

# 高圧電気設備の 絶縁監視について

Kishida Kenta

関西電気保安協会

事業本部 保安部 ソリューショングループ

## 目次

- 関西電気保安協会の紹介
- 高圧事故(故障)について
- 高圧絶縁監視装置の紹介
- 高圧絶縁設備の絶縁低下予兆検出事例

## 目次

- 関西電気保安協会の紹介
- 高圧事故(故障)について
- 高圧絶縁監視装置の紹介
- 高圧絶縁設備の絶縁低下予兆検出事例

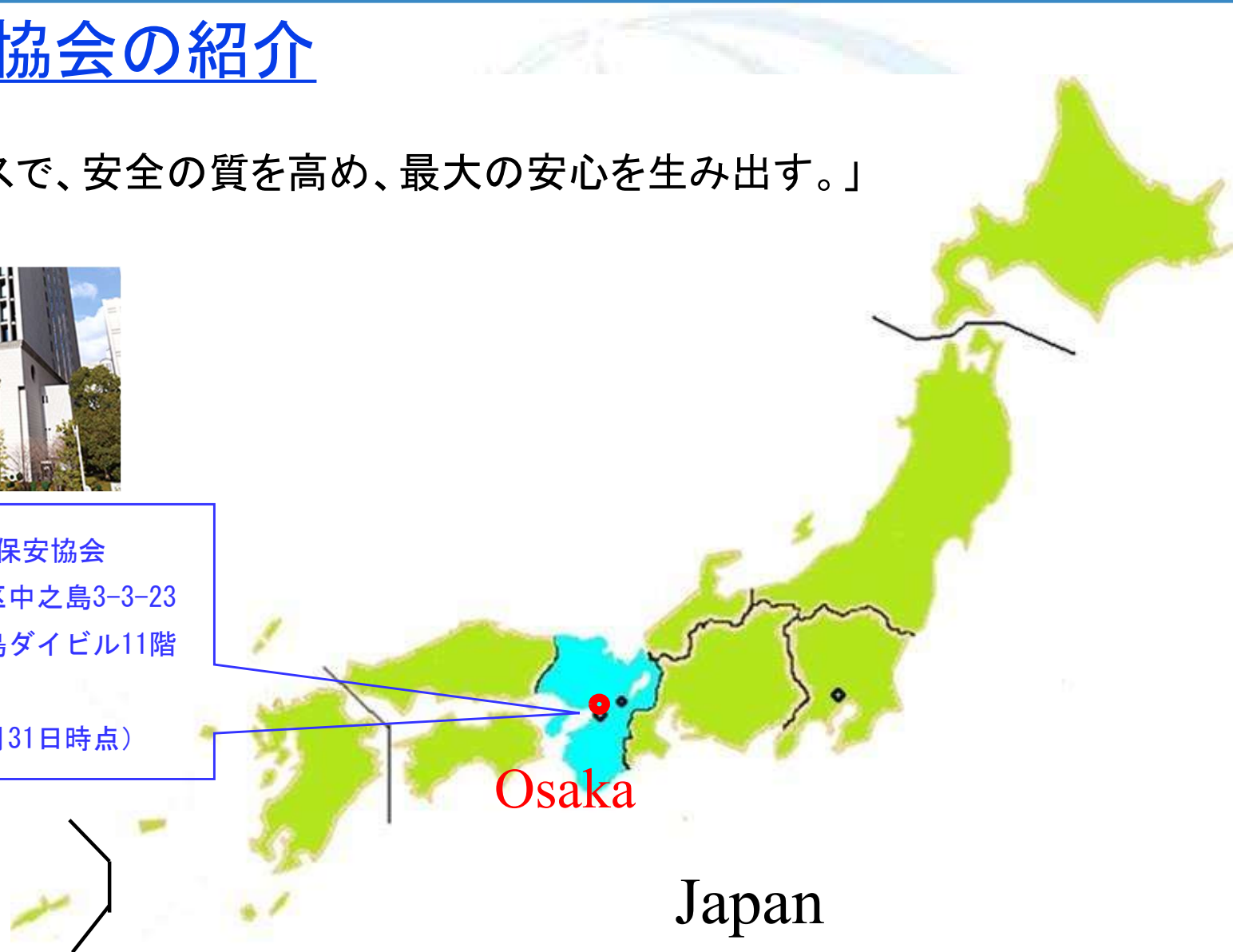
# 関西電気保安協会の紹介

## 経営理念

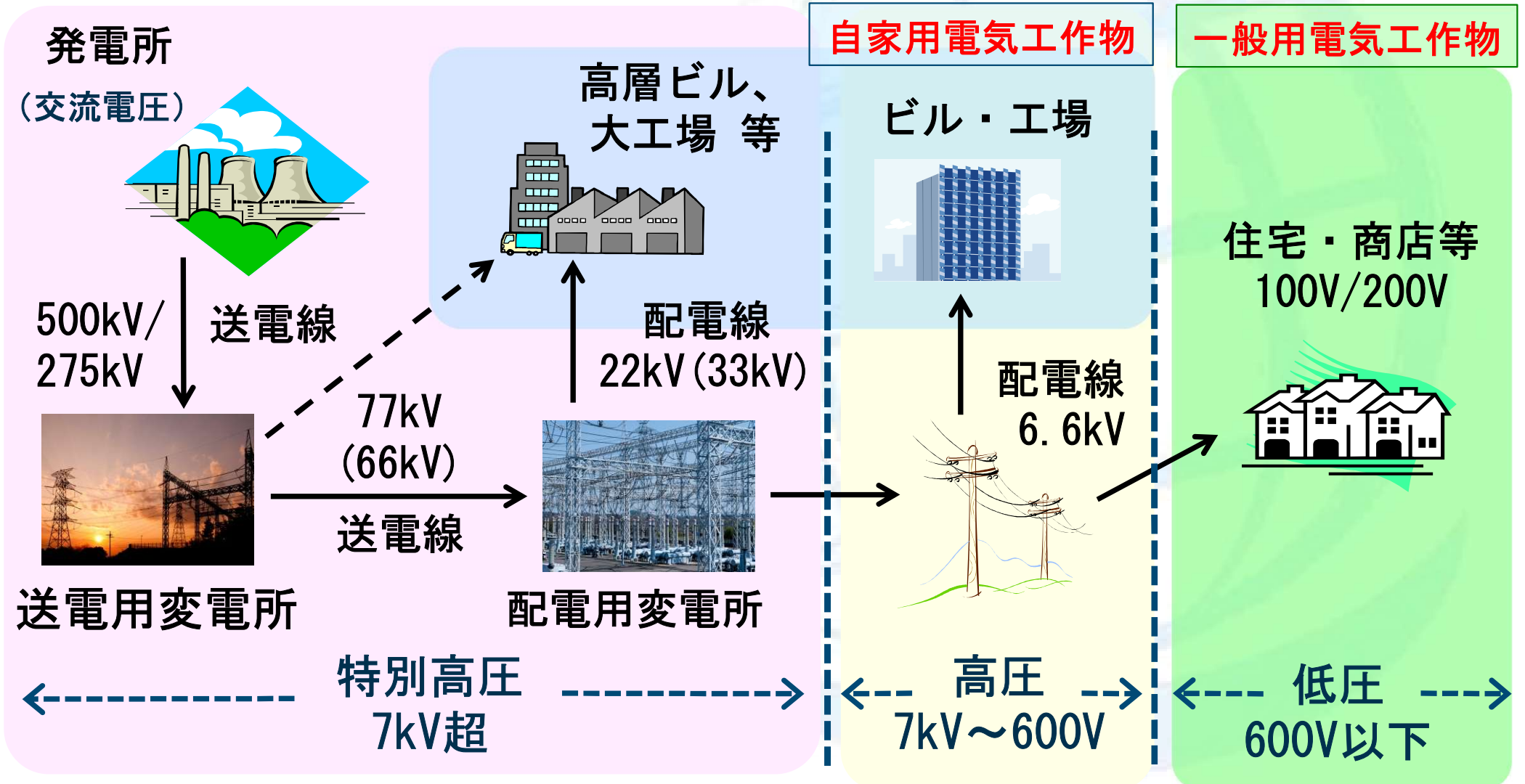
「最高の技術とサービスで、安全の質を高め、最大の安心を生み出す。」



名称：一般財団法人 関西電気保安協会  
本社所在地：大阪府大阪市北区中之島3-3-23  
中之島ダイビル11階  
設立：1965年12月1日  
従業員数：1,551人（2024年3月31日時点）



# 日本の電圧階級と電気工作物の区分



# 自家用電気工作物の電気主任技術者制度

## 事業者の義務

- 資格を有する技術者を、電気主任技術者に選任すること。
- 選任した主任技術者を国へ届け出ること。
- 事業場の従事者は、主任技術者の指示に従うこと。

## 電気主任技術者の資格と役割

- 所定の学歴・実務経験を有する者、または国家試験合格者の申請に基づき、国が免状を交付する。
- 電気工作物の工事、維持、運用に関する保安監督の職務を誠実に行う。

## 電気主任技術者の外部委託承認制度

- 高圧電気設備を設置している事業所は、法令に基づき、電気主任技術者を選任しなければなりません。しかし、一定の要件を満たす法人または個人と委託契約を結び、行政の承認を受けることにより、電気主任技術者を選任しないことができます。関西電気保安協会では、この外部委託承認制度を活用し、お客さまに代わって高圧電気設備の保安管理業務を行います。

## 関西電気保安協会の業務内容

### 調査業務(一般用電気工作物)

＜電力会社からの委託＞

#### ■ 定期調査

一般家庭・商店において、電気設備が国の定める技術基準に適合しているかを定期的に調査し、その結果をお客さまに通知する。

#### ■ 竣工調査

定期調査と同様に、新築・増改築時に調査し、その結果をお客さまに通知する。

### 保安業務(自家用電気工作物)

＜ビル・工場の事業者からの委託＞

#### ■ 外部委託の主任技術者業務

高圧で受電する受電設備、及び一部の発電設備の保安管理を実施。

#### ■ 試験業務

別に主任技術者がいるビル・工場の電気設備の点検、測定、試験を実施。(主任技術者のサポート業務)

