

電力系統監視制御システムにおけるイントラネット適用設計

Design of SCADA Systems Applying Internet and Intranet Technologies

辻 尚志
TSUJI Hisashi

甲斐野 康雄
KAINO Yasuo

電力業界を取り巻く環境は、規制緩和・部分的市場開放など目まぐるしい変化の波を受け、よりいっそうコストダウンやリストラクチャリングの要求が強まっている。一方で、インターネット/イントラネット技術の爆発的な普及は、今や情報通信の分野で技術基盤としての位置を築いている。このような時代の潮流のなかで、当社は、各電力会社の要求にこたえるため、従来の電力系統監視制御システムに要求される高信頼・高応答性を実現しながら、インターネット/イントラネットの技術を生かしたコストダウンやリストラクチャリングを可能とするシステム提案を実施し、多数の引合いを受けている。

In recent years, there has been increasing demand for cost reduction and restructuring in supervisory control and data acquisition (SCADA) systems due to changes such as the deregulation scheme and partial liberalization of power retailing. At the same time, Internet and intranet technologies have become the base of information technology (IT).

To meet these requirements, Toshiba has been proposing SCADA system solutions applying Internet and intranet technologies offering high reliability and high performance, and is receiving a number of inquiries.

1 まえがき

当社は、早くから、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システムを開発・導入し、時代の動向にいち早く対応してきた。汎用性のある制御用ワークステーションを採用したオープン分散システムの開発や、パソコン(PC)を使用した小規模な電力系統監視制御システムなどの適用にも取り組んできた。最近では、電力イントラネット向けのミドルウェア(以下、MWと略記)パッケージ⁽¹⁾を開発・発表している。これは、近年の電力業界の規制緩和及び部分的市場開放などによる電力市場の変化や、各電力会社のいっそう強まりつつあるコストダウンやリストラクチャリングの要求にも、容易に対応できるものとして提案している。

現在、この提案について、多数の引合いを受けており、適用システムも増えつつある。これらの適用システムは、インターネット/イントラネット技術を活用しており、従来のシステムにはない新しい特長が多数ある。ここでは、そのMWも含めた新技術を用いた電力系統監視制御システムの構築技術について述べる。

2 イントラネット適用設計技術

2.1 新しい電力系統監視制御システムの要件

最近の規制緩和への対応及びコストダウン要求やIT(情報技術)の進歩から、最近のシステムでは以下のような要件が一般的になっている。

- (1) 組織変更や運用体系にフレキシブルに対応できる。

- (2) 従来システムと同等以上の信頼性、応答性を保つ。
- (3) ネットワークの信頼性やセキュリティに配慮する。
- (4) ハードウェア/ソフトウェアの面で低コスト化を目指す。

具体的には以下となる。

従来の電力系統監視制御システムは、各地域ごとに、その地域を監視制御するシステムを設置し、決まった制御箇所、特定対象だけを監視制御していた。新しいシステムでは、独立した地域ごとのシステムをイントラネットにより統合し、一貫した操作性の下、複数箇所の監視制御や、夜間・休日の切替え、被災時などの広域バックアップなど、フレキシブルな運用を目指す。システムのイメージを図1に示す。

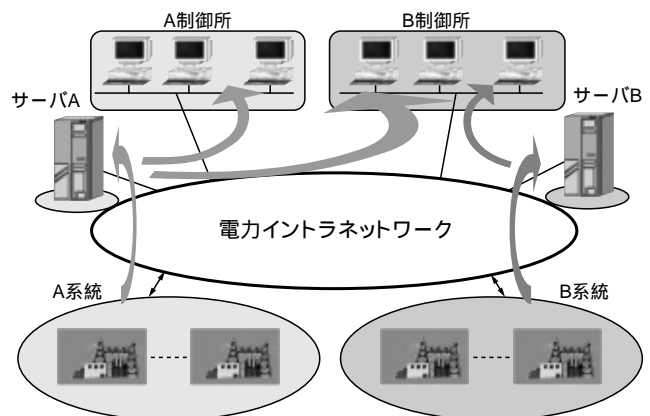


図1. 電力イントラネットシステムのイメージ
イントラネットワーク網を介してフレキシブルな運用が可能である。
Overview of intranet system

