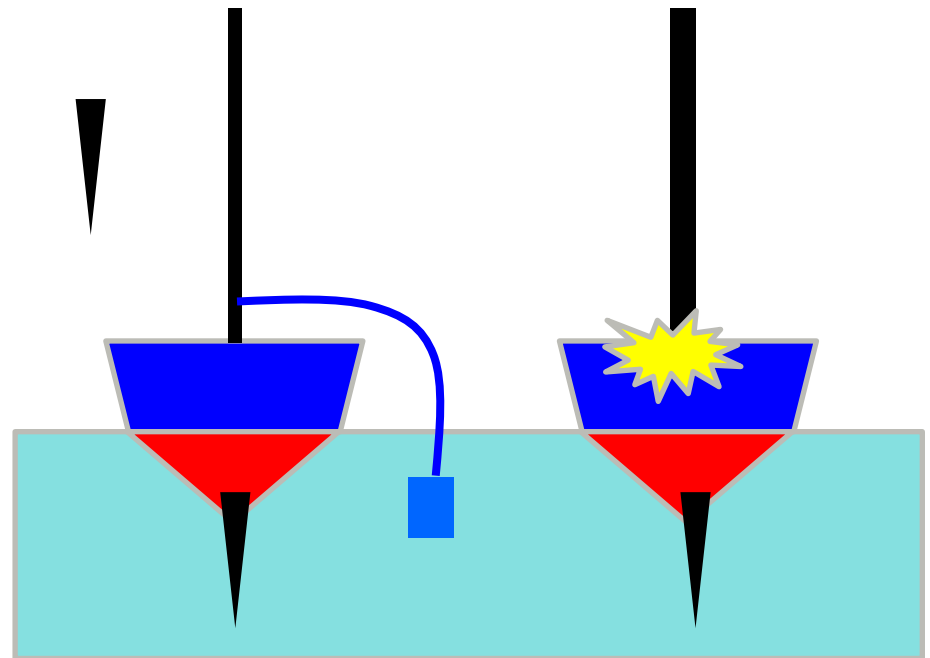
鉄鋼船でも、レーダー、ジャイロコンパスなどに支障

# ヨットへの落雷被害



FRP船体にアルミ・マストで  
マストをアースしてあれば  
軽微

木造船体に木造マスト  
の場合、被害は大

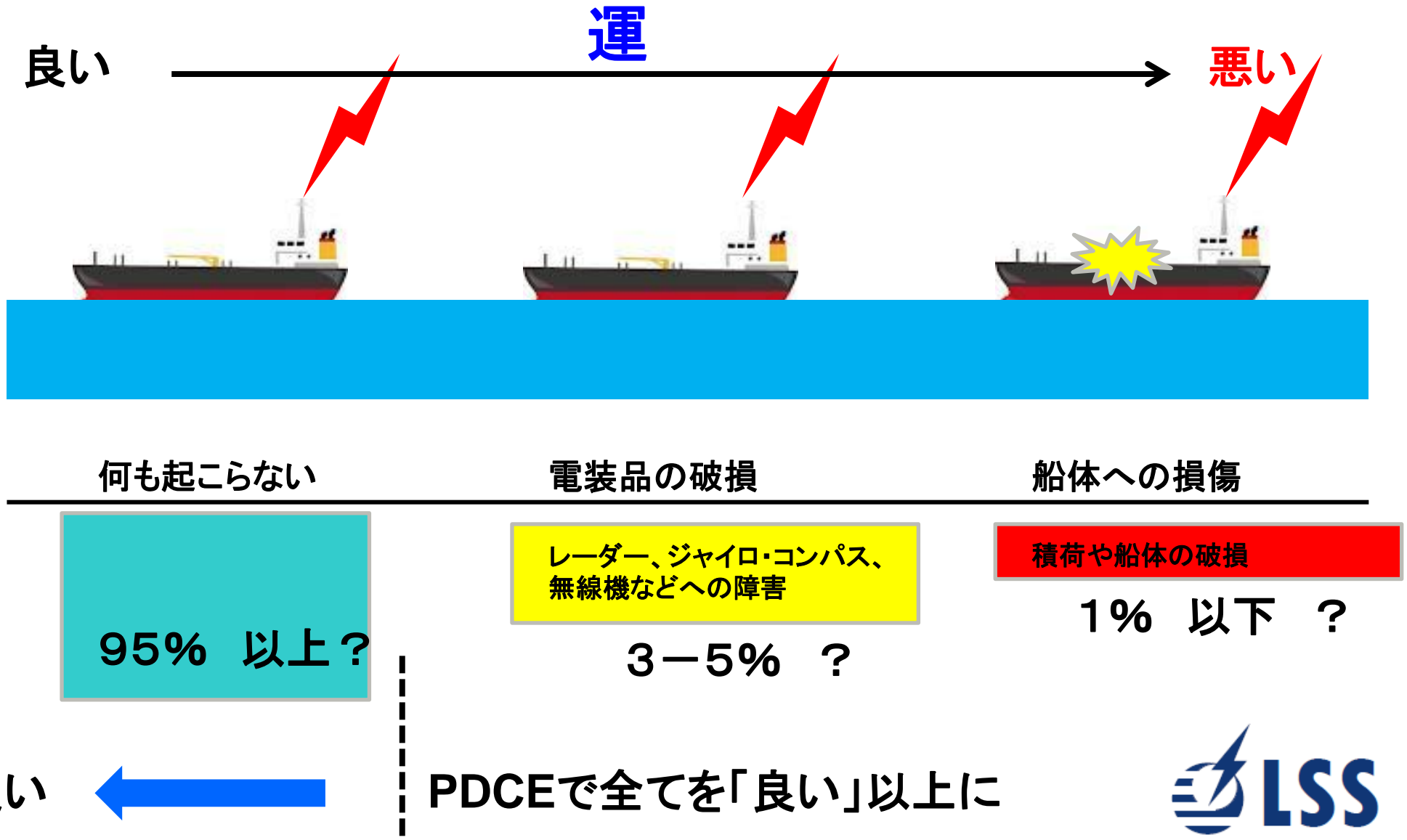


流れ易ければ ○

流れ難いと ×

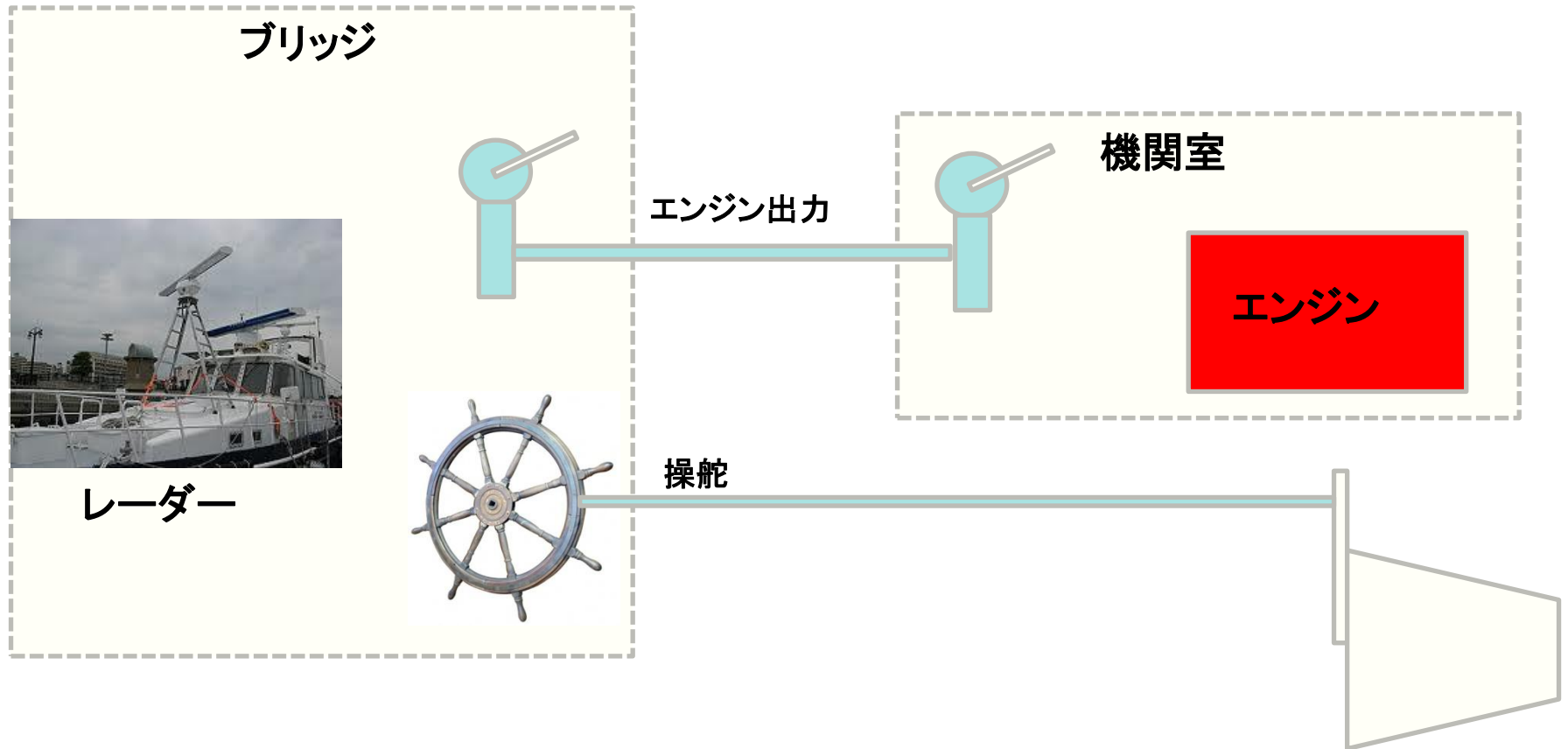


