最新のC&I技術を活用した火力発電プラント

Application of Latest C&I Technologies to Thermal Power Plants

鶴見　肇　　水戸　紀之　　西山　英伸
■TSURUMI Hajime　■MITO Noriyuki　■NISHIYAMA Hidenobu

火力発電プラント向け分散型監視制御システムTOSMAP-DS$_{TM}$には，最新のIT（情報技術）が適用されている。既設火力発電プラントの総合リハビリテーション（以下，リハビリと略記）工事に適用した事例においては，運用集中化と運転員削減による合理化といった顧客ニーズに応えるために，TOSMAP-DS$_{TM}$により複数ユニットの統合監視制御を実現している。新設火力発電プラントの制御システムに適用した事例では，無人運転を実現する手段として最新のITを活用している。今後は，企業レベルとの融合やリモートメンテナンスなど，監視制御システムへのITの適用がますます重要となってくるであろう。

This paper describes the TOSMAP-DS$_{TM}$ distributed control system for thermal power plants, in which state-of-the-art information technology is employed. In the case of application to control and instrumentation（C&I）renovation in an existing thermal power plant, an integrated monitoring and control system for plural units is realized in order to meet customer requirements such as centralization of plant operations and plant rationalization. In the case of application to new plant construction, unmanned operation is achieved using the latest information technology for C&I systems.

The application of information technology to enterprise resource planning and remote maintenance services will become increasingly important from now on.

1　まえがき

火力発電プラントにおけるC&I(Control & Instrumentation)システムは，単なるプラント制御を行う装置から，プラントの最適運転を実現し，顧客に対して最大の利益を提供する手段へと位置づけを変えてきている。ここでは，火力発電プラント向けDCS（分散制御システム）を適用したベネズエラTACOA火力発電プラントのC&I総合リハビリ工事，及びオーストラリア TARONG North火力発電プラントに適用したリモート監視技術を事例に，C&IシステムにITを活用した東芝の取組みについて述べる。

2　火力発電プラントC&I総合リハビリ工事

この章では，TACOA火力発電プラントのC&I総合リハビリ工事を事例に，ITによる火力発電プラントの運用集中化について述べる。

2.1　概要

今回のC&I総合リハビリ工事は，TACOA火力発電プラントの7～9号機の3ユニット（460 MW×3ユニット）及び共通設備を対象としており，初号機（7号機）は運用開始から22年が経過している。

既設システムは，リレー回路やアナログ回路などのハードワイヤードで構成されている操作パネル，制御装置，空気式コントローラから構成されるシステムである。

C&I総合リハビリ工事は，プラント効率の向上や運用集中化による発電プラントの合理化，及びシステムの操作性，拡張性，保守性の向上を目的としており，現場機器からタービンやボイラ制御のDCS化までの一括更新を行っている。

2.2　システム構成

TACOA火力発電プラントのシステム構成は以下の(1)から(4)に大別され，その構成は**図1**に示すとおりである。

(1)　HMI（ヒューマンマシンインタフェース）　オペレーターとのインタフェースをつかさどるHMIは，OPS（オペレーター用ステーション），SVS（サーバステーション），LTDS（ロングタームデータサーバ）から構成されており，ハードウェアとしてIPC（産業用パソコン(PC)），OS（基本ソフトウェア）としてWindows®(注1)2000を採用している。

(2)　ACS（Automatic Control System）　ACSには，発電用として十分な性能と信頼性を備えているTOSMAP-DS$_{TM}$の制御システムを採用し，既設システム

（注1）　Windowsは，米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における商標又は登録商標。

