

火力発電プラントの熱効率・稼働率向上に向けたO&M改善サービスとそのビジネス展開

O&M Service to Improve Thermal and Operational Efficiency of Power Generation Plants and Its Business Development

関谷 信宏 SEKIYA Nobuhiro

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、電力系統の調整力確保が重要視されており、火力発電プラントの運用性向上へのニーズが高まっている。

東芝グループは、これに应运え、発電機器やデジタル技術のノウハウを活用し、熱効率向上や機器の異常予兆検知による稼働率向上を目的とした火力発電プラント向けのIoT（Internet of Things）ソリューションを提供している。今回、このIoTソリューションを海外の火力発電プラントにも拡大するために、東芝グループ製の設備や機器が導入されていないメキシコの火力発電プラントをモデルケースとしてO&M（Operation and Maintenance）改善サービスの実現可能性を調査し、熱効率と稼働率を従来以上に向上できる見通しを得た。これを受けて、現在、O&M改善サービスのビジネスとしての実現性を評価する実証実験を進めている。

In recent years, improvement of the operational efficiency of thermal power plants has become necessary due to their important role in maintaining the electricity supply and demand balance accompanying the expanding introduction of renewable energy systems.

The Toshiba Group has utilized its technical know-how accumulated in the fields of power generation equipment and digital solutions to offer Internet of Things (IoT) solutions for the improvement of both thermal efficiency and operational efficiency by detecting signs of abnormalities in equipment. In order to expand this approach to overseas thermal power plants, we have confirmed the potential of this operation and maintenance (O&M) improvement service by means of feasibility studies using data obtained at an actual thermal power plant in Mexico whose facilities were supplied by other companies. We are now conducting verification tests to confirm that its performance is sufficient for practical application.

1. まえがき

近年、脱炭素化やSDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）など、環境意識の高まりによる再生可能エネルギーの導入拡大や火力発電に対する投資抑制などにより、電力業界のビジネス環境は劇的に変化している。電力の需給バランスを取る上で重要な役割を担う火力発電は、新設プラントの減少や規模の縮小などの影響を受け、現在、国内外で稼働している火力発電プラントの運用効率向上へのニーズが高まっている。

東芝グループは、これに应运え、長年培ってきた発電機器やデジタル技術のノウハウを活用し、火力発電プラント向けにIoTソリューション（熱効率向上ソリューション、稼働率向上ソリューション）を開発し、提供している⁽¹⁾。

今回、既開発のIoTソリューションを、東芝グループ製の設備や機器を導入していない海外の火力発電プラントにも展開するために、2019年4月からメキシコの火力発電プラントに適用し、O&M改善サービスとしての実現可能性（PoC：Proof of Concept）を調査した。その結果、熱効率と稼働率を従来以上に向上させることができる見通しが得られ、

2019年11月からこのO&M改善サービスのビジネスとしての実現性（PoB：Proof of Business）を評価する実証実験を行っている。

ここでは、メキシコの火力発電プラントにおけるO&M改善サービスの概要とPoC調査、及びPoB評価のための実証実験について述べる。

2. 火力発電プラント向けO&M改善サービス

火力発電プラントのO&M改善を行うため、デジタルツイン技術による熱効率向上・稼働率向上ソリューション⁽¹⁾、及びこれらを活用し熱効率・稼働率向上のための改善策を提示するサービスを提供している。

2.1 熱効率向上ソリューション

火力発電プラントのタービンやボイラーの熱効率を向上させるには、対象となる発電設備の劣化状況を知ることが重要である。熱効率向上ソリューションでは、火力発電プラントのエンジニアリングデータから熱効率モデルを構築し、火力発電プラントの機器に設置した各種センサーから収集した運転データと、熱効率モデルのデータをリアルタイムに比較し、そのギャップを算出することで、性能劣化度合いを可視

