

# 東京電力(株)UHV機器試験場 イントラネット応用監視制御システム

## SCADA System Using Intranet Technologies for UHV Equipment Pilot Plant of TEPCO

高林 芳樹  
TAKABAYASHI Yoshiki

岡 雅明  
OKA Masaaki

高木 和憲  
TAKAGI Kazunori

情報通信技術の分野では、インターネット/イントラネットの技術がここ数年で急速に普及し、世の中のシステムの多くが、この技術をベースにしたものに置き換わりつつある。このような流れを受けて、当社では1999年、監視制御システムに必要な“リアルタイム性”、“信頼性”を兼ね備えたインターネット/イントラネット技術をベースとする電力系統監視制御システムの構想と、その実現に必要なミドルウェアを発表した。その後、各電力会社から多数の引合いを受け、現在は数システムを開発中で、一部のシステムでは試験運用あるいは運用を開始している。その中からここでは、2000年12月から稼働を開始した東京電力(株)UHV(Ultra High Voltage)機器試験場の“イントラネット応用・監視制御システム”について、その概要と特長を述べる。

The adoption of Internet and intranet technologies has been rapidly spreading in recent years, and existing systems are being replaced with new systems based on these new technologies. In accordance with this trend, in 1999 Toshiba announced a concept of new middleware for power system network control systems including energy management systems (EMS), supervisory control and data acquisition (SCADA) systems, and distribution management systems (DMS). This new middleware is based on the latest Internet and intranet technologies, offering the real-time operation and high reliability required for network control systems. Since then, Toshiba has received many orders from a number of utilities for the new technologies. Several systems are presently being manufactured, some of which are already at the stage of commissioning tests.

This paper focuses on a SCADA system for the ultrahigh voltage (UHV) equipment pilot plant of The Tokyo Electric Power Co., Inc. (TEPCO), which has been in operation since December 2000 and uses intranet technologies, with an emphasis on a functional overview and the features of the newly developed system.

## 1 まえがき

当社は60年代後半、他社に先駆けて電力系統監視制御システムの分野に制御用計算機を用いた自動給電システムや集中型監視制御システムを導入し、その後システムの大規模化や性能面、保守面、世の中の動向から、国際標準/業界標準の汎用技術を取り込んだオープン分散システムの適用にもいち早く取り組んできた。

近年、情報処理技術の分野では、インターネット/イントラネットの技術がここ数年で急速に普及し、企業内外のシステムのほとんどが、この技術をベースにしたものに置き換わりつつある。

このような流れを受けて、当社では99年に、監視制御システムに必要なリアルタイム性、信頼性を兼ね備えたインターネット/イントラネット技術をベースとする電力系統監視制御システムの構想と、その実現に必要なミドルウェアを発表した。その後、各電力会社から多数の引合いを受け、現在数システムの開発と、一部のシステムで運用を開始している。その中から、2000年12月に稼働を開始した東京電力(株)UHV機器試験場のイントラネット応用監視制御システムについて、その概要と特長となる機能について述べる。

## 2 東京電力(株)UHV機器試験場 “イントラネット応用監視制御システム”

次世代変電所監視制御システムでは、近年の優れた“コンピュータ技術”、“通信技術”、“ソフトウェア技術”を背景に、世界的な動向として、ベイレベル(変電所構内回線単位)、ステーションレベル(変電所単位)、制御所レベル(制御所・電力所単位)の3階層に分け、個々のレベルが有機的にネットワークで結合し、最適な機能分担を行うことが提唱されている。

東京電力(株)UHV機器試験場では、将来の1,000kV電力系統のためのGIS(ガス絶縁開閉装置)、変圧器と保護制御システムの構成、及び課題の検証を行っている。

東京電力(株)と当社では、前述の次世代変電所監視制御システムの世界的な動向を踏まえ、この機器試験場設備の監視制御を行うシステムにイントラネット技術を適用して開発し、以下の要素技術の検証を2000年12月1日から開始した。

- (1) イントラネット技術の監視制御方式への応用可能性
- (2) 光SC(Star Coupler)に代わる世界標準LAN(Ethernet<sup>注1</sup>)、TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol)の変電所での評価(特に

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。

光Ethernetと光ハブの評価)

- (3) 実証試験場と本店間にイントラネットを構築し、物理的に距離の離れた各々からの監視制御を可能とさせ、かつ各々に設置したWWW( World Wide Web)サーバによる広域バックアップの実現
- (4) イントラネット技術応用の保護制御機能( 遠隔運用・保守機能)

この実現にあたっては先に紹介したミドルウェアを使って機能実現を図っている。

UHV機器試験場の外観を図1に、監視制御システムの構成を図2に、システム機能概要を表1に示す。



図1. 東京電力(株)UHV機器試験場 将来の1,000kV系統のGIS、変圧器と保護制御システムの構成、及び課題の検証を行っている。  
UHV equipment pilot plant of TEPCO

