

受配電設備向けスマート保安実現への取り組み

Smart Industrial Safety for Power Distribution Facilities

*受配電システム製作所

要 旨

電気保安人材の高齢化や人材不足、電気設備の高経年化などの影響を受けて、電気保安分野ではIoT(Internet of Things)／AIなどの新たな技術を導入することで、保安レベルの維持・向上と生産性の両立を図る“スマート保安”の取り組みが進められている。スマート保安は、異常兆候を検知し、かつ、SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)^(注1)によって設備を常時監視、余寿命診断を行うものである。

(注1) センサー等から得られたデータを収集し、設備を監視・制御するための技術

1. ま え が き

電気設備の現場では、保安従事者の高齢化の問題に加えて、再生可能エネルギー設備の増加が重なり、2030年には第二種電気主任技術者が約1,000人不足すると予想されている⁽¹⁾。また、1980年代から1990年代の経済成長期に設置された電気設備の多くは更新推奨時期を超過して長年使用されているのが現状である。これらの電気設備では突発的な故障が起こるリスクがあり、一度故障が発生すると他の設備を含む長期的な操業停止や予期せぬ費用が発生することが懸念される。このような状況下で、経済産業省はIoT／AIなどを活用して、設備を自動・遠隔監視し、異常兆候を検出して事故を未然に防ぐ“スマート保安”を推進しており、三菱電機としても受配電設備向けスマート保安に関わるサービス提供の準備を進めている。

本稿では、受配電分野でのEnergy and Facility(E&F)ソリューション事業展開の一部として検討している受配電設備向けスマート保安の概要と、その実現方法について述べる。図1に現在計画しているスマート保安の概要を示す。