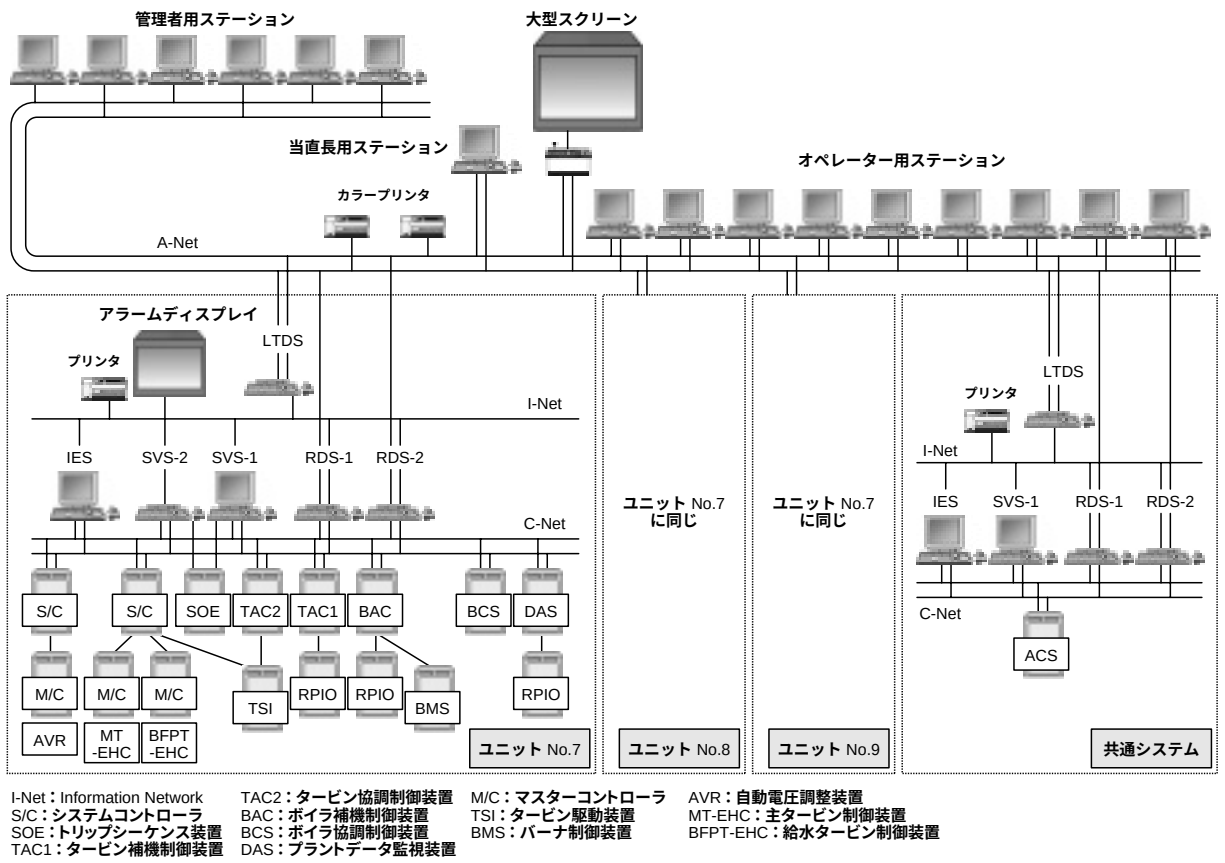

図1. TACOA火力発電プラントのシステム構成 ― HMI，ACS及びIESの各機器がネットワークに接続され，7～9号の3ユニット及び共通設備を統括監視制御している。

Configuration of control system for TACOA Thermal Power Plant

での盤ロケーション及び既設ケーブルの流用を考慮した設計を実施して，三つのRPIO（リモート入出力装置）を含む5分散/ユニットのACSにてプラントの監視制御を実現している。D-EHC（Digital Electro-Hydraulic Control）及びD-AVR（Digital Automatic Voltage Regulator）についても，ACSが接続されている制御用ネットワークに並列に接続し，タービン及び発電機を制御している。

(3) ネットワーク　このシステムでは，複数のユニットを統合して監視制御する必要があるため，各ユニットの制御用ネットワークとしてはC-Net（Control Network）を，上位の統括制御用ネットワークにはA-Net（Advanced integrated station Network）を，そして，これらの2種の制御用ネットワークを接続するためにRDS（リモートデータサーバステーション）を適用している。RDSはHMIと同様，ハードウェアとしてIPC，OSにはWindows®2000を採用している。また，制御用ネットワークには100 Mbps Ethernet(注2)を採用し，高速でオープンな環境を実現している。

(4) エンジニアリングステーション　このシステムのエンジニアリングツールとしては，HMI及びACSのエンジニアリング業務を同一環境で実現できる統合エンジニアリングステーション（IES）を，各ユニットごとに設置している。IESについてもHMI装置と同様にWindows®2000上で構成されている。

