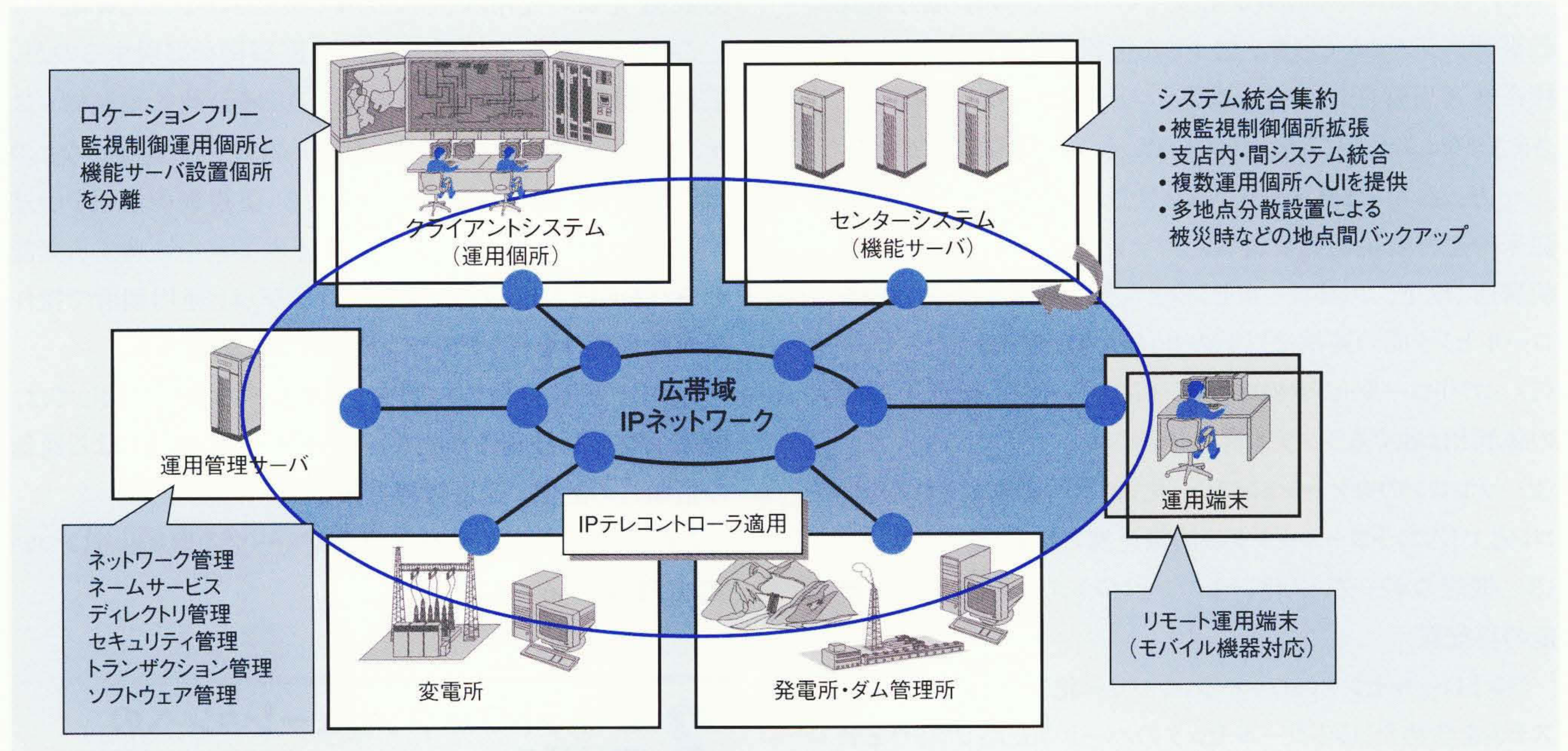


電力系統監視制御における IPネットワークソリューション

Dependable and Open Network Solutions for Power Systems

菊池 正幸 Masayuki Kikuchi 鈴木 達之 Tatsuyuki Suzuki
宮尾 健 Takeshi Miyao 加藤 光也 Mitsuya Katô



注：略語説明 UI (User Interface)、IP (Internet Protocol)

