

# 高圧ケーブルの劣化診断 および診断装置

株式会社フジクラ・ダイヤケーブル



**Fujikura Dia Cable**

## 工場、プラント、インフラ系設備の老朽化が進行

- ・ 高度経済成長期から約60年
- ・ 危険物施設火災は年々増加

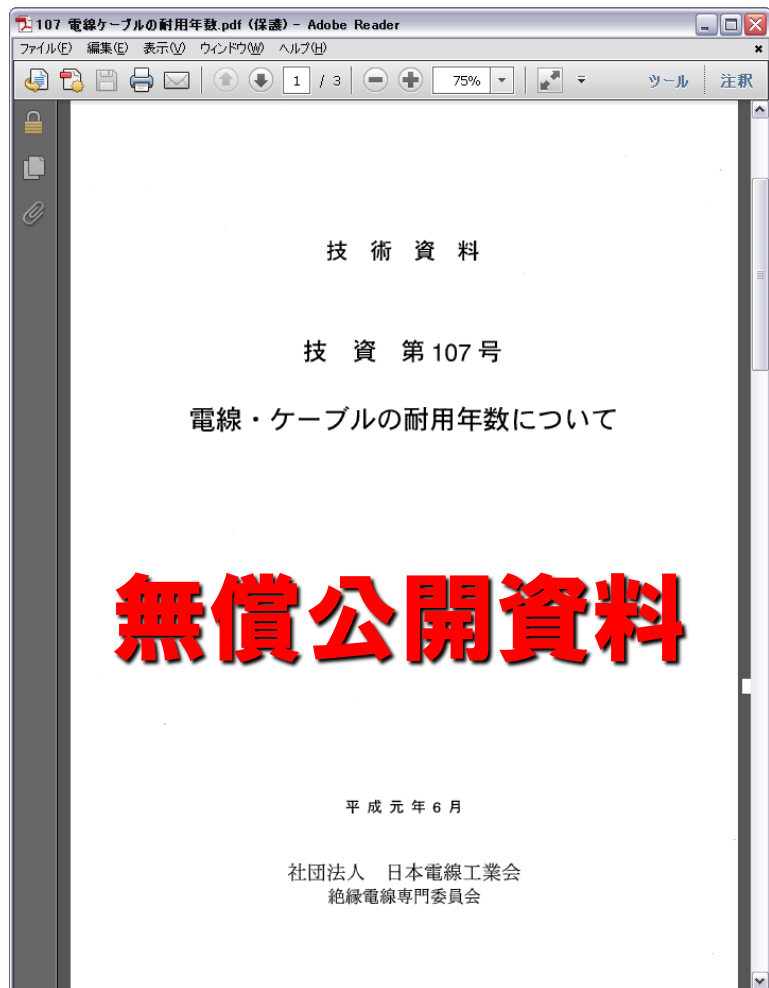
2015年の発生件数：215件

⇒ **発生件数増加傾向** 2009年対比：1.3倍（2009年の発生件数：162件）

⇒ **老朽化火災が半数を占める** 老朽化に起因する火災件数：98件

（引用文献）消防庁公表資料「平成27年中の危険物に係る事故の概要」





日本電線工業会 [http://www.jcma2.jp/data/jcs\\_pdf/107.pdf](http://www.jcma2.jp/data/jcs_pdf/107.pdf)

表 1 電線・ケーブルの耐用年数の目安

電線・ケーブルの種類	布設状況	目安耐用年数
絶縁電線 (IV, HIV, DV 等)	屋内、電線管、ダクト布設、盤内配線	20～30年
	屋外布設	15～20年
低圧ケーブル (VV, CV, CVV 等)	屋内、屋外（水の影響がない）	20～30年
	屋外（水の影響がある）	15～20年
高圧ケーブル (CV 等)	屋内布設	20～30年
	直埋、管路、屋外ピット布設 （水の影響がある）	10～20年

注) 移動用のキャプタイヤケーブル等は、使用状況により耐用年数は大きく異なり、一概に決められない。その使用状況に見合った耐用年数を考えて更新してゆく必要がある。

## 【高圧ケーブル(CV等)】

屋内敷設：20～30年

水の影響下：10～20年

※ 諸々の劣化因子により  
耐用年数は上記よりも  
短くなる方向

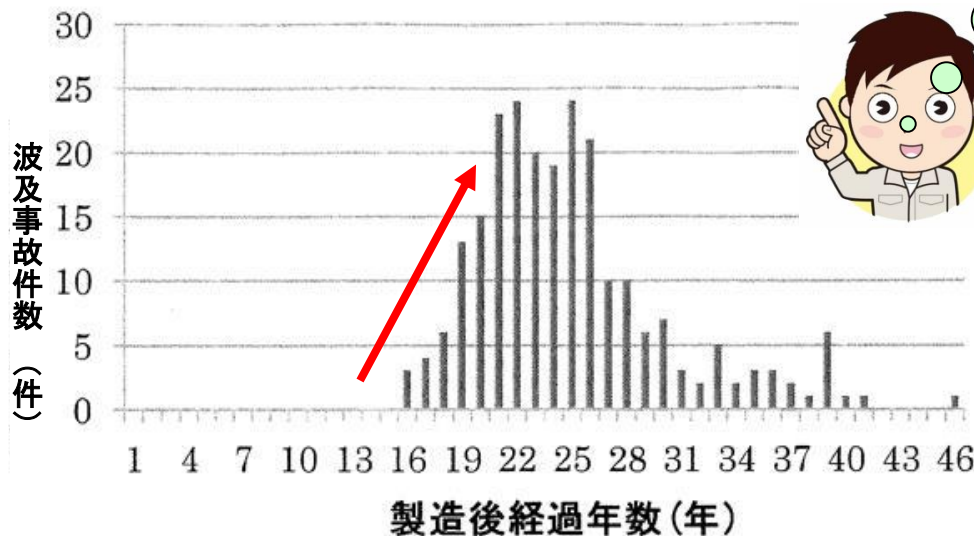
★環境因子が影響大であり、診断評価の運用が必要

# 高圧引き込みケーブル事故の実情

物には寿命があるように、**高圧ケーブルにも寿命**があります

特に水トリー、内部銅テープ腐食破断などが多いよ！

引込ケーブルの経年数別事故件数(H18~H24)



