

高度情報化を目指した火力プラント監視制御システム

Advanced Information and Control System for Thermal Power Stations

高橋正衛*

Shôei Takahashi

清水勝人*

Katsuhito Shimizu

菊地正幸*

Masayuki Kikuchi

池松武彦**

Takehiko Ikematsu



中部電力株式会社川越火力発電所 3号系列の中央操作室

CRTと大型スクリーンを効果的に組み合わせ、使いやすいヒューマンインタフェースを実現した。

火力発電所の中間負荷運用や環境保全対応の重要性が増すにしたがって、高度な運転・制御が要求される反面、時代のニーズにこたえて省力化もあわせて実現しなければならない。

このために、操作性、信頼性、保守性を著しく向上させた火力発電プラント用の高度情報化監視制御システムを開発し、最新鋭のコンバインドおよび石炭火力発電プラントへ適用した。このシステムでは、マルチメディア・マルチホストシステム対応のCRTと大型スクリーンを組み合わせた使いやすいヒューマンインタフェース、最新のハードウェア技術による制御装置のデジタル化範

囲の拡大、上位系統図から下位制御ロジック図の自動生成、保守ツール機能の大幅な機能改善などを実現した。

現地試運転や商用運転を通してこのシステムの有効性を確認した。今後、いっそうの経済性や信頼性の高いシステムが要求されるため、ダウンサイジングやオープン化、シリアル伝送適用拡大によるケーブル工事費の低減を進めていく。

加圧流動床発電プラントや石炭ガス化複合発電プラントではさらに複雑なシステムとなるが、このシステムの技術をベースに最適な監視制御システムの構築が図れるものとする。

*日立製作所 大みか工場 **日立製作所 日立工場

1. はじめに

火力発電所では、中間負荷運用や環境保全対応がますます重要になってきており、この結果として、監視情報や操作項目の増加、運転・制御の高度化が要求されている。

一方、規制緩和に端を発したコスト低減の要求は強まる一方であり、発電プラントの運転や保守の省力化もあわせて実現しなければならない。

このような背景から、火力発電プラントの監視制御システムに対しては、単に信頼性の向上だけでなく、運転員・保守員の負担を軽減するための、より高度なヒューマンインタフェースを具備することが求められている。