# 落雷被害の度合い 何が起こるか？



# 今までの系統

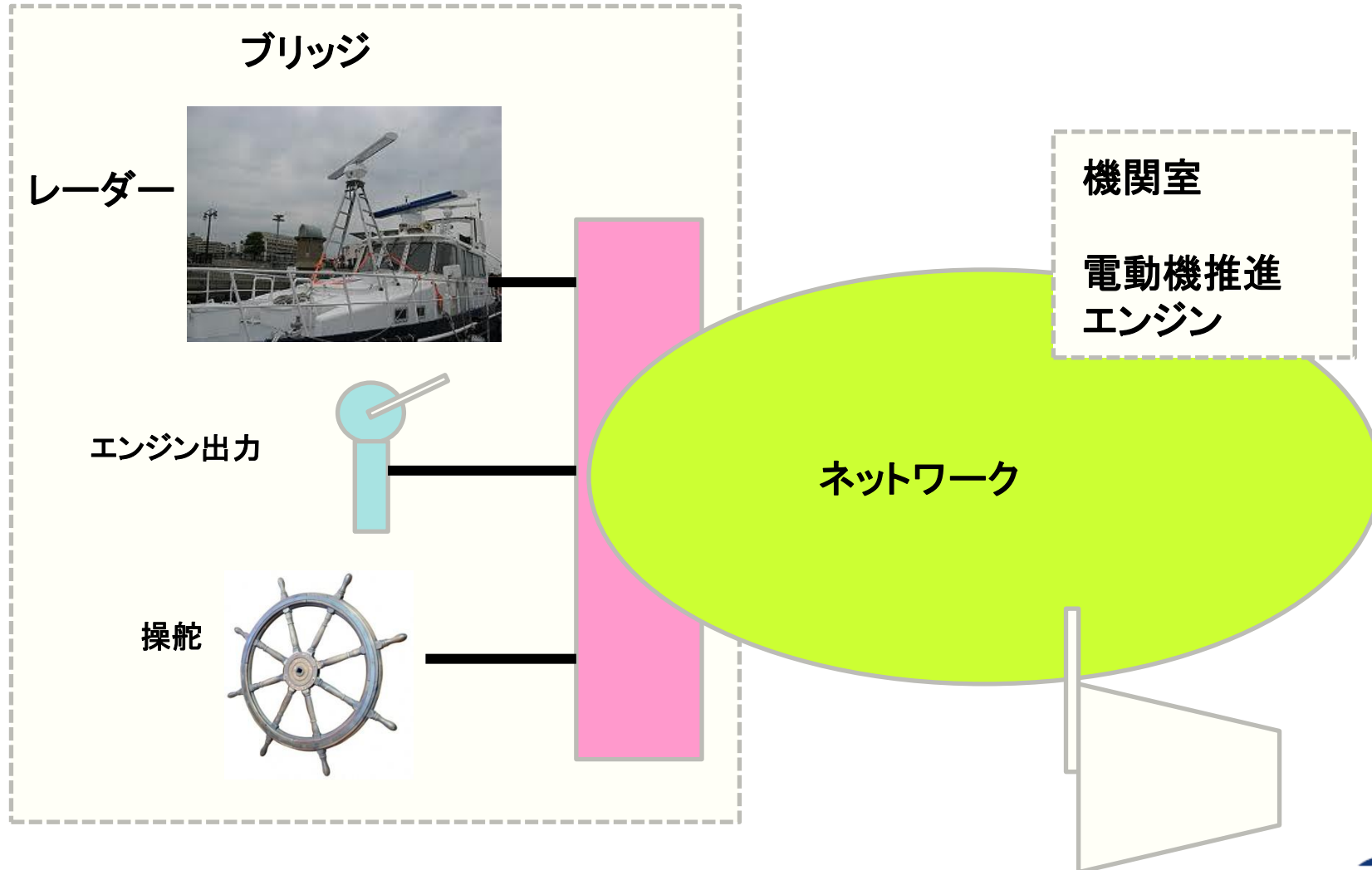
機械的なリンクで結合されている



電子機器は、無線機とレーダくらいで落雷を受けてもあまり影響が無かった

# 今後の系統

# 電気的なネットワークで結合される



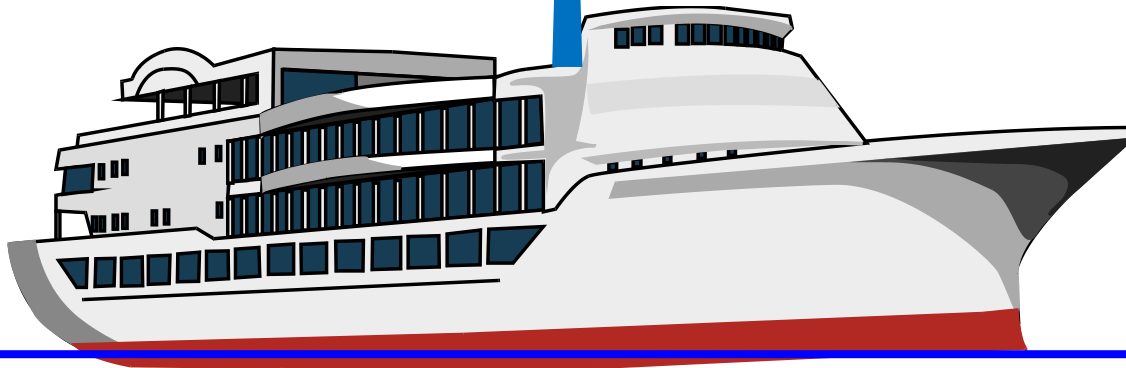
