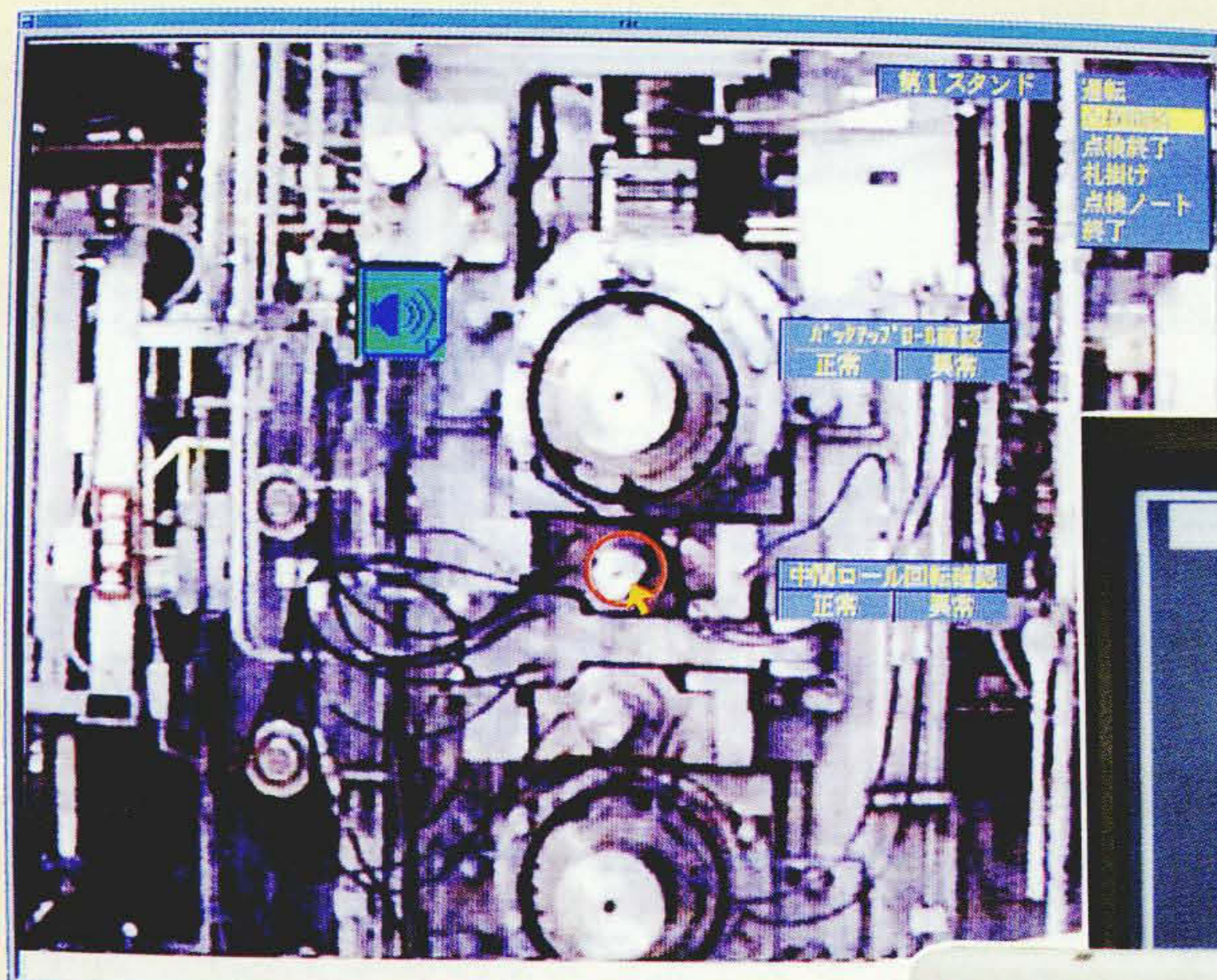


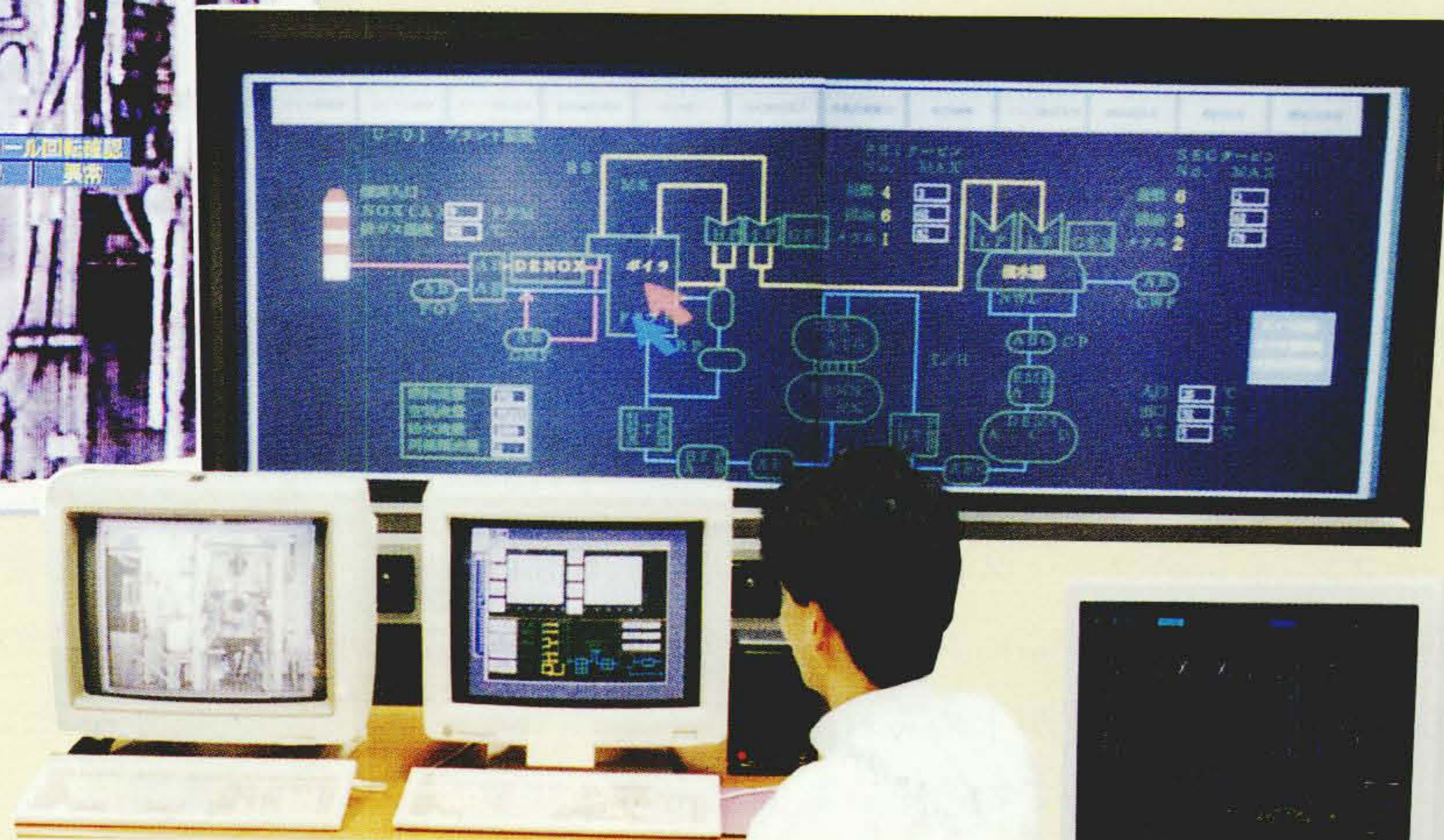
高度ヒューマンインタフェースを備えた 監視制御システム

Application of Multimedia Technologies to Process Control Systems

西川 敦彦* Atsuhiko Nishikawa 杉山 弥*** Wataru Sugiyama
谷 正之** Masayuki Tani 小林 博* Hiroshi Kobayashi



(a) メディアフュージョン画面例



(b) 協調運転支援システム

(c) プロセスエンジニアリング
ステーション“Presto”



マルチメディア技術を用いた監視制御システムとプロセス エンジニアリング ステーション “Presto”

プラント映像などの臨場感情報や大画面ディスプレイを活用し、人間の直観力や総合判断力を生かしたプラント監視を行う。

産業システムでは取り巻く環境が急速に変化しており、生産設備の自動化・省力化だけでなく、プラント操業にかかわるすべての人たちの業務内容も変化に即応していくことが必要となっている。こうした背景の中で、機械と人との接点であるプロセス ヒューマン インタフェースには、業務が直観的に理解でき、より高いレベルで遂行できるような環境づくりが求められる。

このために、五感に訴える映像・音声などをプロ

セス ヒューマン インタフェースに活用して、直観力や、総合判断力などの本来人間の持つすぐれた能力を生かすことができるようにした。この考えに基づき、プロセス ヒューマン インタフェースにマルチメディア技術を取り込み、計算機情報とプラントの映像・音響などの臨場感を直接伝える情報とを融合したメディアフュージョン、および大画面ディスプレイを用いた運転員間の協調運転支援システムを開発した。