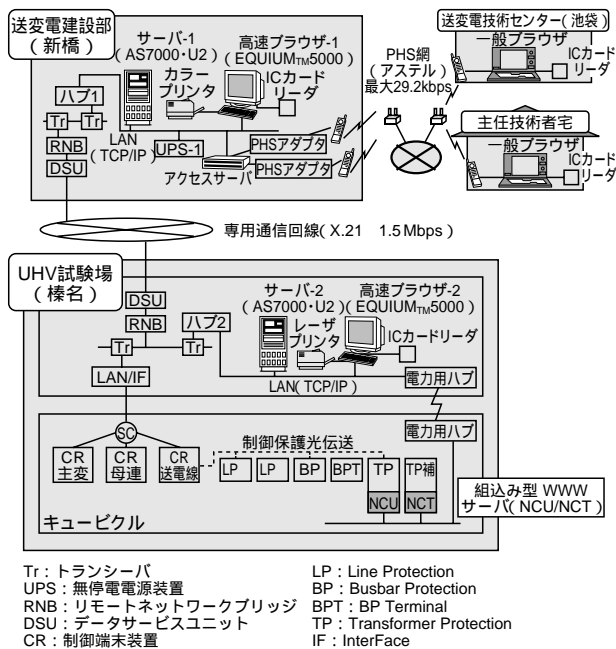


図2. UHV機器試験場イントラネット応用監視制御システムの構成  
試験場と送变电建設部をネットワークで結ぶ遠隔バックアップシステムをインターネット/イントラネットの技術で実現している。  
Configuration of UHV substation control system

表1. システムの機能概要

Functions of UHV substation control system

項目	機能	機能概要
監視	機器動作監視	CB, LSなどの2値情報の監視
	数値情報監視	計測値, タップ値など数値情報の監視
	伝送系監視	LAN - IF及び制御端末の監視を行い, 異常時に警報とメッセージを出力
	LAN接続機器監視	汎用のネットワークマネージャソフトウェアにより, LANに接続する装置の監視
制御	機器個別操作	CB, LSなどの選択制御
	機器調整制御	変圧器タップの上げ下げ制御
	機器自動制御	CBトリップ時のタップ初期値制御
記録	状変記録	CB, LSなどの状変内容に発生時刻を付加し記録保存
	継続故障記録	継続故障監視対象リレーの発生/復帰状態を判定し, 発生中のリレーだけ表示
	定時記録	実績データを収集し, 24点記録, 日報及び月報画面へ表示
	記録データFD保存	状変記録, 定時記録データのCSV形式保存
その他	構成制御	二重化サーバの運転管理, 障害管理
	時刻設定機能	このシステムで使用している時刻の補正
	メモ画面機能	運用者間の連絡のためのメモ画面機能
リレー	リレー遠隔運用監視	動作情報, 自動監視情報, アナログ波形
	リレー遠隔運用整定	遠隔整定機能
	自動点検エージェント	自動点検カウンタの収集

CB: 遮断機 LS: 断路器 FD: フロッピーディスク  
CSV: Comma Separated Value

次にシステムの特長について述べる。

2.1 ブラウザによる監視制御/ユーザーインターフェース  
このシステムの画面例として、全系図画面を図3に、変圧器タップ操作画面を図4に示す。

オペレータは、汎用WWWブラウザに表示された画面により、機器の状態監視、個別制御、記録データの確認などを行う。

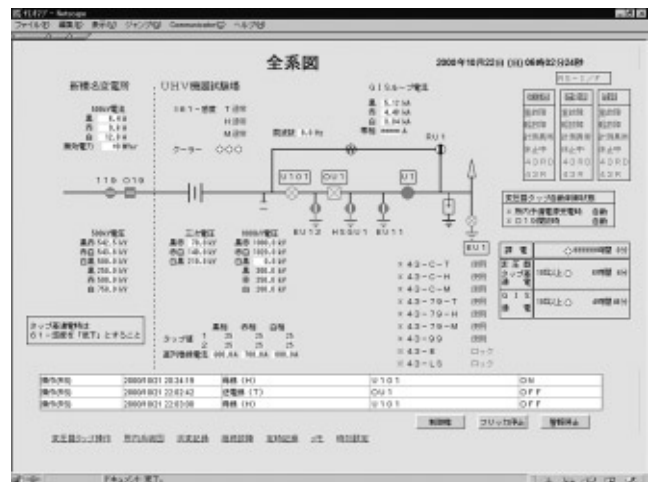


図3. システムの画面例(全系図) オペレータは、汎用WWWブラウザに表示した画面から、機器試験場の監視と操作制御を行う。  
Example of system overview display

