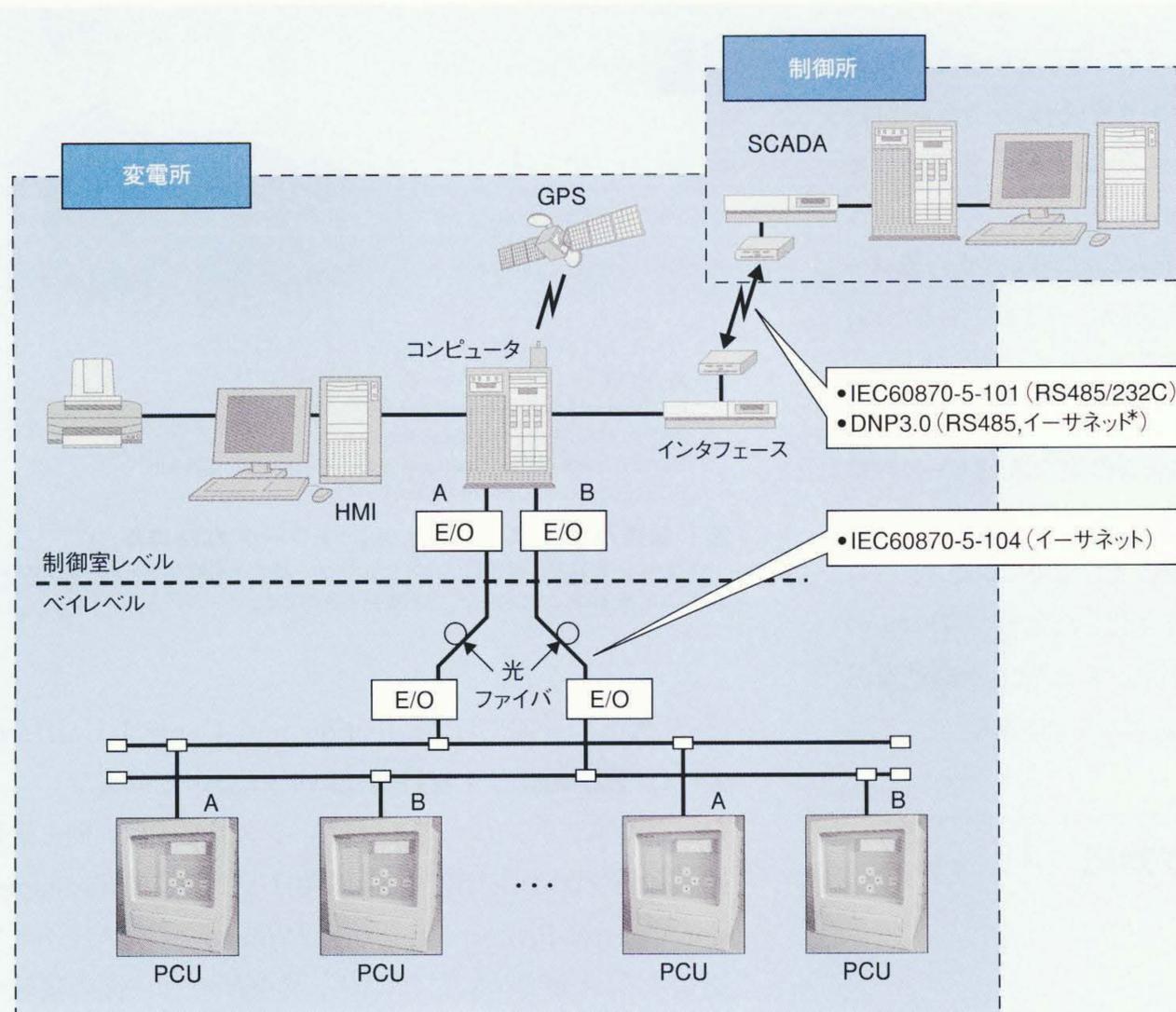


# オープンネットワークに対応した 電力系統の保護・制御システム

## Protection and Control System Using Open Network Architecture for Power Systems

小林 崇 Takashi Kobayashi 小川 栄二 Eiji Ogawa  
大森 隆宏 Takahiro Ômori 佐藤 康生 Yasuo Satô



### オープンネットワーク保護・制御システムの概要

変電所のベイレベルから制御所のSCADAシステムまでを、イーサネットをベースとしたIEC通信プロトコルのオープンネットワークで接続することにより、遠隔制御・監視を容易に行うことができる。また、異なるメーカーとの接続も可能である。

