

火力発電プラントの運用高度化とセキュリティー強化に対応した監視制御システム TOSMAP-DS™/LX

Latest TOSMAP-DS™/LX Controller for Thermal Power Plants Corresponding to Further Sophistication of Operation and Enhancement of Security

林 祐介 HAYASHI Yusuke 由上 秀樹 YOSHIKAMI Hideki

近年、電力市場の自由化などに伴い、火力発電プラントの運用コストの低減を目的とした運用性・可用性・保守性の向上などへの要望が高まっており、最新のネットワーク技術を活用した監視制御システムやサービスが求められている。

東芝エネルギーシステムズ(株)は、これらのニーズに応えるために、汎用OS(基本ソフトウェア)型の監視制御システムTOSMAP-DS™/LXを2013年に製品化し、国内外の新設・既設プラントへ適用してきた。今回、監視制御の集中化を可能にする複数ユニットの監視・操作画面を同時に表示できるOPS(Operator Station)や現場作業の効率を向上させるためのモバイル端末などの新しいHMI(Human Machine Interface)機器、及び強固なセキュリティーを構築できるネットワーク装置を開発し、これら最新技術を活用した遠隔支援システムを製品化した。

Demand has been growing in recent years for thermal power plants with improved operability, availability, and maintainability in order to reduce the operating costs of such plants accompanying the liberalization of electricity markets. Attention has therefore been increasingly focused on the introduction of monitoring and control systems and the provision of services using the latest network technologies.

In response to the needs of the global market, Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation released the TOSMAP-DS™/LX controller in 2013. Based on a versatile operating system, this controller integrates core technologies acquired through the development of thermal power plants with general-purpose technologies for the reduction of costs. Since the introduction of the TOSMAP-DS™/LX, its range of applications has been expanding to encompass both the renewal and new construction of monitoring and control systems globally. We have now released a remote monitoring system incorporating the following newly developed technologies: (1) human-machine interface (HMI) equipment including operator stations (OPS) that can simultaneously display the conditions of multiple units for the centralized management of a plant, as well as a mobile terminal to improve work efficiency at sites; and (2) a unidirectional transmission system that makes it possible to construct a highly secure network.

1. まえがき

近年の電力市場の自由化などにより、火力発電プラントの運用コスト低減への要望が高まっており、最新のネットワーク技術を活用したシステムやサービスの提供が必要となってきている。

これらの要望に応じて、東芝エネルギーシステムズ(株)は、発電制御において長年培ってきたコア技術と低コスト化するための汎用技術を融合させた汎用OS型の監視制御システムTOSMAP-DS™/LXを、製品化した⁽¹⁾。TOSMAP-DS™/LXは、2013年のリリース以降、国内外の新設プラント及び既設プラントへの適用を進めており、更なる運用の高度化や運用性・可用性・保守性の向上など多様化するユーザーニーズに対して、幅広くサポートできる機能の拡張やソリューションの開発に継続的に取り組んでいる。

今回、当社は、火力発電プラントにおける運用の高度化とセキュリティーの強化を支えるTOSMAP-DS™/LXの最新技術として、マルチOPS/統合OPSや、セキュアOPS、

TOSMAP-DS™/LX OWBなどを開発した。ここでは、開発した最新技術の概要、及びそれらの技術を導入した遠隔支援システムについて述べる。

2. TOSMAP-DS™/LXの特長

2.1 コンパクト化

2013年以前のTOSMAP-DS™シリーズは基板型コントローラーであったが、TOSMAP-DS™/LXではコンパクトなモジュール型コントローラーにしたことで、制御盤への取り付けが容易になった。また、I/O(Input/Output)モジュールや電源装置などの電気機器にもコンパクトな産業用機器を採用したことで、制御盤筐体(きょうたい)もコンパクトになり、筐体高さは以前の2,300 mmから1,800 mmに低減された。これにより、クレーンを使用せずにキャスターで移動させることが可能になり、筐体の設置工事が容易になった。

2.2 拡張性

高機能化したPLC(Programmable Logic Controller)やインテリジェント化された現場機器などでは、Profibusや

Modbusといった汎用の接続プロトコルが使われている。これらの外部機器との接続を容易にするため、コントローラーには、汎用OSであるLinuxを採用している。

Linuxを高速化・最適化して、安定した発電制御に十分なリアルタイム性を確保するとともに、ハードウェアにはパソコン(PC)アーキテクチャーを適用し、高性能なプロセッサやメモリーを搭載して扱えるデータ容量を増大させたことで、制御アプリケーションソフトウェアの拡張が容易になった。