全てがネットワーク化されると落雷の影響を受けやすい

# 船体への落雷を防ぐ

船の中で一番高い所  
船体を全てカバーできる位置に

GMDSSより高くするのは可

Global Maritime Distress and Safety System



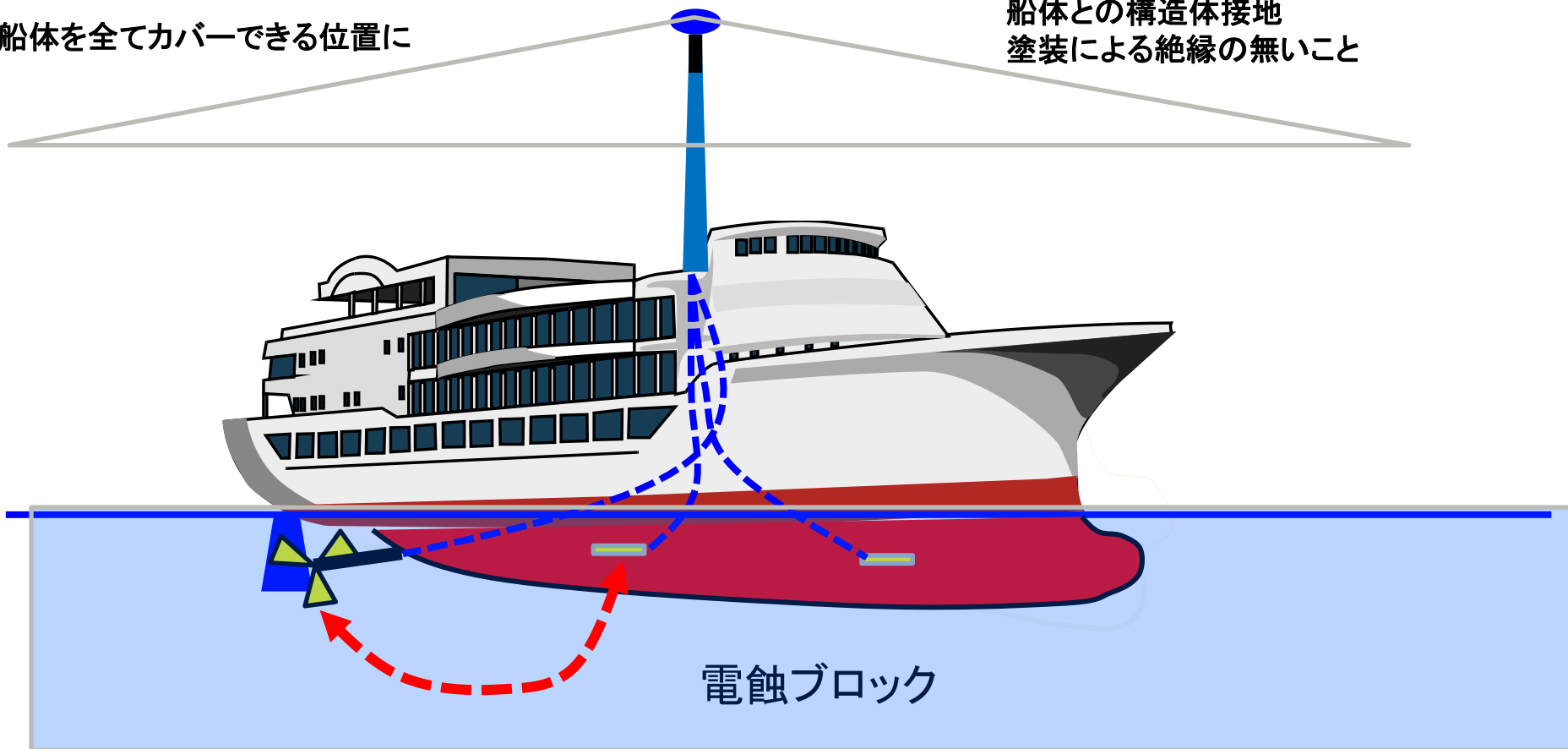
木造帆船の時代から鉄鋼船になり落雷事故は少なくなった。。。が。。。  
ネットワーク化が進むと被害が増加する可能性が大