注：略語説明ほか

PCU (Protection and Control Unit; 保護・制御ユニット)  
GPS (Global Positioning System)  
HMI (Human-Machine Interface)  
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System; 監視制御データ収集システム)  
E/O (電気・光変換ユニット)  
IEC (International Electrotechnical Commission; 国際電気標準会議)  
\*イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

インターネットやイントラネットの急速な普及により、電力系統保護・制御システムでも、これらの通信技術を積極的に活用した、遠隔監視や遠隔運転といった運用・保守面での利便性が向上しつつある。

日立製作所は、このようなネットワーク技術を積極的に取り込み、いっそうのオープン化を目指した結果、電力系統保護・制御システム分野の標準的インタフェースであるIEC規格に準拠したネットワークプロトコルを

装備した、保護・制御システムの開発に成功した。また、汎用ブラウザソフトウェアによる遠隔地の装置・機器の状態監視や、高速で遠隔制御ができるウェブサーバ機能付きコンパクトタイプの保護・制御ユニットも開発し、各種アプリケーションの検討を進めている。

さらに、インテリジェント(ユビキタス)コントローラを用いて運用・保守作業を支援する、保守支援ナビゲーションシステムの開発にも取り組んでいる。

## 1 はじめに

電力系統機器などの保護・制御を担うシステムには、高信頼性と高機能が要求される。

一方、近年の電力規制緩和の具体化に伴い、電力系統保護・制御システムにはさまざまな面でのコストダウンが要求され、従来と同等以上の性能と信頼性を備えたうえで、いっそうのコンパクト化と低コスト化が求められてきている。

また、オープンネットワークへの通信技術(IT)を駆使した

対応や、運用・保守の効率向上のための遠隔制御への対応も強く要求されてきている。

ここでは、これらのニーズにこたえて日立製作所が開発した、海外・国内向けの電力系統保護・制御システムの特徴、および運用・保守の効率向上のための保守作業支援システムについて述べる。

## 2 保護・制御システムの情報通信技術動向

インターネットやイントラネット、モバイル通信といった情報通信技術の進展に伴い、電力系統用保護・制御システムには、これらの技術を積極的に活用したシステムが種々提案されてきている<sup>1)</sup>。

