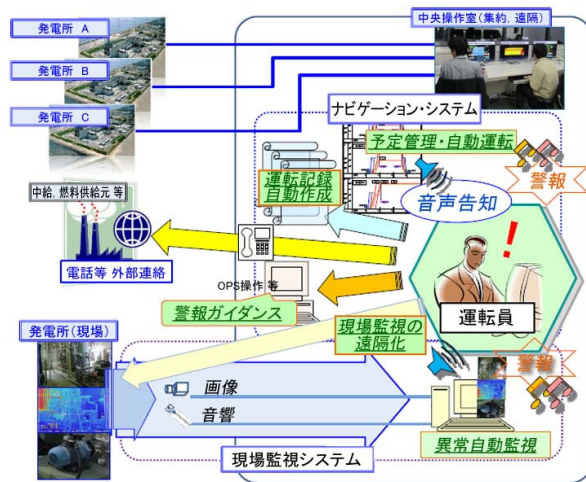


ICT と AI 技術活用による GTCC 運転・監視業務の負担軽減の取り組み

Efforts toward Man-hour Reduction of GTCC Operation and Monitoring
by ICT and AI Technologies



高須 素志*1
Motoshi Takasu

岡 誠司*2
Seiji Oka

野村 真澄*3
Masumi Nomura

工藤 敏文*4
Toshifumi Kudo

星島 秀之*5
Hideyuki Hoshijima

熟練運転員の育成・維持及び運転要員の省力化(少人数化)は、GTCC (Gas Turbine Combined Cycle) 発電プラントを維持運営していく上で課題となっている。本報では、GTCC 発電プラント運用(給電運用/商用運用)にて熟練運転員が必要とされる個々の発電プラントでの異なる操作、複数プラントでの予定管理、及び五感に頼っている巡回監視について、ICT を用いて運転員を多能工化するナビゲーションシステム及び AI を用いた画像・音響による現場監視システムを適用することで発電プラント運用における熟練運転員を始めとする省力化(少人数化)について説明する。

1. はじめに

熟練運転員の育成は、特に 24 時間体制での運営が行われている GTCC 発電プラントでは必要不可欠であるが、そのノウハウ伝承には長期間、体制維持には多大な人件費が必要となる。そうした問題の解消に向け、発電所を多く抱える電力会社では中央制御室の運転・監視集約や熟練運転員による運転継続よりもプラント安全停止を優先したインターロック(保護装置)の強化が進んでいるが、調整用予備電力が限られた自家発や卸電力事業者にとってはインバランス料(計画した需要量と実際の需要量の差分に対し負担する料金)回避のためには運転継続は必須であり、熟練運転員の育成・維持は必要不可欠となっている。

三菱日立パワーシステムズ(株)(以降、MHPS)は、図1に示す『遠隔監視サービス』を提供しており、メーカ視点での異常の早期発見を行い、お客様の発電所の稼働率向上を支援している。また、近年、ICT 及び AI の普及と進化が急速に進んでおり、運転員の運転・監視業務の負担軽減の実現に向けた実証を MHPS が保有する実証発電設備(T地点)にて取り組んでいる。

具体的には、遠隔/集約運転(Operation)及び日常対応(運転当直が実施している部分)について、BT(ボイラ・タービン)主任技術者、電気主任技術者を始め、日本では発電所に直接勤務することが義務付けられる要員以外の集約化及び省力化を持って上記の実現を目指しており、これらを実現するためには下記①～⑥に示す手法及びツールが必要となる。これらを運用する際

*1 三菱日立パワーシステムズ(株)サービス本部高砂サービス部 主席技師

*2 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部 E 総括部計装制御設計部 主席技師

*3 ICT ソリューション本部システム技術開発部 主席技師

*4 総合研究所振動研究部 主席研究員

*5 三菱日立パワーシステムズ(株)サービス本部高砂サービス部 主席プロジェクト統括

の全体構成案を図2に示す。本構成案により、運転員が実施している日常運用の遠隔化も可能となる。

- ① 個々の発電プラント運転操作の共通化
- ② 必要なアクションを促す音声告知
- ③ 異常の早期自動発見
- ④ 有識者によるサポート
- ⑤ 現場の自動監視/中央操作室での監視
- ⑥ 現場の画像・音響等の五感情報の共有

この内、③、④については、先に紹介した『遠隔監視サービス』にて対応可能であり、⑥については、普及と進歩が急速に進んでいる TV 電話会議やウェアラブルといったシステムや機器を用いることで対応可能と考える。