次世代広域分散監視制御システムのイメージ

広帯域IPネットワークを基盤として、遠方監視制御装置をIP結合することにより、監視制御運用個所と機能サーバ設置個所を自由に選ぶことができ、分散監視制御システムを構築することができる。さらに、監視制御情報の取り込み規模を拡大することにより、システムの統合集約化によるコスト低減と柔軟な運用体制変更への対応を可能とする。

電力業界では、電力自由化に向けた業務プロセスの改革を含めたいっそうの業務効率化が求められている。一方、LANやWANなどのネットワーク連携技術の進展は、従来の情報制御システムを変ぼうさせた。さまざまな電力設備・機器にプロセッサが搭載されるようになり、自律的に業務を行う「電力ユビキタス時代」の到来が近いことを確信できるようになった。

このような背景を踏まえて、日立グループは、IPネットワークを採用し、従来地域的に独立に分散配置されていた電力系統監視制御システムの統合・集約によって電力系統の運用・保守コストを確実に低減させ、将来の電力ユビキタス時代の先駆けとなる「広域分散監視制御システム」を開発した。

1 はじめに

電力系統監視制御システムのデータ通信では、通信品質とセキュリティの確保の観点から、これまで専用通信線による専用プロトコルが採用されてきた。しかし、電力系統監視制御機能の高度化や伝送情報種別と伝送量の増加に伴い、多様な情報をさらに効率的に伝送可能とするIP (Internet Protocol) ネットワークの採用について検討が進められている。

日立グループは、監視制御情報などの電力系統運用に直結するデータ通信に情報通信分野の基盤技術として定着したIPネットワークを採用するとともに、従来、地域ごとに独立に分散配置されていたシステムを統合、集約化することにより、電力系統の運用コストを低減できる「広域分散監視制御システム」を開発した。

ここでは、電力系統監視制御における、日立グループが提案するIPネットワークソリューションについて述べる。

2 広域分散監視制御システムの概要

従来、電力系統監視制御システムは、支店給電所や下位制御所など系統運用機関の体制に合わせて設置されていた。そのため、ハードウェア・ソフトウェアの多くは冗長に配置されており、運用機関の体制変更に際しては、監視制御対象である電力系統が変わらないにもかかわらず、新たなハードウェア・ソフトウェアの設置が必要であった。さらに、電力系統監視制御システムで収集、加工した情報を設備保守などの各種系統運用管理システム、配電システム、コールセンターなどさまざまなシステムにも活用したいというニーズが高まっている。

一方、近年のLANやWANを含むIPネットワーク技術は、従来の遠方監視制御装置（以下、テレコンと言う。）と給電所・制御所（以下、コントロールセンタと言う。）間の連携や、コントロールセンタ間の連携に以下のような大きな変化をもたらす。

- (1) コントロールセンタのロケーションフリー化：系統運用機関の体制とは独立なシステム構成・階層
- (2) テレコンのロケーションフリー化：変電所に設置されるテレコンと上位コントロールセンタの情報連携の自在化
- (3) 機能のボーダレス化：テレコンとコントロールセンタ間の機能の再配置

コントロールセンタのロケーションフリー化は、バックアップシステムを含めたコントロールセンタのハードウェア・ソフトウェア構成の最適化を実現し、テレコンのロケーションフリー化は、

異なるコントロールセンタ間の相互バックアップを実現する。また、機能のボーダレス化は、機能配置の最適化による上位システムのソフトウェアの簡略化につながり、全体コストの低減を図るとともに、設備保守システムなどへの画像やグラフデータなど、従来はファクシミリや専用装置でしか伝送できなかった情報の伝送を可能とする。

見方を変えると、情報の収集と処理はこれまでよりも現場設備の近くで行われ、情報は従来の限界を超えて流通し、電力設備・系統の運用はさらに広域で実施されることとなる。

このような次世代の電力系統監視制御を実現するのが、広域分散監視制御システムである。広域分散監視制御システムの構成を図1に示す。このシステムは、(1) 変電所などの電力設備側に設置されるテレコン、(2) 監視制御情報を伝達するIPネットワーク、(3) 電力系統運用業務を処理する機能サーバから成るセンターシステム、および(4) 運用個所で操作員が監視操作を行うクライアントシステムで構成する。

