

2022年4月25日
第4回電力安全部会資料

スマート保安に関する課題と 取組みについて

電気保安協会全国連絡会

【電気保安人材の不足への対応】

背景：電気保安分野への入職者の減少や熟練技術者の高齢化が進展

目標：業務の効率化及び作業環境の改善による主任技術者の継続的な確保

- ・ デジタル技術を活用した作業環境の改善、作業の効率化
- ・ AI・IoT技術による定期点検の遠隔化、点検頻度の延伸

【安全品質の更なる向上】

背景：需要設備の老朽化、災害の激甚化、再エネ発電設備に係る新たな保安管理業務の増加

目標：事故トラブル減少と災害発生時の即応性等の向上、再エネ設備等の安全品質の確保

- ・ AI・IoT技術による不具合事象の予兆検知(前兆の把握)と設備寿命予測による事故・トラブルの減少及び設備更新の促進
- ・ 災害又は非常時環境下における電気保安の強靱化推進と即応性確保(重要施設及び遠隔地発電所等の状態監視・遠隔制御等)
- ・ 再エネ発電設備等の新たな保安管理設備への対応技術の構築

【電気保安人材の不足への対応】

- ・ 低圧絶縁監視装置による省力化(隔月点検)は設置率が飽和(保安協会90%)している
- ・ 情報端末やデジタル測定器の導入による現場作業等の効率化、情報データの蓄積は進んでいるが、さらなる生産性向上技術の導入が課題
- ・ 定期点検軽減・延伸のための遠隔監視・制御技術、無停電点検技術や現場支援システム(AI判定、技術サポート)の開発・導入が課題
- ・ 定期点検の点検遠隔化に伴う技術者等の人材育成が課題

【安全品質の更なる向上】

- ・ 新たなセンサ類の技術評価を実施しているが、受変電設備の構造及び設備容量が多種多様であり、センサ類や監視装置の要件基準が定まっておらず、実証・運用試験やコスト削減に向けた改良・開発が課題
- ・ AI・IoTを用いた状態監視システムを検討しているが、管理・運用システムの開発や調達・設置、及び評価する要員や費用の確保が課題
- ・ 外部委託の設置者に対する、設置者の責務やスマート保安の重要性に関する理解活動が課題

【技術開発】

- ・ 高圧絶縁監視装置や各種センサを統合した状態監視システム、事故予兆技術の開発・実証
- ・ 情報端末、デジタル測定器及び情報システムの導入推進
- ・ 太陽電池発電設備における直流絶縁監視装置とPCS遠隔開閉操作の導入
- ・ ウェアラブルカメラ等を活用した現場作業支援システムの導入

【導入しやすい仕組みづくり】

- ・ 規格や仕様の策定における、経済性と安全性の両面の検討
(スマート保安キュービクルの仕様やスマート保安プロモーション委員会の審査など)
- ・ 中小企業が多い設置者へのコスト面での導入促進策
- ・ 設置者(公的機関を含む)の理解促進

【電気主任技術者の役割】

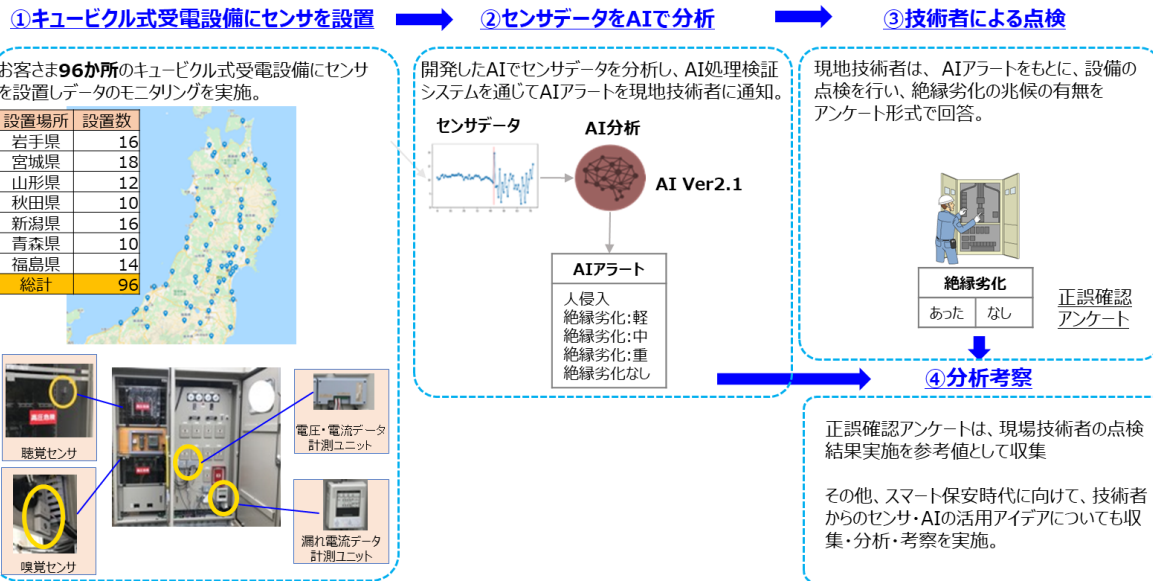
- ・ スマート保安時代における電気主任技術者の役割の再認識と理解促進
- ・ 新技術に対応した人材育成

