

Webを利用した発電プラントの保守サービス

Efficient Maintenance Service for Overseas Power Plants Utilizing ICT

石川 鉄郎 西村 真理子

■ ISHIKAWA Tetsuro

■ NISHIMURA Mariko

商用運転中の発電プラントに対して、運転に関する問合せやトラブルに速やかに対応すること、また発電プラントの運転を定期的に監視してトラブル発生の兆候を把握しそのトラブルを未然に防止することは、発電プラントの運用効率の向上と安定したエネルギー供給の確保に非常に重要である。

東芝は、これらの要望に応えるため、納入した海外の発電プラントに包括保守サービス (CSA: Continuous Service Agreement) を提供している。CSAでは情報通信技術 (ICT) やWebを利用して、顧客からの問合せやトラブルに対して速やかに発電プラントの状況を把握し、適切かつ迅速に対応している。また、リモート監視を使用した遠隔診断で蒸気タービンの振動値などを定期的に解析診断して、ラビング^(注1)や軸受周りの異常な兆候を把握し、タービン羽根損傷などの重大な事故を未然に防止できる。

Immediate and appropriate responses to customers' inquiries and actual problems related to power plant operations, as well as the prediction and prevention of problems by the monitoring of operations, are essential to secure the stability of commercial power generation.

As a solution to this issue, Toshiba has been offering a continuous service agreement (CSA) for overseas power plants that it has delivered. The CSA can provide immediate and appropriate responses to problems by obtaining information on the status of the power plant in question through information and communication technology (ICT) and Web-based systems. It can also detect the symptoms of some problems including rubbing, insufficiency of lubricating oil, and so on before a critical problem such as turbine damage occurs, by continuously monitoring the steam turbine vibration.

1 まえがき

海外発電プラントはこれまで、引渡し完了後、改良保全の提案や改造、トラブル対応などの保全業務を、必要のつど行っていた。

しかし、時差や距離という制約を超えた迅速なトラブルサポートや夜間や休日を含む定常的な運転サポートなど、密着型の保守サービスへの要望が強くなっている。また、発電プラントにトラブルが発生してからではなく、トラブル発生の兆候を事前に把握し、改善や定期点検を提案する予防保全サービスへの要望も強くなっている。

東芝は、これらの要望に応えるために、納入した海外の発電プラントにCSAを提供している。CSAでは、顧客に密着した各種サービスを提供することで、トラブルの未然防止や発生時の迅速な対応ができ、エネルギーの安定供給や効率の良い運転に寄与できるため、結果として顧客満足 (CS: Customer Satisfaction) の向上を図ることができる。ここでは、CSAの概要と、Webブラウザによるコミュニケーション、リモート監視、及び遠隔診断について述べる。

(注1) タービン回転部が静止部と接触すること。

2 CSAの概要

CSAは一般に、その対象となる発電プラントの種類や、プラント全体あるいは、蒸気タービン、発電機、監視制御システム単体、電気品単体など対象のスコップ (所掌範囲)、また顧客の期待するサービス内容により、提供するサービスは多岐にわたる。主なサービス内容は、オンサイト テクニカルサポートとオフサイト テクニカルサポートに分類される。

- (1) オンサイト テクニカルサポート 発電プラント近傍の事務所や現地法人を拠点とするローカルエンジニア (KAM: Key Account Manager) を中心に、発電プラントに出かけて、メンテナンス作業支援、定期検査サポート、及びトラブル発生時の緊急時対応を実施する。
- (2) オフサイト テクニカルサポート 国内のエンジニアを中心に、電話やメールなどによる技術問合せに対するサポート、リモート監視システムを使用した発電プラント運転状況の診断、及びトラブルサポートを実施する。また、トレーニングや、ソフトウェアの更新サービス、予備品供給サービスも実施している。