特に10年以上は、点検が重要！

自然劣化 80%  
作業者過失他 20%

※CVケーブル更新のお願い 日本電線工業会他（抜粋）

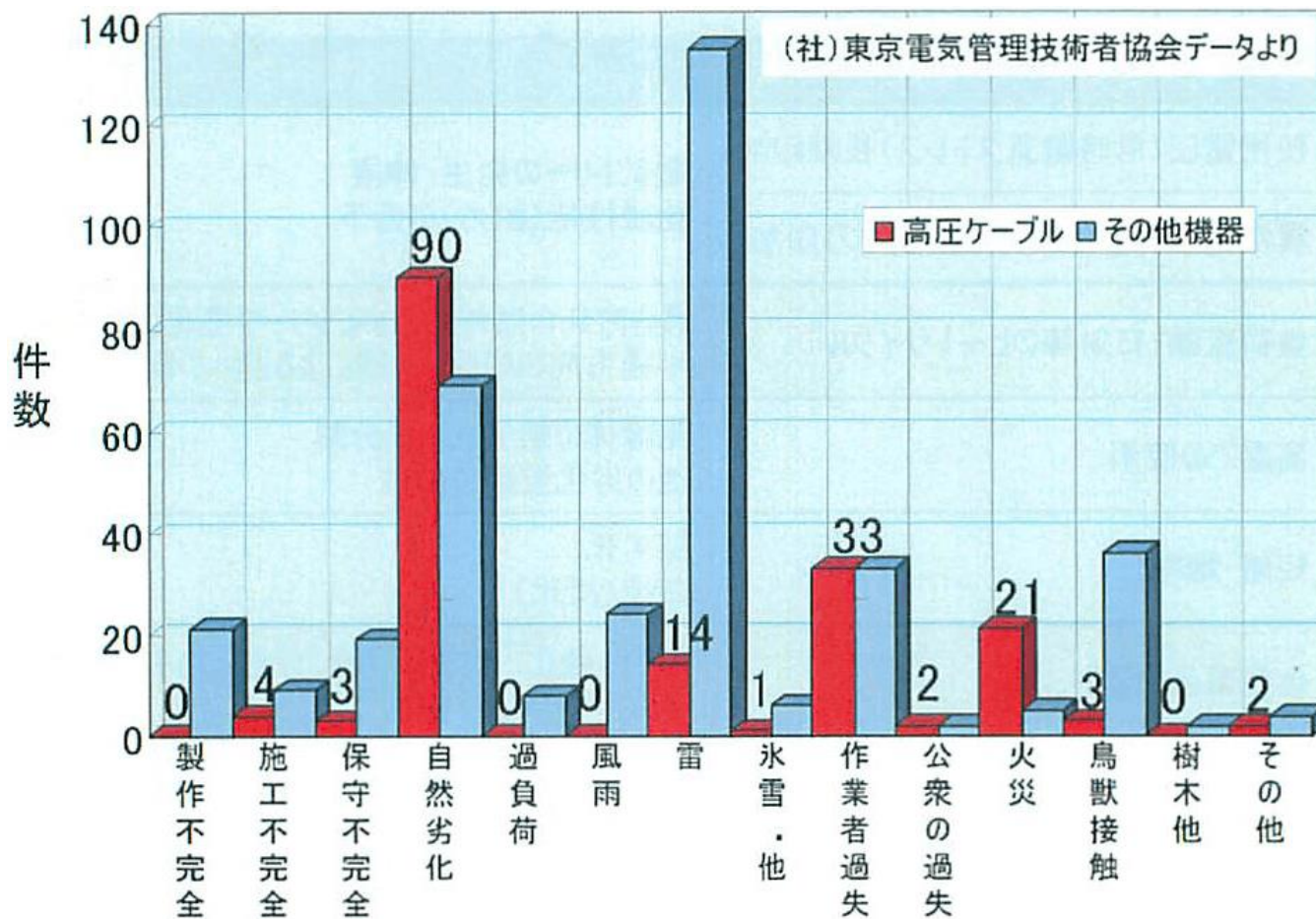
注) 波及事故とは、電気事故が、他の需要家へも波及したものの。

定期的な保守・点検が重要！

老化・老朽ケーブルは、「**早めの更新**」が必要です！



# 6.6kV級 CVケーブルの波及事故分類(H8～17年)



波及事故総数  
546件

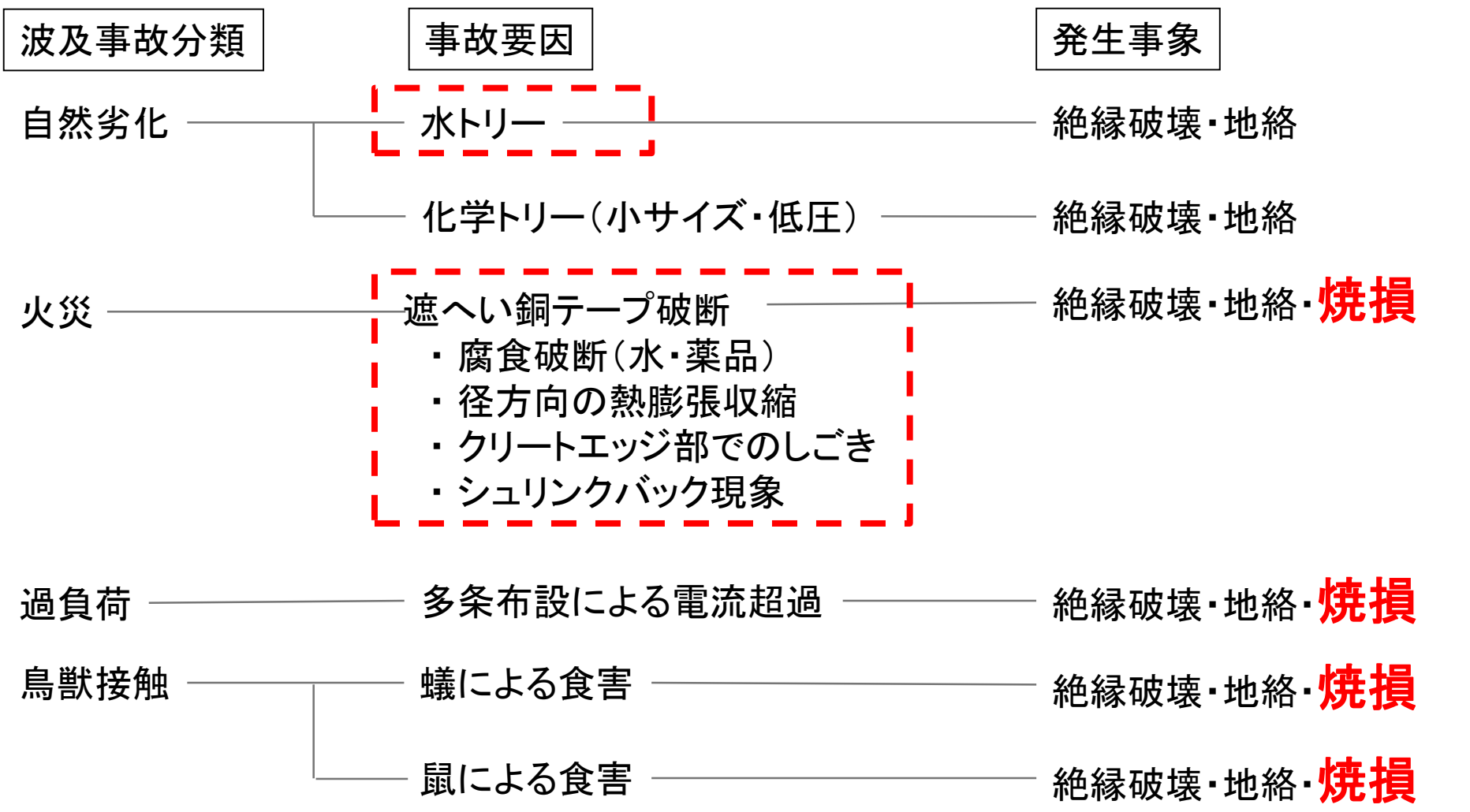
原因が高圧ケーブル  
173件

高圧ケーブルのうち  
自然劣化が原因  
90件

↓

約50件が  
水トリー  
(波及事故全体の1割)

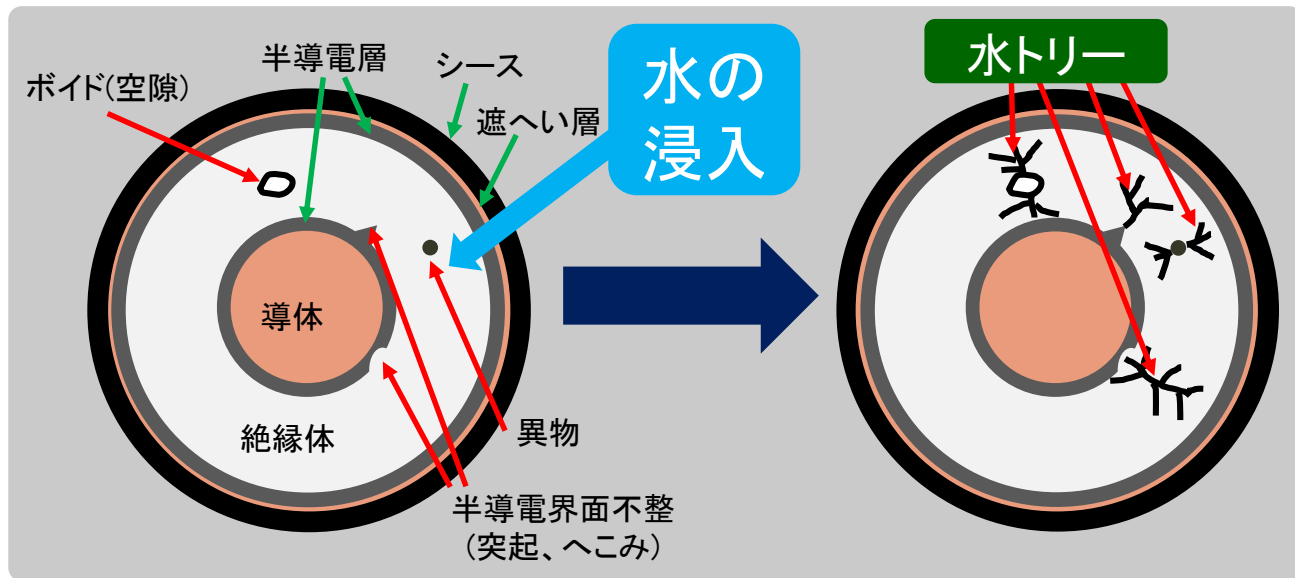
高圧ケーブルの水トリーによる事故は波及事故全体の約1割を占める



現在、材料、製造、施工の改善、三層品(E-E)や遮水ケーブルなど対策品により、水トリー劣化は減少傾向になった。一方、3心一括型からトリプレックス型(単心構造)が主流となり、遮へい銅テープ破断が目立つ様になった。



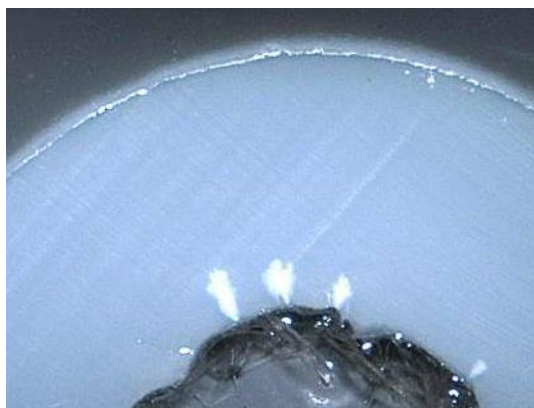
## 絶縁体異物,欠陥、半導電界面不整



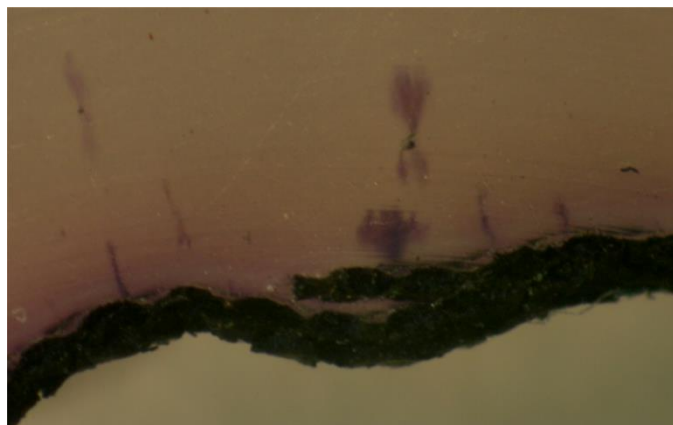
“T-T”  
ケーブル



3kV CV  
(経年27年)

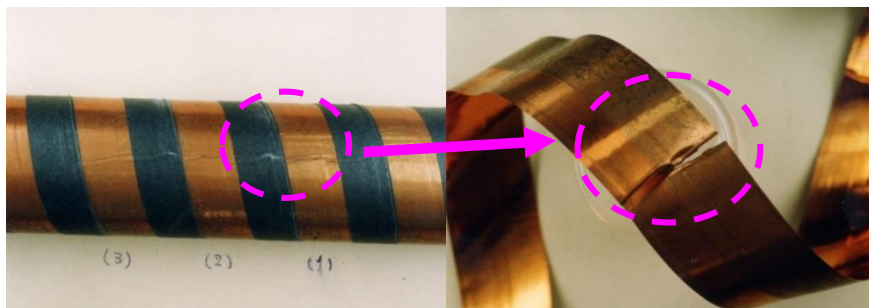


6kV CV (経年30年)



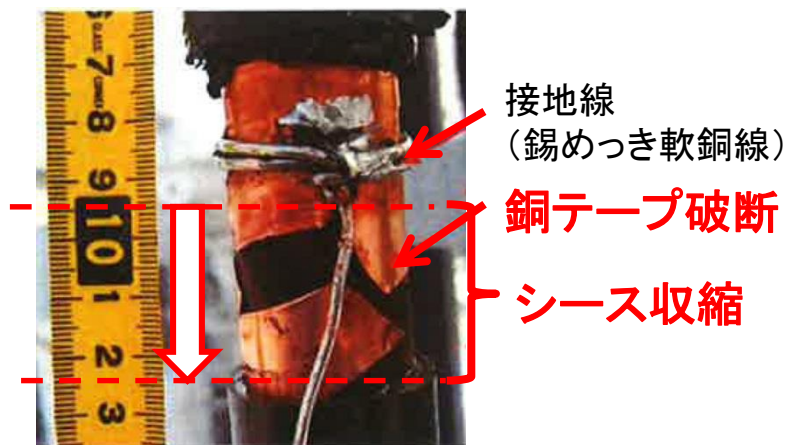
3kV CV (経年不明)