東北電気保安協会

1 【概要】

- 2020年度産業保安高度化推進事業の次ステップとして、AIの精度向上と深化を図り運用レベルまで引き上げると共に、AIと技術者のコミュニケーションを実証する。
- 自家用電気工作物の受変電設備に技術者の外観点検を代替するセンサを取付け、センサの常時変化する計測値から微妙な変化を一次AI（いつもと違う変化）が検出し、二次AI（絶縁劣化に特化）による状態の判断結果と併せて通知する。（以下、「AIアラート」という）
- AIアラートに対し、技術者が点検・測定を行い、状態を数値化したデータをAIに学習させる。
- AIアラートを通知・蓄積しつつAIを有効に活用するため、技術者とのコミュニケーションシステムを構築し、AIの精度とともに電気保安業務における技術者のセンサ・AI活用の受容性を検証する。

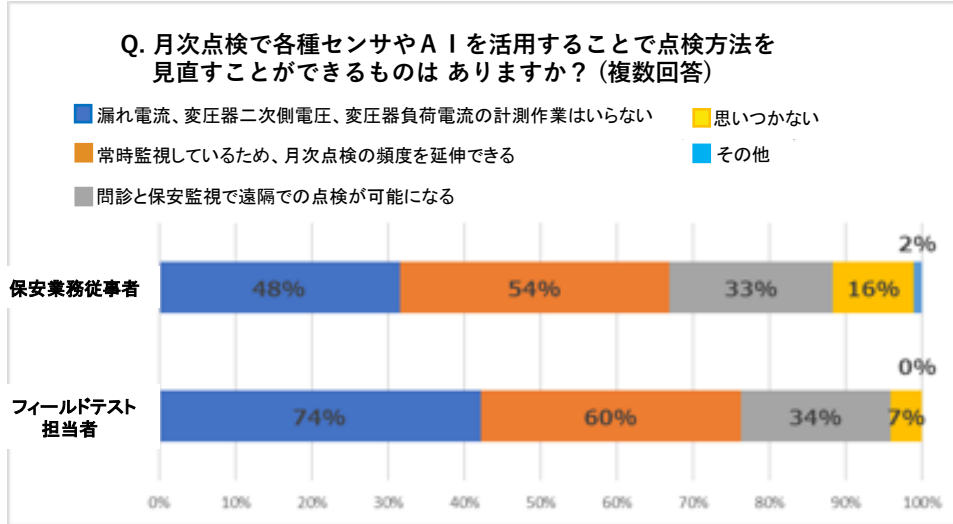
2 【実証内容】



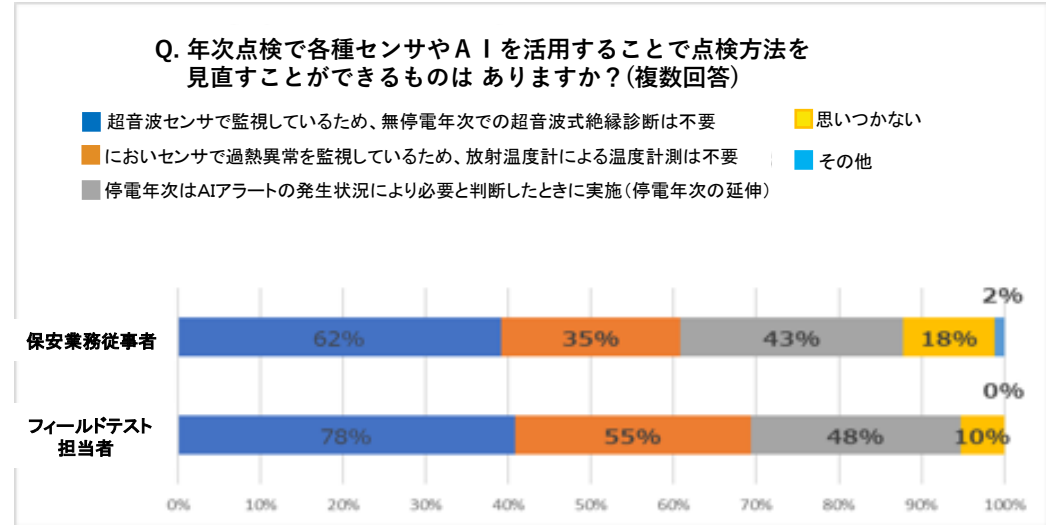
	実施項目	概要
1	AIの精度向上	・弊協会設備（6か所程度）によるフィールドデータ収集とAI構築
2	AI処理検証システム構築	・AIアラート管理機能開発 ・AIアラートの見える化（一覧表示など） ・AIアラートの正誤確認機能開発