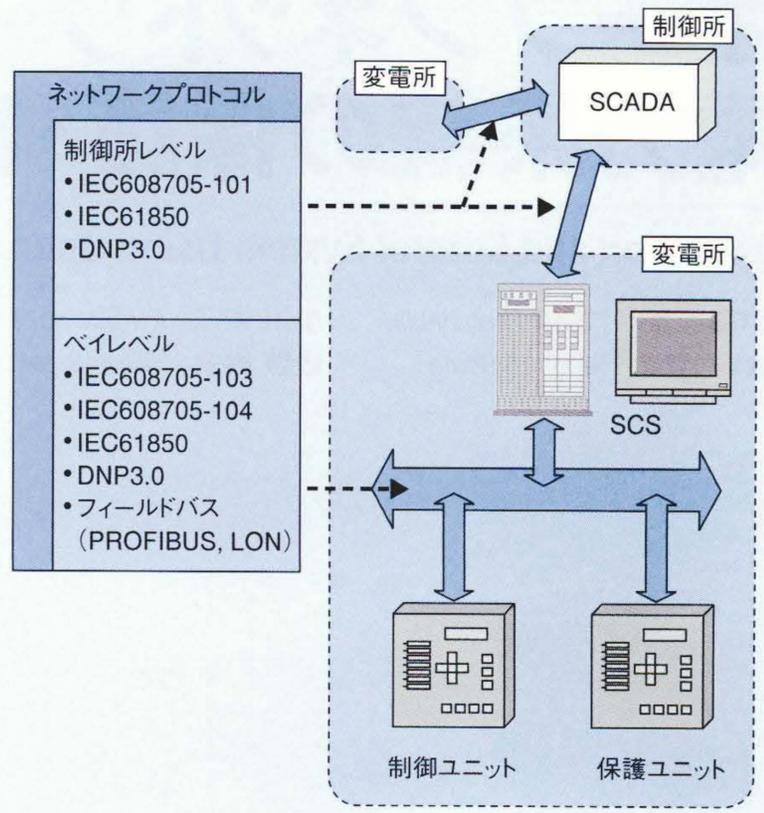
一方、海外の保護・制御システムには、以前から異メーカー間接続を前提としたシステム構築が一般的であるため、RS232CやRS485をベースとしたIEC60870-5-101/103といった通信プロトコルや、PROFIBUSに代表されるフィールドバスが適用されている。保護・制御システムの主なネットワークプロトコルを要約したものを図1に示す。

このような背景から、最近では、IEC TC57でプロセスレベルやベイレベル、変電所レベルまで統合化した通信プロトコルの標準化が進められ、イーサネット通信をベースとした高速な汎用通信技術を用いたシステムが主流になりつつある<sup>2)</sup>。

## 3 オープンネットワーク対応 保護・制御ユニット

### 3.1 ハードウェア構成

このような状況の中で、日立製作所は、イーサネットをベースとしたオープンネットワークに柔軟に対応するデジタル保



注：略語説明

- IEC (International Electrotechnical Commission)
- DNP3.0 (Distributed Network Protocol 3.0)
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System)
- SCS (Substation Control System)

図1 保護・制御システムの主なネットワークプロトコル

保護リレー装置と制御装置には異なるメーカー結合が可能なオープン ネットワークプロトコルを適用し、SCSを介して制御所と通信する。

護・制御ユニット(PCU:Protection and Control Unit)を開発した(図2参照)。主な特徴は以下のとおりである。

- (1) サブステーション コントロール システム(SCS)間を業界標準通信プロトコル“IEC60870-5-104”[TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ベース]を介して通信することができる。これにより、異なるメーカー間の接続が可能となる。
- (2) 保護と制御機能を一体化してサイズの縮小化を図った