2.3 システムの特長

2.3.1 OPSによるユニット統合監視　**図2**に示すとおり，既設システムではそれぞれのユニットごとに操作パネルが配置され，ユニット単位での監視制御が行われている。

しかし，この発電プラントの経営が，公営電力庁から米国の独立系発電事業者（IPP）が保有している民間会社になったことにより，発電所の従業員が1/3に削減され，リハビリ工事後のプラント運転では3直2交替で，1直当たり当直長1名と運転員3名の計4名の人員で3ユニットの運転を行う必要がある。このため，新システムでは操作性の向上を図る必要があり，統括制御用ネットワークA-Netに11台のOPSを接続し，各OPSからの全ユニットの統合監視（3ユニット1オペ

（注2） Ethernet/イーサネットは，日本における富士ゼロックス（株）の商標。

図2．既設システムの中央操作室 ― 3ユニット分の操作パネルが中央操作室の正面に設置され，各ユニットごとの監視制御が実施されている。

Central control room of existing system at TACOA Thermal Power Plant

レーション）を実現している。表示装置としては，運転員用として9台のCRT（Cathode Ray Tube）を，当直長用として1台のCRTを設置するとともに，プラント監視制御に必要な情報の共用化を図るために，1台の大型スクリーンを設置している。これら運転員用の9台のCRTを，通常運転中は1ユニット当たり3台のCRTで使用し，起動／停止操作時には必要に応じてCRTをユニット間で切り替えてプラントを運転する。

2.3.2　制御システムの改善　制御システムのプラントへの適用において信頼性と精度を最大限発揮させるには，C&Iシステムの頭脳部分である制御システムの高性能化のみならず，その手足となる入力センサと操作端の健全性も不可欠である。

プラント制御の考え方については，現状のプラント運用をできるだけ踏襲したいとの顧客要求があり，既設システムの仕様を参考にしながら，当社の標準制御ロジックを最大限に適用することにより制御ロジックの改善を図った。タービンやボイラの補機制御については，インタロック処理の改善を行うことにより補機の自動制御を実施し，ボイラ調整制御については，既設システムでの制御システムを当社DCSに更新するとともに，プラント協調制御の適用，ガス圧力制御や給水制御の改善といった顧客ニーズに応じた制御ロジックを提供している。また，タービン制御についてはMHC（Mechanical Hydraulic Control）からEHCへ更新することにより，運転効率の大幅な改善，制御精度の向上を図った。

現場計器については，インテリジェントタイプセンサへの更新及び重要センサの多重化により制御信頼性の向上を図るとともに，調節弁ポジショナをインテリジェント型とし，システムループの簡略化，高精度化を図った。

2.3.3　中央操作室の近代化　図2に示すとおり，既設システムの中央操作室は，7号機から9号機の各ユニットの操作パネルが正面に設置され，横長な空間となっている。今回のリハビリ工事では，現在使用されている中央操作室をリレイアウトして新中央操作室とすることが要求されていたため，既設システムのレイアウトデータ及び新たに設置する各装置の機器データをベースに，少人数での監視制御に適したレイアウトを設計した（**図3**）。

図3．新システムの中央操作室レイアウトのイメージ ― 既設システムでのレイアウトに基づきデザイン設計を実施した，新システムの中央操作室のイメージを示す。

Image of new central control system layout

2.3.4　スティミュレーション シミュレータシステムの適用

DCSを適用することにより運転操作がドラスティックに変わってしまうため，実機による運用をする前に運転員に教育・訓練することを目的に，TRAX社との技術提携により共同開発したスティミュレーション シミュレータシステムを適用した。このシミュレータは，プラントの起動・停止シミュレーション，マルファンクション シミュレーションなどをサポートしており，実機とまったく同一の操作・制御を実現している。

3　リモート技術による火力発電プラントの無人運転

TARONG North火力発電プラントは，450 MW×1ユニットの石炭火力発電プラントで，当社の蒸気タービンと石川島播磨重工業（株）の超臨界圧石炭だき貫流ボイラを備えた新設プラントである。このプラントでは，当社のDCSで，タービン制御をはじめバーナ制御及びボイラ調整制御までのすべてのプラント監視制御をカバーしている。また，発電プラントの運用合理化に伴う無人運転のニーズに応えるため，C&Iシステムのリモート監視技術を適用して以下の機能をサポートしている。