また、信頼性についても、TOSMAP-DS™シリーズのコントローラー故障診断機能やメモリーのECC (Error Check and Correct) 機能を踏襲しつつ、以前はハードウェア専用バスで行っていたコントローラーの二重化同期処理をEthernet伝送に置き換え、汎用性を確保しながら以前と同等の信頼性を実現した。一方、I/Oネットワークには、1 Gビット/sの大容量データ通信が可能なEthernetを採用している。I/Oネットワークを発電プラント内に張り巡らすことで、様々な外部システムとEthernet接続でき、敷設ケーブル量を以前よりも大幅に削減した。

システム構成を図1に示す。Modbus/TCP (Transmission Control Protocol) をサポートする外部システムや他社製I/Oモジュールは、EthernetでI/Oネットワークに直接接続でき、リモートI/Oシステムとして利用したり、外部システムのデータを直接取り込んだりすることができる。

一方、Ethernet接続できないProfibus-DP (Decentralized Peripherals) やDeviceNetなどのプロトコル機器は、プロトコル変換器を介してI/Oネットワークに接続される。特に、Profibus-DPをサポートするインテリジェント型電動

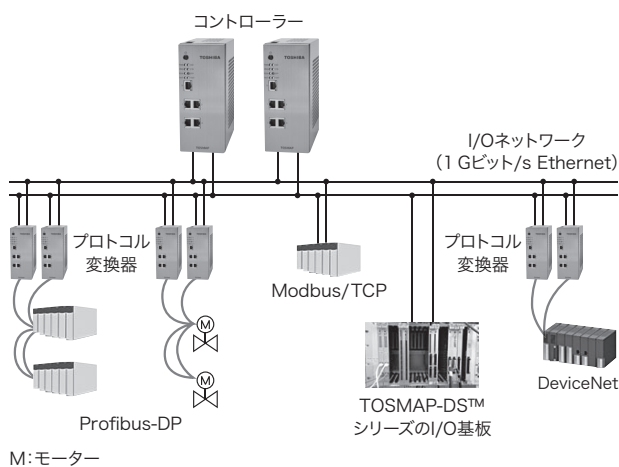


図1. TOSMAP-DS™/LXシステムの構成例

I/Oネットワークを発電プラント内に張り巡らすことで、様々な外部システムと容易に接続できる。

Typical system configuration of TOSMAP-DS™/LX controller

弁アクチュエーターを使用することで、敷設ケーブル量を大幅に削減できる。

新たなプロトコルをサポートする必要がある場合には、プロトコル変換器のファームウェアとハードウェアインターフェースを追加開発するだけで対応できる。

3. 最新技術の適用

3.1 マルチOPS/統合OPS

発電プラントの監視制御の集中化及び運転員の少人数化に伴って、1か所で複数の発電ユニットを監視・操作することが必要になってきている。従来は発電ユニットごとに監視・操作用のOPS端末を設置していたため、同時に複数の発電ユニットを監視・操作することはできなかった。そこで今回、ほかのユニットの監視・操作画面を表示することができ、システム構成の設定を変更することなく、フレキシブルに増設が可能なマルチOPSや、複数ユニットの監視・操作画面を同時に表示できる統合OPSを設置することで、運転監視・操作を効率化した(図2)。これらのOPS端末には、OSの仮想化技術やリモートデスクトップ機能を適用している。

