

電力系統用コンパクト形保護制御装置

Compact Type Digital Protection and Control Equipment for Power Systems

岩谷二三夫 Fumio Iwatani 和知 功 Isao Wachi
千葉富雄 Tomio Chiba

「標準化モジュール」
豊富な経験によって標準化した装置

「ネットワーク」
外部接続が可能な通信を標準
サポート (TCP/IP, RS232C)

「オール イン ワン」
コンパクトなユニットに集約実装

「高信頼性」
ソフトウェアの全自動生成、自社製
32ビットRISCプロセッサ適用

注：略語説明
TCP/IP (Transmission
Control Protocol/Internet
Protocol)
RISC (Reduced Instruction
Set Computer)

コンパクト形保護制御装置 の外観と特徴

高集積化と高密度実装によるコンパクト化と、汎用通信インターフェースへの対応を可能とした。

電力系統用保護制御装置では、その製品の性質から、高信頼度と高機能の必要性に加え、電力市場に競争原理が導入されたことに伴い、信頼性と性能を維持しつつ、コンパクト化・低コスト化への要求が強まってきている。

このニーズにこたえるため、32ビットRISCプロセッサを採用し、TCP/IPなどの汎用通信インターフェースを備えたコンパクト形保護制御装置を開発した。

この装置では、対話形ソフトウェア自動生成システムの全面適用によるヒューマンエラー排除や、ロジックシミュレーションによる設計段階での性能評価充実などによって優れた使い勝手を実現し、さらに汎用通信インターフェースや汎用ブラウザによる可搬形ヒューマンインターフェースの採用により、保守・運用性を向上させるとともに、将来のIT化対応が容易なシステム構成としている。

1 はじめに

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、高い信頼性と高機能が要求される。一方、電気事業法改正などによって電力規制緩和の動きが具体化し、電力市場に競争原理が導入されつつある。このため、電力会社はさまざまな面でのコストダウンを実施しており、電力系統用保護制御装置についても、従来と同等の性能と信頼性を備えつつ、さらにコンパクトで低コストな装置が求められている。

日立製作所は、これらニーズにこたえるために、コンパクトで高性能、高信頼で、保守性をさらに向上させたコンパクト形保護制御装置を開発し、製品化した。

ここでは、この装置の基本構成、特徴、適用した高信頼度化技術、および保守性向上技術について述べる。

2 基本コンセプト

コンパクト形保護制御装置では、以下のコンセプトを基本とした設計により、次世代のニーズに対応する高機能な装置を実現している。

(1) オール イン ワン

高集積化・高密度実装により、電源部、入力変換器部、演算CPU部および接点入出力部を一つのユニットにオール イン ワン化した。

(2) ネットワーク対応

近年、電力会社は、設備の運用・保守を省力化するために、ネットワークを利用した、装置状態の遠隔監視などができるシステムの導入を図っている。これらに対応するとともに、将来のIT (Information Technology) 化に柔軟に適應できる通信機能を実装した。

(3) 高信頼度

交流回路、フィルタ処理、リレー演算、シーケンス、およびトリップ出力のプログラムを全自動生成することにより、ソフトウェア製作時のヒューマンエラーを排除し、高信頼を実現した。

また、電力用保護制御装置の不要動作は電力システムを停止させるおそれがあることから、単一不良での不要動作を防止する必要がある。このため、この保護制御装置では、機能をモジュールごとに分離することにより、各モジュールの独立性を確保した。

(4) 標準化モジュールの採用

これまでの電力系統用保護制御装置の豊富な経験と蓄積したノウハウにより、ハードウェアとソフトウェアの両方のモジュール化による標準化を図った。

3 基本構成と特徴

この保護制御装置の基本構成を図1に示す。主な特徴は以下のとおりである。

(1) オール イン ワン ユニット構成

高性能32ビット浮動小数点演算型RISCプロセッサの

採用により、保護演算とシーケンス処理などを1枚の基板に実装し、基板枚数を削減した。また、電源と入力変換器の小型化(標準16点)を図り、演算部などと併せて1ユニット化した。これにより、ユニットサイズを日立製作所従来機比で $\frac{2}{3}$ に縮小した。

