

電力系統監視制御システムの技術動向

Trends in Advanced Control Systems for Power Systems

渡部 洋司 三田村 謙一 工藤 謹正

■ WATANABE Hiroshi ■ MITAMURA Kenichi ■ KUDO Yoshimasa

電力系統監視制御システムを取り巻く環境は大きく変化してきており、このため東芝は、次世代監視制御システムの実現に向けて、系統制御技術の二つのイノベーションに取り組んでいる。第1は、仮想化技術を適用した統合ミドルウェアによるシステム構築であり、第2は、新たな最適化論理、高機能遠方監視制御装置（以下、テレコンと記す）、配電子局の高度化、及び情報支援の高度化による運転員を支援する系統制御技術の高度化である。これらのイノベーションを実現することで、顧客である電力会社と協力して電力の安定供給を支えるシステム構築を目指していく。

Toshiba provides a broad range of systems for power systems, including energy management systems (EMS) for generation control and network analysis, supervisory control and data acquisition (SCADA) systems, and distribution automation systems (DAS). The requirements for these systems have been changing greatly in recent years, in line with the changing circumstances in the power system environment. We have therefore been making innovations to power system technologies in order to develop advanced control systems for power systems.

First, we have developed an advanced middleware applied to virtual technology as an innovation of the system configuration. Second, we have developed a new information system, a high-performance telecommunication unit, and a remote terminal unit to assist operators. Through these innovations in power system technologies, we are aiming at the development of optimized control systems supporting stable power supply.

電力系統監視制御システムを取り巻く環境の変化

従来の電力系統監視制御システムは、電圧階級や地域ごとにシステムが設置され、その時代の要請と最新技術を適用することで機能の自動化と高度化が図られて発展してきた。

近年、電力系統監視制御システムを取り巻く環境は大きく変化してきており、その変化に応じてシステムの形態や監視制御機能にも大きな変革が求められている。代表的な変化として、経済運用と環境負荷との協調、様々な電気事業者の参入に伴う電力の安定供給、及びネットワーク技術の進展などが挙げられる。

経済運用と環境負荷との協調や、様々な電気事業者の参入に伴う電力の安定供給という変化は、良質な電力を需要家に供給するために必要となる監視制御機能の中でも、需給計画・制御や事故復旧などの機能に大きな変化をもたらすと考えている。

一方、ネットワーク技術の進展は、ク



ライアントとサーバは必ずしも同一場所に設置する必要がないことから、運用の効率化ともあいまって、既にシステムの形態に変化をもたらしている。この変化は、更に運転員の環境にまで影響を及ぼすと考えている。

これらの変化に対する現在の状況と、イノベーションによって実現する次世代監視制御システムについて、以下に述べる。

広域分散型システムの 進展と適用事例

IP (Internet Protocol) ネットワークの進展に対応した監視制御システムは、既に開発を完了して“広域分散型監視制御システム”として導入されてきている。

東芝は、1999年に他社に先駆けてイントラネット技術を応用した広域分散型監視制御システムのコンセプト“電力イントラネット構想”を発表した⁽¹⁾。この構想を実現する“広域分散対応ミドルウェア”を搭載した電力系統監視制御システムが、2005年に運用開始した(図1)。

広域分散型システムでは、代表制御

所に監視制御サーバを設置した制御所統合や広域での監視制御サーバのバックアップが可能になる。電力会社における制御用の通信網がIPネットワーク化されるに伴い、2005年以降、制御所統合を実現する広域分散型システムが多数導入されてきている。また、広域でサーバのバックアップを可能とする広域分散型システムも現在構築中である。以下に、その事例について述べる。