## ●絶縁体径方向の熱膨張/収縮による破断



通電ヒートサイクル(負荷変動)等により発生

## ●シュリンクバック現象による破断



シースの残留応力により発生

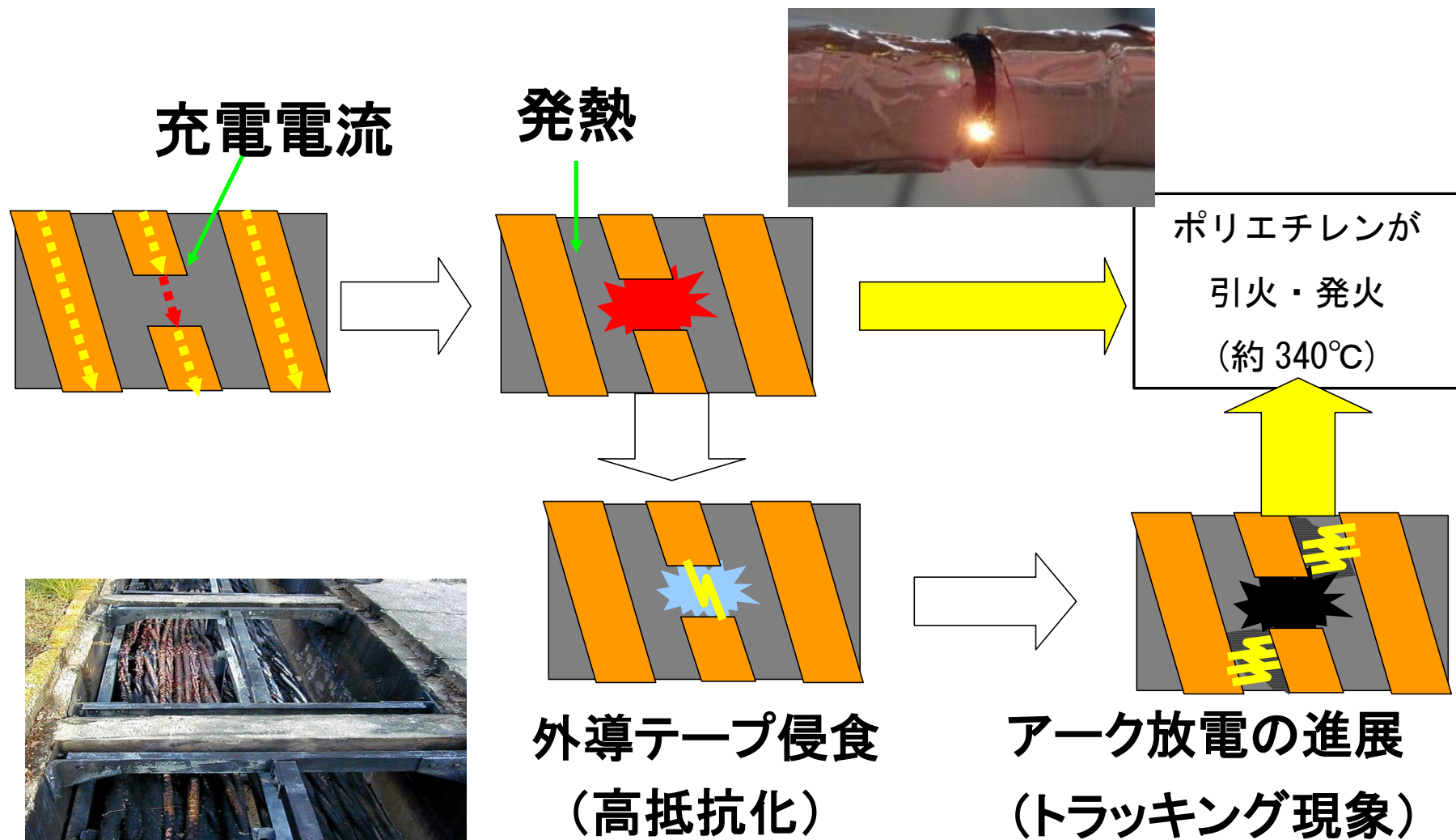
## ●銅テープ腐食による破断



シース不良個所からの水分で腐食







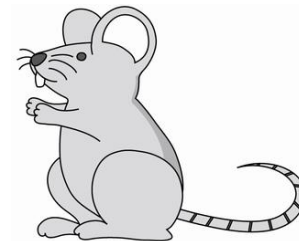
銅テープ破断による火災延焼例

## ●熱劣化【ピット内多条布設】



ピット内多条布設により熱放散が悪くなり  
→導体温度上昇  
→常時許容温度を超え、ピット内が高温となった

## ●鼠、蟻による食害



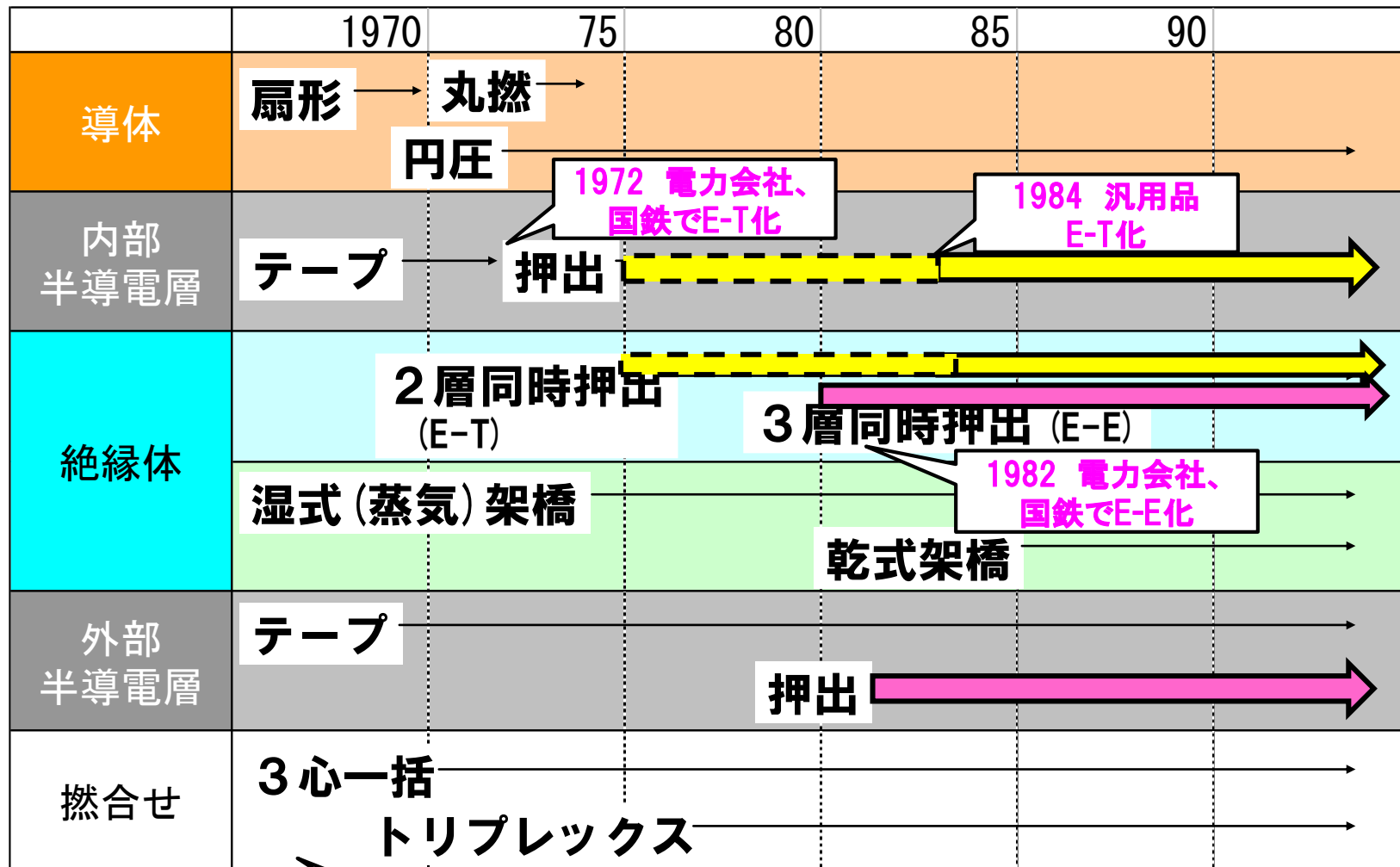
### 【鼠の咬害について】

ネズミが電線・ケーブル類を“かじる”習性は、一生伸び続ける歯(門歯)を摩耗させて形状を保持させ、また行動範囲から障害物を排除するためによる。

特にネズミの口の大きさ(口径)より小さい(細い)ものが被害を受けやすい。



# 6600V CVケーブルの変遷(概略)



1967 水トリーが報告

1980年代中頃までT-Tタイプが存在する。

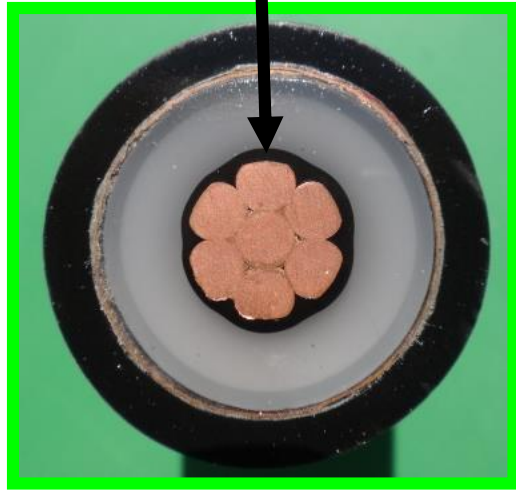
1972 電力会社、国鉄でE-T化

1984 汎用品 E-T化

1982 電力会社、国鉄でE-E化

	高圧 CVケーブル			高圧 NSPケーブル
	T-T タイプ	E-T タイプ	E-E タイプ	E-Eタイプ+ 遮水層+遮へい補強
遮水性	×	×	△	◎ (遮水層)
耐水トリリー性	× (T-T)	△ (E-T)	○ (E-E)	◎ (E-E、遮水層)
銅テープ破断 対策	△	△	△	◎ (遮へい補強)
信頼性ランク	4	3	2	1

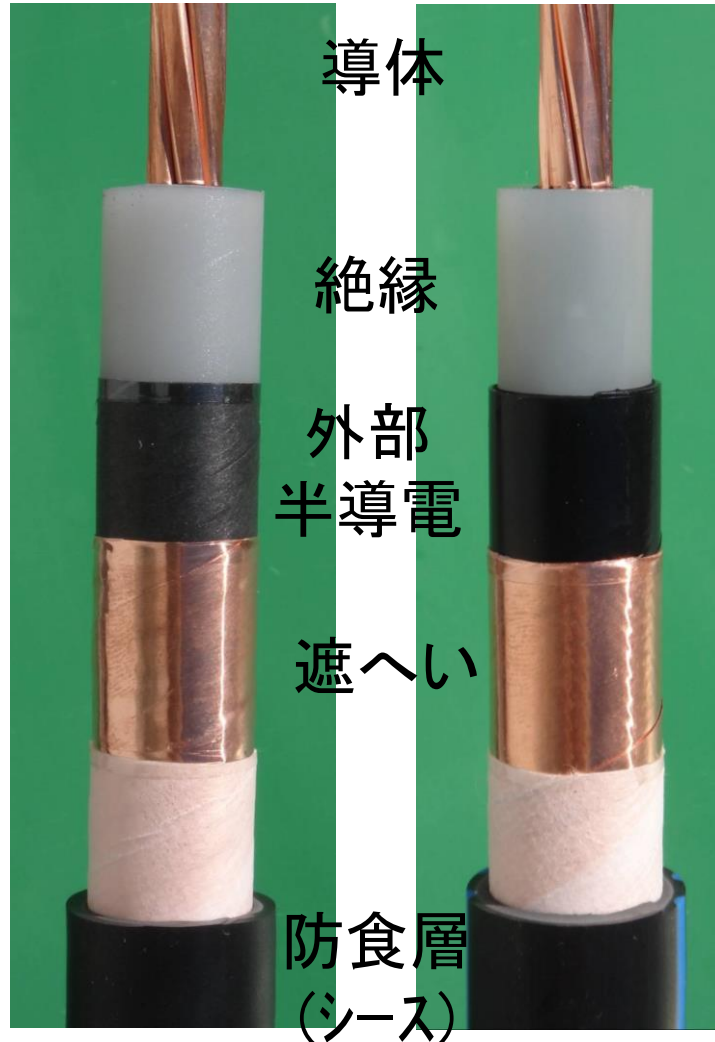
内部  
半導電



外部半導電層が  
テープ巻き  
“ E-T ”

