

電力系統監視制御・保護システムは、電力エネルギーの安定供給を担うためにつねに最新の技術を取り入れて変革を遂げてきた。それまでの制御用計算機主体のシステムから、国際・業界標準の技術を駆使した“オープン分散システム”が提唱され、次々とその導入が拡大されてきた。ここではオープン分散システムの次にくる新たなブレイクスルーを提案する。それは、既存の情報処理システムを塗り替える勢いで適用が進むインターネット、イントラネット技術を中核としたシステムである。リアルタイム性能、高信頼性という電力系統監視制御・保護分野の必須(す)要件を堅持しつつ、従来システムではなし得なかった新たな価値を造出するものとする。

Supervisory/control and protective relay systems for power systems have been developed by introducing new technologies to contribute to stable power supplies. In June 1993, we proposed "open distributed systems" taking international standards and de facto standards into account, and have been supplying such systems since that time.

This paper describes the next breakthrough in this field: a new system that we are proposing applying Internet/intranet technologies, which are now changing people's lives in various areas. Such a system cannot be realized by using the standard/open technologies of the Internet/intranets alone but also requires special techniques, which we have developed, satisfying the conditions of fast response time and high reliability generally demanded for process control applications.

## 電力系統監視制御・保護システムの責務と要件

電力系統監視制御・保護システムは、電力エネルギーの安定供給をつかさどる中枢システムであり、電力系統運用の高度化に伴ってますますその責務をまっとうすることが重要となってきている。

監視制御システムは、時々刻々変化する電力需要に合わせて発電電力を制御する需給制御、系統事故発生時に送電ルートを切り替えて停電を防止する系統制御、発電所の集中制御などを担う。系統保護システムは、落雷、台風などの原因によって系統事故が発生したときに瞬時に事故区間を遮断し、系統事故が健全系統に波及することを防止する。

いずれのシステムも高信頼性と電力系統に発生する事象を制御するに足る高速処理性能が求められる。

## 次世代システムの全体構想

情報通信技術の進歩は目を見張るものがあり、特にインターネット、イントラネットに代表されるコンピュータネットワーク技術により複数の計算機を有機的に結合した高度な統合システムを実現してきている。こうした情報処理システムの流れは、電力系統監視制御・保護システムという高信頼性、高速処理性能が求められる分野でも同様である(囲み記事参照)。

こうした分野に適用できる最新のインフラとして“リアルタイムイントラネット”の開発を完了した。これは、従来の部門ごとのシステムの枠を取り払い、運用体系とシステムとの固定的な関係も取り払うことが可能な統合システムの構築が可能なのであり、より高度なシステム運用が実現できると確信する。

## リアルタイムイントラネット適用システムの全体構成と特長

提案するシステムの全体構成を図1に示す。TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)をベースとした広域ネットワーク(WAN)を中核として、監視制御ソフトウェアを搭載した機能サーバ群、ヒューマンインタフェースを実現するブラウザ(Browser)群、インテリジェント化された保護制御装置が有機的に結合されている。

サーバ計算機は、汎(はん)用エンジニアリングワークステーション(EWS)サーバのもつオープン性をベースに信頼性を強化した制御用サーバを適用する。ブラウザ(注1)は、汎用パソコン(PC)をベースに信頼性を強化した制御用PCを適用するが、用途によっては汎用PCそのものを適用することもある。