ここでは、新しい電力系統監視制御システムの要件についてまとめ、システム構築時に考慮すべき重要なポイントと技術について述べる。

2.2 フレキシブルな運用の実現

前節2.1の要件(1)を具体化すると、次のような運用が考えられる。

- (1) 全地域の一局集中監視制御
- (2) 休日/夜間などのバックアップ運用
- (3) 平常運転時の負荷の分散(ロードシェア)
- (4) 災害時などの広域バックアップ運用

このような要件に対応する技術について以下に述べる。

2.2.1 HMI(Human-Machine Interface)技術

フレキシブルな監視制御を行うためには、操作員がサーバの所在を意識することなく、操作卓の設置箇所などの制約なしに、業務の切替えが容易にできることが必要である。

この要件は、インターネット/イントラネット技術の基盤である3階層モデルを適用することで解決できる。監視制御を行う操作員とのHMIに関しては、インターネット/イントラネットの標準であるHTML(HyperText Markup Language)やJava^(注1)で作成した画面を、汎用ブラウザによりシンクライアントからサーバへアクセスして表示する方式を採用する。これによって、操作員は使用したい機能のあるサーバの設置場所などを意識する必要なく、DNS(Domain Name System)やディレクトリサーバにより、接続するサーバを替えたり表示する画面のリンク先を切り替えることで、操作卓で1か所もしくは複数の制御所の監視制御を行ったり機能を切り替えることが可能になり、また拡張も容易にできるようになる。

更に、TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol),HTTP(HyperText Transfer Protocol),FTP(File Transfer Protocol)などインターネット標準の通信プロトコルを使用することで、時代の技術動向に無理なく追従することが可能になる。

HMI技術の概要を図2に示す。

2.2.2 エリアアサインとアラームカテゴリ 画面表示や制御などがフレキシブルに行える反面、実電力系統は訓練された操作員が制御し、監視や制御を行う管轄範囲を決めるなどの制限も必要となる。システム構築においては、以下に挙げるエリアアサインやアラームカテゴリを考慮する必要がある。

- (1) 制御管轄エリアアサイン 各制御所ごとに受け持つ地域の制御権を決定する。
- (2) 制御卓エリアアサイン 各制御所の制御卓ごとに受け持つ地域を割りふる。
- (3) オペレータ認証エリアアサイン 各操作員が分担する地域を指定する。

(注1) Java及びその他のJavaを含む商標は、米国SunMicrosystems社の商標。

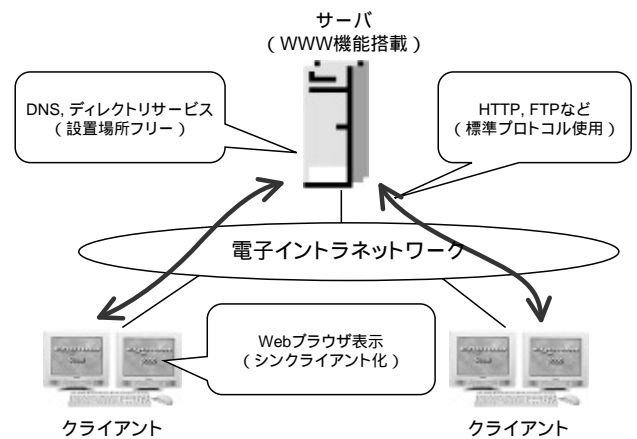


図2 . HMI技術の概要 インターネット標準技術を用いることで、技術動向に無理なく追従可能となる。

Overview of human-machine interface

- (4) アラームカテゴリ 各エリアアサインごとにメッセージや警報などの処理実施範囲を指定する。基本的に制御権と連動する。

これらは、トークン方式的にソフトウェアで実現したり、後述するICカードによるアクセスコントロールをハードウェアで実現することとする。

2.3 高信頼・高応答性の実現技術

電力系統監視制御システムは、基盤産業としての重要性から、非常に高い信頼性と、事故に即時応答するための高い応答性を要求される。ここでは、従来システムと同等の信頼性、応答性をネットワークを介した広域分散システムで実現するための技術について述べる。