(2) ヒューマンインタフェースの多様化

次のような各種HI (Human Interface) の利用が可能なシステムとした。

- (a) 遠隔運用対応のためのネットワークインタフェース
- (b) 汎用パソコン用ブラウザ(オプション)をサポート
- (c) 盤実装形HIへの対応が可能

(3) 監視機能の強化

プログラム実行時の1ビット誤りを自動訂正する機能と、2ビット誤り検出機能などの監視機能を強化したLSIを新たに設計し、採用した。

(4) 第2世代デジタルリレー推奨仕様に準拠

電気協同研究会の第2世代デジタルリレー(日立製作所の「EDシリーズ」)の性能と機能を継承するようにした。主な項目は以下のとおりである。

- (a) 主検出リレーと事故検出リレーを分離
- (b) 高速サンプリング(4.8 kHz/5.76 kHz)、16ビットA-D変換を採用したデジタルフィルタ処理、およびアナログ入力量(ゲイン、位相)のソフトウェアによる自動調整の採用
- (c) 多様な通信インタフェース[54 kビット/s, 1.544 Mビット/s, TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)]に対応
- (d) 浮動小数点演算規格(IEEE 754)に準拠し、演算誤差を極小化
- (e) 自動監視項目の継承

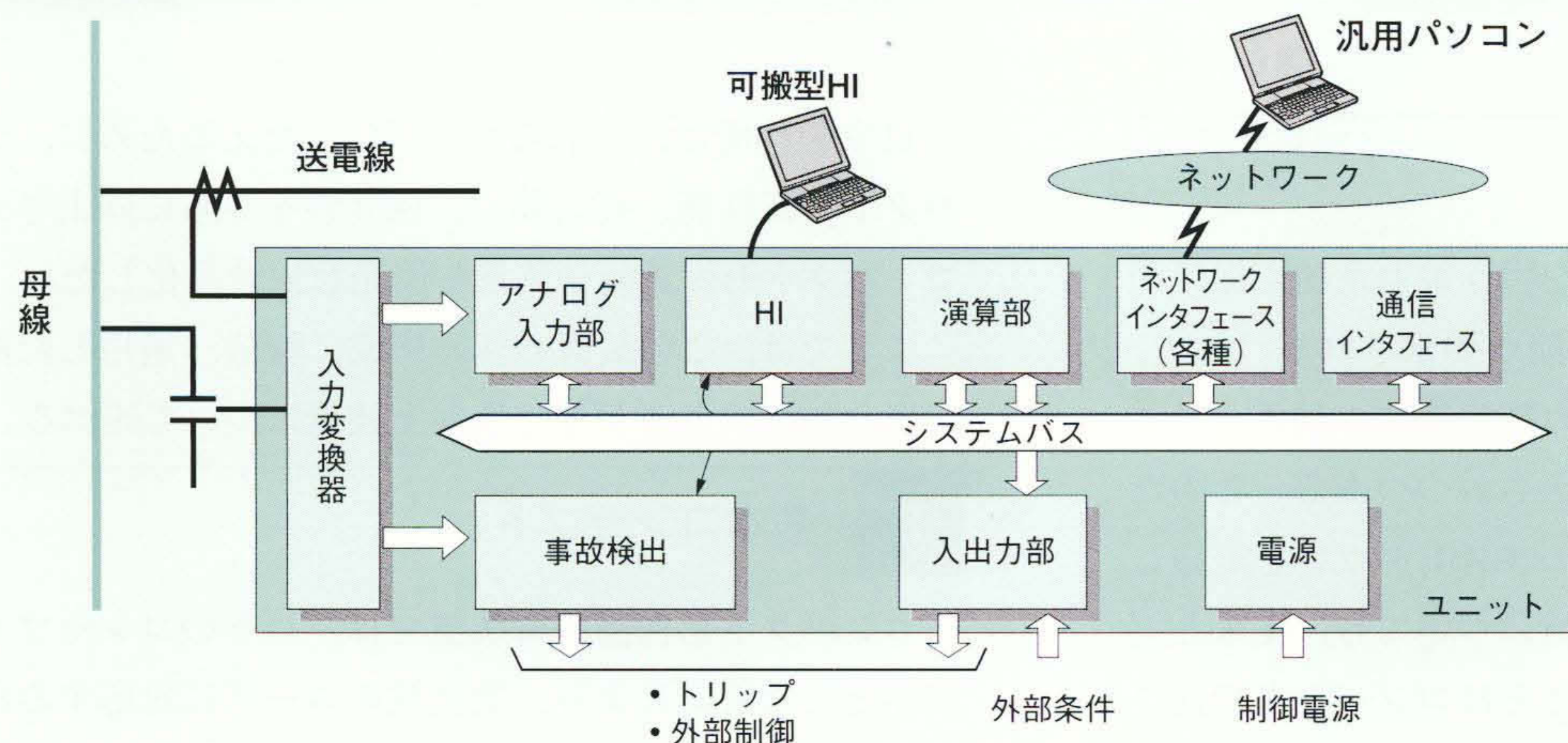


図1 コンパクト形保護制御装置の基本構成

高集積・高密度実装によって入力変換器と電源を一つのユニットに実装し、オール イン ワンによるコンパクト化を実現した。さらに、汎用ネットワークインタフェースを標準実装することにより、装置の遠隔監視を可能とした。

4 高信頼度化技術

この保護制御装置では、ソフトウェアの自動生成システムを適用することにより、設計から製品試験までを一元管理し、信頼性と品質向上を図った(図2参照)。その概要は以下のとおりである。

(1) モジュールライブラリ

登録された標準モジュールライブラリを用いることにより、ソフトウェアを部品イメージで対話処理することを可能とした。

(2) ロジックシミュレーション

入力条件を与えると出力信号がどのタイミングで、どの期間出力されるかがわかる「ロジックシミュレーションシステム」による検証を可能とした。

(3) 遠隔デバッグ・ローディング環境の整備

工場内LANを用い、実機に対してソフトウェアの遠隔デバッグ・ローディングを可能とした。これにより、装置の性能検証段階で発生した問題点を上流工程にフィードバックし、対策を再度実機へ反映するといった一元管理を可能とした。

5 保守性向上技術

電力会社には、装置の保守・運用の省力化や、将来を見据えたIT化システムの構築といったニーズがある。これに対応するため、この保護制御装置では以下の対応を図った(図3参照)。

(1) 可搬形HI

TCP/IPといった汎用通信インタフェースを標準実装することにより、ノート形パソコンを用いた可搬形HIに対応した。また、汎用ブラウザによる操作を可能とし、パソコンのオペレーティングシステムに依存せず、かつ専用ソフトウェアの準備が不要なシステムとした。

(2) IT化対応

汎用通信インタフェースを標準実装しているため、電力会社のイントラネットへの接続が可能となった。このため、パソコンを用いることにより、移動先や制御所、電気所など、場所を選ばず、いつでもどこでも(モバイル化)装置の監視対応が可能となった。また、インターネットを介して装置の出力をメーカーやサービス会社などのシステムに接続すれば、障害発生時の対応の迅速化

