

高機能で信頼性に優れた電鉄向け 電力管理システム

SCADA System for Railway Substations Offering High Efficiency and Reliability

大辻 浩司

OTSUJI Koji

鉄道変電所の電力管理システムもダウンサイジング化が進み、従来の集中制御型からクライアント/サーバ分散型が主流となり、監視制御サーバ、操作卓クライアント、帳票用パソコン(PC)など、それぞれの機能に適したハードウェアの採用により柔軟なシステム構築が可能となっている。更に、汎用基本ソフトウェア(OS)の採用により充実したグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)が提供でき、操作性の向上、及び他システムとのデータ授受が容易になり、電力管理システムの機能向上が図られている。

The downsizing of supervisory control and data acquisition (SCADA) systems for railway substations has been progressing and distributed client-server systems have become the mainstream replacing the conventional centralized systems. The adoption of hardware suitable for each function, such as a data acquisition control (DAC) server, console clients, and PCs for record charts, makes it possible to build a flexible system. A SCADA system based on a versatile operating system can provide an easy-to-use graphical user interface, easy data transfer to and from other systems, and functional improvements.

1 まえがき

鉄道において、受変電設備は乗客に意識されることのない存在であるが、安定した輸送を実現するために非常に重要な役割を担っている。

また、電力の安定供給は必須であり、変電所や系統での事故発生時には的確かつ迅速な復旧処置が要求される。

電鉄向け電力管理システムは、電鉄の路線上に点在している複数(数か所~50か所程度)の無人変電所の監視制御を行う計算機システムであり、その主な使命は以下のとおりである。

- (1) 変電所機器の自動制御による合理化、省力化
- (2) 変電所機器及び社内送電線、電車線、高压配電線などの異常の検出と通知
- (3) 故障・事故復旧のオペレーター支援
- (4) 電力量、電流、電圧の計測と管理

ここでは、東芝が開発した最新の電力管理システムについて概要と特長を述べる。

2 電力管理システムの変遷

電鉄変電所は遠方監視制御装置の導入により無人化が進み、1か所あるいは数か所の制御所に設けた遠方監視制御盤から行われるようになった。ただし、この方式では変電所ごとの単純な機器の入/切制御と機器状態や故障発生の

監視しかできなかったため、電力運用業務の合理化、省力化までは実現できていなかった。

そこで、1970年代から制御用計算機を使用して複数変電所の故障処理や各種自動制御、電力量統計などの機能を持たせた電力管理システムが採用された。

そして、これらの計算機システムの更新時期となった現在、電力管理システムの役割と位置づけは今も変わっておらず、ユーザーからはいっそうの低コスト化と自動処理やヒューマンインターフェースの高度化が求められている。

一方、技術的な背景として、計算機システムのダウンサイジングが進んでおり、これに伴い制御用計算機による集中制御型からクライアント/サーバ分散型へシステム構成が変遷している。更に、汎用OSの採用により充実したGUIが提供できるようになり、操作性の向上を実現している。

システム監視盤においては、焼付けのない液晶投射型プロジェクタなどの登場により、固定表示であった従来のモザイクブロックに代って、様々な情報を表示できるプロジェクタが採用されつつある。

以上のように、ユーザー要求と技術的背景から、現在では汎用OSを採用したクライアント/サーバ分散型システムが主流となっている。

また、小規模システムやバックアップシステムを対象として、サーバとクライアントの機能を統合したパソコン(PC)モデルも採用され、実績を伸ばしている。

3 大規模電力管理システムの開発

当社ではこのたび、24か所の変電所を対象とした近畿日本鉄道(株)名古屋地区変電所集中制御システムのリプレイスシステムとして、クライアント/サーバ構成のプラットフォームとアプリケーションを開発・納入した。

このシステムの構成と特長について以下に述べる。

3.1 システム構成

システム構成を図1に示す。

監視制御サーバを3台設け、サーバ二重化の構成を維持しながら、もう1台のサーバでオペレーターの訓練やデータベース(DB)メンテナンス後の確認試験を実施可能とした。

操作卓クライアントを3台設け、それぞれに17インチ液晶ディスプレイ(LCD)を2台設けた(図2)。

帳票作成用PCはサーバが収集した電力量、電流、電圧、機器動作回数のデータをダウンロードし、帳票作成、管理、保存を行う。

メンテナンスPCは、DBや画面の変更をユーザーが行うことを可能とし、変更したデータをサーバや卓にアップロードする。

系統監視盤として70インチ液晶投射型プロジェクタ3面を設けた。プロジェクタ表示用ワークステーション(WS)を2台設け、系統図画面のほか、全操作卓画面、PC画面、ビデオ映像など15種類の映像ソースを任意のプロジェクタに表示可能である。なお、サーバとプロジェクタ制御盤の通信機能により操作卓からの画像切替操作を可能としている。