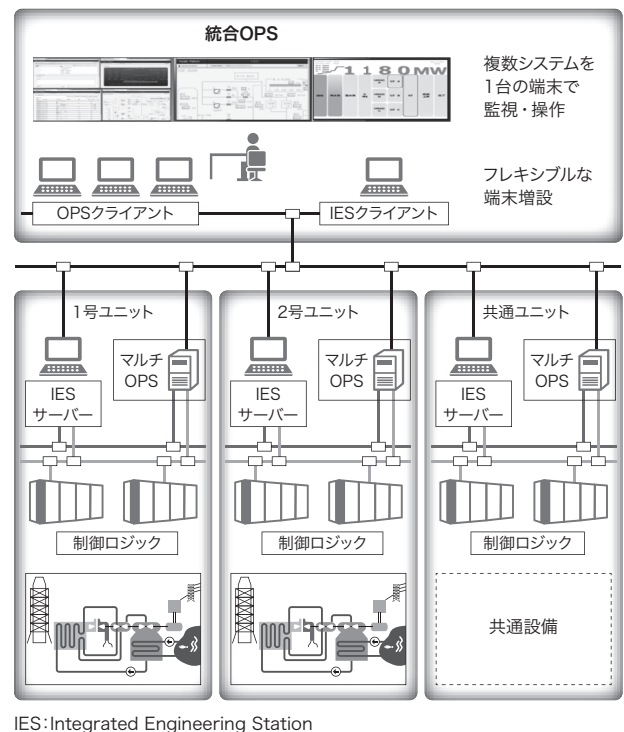


図2. マルチOPS/統合OPSを適用した監視制御システムの構成例

複数ユニットから成る発電プラントの監視制御システムにマルチOPSや統合OPSを設置することで、監視・操作を効率化した。

Typical configuration of monitoring and control system for multiple units employing multi-OPS and integrated OPS

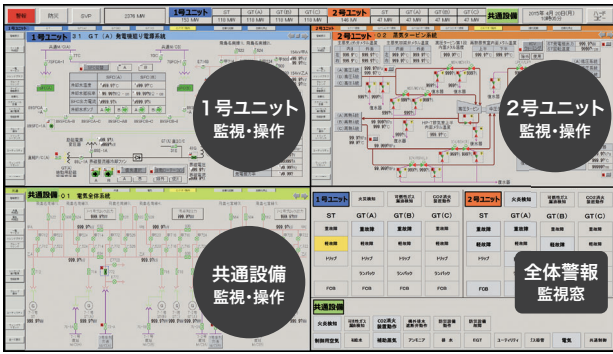


図3. 統合OPSの監視画面例

統合OPSの表示画面に複数ユニットの情報を表示して、発電プラント全体の監視制御の集中化を実現した。

Example of monitoring display of integrated OPS

実施例として、二つのユニットと共通ユニットから成る発電プラントでの統合OPSの監視画面例を図3に示す。

監視端末上の1画面に複数ユニットの情報を表示させると、各ユニットの画面が小さくなるため、全ユニットの集約警報を右下に表示させて、警報状態を即座に視認できるようにしている。また、選択操作によって、1ユニットだけの監視・操作画面に切り替えることも可能である。

更に、同一端末から複数ユニットを監視・操作するため、対象ユニットや機器を誤って操作しないように、次のような配慮をして端末画面の設計を行っている。

- (1) 各ユニットを表す識別色をウィンドウのトップエリアに表示し、ユニットを直観的に識別・認識させる。
- (2) 多軸型コンパインドサイクルの各軸を表す識別色を系統監視画面や操作フレームに表示することで、軸を直観的に識別・認識させる。
- (3) 運転員が操作する際に、操作権限を取得する仕組みを導入し、権限を取得している操作対象(ユニット・軸)が明確になるように、端末画面のトップエリアに表示する。

3.2 セキュアOPS

セキュアOPSは、当社のセキュア・ゼロクライアント技術を採用した、高度なセキュリティ機能を持ったモバイル端末OPSである(図4)。

ディスクレスで、サーバーからクライアントソフトウェアをダウンロードする仕組みを採用しており、サーバー接続が切断されるとデータを自己消去するため、盗難や紛失による情報漏えいのリスクを回避できる。また、モバイル端末の起動時にフェリカやBluetoothデバイスによる二重認証を採用しており、不正使用のリスクにも対策を講じている。

現場機器の保守作業やトラブル対応において、現場作業



(a) モバイル端末

(b) Bluetoothデバイス

図4. セキュアなモバイル端末OPS

高度なセキュリティ機能を持ったモバイル端末OPSである。

Secure OPS mobile terminal

員がセキュアOPSを活用することで、作業効率を向上させることができる。

3.3 TOSMAP-DS™/LX OWB

発電プラント内の監視制御用ネットワークを外部と接続する際には、セキュリティの確保が不可欠になる。そこで当社は、データダイオードと呼ばれる物理的な一方通信を実現する仕組みを備えたネットワークデバイスとして、TOSMAP-DS™/LX OWBを開発した。

開発したTOSMAP-DS™/LX OWBの構成を図5に示す。発光素子を持った送信モジュール(TX)と受光素子を持った受信モジュール(RX)を光ケーブルで接続し、光通信で送信側から受信側だけにデータを送信することができる。受信側から送信側への通信は、ネットワークのエアギャップに相当する分断状態となっており、物理的に遮断される。