本紙では、①、②、⑤を実現する ICT と AI 技術を活用して運転員を多能工化するナビゲーションシステム及び画像・音響による現場監視システムを、通信・セキュリティを含め説明する。

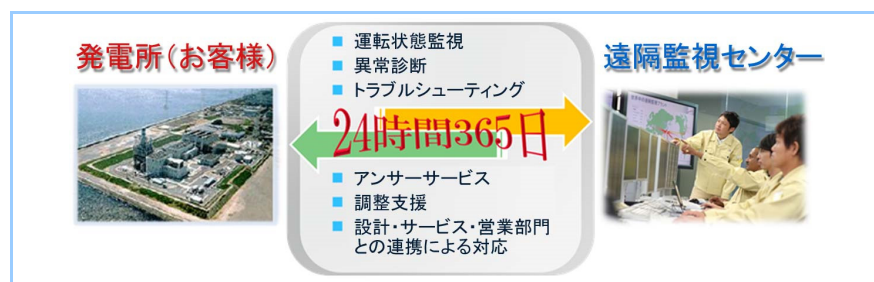


図1 遠隔監視サービス

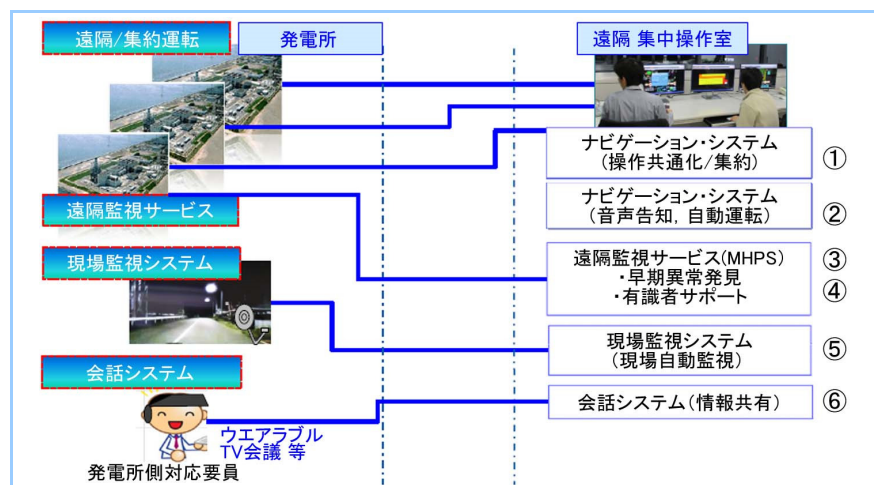


図2 集約化及び省力化する手法及びツールを運用する際の全体構成案

2. 運転員を多能工化するナビゲーションシステム

2.1 ナビゲーションシステム開発

個々の発電プラントでの運転操作はAPS(Automatic Plant Start and Stop)を備え、起動発停止を行っている。ただし、一部のプラントではガバナ(調速装置)以外は手動操作にてプラント起動及び停止を行っているプラントも存在する。

自動化、省力化の第一歩としては、この APS 機能の導入であるが、この APS においてもプラントごとの特性があり、設計を同じくするプラントでない限り同一の操作とはならない。また、同様に確認項目も一様でない。このような状況においては、個々の発電プラントごとに専属の熟練運転員が必要となり、プラントの数だけ専門の熟練運転員が必要となる。

昨今、この熟練運転員の育成・維持が、採用及び教育の両面から難しくなっていることから運転操作の共通化による簡略化が必要となっている。さらに事業環境変化から少人数化の要望

も高くなっており、ICT 技術を用いて GTCC 発電プラントの運転集約化が必要である。

ナビゲーションシステムは、上記を実現するものとして MHPS が保有する実証発電設備 (T 地点) にて開発、検証を行っている。

MHPS は DIASYS Netmation® という制御装置を有しており、ガスタービン、蒸気タービン、排熱回収ボイラといった機器の制御を行うと同時に APS もお客様に提供している。これらの上位システムとして DIASYS Netmation® にて構築した制御システムを配し、そこにナビゲーションシステムを搭載することで、複数の発電プラントを同時に予定及び起動/停止進行管理するシステムを実現した。図3にシステムハードウェア構成概要図を示す。このようなハードウェア構成とすることで、発電所側の制御装置の種類に関わらず適用が可能となる。