3	実地環境AI検証・評価	・お客さま設備(96か所) によるAIアラートの正誤確認結果をAIに反映
4	データ・AIの利活用方法検討	・現場の技術者の意見をもとにシステムと業務の改善点を整理 ・スマート保安時代を見据えた点検手法の検討
5	運用までの課題整理	・AI適用範囲の拡充検討 ・改善意見を踏まえたシステム改良方針検討

東北電気保安協会

3 【試験運用アンケート結果（抜粋）】



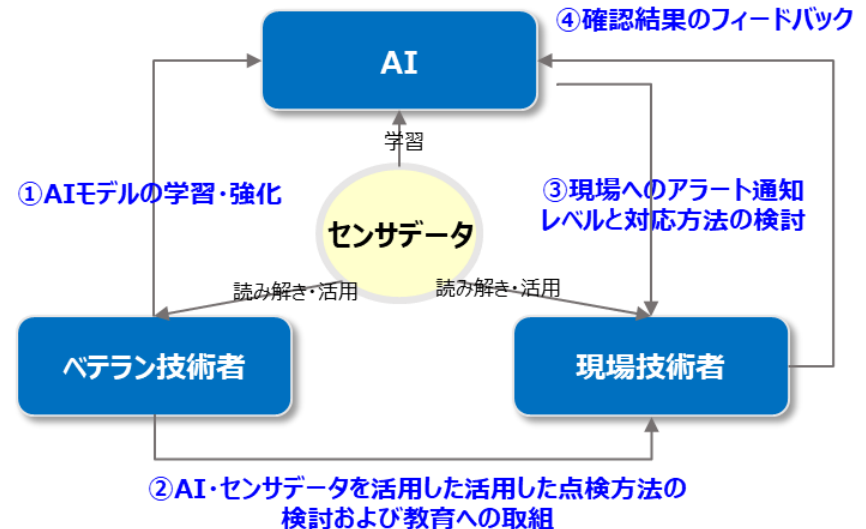
- 現地での計測作業が不要な点の評価が高い。
- 半数以上が月次点検頻度の延伸の可能性に期待している。



- 現地での計測作業が不要な点の評価が高い。
- 半数近くが停電年次点検の延伸の可能性に期待している。

4 【今後の取組み】

- 「AIモデルの学習・強化」は継続して取組み、並行して「現場技術者へのAI・センサデータを活用した点検方法の検討および教育への取組」、「現場に即したアラート通知レベルの検討」など、**業務とICTが一体となった取組みを実施**
- これら3項目が成長することで、「**電気保安業務の高度化**」の実現が可能と考える。