■制御所統合

従来は、制御所ごとに監視制御サーバを配置して管轄する制御エリアの機器を制御していたが、広域分散型システ

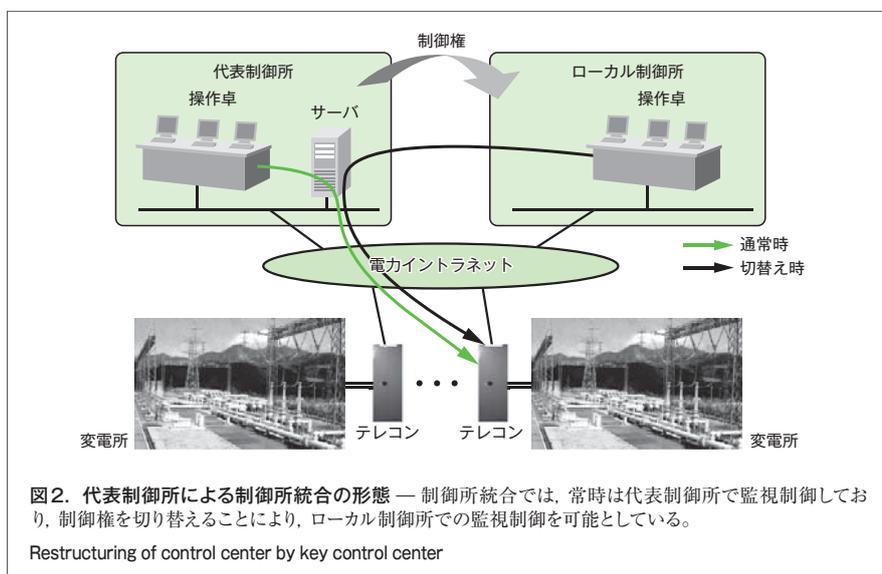
ムを適用することで、サーバは代表制御所に設置するだけで、ほかの制御所(ローカル制御所)にはクライアントだけとすることができる(図2)。

これによって、常時は代表制御所で全体を監視制御し、現地の制御所で監視制御が必要なときに制御権を切り替えることで、ローカル制御所のクライアントから代表制御所の監視制御サーバ経由で機器の監視制御ができる。

■広域でのサーバ バックアップ

従来は、制御所ごとに監視制御サーバを二重化することでシステムの信頼性を高めていた。

広域で監視制御サーバのバックアップを実現する(図3)ことで、広域でシステムの多重化が可能になる。これにより、システムの信頼性を確保しながら全体のサーバ台数を削減でき、サーバの設置場所を分散することで被災などに対する危険分散が図られ、更に信頼性を向上できる。