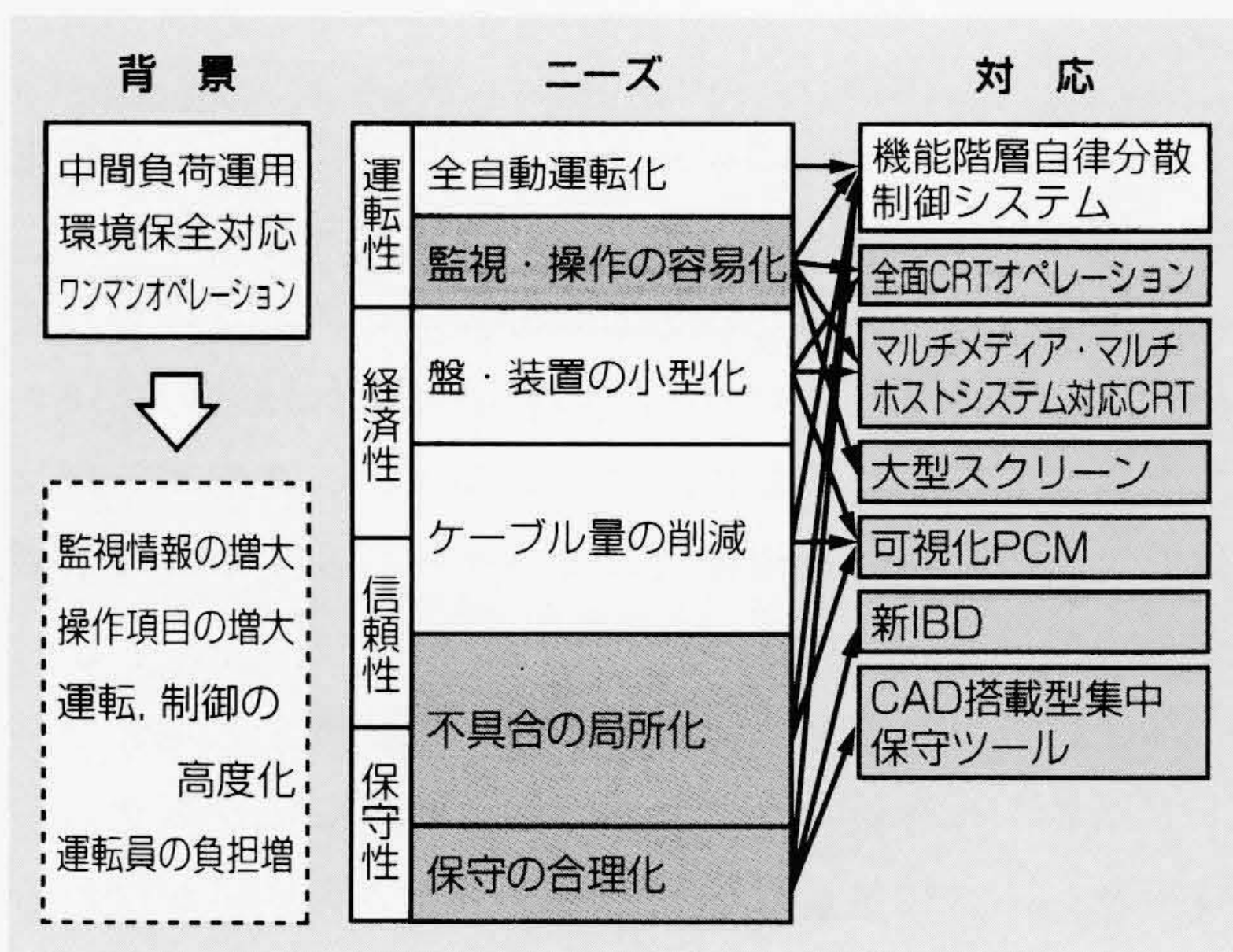
今回、HIACS(Hitachi Integrated Autonomic Control System)-5000を核として高度情報化監視制御システムを開発し、関西電力株式会社姫路第1発電所6号機、中部電力株式会社川越火力発電所3号系列、東京電力株式会社横浜火力発電所8号系列、および電源開発株式会社松浦火力発電所2号機へ納入した。

ここでは、このシステムの具体的な内容について述べる。

2. 高度情報化火力プラント監視制御システムの構成と特徴

2.1 監視制御システムに対するニーズ

近年の火力発電プラントでは、1,300℃級ガスタービンを用いたアドバンスドコンバインド発電プラントや、大容量石炭燃焼火力発電プラントが主流となっている。



注：略語説明 PCM(Programmable Control Module)
IBD(Interlock Block Diagram)