この中で、特にオフサイト テクニカルサポートを提供するうえで必須となる効率的なコミュニケーション手段とリモート監視

視を利用した診断サービスについて以下に述べる。

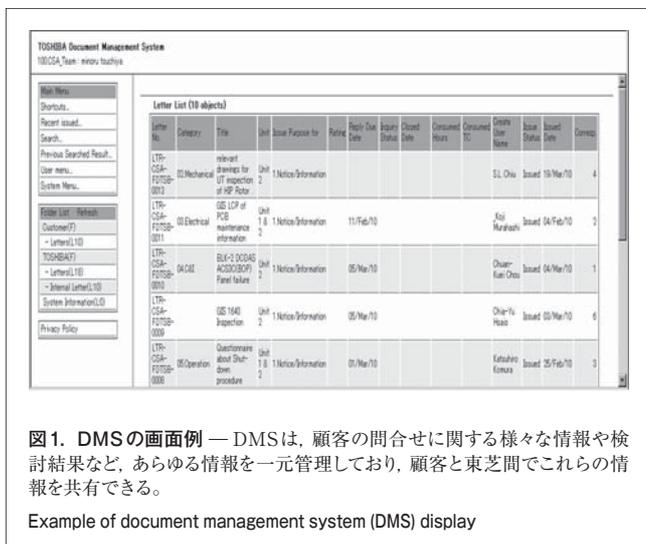
3 Webブラウザによるコミュニケーション

オフサイト テクニカルサポートでは、顧客との情報の共有化や迅速な対応が重要であり、このためWebベースのDMS (Document Management system)を開発し使用している。このDMSは、顧客の問合せに関する様々な情報、例えば、問合せの件名、内容、回答希望日や当社エンジニアからの検討結果、完了ステータス (状態) などのあらゆる情報を一元管理しており、顧客及び当社エンジニア間で情報を共有できる仕組みになっている (図1)。

この情報はインターネットに接続されセキュリティー管理されたパソコンなどここからでも、Webブラウザを使用してアクセスできる。DMSを使用する各ユーザーには参照できる権限が定義されており、ユーザー名及びパスワードでアクセス制限を掛け、データが外部の人間に参照されることを防いでいる。また、DMSにはHTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer) を適用して、盗聴やデータの改ざんを防止している。更に、DMSに登録されたデータはすべて、定期的にウイルス検索を実施し、データの健全性を確保している。

また、DMSは問合せや回答をメールで行う機能を持っており、情報が登録されしだい、関係者に速やかに配信される。当社エンジニアは、専用の携帯電話を常時所持しており、オンコールサービスやDMSで配信されたメールを携帯電話のメール機能で確認して、24時間のサポートを実現している。

DMSの画面では情報を分野やタイトルなどで検索でき、過去の蓄積されたデータから故障が頻発している箇所や運転上の障害など、発電プラント固有の傾向を把握し、定期点検実施項目の洗い出しや運用改善提案などを効率良くかつ適切に行うことができる。



4 リモート監視

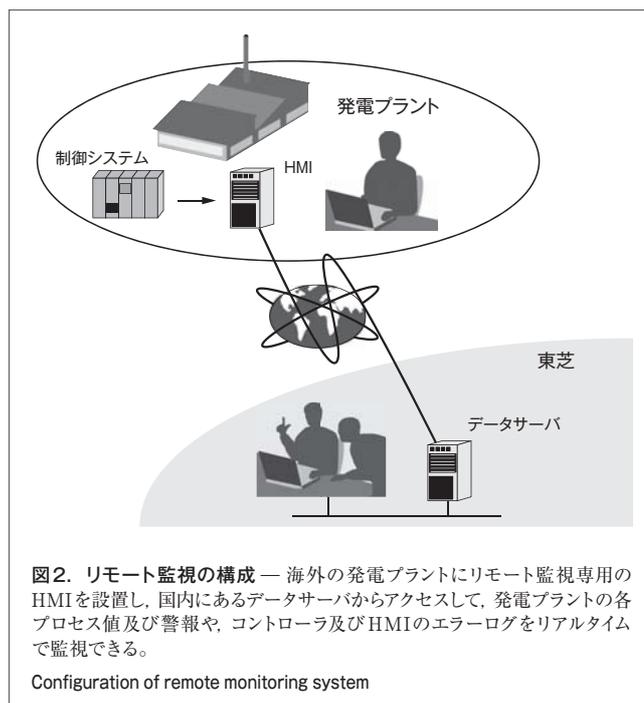
顧客の問合せに迅速に対応するため、あるいはトラブル発生時に適切な処置を行うために、発電プラントの各プロセス値及び警報や、コントローラ及びHMI (Human Machine Interface) のエラーログを取得することは非常に重要である。これらの情報を、発電プラント専門の技術者が迅速に確認し解析することで適切な処置ができる。