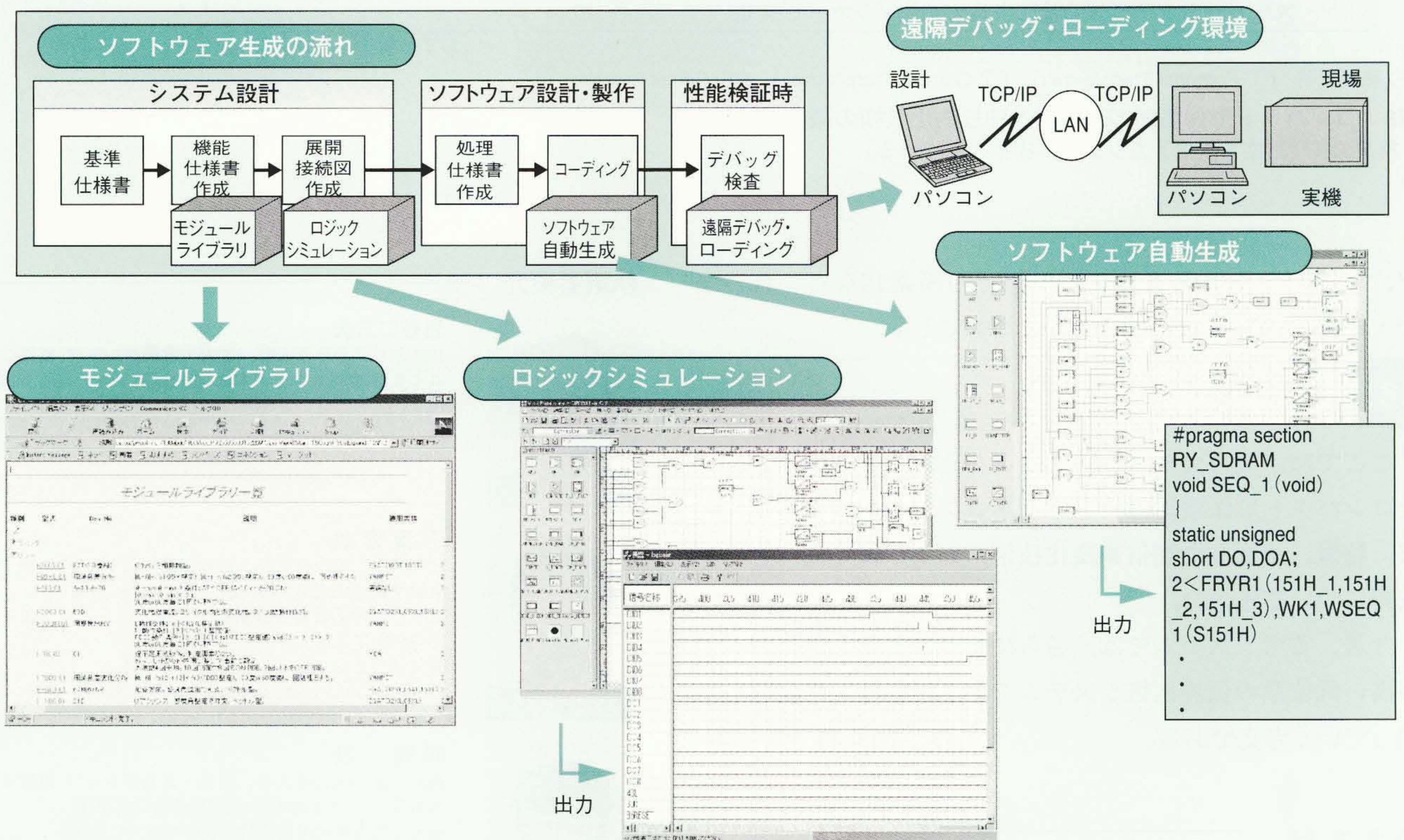