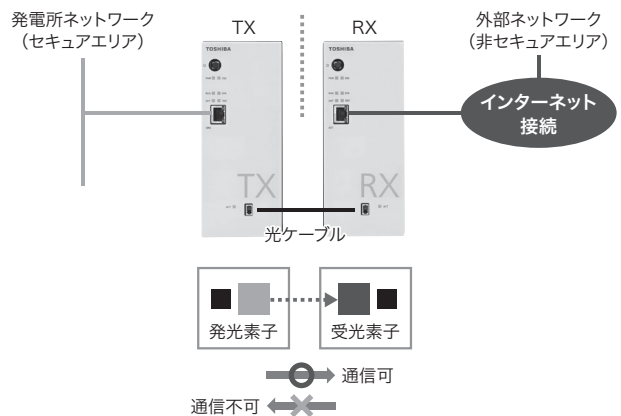


図5. TOSMAP-DS™/LX OWB

TOSMAP-DS™/LX OWBは二つのモジュールTX及びRXから成り、TXからRXへの単一方方向だけに通信が可能である。

TOSMAP-DS™/LX OWB unidirectional transmission system

TXをセキュアな発電プラント内の監視制御用ネットワーク側に、RXを非セキュアな外部ネットワーク側にそれぞれ設置することで、外部からの通信を物理的に遮断し、監視制御用ネットワークから外部ネットワークへの単一方向に通信を強制でき、強固なセキュリティーを構築できる。

当社のTOSMAP-DS™/LX OWBは、制御デバイスが一定のネットワーク堅牢（けんろう）性を持つことを証明するグローバルな認証プログラムである、アキレスコミュニケーション認証のレベル2を取得しており、未知のセキュリティー脆弱（ぜいじゃく）性を検出するためのロバスト性も備えている。

3.4 遠隔支援システム

3.2節と3.3節のセキュアOPSやTOSMAP-DS™/LX OWBを適用した遠隔支援システムを開発し、プラントの試運転期間を中心にシステム導入を進めている。

遠隔支援システムの構成例を図6に示す。発電所内の監視制御システムのOPS画面情報が、TOSMAP-DS™/LX OWBを介して遠隔支援システム内の監視用OPSに送信される。遠隔地にある各リモート監視用端末はインターネット（IP (Internet Protocol) -VPN (Virtual Private Network)) 回線を経由して監視用OPSにアクセスできる。

リモート監視用端末は、現地の作業所や社内関連部門に設置されている（図7）。これにより、現地にいないエンジニアや専門家・有識者も、リアルタイムに発電プラントの運転状態や試験状況を把握することができ、運転状態の評価や問題事象の解析などに活用できる。この遠隔支援システムを活用する効果として、予期しない事象が発生した場合



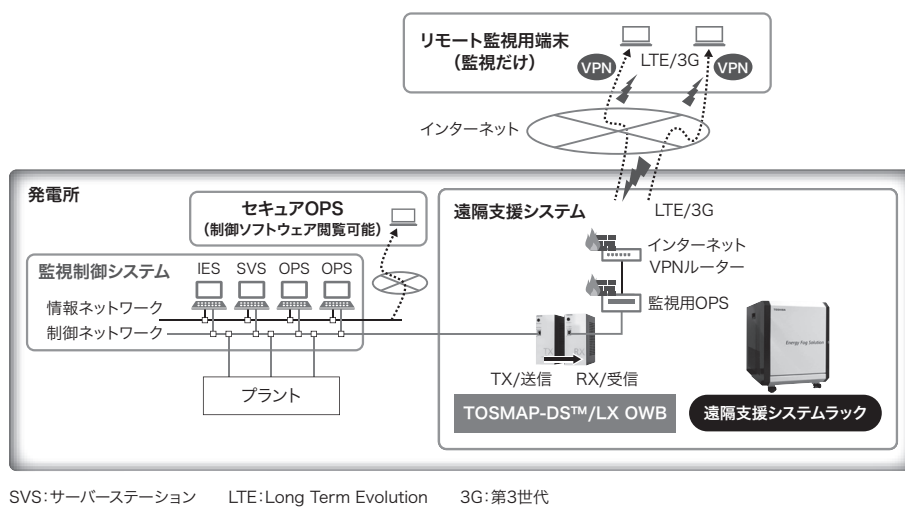
図7. リモート監視用端末による現地支援

リモート監視用端末を現地の作業所や社内の各事業所などに設置することで、リアルタイムに発電プラントの運転状態や試験状況を把握した現地支援を実現できる。

Field operations supported by remote monitoring terminals

の調査対応が著しく改善されることを確認した。

このシステムにより、監視制御システムのセキュリティーを確保しつつ、有識者らが遠隔からプラントの状態を確認し、運転をサポートすることができるようになった。また、遠隔支援システムを発電プラント内の現場で利用することにより、例えば、従来は詳細な運転状況を知ることが難しかったタービンエリアで、運転状況を確認しつつ効率的に作業

