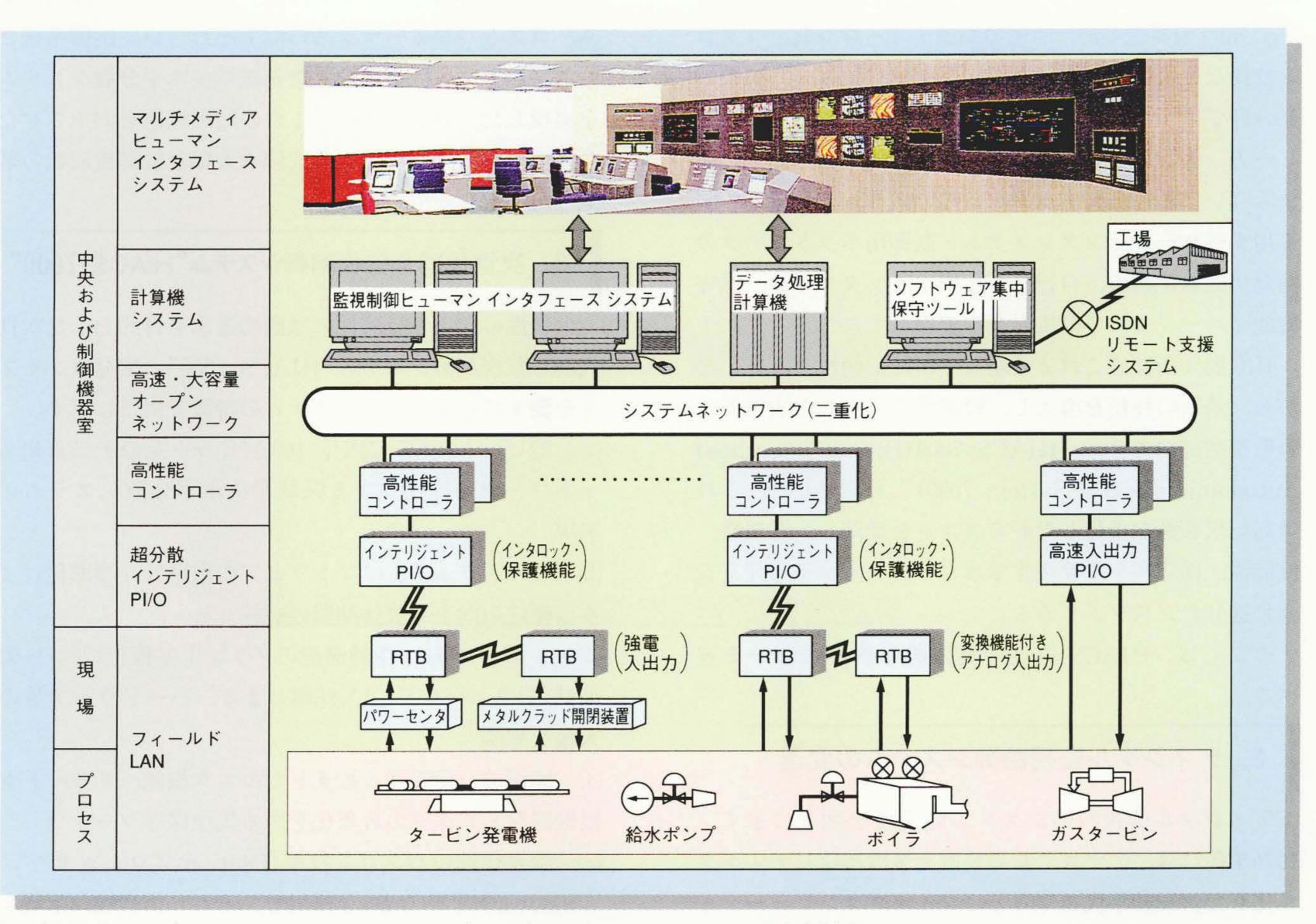
高信頼・次世代総合監視制御システム

Latest High-Reliability of Supervisory and Control System for Power Stations

伊藤明男 Akio Itô 栗栖与文 Yofumi Kurisu 古舘和男 Kazuo Furudate 深井雅之 Masayuki Fukai



注:略語説明 ISDN (Integrated Services Digital Network), PI/O (Process Input and Output;入出力装置) RTB (Remote Terminal Block)

次世代総合監視制御システム "HIACS-7000"