化する(図1)。また、東芝グループエンジニアの知見・経験に基づいて、熱効率の劣化を検知するためのしきい値を火力発電プラントごとに設定することで、顧客の要望やプラ

ントの状態に合わせて異常検知することもできる。これにより、機器ごとの劣化や運転改善が必要な箇所を確認でき、火力発電プラントの高効率運転と燃料費削減を実現する。

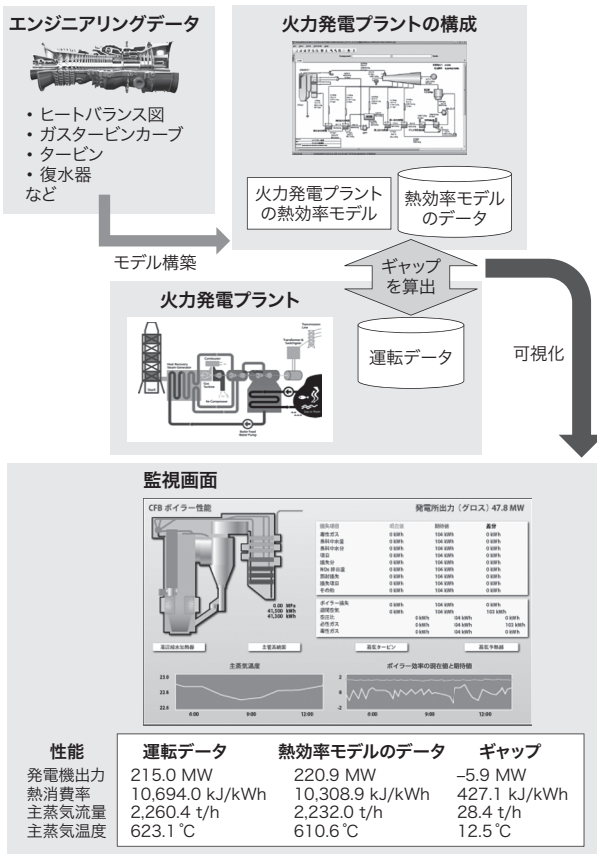
2.2 稼働率向上ソリューション

火力発電プラントの稼働率を向上させるには、計画外停止を少なくすることが重要である。そのため、稼働率向上ソリューションでは、APR (Advanced Pattern Recognition) 法を用いて、設備の異常予兆を早期に検知・通知する。これにより、発電設備の計画外停止を未然に防ぎ、火力発電プラントの稼働率を向上させ、より安定した電力供給を実現する。

異常予兆の検知フローを、図2に示す。監視対象となる機器のセンサーをグループ化し、過去の正常時の運転データを教師データとして、登録する。次に、教師データの相関関係にAPR法を適用して、近傍データを選定して監視モデルを定義する。また、エンジニアリングの知見を活用し、監視モデルにしきい値を設定する。火力発電プラントの運転データと、監視モデルを使って推定したデータを比較し、そのギャップをオンラインでリアルタイム監視する。正常時には異なる挙動を検知したときは、異常予兆として対象ユーザーへアラームを通知する。異常予兆検知時の対応として、根本原因分析フローであるRCA (Root Cause Analysis) の構築が可能である。RCAは、運転データとひも付けすることで、分析フローによる自動判別も可能である。

異常予兆検知の特長は次のとおりである。

- (1) データ相関の確認や、しきい値の設定を視覚的に調整可能であり、運転ノウハウを反映しやすい。
- (2) 負荷変動中のデータや季節変化のデータを登録することで、幅広い利用が可能である。
- (3) 火力発電プラントの運転状態の変化などに伴う一過



CFB: Circulating Fluidized Bed (循環流動層)

図1. 熱効率の管理フロー

火力発電プラントの熱効率モデルを構築し、火力発電プラントの運転データと熱効率モデルのデータを比較することで、性能劣化度合いの可視化や、燃料費削減、機器の異常予兆検知などを行う。

