

増田 文雄
MASUDA Fumio

江幡 良雄
EBATA Yoshio

林 秀樹
HAYASHI Hideki

電力系統監視制御システムの従来の概念を根本から変えるアーキテクチャとして電力イントラネットが発表され3年が経過した。その革新性をコストダウンに求めるもの、柔軟な系統運用の実現に求めるもの、そして総合自動化体系全体を再編し最適なシステムの構築に求めるもの、様々な目的関数の下に電力イントラネットの適用が加速している。また、電力イントラネットが必ずしも電力系統監視制御システムのプラットフォームにとどまらず、そのオープンなアーキテクチャであることが評価され、金融システム、交通システムといった高い信頼性が求められる分野にも浸透しつつあり、プラットフォーム単体としてもひとり歩きし始めている。

ここでは、大規模システムへの適用が加速する電力イントラネットの現状を概説し、更にそれを拡大した近未来のシステム像について展望する。

Toshiba launched the innovative eTOSCAN series energy management system/supervisory control and data acquisition (EMS/SCADA) system three years ago, and it is now being increasingly applied to large-scale systems for power system control and other fields. This technology realizes cost reduction, flexible power system operation, and restructuring of the overall scheme for power system control. In addition to power system control, this technology is being introduced in various fields including financial systems and transportation systems, which require real-time performance and high reliability.

This paper describes the actual status of application of intranet technology in the field of power system control, and predicts future system conceptions.

柔軟なシステムを実現する電力イントラネット

電力イントラネットが従来の監視制御システムを根本から塗り替える革新的な概念として発表⁽¹⁾されて3年が経過した今日、大規模システムへの適用が加速している。電力イントラネットは、リアルタイム性能や高い信頼性を求められるシステムへの適用を目的として開発されたプラットフォームであり、世界標準のインターネットあるいはイントラネット技術をベースとしたオープンなプラットフォームである。その本来の意味からも、個別のシステムへの適用というよりは複数のシステムがネットワークを介して連係される大規模システムへ適用されることで、電力イントラネットの持つ革新性がより発揮されることになるからである。

従来の監視制御システムはある制御所が担う業務を自動化、あるいは省力化するためのものであり、制御所

ごとにシステムが導入されていた。言い換えれば、制御所という“組織”と制御所が管轄する“電力設備”及び“システム”が1:1に対応づけられていたのである。電力イントラネットはこうした固定的な概念を取り払い、システムやそのシステムに搭載されるソフトウェアやデータベース、更に監視制御対象設備までもが特定の制御所に属するものではなく、複数の制御所で共有するものというまったく新たな概念を創出したのである。システムを共有するということは、従来の制御所ごとにシステムを導入する方式と比べて、導入コストや保守コストが大幅に削減できる。また、制御所という組織とシステムが固定的な関係でないということは、運用体系が変わり制御所が担う運用責務が変わったとしてもシステム自体を見直す必要がなく、システムの使い方を変えるだけで対応できるわけである。運用や組織に影響を受けない柔軟なシステムを実現す

ることができる(囲み記事参照)。

こうした電力イントラネットの革新性を活用したシステム構築事例を次に概説する。

大規模システムの設計コンセプトと期待される革新性

某電力会社システムにおける電力イントラネットを適用した設計事例を基に、大規模システムにおけるその革新性について述べる。

システム開発コンセプト

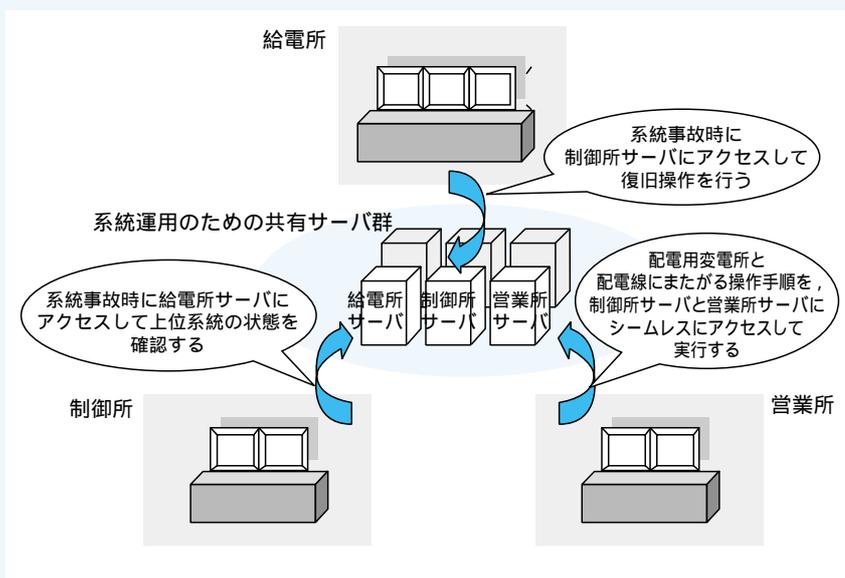
全体システム構成を図1に示す。以下に示すような従来システムにない特長を備えている。