"HIACS-7000"は、高性能コントローラ、ネットワーク、インテリジェントPI/O、およびヒューマン インタフェース システムを備え、高品質を維持しながら、コストパフォーマンス向上のニーズにこたえた最新鋭の次世代総合監視制御システムである。

電力事業の規制緩和や電力料金の見直しなどによる近年の環境変化に対応して、発電設備の大幅な合理化・簡素化が進められている。一方、発電出力の増大や、高効率運転、頻繁な起動停止などの要求から、設備信頼性の確保と電力品質の維持が従来以上に求められている。

このため、これまでの発電用監視制御システムで培った信頼性を確保しながら、保守性、操作性、そして経済性を大きく向上させた次世代総合監視制御システム "HIACS-7000 (Hitachi Integrated Autonomic Control System 7000)"を開発した。

このシステムは、(1) 高機能・高信頼コントローラと大容量・高速ネットワーク採用による性能向上、(2) プラントインタフェース、インタロック回路のハードウェアの標準化による信頼性、保守性の向上、(3) ソフトウェアの部品化や標準化による高信頼性の確保と合理的な生産方式、(4) フィールドLAN適用拡大によるケーブル工事の合理化、(5) ヒューマン インタフェース システムのコンパクト化による設置面積の削減、(6) 保守性、視認性を向上させた保守ツールなど、各発電システムに求められる多くの特徴を持っている。

1. はじめに

火力・水力・原子力といった発電業界では、世界的な流れとして自由競争や規制緩和などによるコストダウンが最も大きな課題となっている。また、コンピュータ技術、通信技術の発展は目覚ましく、CPU(Central Processing Unit)の高速処理、通信の高速・オープン化、パソコン技術などによるダウンサイジングが、いち早く一般産業分野で採用され、多くの効果を上げている。

一方,公共性の高い発電監視制御システムでは,以前から高い信頼性とリアルタイム性に最も重きを置き,制御用オペレーティングシステム・制御用ネットワークの開発,冗長化構成,自己診断技術やインタロック,保守機能のハードウェア構成などを実現してきた。

日立製作所は、これまで培ってきた信頼性を維持しながら、最新の技術を導入し、経済性を追求した次世代総合監視制御システム "HIACS-7000 (Hitachi Integrated Autonomic Control System 7000)"を開発した。これは高い信頼性を維持しながらコストを低減し、処理性、機能性、保守性を重要視する水力・火力・原子力発電設備に適したシステムである。