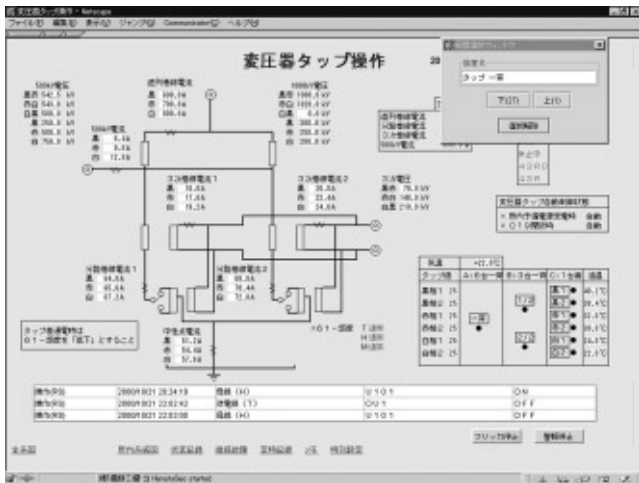


図4. システムの画面例(変圧器タップ操作画面) オペレータは、画面から機器を選択し、開いた操作ウィンドウにより機器の操作制御(タップの上げ下げなど)を行う。

Example of transformer tap control display

## 2.2 リアルタイムな画面表示

通常のブラウザ画面表示では、いったん表示した画面を最新情報表示する場合は、そのための“再呼出し”の操作を行うのが普通である。監視制御システムのようなリアルタイム性を要求されるシステムにおいては、常に表示している画面上に最新情報が表示されることが求められる。今回のシステムにおいては、この要求をミドルウェアの機能で汎用的に実現している。

具体的には、図3や図4に示した系統図上のテレメータ(TM)値、機器の状態変化、状変記録メッセージなどがこれにあたり、ベイエリア側の情報端末からデータが上がってくるつど、画面表示中の高速ブラウザには同時に変化情報を更新することが可能である。これは、サンプリング記録画面(グラフ)においても同様である。この状態の表示更新を、CPUやネットワークに負荷をかけることなく実現することができる。

また、この表示更新は、ベイエリア側の情報端末側から上がってきたデータに対してだけでなく、高速ブラウザ上からシンボルのフリッカ停止を行った場合も同様に、フリッカ停止の情報が表示中の全ブラウザ画面に通知され、フリッカは停止する。

## 2.3 高速ブラウザと一般ブラウザ

このシステムで使う端末(クライアント)としては、監視・制御に使う高速性とリアルタイム性を備える高速ブラウザ、情報を参照したい時に表示速度は多少劣っても同様の画面を見ることができる一般ブラウザの二つの形態があり、使い分けている。榛名と新橋に設置の高速ブラウザは、2.2節で説明のミドルウェアを搭載した専用クライアントであるのに対し、池袋などに設置の一般ブラウザは、通常は別の目的でも

使っている一般パソコン(PC)で実現している。一般ブラウザは特別なミドルウェアやアプリケーションを組み込んでいないが、ネットワークにつないでURL(Uniform Resource Locator)指定することで、このシステムのひとつの参照系機能を使用可能になる(セキュリティは後述の方法にて確保)。このことは、関連部門などに広く情報をサービスすることを目指す場合、非常に有効となるものである。なお、高速ブラウザは専用クライアントと記したが、ネットワークにつながった通常の端末(PC)としても利用することが可能である。

## 2.4 汎用EWS,汎用PCによる構成

このシステムではサーバに汎用エンジニアリングワークステーション(EWS)、クライアントに汎用PCを採用するなど、計算機関連の機器を汎用機器で構成している(図5)。また、操作卓の画面表示要求などを行うオペレータコンソール(以下、オペコンと略記)など、インデント機器はいっさい使用しないユーザーインタフェースとしている。したがって、操作はすべて画面からマウスを使用して行う。また、警報出力もブラウザを搭載するPCのモニタに内蔵のスピーカを使用して

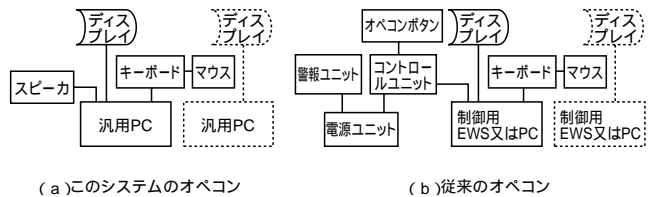


図5. このシステムのオペコンと従来システムの構成 このシステムは汎用機器で構成している。

Operator console of UHV substation control system

## 2.5 試験場と本店にサーバを設置(遠隔バックアップシステム)

このシステムでは、試験場と本店間を東京電力(株)の1.5 Mbps通信網で結び、物理的に距離の離れた各々の箇所に設置されたサーバによって、遠隔バックアップシステムを実現している。これにより、かりに片方のサーバが障害やメンテナンスなどで停止の場合でも、機能の継続を可能にしている。