図1 監視制御システムに対するニーズと対応策

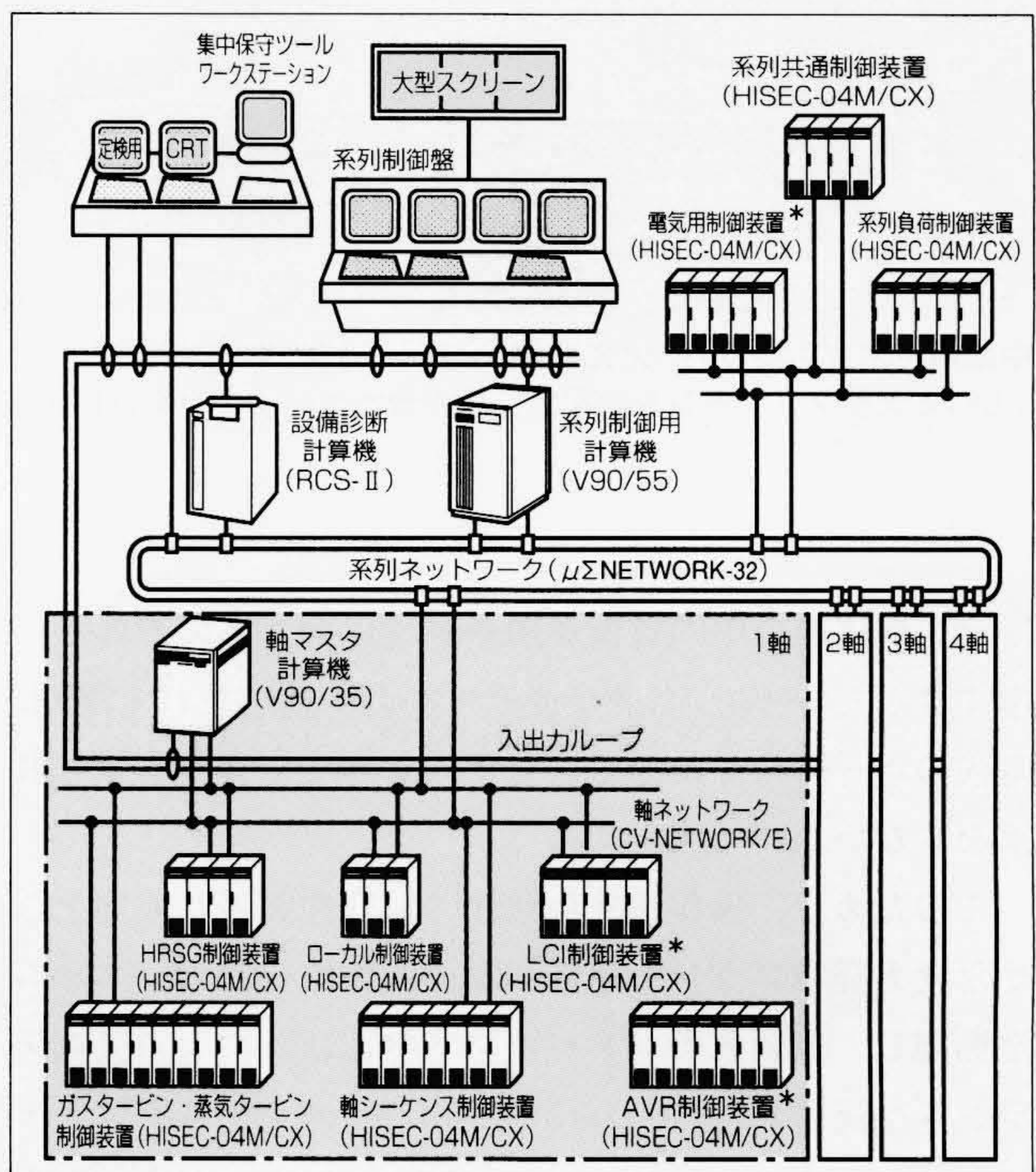
現在の火力発電所の置かれた状況が高度情報化監視制御システムを必要としている。

これらのプラントでは、高効率・高負荷変化率のプラント運用、複数軸の起動・停止運用を少人数の運転員で実現する必要がある(図1参照)。

2.2 監視制御システムの構成と特徴

高度情報化監視制御システムの構成例を図2に示す。高度情報化を実現するために次の点を配慮した。

- (1) 制御装置のデジタル化範囲を拡大し、ヒューマンインタフェース系との多量の情報の授受を伝送によって可能とした。
- (2) マルチメディア・マルチホストシステム対応のCRTを採用し、監視と操作を同一CRTで可能とした。これにより、操作性の改善や多様な情報の表示を実現した。
- (3) 大型スクリーンとCRTの組合せをくふうし、使いやすいヒューマンインタフェースとした。
- (4) CAD搭載型集中保守ツールを採用し、制御装置保守の集中化と一元化を実現するとともに、工場からのリモートメンテナンスを可能とした。



注：略語説明 RCS(Real-time Control Server)
LCI(Load Commutated Inverter)
HRSG(Heat Recovery Steam Generator)
AVR(Automatic Voltage Regulator)

図2 東京電力株式会社横浜火力発電所8号系列納め監視制御システム

制御装置のデジタル化範囲を拡大し(*部)、ヒューマンインタフェース系との多量の情報の授受を伝送によって可能としている。

3. ヒューマン インタフェース システム

3.1 監視と操作の統合

最近の発電所の標準的な運転体制では、ユニット当たりの運転員はきわめて少人数である。これまで、中央操作室には6～8台のCRTが設置されてきたが、操作可能なCRTは限られており、CRT台数の削減が必要である。