ここでは、HIACS-7000の具体的な内容について述べる。

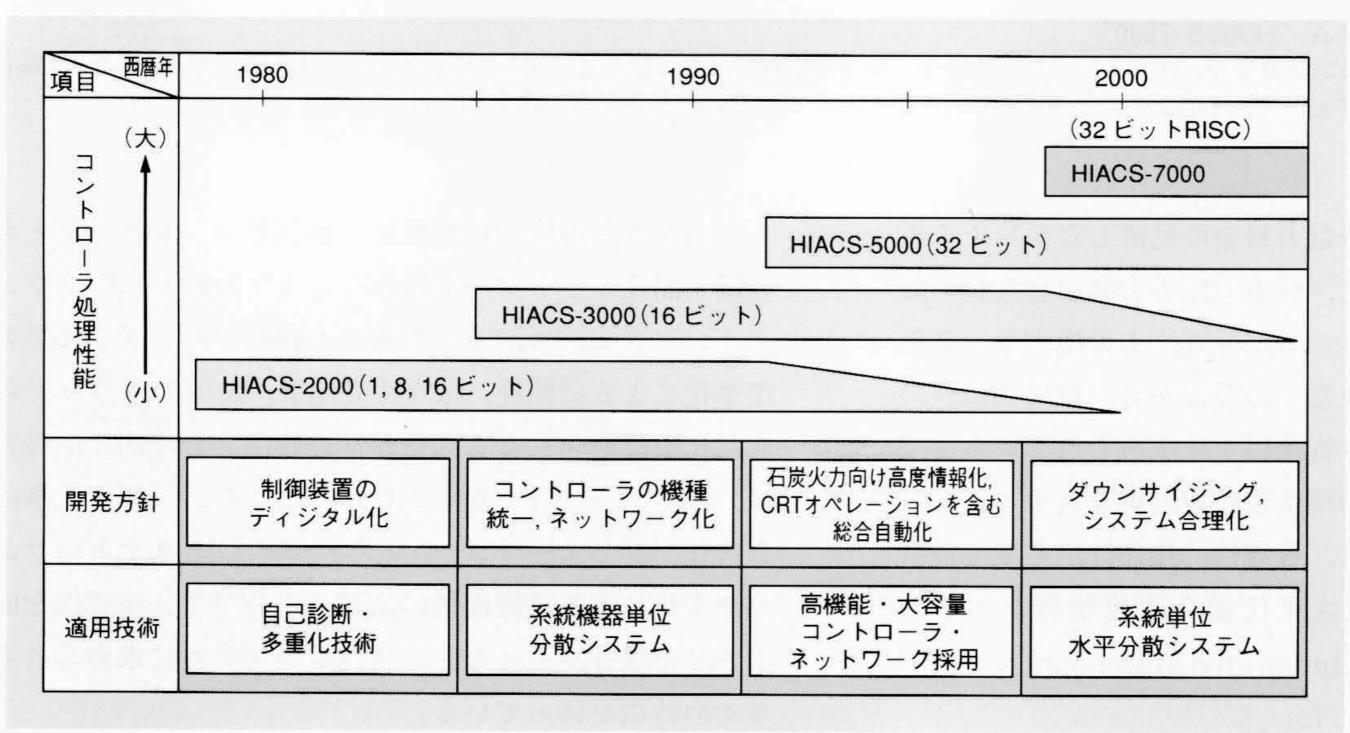
2. ディジタル監視制御システムの変遷

ディジタル監視制御システムの変遷を図1に示す。 1970年代には、アナログ制御装置を装置単位にディジタ ル化した。1980年代になると、マイクロコンピュータと 伝送技術の進歩を生かし、プラントプロセス系に最適な系統機器単位分散システムを実現した¹⁾。1990年代に入ると、総合自動化、各種高度支援システムなどのニーズの高まりとプラント規模の拡大が相まって、高度情報化システムを指向した²⁾。1990年代後半になると、設備のコストダウン要求とパソコン技術、RISC CPUの採用により、コストパフォーマンスの向上をねらい、制御系統ごとにコントローラを集約した系統単位水平分散システムを実現した。コントローラ1台の処理性能を向上させたため、コントローラ台数の削減や大幅な制御盤面数の削減が可能となっている。

3. 次世代総合監視制御システム"HIACS-7000"

信頼性の向上と経済性の徹底的追求を目的とした次世 代総合監視制御システム"HIACS-7000"の開発コンセプ トを表1に示す。このシステムの特徴を以下に示す。

- (1) 32ビットRISC CPU, 100 Mビット/sの光二重化ネットワークの採用による系統単位水平分散システムの実現
- (2) ハードウェア、ソフトウェアの徹底的な標準化による信頼性の向上と製作期間の短縮
- (3) インタロック,保護機能のプリント基板化(リレー盤削減)やフィールドLAN採用による,ハードウェア量の大幅な削減
- (4) 図面の一元管理, 拡充したモニタ機能, リモート支援機能などで保守の合理化を図る集中保守ツール
- (5) 世界標準のパソコン技術(Pentiumプロセッサ*1), Windows NT*2)など)を採用し、それに信頼性向上策を



注:略語説明 RISC (Reduced Instruction Set Computer)

図1 ディジタル監視制御システムの変遷

システムの基本構成は, コントローラの処理性向上 とともに,系統機器単位分 散システムから系統単位水 平分散システムへと向かっ ている。システムの高機能 化により,コストパフォー できる。

表 1 HIACS-7000の開発コンセプト

HIACS-7000は, 信頼性の向上と経済性の徹底的追求を目的とし た次世代総合監視制御システムである。

目的	方 針	具体策
コストパフォーマン スの高いディジタル 制 御 シ ス テ ム	系統単位水平分散 システム	■コントローラの機能集約化, 冗長化対応●大容量で高性能なコントローラ・ネットワーク
	信頼性向上と製作 期間短縮	●ハードウェア回路の標準化 (PCM, RTB)
		●制御ソフトウェアの部品化 と標準化(制御ロジックの 大マクロ化,階層化設計)
	ハードウェア量の 削減	● インタロックや保護機能の プリント基板化
保守の合理化		●配線工事や配線材の合理化 (フィールドLAN採用)
	CAD搭載 集中保守ツール	●インタロックや保護機能の可視化●工学値オンラインモニタ●CAD図面による一元管理
	メーカーとの一体 保守	● ISDNを利用したリモート支 援システム
経 済 的 な ヒューマン インタ フェース システム	信頼性維持と ダウンサイジング	● 小型制御サーバ(パソコン 技術応用)の開発
	監視高度化と使いやすさ	●マルチメディア対応●汎用ソフトウェア活用によるユーザー自身での変更や保守の容易化

