

広域ネットワーク分散型系統制御システム

New Distributed SCADA Systems on Wide-Area IP Network

大佐古 佳明 齋藤 英揮 辻 尚志

■ OHSAKO Yoshiaki

■ SAITO Hideki

■ TSUJI Hisashi

東芝は、イントラネット技術を適用した電力系統監視制御システム向けミドルウェアを他社に先駆けて開発し、このミドルウェアを適用した国内初の広域ネットワーク分散型の系統制御システムを2005年に納入した。

更に、当社が提案したマルチサイト管理によるサーバ統合、信頼性の高い通信制御、非セキュアネットワークからのセキュリティ確保などを実現することで、系統制御システム分野でも、広域ネットワーク分散化による多くのメリットが享受できるようになった。これにより、現在、この広域ネットワーク分散型システムが系統制御システムの主流となってきた。

Toshiba developed a middleware applying intranet technologies for supervisory control and data acquisition (SCADA) systems ahead of other companies, and supplied Japan's first wide-area-network distributed SCADA system incorporating this middleware in 2005.

For wide-area Internet Protocol (IP)-network distributed SCADA systems, we have applied our original technologies to realize the integration of servers by multisite management and highly reliable communications control, and to ensure security from unsecured networks. Based on the advantages of these technologies we have been leading the field of wide-area-network distributed systems, which has recently become the mainstream model for updating SCADA systems.

1 まえがき

系統制御システムは、電力の安定供給を確保しつつ、管轄する複数の発電所や変電所を、遠方の制御所から効率的に監視制御を行うことを主たる目的としている。

東芝が将来を見据えて電力イントラネット構想を発表した1999年当時は、まだ、オープン分散システムが電力会社向け系統制御システムに浸透しつつある段階であった。

しかしながら、当時主流のオープン分散システムもあくまで制御所単位の構成であった。このため当社は、インターネットの普及と通信ネットワーク環境の高速化や条件整備が進んだ時代では、システムを広域ネットワーク分散化することで、そのメリットを最大限に引き出せると考えていた。

そこで、高速ブラウザ方式や高信頼性を確保したマルチキャスト通信を採用して、ネットワーク分散システムを実現する“広域分散対応ミドルウェア”を提唱し開発を進めてきた⁽¹⁾⁻⁽³⁾。

ここでは、この分野で先進的な開発を行ってきた当社の広域ネットワーク分散型系統制御システムの特長について述べる。

2 広域ネットワーク分散型系統制御システムの特長

従来、制御所単位の構築していた系統制御システムに対し、当社は、広域IP (Internet Protocol) ネットワークを活用し、複数の制御所を一つの広域ネットワーク分散型システムとして実現した。

2.1 広域ネットワーク上でのサーバ分散配置

広域ネットワーク分散型システムの基本的なシステム構成は、一見するとワークステーションやパソコン端末によって構成される、クライアント-サーバ方式の形態の延長線上にある。