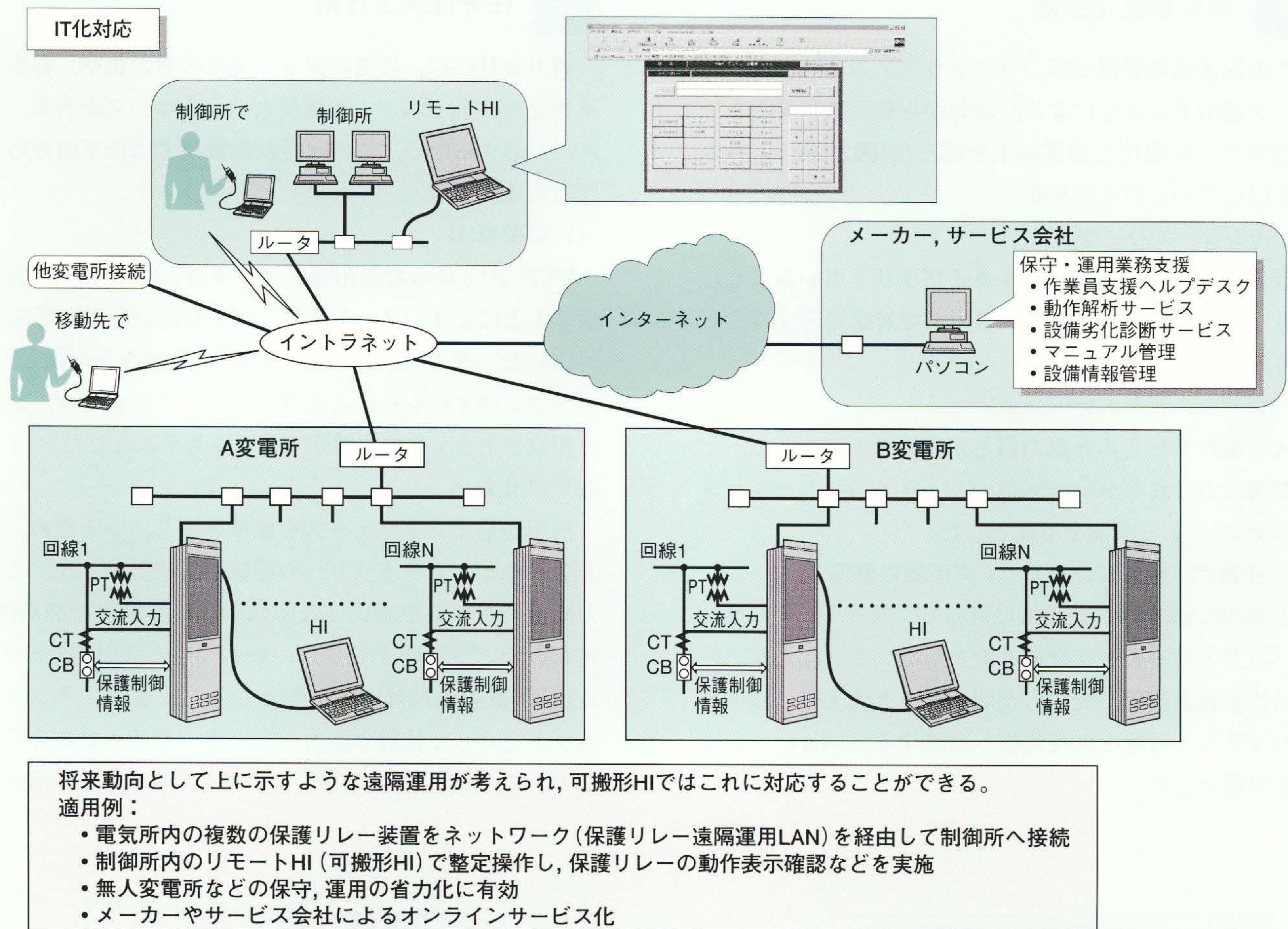