実例:落雷 ⇒ レーダの損傷 ⇒ 夜間航行不能 ⇒ 昼間のみ航行 ⇒ 到着遅延

# 船舶でのアース

船体を全てカバーできる位置に

船体との構造体接地  
塗装による絶縁の無いこと



プロペラの材質:銅合金 ⇒ 海水【塩水】 ⇒ 船体材質【鋼鉄】 ⇒ 電池を形成 塗料では防ぎきれない

そのために、イオン化傾向の大きな亜鉛ブロックで、電蝕を防止している

プロペラ周囲は、まるで電池の様な状態 ⇒ 船体と海との導通あり



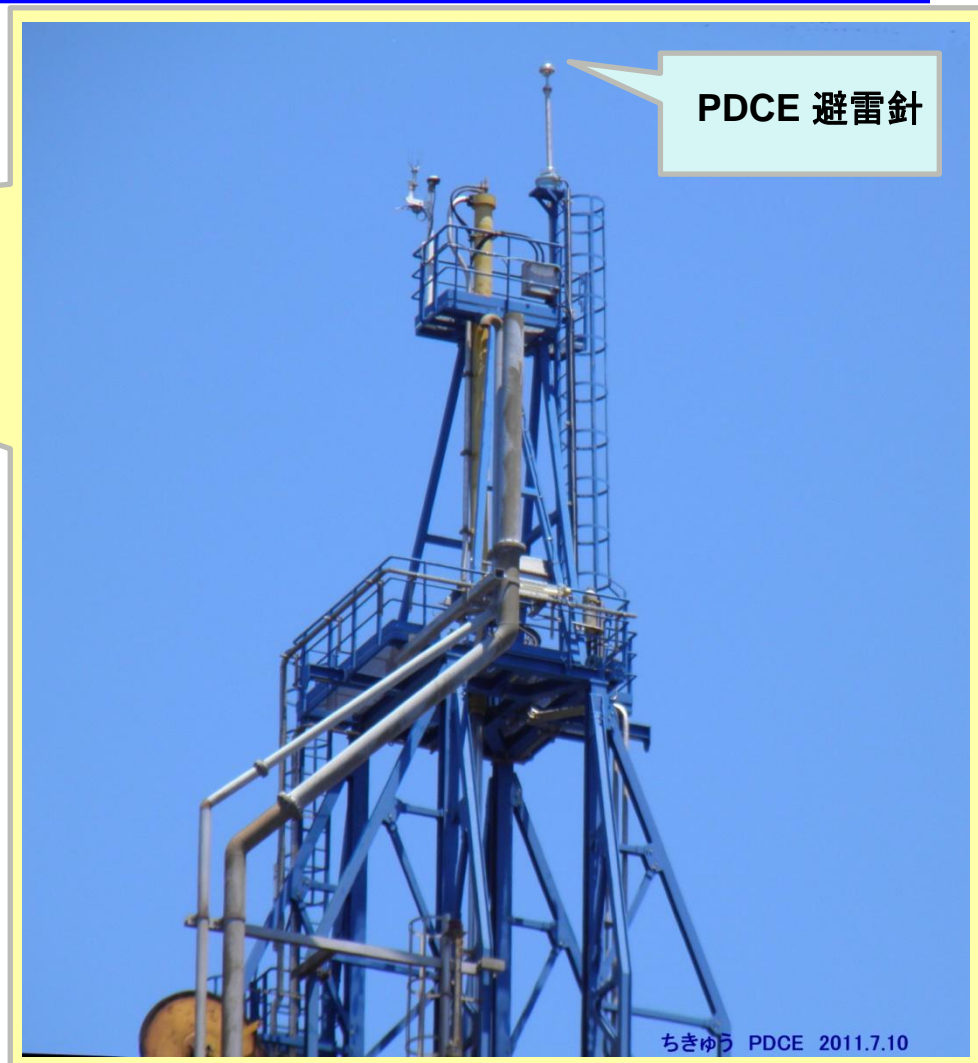
# 船舶での使用例 地球深部探査船「ちきゅう」

船内には多数の科学機器が搭載されている



2011/07 から  
2012/02 までの スリランカ沖合調査

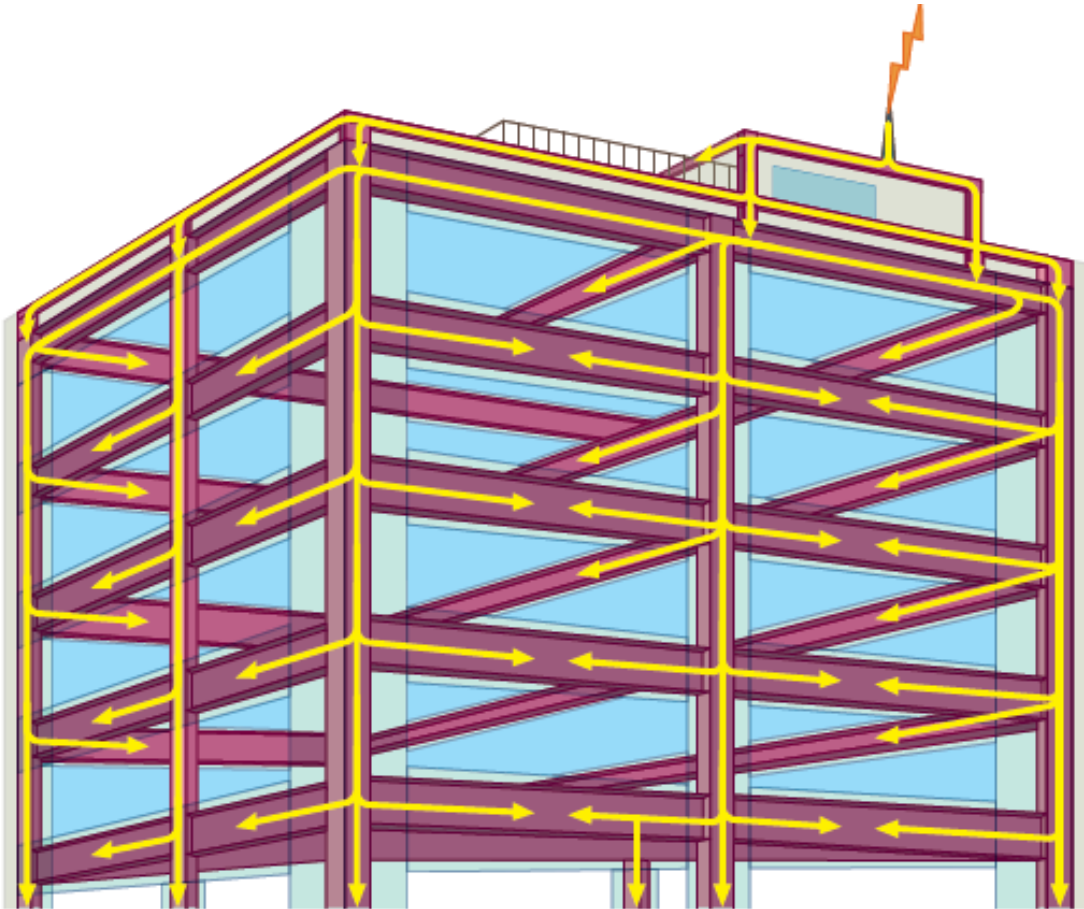
「本船付近への海面への落雷は多数認めるも  
本船への落雷は無し」



# 落雷による影響

避雷針に落雷させても解決にならない

落雷を避雷針に誘導しても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

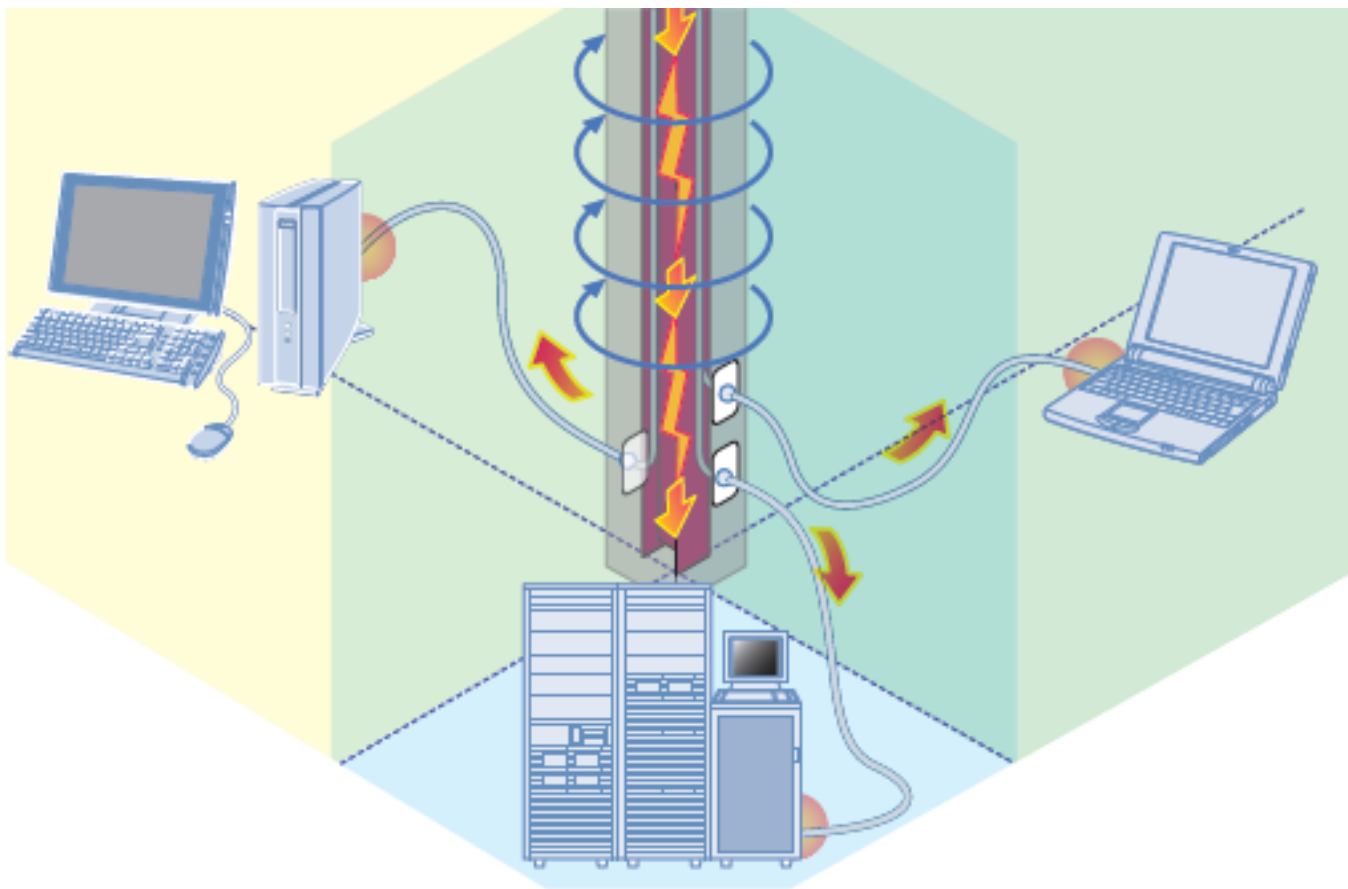
雷電流は、ビル鉄骨を分岐して流れ、付帯設備に影響する

避雷針は、建物の保護が目的

付帯設備は、護れない