図2. 操作卓概観 - 二つのLCDとプロジェクタにより多彩な情報を表示する。
General view of consoles

指令所と各変電所間の伝送を行う遠方監視制御装置は、既設置を流用した。流用装置を新システムとLANで接続するために、テレコンインタフェース装置(TCIF)を設けた。同装置のLANインタフェース部にはコンパクトテレコン(TOSMAP-CTC)を採用し、1面の筐体(きょうたい)に二重化構成で実装している。あわせて将来の遠方監視制御装置更新にも柔軟に対応できる構成とした。

3.2 システムの特長

- (1) ソフトウェアを共通化 ソフトウェアを共通部(プラットフォーム)+応用部(アプリケーション)の構成とし、標準化と柔軟性を両立させた。ユーザー固有仕様の影響を受けない入出力処理、サーバ-クライアント通信処理、基本オペレーション、画面表示処理など

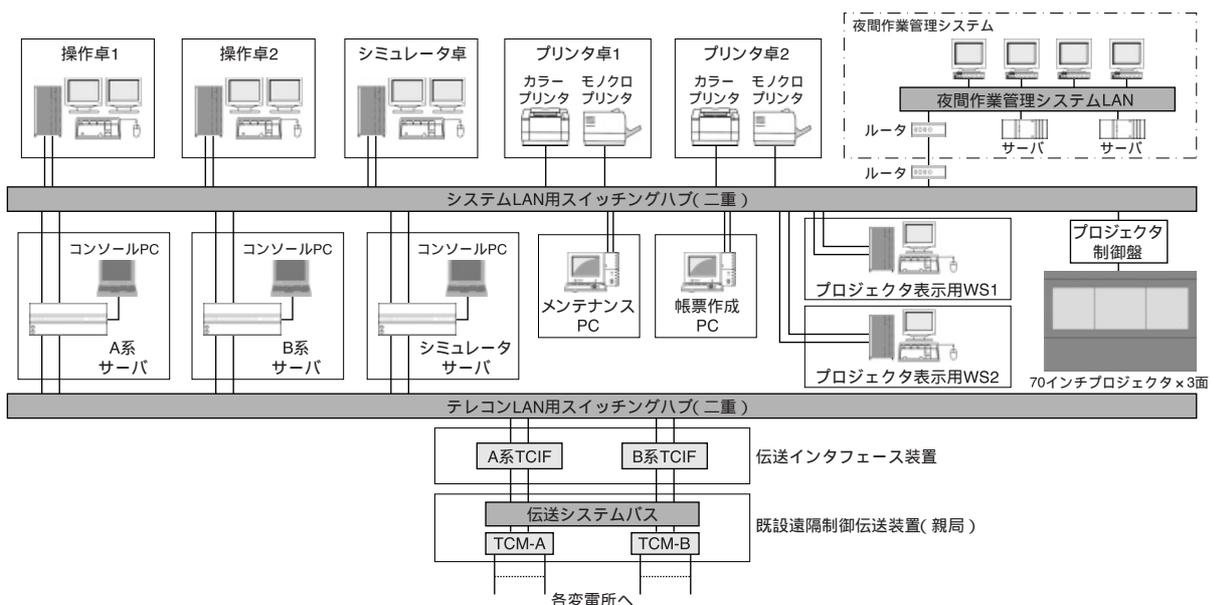


図1. システム構成例 - 近畿日本鉄道(株)名古屋地区変電所集中制御システムの構成を示す。
Configuration of SCADA system for railway substations (client-server system)

の共通部をプラットフォームとして開発し、今後のシステム展開に向けて低コスト化が可能な構成とした。

- (2) 高い信頼性 信頼性の高いシステム構成をプラットフォームで標準化した。常用/待機二重系+シミュレータの三重化構成とし、万一の場合にはシミュレータも常用サーバとして使用可能な構成とした。
- (3) システム監視盤レス システム全体の状態監視やモード切替えを行う従来のシステム監視盤を“システム監視機能”として完全にソフトウェア化し、標準化した(図3)。
- (4) 豊富な制御機能 このシステムでは以下の制御機能を備えている。
 - (a) 単独制御 スケルトン画面や系統図画面(図4)から機器シンボルを選択して入/切/解の制御を行う。
 - (b) 登録指定制御 オペレーターが制御条件や対象