FESIA スマート保安技術の取組み事例（関東電気保安協会①）

【目的】 2025年度のターゲットイヤーに向けて、スマート保安を導入することにより、人が実施している点検をセンサ類を用いて常時監視することで、電気事故の予兆を検出し電気事故を減少させ、月次点検の代替ができるセンサ技術の確立を目指す。

【開発体制】

当協会の独自技術開発に加え、国の実証事業に参画。

協力会社等：佐鳥電機株式会社、株式会社三英社製作所、株式会社日建設計、東京理科大学（順不同）

【スケジュール】

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度 ~ 2024年度	2025年度
◆当協会の独自取組	各種センサ類の 開発項目の抽出	・ 温度センサ完成 ・ 電圧センサ完成	・ 電流センサ完成 ・ 可視カメラ検証	・ 高圧絶縁センサ開発 ・ 低圧漏れ電流完成	・ lotセンサ類 キュービクル 1号機完成	・ フィールド試験 ・ センサ類のコスト 削減への開発等	・ スマート保安 導入
◆国の実証事業への参画	・ lotセンサ類開発 ・ スマートUGS開発			・ IoTシステム構築 ・ AI化の研究	・ フィールド 試験検証		

【課題】

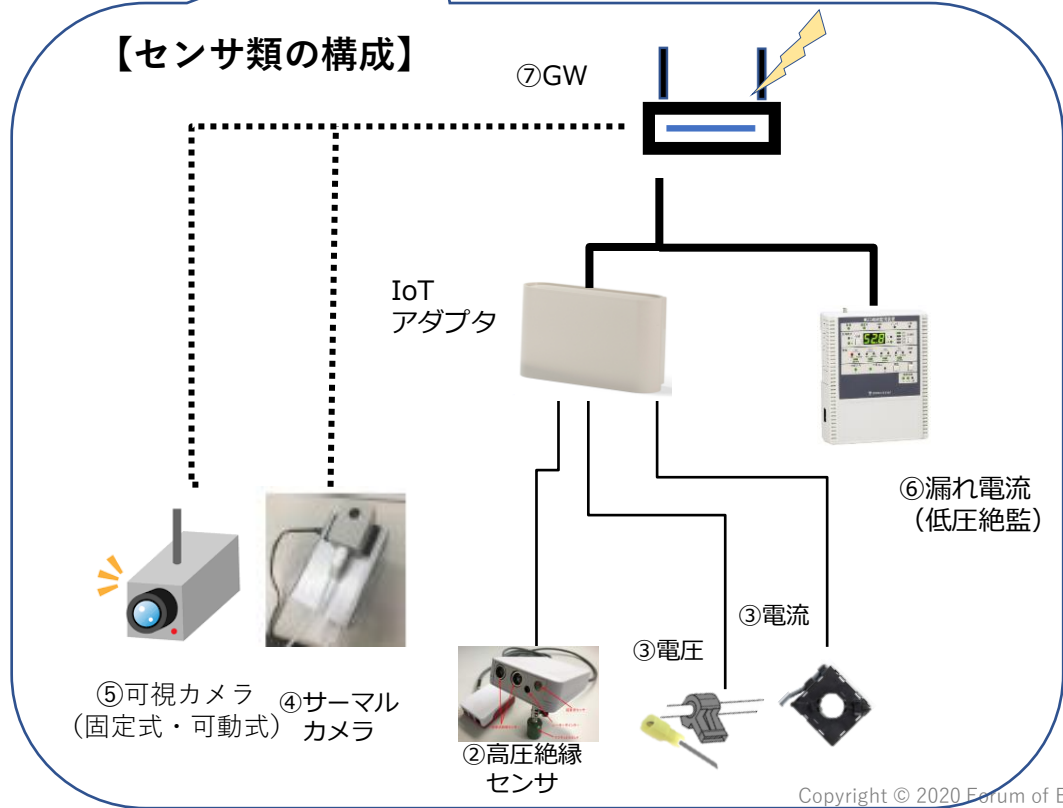
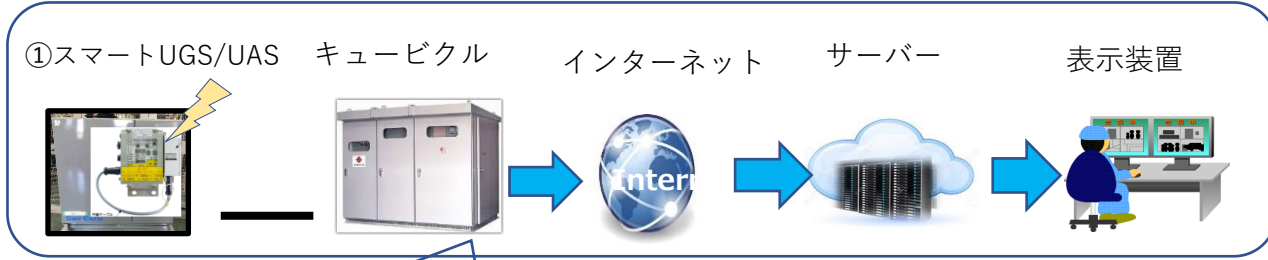
- ①各種センサの導入コストの縮減
- ②フィールド試験におけるサンプルデータの取得

