

# オープン分散アーキテクチャを指向した大規模系統監視制御所システムの実用化

## Large-Scale SCADA System Based on Open-Distributed Architecture

鶴間 司  
T. Tsuruma

舘小路 公士  
T. Tatekouji

祖山 隆文  
T. Soyama

高林 芳樹  
Y. Takabayashi

特定のアーキテクチャに基づく機能分散型電力系統監視制御所システムに、オープン分散アーキテクチャの考えを取り入れ、システムのプラットフォームを極力、国際標準あるいは業界標準に準拠したものを適用し、いつでも最新の技術をプラグインの形で取り込むことができる拡張性に優れた柔軟なオープン分散電力系統監視制御システム TOSCAN™-2000 シリーズを開発した。その実用化第一号機である北海道電力(株)函館系統制御所システムが1995年3月14日から正式運用を開始し、管内の約60か所の発電電所の系統監視制御と給電業務を行っている。

ここではオープン分散電力系統監視制御システムの特長、函館系統制御所システムの構成、機能について述べる。

Toshiba has developed TOSCAN™-2000 series. The TOSCAN™-2000 series incorporates the concept of open-distributed architecture in a function-distributed supervisory control and data acquisition (SCADA) system, and employs system platforms conforming to international standards or de facto industry standards. It allows the latest technologies to be adopted at any time, and has high expandability and portability.

The first such system has been installed at the Hakodate Regional Control Center of The Hokkaido Electric Power Co., Inc., where it went into operation on March 14, 1995. The Hakodate Regional Control Center monitors and controls about 60 power stations and substations.

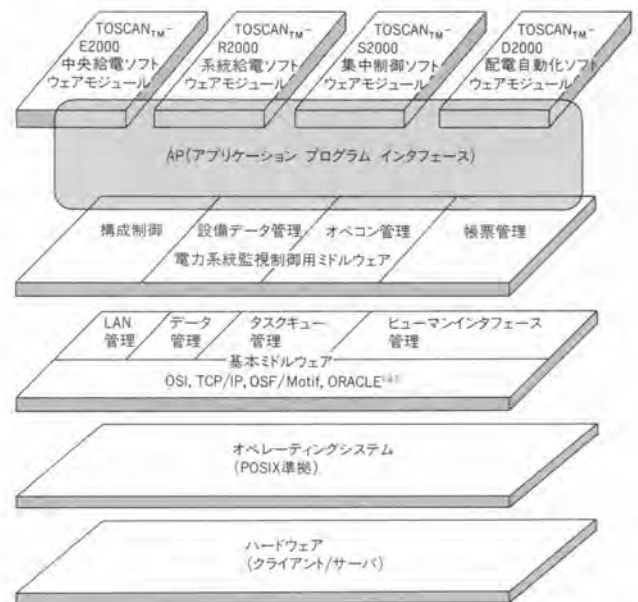
This paper outlines the features of the SCADA system based on an open-distributed architecture, and describes the configuration of and application software employed in the Hakodate Regional Control Center system.

### 1 まえがき

近年、電力系統は巨大化、複雑化し電力の安定供給に対する要求はますます高まるなか、電力系統監視制御所システムは、システムの大規模化に伴って集中型から機能分散システムへ移行し、拡張性、保守性に優れたシステムの構築を行ってきた。しかし、基本的には特定のアーキテクチャに基づくシステムであるため、最近の日進月歩の技術進歩を取り込む場合に、システムの再構築をせざるを得ない状況にあった。

このような時代背景にたち、当社は、オペレーティングシステム、情報伝送プロトコル、グラフィカルインタフェース(GUI)といったシステムのプラットフォームを極力国際標準あるいは業界標準に準拠したものを適用し、いつでも最新の技術をプラグインの形で取り込むことができ、拡張性に優れた柔軟なオープン分散電力系統監視制御システム TOSCAN™-2000 シリーズを開発した。図1に TOSCAN™-2000 シリーズのラインアップを示す。

その実用化第一号機である北海道電力(株)函館系統制御所システムが本年3月14日から正式運用を開始し、管内の約



POSIX : IEEEが規定するソフトウェア規格 (Portable Operating System for Computer Environments)  
 OSI : ISOが規定する開放型システム間相互接続規約 (Open Systems Interconnection)  
 TCP/IP : 米国国防総省開発によるLAN用プロトコル (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