E-T

E-E



内部  
半導電



外部半導電層が  
押出樹脂  
“ E-E ”



水分の侵入による水トリー劣化を防止

通電ヒートサイクル(膨張収縮)による銅テープ破断事故を防止

特許取得品

遮へい銅テープ

金属化紙

アルミ遮水層

6600V CV-NSP(AL) 1c × 100mm<sup>2</sup> (例)

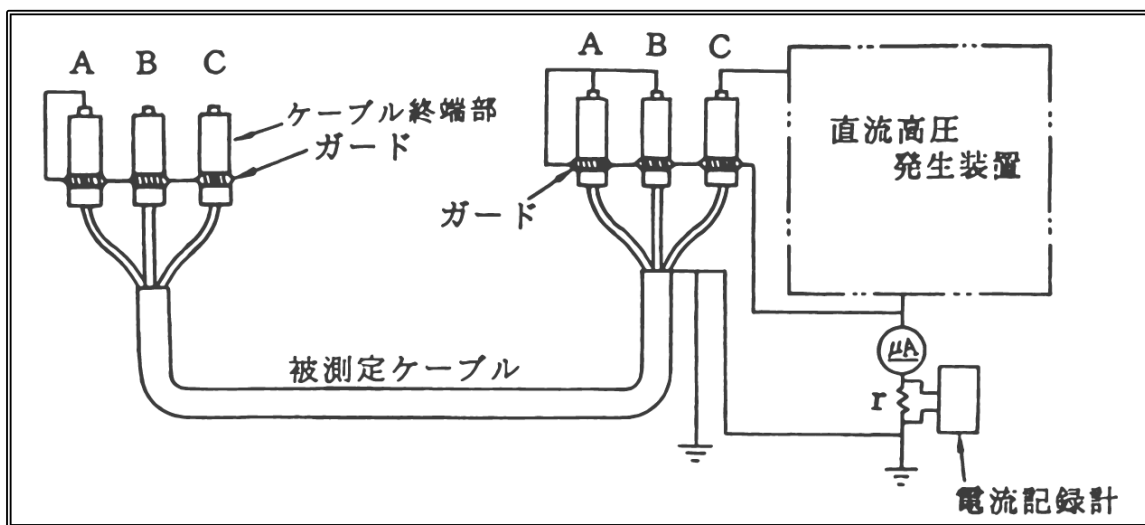


点検種別	点検周期	点検方法	点検機器	点検者
定期点検 (停電)	10年未満 1回/1～2年 10年以上 1回/1年 日常点検で要注意と判定された場合	外観 シース絶縁抵抗 遮へい層抵抗 絶縁抵抗	目視 250～1000Vメガ テスター 1000～5000Vメガ	ユーザ
精密診断 (停電)	使用年数10年以上 水の影響有り 1～2年毎 水の影響無し 2～3年毎 定期点検で要注意と判定された場合	外観 シース絶縁抵抗 遮へい層抵抗 絶縁抵抗機器 <b>直流漏れ電流</b>	目視 250～1000Vメガ テスター 1000～5000Vメガ <b>直流漏れ電流測定器</b>	専門家

## 停止診断

### 【直流課電電圧例】

	1step	2step
3kV級	DC3kV	DC5kV
6kV級	DC3~6kV	DC10kV
11kV級	DC10kV	DC17kV



### 【判定】

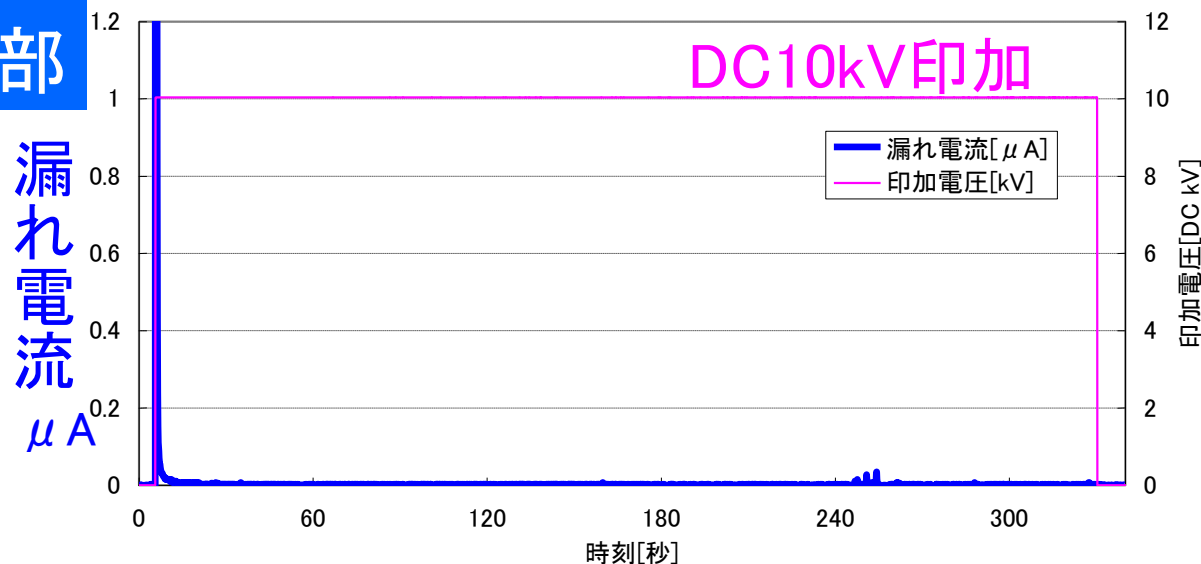
	良好		要注意	
漏れ電流値	0.1 $\mu$ A $\downarrow$	0.1~1.0 $\mu$ A	1.0 $\mu$ A $\uparrow$	
電流波形	—	正常	・成極比<1 ・キック有り	

出典: 高圧ケーブルの保守点検指針(日本電線工業会)



直流漏れ電流測定装置(E009)

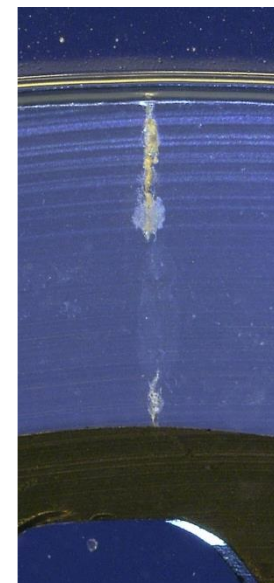
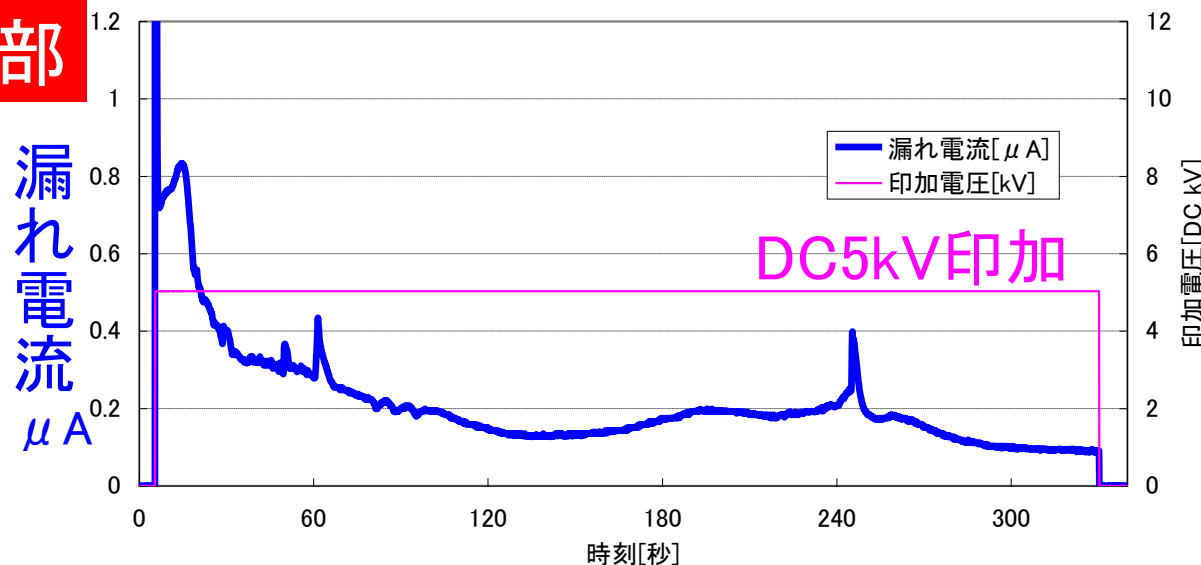
健全部



【劣化ケーブル】

3kV CV 325mm<sup>2</sup>  
(6m)