変電所に設置される保護制御装置は、既存装置にイントラネットインタフェースを付加するケースと、IEC(国際電気標準会議)やEPRI

(注1) ブラウザ

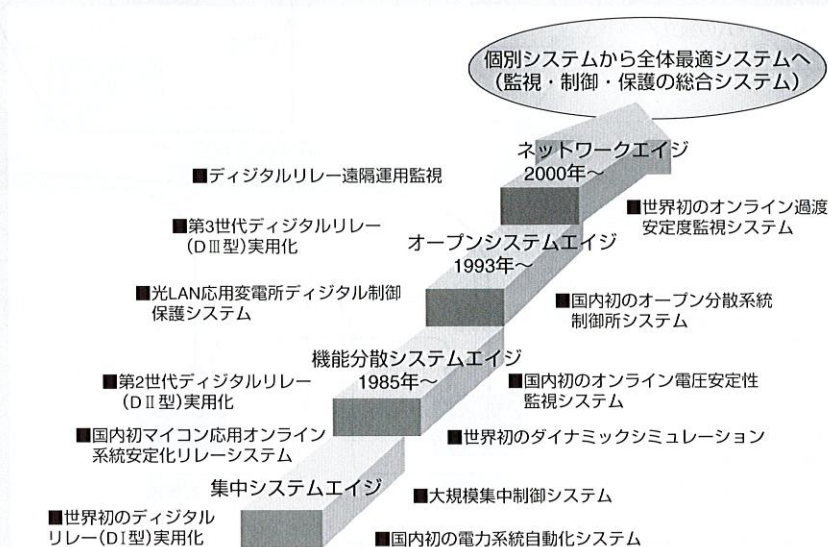
データファイルの中身を次々と見ていくためのソフトウェア。

## 電力系統監視制御・保護システムの技術進化

当社は、昭和30年前半、計算機による電力系統制御の創成期に、他社に先がけ、制御用計算機を中心とした集中型監視制御システムを開発した。その後、システムが大規模化し、集中システムの性能や保守性の問題が顕在化すると、それを解決するものとして機能分散システムを導入した。さらに、機能分散システムのコンセプトを継承しつつ、極力国際標準あるいは業界標準の汎用技術を取入れて、ソフトの可搬性やシステムの相互運用性の実現を目的としたオープン分散システムの適用にいち早く取り組んできた。

一方、系統保護システムについても、アナログ型から、マイクロプロセッサを駆使したデジタル型へと、業界の最先端システムを順次フィールドに送り出してきた。

次世代システムは、今日覚しい進歩を遂げている最新の情報通信技術を背景とした、監視制御システムと保護制御システムがネットワーク統合された



電力系統監視制御・保護システムにおける技術進化 情報通信技術とともに急激な進展を遂げる電力系統システムは、今後ネットワークを有効活用する時代に入る。

ものになると、当社では考えている。これについても、現在他社に先がけて開発を進めており、つねに最新のシス

テムを提供できるよう準備している。

(Electric Power Research Institute, USA) が提唱している世界標準に沿ったインテリジェント保護制御装置を適用するケースがある。

### ●監視制御システムにおける特長

計算機システムとしてさまざまなメリットを享受できるが、代表的なものは次のものである。

- ① 操作性の統一 画面はブラウザを使用する。したがって、汎用のブラウザのマンマシンによって、監視制御のオペレーションが実現できる。また、同じ端末から別システムへもシームレスにアクセスすることが可能になる。
- ② プラットフォーム独立  
WWW(World Wide Web) 技術

はハードウェア、OS(オペレーティングシステム)を問わずに利用することができる。すなわち、ハードウェア/OSに依存しない運用が可能になる。

- ③ 設置場所フリー URL (Uniform Resource Locator) に基づき、データ・プログラムに自由にアクセスできるため、サーバの設置場所は従来のように当該制御所に固定されず、ネットワークにつながる場所であれば自由に選択することが可能になる。
- ④ Thinクライアント<sup>(注2)</sup> サーバで管理されるプログラムをブラウザから自由にアクセスしたり、ダウンロードして実行すること

で、ブラウザの機能を限定せずに運転することが可能になる。

- ⑤ 広域多重化による信頼度確保  
ネットワーク上に分散配置されたサーバ間でバックアップを行うことで、従来並みの信頼度を確保することが可能になる。すなわち、同一事業所でシステムを多重化する必要はなく、システムの簡素化を図ることが可能になる。
  - ⑥ ソフトウェアの集中管理  
サーバで、データやプログラムを一元管理するので、機能の統一や標準化が容易になる。
- 保護制御システムにおける特長  
保護制御システムとしてさまざまなメリットを享受できるが、代表的なものは次のものである。