# 落雷による影響

ビルの中には数百キロのケーブルがある



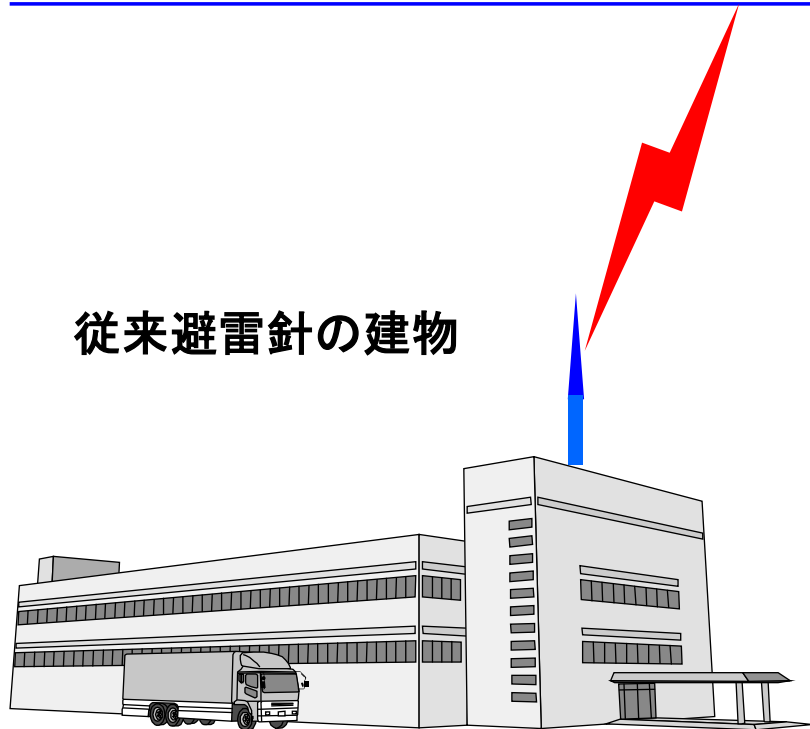
ビルの中には配線が多数ある

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

鉄骨付近の配線には誘導電流が流れ、機器に異常をきたす

# PDCE避雷針で落雷を避けることのメリット

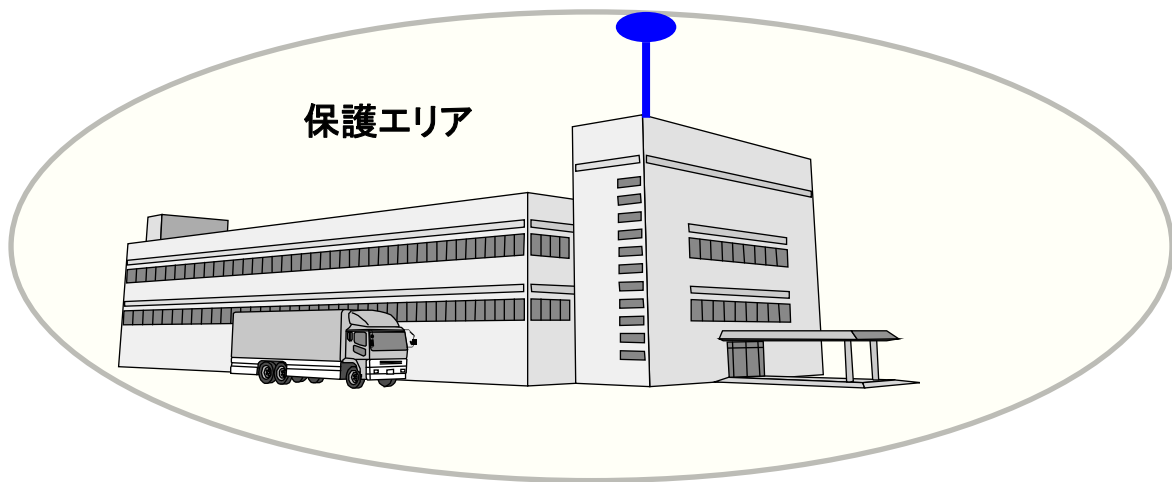
従来避雷針の建物



避雷針 ⇒ 建物の保護が目的  
付帯設備の保護は不可能

↓  
被雷すれば工場設備に障害

PDCE避雷針で落雷を受けない建物



落雷しないので、落雷の影響なし

# 何故、船舶に落雷防止が必要か？

---

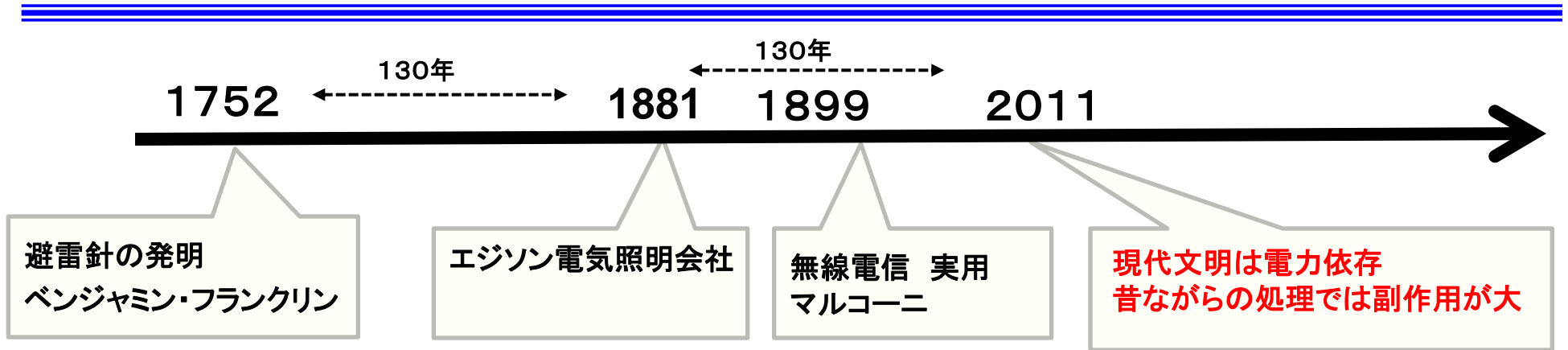
---

## 時代の要求を先取りした先進性

- ① 背景1: 温暖化・亜熱帯化 で異常気象 落雷日数は増加
  - ② 背景2: 船舶もネットワーク化が進むと雷被害が大きくなる可能性大
- 
- ① 落雷でも航行は停止できない
  - ② 落雷で航行不能になったら大問題になる可能性
  - ③ 落雷は、地域により被害度が異なる 船舶は移動する
  - ④ オプションとして用意 ⇒ お客様の選択
  - ⑤ 安心のセキュリティ対策、**安心の落雷対策**、