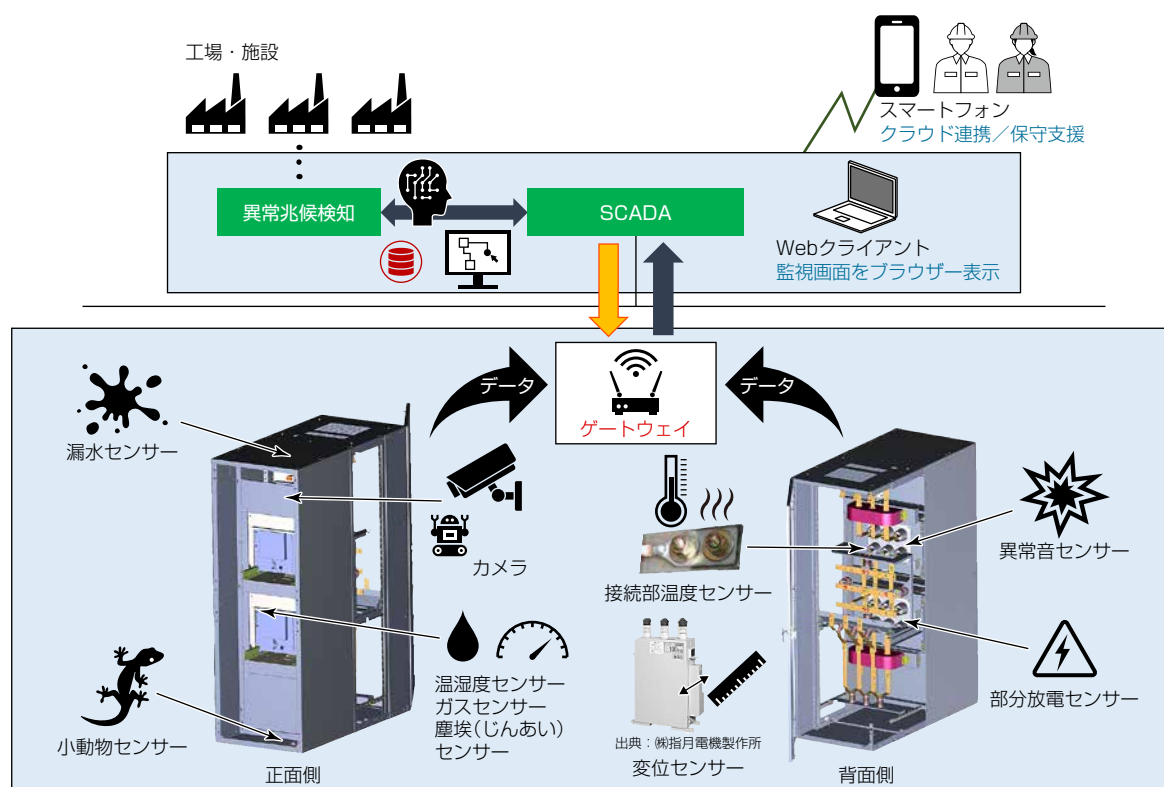


図1-当社の考える受配電設備向けスマート保安の概要

2. 受配電設備向けスマート保安

当社が考える受配電設備向けスマート保安の概要について次に述べる。

2.1 受配電設備向けスマート保安の基本的な考え方

製品評価技術基盤機構(NITE)の報告⁽²⁾によると、電気設備の事故原因の63%は“保守不備”によるものと言われている。

また、日本電機工業会(JEMA)が公表している高低圧電気機器での事故の障害現象別の統計⁽³⁾では、“絶縁低下”“地絡”“焼損”“過熱”“短絡”といった障害が多いことが明らかになっている。

したがって当社では、これらの障害発生防止の課題解決に向けて、次の二つを基本的な考え方にしたスマート保安の事業化開発に取り組んでいる。

- (1) 電気保安従事者が五感を使って行っていた点検業務を、センサーを用いて代行
- (2) 発生確率の高い障害の予防

2.2 受配電設備向けスマート保安で実現を目指す三つの技術項目

当社が考える受配電設備向けスマート保安では、2.1節で示した課題解決に向けた二つの基本的な考え方に基づいて、次の三つの技術項目の実現を目指している。

- (1) 遠隔監視：人手で実施している“法定・自主点検”をオンラインで見える化し、業務を効率化
- (2) 異常検知：デジタル化によって電気設備の状態をリアルタイムに診断し、内在化している異常兆候を抽出・早期除去することで、電気設備を安定的に運転
- (3) 余寿命診断：当社が持つ劣化診断技術、及びセンサーから取得したデータを活用することで、対象機器の劣化速度を分析して計画的かつ適切なタイミングでメンテナンス・更新を実施

2.3 当社受配電システム製作所が持つスマート保安に寄与する技術

当社受配電システム製作所では、次の三つに代表されるスマート保安に寄与する技術を持っており、これらの技術を活用することで2.2節で述べた受配電設備向けスマート保安の三つの技術項目の実現を目指している。

- (1) モーター診断技術⁽⁴⁾：モーター運転中の振動、及び電気信号を解析し、機械系異常や電気系異常、トルク異常を診断する技術で、遠隔監視や異常検知技術への応用が期待できる。
- (2) MP形マルチリレー^(注2)の自動点検機能⁽⁵⁾：保護リレーとして必要な試験、及び開閉器の動作時間計測による開閉器、及びその周辺機器の劣化状態を自動で点検できる劣化診断技術で、遠隔監視や異常検知技術への応用が期待できる。
- (3) MT(Mahalanobis Taguchi)法による劣化診断技術⁽⁶⁾：電気設備の有機絶縁物に付着しているイオン量、及び湿度等を測定して、品質工学手法であるMT法を用いて有機絶縁物の放電開始時期を定量的に推定する技術で、余寿命診断技術への応用が期待できる。