### 広報業務

#### ■ 広報活動

地域に密着した電気使用安全の啓発・周知・相談。

#### ■ 各種講習会

受託先企業を含めた一般企業、自治会、学校などに出向き、電気保安に関する各種講習会を開催。

### 工事業務

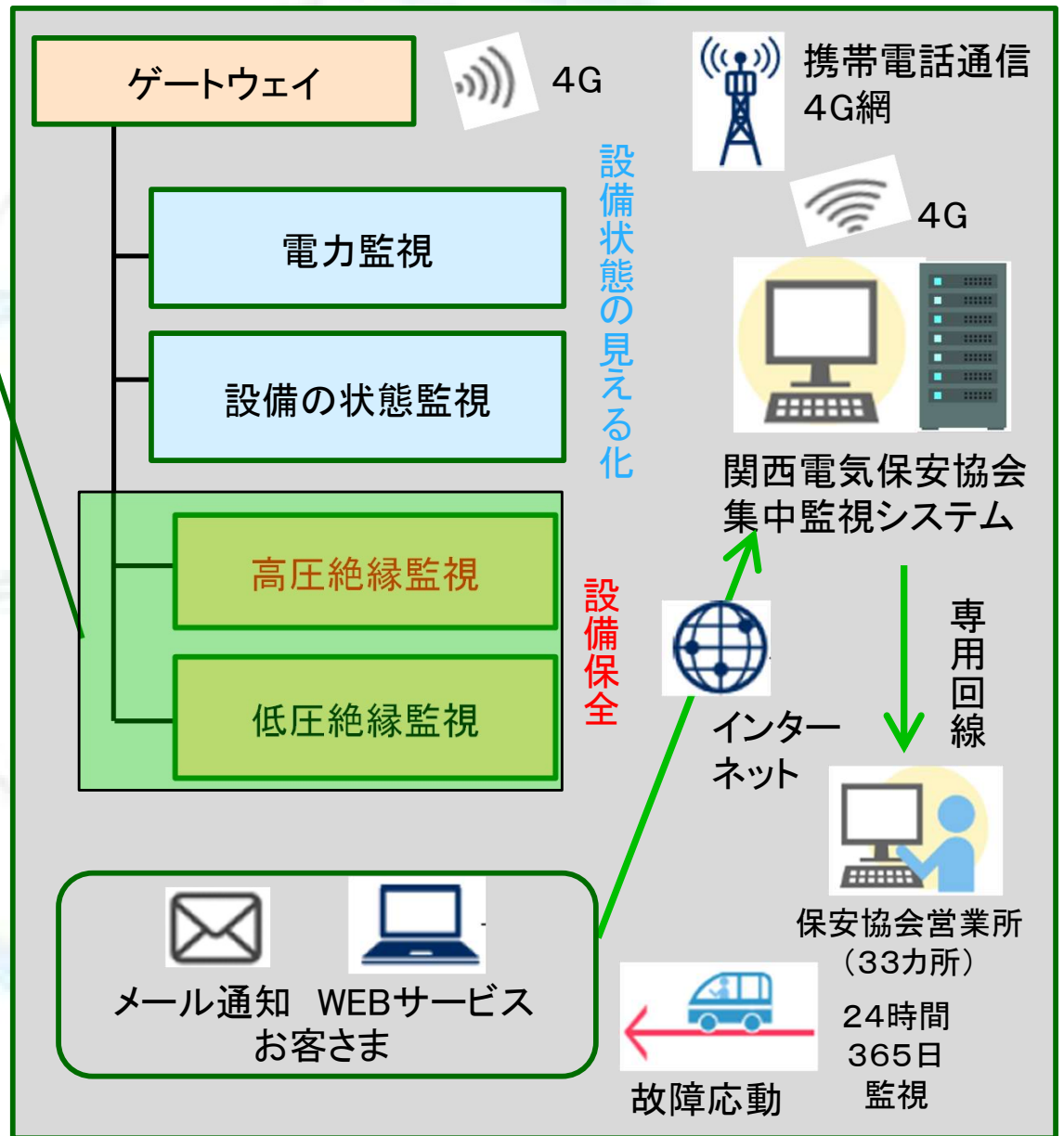
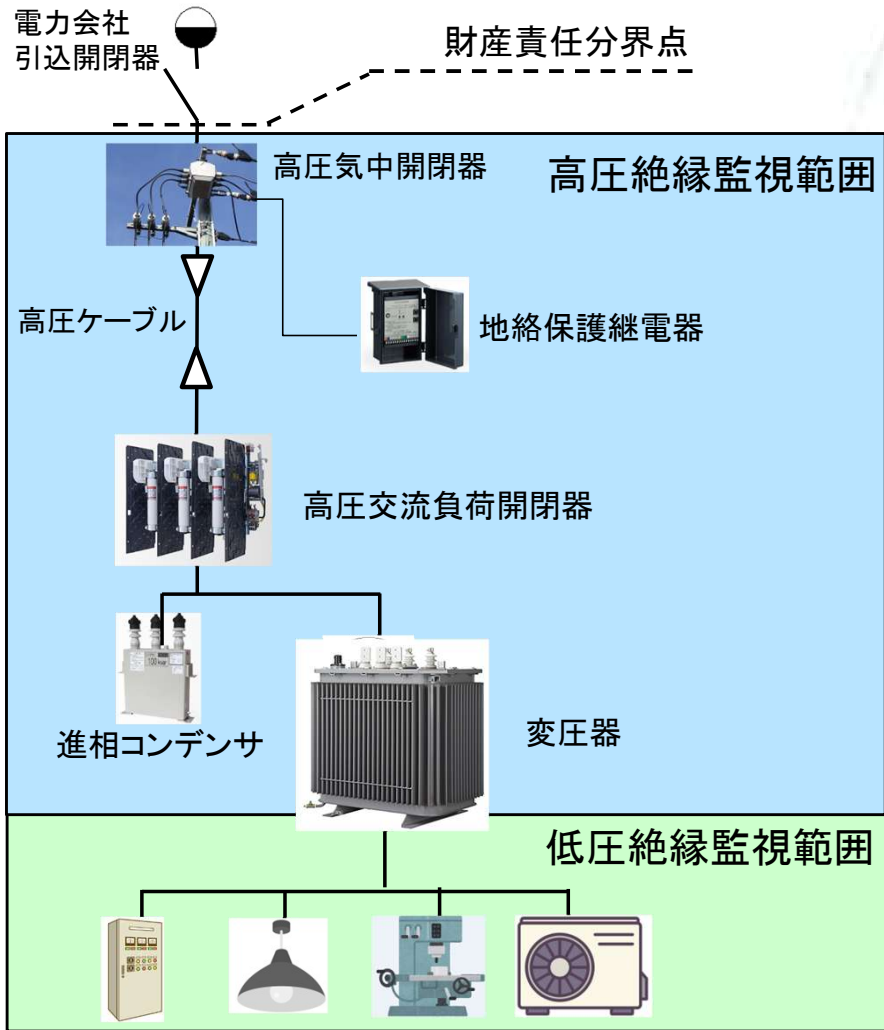
#### ■ 電気工事

当協会とご契約いただいているお客さまを対象に、設備保全や省エネ対策などの電気工事を実施。

## 保安業務内容(監視業務)

お客様の電気利用の安全を確保し、停電事故の未然防止と、エネルギーの有効利用のお手伝いをしています。

(例)回路の遠隔常時監視





## 目次

- 関西電気保安協会の紹介
- 高圧事故(故障)について
- 高圧絶縁監視装置の紹介
- 高圧絶縁設備の絶縁低下予兆検出事例

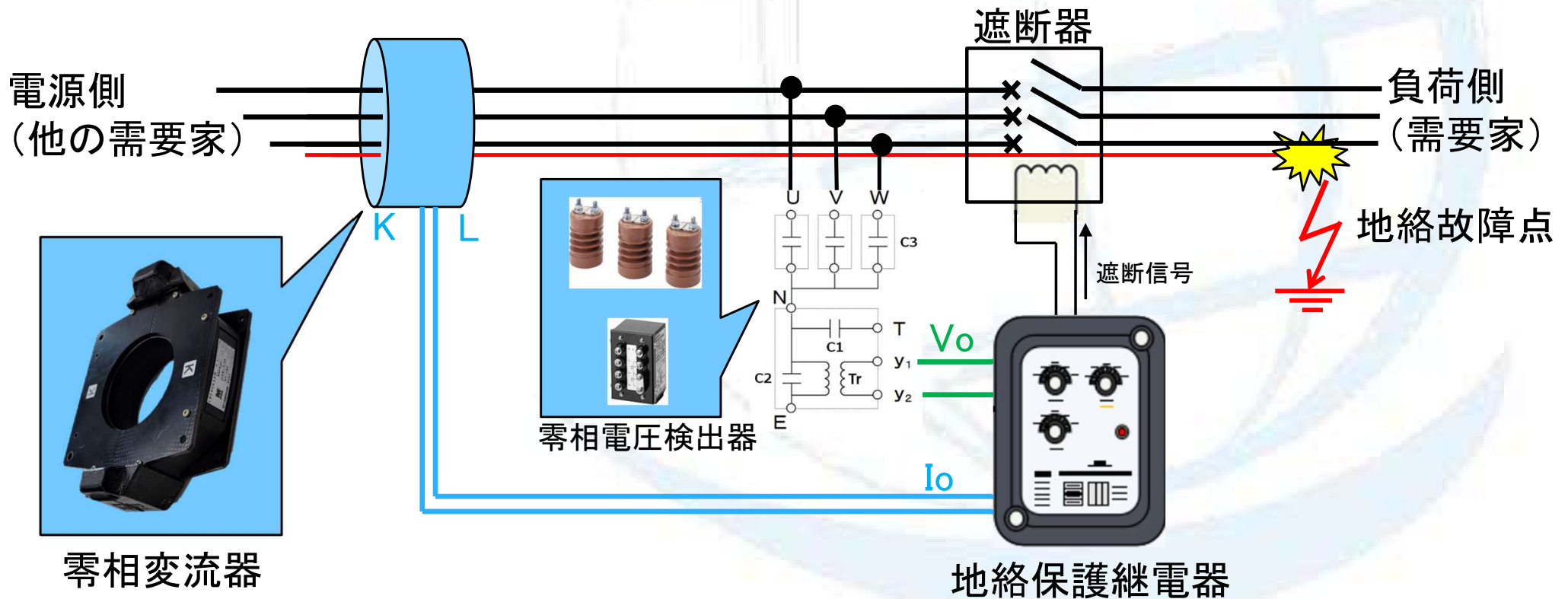
## 関西電気保安協会の高圧故障(事故)出動実績

- 関西電気保安協会のお客さまで、2021年～2024年7月までの高圧回路の停電を伴う電気故障(事故)2,115件の内、783件(37%)が地絡保護継電器の動作です。
- 高圧回路の停電を伴う電気故障(事故)は、需要家構内において広範囲に影響をもたらすとともに波及事故※1を発生させる恐れがあります。
- 高圧回路の絶縁低下を初期の段階で検出し対応することで、このような突発的な停電事故の未然防止につなげることが期待できます。

※1.お客さま以外の周囲の事業場を巻き込んで停電を発生させてしまう事故。

## 地絡保護継電器とは

- 地絡故障時に発生する異常な零相電流（以下、 $I_0$ ）および零相電圧（以下、 $V_0$ ）を検出し、遮断器に遮断信号を送ります。
- 構内での地絡故障か、他の需要家の故障かを $I_0$ と $V_0$ の位相から判別します。



# 高圧回路の地絡事故保全方法について

高圧回路の地絡事故保全方法としては、概ね次のとおり分類できます。

	絶縁抵抗値	機能	内容
予防 保全	100GΩ ~ 100MΩ	診断	設備診断 •絶縁抵抗測定 •直流診断
	200kΩ 以下	監視	監視装置 •活線で絶縁抵抗を常時監視
事後 保全	20kΩ 以下	保護	保護装置 •地絡保護継電器と遮断器(開閉器)を用いた事故点の切り離し(地絡事故の拡大防止)

- 監視装置による保全においては、保護装置が動作する前の段階で高圧回路の劣化状態を検出するため、突然の停電による損失を未然防止することが可能。

## 目次

- 関西電気保安協会の紹介
- 高圧事故(故障)について
- **高圧絶縁監視装置の紹介**
- 高圧絶縁設備の絶縁低下予兆検出事例

# 高圧絶縁監視装置の紹介

## 高圧絶縁監視装置とは

- 絶縁劣化の前兆となる微小電流、電圧を常時測定し、異常が発生した際には警報によりお知らせします。
- 事故の前兆となる異常現象を分析し、故障個所を推定します。
- 常時の絶縁監視により、事故の未然防止や事故発生時の早期応動に貢献しています。