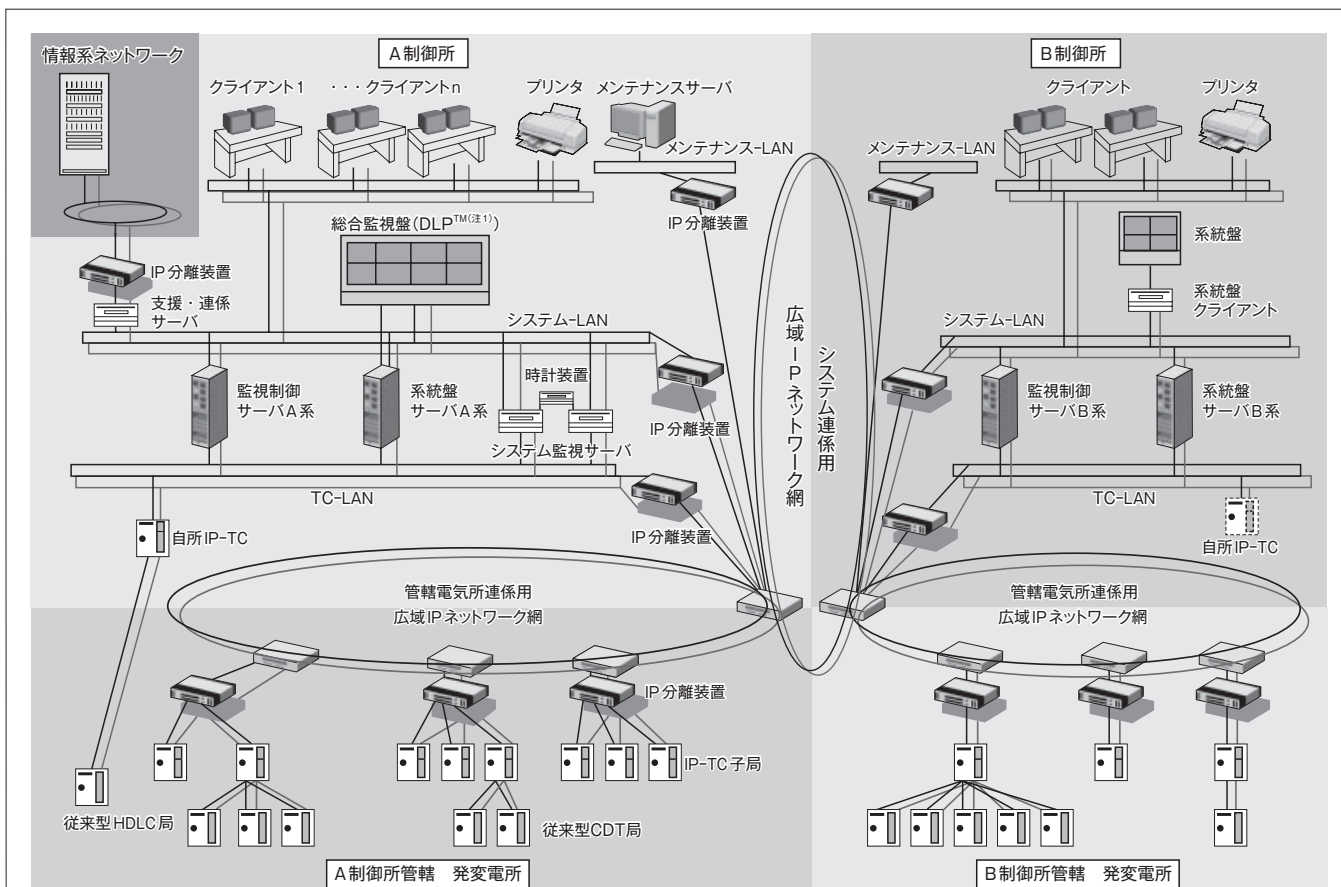
しかしながら、その最大の特長は、地理的に離れた複数の制御所を広域ネットワークで連係し、計算機の設置場所と制御所が必ずしも一致する必要がないという点にある。

また、各種オペレータの操作端末となるクライアントに対してはアクセス管理を実施し、高速アクセスのWebブラウザ方式を採用している。

これによって、広域ネットワーク上に分散配置されるクライアントとサーバの関係も、従来の制御所内で固定的接続関係にある制約から解放される点も注目すべき特長である。

図1は、広域ネットワーク分散型系統制御システムの構成事例であり、これを実現する広域分散対応ミドルウェアの特長は、次のとおりである。

- (1) 広域ネットワーク間で計算機の自由配置を可能とし、かつ広域分散したサーバ間での相互バックアップ連係機能
 - (2) 広域ネットワーク上に分散配置されるサーバ間での高信頼通信制御機能とサーバの遠隔運用管理機能
 - (3) 広域ネットワーク下に必要なセキュリティ管理機能とアクセスコントロール機能
 - (4) 広域ネットワーク上で大規模なデータを共有し、高速で高信頼を実現するデータ管理機能
- これらは、当社が他社に先駆けて実現してきた機能であり、



DLP : Digital Light Processing

図1. 広域ネットワーク分散型系統制御システムの構築事例 — IP網で接続された広域ネットワーク上に、自由にサーバ群及びクライアント群を配置することが可能である。

