

MHPS-TOMONI[®]: デジタルソリューションによる 発電プラント運用の高度化

MHPS-TOMONI[®]: Digital Solutions with Data Analytics and Diagnosis for Optimizing Operations and Maintenance, Performance and Flexibility of Power Plants



平崎 大二郎^{*1}
Daijiro Hirasaki

遠藤 彰久^{*2}
Akihisa Endo

遠藤 格^{*3}
Itaru Endo

三菱日立パワーシステムズ(株)(以下、当社)はデジタルソリューションとして 1999 年から火力発電所の遠隔監視サービスを実施しており、2007 年には異常予兆検知システムによる稼働率向上等、運転の高度化を実現している。更に、2017 年3月から“MHPS-TOMONI[®]”を立ち上げ、全世界で稼働している発電所の運転データを分析し、お客様の事業活動に貢献できるアプリケーションの開発を推進している。本報では、当社が提供するデジタルソリューションとして開発、実機適用されている MHPS-TOMONI[®]について紹介する。

1. はじめに

MHPS-TOMONI[®]は、発電所の最適運用を目指し開発された分析プラットフォームを含むデジタル総合ソリューションである。“共に(TOMONI)”は、お客様と共に課題を解決する“お客様第一主義”を体現化する意味を込め命名された。本報では、再生可能エネルギーの増加、省人化や技術伝承ニーズの拡大等、お客様の事業環境の変化に伴い多様化するニーズに応えるべく研究、設計、実装、高度化を進めている MHPS-TOMONI[®]について紹介する。

従来より当社はサービス契約を締結しているお客様に対しサービス情報を提供するカスタマーポータルサイトを運営している。技術広報、運転月報、搭載部品情報など幅広い情報提供を実現しているが、MHPS-TOMONI[®]を導入したお客様は更に、分析、診断結果等の情報がよりタイムリーに得られるようになる。当社は MHPS-TOMONI[®]を通じて、O&M 最適化、性能向上、フレキシブル運転の3つのメリットをお客様に提供する(図1)。



図1 MHPS-TOMONI[®]の3つのメリット

*1 三菱日立パワーシステムズ(株)パワー&エネルギーソリューションビジネス本部ソリューション計画部 グループ長

*2 三菱日立パワーシステムズ(株)パワー&エネルギーソリューションビジネス本部ソリューション計画部 主席技師

*3 三菱日立パワーシステムズ(株)パワー&エネルギーソリューションビジネス本部ソリューション計画部 技術士(経営工学部門)

ガスタービン、ボイラ、蒸気タービン、発電機、環境装置、その他プラント補機それぞれでコンテンツ開発を推進しており、プラント全体にわたり情報分析とソリューションの構築が可能となる。最新の AI 技術や統計処理の活用は勿論のこと、当社は火力発電分野に長年携わる総合メーカー/EPC ノウハウに基づき、お客様の事業課題に合ったソリューションを提供することが可能である。

2. デジタルプラットフォーム

MHPS-TOMONI®のシステムはクラウドとエッジで構成される。クラウドサービスにおいてはクラウド上にアプリケーションを構築し、インターネット経由でアクセスし、データの分析や可視化などのサービスを提供している。一方で、エッジにおいては自社開発のエッジデバイス“Netmation Secure Gateway (以下、NSGW)”を設置することにより、データセキュリティを高度に担保した上で、発電所から当社クラウドへデータ送信を行っている。また、このエッジ側に搭載する機器も新たな開発を行っており、より高頻度のサンプリングデータ伝送や、クラウドと親和性の高い情報連携が取れる機能を有している。