## 高圧絶縁監視装置

初期型高圧絶縁監視装置  
(1995年～)



## 関西協会の高圧絶縁監視の歴史

- 1987年 高圧絶縁監視装置 開発に着手
- 1995年 高圧絶縁監視サービス 運用開始
- 1997年 渋沢賞 受賞
- 1999年 特許取得(特開平11-271384)
- 2005年 高圧絶縁監視に加え低圧絶縁、瞬停、アナログ監視等の多機能監視スタート
- 2010年 国交省 標準建設仕様に掲載
- 2021年 AI波形分析手法による波形分析をスタート
- 2022年4月 多回路用高圧監視をリリース
- 2023年7月 単回路用高圧監視をリリース

関西圏で約2,000軒のお客さまで高圧絶縁監視サービスを採用

## 新技術搭載

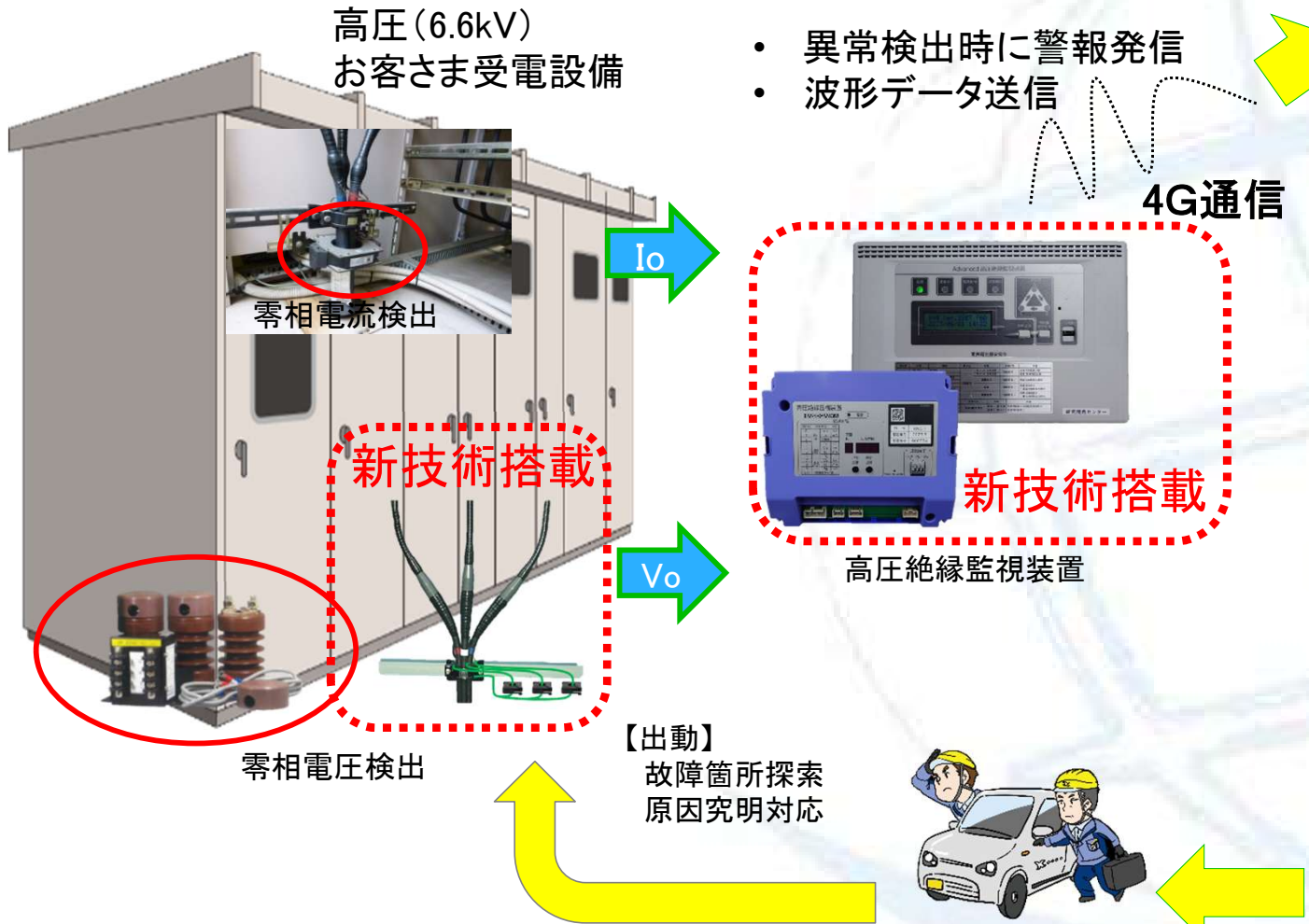
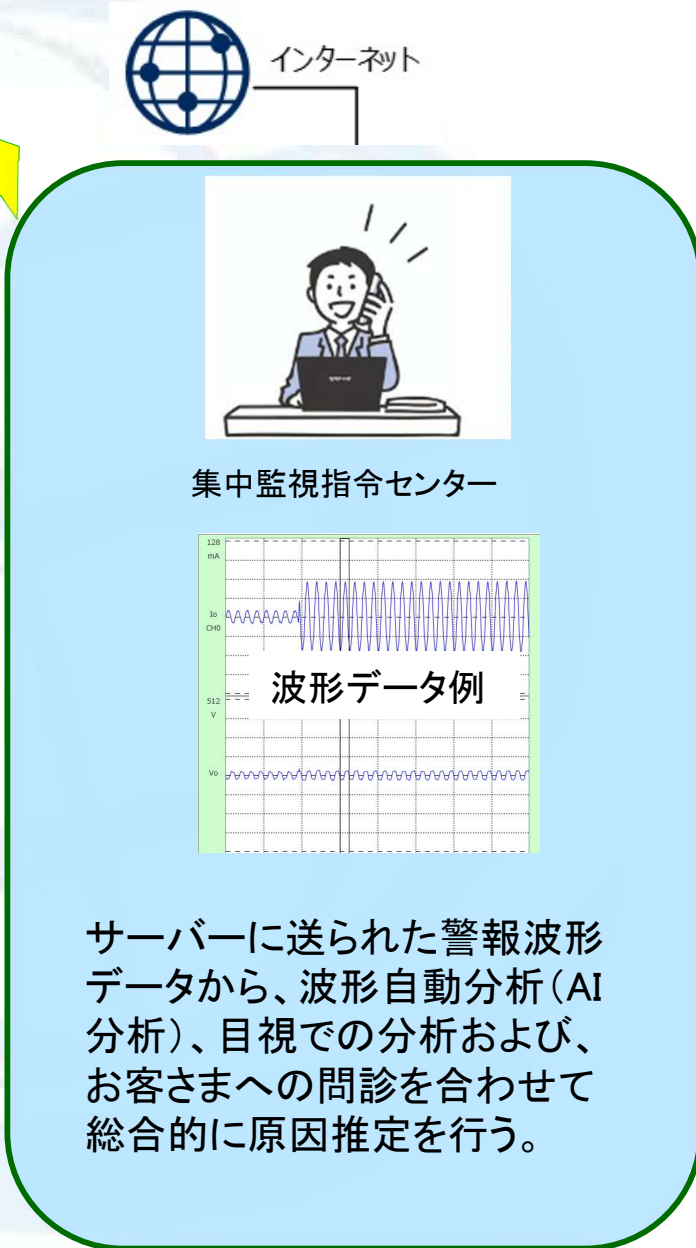
多回路高圧絶縁監視装置  
(2022年～)



単回路用高圧絶縁監視装置  
(2023年～)



# 高圧絶縁監視サービス概要

インターネット

集中監視指令センター

波形データ例

128 mA  
30 CH0  
512 V  
Vo

サーバーに送られた警報波形データから、波形自動分析 (AI 分析)、目視での分析および、お客さまへの問診を合わせて総合的に原因推定を行う。

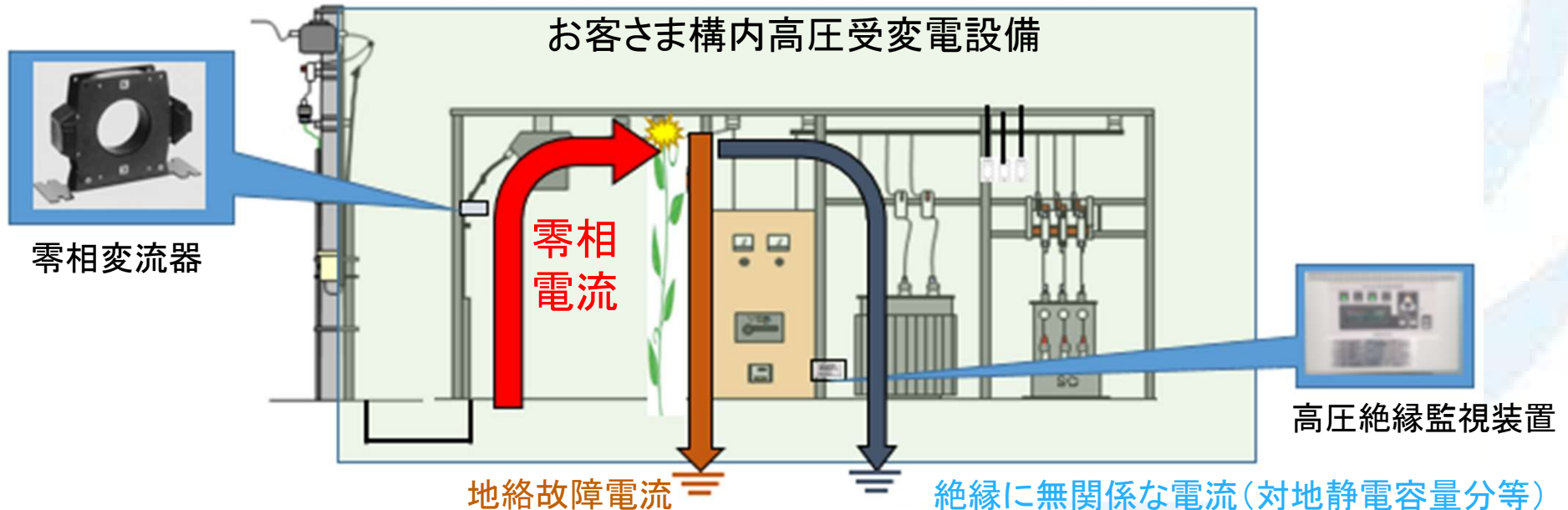
<設置例>  
 生産ラインのある工場、計算センター、複合ビル、公共施設、総合病院など、停電による被害が大きい施設

## 関西電気保安協会の高圧絶縁状態検出原理(新技術)

高圧絶縁監視装置の原理は大きく分けると、①地絡抵抗監視( $R_g$ 監視)、② $I_o$ パルス監視、③故障回路判別の3つの特徴があります。

- ① 地絡抵抗監視( $R_g$ 監視)
  - 一般的な地絡保護継電器では、零相変流器で検出される、 $I_o$ を用いて監視を行っているが、当協会ではベクトル計算(絶縁に無関係な電流を差し引く)することで、より精度の高い地絡電流が検出可能
- ②  $I_o$ パルス監視
  - 高圧ケーブルに間欠アークが発生したときの微地絡検出機能
- ③ 故障回路判別