Example of distributed SCADA system on wide-area network

広域ネットワーク分散型システムに必須である。

2.2 マルチサイト管理によるサーバ統合

近年、計算機の処理性能が飛躍的に向上し、かつ一つのサーバに複数のCPUが実装されている。

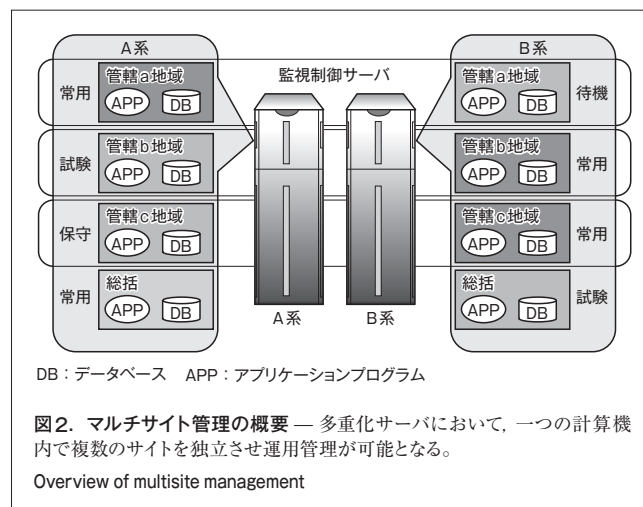
これにより、系統制御システムの中核を成す監視制御サーバをはじめとする各サーバは、性能面では複数の制御所分の処理が可能となり、物理的なハードウェア装置の数を削減できるようになった。

このため、オープン分散システムの延長線上で構築する場合でも、系統制御システムは複数の制御所を統廃合し、一つの制御所が管轄する範囲を拡大することが可能になった。

しかし、制御所の規模だけを拡大した場合、従来の多重化サーバの運転モード管理方法では、ソフトウェアメンテナンス時の切替え作業が管轄範囲全体に波及する可能性がある。

この課題を解消するためには、物理的には一つの計算機の中で動作するアプリケーションソフトウェアとそれがアクセスするデータベースを仮想的に複数のグループに分けて、それぞれが独立して動作できる環境が必要である。

これに対して当社は、計算機リソースの仮想化技術を駆使し、多重化したサーバにおいて複数のグループが独立した運



DB : データベース APP : アプリケーションプログラム

図2. マルチサイト管理の概要 — 多重化サーバにおいて、一つの計算機内で複数のサイトを独立させ運用管理が可能となる。

Overview of multisite management

(注1) DLPは、米国テキサスインスツルメンツ社の商標。

転モードで動作することができる仕組み、すなわちマルチサイト管理機能を実用化した。

具体的には図2に示すように、二重化構成の監視制御サーバにおいて、管轄a地域の制御所ではA系常用及びB系待機、管轄b地域の制御所ではA系試験及びB系常用、管轄c地域の制御所ではA系保守及びB系常用、といった状態の異なる運転モードの組合せで運用することができる。

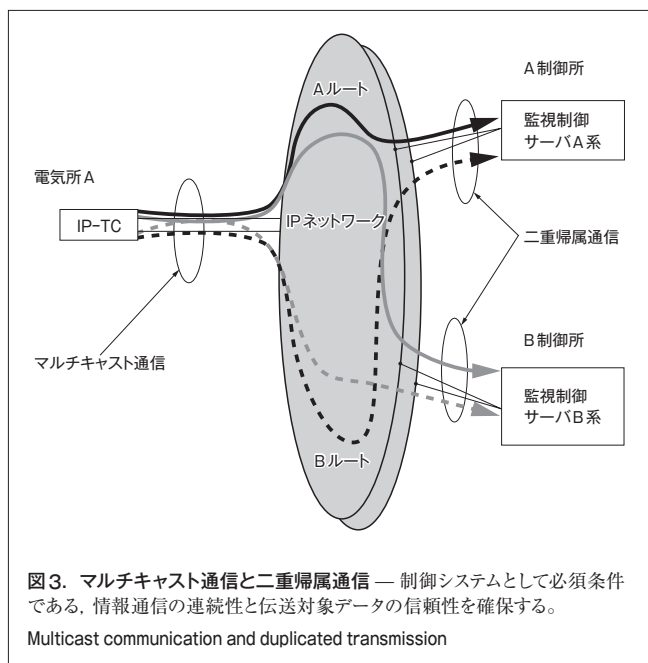
この結果、複数の制御所が同一のサーバを利用して運用しても、運用者からはあたかも別々のサーバが動作している環境が得られることになる。