- 制御所に帰属しない機能分散サーバ群

制御所の運用者が監視操作を行うために設置されるブラウザだけがその制御所という組織に帰属する機器であり、制御所に設置されるサーバ

電力系統監視制御システムを変革する電力イントラネット

電力イントラネットは、システムとその利用者がアンバンドルな世界を創出する。電力系統監視制御の分野に例をとると、需給制御を取り扱う給電システム、発電所の遠隔制御を取り扱う系統制御システム、配電線の監視制御を取り扱う配電自動化システム、というように目的に応じて多くのシステムが導入され、従来はこうしたシステムとその利用者・運用組織が1:1の関係、すなわちバンドル化された関係であった。電力イントラネットはこうした固定的な関係を取り払い、利用者が求めるソフトウェアあるいはデータベースに電力イントラネットが自動的に接続してくれる環境を提供する。こうした革新性によって、利用者が担う業務が変更になってもシステム自体を変更する必要がない、柔軟なシステムが構築できるのである。



従来システムの枠組みを取り払う電力イントラネット

群はたとえその制御所に設置されていてもその制御所には帰属せず、すべての制御所が共有するサーバ群というコンセプトである。そして制御所ブラウザと制御所で共有するサーバ群がネットワークを介して連係され、全体システムが構築される。こうしたコンセプトを採用することで、A制御所からB制御所が管轄する系統設備の状態を確認する時は、A制御所のブラウザからB制御所に設置されている監視制御サーバにアクセスすればよいし、またA制御所に設置されている監視制御サーバが停止した場合にはA制御所ブラウザからB制御所に設置されている監視制御サーバにアクセスして相互バックアップを実現することができる。

このコンセプトを押し進めていけば、制御所の管轄区分が変更になったり制御所の運用体系が変更になったりしても、システムは何ら手を加える必要がなく、システムの使い方を

更するだけでよいことになり、柔軟なシステムを実現することができる。

- 制御所固有機能と制御所共有機能に区分けしたサーバの割付け

各制御所のブラウザ群が共有する機能分散サーバ群の機能の割付けについては、制御所に固有の機能と制御所に共通する機能に区分して機能分散を実現した。具体的には、監視制御機能については制御所の監視制御管轄設備を意識して、その制御所の管轄ごとに監視制御サーバを設置し、制御所間の相互バックアップを想定して監視制御サーバにはバックアップ運転をする可能性のある設備のデータベースも含めて搭載することとした。制御所に共通する機能、すなわち訓練機能、メンテナンス機能、計画支援機能については、制御所の監視制御管轄によらず、全系統設備を対象にする共有サーバとして実現した。こうすることで 制御所間の合同訓練、メンテナンスの一元化、制御所をスル

ーした停止調整といった、従来システムでは困難であった機能が実現できるようになったのである。

- 普遍的なアプリケーションインタフェース(API)に基づく応用ソフトウェア開発

電力イントラネットは普遍的なAPIを提供するプラットフォームである。すなわち、サーバ群、あるいはブラウザのオペレーティングシステムのバージョンアップやハードウェアの機種変更が生じた場合でも、応用ソフトウェアには影響を与えることなく電力イントラネットミドルウェアで吸収する仕組みを提供している。

このことは、制御所のリプレイスが順次展開していく過程でサーバ群、あるいはブラウザに逐次その時点で最適な機種を選択することができ、なおかつ応用ソフトウェアの一元化が可能となることを示すものである。電力イントラネットのモジュール体系を図2に、概略機能を表1に示す。