### 高圧絶縁監視装置の地絡抵抗監視 ( $R_g$ 監視)





## ①地絡抵抗監視 (R<sub>g</sub>監視) の原理

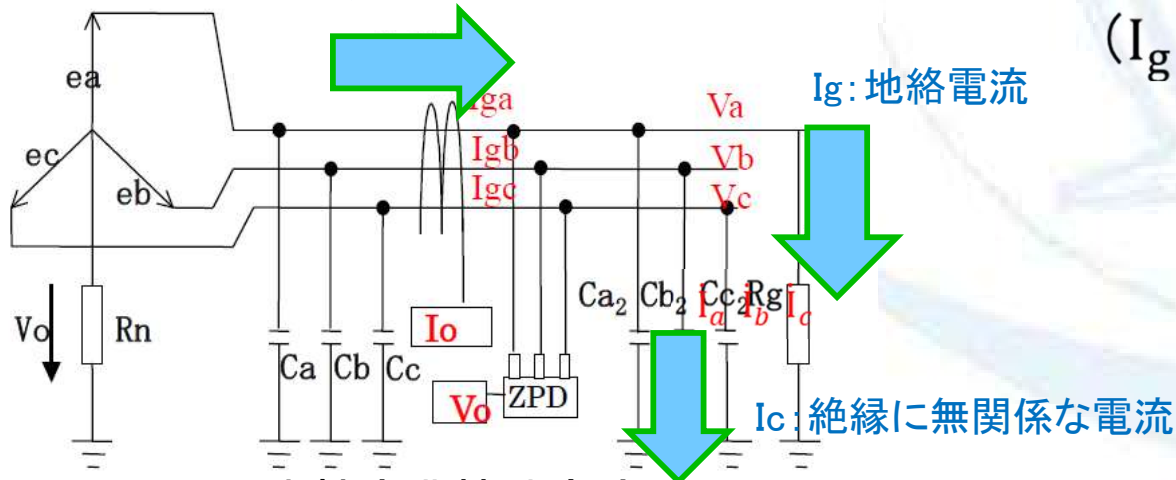
地絡抵抗R<sub>g</sub>の値が監視設定値以下を検出すると、警報発報します。

項目	詳細
概要	零相電圧V <sub>0</sub> と零相電流I <sub>0</sub> を測定し、この変化分から構内定数を算出します。算出された構内定数と零相電圧V <sub>0</sub> 、零相電流I <sub>0</sub> から地絡抵抗R <sub>g</sub> を算出します。
発生条件	計算上の地絡抵抗R <sub>g</sub> が監視レベル(200kΩ)未満の値となった場合

地絡抵抗R<sub>g</sub>の値は下記の計算により求められます。

$$R_g = \frac{V_{Rg}}{I_g} = \frac{\sqrt{e_a^2 - V_0^2}}{I_g} = \frac{\sqrt{3810^2 - V_0^2}}{I_g}$$

I<sub>0</sub>: 零相変流器で検出される零相電流



配電線のV<sub>0</sub>により、構内対地アドミタンスY=ωCを通じて流れる絶縁に無関係な電流

$$(I_g = I_0 + \underline{Y \cdot V_0} - \underline{I_f})$$

構内対地静電容量(Ca<sub>2</sub>, Cb<sub>2</sub>, Cc<sub>2</sub>)の不均衡により発生する絶縁に無関係な電流

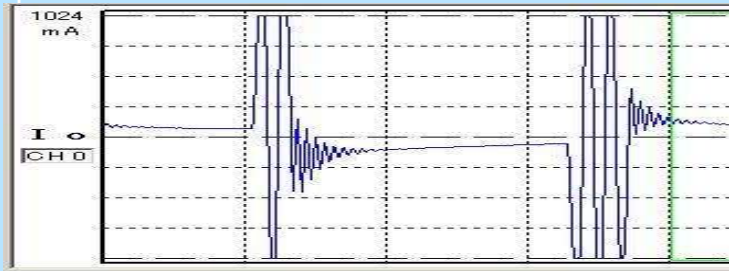
6. 6kV中性点非接地方式  
 (日本の高圧引き込み受電方式)

## ②Ioパルス監視の原理

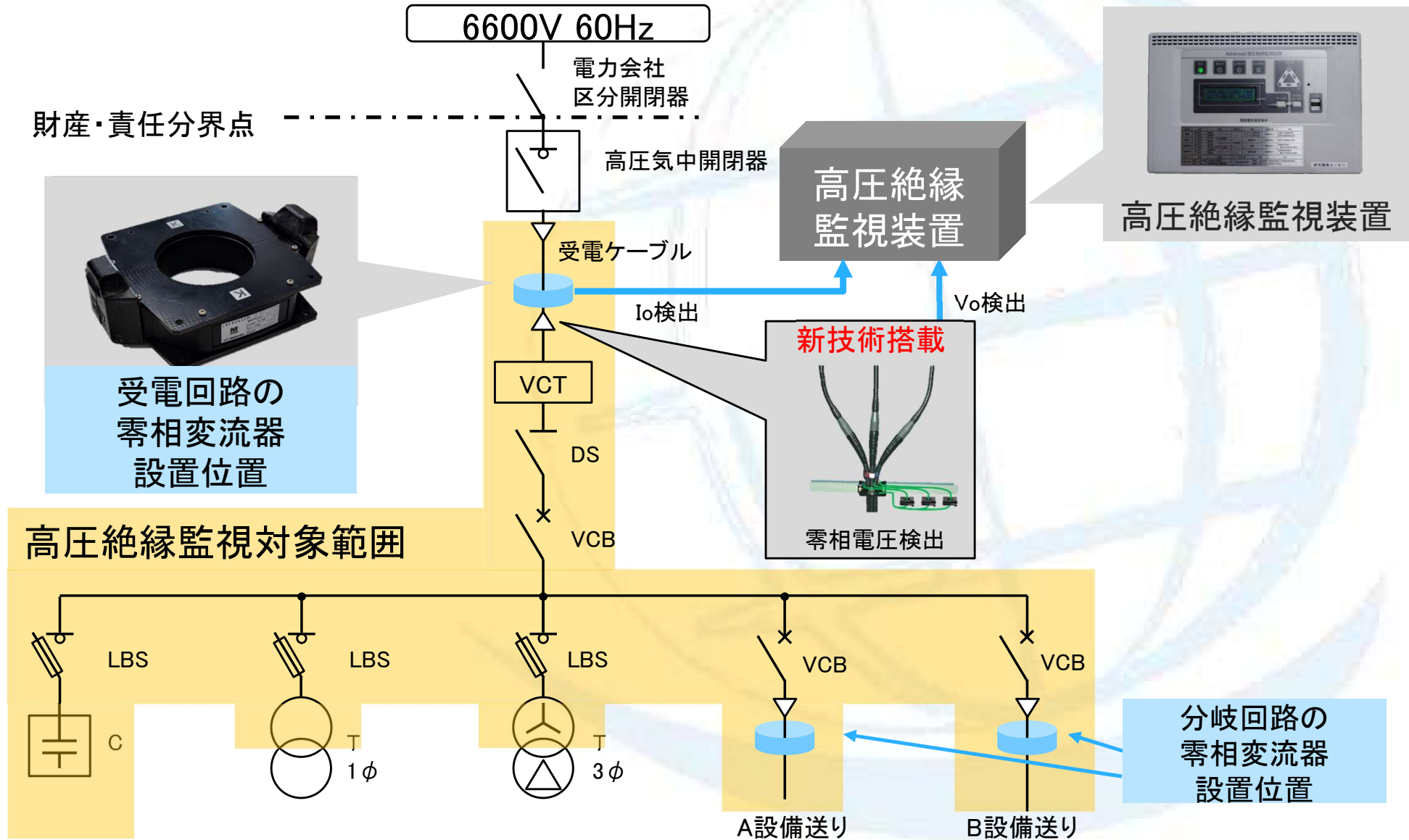
項目	詳細
概要	Ioの大電流パルスを検出します。
発生条件	下記の2つの条件をすべて満たした場合(AND条件)に発生します。 1.商用周波1サイクルの間に、正負(+、-)両極性のいずれかで設定されたパルスカウント値以上のパルス数を検知した場合 2.Io計測オーバーフロー時 (瞬間的な波高値が約10Ap以上)

項目	設定値(初期値)
パルスカウント数	0~255 (3)

高圧ケーブルの絶縁低下時には次のような特徴のあるIo波形となります。

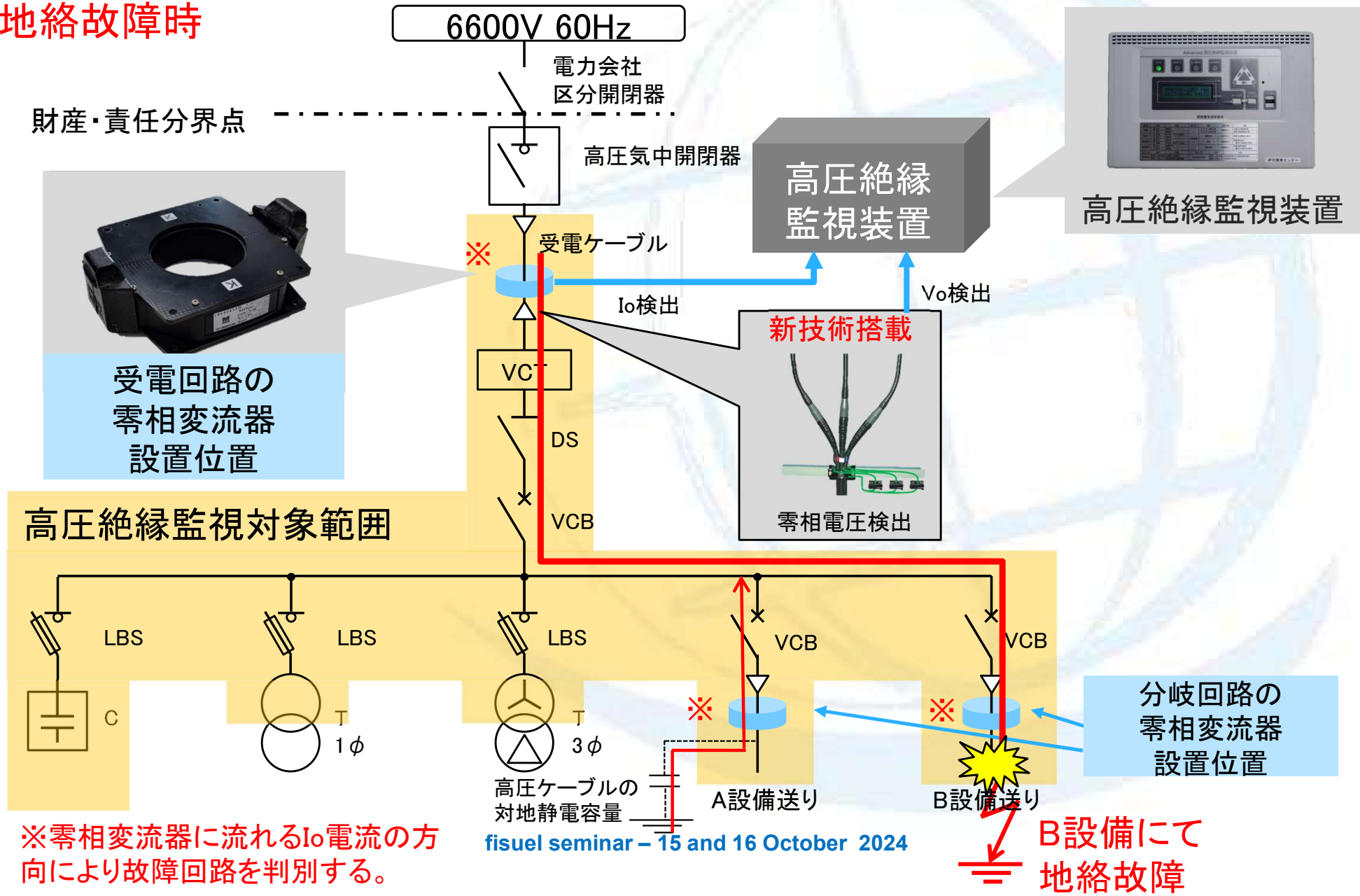
波形の特徴	波形	特徴
パルス状		<p>針状または自由振動を伴う、極短時間に発生する急峻な波形。          雷や開閉サージがあり、高圧ケーブルなどの波形が含まれます。          (雷や開閉サージについては、波形の周期性または、前後の波形の特徴から判別します。)</p>