2.3 信頼性を確保した通信プロトコル

電力会社における広域ネットワークの整備は、制御所相互のIP関係にとどまらず、監視制御の対象となる遠隔の発電所や変電所に対しても進んできている。このため、監視制御に関する情報伝送手段として、従来のHDLC (High-level Data Link Control) 方式やCDT (Cyclic Digital Telemeter) 方式といったpoint-to-pointの通信プロトコルに代わり、IP網に接続できる遠方監視制御装置(以下、TCと記す)を採用する動きが活発化している。

この分野においても当社は、広域ネットワークに追従するIP-TCの適用に備えて、信頼性の高いマルチキャスト通信や二重帰属通信(図3)を念頭においた通信制御技術(TCSP-IP: Telemetry and Control System Protocol for IP-network)を他社に先駆けて開発した。

この通信制御技術は、単なる伝送路のIP化対応の範ちゅうにとどまらず、TC情報を広域ネットワークに分散配置したサーバ群に対して、信頼性の高い情報をマルチキャスト通信で配信することを目的としている。



2.4 制御所バックアップ及び代行運転

前述までの特長により、広域ネットワーク分散型系統制御システムを採用した制御所においては、管轄する制御権のアクセスコントロールを行うことで、複数の制御所を同一の制御端末を使用して監視制御できる。

このことは、制御所の被災時に別の制御所でバックアップ運転ができ、夜間の代行運転や事故時復旧の応援対応を遠隔地の制御所から実施できることを意味する。

2.5 ソフトウェアの一元管理

ソフトウェア及びデータベースを一元管理できるメリットは、次のとおりである。

- (1) システム構築時の試験効率が向上することで、システム開発のリードタイムが短縮
- (2) 運用開始後のソフトウェアメンテナンスに要する時間を短縮でき、システムの稼働率が向上
- (3) システム全体の品質が向上

従来の制御所単位にクローズしたシステム構成の場合は、実装するソフトウェアを標準化し、同一のデータベース構成とすることでソフトウェアの一元化を図ってきた。しかし、機能改善や設備変更に伴うデータベースの変更に際しては、インストール作業を制御所ごとに実施する必要があった。

一方、広域ネットワーク上にサーバが分散配置したシステム構成となっていることにより、複数の制御所の運用に必要なソフトウェア並びにデータベースのインストール作業自体も一元的に実施できる点が、いっそうのメリットとして挙げられる。

2.6 防護装置によるセキュリティ

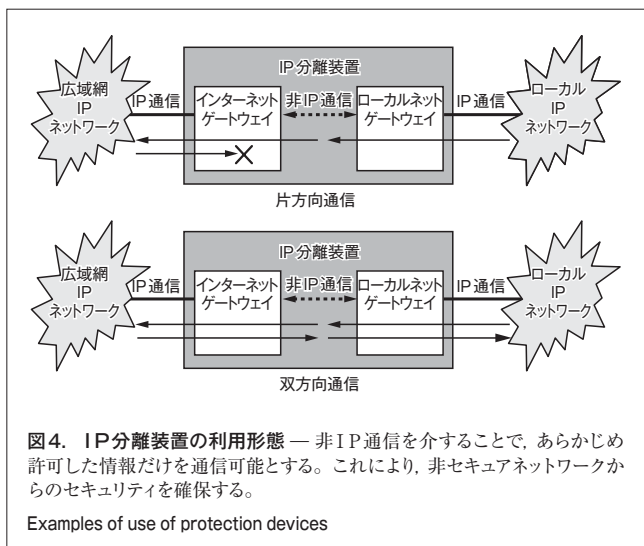
IP網を活用してシステム構築を行う際には、なりすまし、ハッキングなどの不正アクセス、及び外部からの攻撃に対し、電力会社各社のセキュリティポリシーに対応した各種防護策の実現とその手段の確保が必須となる。

その対策と手段は、運用面や機能面から各種アクセスに関する認証技術の適用、ファイアウォールによる非セキュアなネットワークからセキュアなネットワークに対する要塞(ようさい)化技術、及び情報の暗号化など様々な手法と技術が浸透しつつある。