Flow of thermal efficiency management

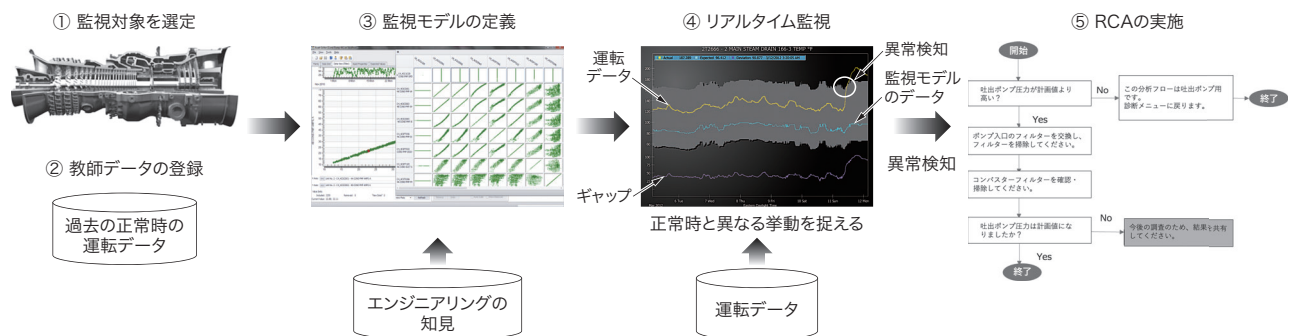


図2. 異常予兆の検知フロー

監視対象となる機器のセンサーをグループ化し、過去の正常時の運転データ及びエンジニアリングの知見から、監視モデルを定義する。運転データを監視モデルのデータと比較して異常を検知し、RCAなどによりその根本原因を分析する。

Flow of abnormality sign detection

性の誤検知を、抑制するツールを備えている。

- (4) RCAは、熟練技術者の知識継承ツールとしても活用できる。

また、2.1節の熱効率モデルで算出した性能劣化についても、RCAを活用して、要因推定できる。

2.3 RMDC

RMDC (Remote Monitoring Diagnostic Center) は、火力発電プラントで検知した異常を遠隔地から分析する監視センターである。検知した異常を、東芝グループがこれまでに培ってきたエンジニアリングの知見に基づいて分析することで、火力発電プラントの運用効率向上をサポートする以下のサービスを提供する。

2.3.1 熱効率向上の改善策の提示

熱効率向上ソリューションで異常を検知した場合、火力発電プラント・機器エンジニアリングの知見に基づいて、蓄積されたデータを分析し、根本原因を特定する。機器ごとの劣化や火力発電プラントの状況に応じて、改善策・対応時期を提示する。

2.3.2 稼働率向上の改善策の提示

異常予兆を検知した場合、RMDCは以下の対応を実施する。

- (1) RCAの結果や、稼働時間、稼働回数、点検履歴などから機器ごとの故障リスクを評価し、最適なメンテナンス計画やオペレーションリスク回避のための最適な対応アクション案を提示する。
- (2) RCAのフローにおいて運転データにひも付けられない項目(自動判別ができない項目)があった場合、根本原因の調査をサポートする。

2.3.3 RCAの更新

登録済みのRCAで対応できない事象が発生した場合には、RMDCは新規RCAを作成・更新する。これにより、今後同様のトラブルが発生した場合の対応が可能になる。

2.3.4 ヘルプデスク

RMDCから提示した改善策やその他のO&M改善サービス全般に関する問い合わせに対応する。

3. PoC調査

東芝グループ製の設備や機器を導入していないメキシコの火力発電プラントを対象に、2019年4月から火力発電プラント向けO&M改善サービスのPoC調査を行った。

当該火力発電プラントのエンジニアリングデータのほか、過去1年分の火力発電プラントの蒸気量や、温度、圧力などの運転データ及びトラブル情報をオフラインで入手し、熱効率向上及び稼働率向上の実現可能性を分析した。その