- ① 遠隔運用・保守 電力所や支店など、保護制御システムが設置されている電気所から遠く離れ

### (注2) Thinクライアント

プログラムやデータを必要のつど、サーバからダウンロードする仕組みのクライアント。サーバでプログラムやデータを集中管理するので、クライアントの管理コストが大幅に削減できる。ネットワークコンピュータなどがその例である。

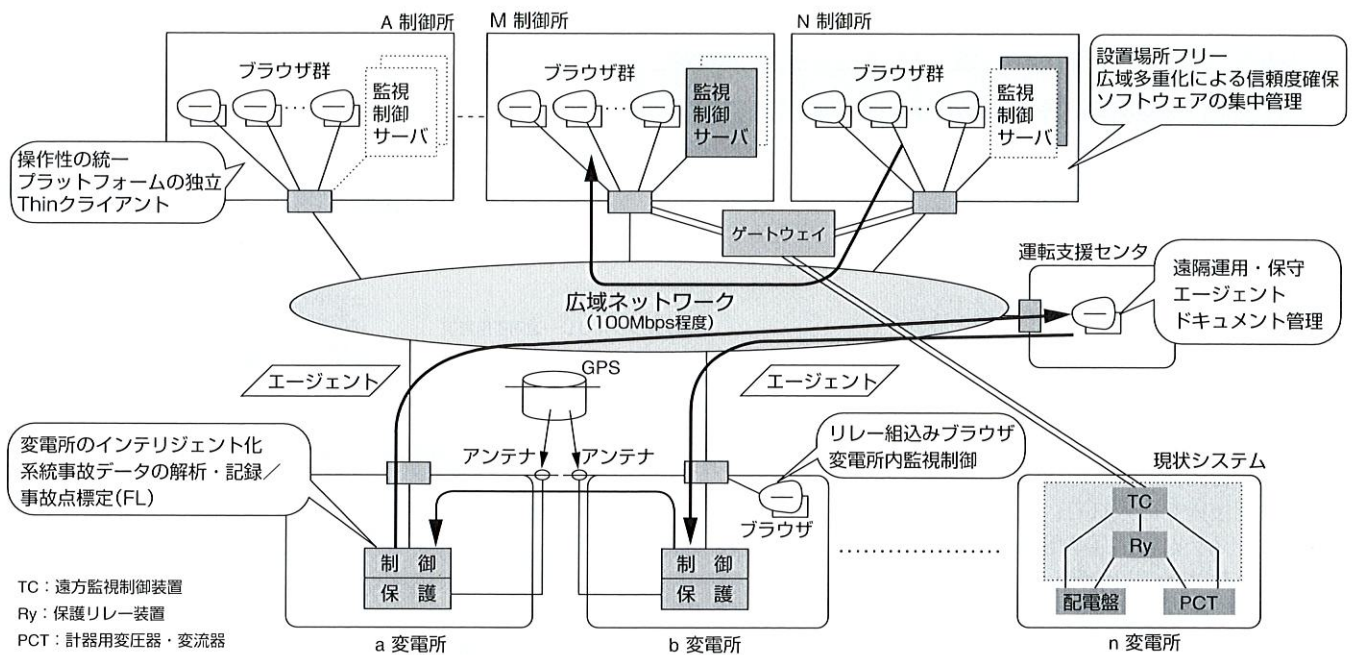


図1. 提案システムの特長 Merits of proposed system 従来の高速・高信頼性を堅持しつつも、ネットワークによって、新たな数多くの機能が享受できる。