しかし、広域分散監視制御システムへの移行に関しては、段階的な移行技術や新たなIPネットワークの採用による通信の信頼性の評価、運用管理方法などの課題がある。

このような課題に対応する日立グループの取り組みについて以下に述べる。

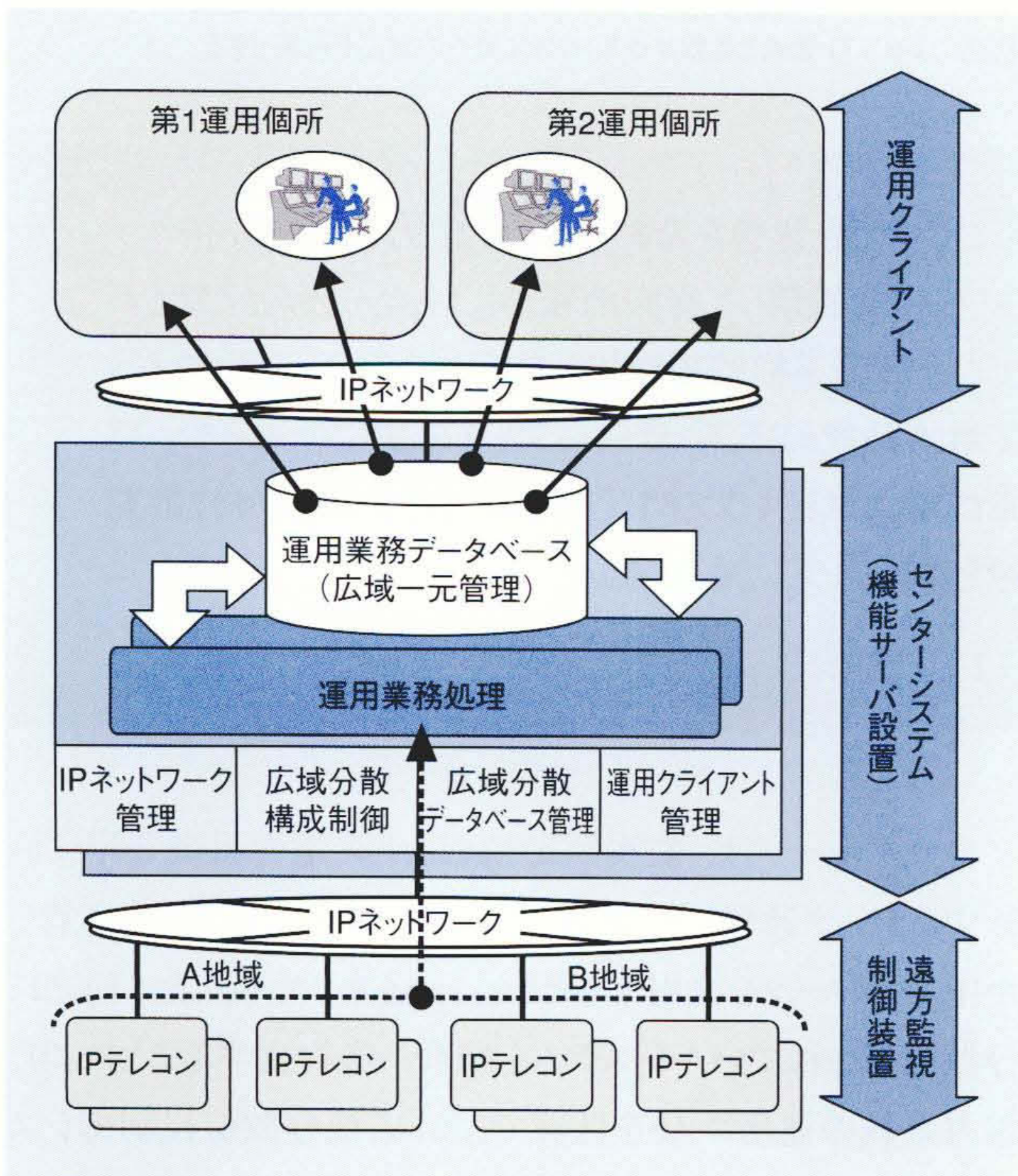
3 IPネットワークソリューションへの取り組み

3.1 広域分散システム実現のキー技術

広域分散監視制御システム実現のために解決すべき課題として、例えば、システムの広域化に伴う障害発生時の影響範囲の拡大や、監視範囲の増大に伴う設備データベース保守の負担増などがあげられる。広域分散監視制御システム導入時のこれらの課題に対応するために開発した要素技術について以下に述べる。