図1. TOSCAN™-2000シリーズのラインアップ TOSCAN™-2000シリーズは、中央給電・系統給電・集中制御・配電自動化システム向けに、オープン分散システム環境を提供する。

TOSCAN™-2000 series line-up

(注1) ORACLEは、Oracle Corporationの商標。

60 か所の発電所の系統監視制御と給電業務を行っている。

以下、オープン分散電力系統監視制御システムの特長、函館系統制御所システムの構成、機能について述べる。

## 2 オープン分散電力系統監視制御システムの特長

図2にオープン分散電力系統監視制御システムの基本構成を示す。

### 2.1 クライアント/サーバシステム

電力系統監視制御機能を互いに独立な機能に分散し、おのにおに最適なプロセッサを割り付けた分散サーバ群と、高度なヒューマンインタフェース機能を備えたクライアント群がLANを中核として有機的に結合したクライアント/サーバシステム構成としている。監視制御サーバは実績に裏付けられた信頼性を踏襲し、オープンアーキテクチャを指向したりアルタイムプロセッシングサーバVL2000シリーズの2重化構成としている。帳票、通信制御、系統計画・解析計算の各分散サーバは、汎(はん)用エンジニアリングワークステーション(EWS)であるAS4000シリーズを基本的に適用している。クライアントについては高度なヒューマンインタフェースと高信頼性があるプロセス制御用ワークステーションPS2000シリーズを適用している。

### 2.2 オープンシステム

システムプラットフォームを極力、国際標準、あるいは業界標準に準拠したものを適用してシステムを構築し、逐次最新の技術をプラグインで取り込むことができる拡張性に優れた柔軟なシステムである。

### 2.3 高度なヒューマンインタフェース

TOSCAN™-2000シリーズでは、クライアントについてはプロセス制御用ワークステーションPS2000シリーズを適用し、Motif、Open-Look、X-windowなどの最新のGUIによって高度なヒューマンインタフェースを実現している。

図3にその一例を示す。

### 2.4 ソフトウェア資産の継承

オペレーティングシステムの上位に基本ミドルウェア、そして電力系統監視制御用ミドルウェアを搭載することによって普遍的なアプリケーションインタフェースを提供している。こうした構造によって、オペレーティングシステムや

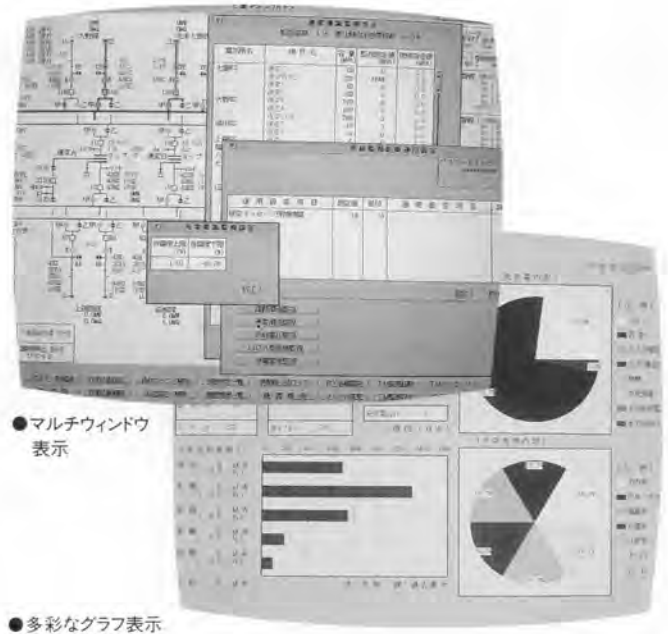


図3. 高度なヒューマンインタフェース マルチウィンドウ、スクロール、多彩なグラフ表示など、ワークステーションならではの高度なヒューマンインタフェース環境を実現可能にした。

High-quality human interface

データベース、情報通信プロトコル、ユーザインタフェースなどのシステム基盤が変更になってもアプリケーションプログラム自体は見直しが不要となり、ソフトウェア資産の継承を可能としている。

## 3 函館系統制御所システムの構成

図4に函館系統制御所システムの構成概念を示す。このシステムは前述のオープン分散コンセプトに基づき、システムLAN(2重化)、プロセスLAN(2重化)、OA/EA-LANを中核としたオープンで、柔軟性、拡張性に優れたクライアント/サーバシステムを構築している。LANプロトコルは業界標準のTCP/IPを採用し、給電情報処理装置(DNC)、および系統盤コントローラ(KDC)との異メーカー間接続を実現している。