た場所へも、汎用のインターネット技術を利用して、保護制御システムの自動監視や点検保守、さらには整定の変更を行うことが容易にできる。

### ② 事故点標定, 事故記録・解析

GPS(Global Positioning System)を利用して、各所の保護制御システムで得られた電力系統の情報(サンプリングデータ)に絶対時刻を付加する。そして、これらの複数地点の情報を収集して、汎用のPCのブラウザ上で、事故点の標定計算を行ったり、事故記録や解析を行うことが可能となる。

### ③ 変電所デジタル監視制御

変電所の構内LANをイントラネットとして扱えば、変電所内の監視制御機能もWWWサーバ、WWWブラウザ機能などによって実現することが可能となる。

④ ドキュメント管理 各保護制御システムのドキュメント(シーケンス, 構造図, 取扱説明書など)を電子化して、おのおののシステムに記憶させる。そして、

WWWのホームページをアクセスする方法と同様に、ネットワーク上のPCから、迅速かつ確に、システムのドキュメントを入手することが可能となる。

### ■システムを支えるミドルウェア

前項で提案した全体システムを支える基盤として図2に示すミドルウェアパッケージを開発した。詳細はこの特集の論文“制御用イントラネットシステムを支える高速・高信頼プラットフォーム”で述べる。このミドルウェアの開発に当たっては、電力系統に必須である次の要件を実現した。これらは、汎用のイントラネット技術に対して、当社技術の優れた特長である。

#### ●高速・リアルタイム性能の実現

一般のWWW技術では、WWWサーバがもつコンテンツの表示に時間が掛かる。もちろん、固定的な情報であればキャッシュ技術で高速表示できるが、時々刻々と情報内容が変わる電力系統の監視制御では、この場合でも一定時間内に画面表示が

完了することが必要となる。これを實現するデータ処理上のくふうや、各種処理のリアルタイム化も合わせて實現することが必要である。

#### ●高信頼性

汎用の計算機を使用するため、従来の高信頼なプロセス計算機やワークステーションと同等の信頼性を實現する必要がある。このため、サーバ本体の耐障害性機構の導入や、ネットワーク上に分散配置されたサーバ間でのバックアップを實現する機能が求められる。また、ネットワークがWANになるため、データを送信先に確実に到達させる仕組みやデータ送信順序を復元できる機能などが必要になる。

### ■現行システムからの移行

ここで提案する次世代電力系統監視制御・保護システムを構築する際に、既存システムからいかにスムーズに移行していくかが重要な検討課題となる。また、移行段階で前述した特長をいかに實現していくかとい