(注2) 保護、計測、制御機能を一体化したデジタル式の保護継電器

3. 受配電設備向けスマート保安の実現方法

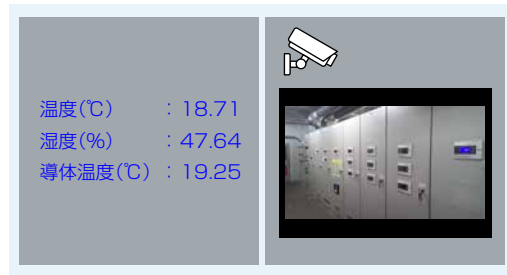
2章で述べた当社が考える受配電設備向けスマート保安を実現するため、スマート保安に寄与する技術を持っている受配電システム製作所で実施中又は実施予定である社内実証の内容について述べる。

3.1 遠隔監視の実現例

遠隔監視の実現例として、図2に遠隔監視したデータをSCADAで画面表示している例を示す。動力センターに設置した監視カメラで電気設備内外の状態を撮影するとともに、設備内に設置した複合センサーで設備内の温度、湿度及び汚損量を常時監視し、それらの情報をSCADAの画面に表示可能である。

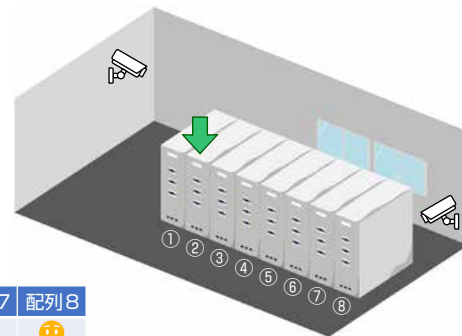
動力センター

室内情報



盤内情報

項目	配列1	配列2	配列3	配列4	配列5	配列6	配列7	配列8
状態	異常	異常	異常	異常	異常	異常	異常	異常
温度(℃)	18.4	18.7	18.6	18.8	18.8	18.6	18.4	19.0
湿度(%)	47.3	47.6	47.5	47.7	47.7	47.6	47.4	47.9
導体温度(℃)	18.9	19.3	19.1	19.3	19.4	19.2	19.0	19.6



動力センター配電盤室

図2-SCADAの画面表示(開発中)

3.2 異常検知の実現例

センサーで得られたデータから異常検知を実現する例について述べる。図3で示すように、電気設備内で結露が発生し、設備内の絶縁物に付着すると、絶縁物の絶縁抵抗が低下し、地絡、又は短絡の事故に至るおそれがある。電気設備内で結露が発生する可能性がある場合には、事前に異常と診断する必要がある。一般的に外部からの水の浸入がなければ、電気設備内外の絶対湿度は等しくなり、結露は発生しない。しかし、何らかの理由によって、電気設備内に水が浸入し、電気設備外部の絶対湿度よりも電気設備内部の絶対湿度が高くなると、特に、雨天時や冬季のような電気設備の外部の相対湿度が100%に近い場合、電気設備内で結露が発生する可能性が高くなる。そのため、温度・湿度センサーで電気設備内外の温湿度を測定し、絶対湿度を常時監視して、図4で示すように、“設備外の絶対湿度<設備内の絶対湿度”になった場合に、結露が発生する可能性が高い状態、すなわち異常と判断して、通知する。さらに、この通知を受けて、電気設備内のヒーターを動作させる、又は除湿器を動作させるなどの対策を施せば、結露の発生を未然に防止することが可能になる⁽⁷⁾。