更なる機能向上として温度上昇待ち等の進行予測機能などを追加していく予定である。

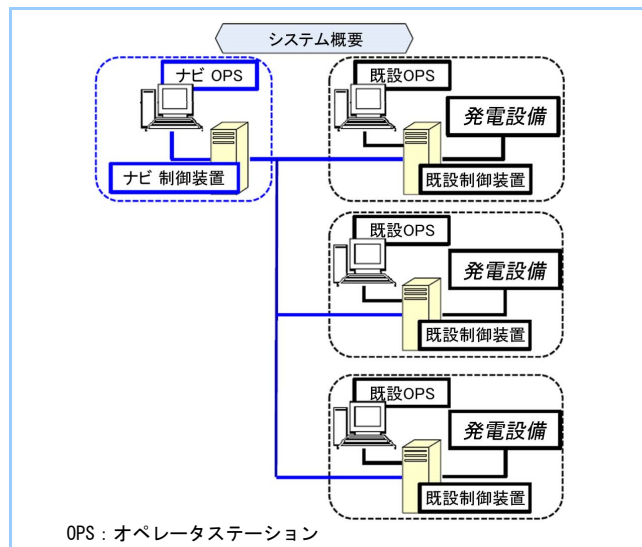


図3 ナビゲーションシステムハードウェア構成概要図

2.2 ナビゲーションシステム効果

ナビゲーションシステムの適用で、下記の効果が期待できる。

- ① プラントを共通運用化し、運転員の多能工化を実現
- ② 複数プラントの運転予定一括管理にて集約運転が可能
- ③ プラント自動運用/運転記録作成機能の搭載で人的作業の省力化
- ④ 給電連絡等必要な対応や情報を音声告知にて運転員をナビゲート

上記の効果を図式化したものを図4に示す。ナビゲーションシステムがプラント運用の予定を管理し音声告知及び自動進行することで忘れや抜けを防止することが出来る。これにより、多くのプラントを同時に運営すること及び運転員を他の業務と兼任することが可能となる。

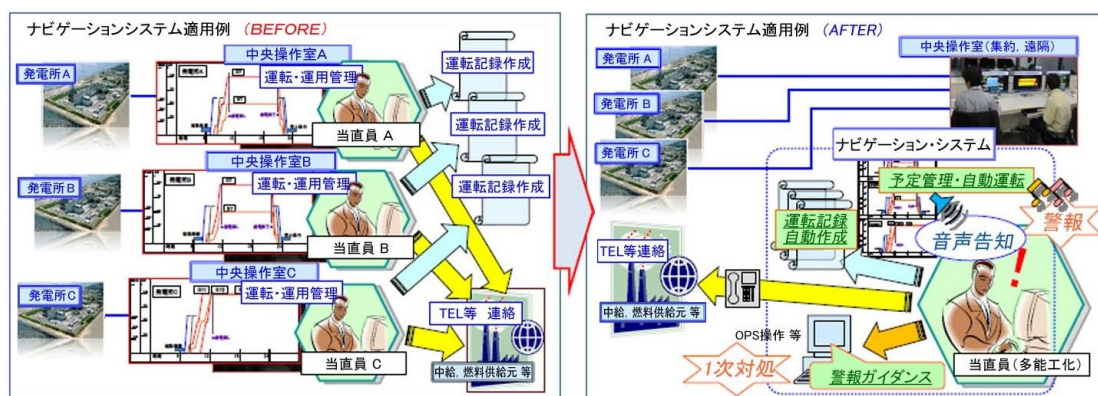


図4 ナビゲーションシステムの効果

2.3 ナビゲーションシステム構成

ナビゲーションシステムの基本搭載機能を下記にまとめる。

(1) 予定管理及び自動運転

起動操作～ユニット停止予定時刻を事前に入力することによりユニットごとの主要ポイント到達予定管理及び自動運転が可能となる機能を有している。

(2) 自動化メッセージ, 音声通報

運転操作前や操作タイミングに必要な情報を音声にてナビゲート(通知)する機能を有している。機器の起動操作や給電への併入連絡など, 必要なアクションについて音声にて運転員をナビゲートする。

(3) APS 監視画面, 運転記録自動作成

APS 進行状況確認, 及び起動/停止記録の出力が可能となる機能を有している。APS を含むプラント起動/停止進行工程を自動確認する機能を有し, 運転記録として出力する(手動確認項目にも対応可能)。