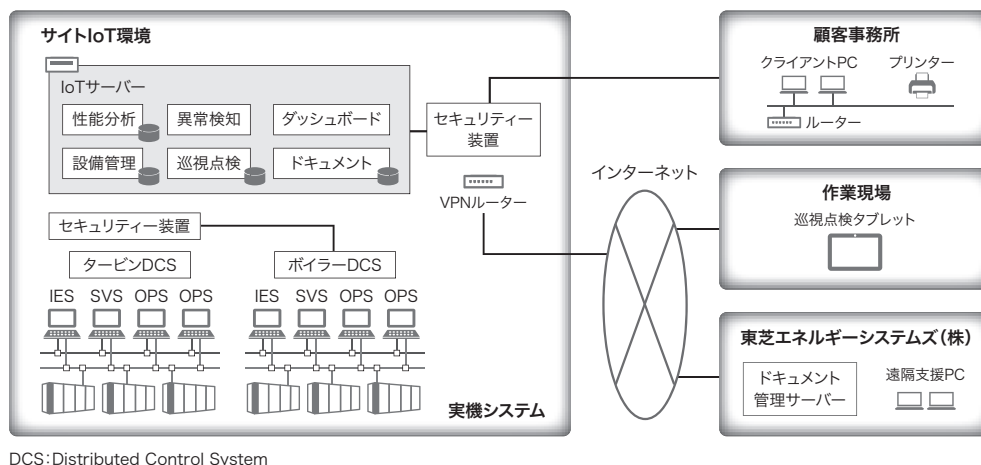


SVS: サーバステーション LTE: Long Term Evolution 3G: 第3世代

図6. 遠隔支援システムの構成例

発電所内の監視制御システムのOPS画面情報が、TOSMAP-DS™/LX OWBを介して遠隔支援システム内の監視用OPSに送信され、遠隔地にあるリモート監視用端末から監視用OPSにアクセスすることで確認できる。

Typical configuration of remote monitoring system



DCS: Distributed Control System

図8. (株)シグマパワー有明 三川発電所のIoT検証環境

三川発電所で、IoT技術を活用した異常検知や性能分析など、更なる運用の高度化に向けた取り組みを進めている。

Internet of Things (IoT) test environment at Mikawa Power Plant of Sigma Power Ariake Co., Ltd.

を行うことが可能となった。

更に、遠隔支援システムを構成する監視用OPSや、インターネットVPNルーター、TOSMAP-DS™/LX OWBなど一式を、システムラックに収納することができ、新設プラント・更新プラントにかかわらず、発電プラント内の情報・制御ネットワークに接続するだけで、システムを増設できる⁽²⁾。

3.5 IoTの取り組み

発電プラントでは安全かつ高効率な運転を維持するため、作業員が分担して運転監視や、性能管理、点検、設備補修などの業務のPDCA (Plan-Do-Check-Act) サイクルを回している。

近年、IoT (Internet of Things) や、ビッグデータ、AIといったIT (情報技術) を用いて、障害の予兆検知や性能監視を取り入れるなど、より高度化が求められている。当社も東芝グループの(株)シグマパワー有明 三川発電所にIoTソリューションの検証環境を構築し(図8)、こうした取り組みを強化している。

4. あとがき

電力の安定供給において、火力発電所が果たすべき役割は依然として大きい。今後とも、運用の高度化や運用性・可用性・保守性の向上といったユーザーニーズに対し、更なる監視制御システムの機能拡張やソリューション開発に取り組んでいく。

文献

- (1) 石川鉄郎, ほか. 運用性と環境の改善を実現する次世代コントローラ TOSMAP-DS™/LX. 東芝レビュー. 2013, 68, 11, p.29-31.
- (2) 大滝裕樹. “火力発電所用プラント運転・監視システムの最新技術”. 平成30年度火力原子力発電大会研究発表要旨集. 大阪, 2018-10, 火力原子力発電技術協会. 2018, p.18-19.



林 祐介 HAYASHI Yusuke
東芝エネルギーシステムズ(株)
パワーシステム事業部
火力情報制御技術部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



由上 秀樹 YOSHIKAMI Hideki
東芝エネルギーシステムズ(株)
グリッド・アグリゲーション事業部 府中工場
電力システム制御部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.