【開発状況】

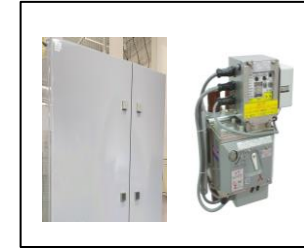
開発したIoTセンサ類を導入したキュービクルを2021年度に設置し検証中

別紙：スマート保安に向けてのセンサ類の開発構成及び設置状況

スマート保安に向けてのセンサ類の開発構成及び設置状況（当協会の技術研修所）



【検証状況】



①スマートUGS/UAS
高圧設備全体の絶縁監視



②高圧絶縁センサ
高圧機器の絶縁監視



③電圧・電流センサ
低圧電圧・負荷電流の監視



④サーマルカメラ
高圧機器等の
過熱監視



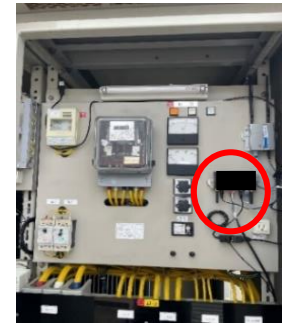
⑤可視カメラ
(固定)



⑤可視カメラ (可動)
高圧機器等の
損傷等の監視



⑥漏れ電流センサ
低圧絶監
(漏れ電流) の監視



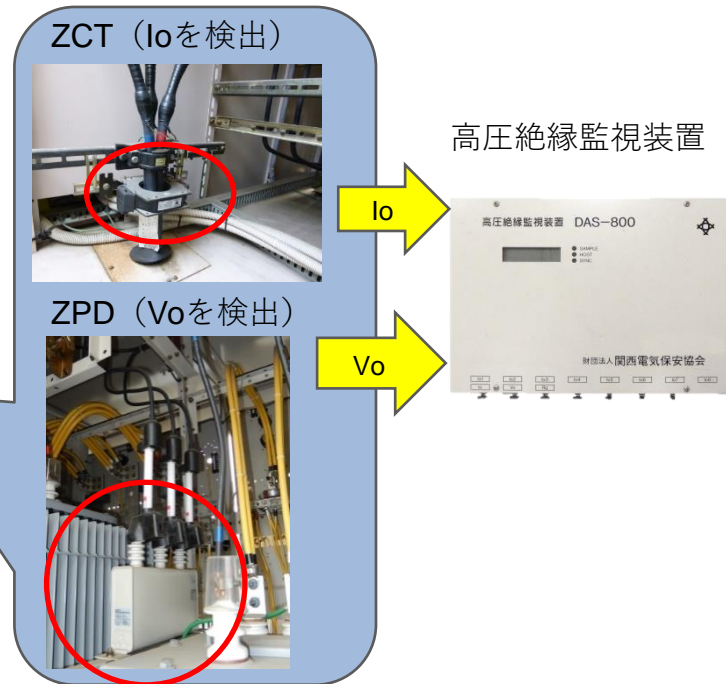
⑦ゲートウェイ
各センサのデータ
をサーバへ送る装置

・ 高圧絶縁監視におけるAIを活用した波形分析

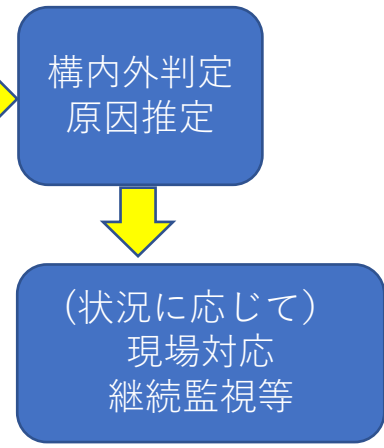
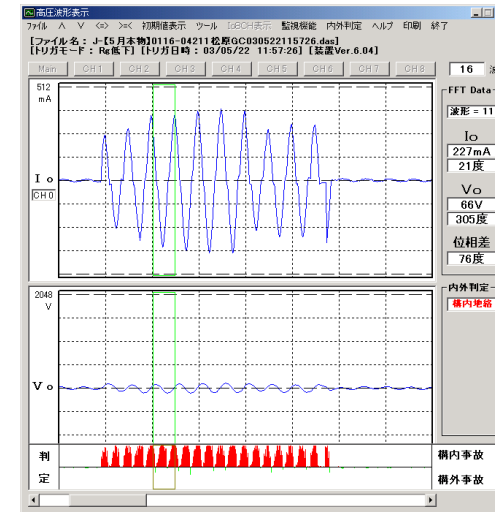
- 関西電気保安協会が開発した高圧絶縁監視装置は、例えば樹木接触による微細な地絡等、停電にはいたらない異常事象を保護継電器の10倍程度の感度で検出し、事故の未然防止や事故発生時の早期応動を目的としたものであり、現在約2000台が設置されている。
- 本高圧絶縁監視装置は、異常が発生した際に発生する零相電流(I_0)・零相電圧(V_0)を記録、伝送する機能があり、この装置が動作した際の零相電流・電圧波形から原因を推定するAI手法の開発(*)を実施し、2021年12月より実運用を開始している。
 (*)令和2年度産業保安課推進事業費補助金事業「高圧絶縁監視におけるAIを活用した波形分析手法構築事業」として実施。