## 高圧絶縁監視装置の設置例(分岐回路有)



# 高圧絶縁監視装置の設置例(分岐回路有)

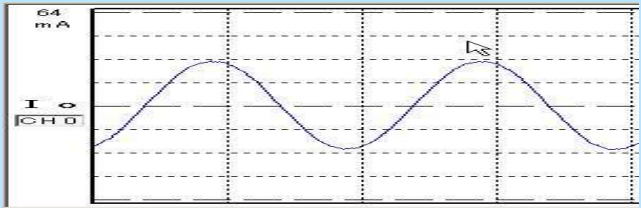
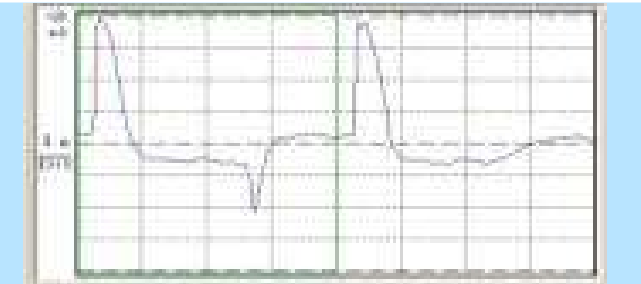
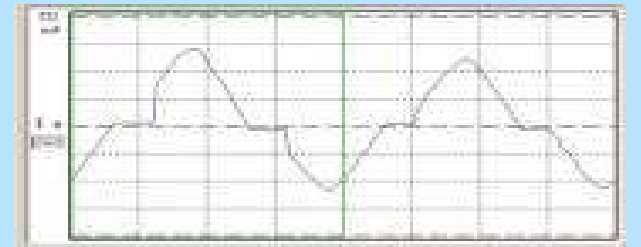
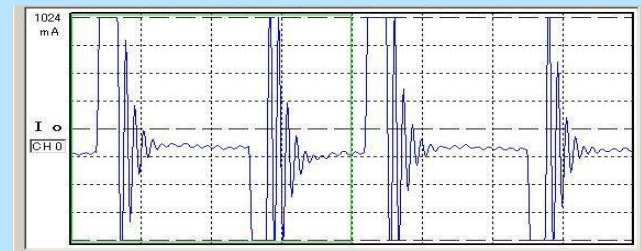
## 地絡故障時



## 目次

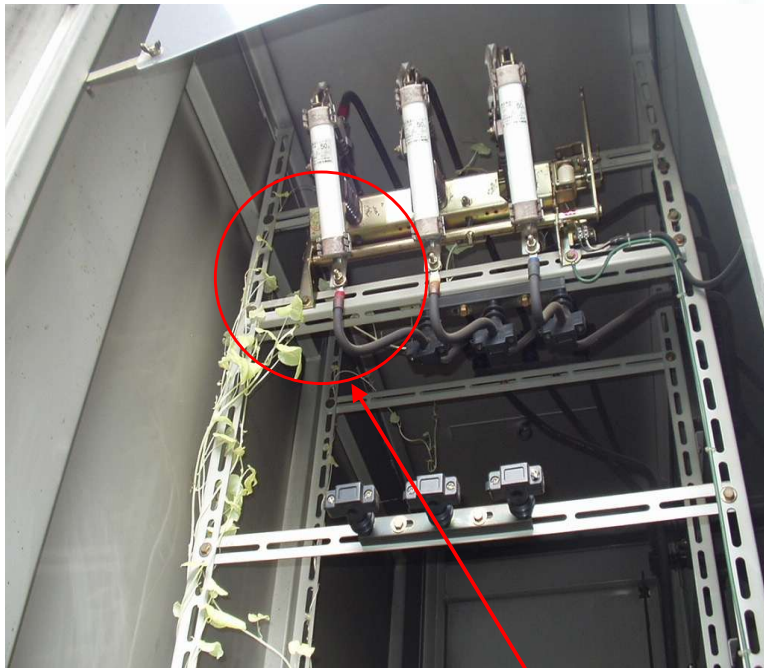
- 関西電気保安協会の紹介
- 高圧事故(故障)について
- 高圧絶縁監視装置の紹介
- **高圧絶縁設備の絶縁低下予兆検出事例**

## Io 警報波形の特徴

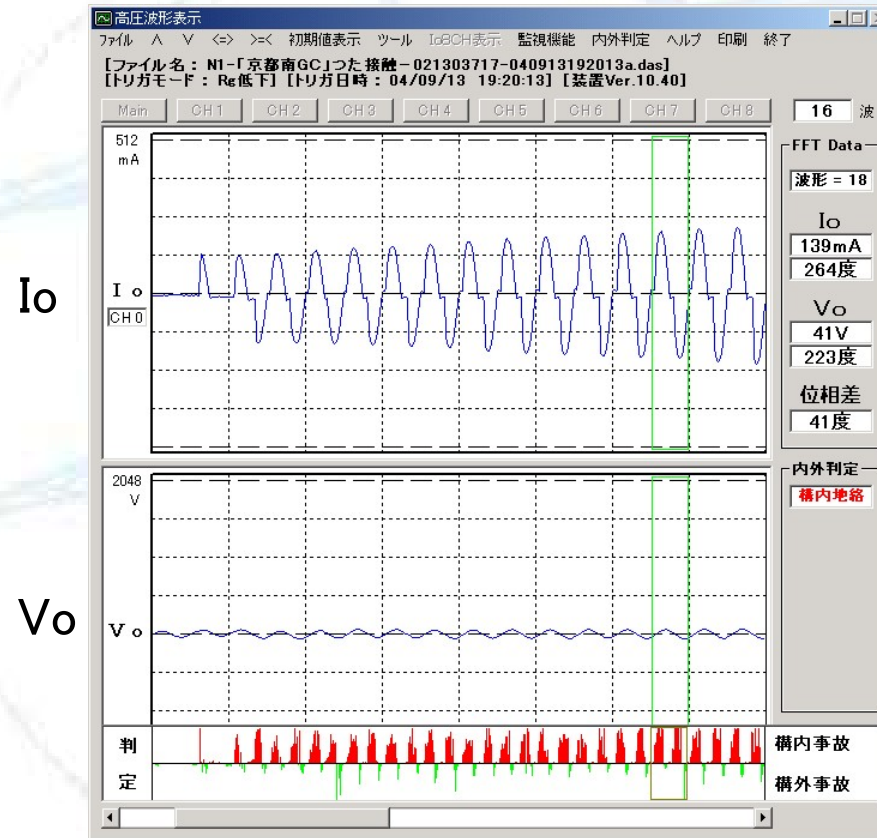
波形の特徴	波 形	特 徴
正弦波形		サインカーブの波形 主に風雨や碍子の汚損等による絶縁低下の波形が含まれます。
沿面放電		正と負の波形を比較すると一方だけが極端に大きく、半波整流されたような波形。この例の場合は正が大きく負が小さい。碍子類の表面に流れる微小な電流が含まれる
気中放電		ゼロ位置で <b>放電遅れ現象</b> の見られる波形。他物接触等や碍子類のギャップ放電が含まれる
パルス状		針状または自由振動を伴う波形 極短時間に発生する急峻な波形。雷や開閉サージがあり、高圧ケーブルなどの波形が含まれる

## 特徴のある警報波形の例(他物接触)

(つる草が充電部分に接触)  
 受電設備内に草のつる草が侵入し  
 充電部にて接触した。  
 微小な地絡のため停電無し。



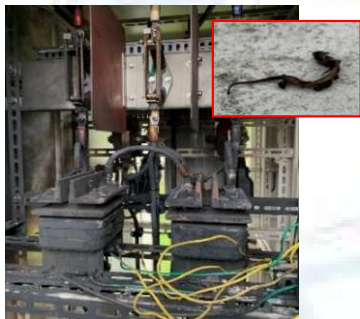
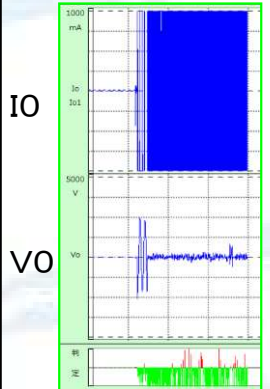
地絡箇所




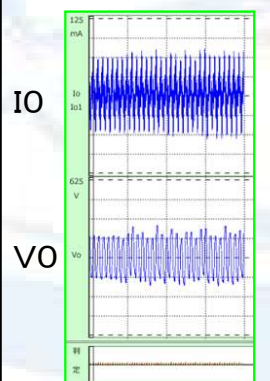
警報波形

## 高圧絶縁監視装置が捉えた電気設備故障の予兆および警報事例

### < 停電事故と同時に異常を検出した事例 >

	お客さま	異常事象の対応	状況写真	警報波形	備考
①	樹脂工場 受電容量: 1,700kVA (警報発生日時: 2021年9月13日22時43分)  自動原因分析: 「小動物: ヤモリ等」	屋外キュービクル内、計器用変圧器にヤモリ接触による地絡、短絡からの焼損事故  対応: 2021年9月15日に仮復旧、翌月、本復旧を実施	激しく焼損した機器と充電部に接触したヤモリ(赤枠)  		停電事故に至った場合でも高圧絶縁監視装置により、短時間で原因特定ができることから早期の復旧が可能


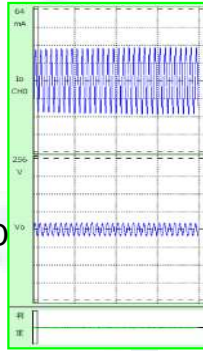

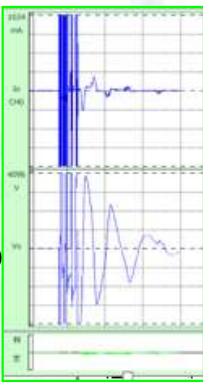
### < 停電事故に至る前に予兆をとらえて未然防止した事例 >

②	産業廃棄処理工場 受電容量: 3,437kVA (警報発生日時: 2020年6月12日7時42分)  自動原因分析: 「絶縁低下: 機器汚損 碍子」	屋外キュービクル内のエポキシ樹脂碍子の汚損による絶縁低下  ・対応: 2020年6月30日当碍子、約100個取替え	絶縁低下した碍子  		<b>放置した場合</b> 全工場が停電に至り復旧に数時間要す可能性有り  同様の事象で警報発報により予兆をとらえて絶縁不良のエポキシ樹脂碍子を撤去した事例あり。(2024年4月23日)
---	---	---	--	---	--