(1) 地域ごとに独立に分散配置されていたシステムを統合、集約化することは、逆に言えば、一つの障害が広範囲に影響を及ぼす危険があることを意味する。これに対しては、広域に分散配置された機能サーバ間による業務バックアップ機能など、IPネットワークを介した広域構成制御技術を確立し、解決を図った。

(2) センターシステムでは、広域の電力系統を監視制御することから、従来個別システムに分散配置されていた設備データベースを一括して持つこととなる。このようなセンターシステムの設備データベース定義の仕方には、(a) 広域系統を一つの設備データベースとして定義する方式と、(b) 従来どおりに設備データベースを分けて定義し、機能サーバで複数のデータベースをサポートする方式がある。日立グループは、設備データベース保守時の影響範囲の極小化や段階的な広域化を図るために、複数のデータベースを持つ後者の方式を開発している。



注：略語説明

IPテレコン（インターネットプロトコル対応遠方監視制御装置）

図1 広域分散監視制御システムの構成

広帯域IPネットワークを採用し、ロケーションフリーにシステムが構築できるほか、設置個所や装置にかかわらず、フレキシブルな運用が可能である。

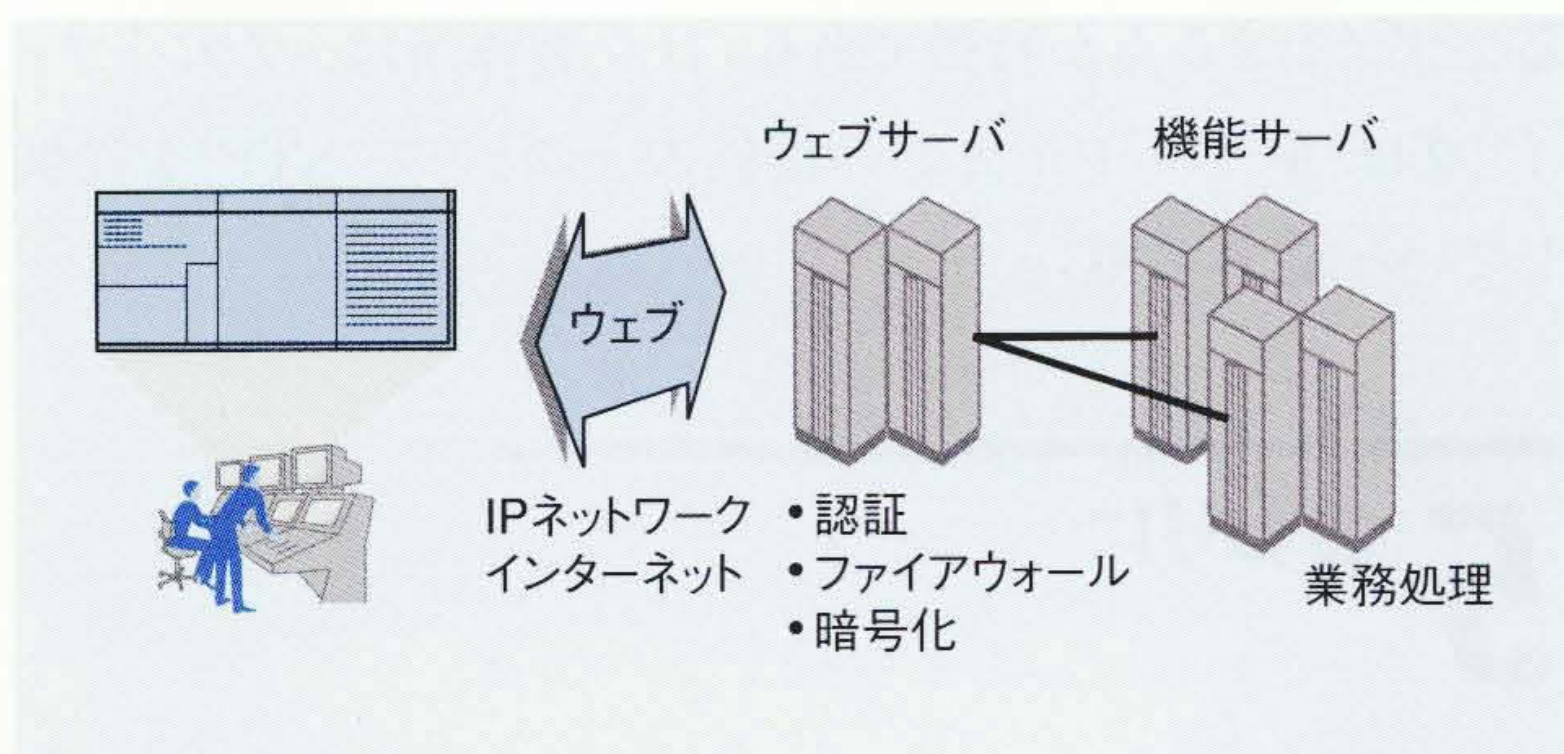