高圧絶縁監視装置の概要

受電設備（キュービクル）



電流・電圧波形出力例



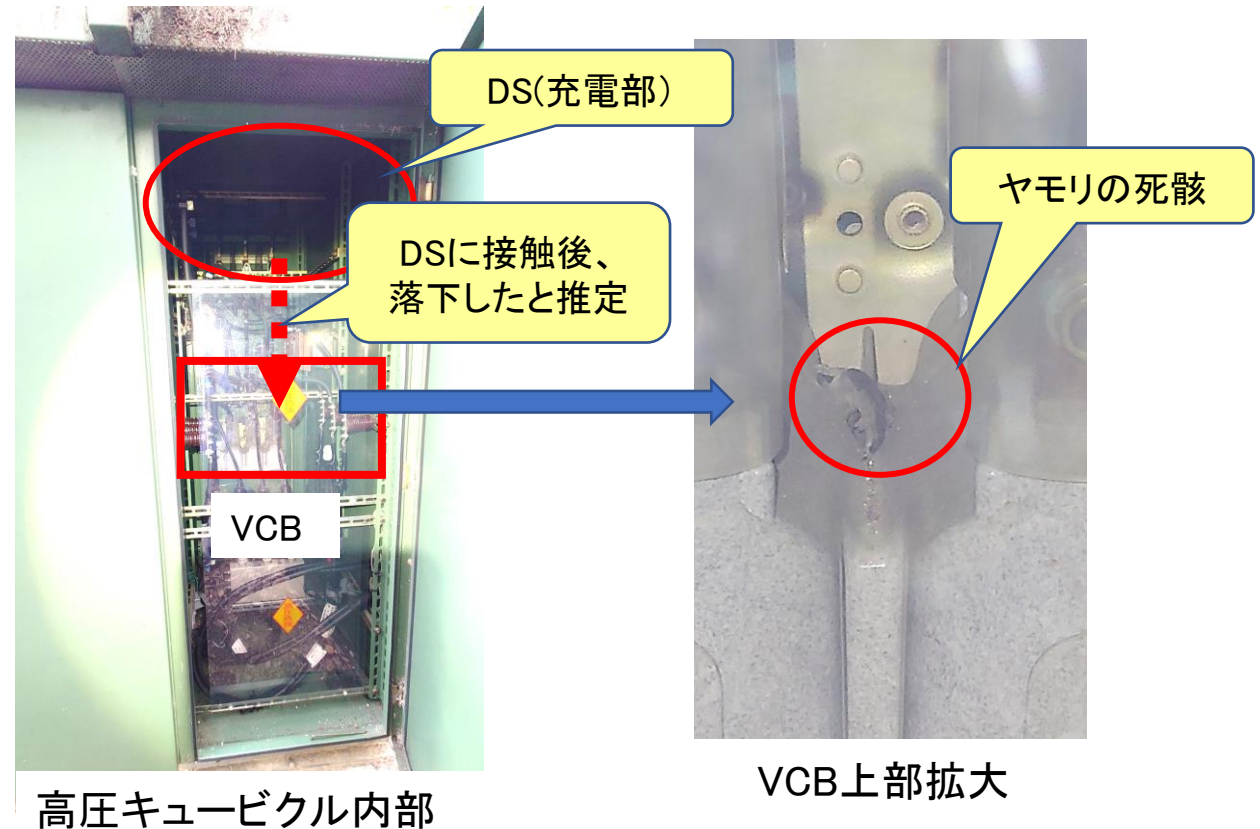
実運用を開始したAIによる原因推定事例

【発生場所】某ゴルフ場 屋外に高圧キュービクルを設置

- 2022年3月15日 22時6分高圧異常警報を受信（保護リレー動作はなし）
- AIによる推定原因は第1候補：小動物接触、第2候補：機器絶縁破壊
- ただちに現場出動しキュービクル内の目視点検を実施した結果、ヤモリの死骸を発見
- 小動物対策を実施予定

【お客様情報】						
お客様番号	[REDACTED]					
機種	SUH-12	バージョン番号	2.07			
【トリガ監視条件&検出】						
○: 監視 ×: 除外						
本体トリガ監視	Rg低下	位相判定	パルス監視	Vo監視	Io監視	外部入力
	○	○	○	○	○	○
トリガ種別	Rg低下	トリガ発生時刻	22-03-15 22:06:16			
設定値	Io [mA]	Vo [V]	位相 [度]	Rg [kΩ]	Io/パルス(+/-)	
	159	190	120/-30	200	3	
トリ	722	60	49	5	0/0	

【波形分析】		
内外判定: 構内地絡		
第1候補: 小動物接触		
原因	分析結果	順位
ケーブル	3kVケーブル絶縁破壊、6kVケーブル絶縁破壊	
• 小動物	ネズミ、ヘビ、鳥、猫、イタチ、ムカデ、ヤモリ等が接触	1
樹木	樹木接触	
絶縁不良	高圧機器の汚損、絶縁不良の波形、雨水関係	
• 機器破壊	高圧機器絶縁破壊直前(絶縁不良)	2
碍子	碍子亀裂の波形	
その他	開閉サージ、高調波成分、人工地絡試験、1相欠相で地絡、雷	
瞬低	瞬時電圧低下	