## 高圧絶縁監視装置が捉えた電気設備故障の予兆および警報事例

< 停電事故に至る前に予兆をとらえて未然防止した事例 >

	お客さま	異常事象	状況写真	警報波形	備考
③	複合商業施設 受電容量: 3,300kVA (警報発生日時: 2021年11月16日11時32分)  ・自動原因分析: 「絶縁低下: 機器汚損」	屋上キュービクル内の 高圧真空遮断器の汚損 による絶縁劣化  ・対応: 当遮断器の取替え	汚損した機器の内部 		<b>放置した場合</b> 全館停電に至り復旧に数時間要す可能性有り
④	養護施設 受電容量: 1,100kVA (警報発生日時: 2023年4月28日6時46分)  ・自動原因分析: 「絶縁低下: ケーブル」	高圧ケーブルの絶縁低下 (巨長230m、38mm <sup>2</sup> )  ・対応: 2023年6月9日当 ケーブルの取替え(取 替え時に絶縁低下(絶 縁抵抗値1GΩ未満)が 判明した。	絶縁低下した高圧ケーブル (マンホール内) 		<b>放置した場合</b> 全館停電に至り復旧に数時間要す可能性有り

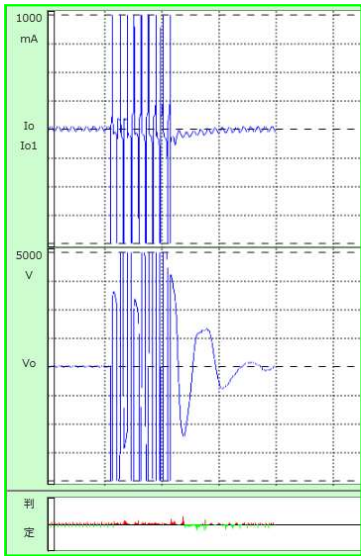
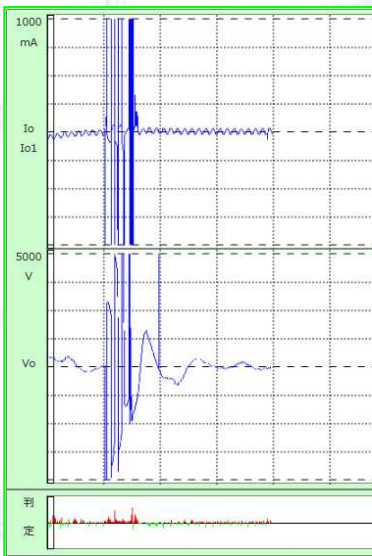
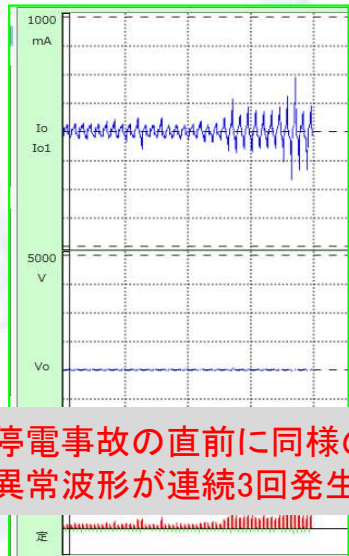
## 高圧ケーブル絶縁破壊の予兆検出

●発生日時: 2021年8月26日(木) 天候 晴

●発生場所: 某私立中高等学校

●概要:

- 当該お客さまは8月14日に実施した年次点検において受電用高圧ケーブルの絶縁低下が判明し、8月17日から高圧絶縁監視の異常警報が作動し始めた。このお客さまで高圧異常警報が作動するのは、今事例が初めてであり、9月5日(日)に取替え工事を行う予定であった。
- 取替え工事9日前の8月26日に同ケーブルが絶縁破壊し、構内全停電となったが、ケーブル取替工事を準備していたため、事故後、数時間で復旧工事を完了。

	① 9日前 8月17日(火) 16:55:32	② 23時間前 8月25日(水) 13:04:11	③ 停電事故直前 8月26日(木) 12:01:17
警報波形			 <p style="color: red; font-weight: bold;">停電事故の直前に同様の異常波形が連続3回発生</p>
自動原因分析	(構内)ケーブル1位、機器破壊2位	(構内)ケーブル1位、機器破壊2位	(構内)機器破壊1位、小動物2位

比較的早い段階の9日前に兆候を捉えたこともあり、事故後の早期復旧に繋がった。

## 高圧ケーブル絶縁破壊事故における地絡継電器不動作事例

### 1. 事故の概要

- 発生日: 2020年12月11日(金)
- 発生場所: (公共施設)
- 状況: マンホール内で高圧ケーブルが絶縁破壊し、可燃性ガスに引火、マンホールの蓋が開き裏返った。しかし、**地絡保護継電器の動作はなく、配電線も停電していなかった。**(高圧ケーブル絶縁抵抗測定(G測定)の結果、三線一括6kVで0.01GΩ:ケーブル不良)  
 12月13日(日)に当ケーブルを取り換え復旧。
- 高圧地中ケーブル 2010年製、巨長:145m、サイズ:60mm<sup>3</sup>
- その他: 可燃性ガスの発生原因は不明(後日、ガス測定したが検出されず)ケーブルの絶縁破壊原因は水トリーによるもの。

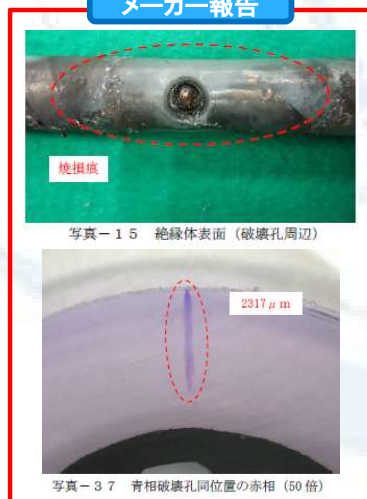
マンホールの蓋が裏返った状態



マンホール内の状態

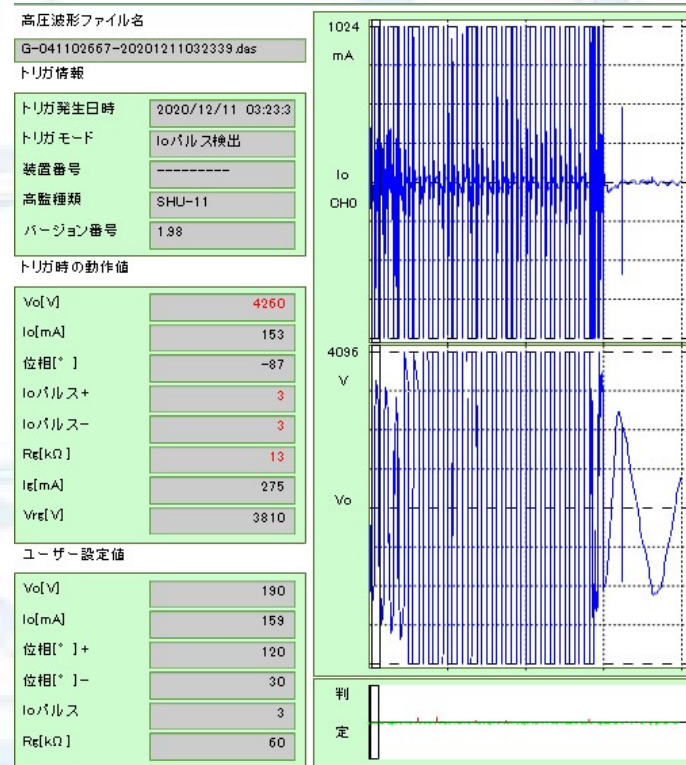


メーカー報告



同一配電線の高圧絶縁監視装置で検出した警報波形

地絡事故継続時間0.4秒(24サイクル(1マス=8サイクル×3))



※:通常、地絡事故の継続時間が0.5秒以上で配電線(電力会社変電所側)の地絡保護継電器が動作し、配電線停電となる。今回、地絡電流継続時間が約0.4秒(24サイクル)であったため、配電線の停電がなかったと思われる。(右図参照)

## 高圧ケーブル絶縁破壊事故における地絡継電器不動作事例

### 2. 地絡保護継電器が動作しなかった理由

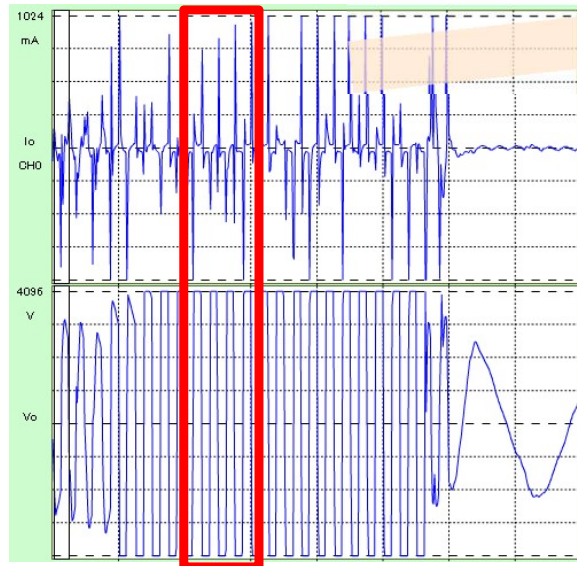
高圧ケーブル事故特有のパルス状の間欠弧光地絡は、右図の通り地絡の消滅時間帯があり地絡保護継電器が動作に必要な時間に達しなかったと考えられます。

#### 【地絡保護継電器 製造メーカーの見解】

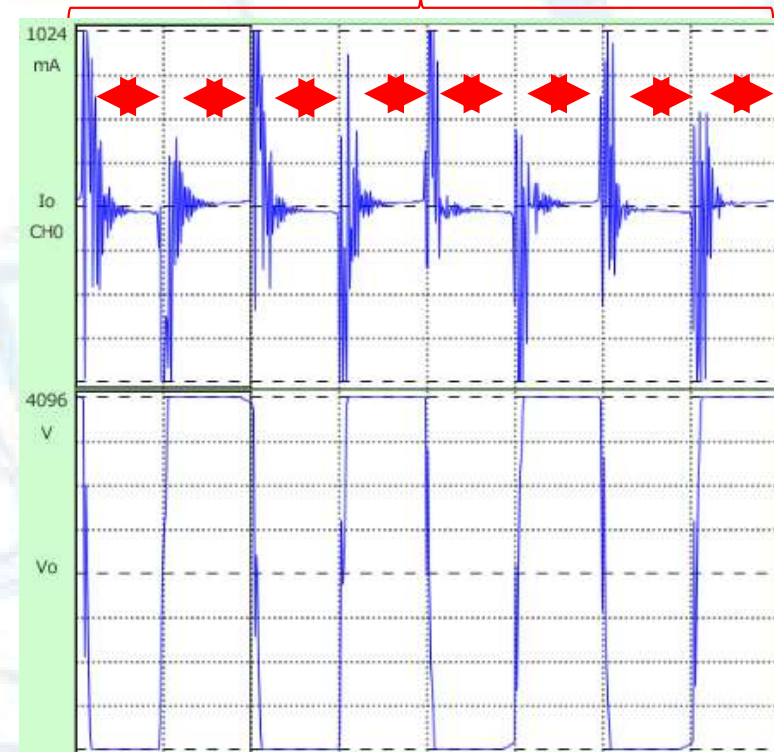
地絡電流検出時に地絡の消滅時間帯が0.04秒未満については、カウントをストップするため、動作時間が延びたように動作する。