注:略語説明

PCM (Programmable Control Module) RTB (Remote Terminal Block)

施した小型制御サーバを用い、監視の高度化を可能とし た経済的なヒューマン インタフェース システム

4. 制御システム

4.1 コントローラ、ネットワークの高性能化

系統単位水平分散システムを実現するには, 膨大な情 報を伝送できる大容量・高速ネットワークと、大容量メ モリを搭載した高性能コントローラが必要となる。

(1) 大容量・高速ネットワーク

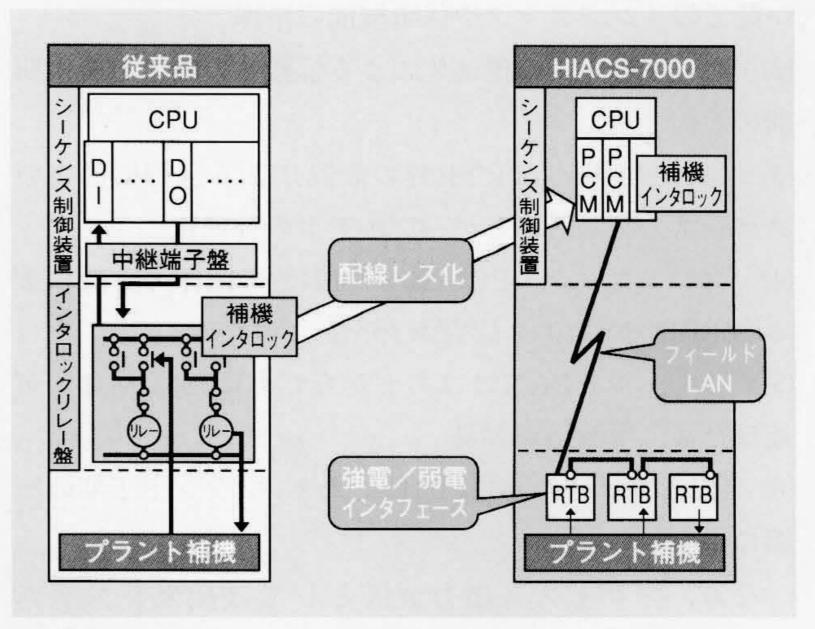
HIACS-5000のシステムに比べて伝送速度で10倍, 伝 送容量で4倍の光二重ループ伝送システムを開発した。 このため、制御装置間の伝送を高速化でき、CRTオペレ ーションなどの応答性が向上した。伝送異常時には、ル

ープバック制御によって伝送の継続を可能としている。 (2) 高性能コントローラ

CPUに32ビットRISCを採用し、CPUの処理性能の向 上と、メモリの大容量化によってシステム全体のコント ローラ台数を大幅に削減した。また、高密度実装、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)技術の採用に よってコンパクト化を図り、筐(きょう)体設置スペース を縮小した。

4.2 プロセス入出力

プロセス入出力回路は,耐ノイズ性向上のための強電 回路と弱電回路の分離と、 コントローラのダウン時でも インタロックや保護動作を確保できるように、リレー盤 を介して構成している(図2参照)。しかし、製作や改造 時には多大の労力が必要なことから, 今回, インテリジ エントPI/O(Process Input and Output)とRTB (Remote Terminal Block)の開発を行った。インテリジ エントPI/OはROM (Read-Only Memory) とRISC CPU を搭載した。ROMの内容としてはインタロック回路や保 護回路を内蔵しており、 コントローラのダウン時でも単 独で機能を果たせる。また、RTBに強電回路との分離や アナログ信号変換機能を持たせた。インテリジェント PI/O として代表的なPCM(Programmable Control Module) を図3に示す。PCMの動作状況は、保守ツール によってリアルタイムで監視が可能であり, 可視性に優 れている。さらに、インタロック回路の改造時には、ツ



注:略語説明 DI (Digital Input) DO (Digital Output)

図2 PCMとRTBの採用による合理化

従来のインタロック機能をPCMで、強電と弱電の分離をRTBでそ れぞれ実現し、フィールドLANで接続する。このため、ハードウェ ア回路の大幅な削減とケーブル工事の合理化が図れる。