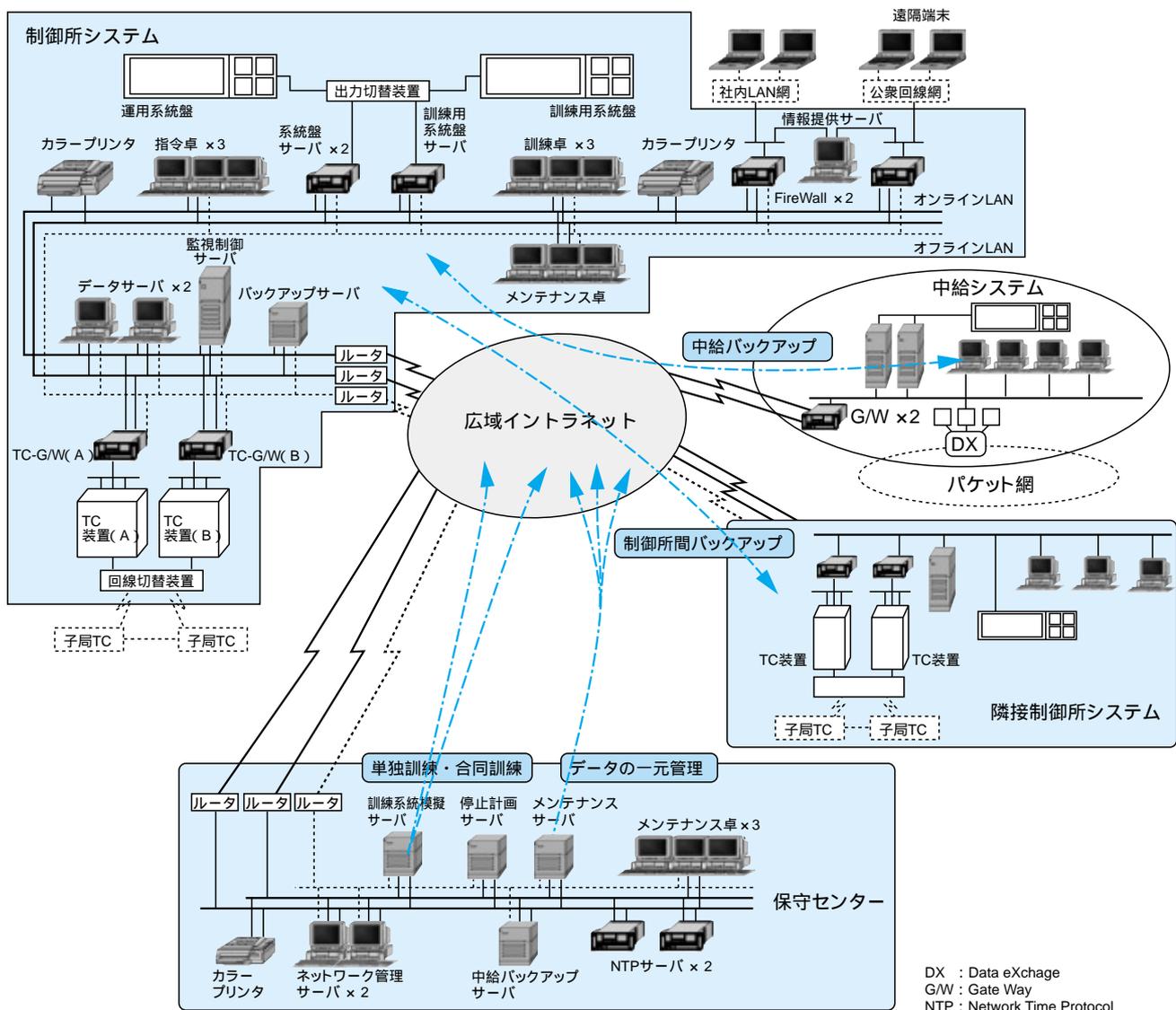


図1 . 制御所向け全体システム例 電力イントラネットを適用して複数の制御所が連携している。
Example of configuration of regional control system