図2 運用個所クライアントへのユーザーインターフェース提供の仕組み

クライアント・ウェブサーバ・機能サーバの3階層モデルで構成し、シンクライアント端末化が可能である。

(3) 複数の運用個所での夜間代行や、運用個所の被災時での運転バックアップを図るためには、一つのクライアントシステムで複数運用個所の情報の入出力が可能でなければならない。従来のクライアント・サーバ型の電力系統監視システムでは、処理性・応答性の観点から、高頻度には変化しない設備データやUI (User Interface) プログラムをクライアント側に配置していた。日立グループは、従来のクライアント・サーバの2階層に代えて、クライアント・ウェブサーバ・機能サーバの3階層構造を提案し、シンクライアントによる高速なウェブ対応ユーザーインターフェースにより、この課題を解決した(図2参照)。

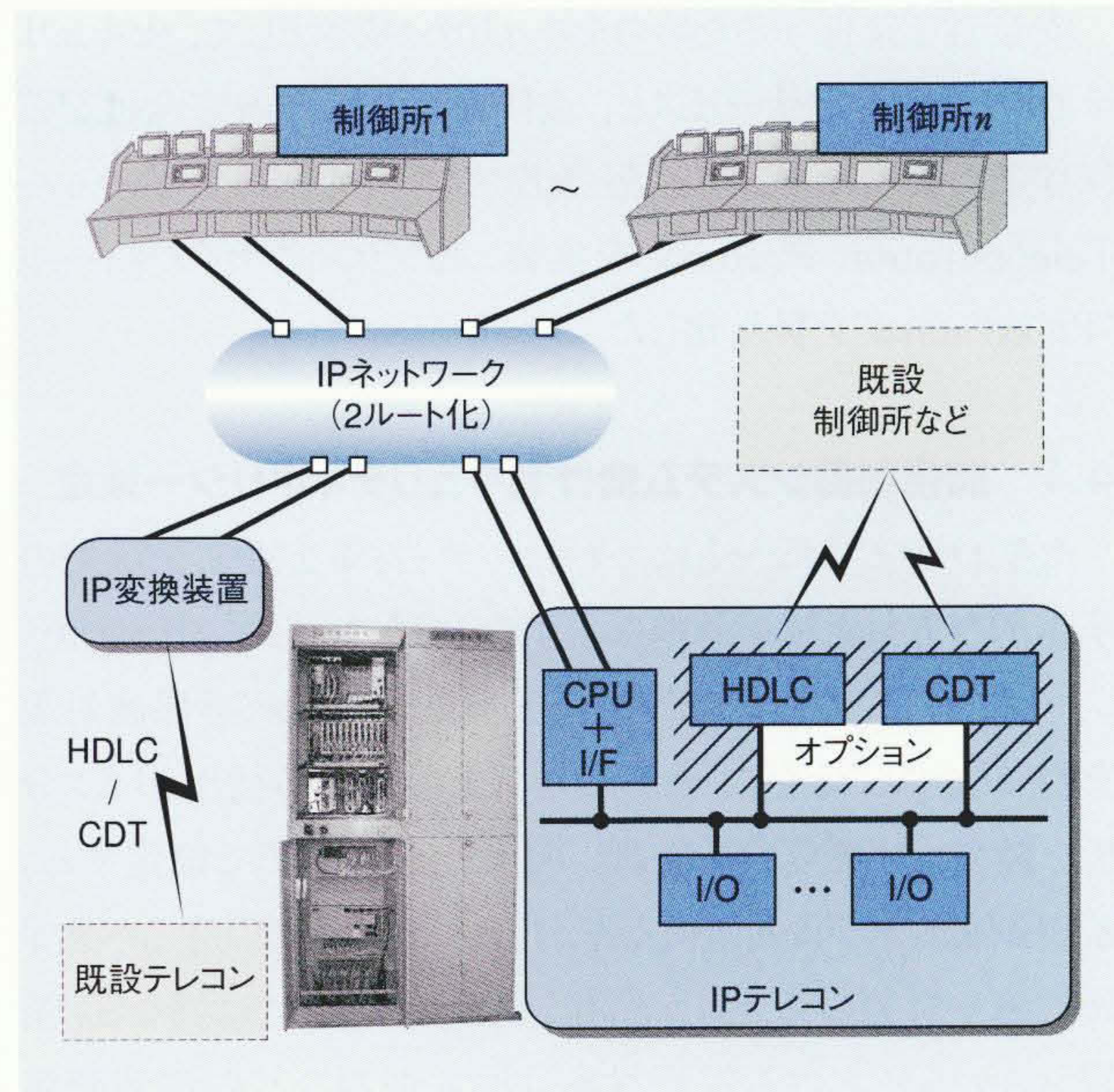
(4) 広域分散監視制御システムの導入に際しては、システムを構成するすべての計算機システムや装置が一度に更新されることはなく、既存システムの更新時期に合わせた段階的な構築が必須である。そのための、ラッピングと呼ばれる段階的移行技術を新たに開発した。