[※]1) Pentiumは、米国Intel Corp.の登録商標である。

Windows NTは、米国およびその他の国における **※**2) Microsoft Corp.の登録商標である。

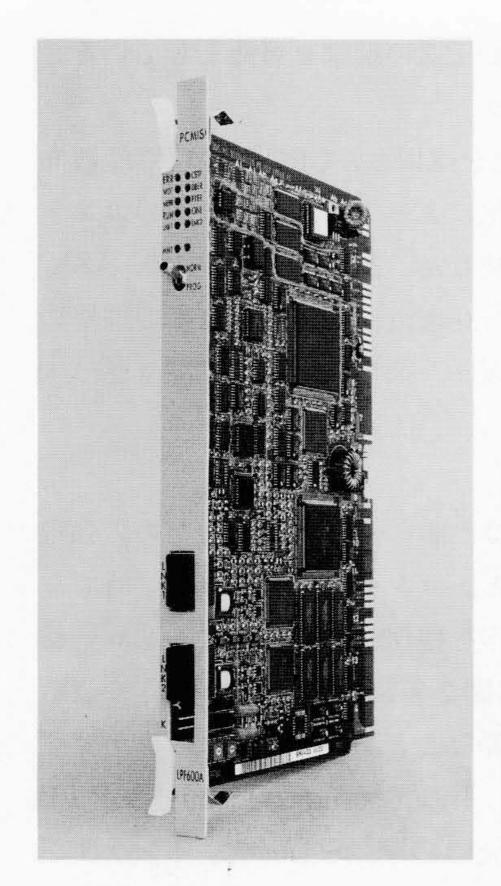


図3 PCMカード

これまでハードウェアのリレー盤で実現していたインタロックや保護機能は、プリント基板で可能といった。内容変更は正面の対象を表現しているののでは、というないのでは、大学では、大学である。

ールからのローディングだけで改造が行える。また、PCMには高速なフィールドLANを接続でき、アナログ・ディジタル入出力信号を高速伝送できる。この伝送ラインには各種のRTBを混在して接続でき、また、伝送速度を変えることによって伝送距離も選択できる。さらに、フィールドLANは二重化を標準とし、信頼性の向上を図っている。

PCMとRTBの適用により、下記のことが実現できる。
(1) インタロックリレー盤の削減と、コントローラダウン時でのインタロックや保護機能の確保

- (2) ハードウェアの標準化による信頼性の向上と製作期間の短縮
- (3) 遠方・現場へのRTB盤の設置による制御機器室の スペースの有効活用とケーブル工事の合理化
- (4) コントローラ・PCM盤とRTB盤の筐体の分離による弱電回路からのノイズ源の分離
- (5) フィールドLANにはあとからでもRTBの追加が可能なため、増改造が容易
- (6) RTB盤だけの先納が可能であり、プラント工期の短縮に寄与

なお,プロセス入出力装置としては従来システム (HIACS-3000, 5000)のPI/Oもサポートしており,既設インタフェースの増改造にも対応できる。

4.3 ソフトウェア

ディジタル装置の導入に伴い、製作・保守図面が大幅 に増大している。これは、従来の機能図に加え、ハード ウェア製作図面の増大とソフトウェア製作のための図面の追加に起因している。これに対応するため、新IBD (Interlock Block Diagram)などを導入し、制御回路を簡単に理解できるようにくふうしてきた³⁾。

HIACS-7000では、調整制御回路にもこの考えを拡大 し、階層化設計手法を開発した。階層化設計ではまとま った機能を一つの大きな機能マクロ(大マクロ)で表記 し、その組合せで一つの制御回路を構成する。この制御 回路は,要求時以外にはブラックボックス化し,必要な ときだけウィンドウを開いて内容を見ることができる。 これは、ソフトウェアの部品化・標準化につながり、ヒ ユーマンエラーの防止が図れるとともに、図面の理解し やすさと製作期間の短縮化に大きく貢献している。HIACS-7000では、このほかに、ディジタル装置で必ず必要とな るアドレス管理, 演算順序管理, 伝送管理などをすべて 保守ツール内で自動管理としたため、ソフトウェアの信 頼性が飛躍的に向上した。この結果, HIACS-7000では従 来の図面枚数の60%削減が可能となり、さらに図面の内 容が理解しやすくなった。これは、保守の合理化に大き く寄与するものでもある。