欠陥部



電圧電流特性が**非線形**である

→1000Vメガーの点検では**不十分**

直流漏れ電流試験の**診断精度は高いが、停電が必要**で測定に時間がかかる。

**活線診断装置による  
トレンド監視**

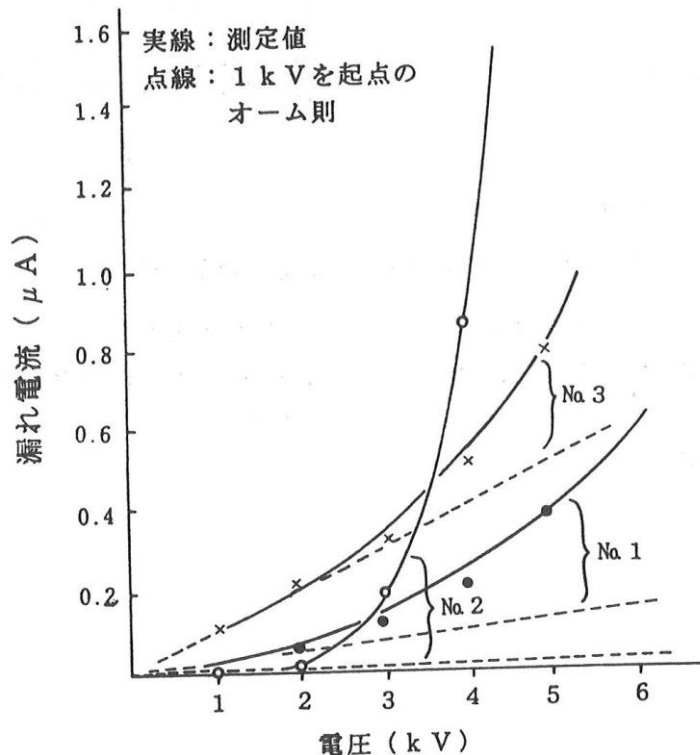


図3-5 貫通水トリーの電圧-電流特性  
出典：(一社)日本電線工業会 技資第116号D



## 劣化現象

水トリー劣化



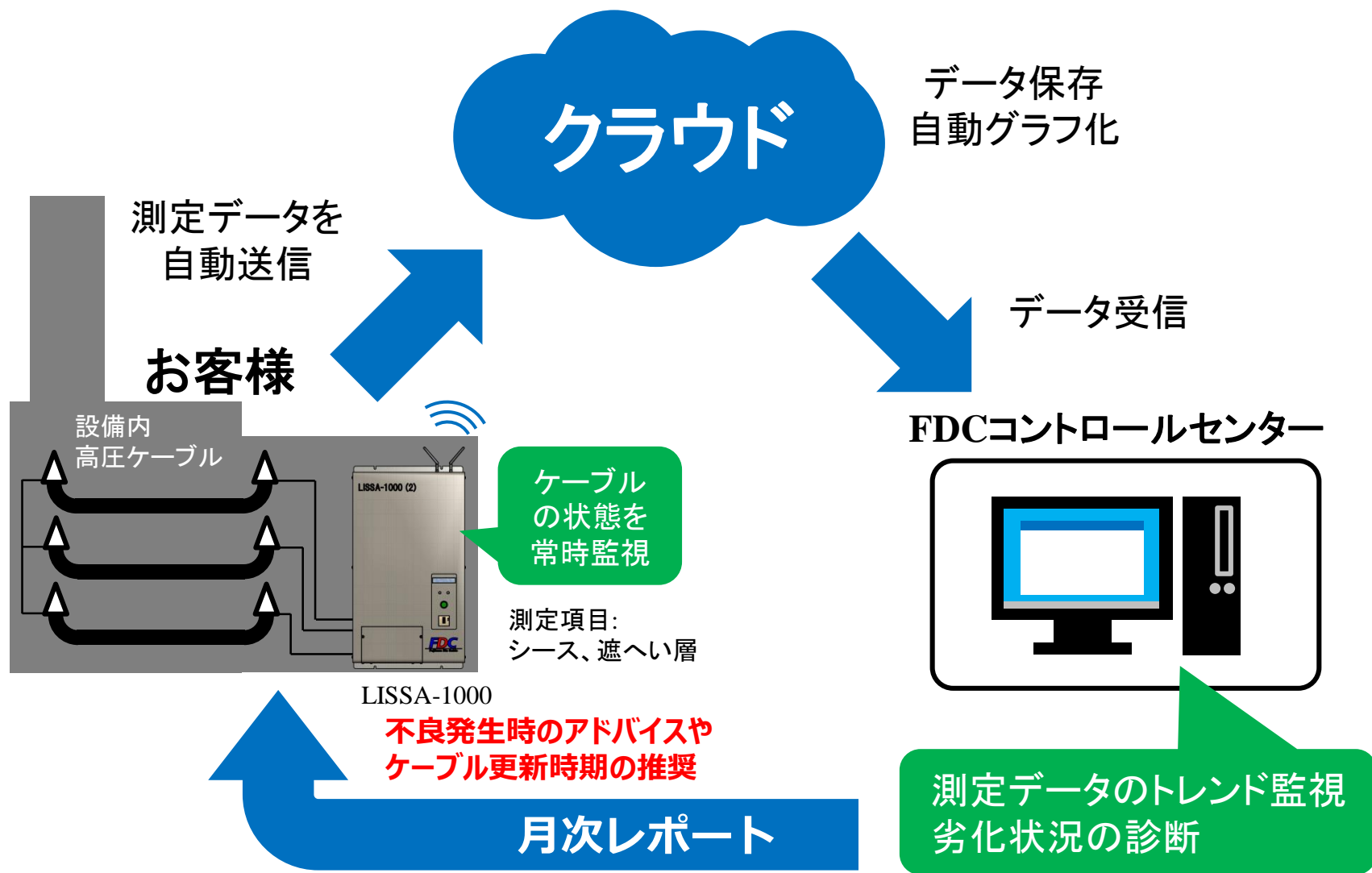
遮へい層破断



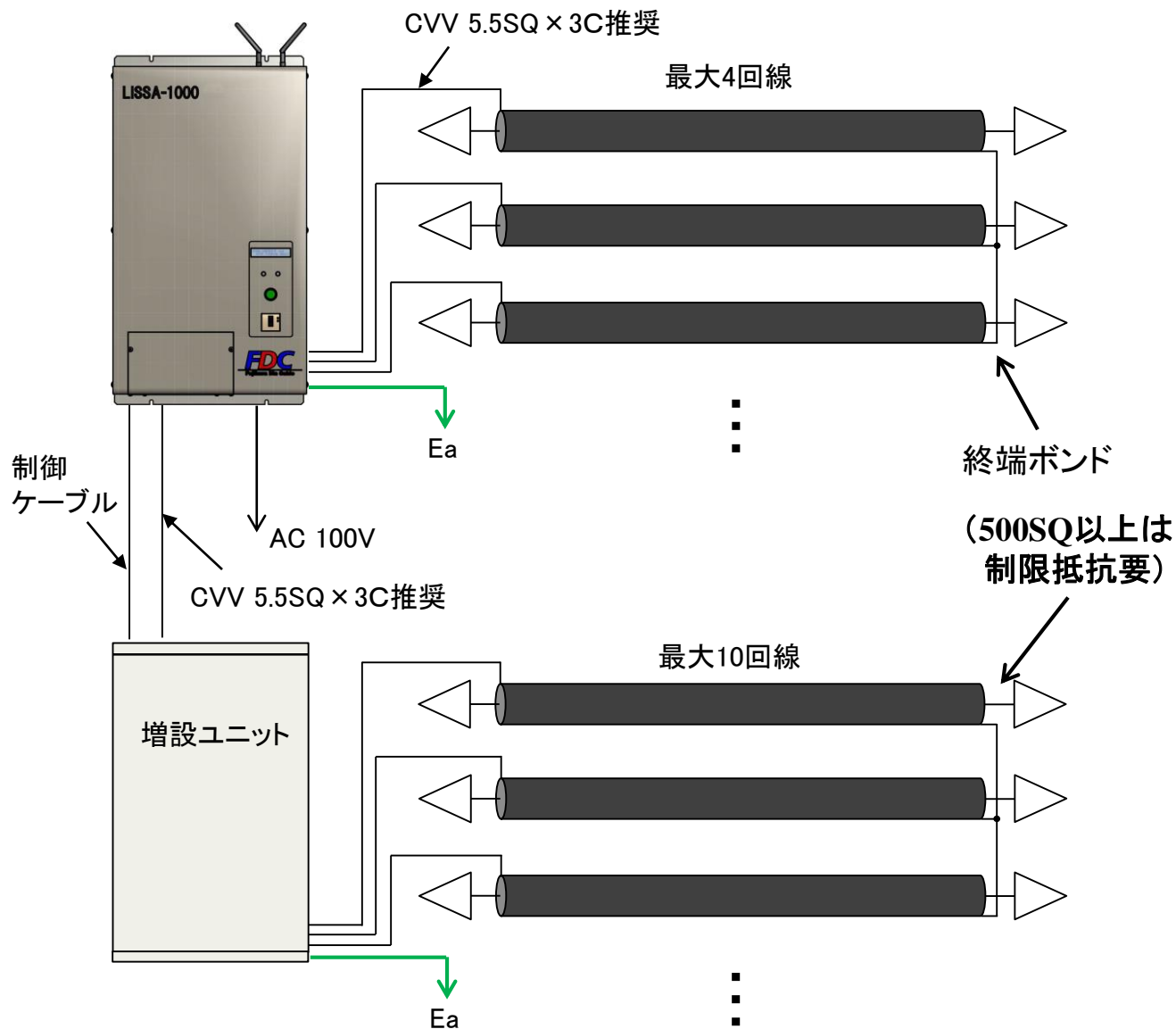
事故を未然に  
防ぐために

### ケーブルの保守・点検

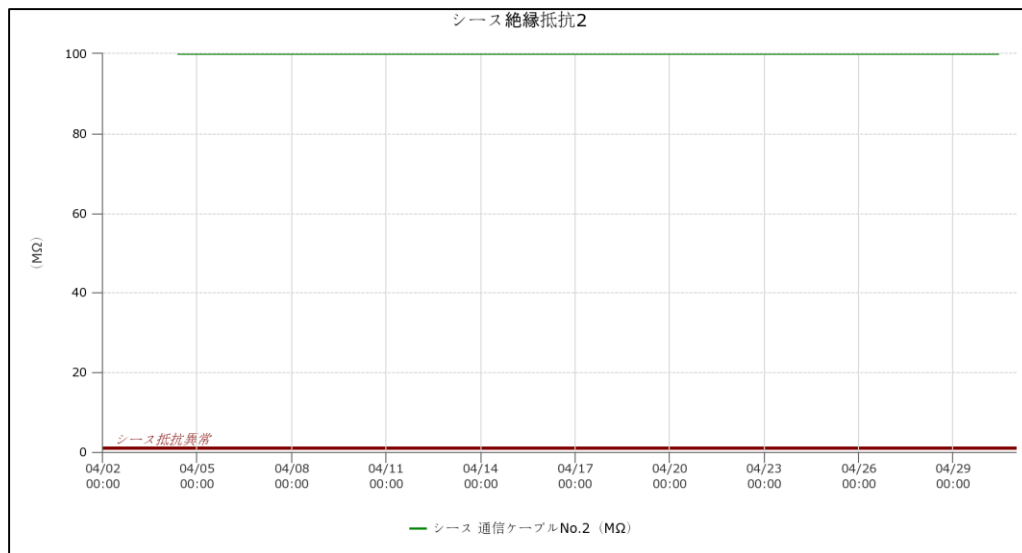
- 活線状態での  
シース絶縁抵抗の測定
- 活線状態での  
遮へい層抵抗の測定