• 操作性の統一

監視制御システムの重要な設計項目の一つであるヒューマンインタフェースについて、従来は画面操作やシンボルの形状、複数のビューワの役割分担など制御所ごとにまちまちであり、必ずしも統一がとれていなかった。これはヒューマンインタフェースを取り扱うサイズがメーカー固有のものであり、コンパティビリティが確保されていなかった点も否めない。電力イントラネットは、ヒューマンインタフェースを世界標準のブラウザ技術によって実現することで、どこの制御所

でも同じオペレーションによってシステムを操作できる環境を実現した。運用者の操作訓練の省力化や転勤の際への対応などコストダウンに資するものとする。

■ 電力イントラネットが創出する革新性

前章で述べた設計コンセプトによって、従来システムでは困難であった新たな付加価値が数多く創出されることになる。ここでは電力イントラネットが創出する革新性について述べる。

• トータルコストダウン

電力イントラネットはシステムの初期導入コスト、運用開始後の保守コストを含めたトータルのコストダウンを実現する。初期導入コストでは、従来システムでは制御所ごとに複合系システムを構築していたが、電力イントラネットでは複数の制御所でサーバを統合あるいは共有することでハードウェアコストの大幅な削減が期待できる。

一方、保守コストでは電力イントラネットミドルウェア上でアプリケーションやデータベースを標準・一元化し、

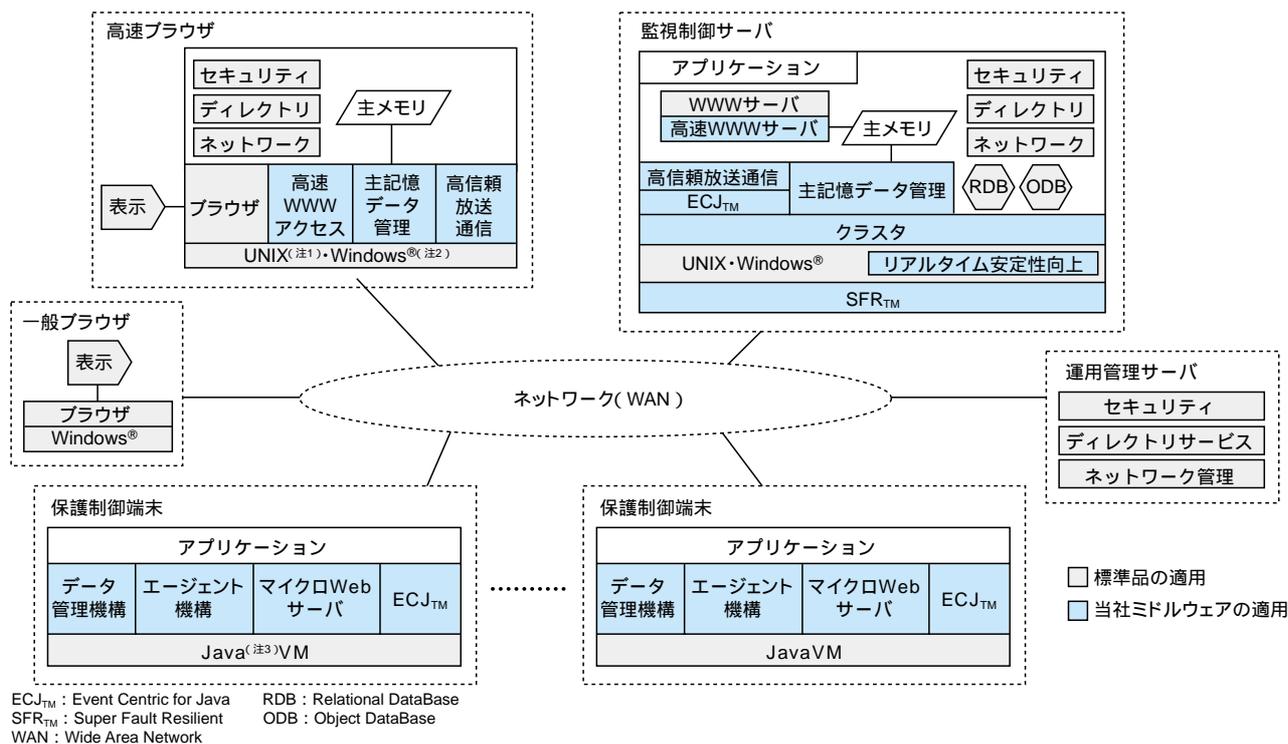


図2 . 電力イントラネットミドルウェアの構成 電力イントラネットミドルウェアが応用ソフトウェアに対して普遍的なAPIを提供している。
Modular configuration of intranet middleware