2.3.1 クラスタによる構成制御 従来システムで行っていた個別接点渡しによるシステム管理はできない。ネットワーク上の通信により、ハードウェアやソフトウェアの管理を行う。これは、インターネットを介したクラスタ管理を行うDNCWARETMやHP OpenView^(注2)を用いた構成制御機能により実現する。具体的には、一つの計算機の中で複数のシステム向けソフトウェアをグループとして管理したり、そのグループ単位で、障害発生時のフェールオーバーを行ったり、負荷分散を行うことができる。これにより、ハードウェア/ソフトウェア両面で広域ネットワーク上でクラスタを組み、信頼性向上を図ることができる。概略イメージを図3に示す。

2.3.2 高速性 ネットワークを介して、離れた場所でのデータの授受や画面表示を行うには、高速性が要求される。広帯域のネットワークにより構築されている場合は問題は顕在化しないが、狭帯域のネットワークでは、負荷をかけないデータ送受信の仕組みが必要である。特に電力系統監視制御に必要なデータについては、高速性の必要の有無やサイズの大小に十分考慮し、最適なデータ管理が必要になる。

(注2) HP Open Viewは、Hewlett-Packard社の登録商標。

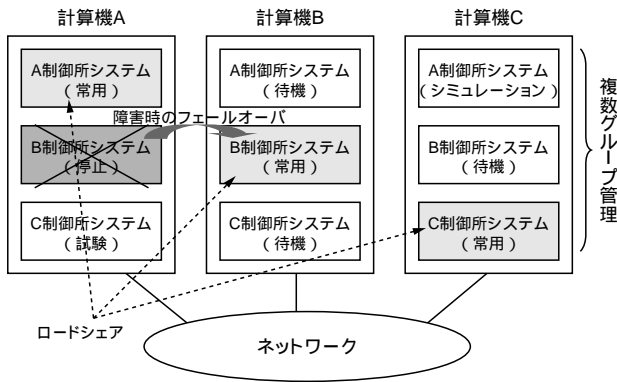


図3. ネットワークを介した運転管理概要 複数グループ管理によりロードシェア,フェールオーバーが可能となる。
Operation mode control in network

SV(2値情報)やTM(数値情報)のオンライン情報など高速性を必要とするものは,ネットワーク環境下で高速性を確保する電力イントラネットMWのGigaBase™を採用し,特に高速性の必要がないデータや大容量のデータなどは,メモリモッピングデータや汎用DBMS(DataBase Management System)を採用する。クライアントでの高速な画面表示には,地図情報などの高速表示が可能な電力イントラネットMWのGeoScroll™を採用することで高速性を確保できる。

2.4 ネットワーク設計

電力系統監視制御システムを広域連携するうえで,ネットワーク設計は重要なポイントとなる。ここでは,システムを構築するために具備すべき要件について述べる。

2.4.1 ネットワークの要件 電力系統監視制御システムのネットワークは,TCP/IP通信を基本とするが,信頼性と高速性の面から,ネットワーク設計に課せられるポイントとしては,以下がある。