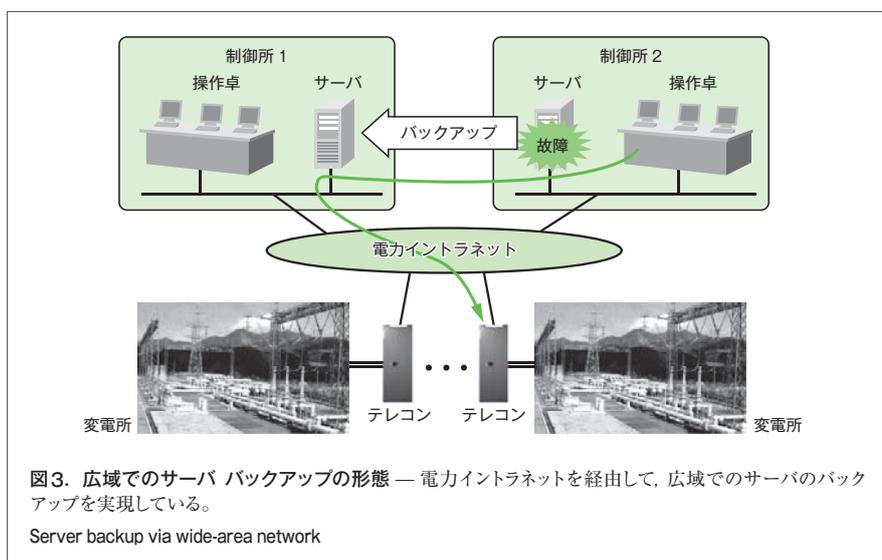


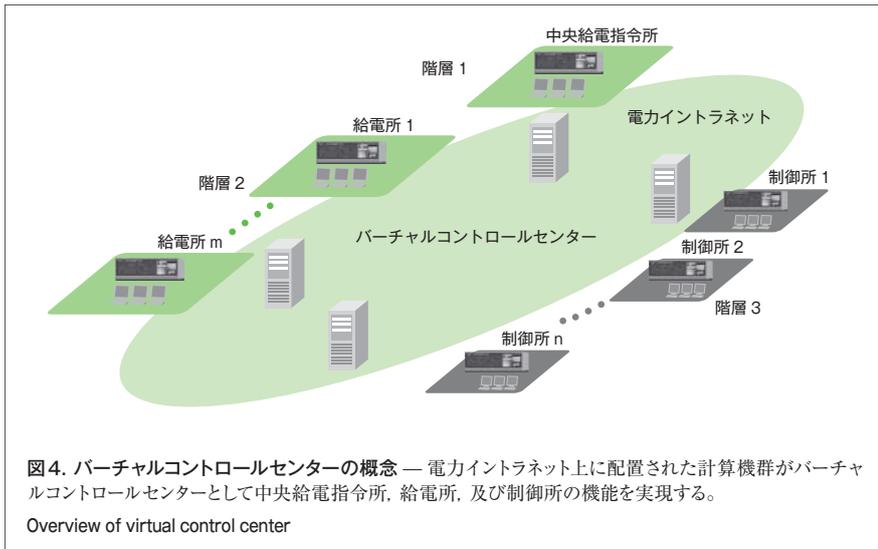
次世代監視制御システムに 対する取組み

IPネットワークの進展による監視制御システムの形態の変化は、電力会社の同一制御階層の中で実現されてきている。一方、運用の効率化を更に進めて制御階層をまたがって監視制御システムを統合する動きがあり、次世代の監視制御システムは、階層をまたがった複数の制御所が信頼性と独立性を保ちつつ、システムを共有するバーチャルコントロールセンター(仮想制御所)に進化していくと考えている(図4)。

また、次世代の監視制御システムでは、自然エネルギー利用の増大を考慮した監視制御技術の高度化や、運転員の環境変化に対する支援技術の高度化の実現も必要と考えている。

以下に、次世代監視制御システムの実現に向けて当社が取組んでいるイノベーションについて述べる。





■バーチャルコントロールセンターを実現する要素技術

階層制御の見直しに対して効率よく柔軟に対応可能とするシステムを実現するためには、上位系と下位系の監視制御システムを広域でバックアップ可能にする必要がある。通常は、上位系と下位系の監視制御システムではデータベースの形態が異なることから、簡単にはバックアップはできない。

そこで、それぞれのシステムで異なるデータベースを統合する仮想化技術(囲み記事参照)を適用することで、機

能はどの監視制御サーバでも実行可能になり、上位系と下位系の監視制御サーバ間でのバックアップが実現できる。この技術により、制御所の独立性を保ちつつ信頼性も確保できる。

当社は、現在の広域分散対応ミドルウェアに異なるデータベースを統合する仮想化技術を取り込んだ統合ミドルウェアを開発しており、これによって階層制御の見直しに対して効率よく柔軟にシステム構築を実現できると考えている。

■運転員を支援する技術の高度化

制御所統合や階層制御形態の見直しによって管轄する監視制御エリアが拡大するため、特に事故時など業務が輻輳(ふくそう)するときに、運転員を支援する機能はますます重要になってきている。