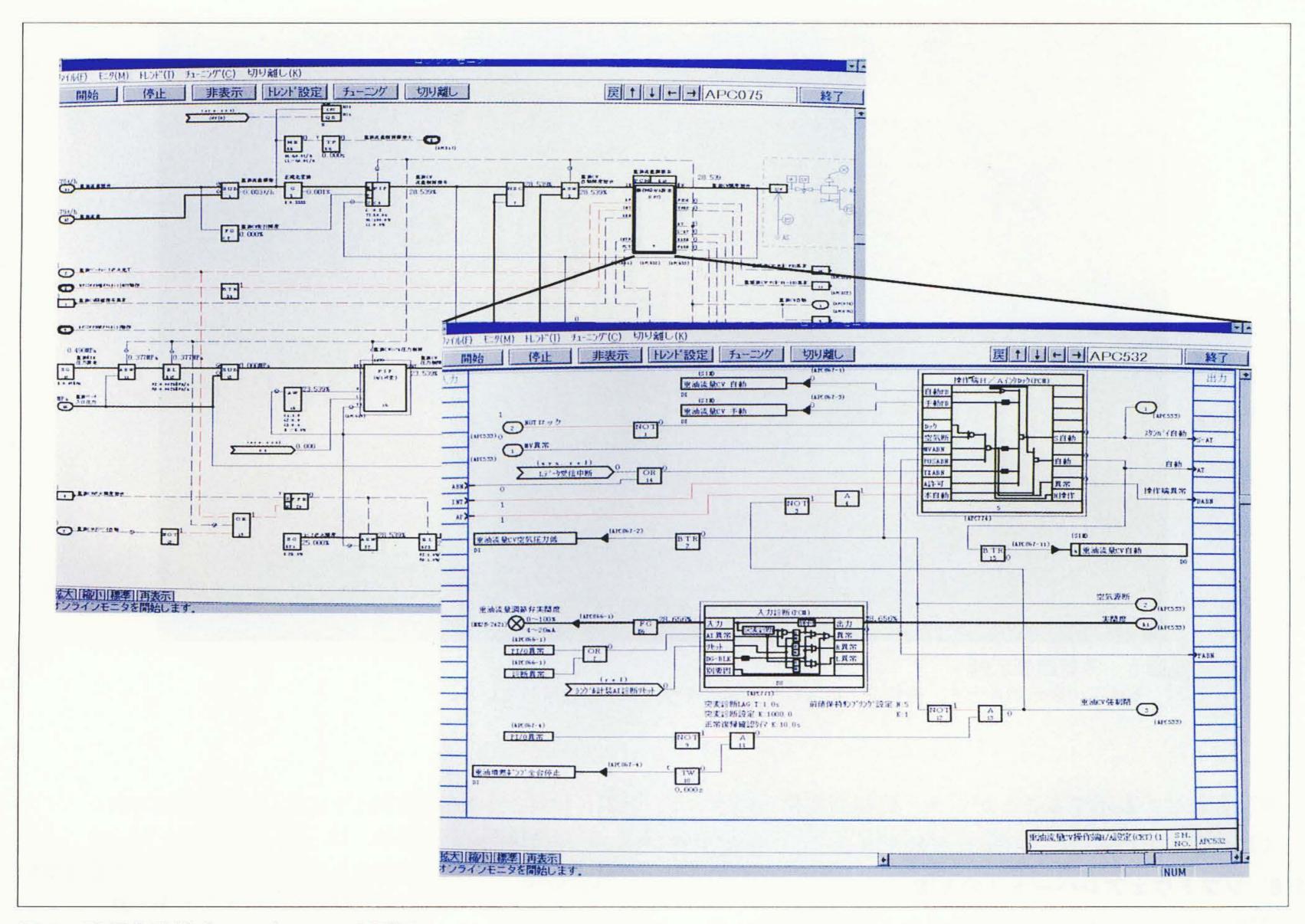
4.4 保守性向上

HIACS-7000では、CAD搭載保守ツールを標準ツール として装備したため、製作図面とソフトウェアの一元管 理が可能となった。

保守ツールは、CAD図面上でのオンラインモニタに加え、新IBD、階層化設計、PCM内の回路内容もリアルタイムで工学値表示できる。階層化設計の回路は、同時に2階層のモニタ表示が可能である(図4参照)。また、保守ツールからネットワークを経由して各コントローラの故障データを収集できる。これにより、保守員は故障発生個所の特定を迅速に行え、復旧対応が短時間で可能となる。また、保守ツールと工場間をISDN (Integrated Services Digital Network)で接続することにより、故障情報の収集とCAD図面データのリモート支援が可能となった。このため、メーカーと一体となった保守がより詳細レベルまで行えるとともに、改造作業の迅速化が図れる。