3.2 IP対応遠方監視制御装置(IPテレコン)

ネットワーク技術は変電所構内でのLANによる情報連携やWANを用いた上位コントロールセンタとの情報連携を確実に進展させ、現場機器-変電所サーバーコントロールセンタ間の情報連携プロトコルの標準化がIEC (国際電気標準会議) で進められていることはよく知られている。このことから、従来のテレコン装置のプロセス入出力機能や、HDLC (High-Level Data Link Control) などによる上位コントロールセンタとの通信機能は徐々に姿を消していくものと想定される。しかし、前述したように、すべての変電所設備が同時に更新されることはなく、10~20年の時間スパンで段階的に更新される。一方、コントロールセンタでは、新方式と旧方式の情報伝送の混在がソフトウェアを複雑にし、また、旧方式の情報伝送をサポートするために、WAN方式では必要のないテレコン親局装置が必要となる。

日立グループは、上記の課題を解決するために、以下の装置を開発した。

(1) 変電所設備側が従来構成である場合に適用する従来型テレコン装置にIPネットワーク機能を持たせた「IPテレコン」



注：略語説明

CPU (Central Processing Unit), I/F (Interface), I/O (Input-Output)

図3 IPテレコンとIP変換装置の接続例

旧方式の伝送機能しか持っていないコントロールセンタや既存テレコンとの接続が混在する場合でも、統一した通信インターフェースにより、接続できるようにした。

(2) テレコン自体が旧方式の場合に適用する旧情報伝送手順をIPネットワーク手順に変換する「IP変換装置」

(3) 入出力としてLANやWANだけをサポートする「変電所サーバ」

IPテレコンでは、IPネットワークへの接続インターフェースをCPUモジュールに内蔵させることによって実装効率の向上を図るとともに、オプションモジュールを付加することで、HDLC方式やCDT (Cyclic Digital Telemeter) 方式にも容易に対応を可能とすることにより、旧方式の伝送機能だけを持つコントロールセンタとも接続できるようにした(図3参照)。

IP変換装置は、既存テレコンをIPネットワークに接続するためのものである。変換方式には、回線の集約拠点で一括変換する方式とテレコン単位に変換する方式があり、回線条件などを考慮して選択できるようにした。

これにより、異なる伝送方式や手順のテレコンが混在する場合でも、上位コントロールセンタでは、それらを意識することなく、統一したIPテレコンインターフェースで各種テレコンとの通信を可能とした。