また、被災時に災害対策室としても活用する訓練室には、LANを延長して諸装置を設置し、随時運転員の訓練を可能

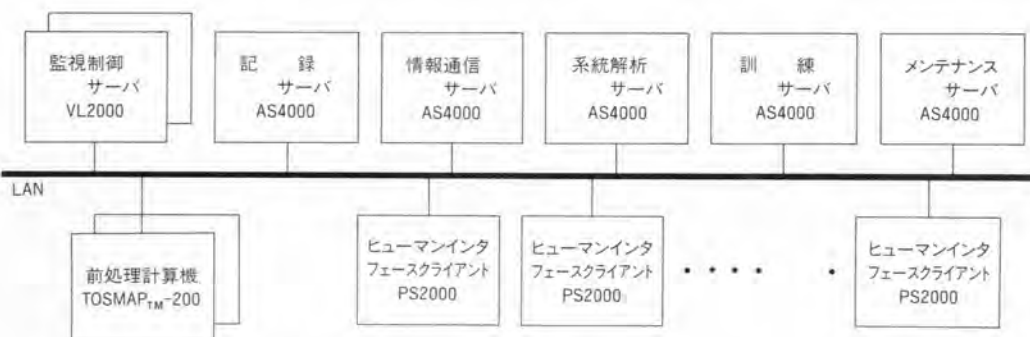


図2. オープン分散電力系統監視制御システムの基本構成 電力系統監視制御機能を互いに独立な機能に分散し割り付けた分散サーバ群とクライアント群を、LANを中核として有機的に結合する。