5. 監視・操作ヒューマン インタフェース システム

火力発電所の運用高度化を支える監視・操作システム でも、操作性の向上が求められる一方, ダウンサイジン グやオープン化の要求と, 経済性に優れたシステムが求



階層化設計オンラインモニタ画面

制御内容のほとんどは上位画面で理解でき、必要な場合だけ下位画面のウィンドウを開いて見ることができる。これらはCAD搭載保守ツール でサポートしており、2階層を同時にモニタできる。

められている。これらのニーズに対応するため、Windows NTなどのパソコン技術をベースとした, 高機能と ユーマン インタフェース システムを開発した。

5.1 小型制御サーバ「HF-Wシリーズ」

小型制御サーバ「HF-Wシリーズ」は、世界標準のパソコ ン技術 (Pentiumプロセッサ, Windows NT) を採用し,(1) 長寿命部品の採用,冷却系の強化などによる信頼性の向 上,(2)リアルタイムパッケージの整備によるリアルタイ ム性の確保,(3)24時間保守,10年間保守などの充実した 保守サポートを可能にしたハードウェアである。大規模 な監視・操作システムにはヒューマンインタフェース装 置として、また、中・小規模システムにはヒューマンイン タフェース装置およびサーバとしてそれぞれ適用していく。

5.2 高機能ヒューマン インタフェース システム

操作性とリアルタイム性に優れ、系統図表示、ヒスト リカルトレンド表示、警報表示、そしてペーパレスを指 向した印字表示情報スクロール表示などの標準機能を提 供する。系統図表示の一例を図5に示す。

5.3 CRTオペレーション

ヒューマンインタフェース装置の高性能化に伴い、プ ラント操作端をCRT画面から操作するCRTオペレーシ ョン機能は、必ずしも専用サーバを置かなくても処理が 可能となってきた。従来の8操作端操作や、系統図画面 からの操作端呼出しなどを標準機能として提供する。