一方、ソフトウェア面の防護策においては、それを突破する手段の出現に対する対抗策が逐次的にならざるをえない状況にもある。このことが、ユーザーである電力会社において、制御系システムに広域IP網を適用する範囲を限定若しくは制限する一つの要因にもなっていた。

これに対し、セキュリティ上の脅威からセキュアなIPネットワークを守るため、IP網間に設置する防護装置として、二つの異なるIP網に非IP通信を利用して接続する、IP分離装置を他社に先駆けて開発し製品化した。

図4に示すように、IP分離装置の内部は、非セキュアなネットワーク、想定する広域IPネットワークに接続するインターネット



ゲートウェイ、及びセキュアなネットワークであるローカルIPネットワークに接続するローカルネットワークゲートウェイにより構成されている。

二つのゲートウェイ間は、IPを用いない方法で接続する構成とし、データ通信は専用ハードウェアで行う。このため、インターネットサービスを行う各種ソフトウェア (ftp, telnet など) による通信はまったくできなくなる。

片方向通信では、セキュアネットワークから非セキュアネットワークへの片方向の通信だけ許可し、通信方向を限定することで、セキュアネットワークを非セキュアネットワーク側の脅威から守ることができる。

また、ユーザーが指定した用途に限定して双方向の通信ができるようにすることでセキュリティを保持することも可能である。

3 次世代システム制御システムに向けて

現在の広域ネットワーク分散型システムは、制御所を中心とした階層のシステム統合に際して、システムを構成する各種サーバの設置場所を運用者が意識せずに利用できる点が最大のメリットである。また、広域ネットワーク上に適材適所のサーバ機種を自由に分散配置できるという利点も、ユーザーの投資コストをトータル的に抑制することに大きく貢献している。

一方、技術革新と社会・経済情勢の変化にいち早く追従するうえでは、組織自体の柔軟性も求められる時代となっており、電力システムにおける階層構造も見直しが進められつつある。また、IT (情報技術) の進歩と汎用化技術の適用範囲の拡大に伴い、制御系と情報系のシステムの垣根がなくなってくるのが容易に推測される。

このため、当社としては、組織形態や階層構造の変更にも容易に追従できるSOA (Service Oriented Architecture) の概念を取り込み、給電・配電業務及び設備管理支援など系統

設備全般に対応できるシステムが次世代の担い手になりえると考えている。

4 あとがき

当社が提案した広域ネットワーク分散システム対応の系統制御システムを2005年に国内で初めて納入し、その後、系統制御システムの更新形態において主流となってきている。

この分野においては、情報処理やITの進歩に伴い適用するシステムアーキテクチャーも進化し発展してきた。このため、オープン分散システムから広域ネットワーク分散システムへ移行してきた過程を踏まえ、常に時代を先取りした要素技術の適用や応用に関する研究開発の推進が必要と考えている。

今後は、これらの要素技術がユーザーのニーズに適合するよう、系統制御に関する運用・保守面からの要望にも応え、いっそうの使い勝手の向上と信頼性の高いシステムの構築を目指して取り組んでいきたい。

文 献

- (1) 増田文雄, ほか. 大規模システムへの適用が加速する電力インフラネット. 東芝レビュー. 57, 2, 2002, p.34-39.
- (2) 辻 尚志, ほか. 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. 東芝レビュー. 57, 2, 2002, p.40-43.
- (3) 長谷川義朗. 進化するGIGASOLUTION™ミドルウェア. 東芝レビュー. 57, 2, 2002, P.54-57.



大佐古 佳明 OHSAKO Yoshiaki

電力流通・産業システム社 電力流通システム事業部 電力系統技術部主査。電力系統監視制御システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。

Transmission & Distribution Systems Div.



斎藤 英揮 SAITO Hideki

電力流通・産業システム社 府中事業所 電力系統システム部グループ長。

電力系統監視制御システムの設計・開発業務に従事。

Fuchu Complex.



辻 尚志 TSUJI Hisashi

電力流通・産業システム社 電力流通システム事業部 電力系統技術部主査。電力系統監視制御システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。

Transmission & Distribution Systems Div.