- (1) 単一故障要因による伝送障害の回避 伝送ルートの単一故障で電力系統の監視や制御ができなくなることを防ぐよう,ルートの二重化,ハブやルータなどの通信機器のクラスタ化が必要である。アプリケーションで特に二重同時通信を考慮する必要をなくするため,電力イントラネットMWのGREMCAST™を採用する。また,伝送ルートを再検索するOSPF(Open Shorted Path First)などのダイナミックルーティングの採用も可能である。
- (2) ネットワークの監視 電力イントラネットMWのネットワーク管理機能により,SNMP(Simple Network Management Protocol)対応のネットワーク機器の監視や,各サーバやネットワークの負荷状況の把握などが可能である。
- (3) 伝送帯域を考慮した設計 クラスタを組んだサーバ間では,データのやり取りが必要になる。そのため,

データのサイズややり取りの頻度を十分考慮したアプリケーション設計が必要である。データの授受は前述のMWであるGigaBase™やGREMCAST™を採用することで高速性を実現できる。

- (4) セキュリティ 通信データの改竄(かいざん)やなりすまし,盗聴などに十分配慮する必要がある。以上述べたネットワークの概要を図4に示す。

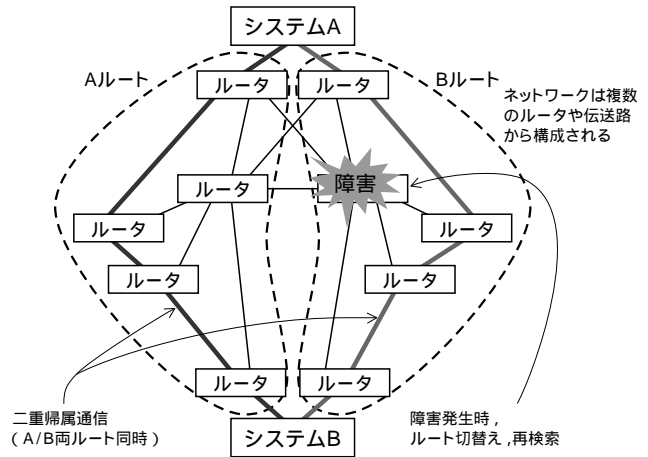


図4. ネットワークの概要 電力イントラネットシステム向けのネットワークには信頼性及び性能の面から,様々な要件が要求される。
Overview of networks

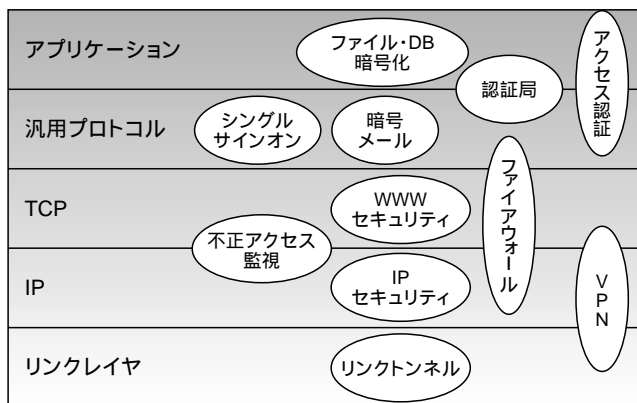
2.4.2 セキュリティポリシー 電力系統監視制御システムにおけるセキュリティポリシーを次にまとめる。

- (1) “何を守るか” 分散配置されたシステムの機能やデータを盗取,改竄,なりすまし,盗聴から守る。
- (2) “何に対して守るか” 使用するネットワークは,日勤者の事務系端末や外部システムとの様々な連携が考慮されるため,これら外部からのアクセスに対して(1)を実施する。
- (3) “どのようにして守るか” データの保護や盗聴防止には,通信パケットのフィルタリングや暗号化によりデータを守る。また,外部からのアクセスに対しては以下のツールを導入する。
 - (a) 公開鍵(かぎ)方式による認証
 - (b) ICカードによる認証
 - (c) アプリケーションゲートウェイによる進入防止
 - (d) アクセス制御リストによる破壊防止
 - (e) 不正アクセス監視ツールによる監視