表1 . 電力イントラネットミドルウェアモジュールの機能
Functions of Intranet middleware modules

No.	製品名	機能概要
1	主記憶データ管理(GigaBase™), 高速 WWW サーバ	大規模なデータをネットワーク上で共有し、驚異的な高速処理と信頼性を実現
2	高速 WWW アクセス(GeoScroll™)	高速表示を実現するブラウザ用 MW で、スピーディなスクロールやズームを実現
3	ベクトルデータオーサリングツール (GeoGraphy™)	GeoScroll™ で扱う図形データを作成
4	高信頼放送通信 (GREMCAST™, ECJ™)	IP-Multicast 機能を用いた通信ライブラリで、イントラネットなどの広域網を使ってプロセス間で 1 : N の通信を高信頼度で実現
5	リアルタイム安定化 (GIGASIS™)	OS の機能よりも優先度が高いリアルタイム機能で障害が発生した場合も、システムパニックを防止するためのアプリケーション障害検出・対策を実施
6	クラスタ (DNCware™)	広域網上でクラスタを構成可能とするミドルウェア
7	セキュリティ管理	制御システムにおけるアクセス権の設定を容易にするミドルウェア
8	アプリケーション管理 (GIPROMA™)	アプリケーショングループの管理、アプリケーションの生成 / 消滅管理、障害検出の機能を持ち、インターネット / イン트라ネット上に構築されるアプリケーションシステムをサポート管理

IP : Internet Protocol

それらをメンテナンスサーバ上で一元管理することで従来のように制御所ごとに保守する必要がなくなり、メンテナンスコストの大幅な削減が期待

できる。

- 組織や運用体系に依存しない柔軟なシステムの実現
- 電力系統監視制御システムは、従

来制御所組織の改変や運用体系の見直しによってシステムの変更を余儀なくされていた。例えば、発電所の監視操作を責務としていた制御所に給電指令業務をも統合して給電制御所として改組されるケースや、送配電システムの監視操作を責務としていた制御所が配電システムの監視操作を主体とするよう運用体系が変更になるケースである。

電力イントラネットは、こうしたケースに対してシステム自体を見直す必要はない。電力系統を運用するために必要な機能は、給電機能であろうと、送電変電所の監視操作機能であろうと、配電変電所の監視制御機能であろうと普遍的なものであるという考え方である。運用体系はそれらの機能をどこが制御所が担うかを規定するものであり、組織や運用体系が変わった場合にはシステムの使い方を加える必要がないのである。電力イ

(注1) UNIX は、商標。

(注2) Windows は、米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における登録商標。

(注3) Java 及びその他の Java を含む商標は、米国 Sun Microsystems 社の商標。

ントラネットは、こうした革新的なコンセプトによって従来にはない柔軟なシステムを実現することができるのである。

- ・ソフト資産を継承しつつ
逐次拡張性を確保

電力イントラネットはオペレーティングシステムやハードウェアから成るプラットフォーム自体を応用ソフトウェアから隠蔽(いんぺい)するミドルウェアである。そのため、一度開発した応用ソフトウェア資産はプラットフォームの変遷によらず継承することが可能であり、逆にシステム設計の面では逐次最新の技術を取り入れながら既存の資産を継承しつつ、システムを拡張していくことができる。

更に、従来のメーカー独自のアーキテクチャであるための保守性や拡張性に関する様々な制限をなくす道を開くものである。

電力イントラネットの次の飛躍に向けて

電力イントラネットの監視制御システムへの応用については、ここで述べるように個別システムへの応用から複数の制御所を包含した総合自動化全体システムへの応用へと、本格的な適用が進んでいる。一方、変電所の制御・保護システムへの応用⁽²⁾についても、その適用が広がっている。電力イントラネットの次なる飛躍は、制御所システムと変電所の保護制御システムとのネットワーク統合である。従来の総合自動化システムは、発電所の無人化を主たる目的として開発が推進されてきたためにあらゆる情報を制御所に集中して、制御所から集中制御を行うコンセプトであった。しかし、ネットワーク技術がこれだけ発達し、また自動制御技術もこれだけ進歩を遂げた状況ではすべてを中央に集中するというコンセプトは見直されると考えるのが自然であるし、また電力イントラネットはそれを強力