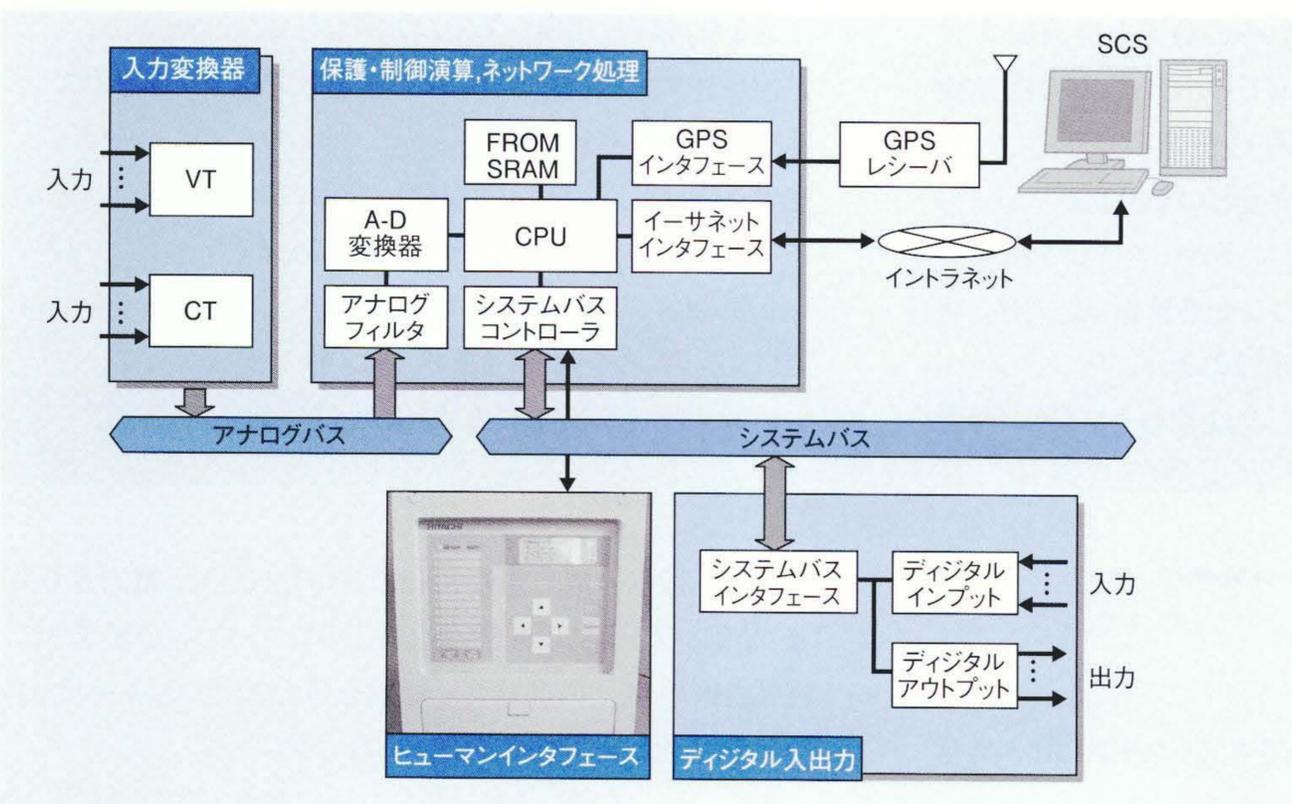


図2 オープンネットワーク対応保護・制御ユニットのハードウェア構成

イーサネットインタフェースをベースとしたオープン ネットワーク プロトコルを実装することにより、上位SCSとの通信が可能である。また、入出力の拡張が容易なシステムバス インタフェースを装備した。

注：略語説明

- VT (電圧入力変換器)
- CT (電流入力変換器)
- FROM (Flash Read-Only Memory)
- SRAM (Static Random Access Memory)

(日立製作所従来機比:  $\frac{1}{2}$ )。

(3) 保護・制御アプリケーションに柔軟に対応する拡張性(システムバスを介して機能拡張が可能)がある。

(4) GPS(Global Positioning System:汎地球測位システム)による時刻同期ができる(分解能:1 ms)。

(5) ユーザー独自のI/O(入出力)設定ができる(ユーザーフレンドリー)。

### 3.2 ネットワーク対応技術

PCUのネットワーク対応は、TCP/IP通信をベースとして構築する。特に、SCS間の通信については、従来電力系統の保護・制御で広く用いられてきたIEC60870-5-101の protocols と、TCP/IP(イーサネット)上に実装したIEC60870-5-104を採用した。

また、汎用高速イーサネット通信が可能のために、ウェブサーバ機能が実装でき、セーブしてあるデータを上位SCSにファイル転送することにより、波形解析や監視機能を実現することもできる。

求められてきている。

このようなニーズにこたえるため、ネットワーク対応新デジタルリレーユニット「EDR+シリーズ」を開発した。

このシリーズの開発コンセプトは、日立製作所の第二世代デジタルリレーを踏襲し、上位互換性を維持しつつ、大幅なコンパクト化と汎用ネットワーク対応を図っていることである。システム構成を図3に示す。