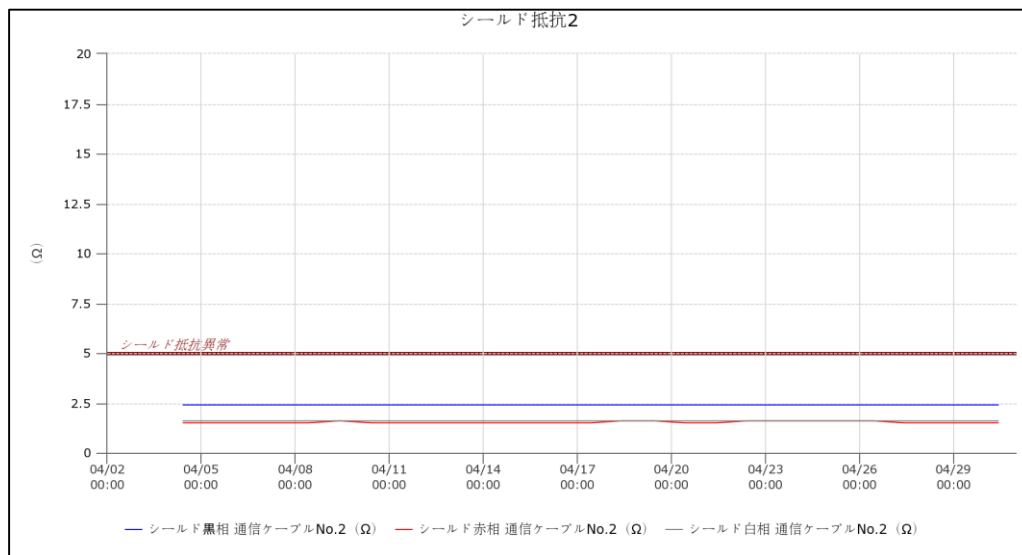
高圧ケーブルの遮へい層へ直流電圧を印加し、測定器内部の基準抵抗との分圧比により各抵抗値を測定します



トレンドグラフ  
(シース絶縁抵抗)



トレンドグラフ  
(シールド抵抗)



水トリー劣化の原因となる  
水の浸入の有無を  
シース絶縁抵抗測定により監視

ケーブル焼損・延焼の原因となる  
シールド破断の有無を  
シールド抵抗測定により監視

シース絶縁抵抗

シールド抵抗

1MΩ未満

1MΩ以上

100Ω未満

100Ω以上

NG

OK

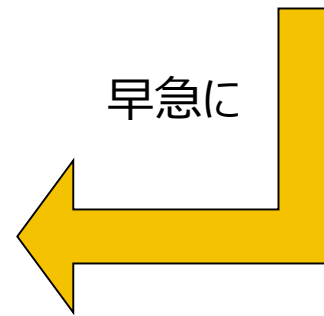
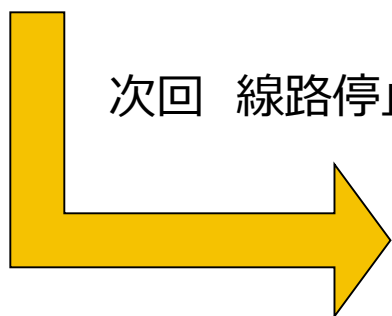
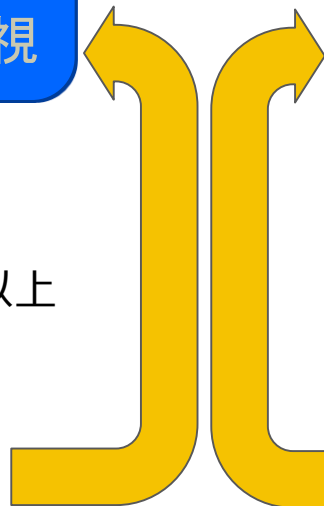
OK

NG

次回 線路停止時

早急に

直流漏れ電流試験による  
**精密診断**  
または  
**不良位置標定**







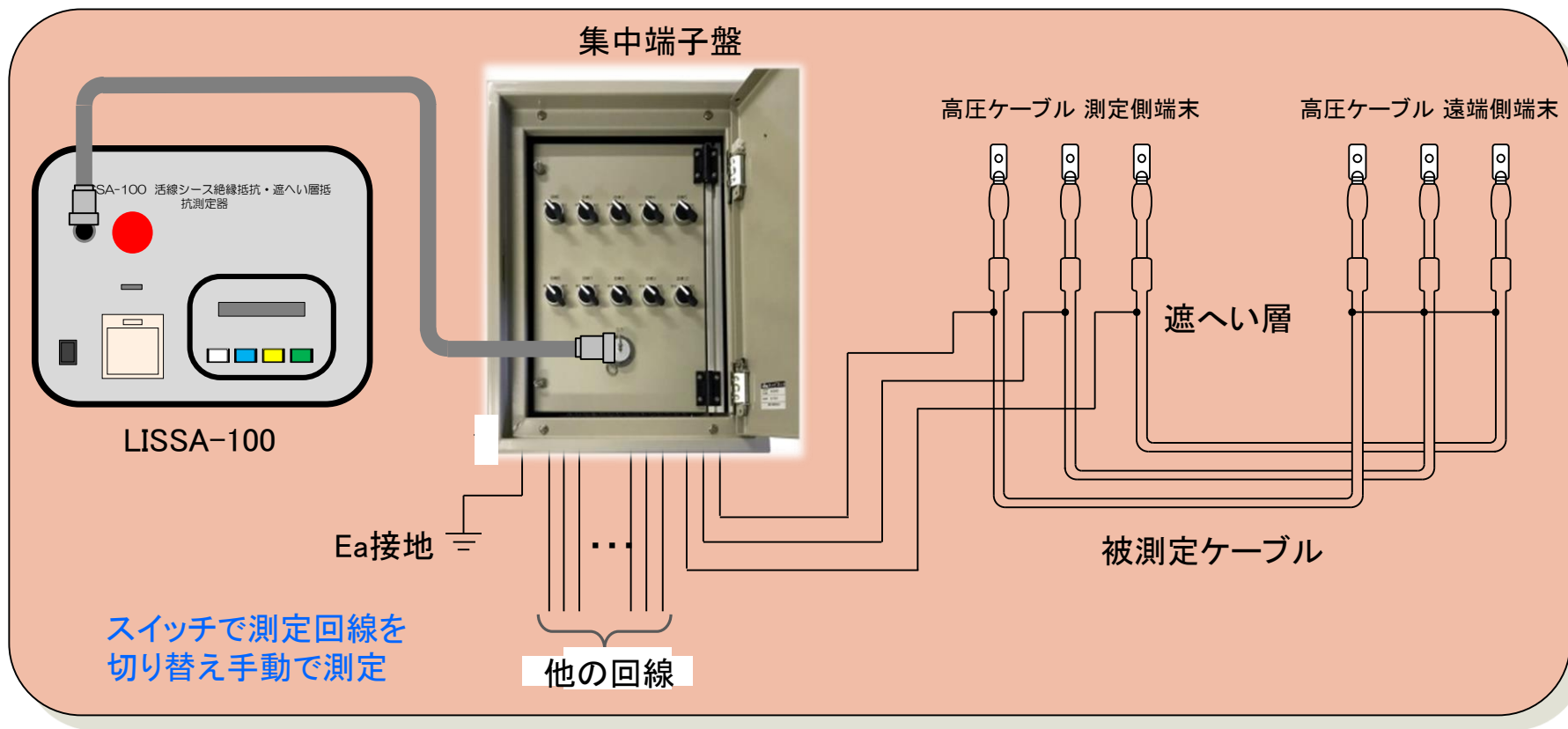
LISSA-100

## 特長

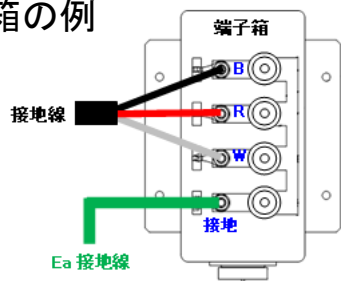
- **高圧受電でも測定が可能**
- 軽量(約4.6kg)で持ち運びに便利。
- PCに接続し測定データの保存・管理ができます
- AC100V電源不要で測定できます(バッテリー動作)

測定日時	ケーブル巻数	ケーブル長さ(m)	シース絶縁抵抗測定値	透し抵抗測定値	備考	ケーブル絶縁管理値			kV絶縁管理値		
						管理値:1MΩ	異常	OK	管理値:150	異常	OK
2016/08/29 14:20:07			99.9Ω	否		8.02	8.02	8.02			
2016/08/29 14:26:19			***Ω			-23.10	-27.70	22.80			
2016/08/29 14:48:02			***Ω			2.40	-3.80	+2.50			
2016/08/29 14:42:45			***Ω			2.40	-2.90	+2.80			
2016/10/29 14:20:26			99.9Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/30 14:25:27			9.7Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/30 14:52:19			8.7Ω	否		8.50	8.70	8.50			
2016/10/27 10:58:48			***Ω			8.90	8.90	8.90			
2016/10/27 11:05:45			***Ω			9.90	9.90	9.90			
2016/10/27 11:10:09			***Ω			9.90	9.90	9.90			
2016/10/27 13:08:28			10.8Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/27 13:18:54			10.8Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/27 13:26:19			8.8Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/27 13:25:58			8.8Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/27 13:31:07			1.00MΩ	良		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/10/27 13:40:43			8.8Ω	否		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/11/16 11:02:28			8.8Ω	否		8.80	8.80	8.80			
2016/11/16 11:15:35			8.8Ω	否		8.80	8.80	8.80			
2016/11/16 13:18:44			***Ω			11.80	11.80	11.80			
2016/11/16 13:21:01			99.9MΩ	良		***Ω	***Ω	***Ω			
2016/11/25 15:34:28			***Ω			0.1	0.1	0.1			
2016/11/25 15:37:28			99.9MΩ	良		***Ω	***Ω	***Ω			
2017/02/10 13:45:43			1.8Ω	否		4.80	2.80	2.80			
2017/02/10 13:56:06			10.0Ω	否		4.80	3.10	2.90			
2017/02/10 13:59:51			4.80MΩ	良		4.40	3.10	3.10			

PCでのデータ管理画面



● 端子箱の例



各相の遮へい層に商用電圧接地用コンデンサを接続し、直流電圧を印加してケーブルシースの絶縁抵抗と遮へい層抵抗を測定します。遮へい層抵抗は内部で各相の抵抗値へ自動計算されます。