【集中監視システムでの波形分析結果(一部)】

多機能監視システムの導入

既存の絶縁監視装置のLTE化取替に合わせて、右のような多機能監視装置を設置することで、以下のような電気保安の高度化と業務効率化を期待している。

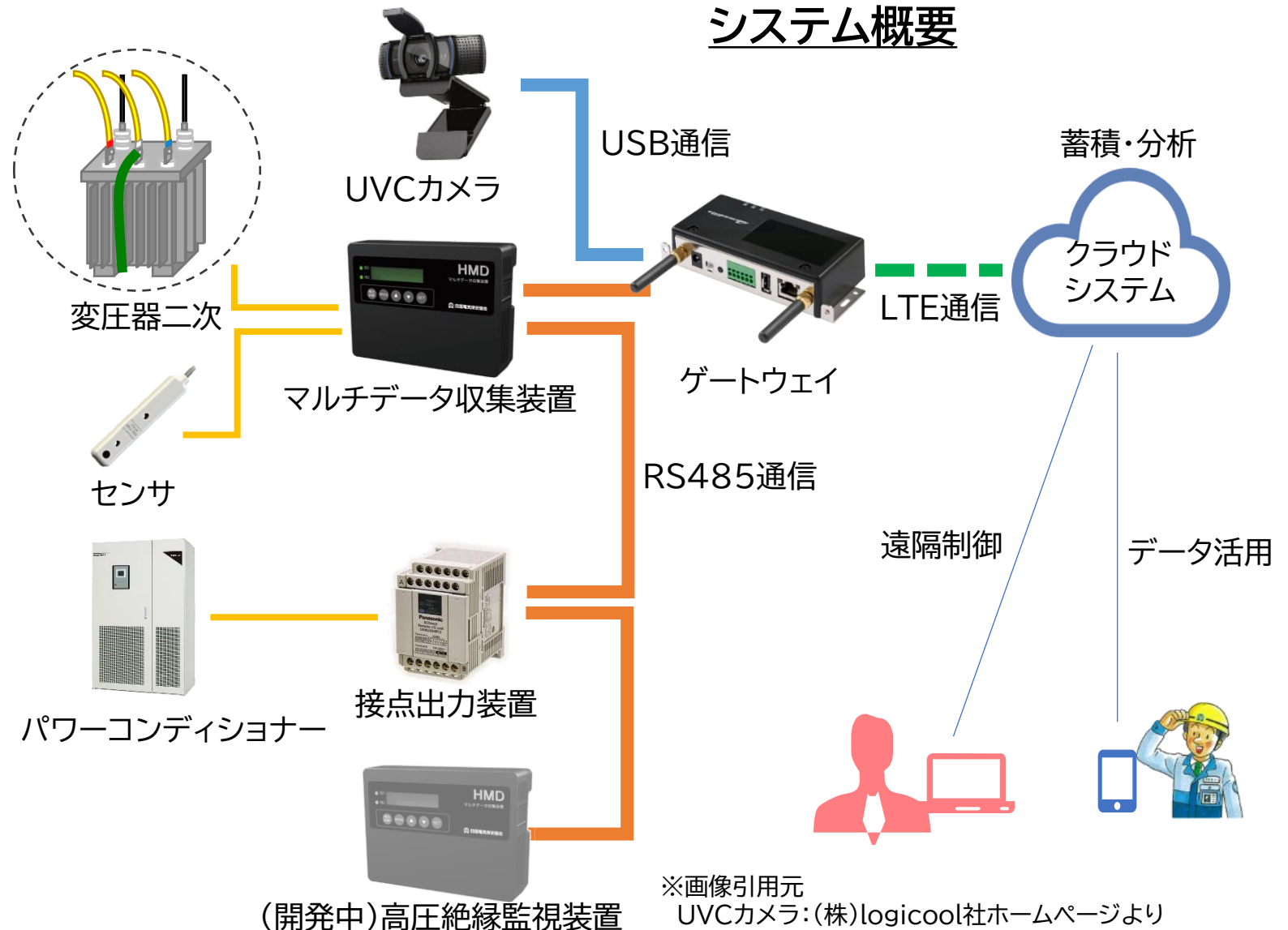
保安高度化

- ・定期点検や絶縁警報時の断片データから、連続データの取得により、これまで暗黙知であった異常の検知が可能。
- ・瞬間的な漏電や異常予兆等を捉えることが可能。
- ・安価な高圧絶縁監視装置の開発により、低圧側に加え高圧側まで絶縁監視区域を拡大する。
- ・カメラ接続により、現地画像を遠隔で所得できる。

業務効率化

- ・トレンドを確認することで、負荷度に応じた機器更新の合理化や漏電調査の迅速化を期待している。
- ・現地で測定器等を使用した電圧・電流・漏れ電流等の測定が不要で、データダウンロードにより報告書作成時間の短縮と測定時の感電リスクが無くなる。
- ・変圧器の内部点検を負荷度に応じた点検頻度にするなど、データを活用した作業の省略を期待。
- ・外部系統異常の影響による太陽光発電所のPCS再連系時に、遠隔操作することにより遠隔地までの移動ロス削減ができる。

システム概要



※画像引用元

UVCカメラ: (株)logicool社ホームページより

センサ: センサテック(株)社ホームページより

接点出力装置: パナソニック(株)社ホームページより

パワーコンディショナー: TMEIC(株)社ホームページより