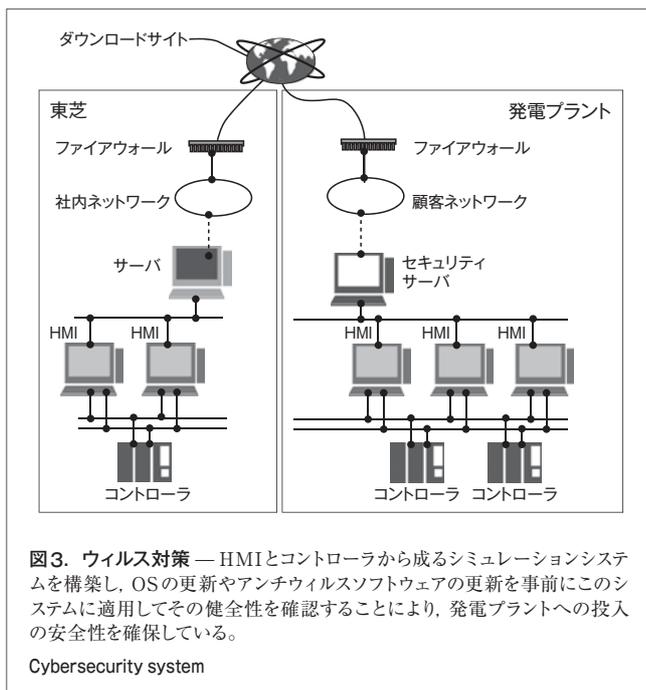
そのため、海外の発電プラントにリモート監視専用のHMIを設置し、国内にあるデータサーバからアクセスすることで、発電プラントの各プロセス値及び警報や、コントローラ及びHMIのエラーログをリアルタイムに収集している。また、データサーバには、各プロセス値の過去データも蓄積しており、過去の運転パターンやトラブル時のデータも容易に参照できる (図2)。

このリモート監視の導入に際しては、部外者からのアクセスやウイルスなどの脅威を防ぐ必要がある。

部外者からのアクセスに対しては、VPN (Virtual Private Network) ルータを使用することで外部ネットワークと遮断し、権限を持ったユーザーだけにリモートアクセスを許可する仕組みとしている。

ウイルス対策には、HMIの基本ソフトウェア (OS) やアンチウイルスソフトウェアの更新が挙げられるが、不用意なOSのパッチ (修正プログラム) 更新やアンチウイルスソフトウェアの更新は発電プラントの監視機能に重大な不適合を及ぼす場合も考えられる。このため、HMIシステムとコントローラから成るシミュレーションシステムを構築し、OSやアンチウイルスソフトウェアの更新を事前にこのシステムに適用してその健全性を





確認することにより、発電プラントへの投入の安全性を確保している。また、OSのパッチやアンチウイルスソフトウェアのバージョンが公開されたもの、シミュレーションシステムで検証済みのもの、及び発電プラントに実際に投入済みのものを一元管理することにより、各発電プラントの更新状況を確認し顧客に対して適切なサポートを提供している(図3)。