4 電力用IPネットワーク技術の拡張

IPネットワークを採用しオープンなインターフェースを使用しながら遠隔監視・制御やシステム間でデータ連携するためには、安全性を確保するためのセキュリティ技術や、データ連携のためのエージェント技術を適用した電力用の広域IPネットワーク技術の拡張が必要である。

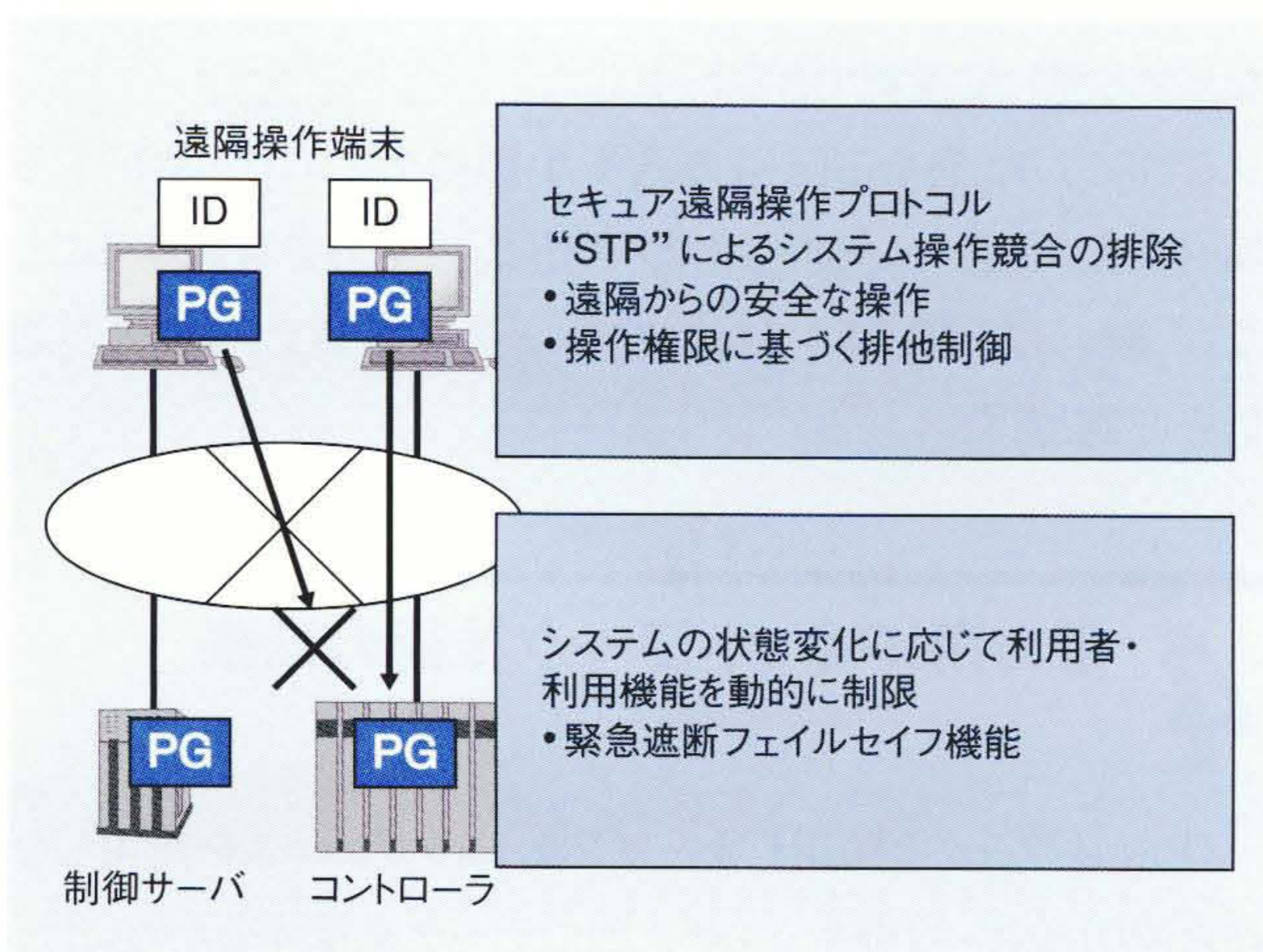
安全性を確保するためのセキュリティ技術として、セキュリティポリシー策定サービスと、遠隔からの操作の安全性を確保するためのセキュア遠隔操作プロトコル(STP:Secure Teleoperation Protocol)を実装したプラントファイアウォール“PointGuard”を製品化した。