今回のシステムでは、CRTをクライアントとし、制御用計算機とCRTオペレーション装置とをサーバとするCSS(Client Server System)を採用した。これにより、1台のCRTで監視をしながら、画面を切り替えることなく操作が行えるので、発電所の通常運転は4台のCRTで可能となった。

監視画面の代表である系統図の一例を図3に示す。運転員がこの系統図でプラント状態監視中に何らかの手動介入操作が必要と判断した場合には、CRTオペレーションモードに切り替え、この監視系統図から直接操作端を系統図画面上に呼び出してプラント機器の操作を行うことができる。

シーケンス進行渋滞監視画面の一例を図4に示す。シーケンス制御中は進行監視画面で進行状態を監視し、渋滞が発生した場合には、この画面上にシーケンスマスタの操作フレーム、またはシーケンサで操作している個別の操作端を呼び出して渋滞解除操作を行い、再スタートさせることができる。

3.2 メディアの統合

発電所の運転監視では、ITV(Industrial Television)

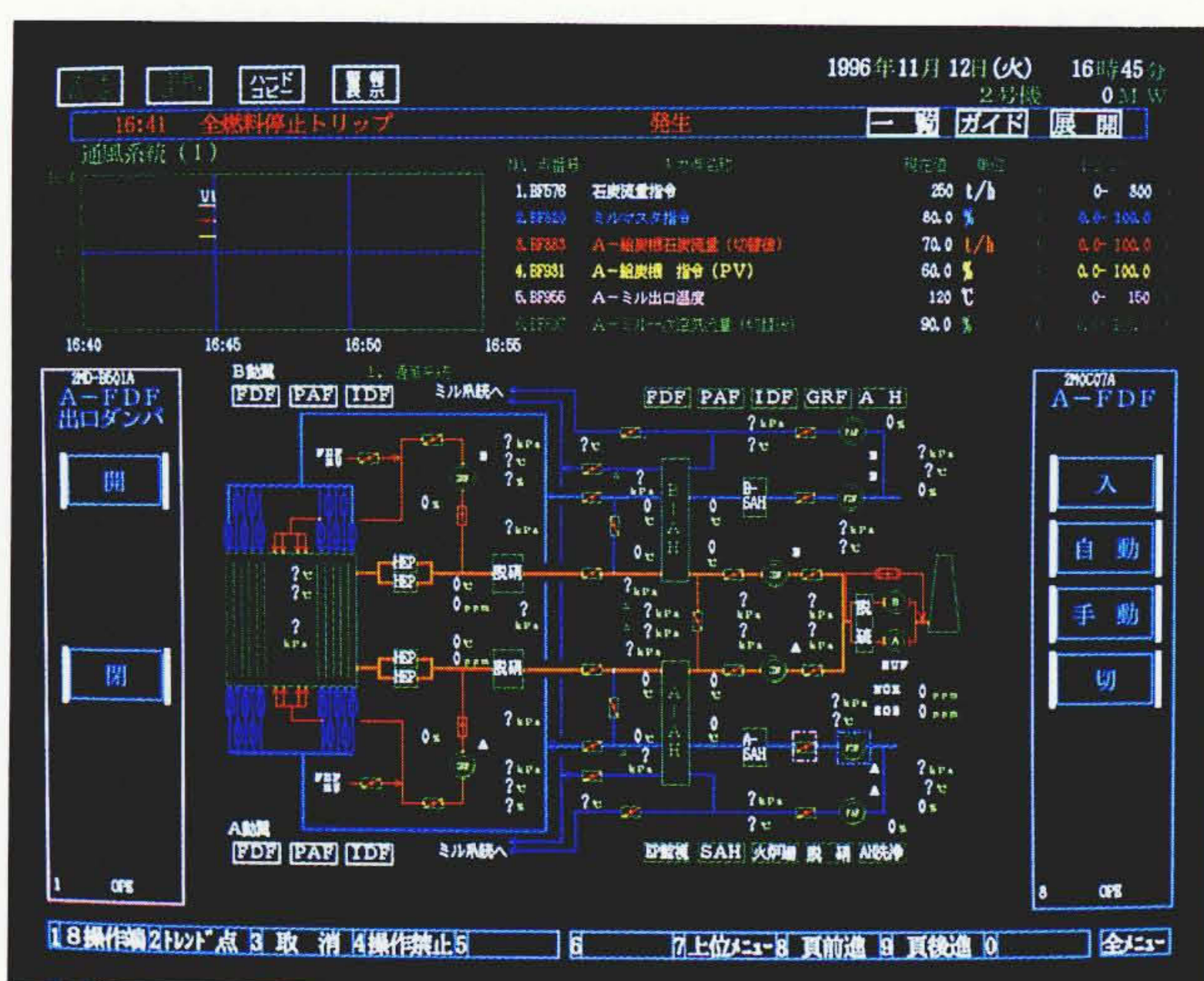


図3 プラント状態監視系統図の画面例

プラント状態を監視しながら、手動操作介入が必要な場合には操作端を呼び出して操作することが可能である。

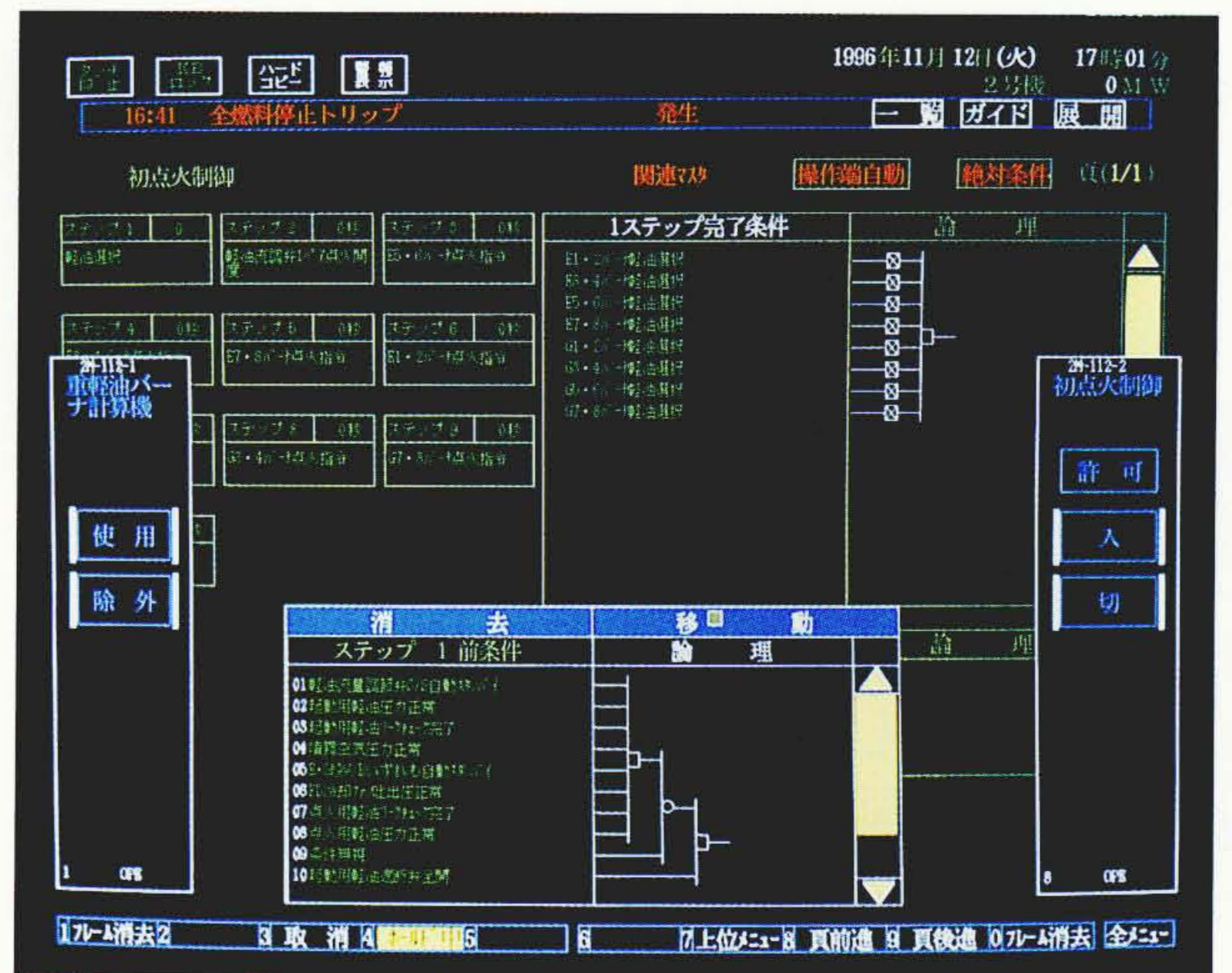


図4 シーケンス進行渋滞監視の画面例

シーケンスの進行状態を監視しながら、渋滞発生時には操作端を呼び出して渋滞解除を操作することが可能である。

による監視も重要な監視手段である。計算機関連技術の進歩に伴い、画像とCRT画面を同じ画面上に統合して表示することが可能となった。これにより、運転員は手もとのCRTで火炉内の燃焼状態画像と計算機で処理された燃焼状態関連画面を、同じCRT画面上で統合監視することができる。

3.3 大型スクリーンによる監視

CRTオペレーションの導入により、中央操作室の監視制御盤の機能がすべて計算機化されつつある。しかし、CRTは基本的に運転員と一対一のコミュニケーション装置であり、従来の中央操作室での運転員間の情報の共有化はできない。この情報共有化のためには、大型スクリーンが最適である。大型スクリーン機能には、(1)CRT画面に表示されている系統図などを転写し、以降、CRT画面を切り替えても大型スクリーンの画面は変わらないで転写時の画面を表示し続ける転写機能と、(2)運転員がCRTを操作した結果をそのまま大型スクリーンに表示する連動機能がある。

4. 信頼性・保守性の向上

制御システムの大規模化・多様化に伴ってデジタル化範囲が拡大し、システムのソフトウェア保守・管理が重要となっている。

4.1 可視化PCM

制御用コントローラのダウン時にも動作でき、プラント補機類の保護機能と操作端インタフェースをあわせ持つPI/O(Process Input-Output)として、可視化PCM