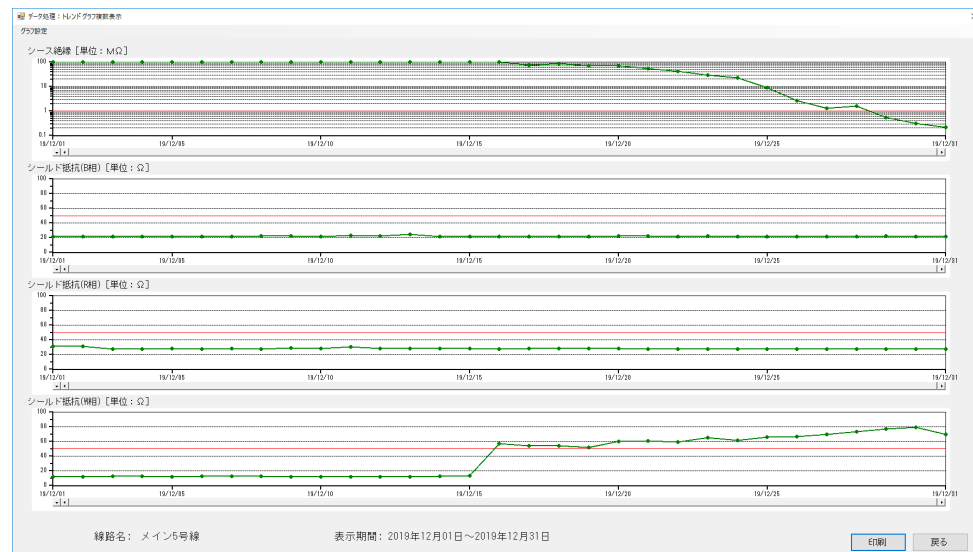


LISSA-1500測定盤

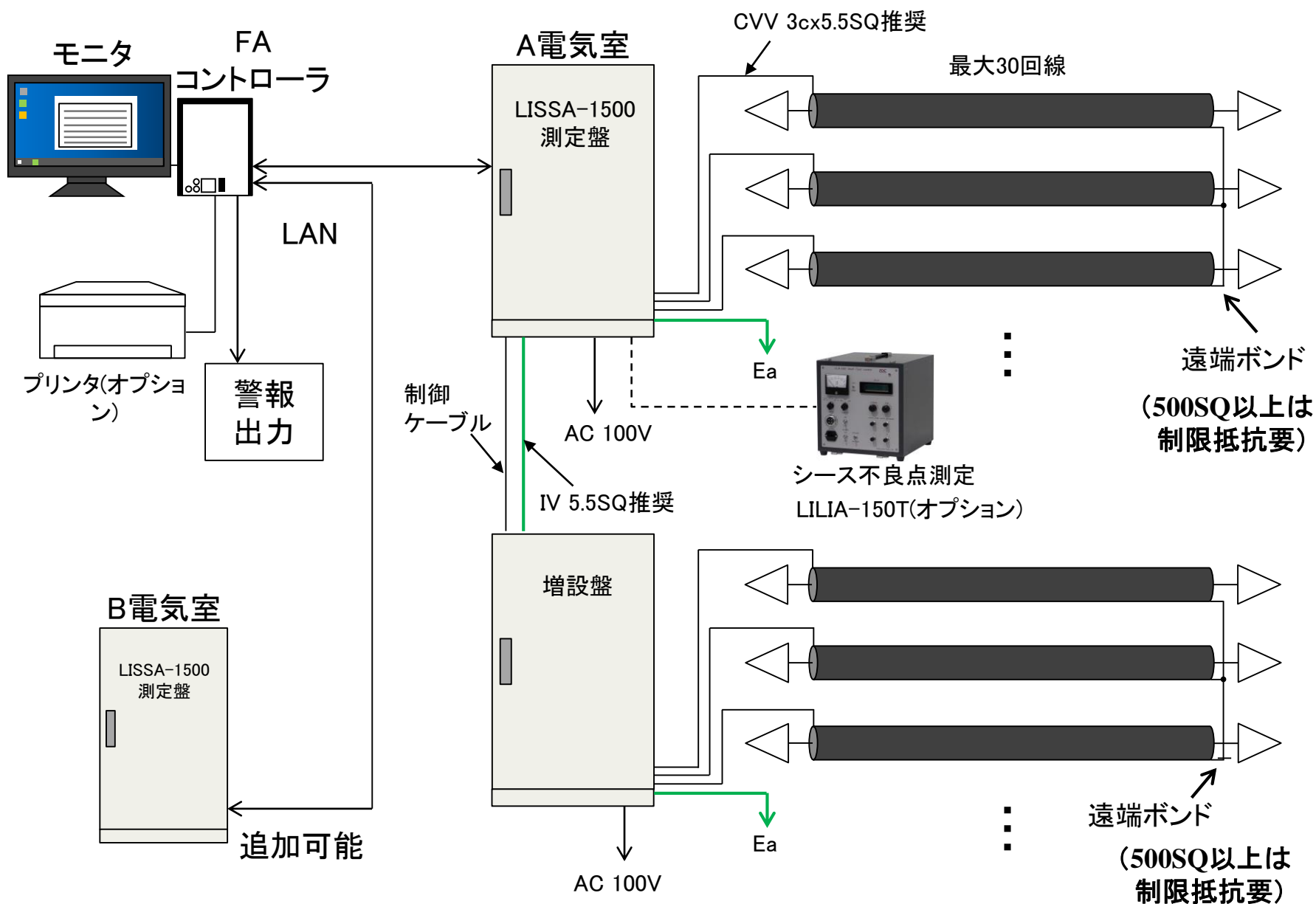
## 特長

- 高圧受電の設備にも対応可能
- 活線で高圧ケーブルのシース絶縁抵抗と遮蔽層抵抗※のトレンド監視が可能
- 1台で最大30回線までを自動測定（増設可能）
- 自己診断機能により、高信頼性を確保
- 活線でシース不良個所の特定※が可能（別売機器必要）

## 劣化傾向の把握が可能



# LISSA-1500 システム構成例

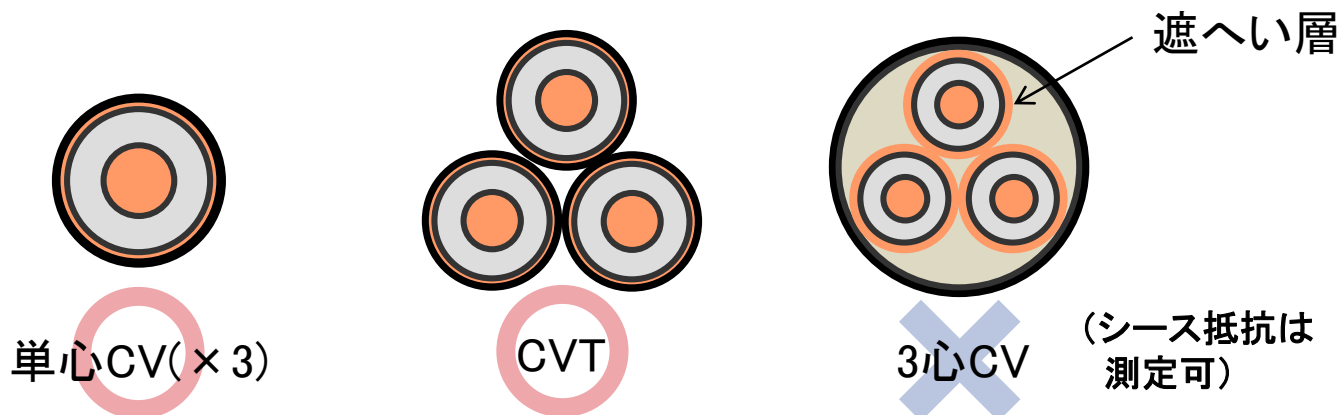


電圧階級	3300V, 6600V
ケーブル種別	<ul style="list-style-type: none"><li>単心CV ケーブル</li><li>CVT ケーブル</li></ul>
接地状態	片端接地線路 各相で入力する必要あり

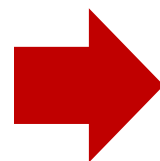
## 注意事項

注1: 500SQ以上のサイズのケーブルは、循環電流が大きくなるため遠端に制限抵抗を付ける必要があります。

注2: 3心ケーブルでは各相の遮へい層がお互い接触しているため、ループ回路を構成することができないので各相ごとの遮へい層抵抗値を測定できません。



シース損傷による  
水の浸入



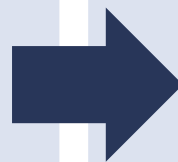
ケーブル事故の  
要因となる



ケーブルシースの状態を把握し、不具合個所を早期に発見し、  
補修することが重要

活線診断装置

ケーブルの  
劣化状態の把握



活線不良点測定装置

不具合個所の  
特定





本製品はトヨタ自動車株式会社殿との共同開発品です。

LISSA-100用端子箱にそのまま接続するだけで不良個所の特定が出来ます。

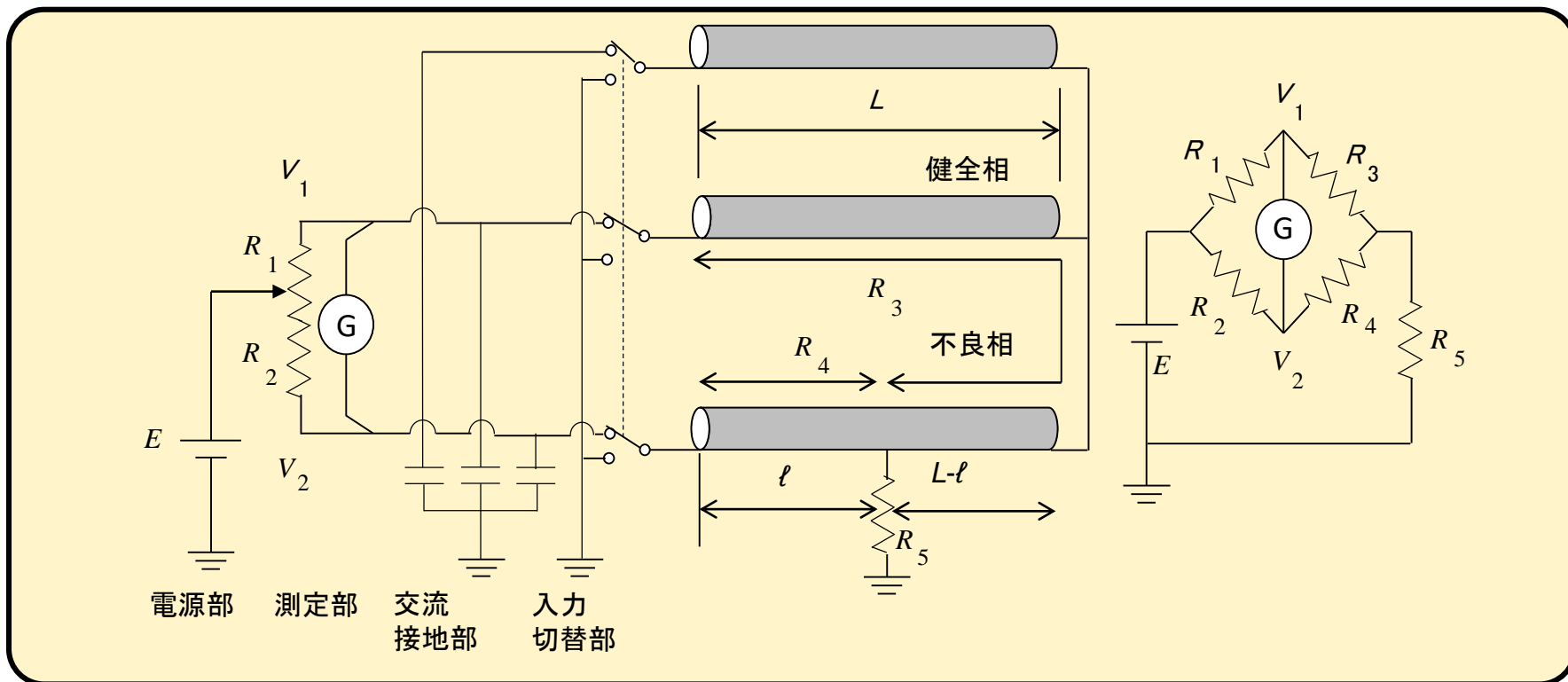
本体 LILIA-150T

## 特長

- 活線でシース絶縁不良点を特定できるため、停電が不要
- シースの絶縁抵抗が $1M\Omega$ 未満の不良点を精度よく測定
- 電源部、測定部、交流接地部が一体型であり、コンパクトな可搬構造
- 課電によりシースを損傷させません
- CPUにより自動測定が可能