Basic configuration of open-distributed SCADA system

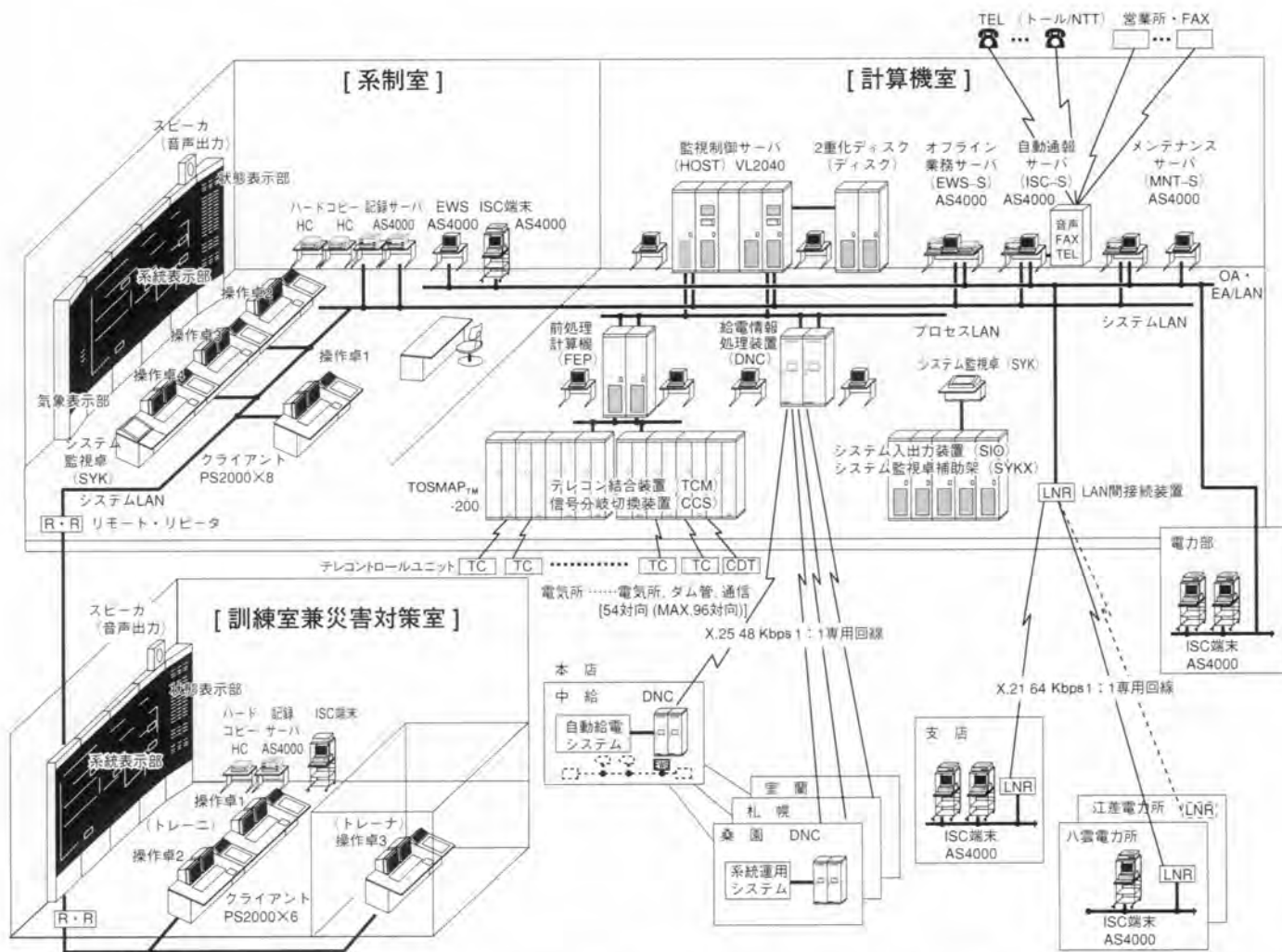


図4. 函館系統制御所システムの構成概念 監視制御サーバをはじめとして、LAN を中核に、オープンで柔軟性、拡張性に優れたクライアント/サーバシステムを実現した。

Configuration of Hakodate Regional Control Center system

としている。

理的に意識する必要がなく、システム運用を容易にしている。また、従来システムのようにホストCPUが全体のコントロールをする方式に比べて構成制御機能自体がシンプルになりシステムの拡張性を高めている。図5にこのシステムの構成制御概念を示す。

## 5 自動化機能と概要

函館系統制御所システムの自動化機能と概要を表1に示す。以下に新規導入機能、改善機能について説明する。

### 5.1 平常時システム操作における操作手順の自動作成機能

平常時における母線、送電線などの作業停止・復旧操作手順を、CRT(画像表示装置)を用いた会話形式で自動的に作成する。

### 5.2 電力系統事故情報の自動編集・自動通報機能

事故発生時に事故内容を把握し、事故件名を自動作成し事故速報として自動通報装置により、構内および遠隔所設置のCRT端末に、あるいは音声による通報、FAXの自動配

## 4 システム運用と構成制御方式

電力系統監視制御システムでは、その性質上連続したオンライン業務の実行と平行して、システム維持のためのメンテナンス機能や運転員の技能向上のための訓練機能が要求される。

函館系統制御所システムでは機能分散型デュプレックスシステムとして高い信頼性を確保するための構成制御方式を以下のように実施している。

物理的には存在しない二つの系“主系”“従系”を2系列デュプレックスシステムにおける論理系とし、この論理系には目的に応じた運用モードを定義して、各分散サーバを所属させることで機能を実現する。なお、2重化装置については、1台を主系もう1台を従系所属とし、つねに健全な装置が主系所属となるよう装置ごとに自律的な障害復旧処理を行っている。

この方式により、運転員は従来のように計算機の状態を物



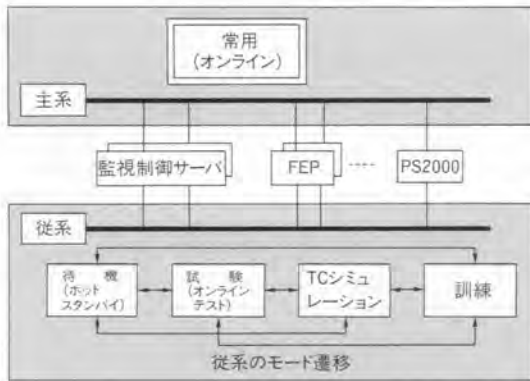


図5. 函館系統制御所システムの構成制御概念 運転員が従来のように計算機の状態を物理的に意識して運用する必要がない、新しい構成制御方式としている。

Configuration control of Hakodate Regional Control Center system

表1. 函館系統制御所システムの自動化機能  
Application software employed in Hakodate Regional Control Center system