# 避雷針の歴史と問題点

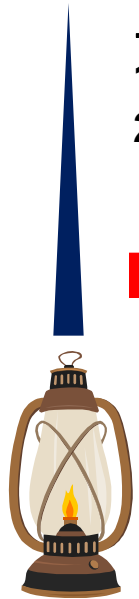
## 避雷針の副作用



### 避雷針

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



オイル・ランプ

落雷は安全に誘導すれば良かった時代

何故、260年前の技術に頼りきっているのでしょうか？

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

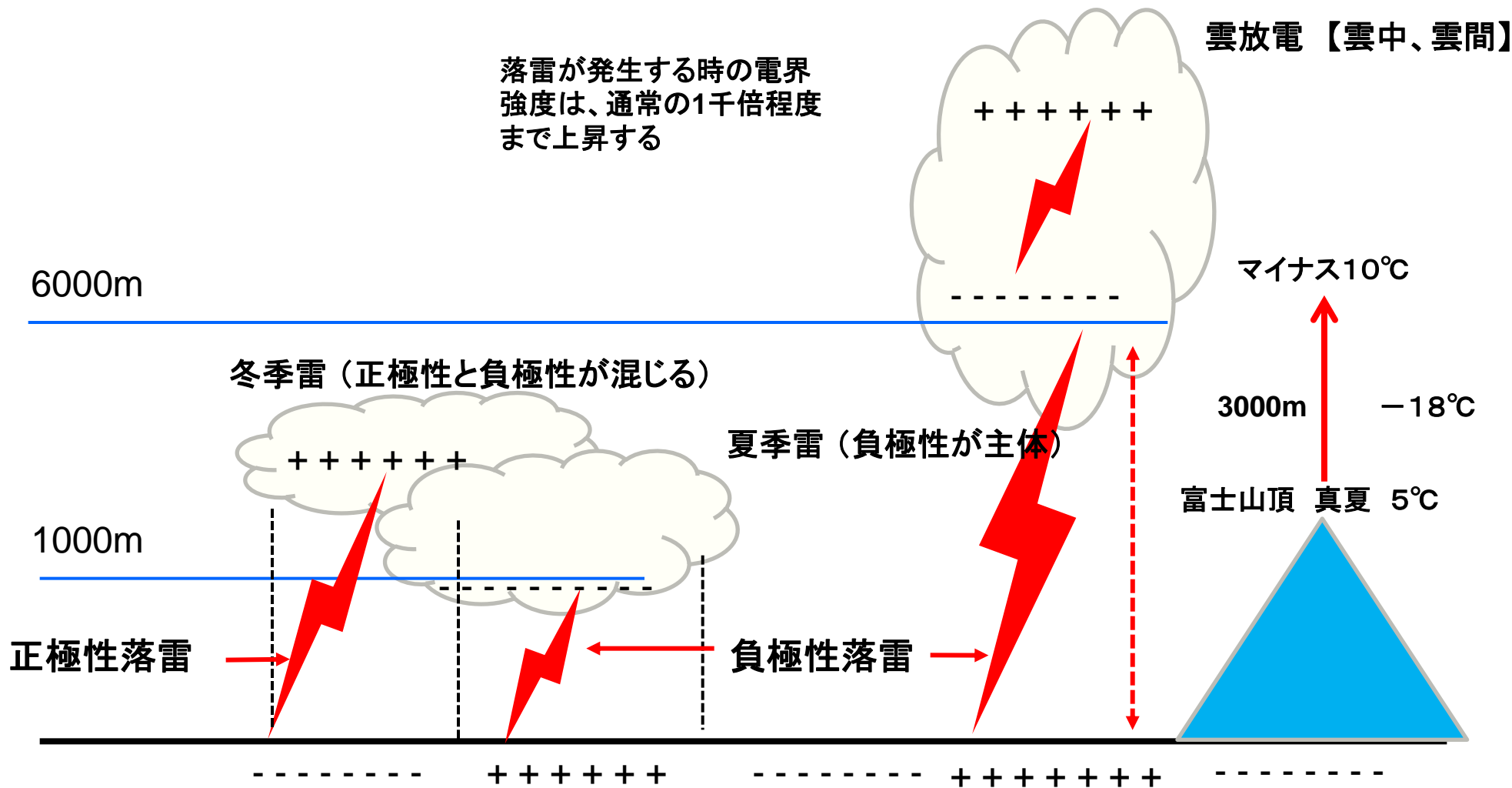
スマートグリッド時代の雷対策は、「落雷を発生させない」こと

# 夏季雷と冬季雷

PDCE避雷針はどちらにも効果あります

落雷が発生する時の電界強度は、通常の数倍程度まで上昇する

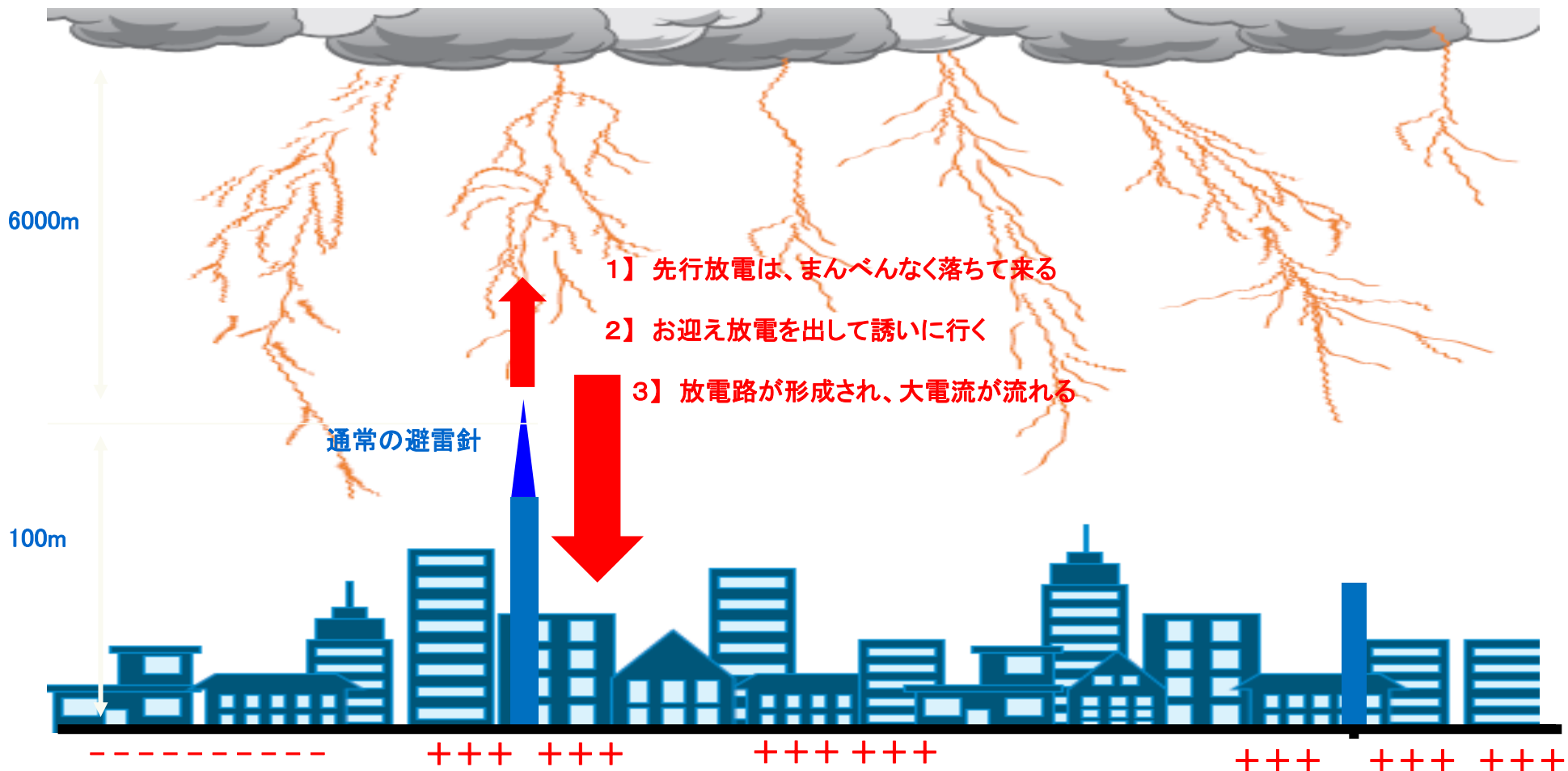
雲放電【雲中、雲間】



地面の電荷【通常はマイナスであるが雷雲の直下にはプラスが誘起される】

# 避雷針の原理

## 通常避雷針



### 落雷を誘導する原理

- 1) 先行放電は(-)は、プラス電荷を求めて降りて来る
- 2) お迎え放電(+)を発生して 先行放電(-)を迎えにでる



# PDCE避雷針の原理 (1)



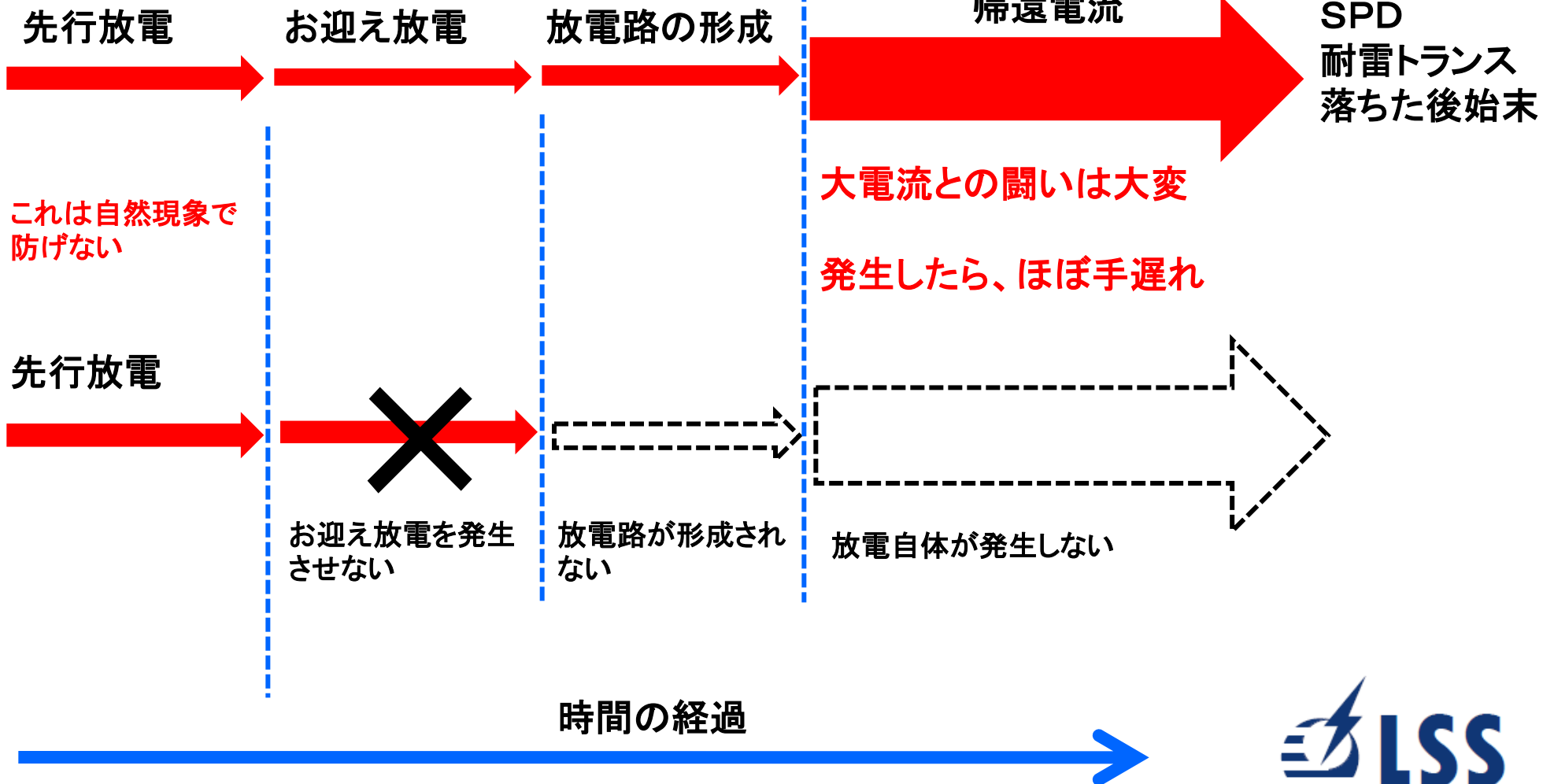
## 落雷を誘発しない2つの理由

- 1) 上下電極の分極      上部: 負電荷      下部: 正電荷
- 2) 滑らかな球体で、放電し難い      お迎え放電を発生しない

### 3. PDCE避雷針で落雷を防げる理由 (2)

お迎え放電で阻止する

#### 落雷発生ステップ



## 1. 実験室での放電実験 避雷針の性能についての規格に基づく

フランス ポー大学での放電施設での実験

## 2. 地図上でのPDCE設置個所と付近への落雷情報の比較

気象情報提供会社 Meteorage 社 のデータを検証して

**「ビューロベリタス」は、PDCEが有効と認定**

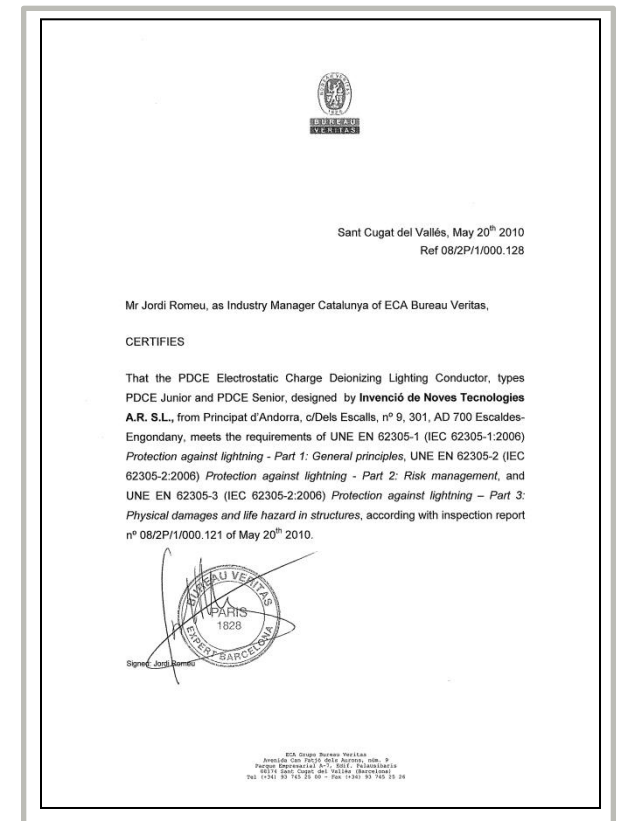
## 3. アンドラに於ける特定のPDCE設置個所での8年間の落雷データ

GSM基地局での過去8年の落雷データ