結果、このO&M改善サービスが、東芝グループ製の設備や機器を導入していない海外の火力発電プラントにも適用可能であることと、定期的にメンテナンスされている火力発電プラントでも更なる熱効率向上(図3)、及び異常予兆検知による稼働率向上(図4)の見通しが得られた。

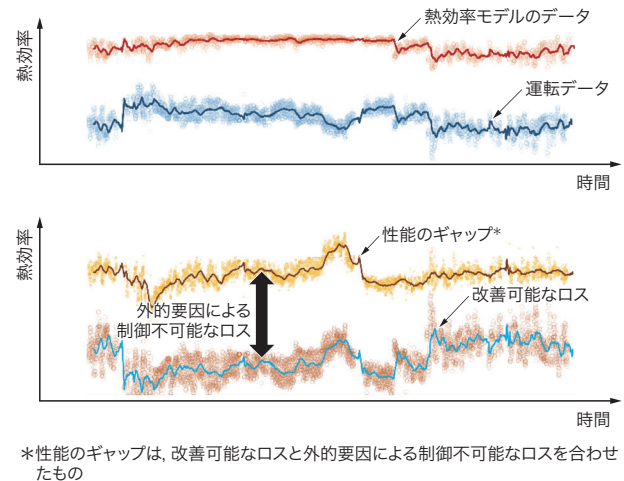


図3. 熱効率向上の実現可能性の分析結果

熱効率モデルと運転データから、性能のギャップを算出する。ギャップの中から改善可能なロスを抽出し、改善効果を見積もる。

Results of analysis of potential for improvement of thermal efficiency

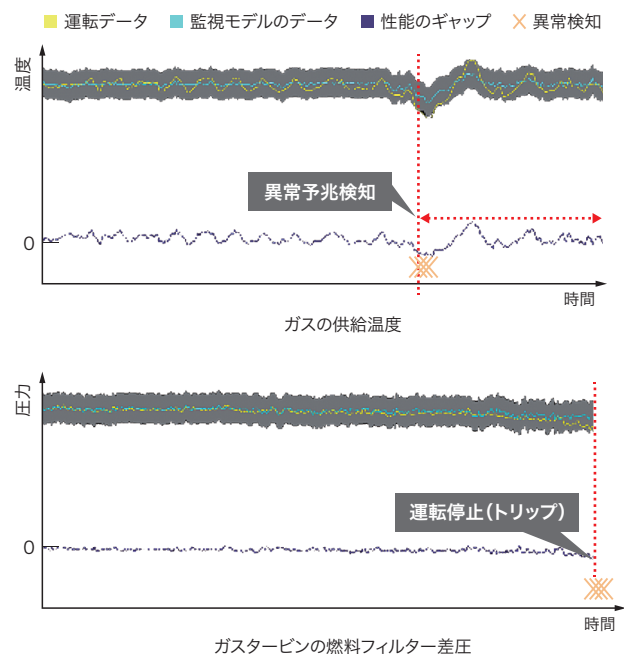


図4. 異常予兆の検知例

ガスの供給温度とガスタービンの燃料フィルター差圧の2項目から、異常予兆を検知する。ガスの供給温度による異常予兆は、運転停止より前に検知できており、この間に対策することで、稼働率向上が可能になる。

Example of anomaly sign detection

4. PoB評価のための実証実験

3章で述べたPoC調査結果を受けて、2019年11月からのPoB評価のための実証実験では、熱効率向上ソリューションと稼働率向上ソリューションを新たにクラウドサービス化し、遠隔地から当該火力発電プラントの運転データをオンラインでリアルタイムに閲覧、分析できるようにした。ここでは、以下の項目を実施している。

- (1) 火力発電プラント向けO&M改善サービス導入による財務効果を評価する。
- (2) 異常予兆検知後に、RCA, RMDCによる改善策の提示、及びそれに従ったプラントエンジニアのアクションの流れが、正常に機能することを検証する。
- (3) RMDCによる改善策を受領した後、プラントエンジニアがアクションを実行するまでの時間データを取得し、手順などが適切かどうかを検証する。
- (4) 提示した改善策により得られた効果・利益の測定方法を、評価する。