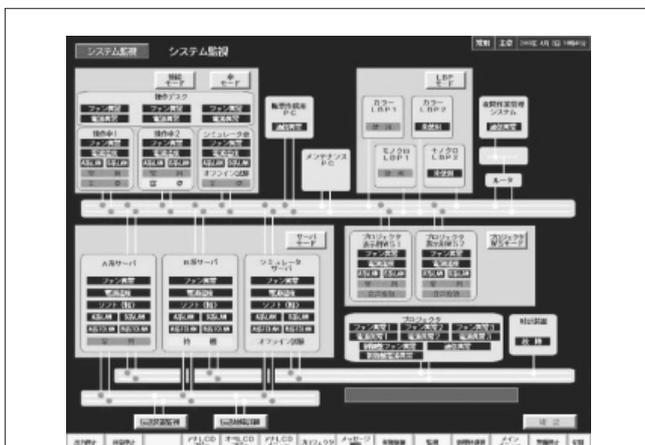


図3.システム監視画面 - システムの状態監視とモード切替えができる。
Example of system surveillance display

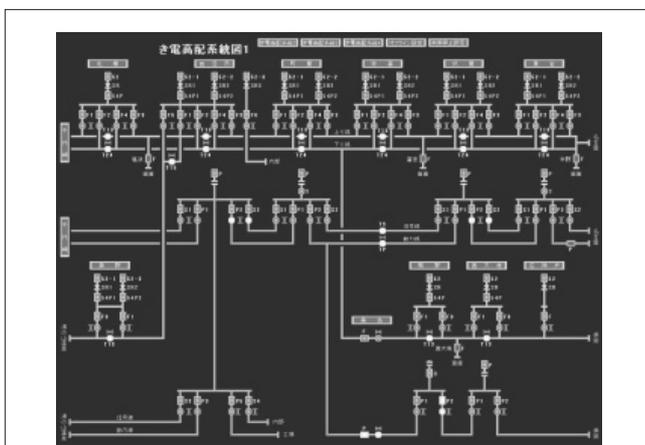


図4.き電・高圧配電系統図画面 - き電と高圧配電系統の状態表示と単独制御を行う。
Example of power transmission display

機器,制御順序を自由に設定して登録し,リストから呼び出して複数機器の一括制御を行う。

- (c) スケジュール制御 整流器とコンデンサの運転スケジュールの登録とその内容に従って,機器の運転/停止を行う。
 - (d) 計画休送電制御 夜間の線路作業計画の登録とその内容に従って,該当する区間の停電/送電を行う。現場との停送電確認状況などを管理する作業管理機能も併せ持っている。
 - (e) 非常停止制御 非常停止指令を出力し,当該変電所の全遮断器を開放する。
- それぞれの制御機能は,同一変電所や同じ系統の機器制御が競合しないように排他処理を設けている。また,制御出力前に様々な制御条件チェックを行い,条件不成立の場合には,制御を中止するとともにその理由をオペレーターに通知する。

- (5) 充実した故障処理機能 故障処理機能は,遠方監視制御装置から入力される変電所の異常情報と開放遮断器の情報から故障判定を行い,その結果を操作卓画面に自動表示するとともに音声で通知する。一度に複数の故障情報が発生しても,復旧の優先度が高い重大な故障から順に検出し,付随して発生したような故障は原因となる故障に集約するようにしている。また,変電所間の系統事故の場合には原因側変電所の特定も行い,復旧順も決定する。

故障判定の結果に応じて以下5種類の故障制御機能の承認要求を行い,オペレーターの承認により復旧制御を実行する。また,重大な事故が発生した場合は,当該機器にソフトロックをかけて誤投入防止を行う。

- (a) 切り制御 重故障によって遮断器だけが自動遮断した場合に,付随する断路器の開放制御(切り制御)を行う。
- (b) 再開路制御機能 対象となっている遮断器が遮断した場合,一定時間後に再投入を行う。整流器系は自動で行い,その他の遮断器はオペレーター承認により行う。
- (c) 連絡遮断制御機能(飛越し連絡遮断も行う) 連絡遮断装置のバックアップとして,対向する直流遮断器の開放制御を行う。
- (d) 89 T投入制御機能 変電所が送電不能となった場合に,き電タイ断路器(二つのき電回線の連絡に使う断路器 X 89 T)を投入し,延長き電を行う。
- (e) HSVCB故障制御 き電用直流高速度真空遮断器(HSVCB)の故障が発生した場合に,タイ断路器を投入し,HSVCBを開放する。
- (6) ユーザーメンテナンス機能の実装 ユーザーの手

により画面やDBの変更が可能なユーザーメンテナンス機能を実装した。メンテナンスPCの汎用グラフィックソフトウェア、表計算ソフトウェア、及び画面入出力信号割当てツール(今回開発)を使用して行い、高い操作性と広範囲のメンテナンスを実現している。