に推し進めていくものである。この章では制御所システムと変電所システムのネットワーク統合による新たなシステム像について述べる。

■ 制御所と変電所をトータルした機能分散システム

電力系統監視制御機能は、送電線、バンクあるいは母線といった設備単位にクローズする機能、変電所単位にクローズする機能、そして系統全体の判断を必要とする機能に階層化される。現状はそれらのすべてを中央の制御所システムで処理している。すべての情報を中央に上げるために実際に系統に発生している事象と制御所システムが認識する事象のタイミングにズレが発生したり、多重状変時の性能劣化などの課題が指摘されるケースも少なくない。一方、高性能のプロセッサが安価で入手でき、更にネットワーク技術が進化した状況下で、変電所で自己完結する処理を変電所システムに分散させ、制御所と変電所の最適な機能分担を図ることが検討されている。系統に発生する事象の正確な把握、迅速な復旧操作、制御所システムのスリム化や運用者

の負担軽減などをねらうものである。

電力イントラネットで制御所システムと変電所システムを統合することでこうしたねらいが実現可能になってくる。変電所システムは、もはや“子局”という概念ではなく、変電所に設置された機能分散サーバとして認識され、制御所ブラウザから変電所システムにアクセスして、例えば送電線再閉路の成功の可否を確認できるのである。

■ TCに変わってインテリジェント変電所システムが出現

従来の制御所による集中処理システムでは、電力系統設備と制御所システムの受け渡しはTC(テレコン:遠隔監視制御装置)によって行われてきた。しかし、前節で述べた制御所と変電所の最適な機能分担を実現するためには、従来のTCに変わってインテリジェント変電所システムが出現する(図3)。IEC(国際電気標準会議)の場でもこのインテリジェント変電所システムが議論されている(図4)。

電力イントラネットはこうしたコンセプトを包含し、変電所で自己完結する機能を搭載したネットワークTCシステムを実現するものである。このネッ

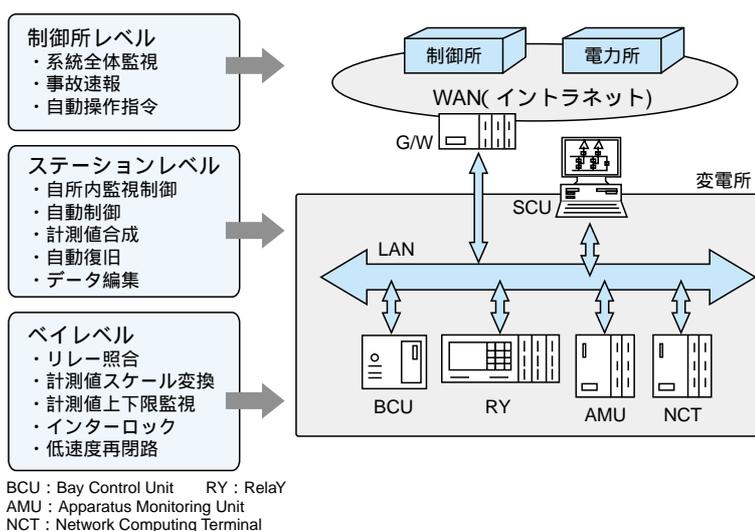


図3 . 制御所と変電所の最適な機能分担 制御所と変電所の最適な機能分担を実現するコンセプトを示している。

Concept of optimal function distribution between control center system and substation system