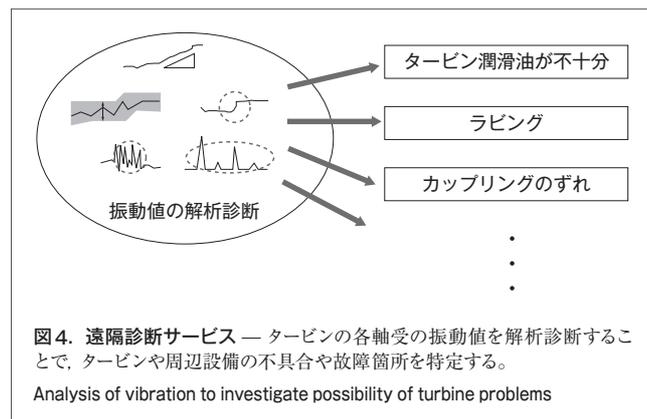
北米では最近、発電プラントに対しても部外者からのアクセスやウイルスなどのサイバー対策を実施するよう規格が整備されている。当社は、前述のアクセス制限とウィルス対策により、北米電力信頼性評議会(NERC)が策定した重要インフラ保護基準(CIP)に対応している。

5 遠隔診断

4章で述べたリモート監視により発電プラントの各プロセス値を収集しているが、この収集したプロセス値を使用して事故の未然防止に寄与する遠隔診断サービスも展開している。このサービスは、特にタービンの各軸受の振動値を解析診断することで、タービン及び周辺設備の不具合や故障箇所の特定に役だっている(図4)。具体的な手法を以下に述べる。

通常、タービンの各軸受の振動値には警報値とトリップ値(注2)が設定されており、各振動値が警報値に達した場合に警報を発生し、トリップ値に達した場合にタービンを保護のためにトリップさせる。タービンになんらかの問題が発生したとき、振

(注2) トリップとは安全のため蒸気タービンを緊急停止させることで、トリップ値とは、緊急停止させる際に基準となる振動値。



動値が定常的に増加している場合もあるため、警報値に達する前に振動値の異常を検出することが事故の未然防止にとって重要である。

そこで、遠隔診断できるシステムを構築した。リモート監視を使用して過去の起動データを収集し、タービンの各軸受振動の統計情報を計算する。この計算結果から、統計的に有意な範囲に入る振動値をプレ警報設定値とし、振動値がプレ警報設定値に達した場合、顧客及び当社エンジニアに自動配信メールで通知する。このシステムにより、振動値は異常レベルではないが、異常傾向にあることを関係者が自動配信メールで把握し、事故が発生する前に対策できる。

更に、振動の絶対値だけではなくその変化率にも着目して、変化率が過去運転の変化率を逸脱した場合も異常傾向と判断し、自動配信メールで顧客や当社エンジニアに通知するシステムも構築した(図5)。

また、各振動値が異常傾向にあることを検知した場合、その運転時の振動を分析し、振動に異常傾向を与えている要因を導き出している。例えば、ある特定の周波数で振動が発生している場合は、タービン潤滑油が不十分である可能性がある。

そのほかにも、振動値を分析することによって、ラビングによりタービンのケーシング(注3)が伸びてアンバランスが発生していることや、タービン軸受とロータを結合するカップリングのずれやタービンの羽根の損傷などを推定できる。

これらの不具合箇所を推定するために、リモート監視には各軸受の振動変化と蒸気流量、温度などの計測データを入力として軸受振動の事故要因の可能性順位を計算するプログラムが内蔵されている。各振動がプレ警報値に達した場合は、事故要因の可能性を含めた振動レポートを顧客に自動配信する。レポートを受信した顧客は、その異常レベルを知ることにより緊急停止の可否、定検時の検査項目、及び交換部品の範囲を決めることができ、予防保全による発電プラントの稼働率を確保している。

(注3) タービンロータや翼列などを収納する車室。

Toshiba preliminary announce

Dear Sirs/Madams,

The purpose of this mail is to inform you the Toshiba preliminary announce. We sent graphs and description of the vibration as attached file. We believe that you shall do the response Level-1 and Level-2 as shown below.

[Your response classes]

Level-1 you should monitor vibration carefully or inquire of Toshiba.

Level-2 you should inquire of Toshiba as soon as possible.

[Date & time]

- from 30/08/2008 08:33 to 30/08/2008 08:43

[Operation status]

- start-up

[Outline of Diagnostics]

Bearing No.	low speed	critical speed	high speed
INo.1			
INo.2	Level-1		
INo.3			
INo.4			
INo.5			
INo.6			

[Probable cause]

We believe following phenomenon cause the vibration as described possibility.