図2 高信頼度化技術の概要

ソフトウェアの自動生成システムを適用することにより、設計から試験までの一元管理を行い、製品の信頼性と品質の向上を図っている。



注：略語説明 PT(Potential Transformer)、CT(Current Transformer)、CB(Circuit Breaker)

図3 コンパクト形保護制御装置の保守性向上技術の概要と適用例
将来のIT化対応を見据えたシステム構築としている。

や、製品バージョンアップ時の対応の簡素化など、保守・運用面での高効率化を図ることができる。

6 おわりに

ここでは、電力会社のニーズにこたえるために開発したコンパクト形保護制御装置の基本コンセプト、基本構成、特徴、適用した高信頼度化技術、および保守性向上技術について述べた。

今後、このシステムでは、さらに低コスト化のニーズが高い低位系の保護制御システムを中心にシリーズ化を図っていく考えである。

参考文献

- 1) 電気協同研究会第二世代デジタルリレー専門委員会：第二世代デジタルリレー，Vol.50，No.1(1994.4)

執筆者紹介



岩谷二三夫

1969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 変電システム本部 電力流通システム部 所属
現在，電力流通システムの取りまとめ業務に従事
電気学会会員

E-mail：fumio_iwatani@pis.hitachi.co.jp



千葉 富雄

1969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 国分生産本部 受変制御設計部 所属
現在，電力系統用保護制御システムのキーコンポーネントの開発に従事
電気学会会員

E-mail：tomio_chiba@pis.hitachi.co.jp



和知 功

1985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 国分生産本部 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：isao_wachi@pis.hitachi.co.jp