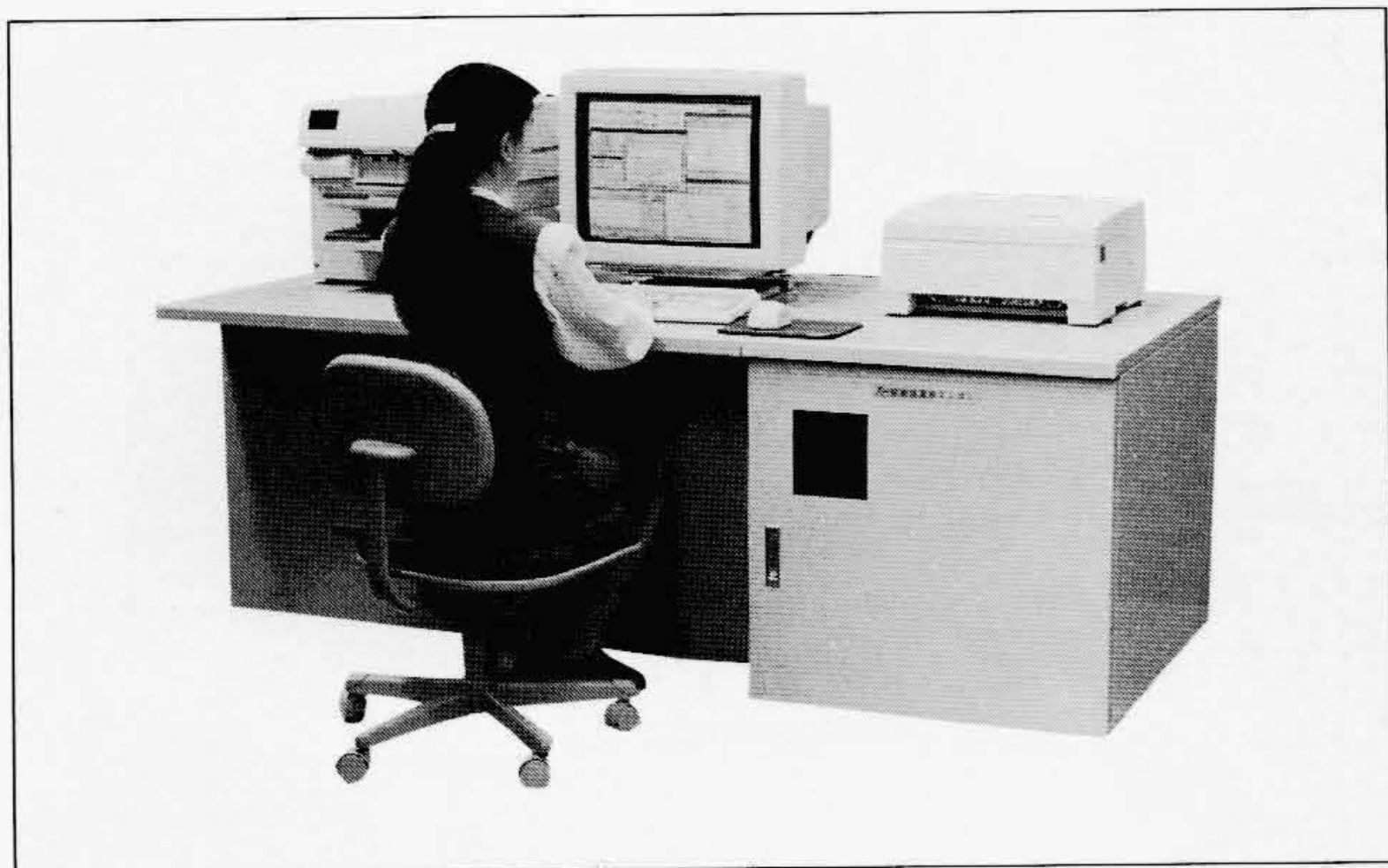


図5 CAD搭載型集中保守ツール

ダウンサイジング化に対応して本体に工学用エンジニアリングワークステーションを採用した。また、CADを搭載したことにより、図面とソフトウェアを常時一致させることが可能である。

(Programable Control Module)を開発した。

可視化PCMでは、上記の機能を自己の不揮発性メモリ内に内蔵し(保護回路をハードウェアとして実現)、制御用コントローラとは独立して制御演算を行うことができる(自律分散化)。

不揮発性メモリに内蔵された回路を後述のCAD搭載型保守ツールを用いて、ビジュアルに作成・組込みすることができる。また、CAD搭載型保守ツールのCRTで回路の動作状態を監視することができる。

4.2 新IBD

IBD(Interlock Block Diagram)は、発電所の機器を動かす順番やタイミング・動作条件など、機器の運転方案を記述するものである。

制御ロジック図は、IBDに信号入出力、コントローラ異常時の対応、ヒューマンインタフェース装置への情報出力などを加えたものである。これによってプラントの保守を実施しているが、制御エンジニアが一目で制御回路の目的を理解するためには、やや複雑すぎる嫌いがあった。

新IBDは、従来のIBDに相当する上位ロジック図と、上位ロジック図の詳細演算情報としての下位ロジック図で構成し、制御エンジニアにとって制御回路が簡単に理解できるようにくふうしている。