今後更に APS 進行管理及び温度, 圧力等スケジュール待ちとなる要素の予測管理機能等を追加予定である。

(4) 警報ガイダンス

OPS(オペレータステーション)画面上に表示された警報メッセージに運転継続や機器保護に必要な確認内容や1次対応方法を明示し運転員を支援する機能を追加予定である。

3. AIを用いた画像・音響による現場監視システム

3.1 現場監視システムの開発

現場監視は運転員が定期的に直接現場を巡回している。実証発電設備(T地点)においても数回/日の現場巡回を行い現場異常有無の確認を行っている。巡回において確認項目をまとめているが, それでも五感に頼る部分が多く熟練運転員が必要なのが実情である。さらに, 現場巡回は広範囲にわたることが多く, 運転員に過酷な環境且つ長時間作業を強いることとなっていた。また, 中央操作室が現場から離れている場合は巡回自体が困難である。

現場監視では, 熟練運転員は異常を発見する方法として五感(視覚, 聴覚, 臭覚, 触覚, 味覚)の内, 味覚を除く感覚を主に用いている。臭覚については燃料ガス, アンモニア及び特殊な薬品(酸, アルカリ)の漏洩が主に監視対象とされるが, 燃料ガス, アンモニアについては以前より専用センサーが取り付けられており, 更に近年の技術により視覚にてある程度補完が可能となってきた。また, 酸やアルカリについては可視化する塗料などもあり, 臭覚については視覚に変換し対応することとした。触覚での主な確認項目は振動と熱が挙げられるが, 振動については異常音が発生する, 熱についてはサーモグラフにて検知可能と考える。よって, 今回開発した現場監視システムは, 画像と音響を主体とした監視システムとした。

また, 現場監視システムは従来の振動監視や電流監視といった機器単体に特化した監視機能と異なり, 機器を含む周辺システム全体の変化を監視することを目的としている。よって, 監視機能としては, ディープラーニング等のAIを採用した。

3.2 現場監視システムの効果

現場監視システムは, 下記の効果が期待できる。

- ① 当直員によるプラント現場定時巡回を代行し省力化する
- ② 補機等 個体ではなく, 機器周辺を含めた監視が可能となる
- ③ 熟練運転員の五感に頼らない自動監視が可能となる
- ④ 現場監視の遠隔化が可能となる(中央操作室で確認可能)

3.3 AIを用いた画像による監視システム

AIを活用した画像による監視システムであり下記の機能を有する。図5にシステムイメージ図を示す。異常監視としては正常画像に対して画像処理を行い、ディープラーニング等のAIを用いてモデルを生成し、評価対象画像の異常判定に用いる。監視精度向上は今後も図っていく予定である。

- ① “いつもと違う”状況を監視し警報発信する
- ② 画像モニタリング専用カメラにて精度の高い画像診断が可能
- ③ ITV (Industrial Television Camera) 等の既存画像も使用可能
- ④ 専用カメラシステムを用いることで、任意の場所でのモニタリングも可能

また、酸、アルカリでの可視化塗料等も併用することで監視対象を広げることが出来る。

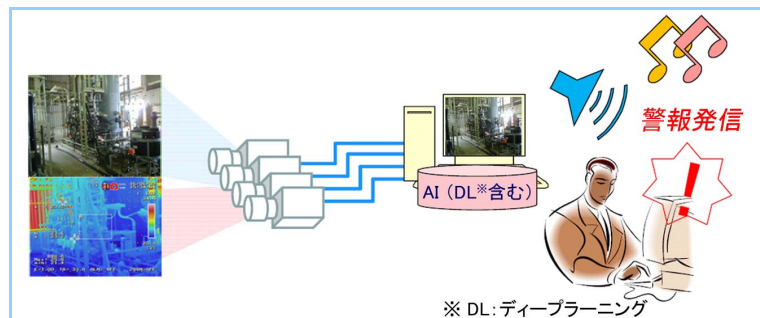


図5 画像監視システム イメージ図

3.4 AIを用いた音響による監視システム

AIを活用した音響による監視システムであり下記の機能を特徴として有する。図6にシステムイメージ図を示す。異常監視としては、機器トラブルでの代表的な発生音域に着目し、周波数分析にてその帯域での音圧変化を監視する。着目した音の種類は高周波(噴流/摺動音模擬)、衝撃音(過渡音)、低周波音、うなり音である。今後、統計処理及びディープラーニングを用いて精度向上を図る予定である。

- ① “いつもと違う”状況を監視し警報発信する
- ② 補機単体でなく、補機を含めた周辺もモニタリング
- ③ 数台のマイクシステムを適正配置することで発生した音源の概略位置の確認が可能