前述の分析プラットフォームは3階層から構成されている(ICT 基盤、高精度 AI アプリケーション、サービスアプリケーション) (図2)。

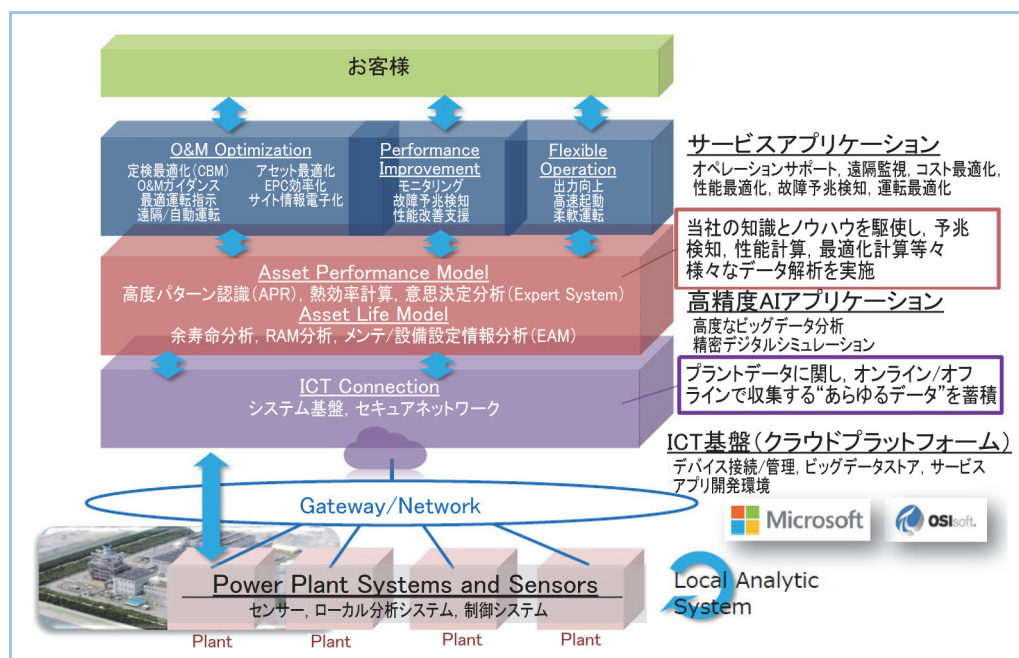


図2 MHPS-TOMONI®のプラットフォーム

2.1 ICT 基盤

発電所の運転データを安全に保管し、付加価値のあるアプリケーション開発環境として当社は Microsoft 社と OSIsoft 社とパートナーシップ契約を行い、ICT 基盤を確立した。Microsoft Azure クラウドは業界問わず広くユーザを持ち、セキュリティの信頼性が高い。OSIsoft の PI System はデータヒストリアン(蓄積・見える化用ソフトウェア)として発電を含むプラント業界のデファクトスタンダードとなっており、発電事業者が数多く利用している。当社もお客様と親和性が高いソフトウェアを利用することにより、より早期に情報連携できる環境を構築した。

2.2 高精度 AI アプリケーション

統計手法を用いた異常予兆検知は、本階層で稼働している。また、発電所の熱効率計算や製品寿命分析に用いるアセットモデルもこの階層に実装した。

更に、構造化データと非構造化データを結び付け、発電所の不適合事象がどういった因果で成立するかセンサデータと FTA(Fault Tree Analysis) データベースからシステムが自動で判断する仕組み等も本階層に実装した。

2.3 サービスアプリケーション

発電事業者向けの価値として、O&M 最適化、性能向上、フレキシブル運転の3つを定義した。このカテゴリーに基づき、当社はアプリケーションを企画している。例えば、火力発電向けのサービスアプリケーションとしては、寿命管理が必要なガスタービンの高温部品だけでなく、主機の消耗品や交換品に至るまで約 60 品目を監視対象とし、運転モードから部品に加わるストレスを計算し、最適なタイミングで部品交換の時期が計算できる仕組みを構築した。また、GUI(Graphic User Interface)開発では三菱重工業(株)先進デザインセンターや社外のデザイン会社と協力し人間工学に基づいた使いやすさや、誰がいつどんなシーンで使用するかを分析し GUI 設計を行った