下図の例では地絡事故継続時間中、**地絡の消滅時間帯(◆)**があり地絡保護継電器の動作時間にカウントされない。

間欠弧高地絡電流の波形



X軸拡大



# MERCI - THANKS

AI・IoTを活用した新技術の情報がありましたら  
下記までよろしくお願いたします。  
関西電気保安協会 Mail: [setsuden@ksdh.or.jp](mailto:setsuden@ksdh.or.jp)

# Appendix

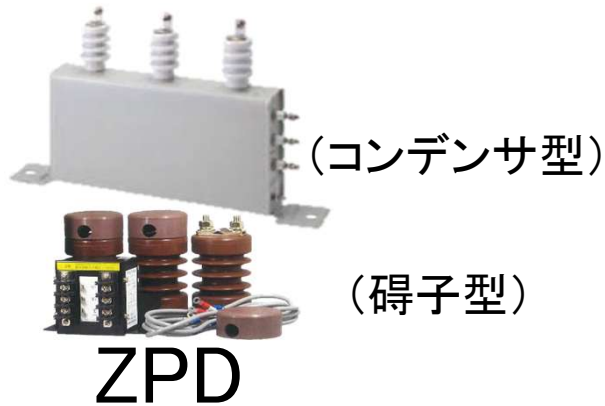


# 絶縁監視装置の零相電圧 (Vo) 検出方式の改良

実際の施工状態

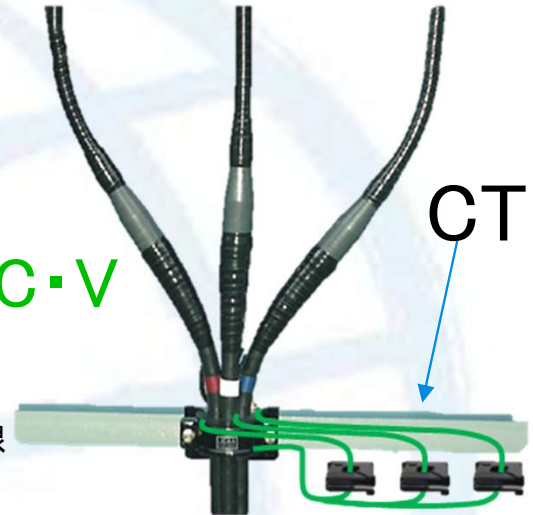
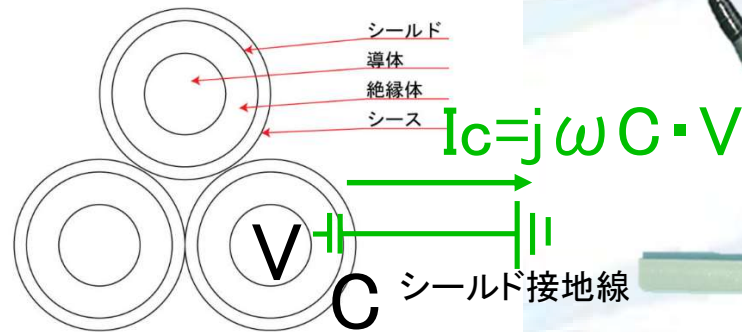
【従来方式】

高圧母線に接続した  
ZPDによりVo検出



【3CT方式】

最新の高圧絶縁監視装置で採用



高圧ケーブルのシールド接地線に対地電圧Vに比例した電流が発生  
この電流から各相電圧が測定可能(同時にVo算出可能)

## 3CT方式のメリット

- ① ZPD分のコスト低下
- ② 信頼度向上 (高圧接続機器減少)
- ③ 設置作業時間 (停電時間) 減少

## 3CT方式の課題

- ① シールド接地線電流が微小⇒回路設計、ノイズ対策、CT特性に合わせた補正等での工夫
- ② 正確な静電容量測定⇒カタログ値とケーブル長からの算定では誤差が大きいため、専用の測定装置を別途開発



高圧ケーブルのシールド接地線に流れる電流から静電容量を算定

## $V_0$ の算出原理(3CT)

各相個別に対地電圧を検出し  
 $V_0$ を算出

### ■ 各相対地間電圧の算出

$$\dot{E}_A = \frac{I_{sa} \times 2000}{j\omega C_A}$$

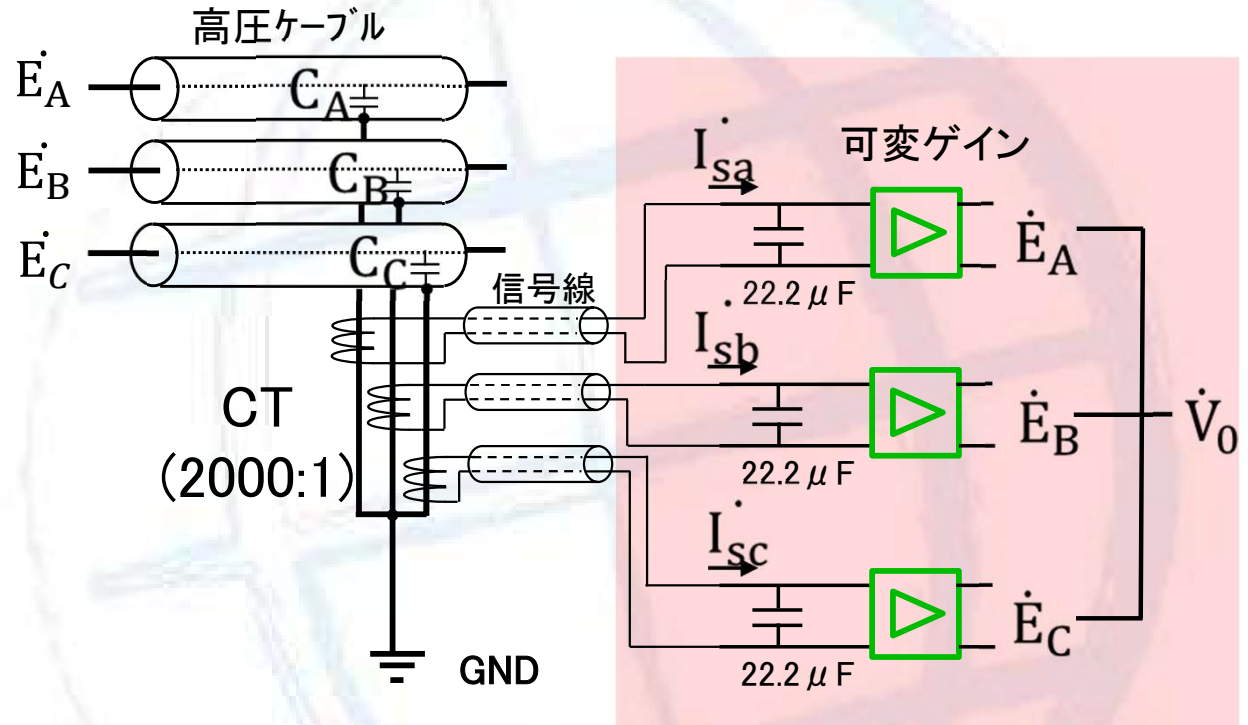
$$\dot{E}_B = \frac{I_{sb} \times 2000}{j\omega C_B}$$

$$\dot{E}_C = \frac{I_{sc} \times 2000}{j\omega C_C}$$

### ■ 零相電圧( $V_0$ )の算出

$$\dot{V}_0 = \frac{\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C}{3}$$

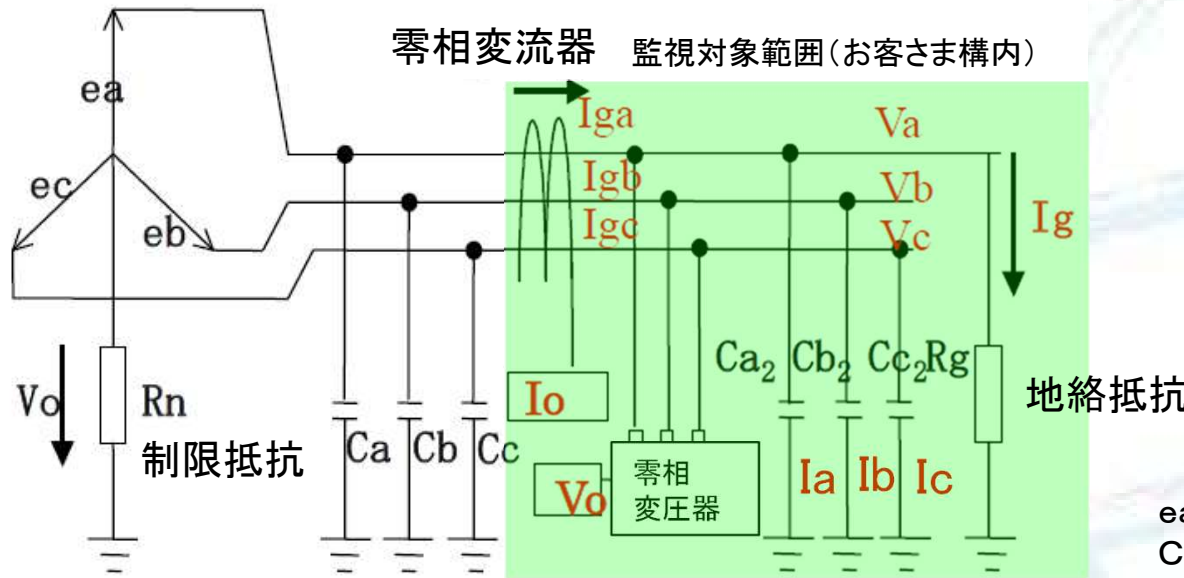
$I_{sa}$ 、 $I_{sb}$ 、 $I_{sc}$  : 各相のシールド電流(CT二次側)  
 $C_A$ 、 $C_B$ 、 $C_C$  : A、B、C相ケーブルの対地間静電容量



高圧絶縁監視



# 抵抗地絡 (R<sub>g</sub>監視) の原理



構内電気設備のA相において一線地絡 (R<sub>g</sub>で地絡)が発生し地絡電流(I<sub>g</sub>)が流れた場合にZCTで検出される電流(I<sub>o</sub>)は

$$I_o = I_a + I_b + I_c + I_g \dots \textcircled{1}$$

各相の電流は、

$$I_a = (e_a - V_o) * j\omega C_{a2} \dots \textcircled{2}$$

$$I_b = (e_b - V_o) * j\omega C_{b2} \dots \textcircled{3}$$

$$I_c = (e_c - V_o) * j\omega C_{c2} \dots \textcircled{4}$$

e<sub>a</sub>, e<sub>b</sub>, e<sub>c</sub> : 各相の対地電圧 (e<sub>a</sub> + e<sub>b</sub> + e<sub>c</sub> = 0)  
 C<sub>a</sub>, C<sub>b</sub>, C<sub>c</sub> : 構外(配電線側)の各相対地静電容量  
 C<sub>a2</sub>, C<sub>b2</sub>, C<sub>c2</sub> : 構内(受電設備内)の各相対地静電容量