## 4. 日本での実績 約100台

## 5. インドネシアテレコム 112m鉄塔で今まで毎月あった落雷が 2009年から ゼロ になっている

### ビューロベリタス認定書

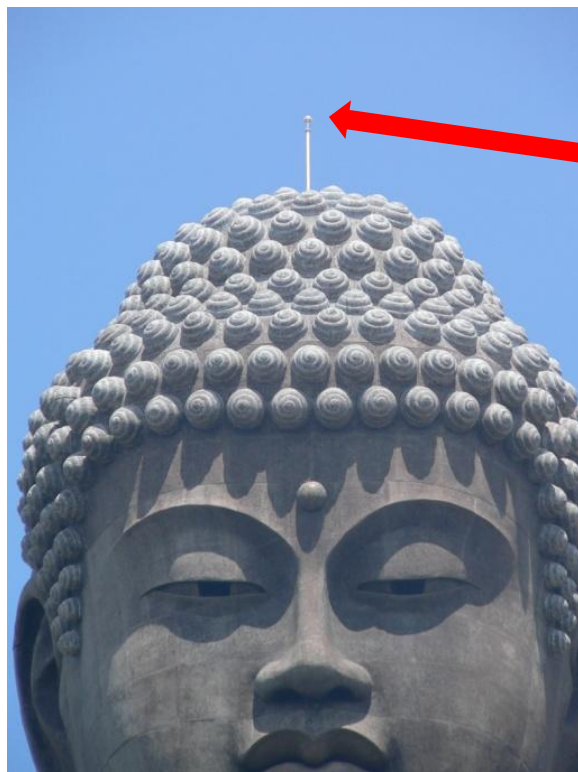


# 使用例 牛久大仏



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

地球深部探査船「ちきゅう」と「牛久大仏」に効果を確認したうえでの記事になっている。

牛久大仏

「過去に5-6回あったエレベータの事故が3年前から無くなっている」

ちきゅう

「因果関係は何とも言えないが、落雷事故は無くなっている」

新避雷針で身を守れ

不安定な天候が続く中、横浜市中区の会社が開発した新避雷針が高層の場を占めていく。雷が落下する「傘」の役割をし、施設内の電子機器の故障も防ぐ。地球探査船「ちきゅう」や、茨城県牛久市の世界一の大仏の頭の上にも設置された。

横浜の会社開発



高さ120mの牛久大仏の頭上に新型の避雷針＝落雷抑制システムを掲載



避雷針を手にする松本敏男社長。先陣がとがっておらず、丸いのが特徴

丸い「傘」、放電を抑制  
新避雷針を開発したのは、IBMで働いていた松本敏男さん。「落雷抑制システム」。日本へ「傘」が3年前に技術者の仲間

「異常気象下の選択肢に」

2人と設立した小さな会社だ。従来の先のとがった避雷針は、雷を誘導して空中に流して直撃を避ける。これに対し、新避雷針は先端が丸く、絶縁物が入っており、放電を抑制して落雷を防ぐ。「雷専用の傘のようなもの」と松本さんは例える。このため、建物の中の電子機器も守ることが出来るという。  
120mの高層の立像として高さ世界一の牛久大仏の頭上には、同社の避雷針が15基と伸びる。5、6回の落雷を受け止まったことがあったが、3年前はこの避雷針を設置してから落雷の被害はないという。  
新避雷針は昨年7月、海洋研究開発機構(横浜市中区)の地球探査船「ちきゅう」の船の上のやぐらの上でもついた。海底掘削機に鉄筋を柱立たせるための約100mの長さの鋼管を、高い建物のない大層では、雷の標的になりやまい。ちきゅうは22日、約1万5千の東日本震災の震源域での海底掘削の調査を終えた。同機構は「避雷針との因果関係は何とも言えないが、落雷はなかった」。  
