

故障予兆監視システムの開発について

1. まえがき

原子力発電所は、多数の設備で構成されており、これらの設備に設置したセンサから常時把握している温度や圧力、流量、振動などのプラントパラメータは、膨大な数にのぼる。

当社は、この発電プラントが保有する膨大なプラントパラメータ（ビッグデータ）に着目し、日本電気株式会社（以下、「NEC」という。）と共同で、このビッグデータを活用することにより、設備の異常を可能な限り早い段階

2. 故障予兆監視システムの概要

故障予兆監視システムは、SIAT (System Invariant Analysis Technology) というNECが開発したネットワークのサイレント障害の原因を特定するエンジンを用いたインвариант分析技術を用いている。インвариант分析技術というのは、大量に収集したセンサデータの中に埋もれているシステムの特徴を表す普遍的な関係性（インвариант）を対象プラント・システムのドメイン知識に頼らずに自動的、かつ網羅的に抽出して、モデル化し、モデルと一致しない「いつもと違う」挙動をサイレント障害として検知する技術である。

原子力発電所は、原子炉やタービン、発電機のほか、ポンプ、配管など、多数の設備で構成されており、これらの設備に設置したセンサから常時把握している温度や圧力、流量、振動などのプラントパラメータは、島根2号機で約2500種類にのぼり、プラントが安定した運転状態にある時には、これら各プラントパラメータは一定の相関を持った関係となっているが、通常とは異なる状態、すなわち異常が生じると、安定した運転状態時のプラントパラメータ間の相関が崩れた状態となる。

故障予兆監視システムでは、この相関の崩れを用いて、

3. 故障予兆監視システムの開発状況

当社が故障予兆監視システムの開発に取り組んだ経緯は、ベテラン運転員や修復員の減少により、ベテラン運転員の経験により早期発見がされていた異常が、早期発見できなくなることが懸念されたことから、異常を兆候に段階で検知し、運転員への注意喚起や予備機への切り替え等、次の運転操作に移行するアシストを行うことができるシステムができないものかとの思いに端を欲している。丁度その時、NECよりビッグデータプログラムの説明を受け、プラントの異常早期検知に適用できると考え開発に取り組んだ。

開発にあたり、以下のとおり実証試験等を行った。

(1) 過去のプラントパラメータを活用した異常の予兆監視の可能性確認

平成23年8月から平成24年11月にかけて、島根原子力発電所の運転監視用計算機により蓄積した過去のプラントパラメータを解析し、過去の不具合等の事例のデータを用いて、異常がどれだけ早い段階で、正確に検出でき

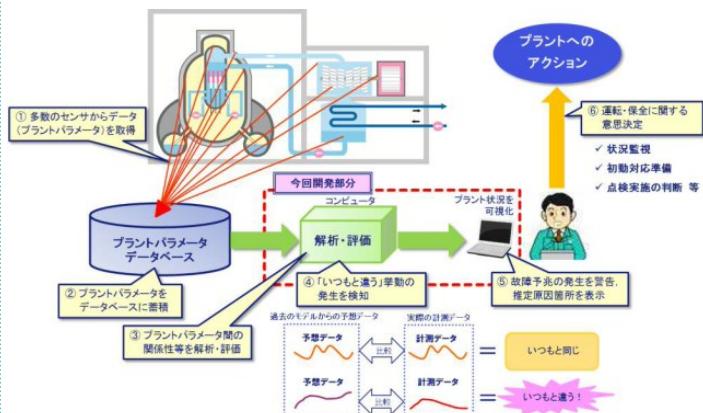
で、かつ正確に検知するシステムの開発に取り組んできた。

約3年にわたるシステムの研究・開発・実証試験を経て、本年の6月下旬から島根原子力発電所2号機において、「故障予兆監視システム」として、有効性を確認することにした。

ここでは、当社とNECが共同で開発に取り組んできた「故障予兆監視システム」の開発状況について紹介する。

リアルタイムのプラントパラメータから、異常を検知することが可能である。

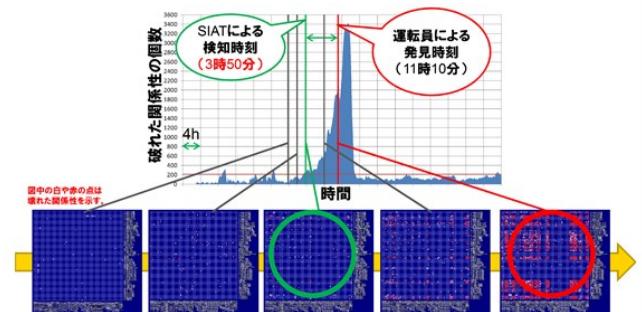
さらに、これまでの発電所の運転において蓄積された膨大なプラントパラメータを解析することで得られた知見（設備が健全な状態でのデータ推移など）をデータベース化し、これとリアルタイムのプラントパラメータを比較することにより、設備の異常をより早期の予兆の段階で、かつ正確に検知することを可能とするものである。



ろか検証を行った

その結果、適切なパラメータを紐付けその相関の崩れを分析することにより、十分、異常の予兆監視ができることが確認できた。

一例として、平成18年10月に通常運転中であった島根原子力発電所2号機で発生した、主蒸気圧力検出器からの微少な蒸気漏えい事象に関しては、運転員が漏えいを認識したとされる時刻よりも数時間前に故障予兆監視システムが異常を検出した。



(2) 島根原子力発電所の訓練用設備を用いた異常の予兆監視の実証実験

平成24年10月からは、島根原子力発電所の訓練用設備（ポンプや電動機等）に軸受の損傷やキャビテーション等の故障を模擬的に発生させ、その異常状態を早期にシステムで検出する検証試験を行った。その結果、早期から異常の兆候を捉えることが確認できた。

加えて、検証結果の信憑性を確認とともに、データ解析の信頼性を向上させるため、（財）電力中央研究所の設備を用いた検証試験を実施した。

上記実証試験の結果、故障予兆監視システムの活用により、早い段階で異常を予兆として検知できることや異常発生の原因等を推定するための情報が得られることがわかった。

4. 今後の展望

本年の6月下旬から島根原子力発電所2号機において、故障予兆監視システムを導入しシステムの有効性を確認していくとともに、引き続き、検知感度等の性能向上に関するチューニングを行いながら、さらに開発を進

めてまいりたいと考えている。

故障予兆監視システムの有効性が確認された後は、運転員に対するプラント監視支援システム、保修員に対し設備診断技術と組み合わせた保全対象設備の状況把握システムとして活用できるものと考えている。

5. 最後に

今回紹介した「故障予兆監視システム」と、以前紹介した平成23年から導入している「統合型保全システム（EAM）」および設備診断技術を活用することで島根原子力発電所の各設備の信頼性が向上し、一層安全で、かつコストパフォーマンスの高い発電所にできるものと確信している。

今後も、3.11で学んだように安全対策を講じるだけではなく、我々は新たに追加設置した機器を含め発電所設備全てに対し適切な保全を行い維持管理していくとともに、訓練等を通して発電所設備を確実に運用し、更にはP D C Aを廻し発電所の安全性向上を追求していく所存である。

[保全学会会員 K.M]