5. 今後の予定

現在、火力発電プラント向けO&M改善サービスのモデルケース作りのフェーズにあり、今後PoB評価に基づいて、このサービスの商用化を進めていく。商用サービスとなった際は、このサービスを導入した結果として顧客が得た成果の一部を報酬として受け取る、成果報酬型のビジネス（図5）を目指している。

火力発電プラント向けO&M改善サービスでは、今後、以下に示すサービスメニューも提供していく。

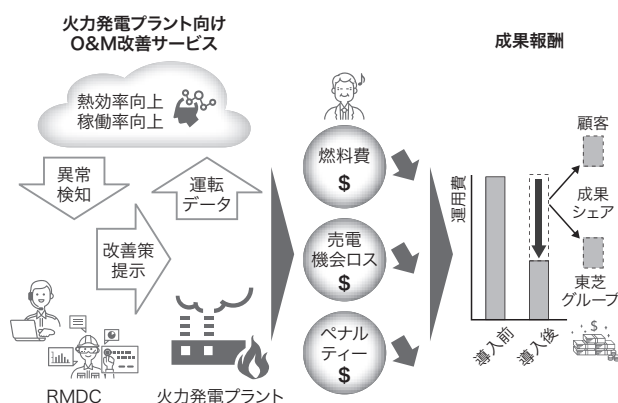


図5. O&M改善サービスのビジネスモデル

O&M改善サービスを導入することにより、燃料費、売電機会ロス、及びペナルティーを削減する。サービス導入前と比較し、得られた成果の一部を報酬として受け取る。

Business model of utilization of O&M improvement service

- (1) 最適発電計画 設計仕様や、環境条件、制約条件などが異なる複数箇所の火力発電プラントにおいて、火力発電プラントごとの条件を考慮した上で、燃料費が最小となる運転計画を作成する。
- (2) 急速起動 熱応力の動的変化や熱効率などを考慮した制御により、タービンの起動・停止に掛かる時間を短縮する。これにより、稼働率向上に貢献できる。
- (3) ボイラー燃焼最適化 石炭品質の推定やスートブロワー（各種熱交換器の伝熱面に付着する煤（すす）やダストを除去する仕組み）の最適制御により、ボイラーの燃焼効率を最適化する。これにより、燃料費削減に貢献できる。
- (4) 現場作業支援 電子帳票を活用した現場作業の効率化や、USB（Universal Serial Bus）カメラ・スマートグラスを活用した遠隔地からの現場作業の支援、ドローン・アナログメーターの自動読み込みを活用した現場作業の負荷軽減などを組み合わせることにより、O&Mコスト削減やプラントエンジニアの安全性向上に貢献できる。
- (5) 技術継承 AR（拡張現実）・VR（仮想現実）ナレッジマネジメントシステムの活用により、技術継承に掛かる時間の短縮に貢献できる。

6. あとがき

火力発電プラント向けO&M改善サービスとして、熱効率向上・稼働率向上ソリューションの概要とPoC調査、及びPoB評価のための実証実験について述べた。少ない投資での高効率の運用が求められている昨今の電力業界において、火力発電プラント向けO&M改善サービスは、この要求に対する一つの解決策になると考えられる。東芝グループは、火力発電プラントのビジネスパートナーとして、これまで培ってきた運用技術の深い知見に基づいて、効果的かつ質の高いサービスを提供することにより、O&Mの最適化、収益の拡大、労働者の安全性向上の実現に貢献していく。

文 献

- (1) 及川直樹，ほか，火力発電プラントの新たな価値を顧客と共創するIoTソリューション，東芝レビュー，2019，74，3，p.10-13.



関谷 信宏 SEKIYA Nobuhiro
東芝エネルギーシステムズ(株)
DX 統括部 プラントDX 推進部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.