4.3 CAD搭載型集中保守ツール

CAD搭載型集中保守ツールでは、新IBD図をCRTに画面表示することができ、図面上にコントローラが演算し

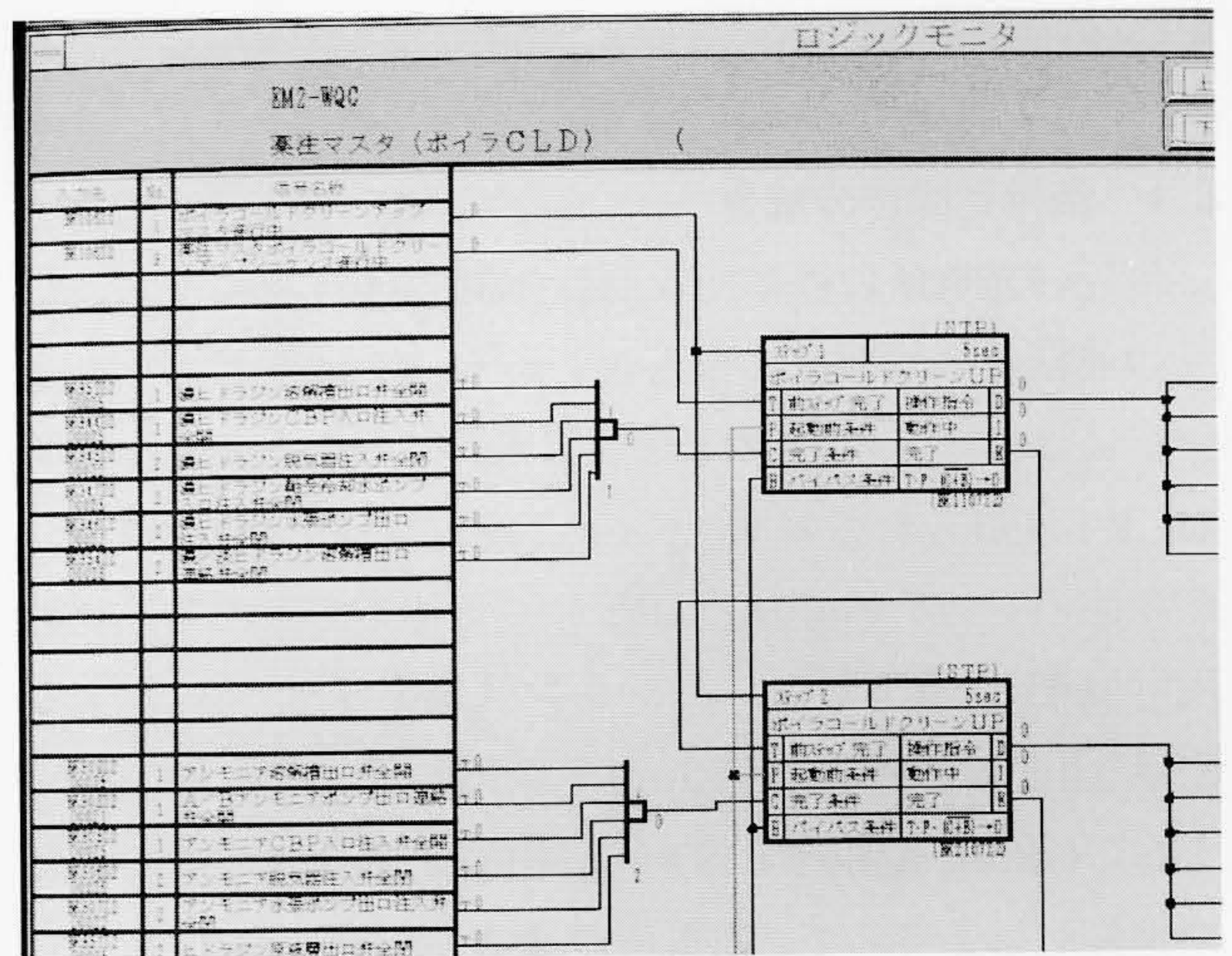


図6 新IBD図(上位ロジック図)(部分)

制御エンジニアは新IBDの上位ロジック図だけで回路の動作が理解できる。詳細プログラム情報が必要ときだけ下位ロジック図を参照する。

ている現在値をリアルタイムに重ね表示することができる。

CAD搭載型集中保守ツールの外観を図5に、新IBD図(上位ロジック図)表示例を図6にそれぞれ示す。

4.4 今後の展望

今後は、いっそうの経済性や信頼性の高いシステムが要求されていくと考える。これに対応するためには、以下の対策が求められる。

- (1) マルチベンダを考慮した業界標準のオープン性具備
- (2) 制御システムを構成する機器のダウンサイジング
- (3) シリアル伝送の適用拡大

5. おわりに

ここでは、火力発電所の高度情報化監視制御システムの構成と、それを支えるヒューマンインタフェースシステムや制御装置の新技术について述べた。

石炭やLNG(液化天然ガス)などの化石燃料を使用する火力発電の比重は今後さらに高まることが明らかであり、特に石炭を有効利用する加圧流動床発電プラントや石炭ガス化複合発電プラントの建設が急がれている。これらの複雑なシステムを、安全にかつ効率よく運転するための最適な監視制御システムの実現を目指して、さらに努力していく考えである。

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) 岩見谷, 外: コンバインドサイクル発電プラント総合ディジタル監視制御システム, 日立評論, 72, 6, 541~548(平2-6)
- 3) 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术, 日立評論, 76, 10, 693~698(平6-10)