Bearing No.2 = Level-1

Bearing 2-X vibration amplitude = 3.8mils(96um)P-P 1747rpm 1MW at 08:37:20

- 1 Missing of rotational parts. :-----
- 2 Rubbing. (Radial) :-----
- 3 Rubbing. (Axial) :-----
- 4 Oil whip. :-----
- 5 Insufficient oil supply. :-----
- 6 Cracked rotor. :-----
- 7 Steam whirl. :-----
- 8 Thermal unbalance of Generator. :-----
- 9 Shaft misalignment. (offset of coupling center) :-----
- 10 Bearing misalignment. :-----
- 11 Unbalance. :-----
- 12 Bent rotor. (Shaft bow) :X-----

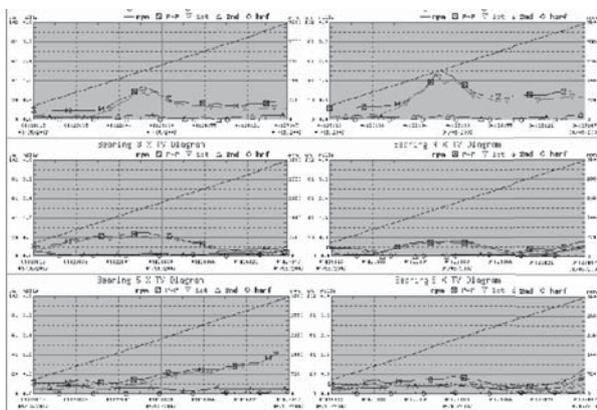


図5. 遠隔診断サービスでの自動通知メール画面 — タービンの各軸受振動の値は異常ではないが異常傾向にあることを自動配信メールで関係者に通知し、事故が発生する前に対策する。

Example of analysis report display by e-mail

この遠隔診断サービスを構築するにあたり、データの収集から各軸受振動値の解析、原因の絞り込みまで、これまで蒸気タービンの専門家が個別若しくはグループで検討してきた内容をプログラムに変換し、通知機能を含め処理をすべて自動化した。

6 あとがき

CSAは、発電プラントに密着した種々のサービスを提供することで、発電プラントの運用効率向上とエネルギーの安定供給を実現し、CSを向上させるものである。そのためには、以下の事がらが重要である。

- (1) 顧客からの要求への迅速な対応
- (2) 発電プラントの状況に応じた適切な対応

これらを提供するためにはWebシステムをいかに活用していくかがポイントであり、顧客と一体となりこのサービスの向上を目指していく。

また、現在の遠隔診断は蒸気タービンの各軸受の振動値に限られている。しかし、起動や運転データを収集して発電プラントの各プロセス値のプレ警報設定値を定め自動通知する機能や、各プロセス値の増加や減少傾向を把握して定検時の検査項目及び交換部品の範囲を決める予防保全サービスは、タービン各軸受振動以外のプロセス値にも適用できるものであり、遠隔診断サービスの対象範囲を発電プラント全体へ拡大することを目指していく。

文献

- (1) 岡崎光芳, ほか. ITを用いたプラント運用支援サービス. 東芝レビュー. 58, 1, 2003, p.45-48.
- (2) 林 真司, ほか. 海外火力発電所のリモート監視・診断サービス. 東芝レビュー. 59, 12, 2004, p.49-51.
- (3) 渡邊経夫, ほか. 火力発電所向け情報制御システムソリューション TOS³TM. 東芝レビュー. 62, 9, 2007, p.67-71.



石川 鉄郎 ISHIKAWA Tetsuro

電力システム社 火力プラント統括部 火力情報制御技術部。火力発電プラント向け監視制御システムのエンジニアリング業務に従事。

Thermal Power Plant Engineering Div.



西村 真理子 NISHIMURA Mariko

電力システム社 火力・水力事業部 火力改良保全技術部。火力発電所タービンプラントの改良保全エンジニアリング業務に従事。

Thermal & Hydro Power Systems & Services Div.