当社は、運転員を支援する各種技術の開発を進めており、代表的な事例について以下に述べる。

●高機能テレコン

従来のテレコンは、変電所の情報をすべて監視制御システムに伝送するとともに、監視制御システムからの制御信号を受信して機器を制御する機能であった。したがって、運転員がテレコンからの情報を逐一認識したり、操作手順の確認や設備増強に対するメンテナンスなどを逐一実施する必要があり、運転員の負荷となっていた。

テレコンを高機能化することで、変電所側でできる機能をテレコンに、広域にわたる機能を監視制御システムに分担することができる。これにより、従来運転員が実施していた業務の一部をテレコンで実現することで、運転員の負荷が軽減できる。

●配電子局の高機能化と業務効率化

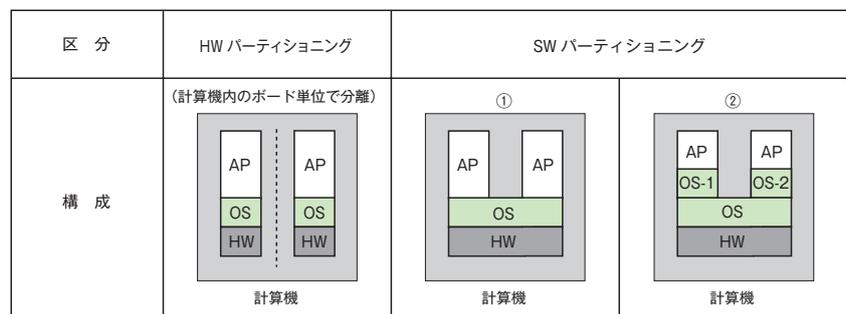
従来の配電子局は、配電線電流を計

仮想化技術の動向

仮想化技術は、一つあるいは少数の高性能ハードウェア(HW)の中に、複数のソフトウェア(SW)実行環境を“仮想的に”収納する技術である。

もともとは、高価なメインフレームのリソースを効率よく使うための機構として行われていた(HWパーティショニング)。これは、計算機内のボード単位(図のHW)で分離され、搭載した基本SW(OS)上にアプリケーション(AP)を動作させる、仮想化された論理的なサーバとする技術である。

最近では、仮想化の技術も年々進化して、SWによるパーティショニングが行われるようになってきている。単一OS上にOSの管



理下で多重化する技術(SWパーティショニング①)から、OSごとに多重化する技術(SWパーティショニング②)も実現され、一つの計算機上に異なったOSの論理的なサーバを動作できるようになった。

仮想化技術は、サーバの利用効率向上や、省電力、省スペースを目指すだけでなく、管理のしやすいシステム構築やSW資産の効率活用などにも使われる、重要な技術となってきている。

測して監視制御システムに伝送していたが、配電システムの電圧状態や、事故発生時の詳細情報は把握できなかった。したがって、運転員や保守員の事故時の負担は非常に大きかった。

最近では、高機能子局が実現されており、事故時の零相電圧や零相電流の波形データを入手できるようになったことから、事故時の解析に期待が寄せられている。これによって、運転員や保守員はあらかじめ事故原因や事故点を特定して復旧に当たれることから、その負荷は軽減される。

●情報支援の高度化

事故が発生したときには業務が輻輳するが、運転員は復旧優先となるものの、昨今の状況から社内外各所への情報の迅速な提供も要求されてきており、ますます運転員の負荷が増大している。

監視制御システムで保有している電力系統の情報を提供する支援システムを、Web技術を活用して高度化することが重要となってきた(図5)。

また、ユビキタス時代を迎えて、携帯電話などの携帯端末を活用した情報提供も可能となってきた。事故現場や災害現場に移動している最中に必要な電力系統の情報を携帯端末で確認することで、復旧の迅速化にも貢献できると

考えている。

■系統制御技術の高度化

事故復旧手順や需給制御指令は、これまで最適化理論を適用して求めてきたが、運転員の考えと異なる解になることもあり、その機能を十分に発揮できていない。したがって、現状では運転員の個別操作や指令に頼っており、これも運転員の大きな負担となっている。