3. サイバーセキュリティ

火力発電所はライフラインを担う重要なインフラであり、発電設備に ICT を適用する上で、サイバーセキュリティの確保は最優先事項として考慮する必要がある。MHPS-TOMONI®では以下によりセキュリティの確保を実現している。

MHPS-TOMONI®のクラウド基盤は ISO/IEC27017 及び NIST800-53 に準拠した運用を行っている。この NIST(米国国立標準技術研究所)のセキュリティ対策(ファイアウォール、暗号化、脆弱性管理、セキュリティパッチアップデート、ログ監視)において、アクセスの際は二要素認証を必須としていることを特徴としている。

一方で火力発電所とクラウド間の通信は暗号化され、デジタル証明書による認証と双方にアクセス制限を掛けることにより、特に発電所向けの通信接続はすべて不許可としている。更にプラント側制御ネットワークのセキュリティ対策を万全にするために、NSGW を設置しおり、そのデータダイオード(一方向通信)機能により、発電所側から外部へのみデータ送信を許可し、物理的に発電所外部からのアクセスを遮断している。この NSGW は一方向通信機能に加え、外部から内部への限定された通信をシリアルケーブルにて許可しており、セキュリティ強度を維持しながらフレキシブルな運用を実現している(図3)。

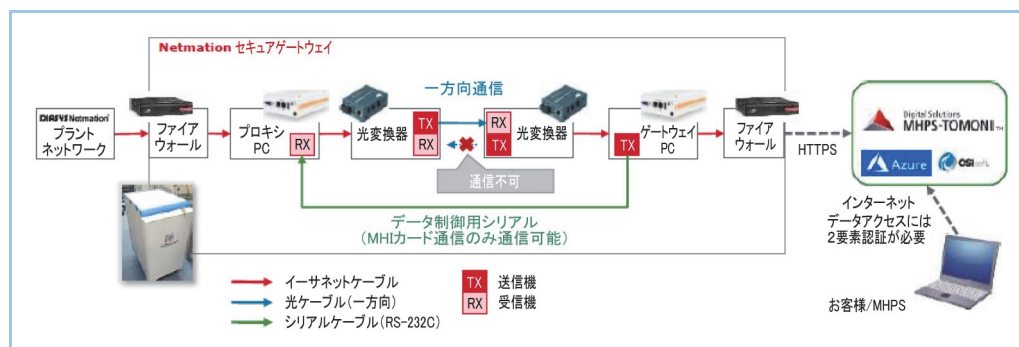


図3 MHPS-TOMONI®のサイバーセキュリティ

4. 火力発電所向けICTサービス及びアプリケーション

4.1 遠隔監視サービス

当社は1999年に高砂工場、2001年に米国オーランドにそれぞれ遠隔監視センターを設立し、GTCC(ガスタービンコンバインドサイクル)発電プラントの遠隔監視サービスを専門スタッフにより24時間体制で行っている。2016年には新たな監視拠点としてフィリピンに、2019年には長崎工場に遠隔監視センターを設立し、スチームパワープラントを中心に、MHPS-TOMONI®を活用した遠隔監視サービスも開始した(図4)。現在では、各遠隔監視センターで、大型ガスタービンを中心に世界各国の約150基の発電設備を監視し、お客様の運転支援を行っている。フィリピン及び長崎工場の遠隔監視センターのインフラは MHPS-TOMONI®クラウドをベースとしており、他センターも順次移行、または相互接続を行っており、グローバル展開を目指している。