このようなセキュリティ対策の体系を図5に示す。これらのセキュリティ要件を考慮した電力イントラネットMWをパッケージとして適用することとする。

2.5 低コスト化

2.1の要件(4)の低コスト化について,電力系統監視制御



DB : データベース
VPN : Virtual Private Network

図5. セキュリティ対策の体系 各階層ごとに応じたセキュリティ対策を検討する必要がある。

Security scheme

システムを構築するうえで留意する点をまとめる。

2.5.1 ハードウェア システムの中心となるサーバやクライアントは、低コスト化を図るために汎用機を適用する。しかし、電力系統監視を行ううえで欠かせない高信頼性を実現するためにも、RAS (Reliability, Availability and Serviceability) 機能を具備することとする。更に、信頼性を向上させるべくGIGASIS™をはじめとする電力イントラネットMWを採用する。

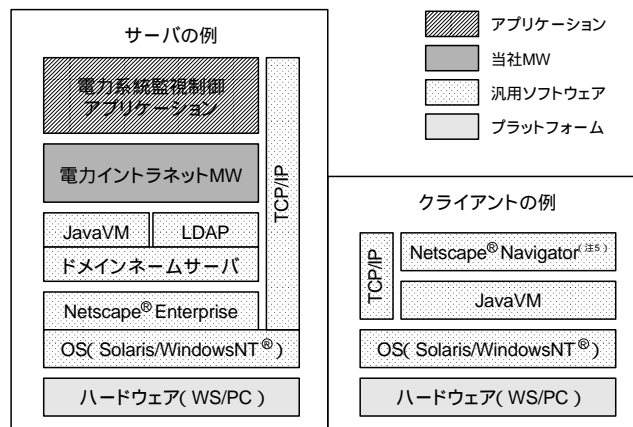
また、既存の特殊性の強いハードウェアをなくすことも考慮する。具体的な実現方法は次のとおりである。

- (1) 総合監視盤のプロジェクト化
- (2) 操作卓のボタンや接点の排除 (ソフトウェアボタンの採用)
- (3) システム監視卓の廃止 (論理サーバ採用)

2.5.2 ソフトウェア 以下の事項を考慮することで、ソフトウェアのコストを極力抑えることとする。

- (1) 電力系統監視機能のアプリケーションソフトウェアの標準化
- (2) Solaris^(注3)やWindowsNT^{®(注4)}などの汎用基本ソフトウェア (OS) の採用
- (3) ワークステーション (WS) やPCなど、プラットフォームの差異を吸収し、高信頼性、高性能を実現する電力イントラネットMWの採用
- (4) Netscape[®]ブラウザやJava、ディレクトリサービスなどへの汎用MWの適用

(注3) Solarisは、米国Sun Microsystems社の商標。
 (注4) WindowsNTは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。
 (注5) Netscape、Netscape Navigatorは、Netscape Communications社の商標。



LDAP : Lightweight Directory Access Protocol

図6. ソフトウェア構成例 アプリケーションソフトウェアの標準化と、電力系統監視システムに必要な高信頼性を実現するソフトウェアの構成の例を示す。

Example of software configuration

電力系統監視システムを構成するサーバやクライアントの具体的な実現例を図6にまとめた。

3 あとがき

電力系統監視制御システムにおけるイントラネット提供技術について述べた。今後、電力業界を取り巻く環境も急激な変化の時代を迎えることが予想される。また、インターネット / イントラネット技術も革新が進むことだろう。当社は、このようなインターネット / イントラネット技術に追従しつつ、電力産業の構造的変化にも柔軟、敏速に対応できるシステムの最適なソリューション提案を行っていきたいと考えている。

文 献

- (1) 佐藤 茂, ほか. イントラネット技術を実現するコンポーネント. 東芝レビュー .56, 2, 2001, p.49 - 51.



辻 尚志 TSUJI Hisashi
 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務。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。
 Power Systems & Services Div.



甲斐野 康雄 KAINO Yasuo
 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主務。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。
 Fuchu Operations - Power Systems