4.1 監視制御システム向けセキュリティポリシー策定

セキュリティポリシーとは、セキュリティ対策を講ずるうえでの基本的な方針と対策基準を示すことである。セキュリティポリシーは、対象となるシステムをモデル化し、守るべき保護対象を明確化するとともに、セキュリティ上の脅威の抽出・リスク分析を経て、対策要件を整理、明文化する手順で策定する。監視制御システム向けのセキュリティポリシーは、守るべき保護対象や対策の考え方が情報システムの場合とは異なる。情報システムにおける保護対象は個人情報などの情報資産であるが、監視制御システムでは、システムが提供する機能そのものが対象である。そのため、対策の考え方も、権限のない外部からの系統操作や機器制御が最もリスクの高い脅威であり、外部からの通信経路を緊急遮断してでもそれらの脅威を防ぐことが大切である。セキュリティポリシーでも、監視制御システム特有の事項が必要となる。日立グループは、このような監視制御システムに特化した形でのセキュリティポリシー策定サービスを提供している。

4.2 セキュア遠隔操作プロトコル“STP”

日立グループは、情報処理振興事業協会(IPA)からの委託により、「大規模プラントネットワークにおける遠隔操作、遠隔保守のためのセキュア通信プロトコル技術」を研究開発した。このプロトコル“STP”では、監視制御システムの誤操作を防止する目的で、「操作権限」という概念を導入し、複数の操作員が遠隔から操作を行う場合にも、一連の操作が重な



注：略語説明 ID(Identification)、PG(PointGuard)

図4 PointGuardの特徴とSTP

遠隔操作を安全に行うためのSTPを、プラントファイアウォール“PointGuard”として提供する。

ることなく行える点が特徴である。日立製作所は、プラントファイアウォール“PointGuard”の機能の一つとして“STP”を提供している(図4参照)。

5 おわりに

ここでは、電力系統監視制御システムにおけるIPネットワークソリューションについて述べた。

日立グループは、IPネットワークを用いた初のシステムとして、関西電力株式会社の東海支社に給電制御所システムを出荷した。このシステムは、IPテレコンを適用した初めての監視制御システムであり、電力システムセンターへのウェブ型監視情報端末の設置をはじめ、中央給電指令所へのエージェント技術によるXMLデータ配信など、多くのネットワーク技術を採用している。

IPネットワーク技術は今後ますます進化し、一般化していくものとする。日立グループは、今後も将来像や動向を見据えたうえで、新たなソリューションを積極的に提案していく考えである。

参考文献など

- 1) 電気共同研究会:電力用通信網へのIPネットワークの適用性評価・システム設計技術, 電気共同研究, 第58巻, 第4号(2002.11)
- 2) プラントファイアウォール“PointGuard”ホームページ,
<http://www.hitachi.co.jp/Div/omika/product/seigyo/index.html>

執筆者紹介



菊池正幸

1977年日立製作所入社, 情報・通信グループ 情報制御システム事業部 電力システム本部 電力システム設計部 所属
現在, 電力監視制御システムの開発に従事
電気学会会員
E-mail: masayuki-b_kikuchi @ pis. hitachi. co. jp



宮尾 健

1987年日立製作所入社, 情報・通信グループ 情報制御システム事業部 システムソリューション設計部 所属
現在, セキュリティシステムの研究開発に従事
E-mail: Takeshi_miyao @ pis. hitachi. co. jp



鈴木達之

1986年日立エンジニアリング株式会社入社, 公共システム制御部 所属
現在, 遠方監視制御装置のシステム設計に従事
E-mail: tatsu @ juo. hitachi-hec. co. jp



加藤光也

1980年株式会社日立情報制御システム(現株式会社日立ハイコス)入社, 制御システム本部 電力システム部 所属
現在, 電力系統監視制御システムの設計・開発に従事
E-mail: katou @ hicos. co. jp