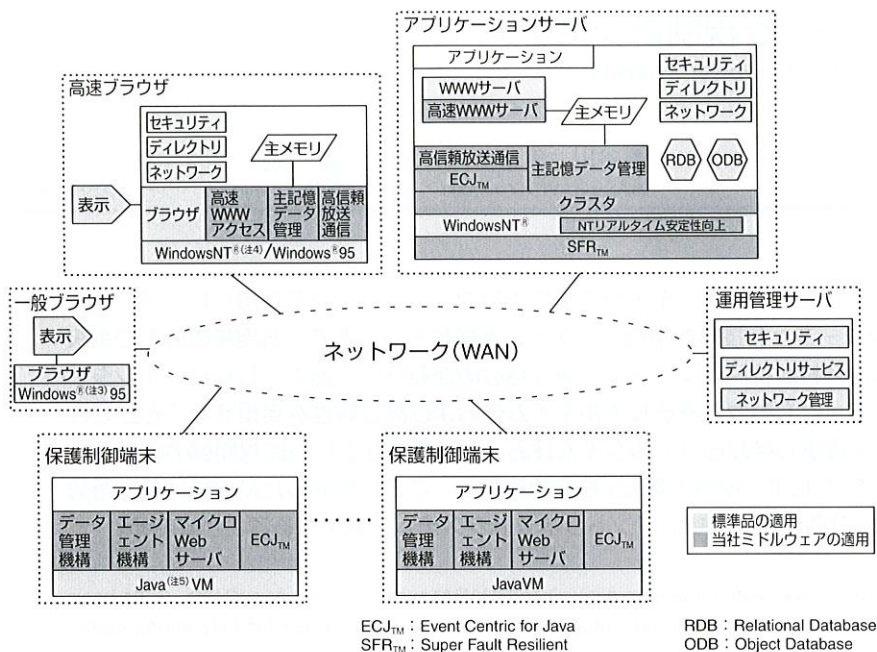


図2. リアルタイム イン트라ネット プラットフォーム 汎用技術で不足する高速・高信頼性を拡張できるプラットフォームである。  
Intranet platform for real-time use

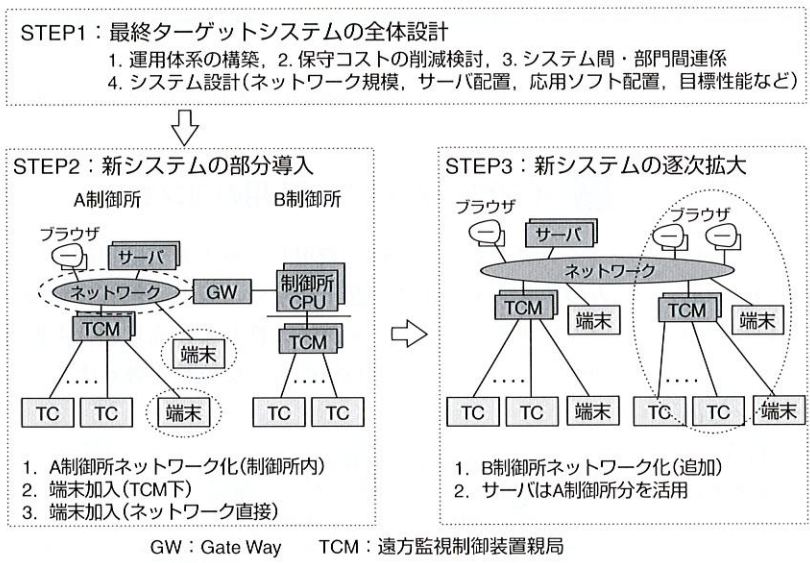


図3. 現行システムからの移行 既存のシステム形態に順次導入できなければ普及しない。部分適用から、順次拡大していく必要がある。  
Migration steps from existing system to proposed system

う費用対効果の評価も重要である。図3に既存システムからの移行に関する基本的な考えかたを示す。

### 新たなシステム構築を期待して

電力系統監視制御・保護システムの新たなブレイクスルーを提案した。そして、こうした概念を実現するためのインフラとして開発したりリアルタイムイントラネットについて紹介した。運用組織体系とシステム、システムと制御対象系統の関係が従来の固定的な関係から解放され、まったく新たなシステムが創造されると考える。この特集を契機として次世代電力系統監視制御・保護システムについての議論が活発化し、今後より高度化が求められる電力系統運用にこたえるシステム構築が進むことを期待したい。



津久井 良一  
TSUKUI Ryoichi

電力システム社 電力事業部 電力系統技術部部長。電力系統用保護制御システムのシステム設計および開発業務に従事。電気学会会員。Power Systems Div.



増田 文雄  
MASUDA Fumio

電力システム社 電力事業部 電力系統技術部主幹。電力系統用監視制御システムのシステム設計および開発業務に従事。電気学会会員。Power Systems Div.



鈴木 邦明  
SUZUKI Kuniaki

電力システム社 電力事業部 電力系統技術部グループ長。電力系統用監視制御システムのシステム設計および開発業務に従事。電気学会会員。Power Systems Div.

(注3), (注4) Windows, WindowsNTは、Microsoft社の商標。  
 (注5) Javaならびにその他のJavaを含む商標は、米国SunMicrosystems社の商標。