3.1　警報マネジメントシステム（AMS）

このシステムは，警報発生時に時刻，警報ポイント，ステータス及び警報ガイダンスメッセージの情報を，アラームペー

ジャを所有している運転員に通知する機能をサポートするとともに，電子メールでもこれらの警報情報を送信することができる。

この機能により，中央操作室が無人であっても，いち早く運転員にプラントの異常と初期対応動作を伝えることができるようになっている。また，このシステムでは，警報を伝える優先順位（運転員1→運転員2→電子メールなど）を設定できる機能も備えており，プラント運用に応じた使い方が可能である（**図4**）。

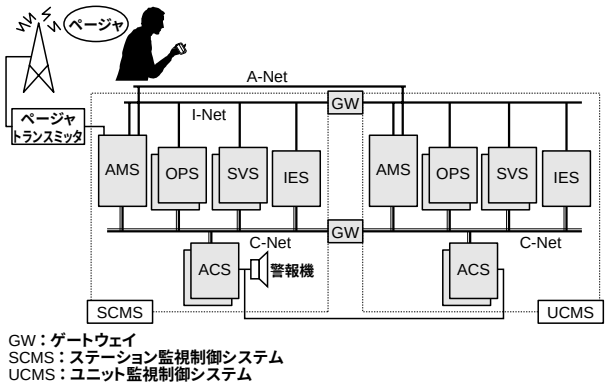

図4．警報マネジメントシステムの構成 ― 無人運転中における警報通知のため，このシステム構成で警報機能の遠隔監視を実現している。

Configuration of alarm management system

3.2　遠隔監視システム

この機能では，客先事務所に設置されているPC上から，ユニット設備や共通設備の情報を監視することができる。また，公衆回線と通話が確立したPC上からのプラント監視もサポートしている。これらのPCからは，中央操作室に設置されているHMI装置と同様のプラント監視機能を使用することができる（**図5**）。

3.3　遠隔メンテナンスシステム

このシステムでは，石炭運搬設備などの現場設備にタッピングポイント（接続ポイント）を設けており，このタッピングポイントにPCを接続することにより，PC上にてプラント情報を確認することが可能となる。

この機能により，現場に接続したPC上でその設備の制御ロジックやプラントデータベースの確認・修正作業が実施できるとともに，そのPCからの試運転操作もできるようになり，設備のメンテナンスワークが現場で完結できる仕組みとなっている（図5）。

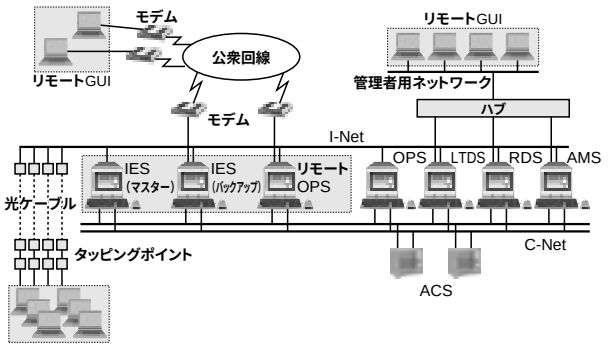

図5．遠隔監視システムの構成 ― 客先事務所及び現場設備での遠隔監視システムであり，中央操作室と同様の監視機能を実現している。

Configuration of remote monitoring system

4　あとがき

以上のように，海外火力発電プラントのC&Iシステムに最新のITが適用され，プラントの運用集中化や運転操作性の向上に貢献している。今後のC&Iシステムの展開としては，前述の技術をベースに，以下の項目を積極的に展開していく予定である。

(1)　経営情報システム（ERP）や設備保全管理システム（CMMS）などの上位系システムとの融合

(2)　DCSをツールとしたリモートメンテナンスやコミッショニングなどのプラントリモートサービスの提供

文　献

(1)　筧　敦行，ほか．汎用技術を駆使した分散型監視制御システムTOSMAP-DS$_{TM}$ "Dynastream"．東芝レビュー．**55**, 6, 2000, p.41－44.

鶴見　肇　TSURUMI Hajime

電力システム社 火力・水力事業部 火力プラント技術部グループ長。海外向け火力発電制御システムのエンジニアリング業務に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.

水戸　紀之　MITO Noriyuki

電力システム社 府中電力システム工場 発電制御システム部グループ長。海外向け火力発電制御システムの設計・開発に従事。

Fuchu Operations－Power Systems

西山　英伸　NISHIYAMA Hidenobu

電力システム社 火力・水力事業部 火力海外サービス部主務。海外向け火力発電制御システムのエンジニアリングサービス業務に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.