- (7) シミュレーション機能の実装 オペレーターの訓練やソフトウェア改造後の確認試験を目的としてシミュレーション機能を実装した。メンテナンスPCにて教育者が訓練シナリオを作成し(図5)、再生すると、試験モードに設定した操作卓とサーバにおいて、故障の発生やオペレーター操作に対する機器の応答が模擬できる。

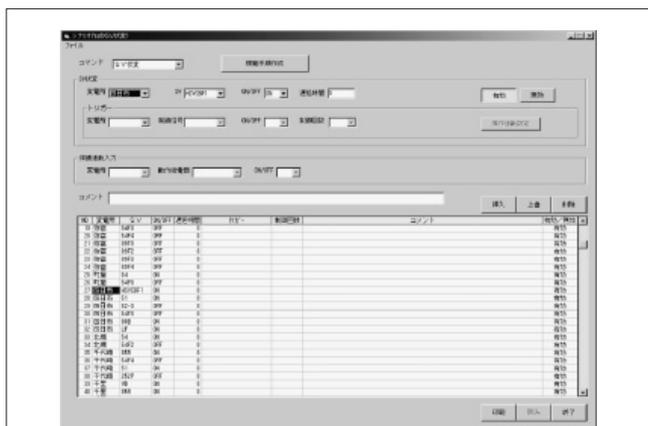


図5 .シミュレーションシナリオ作成 - オペレーターの訓練を行うため、シナリオを作成し再生することで模擬訓練ができる。
Example of simulation scenario creation display

4 小規模電力管理システム

当社では2～10変電所程度を監視対象とし、PCモデルを採用した小規模電力管理システムも納入している。

4.1 システム構成

システム構成例を図6に示す。

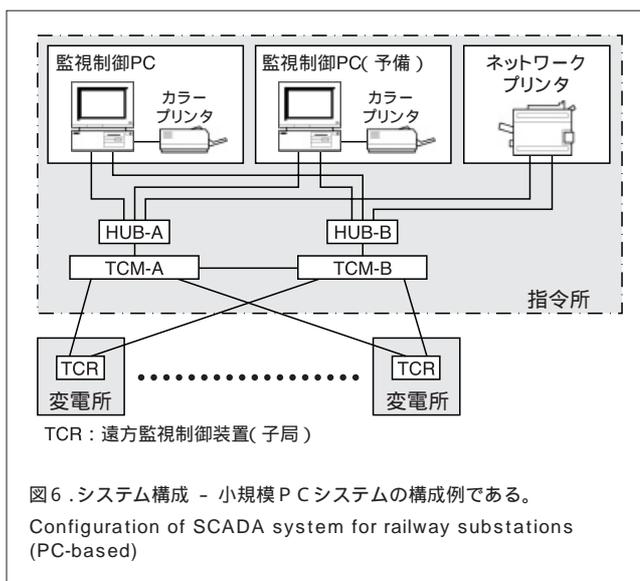
計算機の最小構成はPC1台とインクジェット式カラープリンタ(画面ハードコピー用)、ネットワークモノクロレーザービームプリンタ(帳票類印字用)及びネットワーク機器(HUB)で構成する。この例では予備機としてPCとカラープリンタを2台設けている。

遠方監視制御装置(親局:TCM)は二重化構成とし、信頼性を確保している。

4.2 機能

このシステムでは以下のとおり、電力管理システムとして必要な基本機能をすべて実装している。

- (1) 監視表示機能
- (2) 計測機能(電流, 電圧)
- (3) 電力管理機能(電力量)



- (4) 単独制御機能
- (5) スケジュール制御機能(整流器, き電)
- (6) 再閉路制御機能(き電, 配電)
- (7) 機器操作, 記録機能
- (8) 伝送系監視機能
- (9) メンテナンス機能

なお、PCベースである特長を生かし、表計算ソフトウェアなどの汎用ソフトウェアとのシームレスな操作性を実現している。

5 あとがき

計算機の高速度化やダウンサイジング、ネットワーク普及などの技術的背景から、信頼性が高く、高機能で扱いやすいシステムを低価格で提供しなければならない。これらのニーズに応えるため、当社では大規模システム、小規模システムにおいてプラットフォームを開発し製品化している。

今後はこのプラットフォームに磨きをかけるとともに、柔軟なアプリケーションとの組合せにより、お客さまにいっそう満足いただけるシステムを提供していく。



大辻 浩司 OTSUJI Koji

電力・社会システム社 交通システム事業部 交通電力システム技術部主務。電鉄用受変電システムエンジニアリング業務に従事。
Transportation Systems Div.