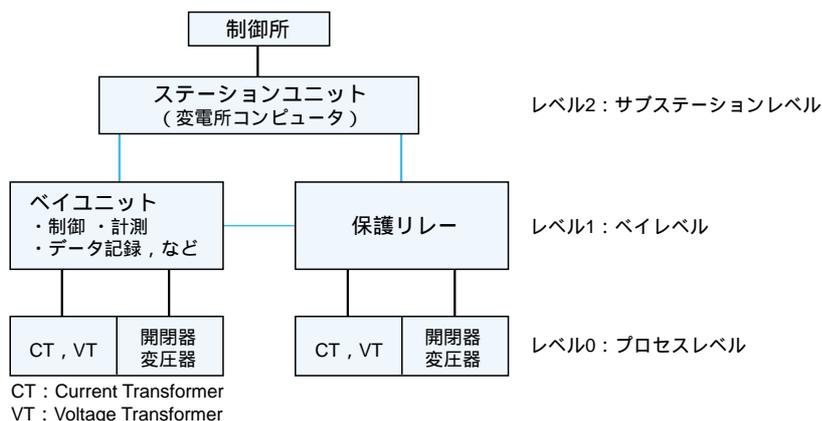


図4 . IEC-TC57 が提唱するインテリジェント変電所 IEC が提唱するインテリジェント変電所のモデルを示している。

Intelligent substation model proposed by IEC-TC57 recommendation

トワークTCシステムは、こうしたインテリジェント機能の搭載によるメリットだけでなく、従来の遠方監視制御装置、変換器盤、直接運転盤などの盤構造の制御装置に比べてスペースファクタやケーブル工事に係るコストの大幅な改善が期待できるため、今後導入が加速するものと考えられる。導入にあたっては、既存TCとの併用期間を考慮したマイグレーション計画が必要であるが、具体的な方式については個別に提案させていただきたい。

■ 制御と保守の統合による更なる業務効率化の実現

電力イントラネットは、電力系統監視制御システムを従来の閉ざされたシステムから広く開かれたシステムへと解き放つ。もちろん電力系統の制御というミッションクリティカルなシステムであることから、外部へ開放するためのバリアセグメンテーションやセキュリティは万全でなければならない。外部システムとの関係として制御と保守の統合が考えられる。機能分散サーバ群の中に設備管理や保全業務を搭載したサーバ群を加え、ブラウザも制御所だけでなく電力所や工務所といった保守担当部門にも設置し、機能分散サーバ群に対するアクセス制御を的確に運用することで、

制御業務と保守業務を統合することが可能となる。保守担当箇所である電力所のブラウザで監視制御サーバが処理した事故情報を確認し、更に設備管理サーバが保有する事故履歴情報を参照して現場に向かうというような動作が可能になるのである。また、設備管理サーバ上にある電力所が立てた設備点検計画を制御所のブラウザで確認し、系統信頼度を考慮した作業停止計画や停止操作手順表の作成を制御所で行うという動作が可能になるのである。こうした一連の動作が、制御所あるいは電力所の運用者から見ると、どこのサーバが処理しているということをまったく意識することなく実行できるのである。これが、電力イントラネットが作り出す世界である。

電力イントラネットはこうした部門間の業務を統合し、より効率的な運用を可能とするものである。

■ オープンなシステムを目指して

電力イントラネットは、個別システムへの適用から総合自動化全体システムへの適用段階になってきている。電力イントラネットの革新性とそれが生み出す新たな付加価値が世の中に

受け入れられつつある。ここでは触れなかったが、2000年、2001年と2年連続で日本の代表的なIT(情報技術)関連展示会であるCEATEC JAPAN(シーテックジャパン)に出展し、ミドルウェア単体としても広く各方面から評価をいただき、電力システム以外の分野にも採用いただいている。電力イントラネットは、その性格上広く多くのシステムに適用されてこそ、その革新性を発揮できるものである。その意味で当社だけで囲い込む技術ではなく、広くオープンに開放する技術である。電力イントラネットの革新性を多くの部門の方々に享受いただくために提案活動にまい進していきたい。

文 献

- (1) 河合三千夫,ほか. 電力系統システムへのイントラネット技術適用特集. 東芝レビュー. 54, 6, 1999, p.25 - 50.
- (2) 河合三千夫,ほか. イン트라ネット技術によって変わる電力系統システム特集. 東芝レビュー. 56, 2, 2001, p.33 - 51.



増田 文雄
MASUDA Fumio

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幹。電力系統監視制御システム、エネルギーソリューションシステムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Power Systems & Services Div.



江幡 良雄
EBATA Yoshio

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幹。電力系統監視制御システム、エネルギーソリューションシステムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Power Systems & Services Div.



林 秀樹
HAYASHI Hideki, D.Eng.

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部長, 工博。電力系統監視制御システム、エネルギーソリューションシステムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Power Systems & Services Div.