## 2.6 ICカードによる制御権切換え/セキュリティの確保

WWWコンテンツに正しくアクセス権を設定する手間の簡素化と、ネットワーク上のデータハンドリングのセキュリティ確保を目的に、セキュリティ管理ミドルウェアを使用し、画面のアクセス権限、試験場と本店との制御権限の切換えを容易に実現した。

このシステムでは、監視専用ICカード、監視制御用ICカー

ド,制御権切換え権限付き監視制御用ICカードの3種類を目的に応じて使い分けている。

### 2.7 PHSによる在宅監視

このシステムでは,WWWの特長を生かし,緊急時には主任技術者などが東京通信ネットワーク(株)Xアステル)のPHS/PIAFS(PHS Internet Access Forum Standard)伝送により,システムの状態を自宅のPCから参照可能な構成としている。モバイルという限られた伝送速度での表示であり,画面表示速度は必ずしも速くないが,送変電技術センターからの試験場機器の確認や,緊急時にその利便性を発揮している。

### 2.8 組み込み型WWWサーバ( NCU / NCT )による保護リレーの遠隔運用・保守

デジタルリレーユニットに,GPS(Global Positioning System)受信機能やHTTP(HyperText Transfer Protocol)送受信機能などのWWWサーバ機能を組み込んだ基板( NCU: Network Computing Unit)を実装し,汎用ブラウザによるリレーの遠隔運用監視機能を実現している。このNCUが,リレーの遠隔運用監視に関するホームページを作成する機能を持ち,ネットワーク上の任意の場所のブラウザから,リレーに関する情報を得ることができる。今回実装している機能は次のとおりである。

- (1) リレー動作情報
- (2) リレーの自動監視に関する情報
- (3) リレーの遠隔整定機能
- (4) データセーブされたアナログ波形表示
- (5) 自動点検カウンタのエージェントによる収集

また,今回は実装していないが,応用可能な機能として, GPSより得られる時刻を用いてタイムスタンプ付きアナログ



図6. 遠隔運用監視ブラウザ画面の例(左)とNCT(右) リレーユニットにNCU又はNCTを組み込むことで,汎用ブラウザによるリレーの遠隔運用監視を実現している。

Example of browser display for remote supervisory function (left) and network computing terminal (NCT) (right)

データを収集することにより,広域の故障点標定,事故解析(オシログラフ)機能なども実現できる。

またNCUが搭載できない既設保護リレーの場合でも, Webサーバを搭載し,インターネット伝送に変換する端末( NCT: Network Computing Terminal)を用いることにより,容易にネットワークに接続できる。NCTは135(幅)×133(高さ)×245(奥行き)mmの大きさで,容易に既設盤に実装可能である。今回の実証試験では,変圧器保護装置にNCUとNCTの両方を実装して試験している。遠隔運用監視のブラウザ画面例とNCTを図6に示す。

## 3 あとがき

汎用のインターネット/イントラネットの技術だけでは,監視制御に不可欠な信頼性,リアルタイム性が不足するが,これを今回開発したミドルウェアで補完することにより,インターネット/イントラネットで普及している優れた技術や便利な機能を取り込んだ,柔軟性と拡張性のあるイントラネット適用の電力系統監視制御システムを実現することができた。

今回紹介したシステムは一例にすぎないが,今後,ますますこの技術が監視制御の分野にも広がっていくものと考えている。

## 謝 辞

ここで述べたシステムの開発にあたり,東京電力(株)の関係各位から,多大なるご指導,ご協力をいただいたことに深く感謝の意を表します。

## 文 献

- (1) 河合三千夫,ほか. 電力系統システムへのイントラネット技術適用特集. 東芝レビュー. 54, 6, 1999, p.25-50.



高林 芳樹 TAKABAYASHI Yoshiki

電力システム社 電力事業部 電力システムソリューションセンター主査。電力系統用監視制御システムのシステム設計及び開発業務に従事。電気学会会員。

Power Systems & Services Div.



岡 雅明 OKA Masaaki

電力システム社 府中電力システム工場 電力計算機システム部グループ長。GIGASOLUTION - MWの開発, MW適用システムの開発に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations - Power Systems



高木 和憲 TAKAGI Kazunori

電力システム社 電力事業部 電力系統技術部。電力系統用保護制御システムのシステム設計及び開発業務に従事。電気学会会員。

Power Systems & Services Div.