EDR+シリーズの主な特徴は以下のとおりである。

(1) スタンダードモジュール

標準ハードウェア・ソフトウェアを標準モジュール化することにより、再利用ができるようにした。また、実績がある現行のモジュールの実装も可能とした。

(2) 小型軽量化

保護リレーで必要とされる機能を集約することにより、ハードウェアの小型軽量化と、低消費電力化を図った〔保護制御演算、シーケンス、HI(Human Interface)、通信機能を1ボード化〕。

(3) オール イン ワン

電源部、入力変換器部、CPU演算部、およびI/O部を1ユニットに実装し、オール イン ワン化した。

(4) ネットワーク

リモート運用技術を基本に、IT化に柔軟に対応した機能を実装した。保護・制御演算を実行するCPU基板にウェブサーバ機能を持たせたネットワーク用プロセッサを実装し、それぞれが密結合となるように構成した。これにより、データ転送時のオーバヘッド時間を極力少なくし、不要なプロトコル変換を排除して通信処理の高速化を図り、操作応答性を向上させた。

(5) 時刻同期機能

GPSによる時刻情報を扱えるインタフェースを装備した。

(6) 業界標準波形解析データ共通フォーマットをサポート

## 4 保守LANへの情報通信技術適用

### 4.1 新デジタルリレーユニットのシリーズ化

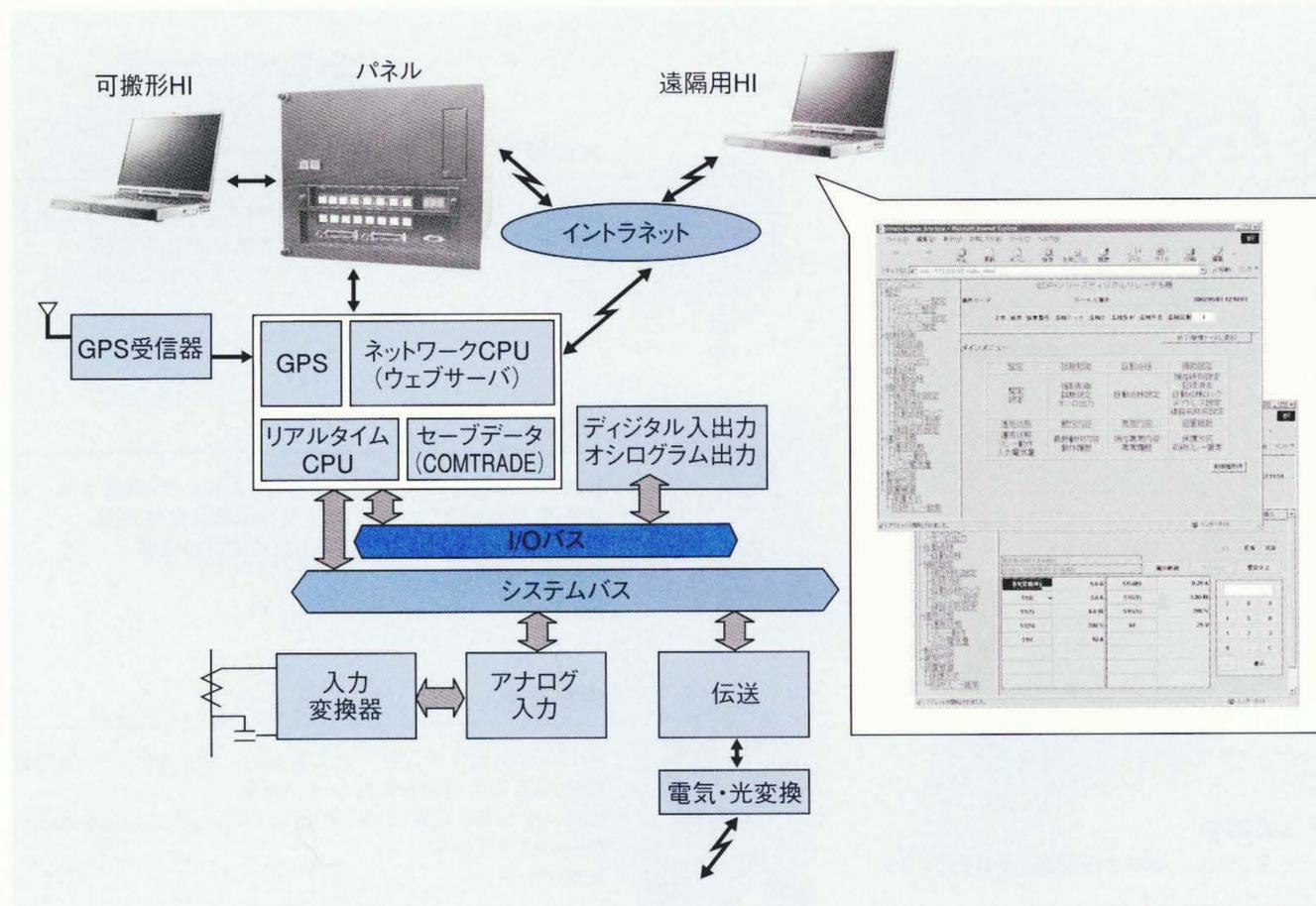
デジタル保護・制御システムへの情報通信技術適用のねらいの一つとして、運用・保守LANを用いた遠隔監視・制御があげられる。