運転員の期待する解が得られない原因としては、分散型電源などの出力が不確実であるという要因及び運転員の勘やノウハウといった不確実性を考慮できていないことが考えられる。

このような不確実性と不確実性を考慮した最適化理論を適用して運転員が期待する解を導出し、自動操作や自動制御を実現することによって、運転員の負荷軽減が図れると考えている。

次世代監視制御システム 実現に向けて

当社は、顧客である電力会社の普遍的なニーズである電力の安定供給に向けて、高信頼性、省力化、使い勝手の向上、及びコスト低減を実現する次世代監視制御システムを提供するため開

発を進めている。

具体的には、常に進化する計算機ハードウェアや最新の情報処理技術を取込んだミドルウェアを適用したシステム構築技術と、監視制御システムの基本となる系統制御技術や系統解析技術、各種支援技術から成る監視制御ソフトウェアを提供することで、顧客と協力して顧客のニーズを実現する次世代監視制御システムを構築していく。

当社は、今後とも最新の技術を取り込んだ研究開発を進めて、電力系統の監視制御分野での貢献を目指していく。

文 献

- (1) 長谷川義朗, ほか. インtranet応用電力系統監視制御システム. 東芝レビュー. 54, 6, 1999, p.30-33.

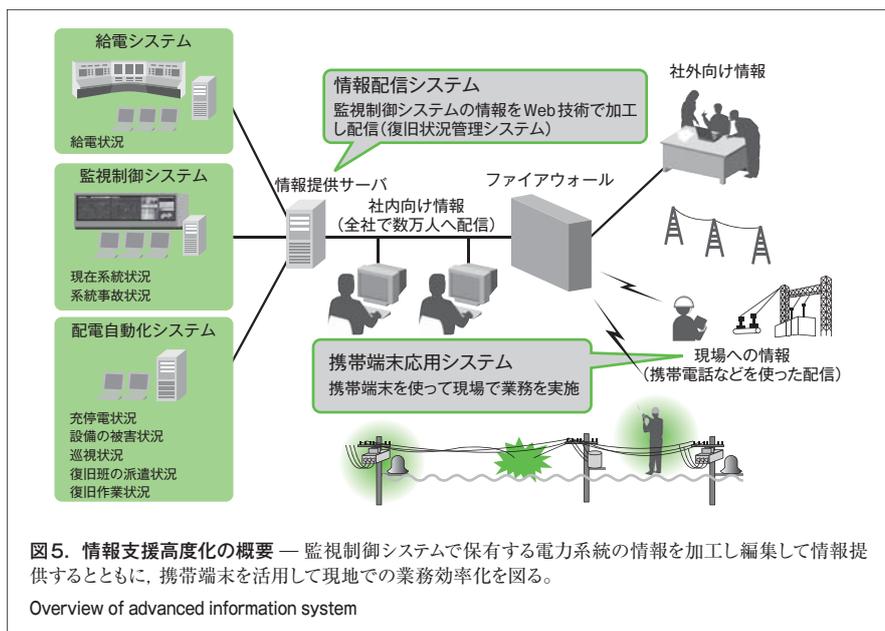


図5. 情報支援高度化の概要 — 監視制御システムで保有する電力系統の情報を加工し編集して情報提供するとともに、携帯端末を活用して現地での業務効率化を図る。

Overview of advanced information system



渡部 洋司
WATANABE Hiroshi

電力流通・産業システム社 電力流通システム事業部 配電系統技術部長。電力系統の保護・制御システムのエンジニアリング業務に従事。IEEE PES, IET, 電気学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.



三田村 謙一
MITAMURA Kenichi

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長。電力系統監視制御システムのシステム開発に従事。電気学会会員。
Fuchu Complex



工藤 謹正
KUDO Yoshimasa

電力流通・産業システム社 電力流通システム事業部 電力系統技術部グループ長。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.