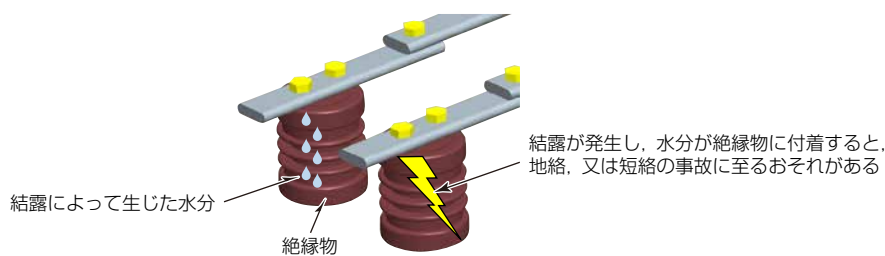


図3-結露発生時

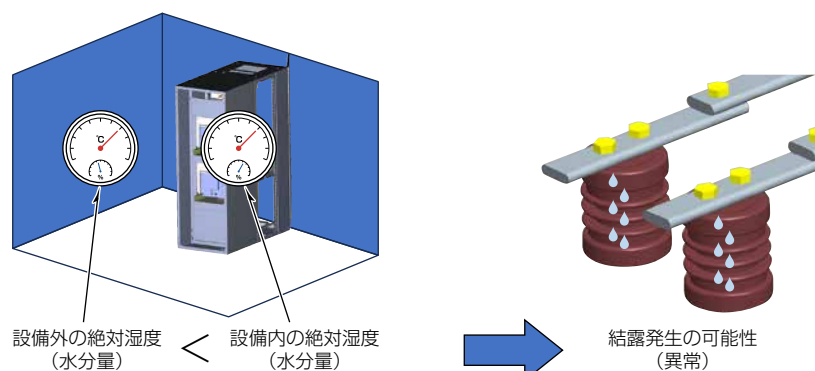


図4-結露発生の異常診断

3.3 余寿命診断に向けた技術開発

当社が考えるスマート保安では、3.2節に述べた温度・湿度センサーのほかにも図1に示すようなガス、塵埃、音、変異などの様々なセンサーから得られたデータに当社が持つ“MT法による劣化診断技術”⁽⁶⁾を応用することで、電気設備の余寿命診断を実現する技術を開発中である。

3.4 異常検知データの応用例

結露発生の異常検知の診断に用いた温度・湿度センサーから得られる温度、湿度について、ある一定の期間のデータを蓄積し、これらのデータを解析することで、省エネルギーにも応用可能になる。

例えば、ヒーターや除湿器を常時稼働させるのではなく、設備外の温度が低下する時間帯、又は電気設備が停止して設備内の温度が低下する時間帯に合わせてヒーターや除湿器を動作させることで消費電力を抑制する手法などが考えられる。

また、温度、音、変異などの複数のセンサーからのデータを組み合わせることで、開閉器や遮断器の接点部分で発生確率の高い焼損、過熱、短絡などの障害の異常兆候である“部分放電”及び“局所過熱”を検知する精度を向上させる技術も併せて開発中である。

4. む す び

当社の考える受配電設備向けスマート保安の概要、及びその実現方法について述べた。

当社は、本稿で述べた受配電設備向けスマート保安に取り組み、電気保安人材の高齢化や人材不足、及び電気設備の高経年化などの社会問題に対するE&Fソリューションを提供していく。

参 考 文 献

- (1) 経済産業省：電気主任技術者制度について（2023）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/014_01_00.pdf
- (2) 独立行政法人 製品評価技術基盤機構：電気保安の現状について（令和3年度電気保安統計の概要）（2023）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/pdf/028_02_02.pdf
- (3) 一般社団法人 日本電機工業会：高低圧電気機器保守点検のすすめ（2019）
[https://www.jema-net.or.jp/jema/data/s5223\(20190329\).pdf](https://www.jema-net.or.jp/jema/data/s5223(20190329).pdf)
- (4) 金丸 誠、ほか：電流電圧信号を用いた低圧三相モータの診断、電気学会論文誌D, **142**, No.8, 技術開発レポート（2022）
- (5) 平田陽介：停電時間を大幅に削減する保護リレー自動点検システム、三菱電機技報, **91**, No.11, 619～623（2017）
- (6) 岡澤 周、ほか：MT法による特別高圧の劣化診断・余寿命推定技術、三菱電機技報, **85**, No.10, 609～612（2011）
- (7) 特許第6846982号（登録日：2021年3月4日）