遠隔監視・制御については、汎用パソコンのブラウザソフトウェアを活用し、ネットワークに接続することで、いつでも、どこからでも、同じユーザーインタフェースでアクセスができ、かつ高速応答性を維持しつつ、簡便な操作性を持たせることが

図3 新デジタルリレーユニット「EDR+シリーズ」のシステム構成

保護・制御のリアルタイム演算用プロセッサとネットワーク用プロセッサを同一プリント基板に実装した。これにより、リアルタイム演算性能を確保し、遠隔監視・制御・解析といったネットワークアプリケーションへの柔軟な対応を可能としている。

注：略語説明  
COMTRADE(波形解析データ共通フォーマット)



IEC(国際電気標準会議)規格に準拠したデータフォーマットをサポートし、汎用解析ソフトウェアによる波形解析を可能とした。

#### (7) 高信頼性

機能の集約によって部品点数を削減し、故障率の低減を図った。また、プログラムの自動生成が可能なソフトウェアCADシステムを適用することにより、ヒューマンエラーを防止している。

## 4.2 保守支援ナビゲーションシステム

### 4.2.1 保守作業支援システムの概要

このシステムは、電力センター、変電所構内、および巡視員を想定した三つの構成要素から成る。これらのデータ連携により、保護・制御装置の状態や巡視員の状況に合わせ、オンラインでリアルタイムでの作業を可能としている。保守支援ナビゲーションシステムの構成例を図4に示す。インテリジェント(ユビキタス)コントローラを用い、ソフトウェアとして「データ収集エージェント」のプログラム実行環境を用意した。このエージェントにより、時刻または指定データの状態変化を起点として、データ収集などの動作を可能とした。このようなデータの収集項目と収集条件は電力センターから配布されるので、特定形式のデータを収集するなど、データ収集内容を柔軟に修正できるという利点がある。収集されたデータは、電力センターに向けて、インテリジェントコントローラから自律的に発信される。

### 4.2.2 保守業務ナビゲーションサーバ

保守業務を統括する電力センターには、保守業務ナビゲーションサーバを配置する。保守業務ナビゲーションサーバには意思決定支援システムが組み込まれており、“WFM(Workflow Management)”によって一連の業務の流れを管理している<sup>3)</sup>。ナビゲーションサーバでは、インテリジェントコントローラ