5.4 強力な開発・保守ツール

Excel*3)などの汎用ソフトウェアをベースとした強力 な開発・保守ツールを備え、オープン性を確保するとと もに, ユーザー自身での変更・保守を可能とした。

5.5 監視高度化へのアプローチ

グラフィックビルダでは、画像、サウンド、ビデオな どのマルチメディアオブジェクトをはり付けることがで きる。従来のプロセス信号に付加して、図面や写真など

Excelは、米国Microsoft Corp.の商品名称である。

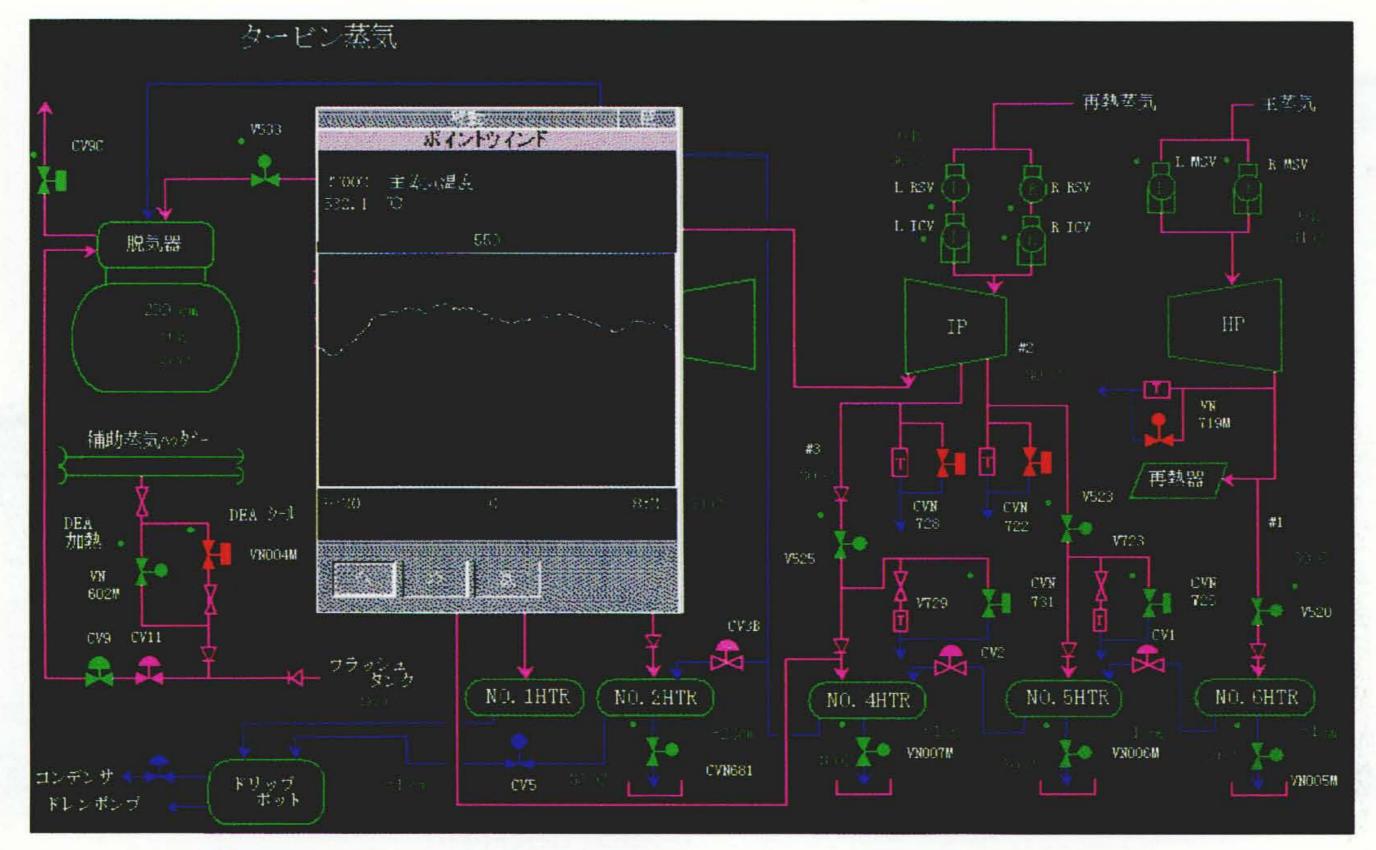


図 5 系統図表示例

系統図の表示例を示す。系統図上にトレンド画面をウィンドウ表示している。

を重ね合わせて表示することができ,監視高度化へのニーズに対応している。

5.6 ソフトウェアレパートリの充実

汎用パソコンでも動作が可能なソフトウェアレパートリを整備した。これにより、稼動信頼性や長期保守よりも、初期投資抑制やエンドユーザーのソフトウェアパッケージとの同居を希望するユーザーニーズにも対応が可能である。中央制御室の主監視と同様の監視環境を、事務室や現場制御室に設置するのに有効である。

6. おわりに

ここでは、総合監視制御システムとして、高信頼性を維持しながら経済性を追求した次世代総合監視制御システム "HIACS-7000" の特徴と内容について述べた。

現在, HIACS-7000を, 最新の火力発電所, 揚水発電所 用として鋭意製作中である。さらに, 原子力発電所や, 既設システムの増改造へも適用できる。

今後も,総合監視制御システムのいっそうの高機能化 を進めていく考えである。

参考文献

1) 菅野,外:機能階層自律形系統機器単位分散制御システム,日立評論,**68**,6,445~450(昭61-6)

- 2) 伊藤,外:高度情報化を目指した火力監視制御システムの新技術,日立評論,76,10,693~698(平6-10)
- 3) 高橋,外:高度情報化を目指した火力プラント監視制御システム,日立評論,**79**,3,267~270(平9-3)

執筆者紹介



伊藤明男

1980年日立製作所入社,大みか工場 発電制御システム設計部 所属 現在,発電プラント監視制御システムの開発・設計に従事 電気学会会員 E-mail:akioito@omika. hitachi. co. jp



古舘和男

1970年日立製作所入社,大みか工場 発電制御システム設計部 所属 現在,火力プラント用計算機システムの開発・設計に従事 電気学会会員 E-mail: furudate@omika. hitachi. co. jp



栗栖与文

1979年日立製作所入社,大みか工場 制御システム開発部 所属 現在,制御システムハードウェアの開発に従事 E-mail:kurisu@omika. hitachi. co. jp



深井雅之

1977年日立製作所入社,日立工場 火力システム計画部 所属 現在,火力プラントの電気計装システム計画取りまとめに 従事

日本機械学会会員

E-mail: m_fukai@cm. hitachi. co. jp