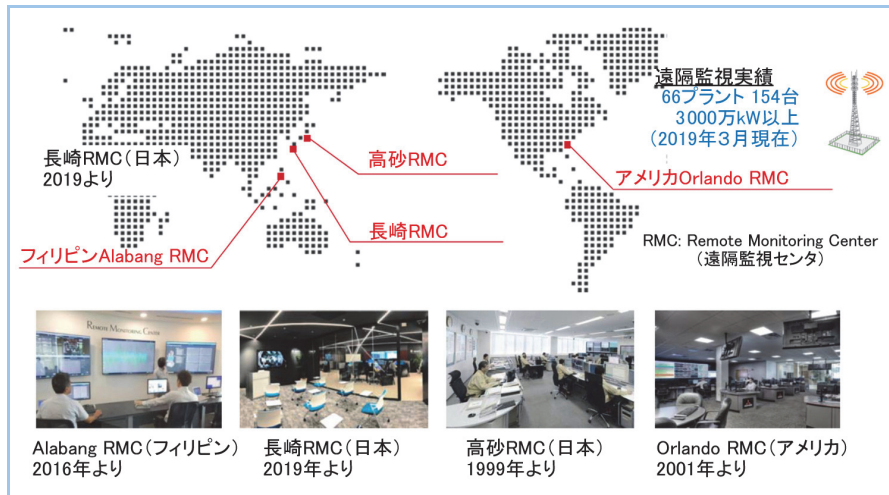


図4 MHPs-TOMONI®の遠隔監視拠点

4.2 ICT アプリケーション

MHPs-TOMONI®では火力発電分野を網羅する ICT を活用したソリューションがある。一例を図5に示す。これらソリューションは、全世界から得られた運転データや不適合情報とその対策により開発されたものであり、各製品機種に応じたフリート向けに最適な運用パターンを実現するために準備されたものである。

各ソリューションは、ICT ソフトウェアにより価値提供のみならず、最適化による主機の改造提案など、お客様の事業目標に基づいて最適なソリューションを提供可能とする。

当社では、サービス契約を締結しているお客様へサービス情報を提供するカスタマーポータルサイトを準備しており、MHPs-TOMONI®はこれらカスタマーポータルサイトを經由して機能提供を行っている。