\* 制限抵抗が接続されている場合は測定誤差が大きくなる場合があります。

ホイートストンブリッジの原理を用いて、一定の電流下でブリッジ回路のバランスを取り、測定点から不良点までの位置を標定する。



$L$ : ケーブル全長(m),  $l$ : 測定点から不良点までの長さ(m)  $E$ : 電源部の直流電圧,

$R_1, R_2$ : 測定部の可変抵抗( $\Omega$ )  $R_3$ :  $2L-l$ の遮へい層抵抗( $\Omega$ ),

$R_4$ :  $l$ の遮へい層抵抗( $\Omega$ ),  $R_5$ : シース抵抗( $\Omega$ )

$$l = \frac{2R_2}{R_1 + R_2} L$$

LINDA : Live wire Insulation Diagnoser 対象設備 : 特高受電設備



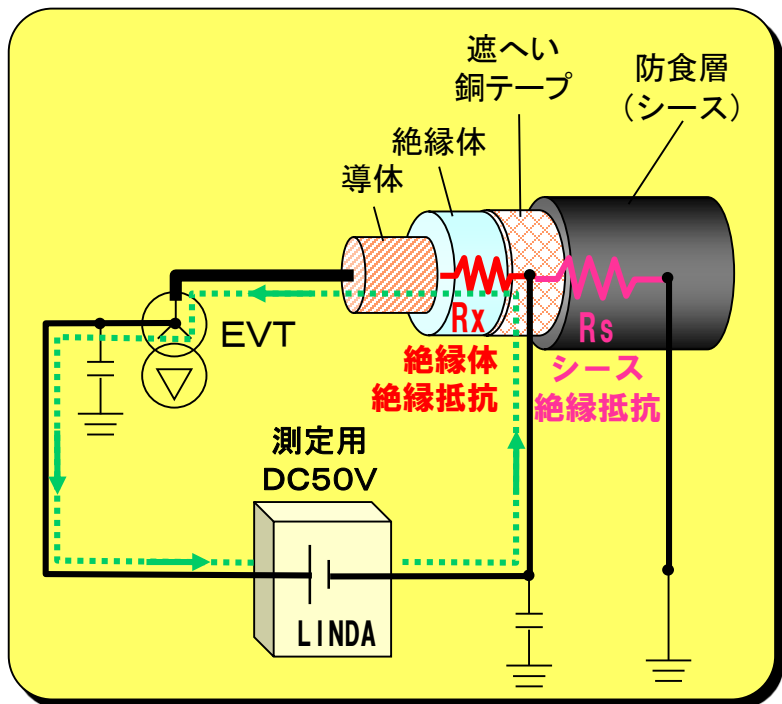
## LINDA-1000



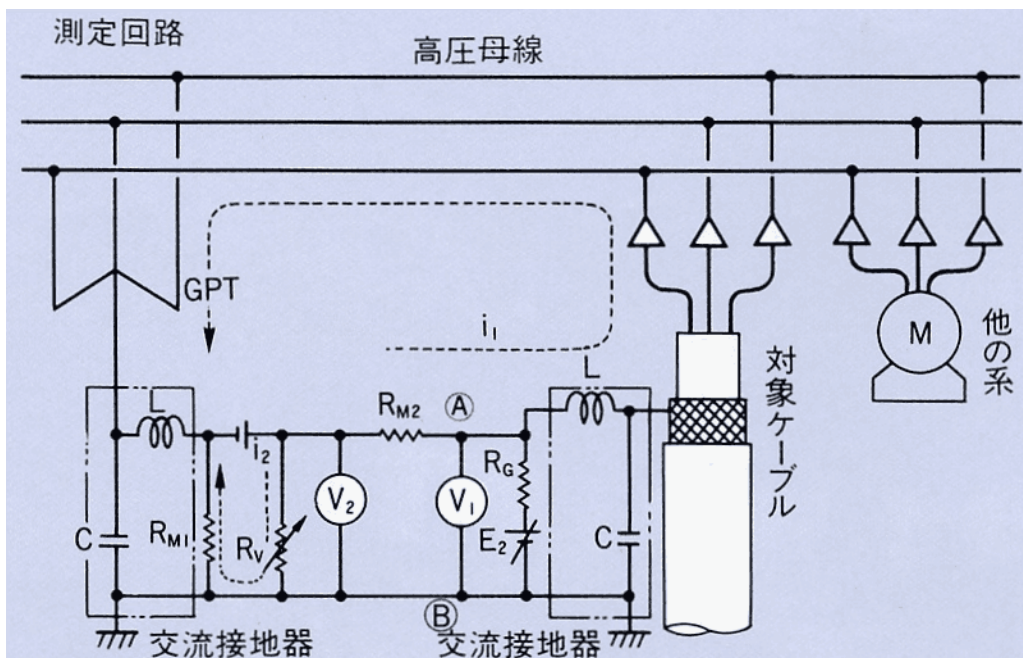
## LINDA-1500

- ・高圧ケーブルの絶縁体と防食層の抵抗値を活線で測定(3kV, 6kV)
- ・可搬手動測定型と据置自動測定型
- ・T-Tタイプの高圧ケーブルの診断に最適

(測定回路)



(高圧母線中の配置)

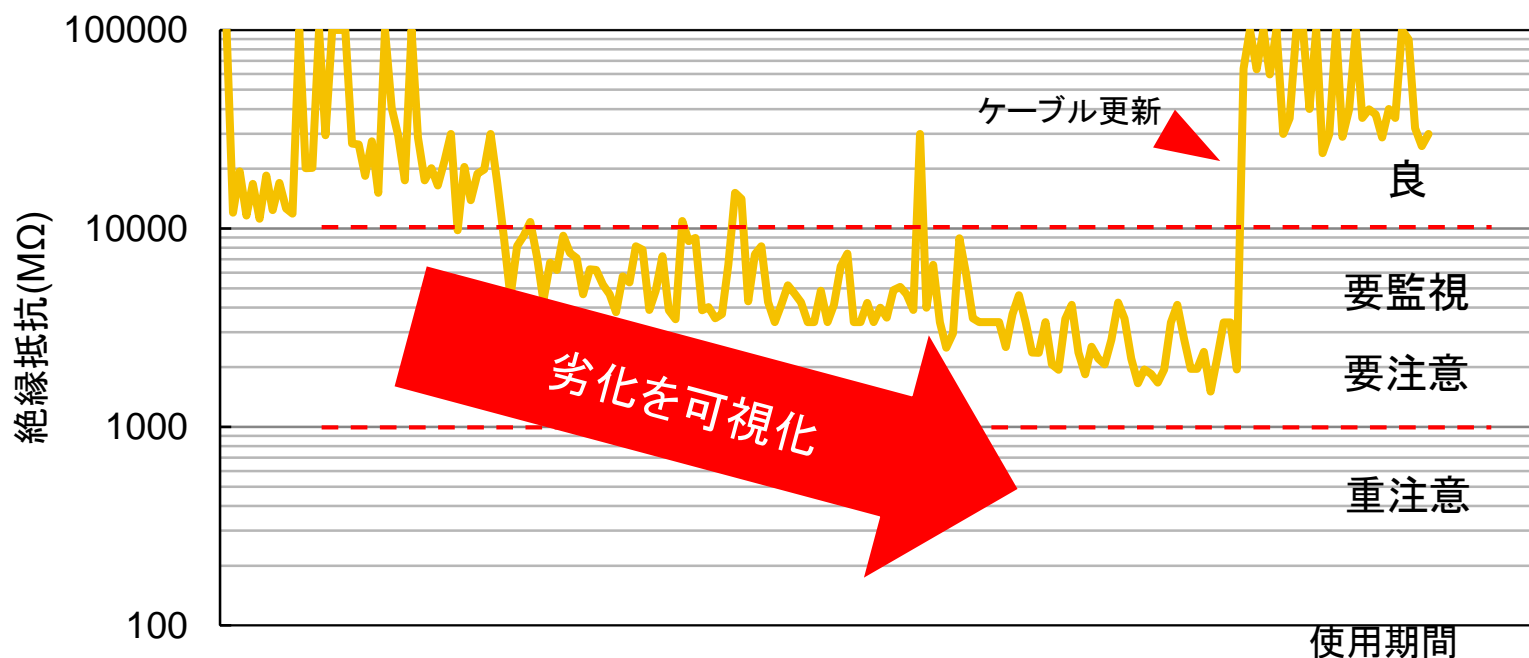


LINDAは、高圧母線上の計器用変圧器(GPT<EVT>)の中性点と、  
測定対象ケーブルの遮へいに、接続して閉回路を構成し、  
高圧母線に(商用周波電圧に加え、)直流50Vを重畳し、直流漏れ電流を測定する。

GPT中性点・ケーブル接地は、コンデンサ接地とする(直流成分を逃がさない)

傾向を把握し予防保全が可能

LINDAによる絶縁抵抗傾向監視グラフ





《自動測定式高圧ブリッジ（マレーループ）法》

ケーブル線路の地絡事故点やシース不良箇所の特定点が素早く可能



I018  
(高圧ブリッジ測定器)



L610  
(高圧発生器)



事故測定の実例

## 特徴

CPUによる自動測定でスキルレスな測定が可能

誘導電圧があっても測定が可能



《低圧パルスレーダ法》

電力ケーブル・海底ケーブルなどの低抵抗地絡事故点・断線事故点特定



I033



I034



収納箱・オシロスコープ  
との組合せ  
(オプション)

## 特徴

100Ω以下の低抵抗地絡事故点の測定に極めて有効

断線事故点測定が容易に可能



ここでは、皆様に安心・安全・簡単・便利をお届けする製品群に、見て、触れて、体験いただくための場所です。  
是非お越しください。

## 安心 ゾーン

- ・事故点測定装置
- ・活線診断装置
- ・部分放電測定装置



## 簡単 ゾーン

- ・発泡絶縁型漏洩同軸ケーブル
- ・するするケーブル
- ・ミニブランチ
- ・他



## 便利 ゾーン

- ・基地局用同軸ケーブル
- ・ケーブル型アンテナ
- ・仮設用Wi-fiシステム



## 安全 ゾーン

- ・難燃ケーブル
- ・NSP(AL)ケーブル
- ・防火区画貫通部設置工法