6月には沖縄・伊江島の小学校にも導入が決まった。一般的なタイプ(直径24cm、重さ8kg)は約300万円から、今月から一般家庭用に直径20cm、重さ5kg(50万円)と、小型タイプ(40万円)も新たに開発した。太陽光発電パネルや、充電中の電気自動車への被害をなくすことが目的だ。  
松本さんは、「自然が相手なので100%落雷を防げるとは言えないが、異常気象の中で一つの選択肢として手ごたえを感じたい」と話している。(藤加菜子)



PDCE避雷針

**避雷設備の受雷部として使用**

電源は必要ありません

接地部の塩類補給も必要ありません

接地は、必ず必要です

PDCE-Marine

船舶用 耐振動性能を向上

重量13Kg

# どこに装備すべきか



レーダの故障 ⇒ 夜間航行不能 ⇒ 到着遅延

可燃物への引火 ⇒ 大きな事故

# 釣り船

# 釣り客の安全確保



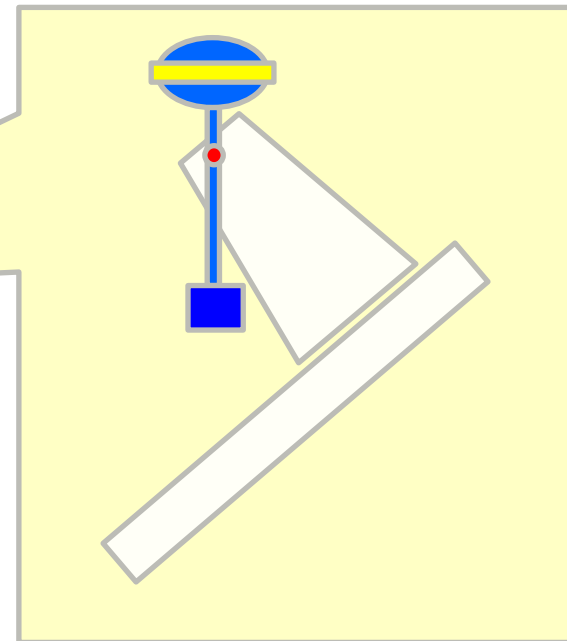
PDCE避雷針

スパンカー



PDCE避雷針





クレーンのブームの角度に関わらず、常に天頂を向くPDCE

どこに装備すべきか

洋上風力発電



# どこに装備すべきか

# 石油掘削リグ



メキシコ湾にて実際に使用されています。



# 夏季雷での効果 (1)

# 小松市 2006年度夏季

PDCEを取り付けたタワー 高さ42m



06 10/05 07:22:50.628 T. NO.01



# 夏季雷での効果 (2) 小松市 海上 2009年度

---

---



# 夏季雷での効果 (3) 小松市 海上 2009年度

---

---



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

SS

# PDCE避雷針についての情報

1. 「落雷抑制」で検索しますとHPがあります。
2. 「資料集」に各種の資料があります
3. 連絡先

[matsumoto@rakurai-yokusei.jp](mailto:matsumoto@rakurai-yokusei.jp)

045-264-4110

横浜市中区山下町24番地8

SOHOステーション 703

株式会社 落雷抑制システムズ