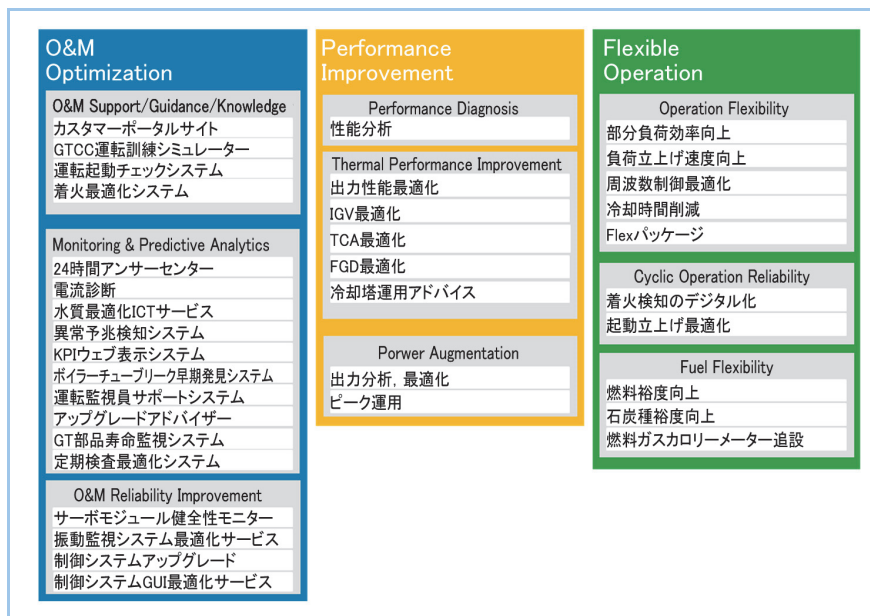


図5 MHPs-TOMONI®のソリューションの一例

GTCC 向け ICT ソリューションの例を図6に示す。当社はお客様の価値に基づき、最適なソリューションの組み合わせを行う。

① 異常予兆検知

各種 APR (Advanced Pattern Recognition) 技術により異常を早期発見。制御装置の保護動作前に異常予兆を検知して、事前対応策を提供

② 異常時運転支援

中操運転監視員の支援。アラーム・イベントに基づき、運転監視員の実施すべき項目を提

供。紙マニュアルを探す必要がなく、クラウドからいつでも最新の対処法を提供する

③劣化要因分析

主機単体(GT/ST/HRSG/発電機)の劣化原因とGTCC全体の性能分析を行う。最新のヒートバランス計算技術によりGTCCの性能分析が可能

④主要項目監視

Web 技術を活用し、発電所で監視すべき主要項目を携帯モバイル端末等で表示可能。リアルタイム表示だけでなく、他フリートと比較した稼働率や劣化評価も表示可能

⑤点検業務高度化

電流解析技術によるプラント補機及び電動機の異常監視。現場電動機(ポンプ駆動用モータ、小型圧縮機向けモータ等)の電流を計測することで、異常傾向を判別可能

⑥定期検査時期最適化

主機の運転パターンと劣化状況、個別部品に与えられる負荷に基づき、定期検査実施時期を最適化

⑦水質管理最適化

原水、排水、循環水、ボイラ水の水質系統を監視・分析することにより、現状の課題と改善案をシステムが自動提示。水と薬剤使用量の最適化

⑧制御装置高度化(MHPS-TOMONI® Edge Enabler)

OT (Operational Technology) の高度化提案として開発した MHPS-TOMONI® Edge Enabler を活用したソリューションパッケージ。お客様が任意で最適化プログラムの使用選択が可能

⑨AI-CPFM(燃焼振動回避システム)

AI(機械学習)を搭載した新しい燃焼振動回避システム。更に進化した燃焼最適化技術を提供する

①  <機能> 予兆 + 故障部位推定 <対象機器> GT, ST, HRSG, 発電機 <効果> 稼働率向上 異常予兆検知	②  <機能> 運転支援ガイダンス <対象機器> GT, ST, 発電機 <効果> 早期運転復旧 異常時運転支援	③  <機能> 劣化要因分析 <対象機器> GT, ST, 発電機 <効果> 高効率維持, 計画外停止防止 劣化要因分析
④  <機能> 状態量をWeb表示 <監視項目> 発電量, 稼働率, 等 IE, Safari, Chrome対応 主要項目監視	⑤  振動計測 電流計測 小型電動機の異常を検知 現場計測に最新技術 点検業務高度化	⑥  <機能> 定検期間延長等 <対象機器> GT, ST <効果> 稼働率向上, 定検削減 定検時期最適化
⑦  <機能> 水質分析, 薬注最適化 <対象系統> 取水, 排水, 循環水, 等 <効果> 水使用量削減, 運用費削減 水質管理最適化	⑧  <機能> 運転高度化(Netmation) *IGV Tracking *AI Flow Modulation *Blower Interval, etc <効果> 出力・効率向上 稼働率向上, 他 制御装置高度化	⑨  <機能> 燃焼AI学習, 燃焼最適化 <対象機器> GT <効果> 安定燃焼裕度拡大, NOx低減, 等 AI-CPFM

図6 MHPS-TOMONI®サービスパッケージの一例

上述の異常予兆検知機能を用いたアプリケーションの一例を紹介する。当社の提供する異常予兆検知システム(Pre-ACT)は、遠隔監視サービスで用いている独自に開発したMT法(マハラノビスタグチ法)をベースに独自に開発・適用したものであり、異常予兆検知と故障部位推定の2つの機能で構成されている。MT法は、複数信号の相関関係を1つの指標(MD: Mahalanobis

Distance)で管理するものであり、各センサ信号に対して制御装置に設けられた警報や保護動作の閾値を超える前にシステムが異常を予兆し、早期発見による予防処置や監視の効率化に寄与するものである。

故障部位推定のプログラムでは、センサ信号の挙動(SN 比)と不適合データベース(学習データベース)における不適合事象とのパターンマッチングにより不適合箇所の自動推定を行い、その箇所に対する点検項目をEメール及び Web 画面上で通知する仕組みを有している。