①～④より、

$$I_o = (e_a - V_o) * j\omega C_{a2} + (e_b - V_o) * j\omega C_{b2} + (e_c - V_o) * j\omega C_{c2} + I_g$$

$$I_o = I_g - Y * V_o + I_f \Rightarrow I_g = I_o + Y * V_o - I_f \dots \textcircled{6}$$

$$Y = j\omega (C_{a2} + C_{b2} + C_{c2})$$

$$I_f = e_a * j\omega C_{a2} + e_b * j\omega C_{b2} + e_c * j\omega C_{c2}$$

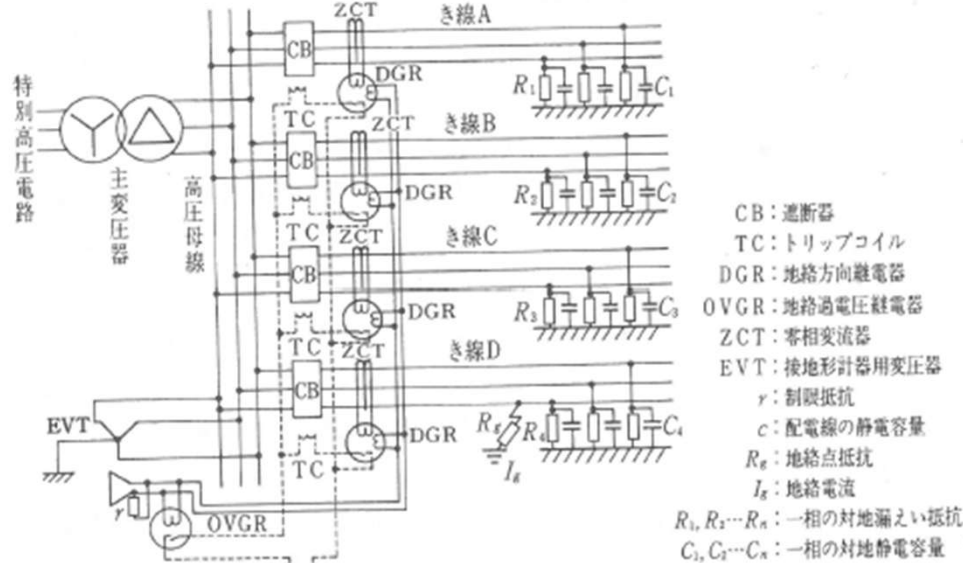
$$R_g = \frac{V_{Rg}}{I_g} = \frac{\sqrt{e_a^2 - V_o^2}}{I_g} = \frac{\sqrt{3810^2 - V_o^2}}{I_g} \dots \textcircled{7}$$

構内対地静電容量(C<sub>a2</sub>, C<sub>b2</sub>, C<sub>c2</sub>)の不平衡により発生する絶縁に無関係な電流

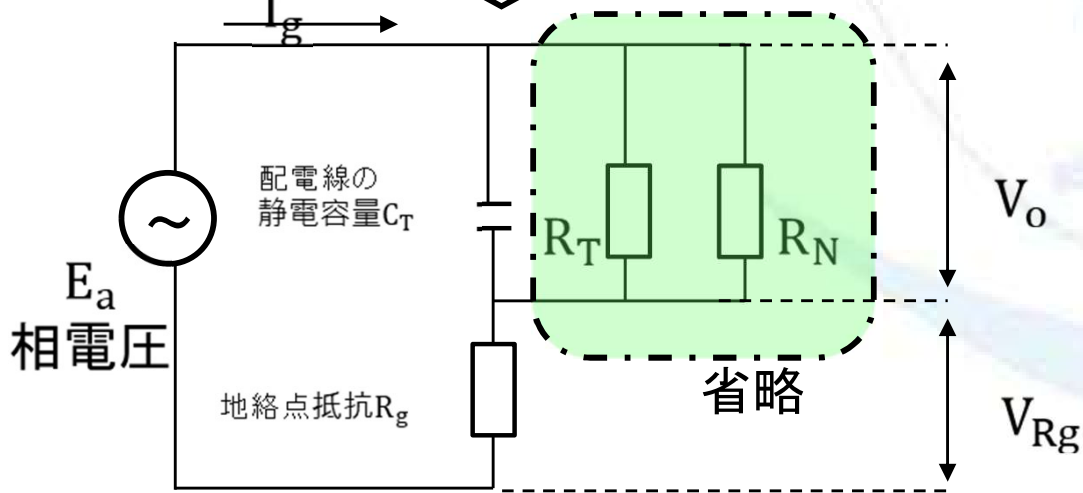
配電線のV<sub>o</sub>により、構内対地アドミタンスY = ωCを通じて流れる絶縁に無関係な電流

R<sub>g</sub>の値が監視設定値以下を検出すると、警報発報する。

# 抵抗地絡 (R<sub>g</sub>監視) の原理

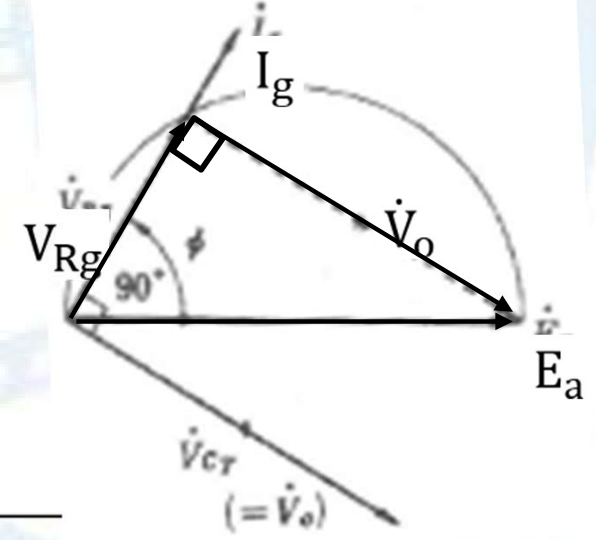


配電系統図(一線地絡時)  
 テブナン等価回路



対地漏洩抵抗: R<sub>T</sub>およびEVT制限抵抗(一次換算): R<sub>N</sub>は、省略して考える。通常は、

$$R_T \gg \frac{1}{\omega C_T} \quad R_N \gg \frac{1}{\omega C_T}$$



$$V_{Rg} = \sqrt{E_a^2 - V_o^2}$$

E<sub>a</sub>は相電圧(一定)、V<sub>Rg</sub>と V<sub>o</sub> の大きさはE<sub>a</sub>を直径とする半円状の点で分けることができる。

## 抵抗地絡 (R<sub>g</sub>監視) の原理

$$I_g = I_o + Y \cdot V_o - I_f \dots \textcircled{6}$$

⑥式の第2項 $-Y \cdot V_o$ は、配電線路の $V_o$ により構内の対地静電容量を通じて流出する電流で、絶縁には無関係。

⑥式の第3項 $I_f$ は $V_o$ が含まれておらず、地絡事故とは無関係に流れる電流。

これは数mA以下であることから、一般には重視されていないが、高圧絶縁監視においては検出すべき電流が数十mAであり、影響を無視できない。

以上より、高監では以下の方法により、第2項、第3項を求めている。

地絡がない状態で、外部要因により $V_o, I_o$ が発生し、事前の $V_{o1}, I_{o1}$ から $V_{o2}, I_{o2}$ に変化した場合、地絡は発生していないので、

⑥式で $I_g=0$ として、以下が得られる。

$$I_{o1} = -Y \cdot V_{o1} + I_f \dots \textcircled{8}$$

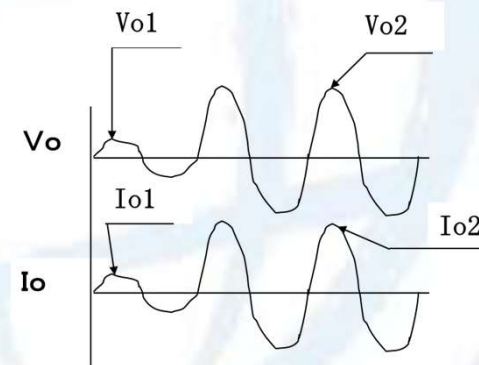
$$I_{o2} = -Y \cdot V_{o2} + I_f \dots \textcircled{9}$$

⑧-⑨より、
$$I_{o1} - I_{o2} = -Y \cdot (V_{o1} - V_{o2})$$

$$Y = \frac{-(I_{o1} - I_{o2})}{V_{o1} - V_{o2}}, \quad I_f = \frac{I_{o2} \cdot V_{o1} - I_{o1} \cdot V_{o2}}{V_{o1} - V_{o2}}$$

残留成分の影響を受けない地絡電流  $I_g = I_o + Y \cdot V_o - I_f$

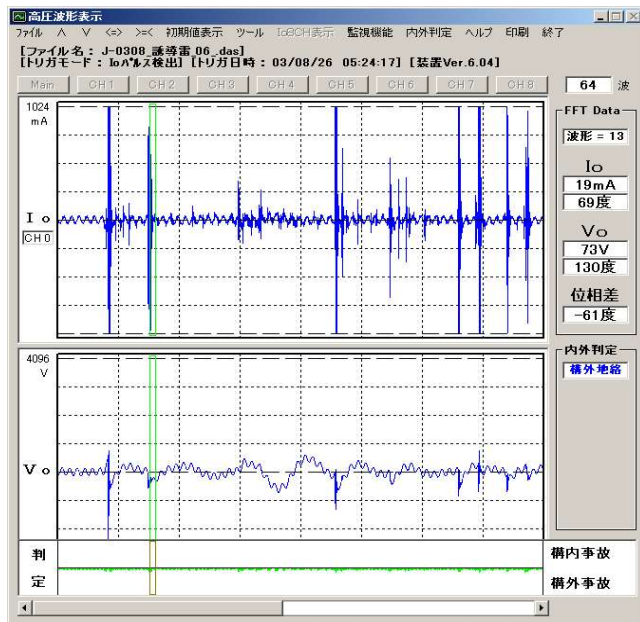
この第2項 $Y$ 、第3項 $I_f$ を構内定数と呼んでおり、監視装置が一定以上の $V_o$ 変動が発生した際に自動的に計測、算出し高監内部の固定値として使用している。



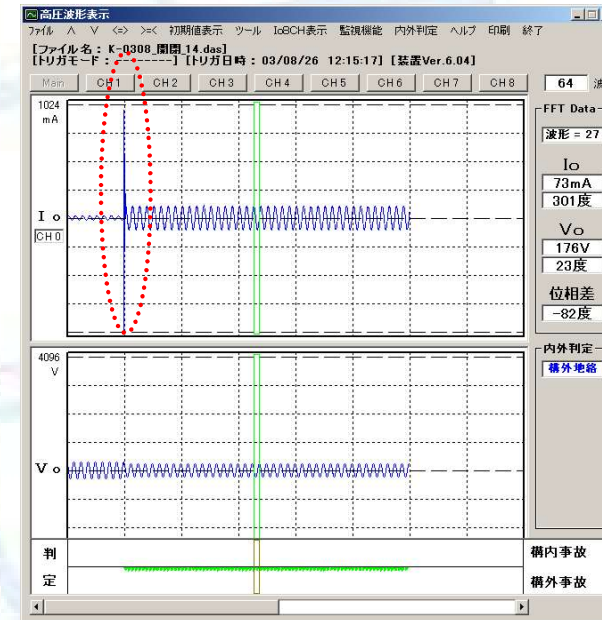
残留成分が既定値以上を計測した場合に、その時の $V_o, I_o$ を計算に用いる

## 外乱による異常波形

### 誘導雷の波形



### 開閉サージの波形



- 電源周期とは無関係にランダムな波形となるため、**周期性がなく**、大きさもまちまちである。
- 時間を拡大して見ると、高圧ケーブルに似た三角形状の振動波形となる。

- 1/8程度の極短時間のパルス状の波形が見られ、その後、通常波形に戻る。
- 上記の例では、開閉波形の前後では、静電容量の増加が見られる。

気象情報(雷)および、お客さまへの問診(高圧回路の操作)等の情報からも原因推定につながります。