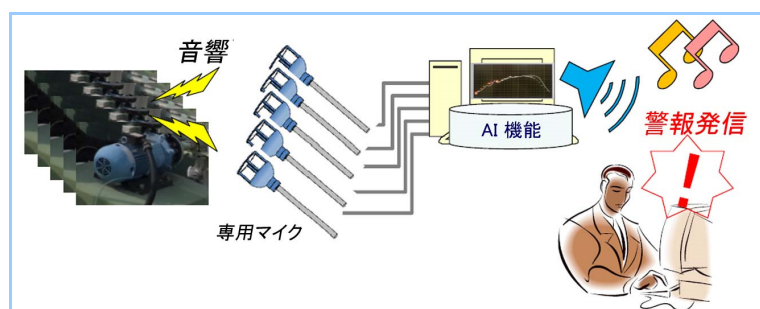


図6 音響監視システム イメージ図

4. 通信・セキュリティについて

発電設備内でICTを駆使する際、及び発電設備の情報をオフィス環境で活用する際は、セキュリティ面の考慮が必要である。そこで、2016年度に発行された“電力制御システムセキュリティガイドライン”に適したネットワークシステムを目指した。ただし、全てのネットワークを同一のセキュリティレベルで構成すると必要以上の費用が発生することから運転操作系、監視系及び会話系其々に適切なセキュリティを確立すべくカテゴライズ、リスクアセスメントを実施し、各セキュリティレベルの境界にはセキュリティ装置を設置することで対応することとした。こうすることで、監視系及

び会話系ではクラウド等の外部媒体との接続において必要に応じた適切なセキュリティの適用が可能となる。なお、通信環境については、発電所という重要なインフラであることを考慮しセキュア通信である IP-VPN (Internet Protocol Virtual Private Network) の採用が必要と考える。上記を考慮した運転・監視業務の負担軽減の取り組みにて構築する通信・セキュリティ概念図を図7に示す。

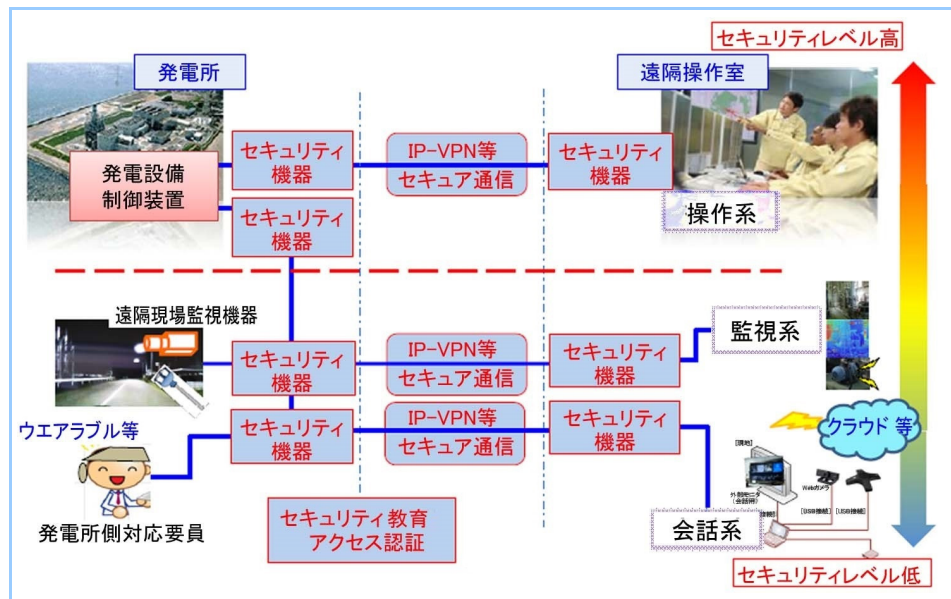


図7 通信・セキュリティ概念図

5. まとめ

ナビゲーションシステムにより、運転操作の共通化及び複数プラントの集約運転を実現し、現場監視システムにて、現場の自動監視及び中央操作室からの現場確認を可能とすることで、GTCC 運転・監視業務の負担軽減を実現することが出来る。更にメーカーによる遠隔監視サービス及び TV 電話会議/ウェアラブル等での情報共有を併用することで、より効果的な省力化と稼働率維持が実現可能と考える。

これらの技術は、発電プラントの遠隔運用にも適用することが可能であり、今後増えることが予想される事業形態である電力託送や O&M (Operation & Maintenance) サービスなどにも有用な手段と考える。

参考文献

- (1) 三上尚高, “発電用大型ガスタービン向け遠隔監視システム”, 日本ガスタービン学会誌, Vol.42, No.2, pp.76-81, 2014