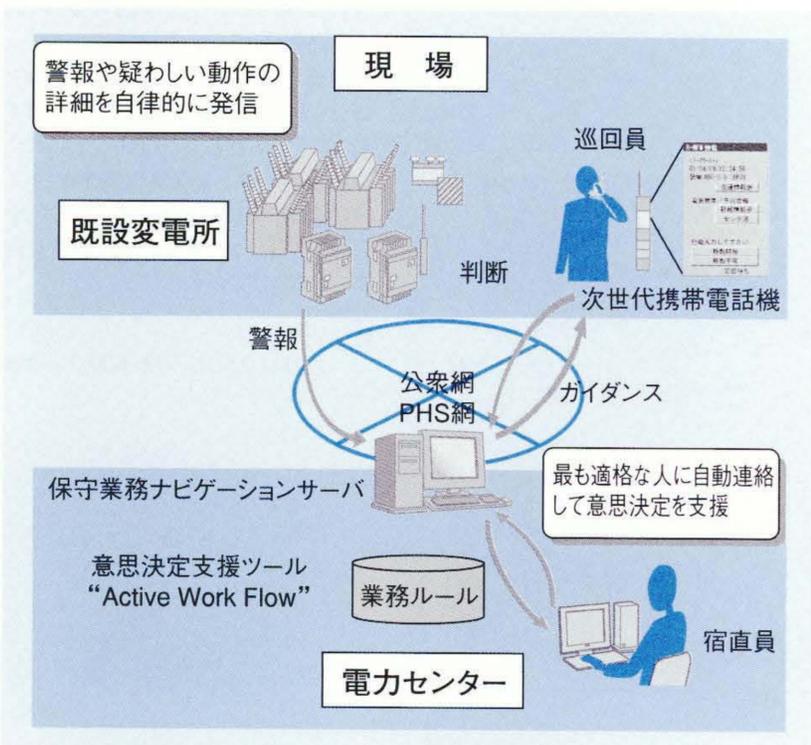


図4 保守支援ナビゲーションシステムの概要

保守業務支援ナビゲーションサーバでは、インテリジェント端末から警報を受けると自動的に適格者に各種情報を自動送信し、意思決定を支援する。

から発信された情報を受け、操作員・巡視員に意思決定支援情報が提供される。また、他部署との連携業務を、多重に処理することも可能である。

## 5 おわりに

ここでは、オープンネットワークに対応した電力系統の保護・制御システムと、保安作業支援システムについて述べた。

電力系統機器などの保護・制御を担う電力系統用保護・制御装置には、高信頼性と高機能が要求され、さまざまな面でのコストダウンのほか、ネットワーク対応や多様化するシステムニーズ(インテリジェント化など)が強くなってきている。これからはオープン分散化指向がますます強まり、ネットワーク対応のいっそうの高度化が求められる。

日立製作所は、このようなニーズに対処するとともに、今後さらなる低コスト化を図り、汎用性の高いシステムの開発を進めていく考えである。

### 参考文献

- 1) 岩谷, 外:電力系統用コンパクト形保護制御装置, 日立評論, 83, 2, 211~214(2001.2)
- 2) 芹澤:オープン分散制御の電力系統への応用動向, OHM, 2000年9月号
- 3) 野中, 外:災害時における意思決定支援システム, 人工知能学会誌, 15巻3号(2000.5)

### 執筆者紹介



小林 崇

1993年日立製作所入社, 電力・電機グループ 電機システム事業部 受変制御システム本部 受変制御設計部 所属  
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事  
電気学会会員  
E-mail: takashi-a\_kobayashi@pis.hitachi.co.jp



大森隆宏

1993年日立製作所入社, 電力・電機グループ 電機システム事業部 受変制御システム本部 受変制御設計部 所属  
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事  
電気学会会員  
E-mail: takahiro\_oomori@pis.hitachi.co.jp



小川栄二

1993年日立製作所入社, 電力・電機グループ 電機システム事業部 受変制御システム本部 受変制御設計部 所属  
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事  
電気学会会員  
E-mail: eiji\_ogawa@pis.hitachi.co.jp



佐藤康生

1994年日立製作所入社, 日立研究所 IT研究センタ 情報制御第六部 電力情報制御ユニット 所属  
現在, 電力系統設備におけるLCM(Life Cycle Management)技術の研究に従事  
電気学会会員  
E-mail: satoya@gm.hrl.hitachi.co.jp