大分類	小分類	機能概要
監視	2値情報監視	TC, CDT, DNC 経由 SV (2 値情報) の状態変化監視
	数値情報監視	TM (テレメータ) 情報の表示および、逸脱/復帰監視
	伝送系監視	TC, CDT, および伝送回線の異常監視
	水系気象監視	表示および設定値との逸脱/復帰監視
	充停電監視	開閉機接続状態から系統の充停電監視
	事故速報作成	事故発生時の事故速報の自動作成
個別制御 自動制御	機器個別操作	開閉器など制御対象機器の個別操作
	発電制御	スケジュールに従った発電機の並解列および出力調整の自動制御
	電圧無効電力制御	目標電圧スケジュールに従った機器自動制御
系統操作	平常時系統操作	停電操作手順の手動または自動作成および、作成した手順の自動実行
記録	監視結果記録	SF (機器の状態/故障) メッセージの CRT 画面表示, 帳票出力
	実績データ収集	実績データの収集と保存
	実績データ記録	実績データを基に日誌/月報ほかを編集
運用計画	貯水池運用計画	年間/旬間/月間/週間における貯水池運用計画の作成と補正を行う
	発電計画	水力発電所の運転スケジュールの作成
システム 試験	潮流計算	AC および DC 法による潮流計算の実施
	模擬試験	TC, CDT プロセスを模擬したシステム内部試験
訓練	オンライン試験	システムに実系統を接続してのオンライン試験
	シミュレータ訓練	電力系統の動的ふるまいを模擬した訓練
情報伝送	CDT 伝送	系制/通信/ダム管との SV, TM データの伝送
	給電情報伝送	中給/他系制間の給電情報の伝送
	運用資料作成	電力設備数や停電作業回数などの管理
システム 運用管理	システム運用実績	システム内装置の運転実績の管理
	システム障害実績	システム内装置の障害実績の管理
	メンテナンス実績	データベースメンテナンスの履歴管理など
メンテナンス	設備/画面/ 帳票メンテナンス	設備/画面/帳票のメンテナンスをメンテナンスサーバで一元管理し、実施する
	DLL	メンテナンスサーバからデータベースの DLL
構成制御		計算機, 周辺装置の管理および切換え
系統解析 支援	計画業務支援	各種計画業務の支援
	配電電圧管理	配電電圧の実績管理, 整定支援
	技術計算	地絡/短絡/ゼロ相循環電流ほかの計算機能

CDT: サイクリックデジタル情報伝送装置

信, 電話応答による情報提供を行う。

### 5.3 電力系統, 水系を動的に模擬した本格的な訓練機能

訓練室を設置しての本格的な訓練が可能。発電計画・水系計算とのリンク, 負荷変動を伴う系統の動的模擬, 容易な訓練シナリオ作成と訓練件名管理, プレイバックによる訓練評価が可能である。

### 5.4 メンテナンス機能

メンテナンスサーバによるデータベースの一元管理と各分散サーバへの DLL (Down Line Loading) により予定系統に対するメンテナンス性の向上を図っている。

### 5.5 給電情報ネットワーク

給電情報処理装置によるシステム連系の再構築により, 監視制御情報の連係, メンテナンス情報の受け渡しや中央給電指令所を中心とした他系制との合同訓練を可能にする。

## 6 あとがき

電力系統監視制御システムにオープン分散のコンセプトに基づいた最新のシステムアーキテクチャを適用することで, 電力系統監視制御システムに要求される高負荷時の処理性能・応答性の確保はもとより, ヒューマンインタフェースをはじめとして, 最新の技術を取り込み, かつ拡張性に優れた柔軟なシステムを構築することができた。また, 将来にわたってソフトウェア資産の継承を図ることができる。今後のシステムについて, TOSCAN™-2000 シリーズを適用していく。



鶴間 司 Tsukasa Tsuruma

1970年北海道電力株式会社に入社。給電・制御システムの運用, 開発に従事。現在, 制御システムグループリーダー。Hokkaido Electric Power Co., Inc.



館小路 公士 Takashi Tatekouji

1976年北海道電力株式会社に入社。給電・制御システムの運用, 開発に従事。現在, 制御システムグループ担当。Hokkaido Electric Power Co., Inc.



祖山 隆文 Takafumi Soyama

1983年入社。給電用計算機システムの開発設計に従事。現在, 府中工場電力用計算機システム部主務。Fuchu Works



高林 芳樹 Yoshiki Takabayashi

1982年入社。電力系統監視制御システムの開発に従事。現在, 電力事業部電力系統技術部主務。Power Systems Div.