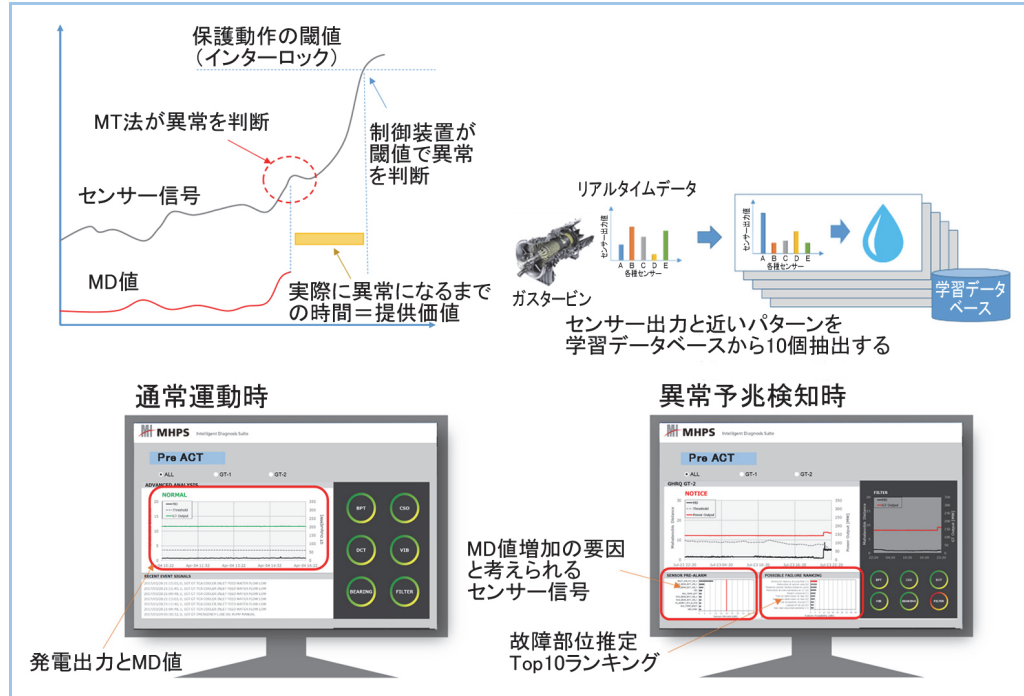


図7 Pre-ACTの機能概要

5. まとめ

当社は 2017 年3月に発電所向けのデジタルソリューションとして、MHPS-TOMONI®を立ち上げた。運転状態を分析した上で最適運転制御を導き出す技術や、AI(Artificial Intelligence)や統計手法を活用した異常予兆検知技術、高度なヒートバランス計算に基づき劣化傾向やそれら対処法を導き出す技術など、クラウドに実装する付加価値アプリケーションは、ここ数年で加速的に成長した。更に、発電所主機から創出される情報を高いセキュリティを保った上で情報伝送する機器(NGSW)を同時に開発し、他社と一線を画すデジタルソリューションを、世界のお客様へ提供開始している。

当社は、火力発電設備の自動自律運転を目指し、デジタルソリューションを更に発展させ、変化の速い電力事業に応えるソリューションをハードとソフトの両面から開発し提供していくことで社会に貢献していく。

MHPS-TOMONI は、三菱日立パワーシステムズ(株)の米国及びその他の国における登録商標または商標です。

参考文献

- (1) 相木英鋭ほか、機械学習を適用したボイラデジタルツイン、三菱重工技報, Vol.55 No.4 (2018)
- (2) 石垣博康ほか、MHPS-TOMONI:火力発電 Digitalization プラットフォームクラウド/エッジサービスとシステムアーキテクチャ、三菱重工技報, Vol.55 No.4 (2018)
- (3) 遠藤彰久、IT と OT の融合による発電所の智能化、火力原子力発電技術協会、協会誌 Vol70, No.4, p191-196
- (4) 遠藤彰久、Pre-ACT (GT の自動遠隔予兆診断システム)、日本動力協会、エネルギーと動力 2018 春季号, p46-51