*日立製作所 大みか工場 **日立製作所 日立研究所 ***日立プロセスコンピュータエンジニアリング株式会社

1 はじめに

近年の情報制御システムでは、高性能マイクロコンピュータを搭載した制御装置の処理能力の向上と、高性能・高信頼なネットワーク技術の進展により、プラントの大規模統合化が進んでいる。これに伴って少人数の運転員で操業可能な、高度自動化・省力化システムが実現している。

しかし、急激に変化する産業構造は、ビジネス環境の変化に即応し、市場競争力の維持・強化を可能とする生産システムを求めている。このためには、生産設備の自動化・省力化だけでなく、人・組織の業務内容も変化に即応していくことが必要となる。具体的には、従来の定型的な業務に加えて、状況に応じて高度な意思決定と操業戦略の立案をリアルタイムで遂行できる体制へ移行していかななくてはならない。

こうした背景の中で、機械と人との接点であるプロセス・ヒューマン・インタフェースには、わかりやすく直観的に業務が理解でき、より高いレベルの業務が容易に遂行できるような環境づくりが求められる。

本来、人間は五感によって物事を直観的にとらえ、多くの情報の中から原因と解決策を瞬時に見いだしてきた。このような人間の特質を生かして、人間の五感に訴える映像・音声などを取り込んだマルチメディア技術を

プロセス・ヒューマン・インタフェースに活用することにした。この考えに基づいて、図形・文字によるプラント状態量などの計算機情報に加えて、プラントの映像・音響などの臨場感を直接伝える情報を融合したメディアフュージョン、および大画面ディスプレイを用いた運転員間の協調運転支援システムを開発した。

ここでは、これらのシステムの応用事例について述べる。

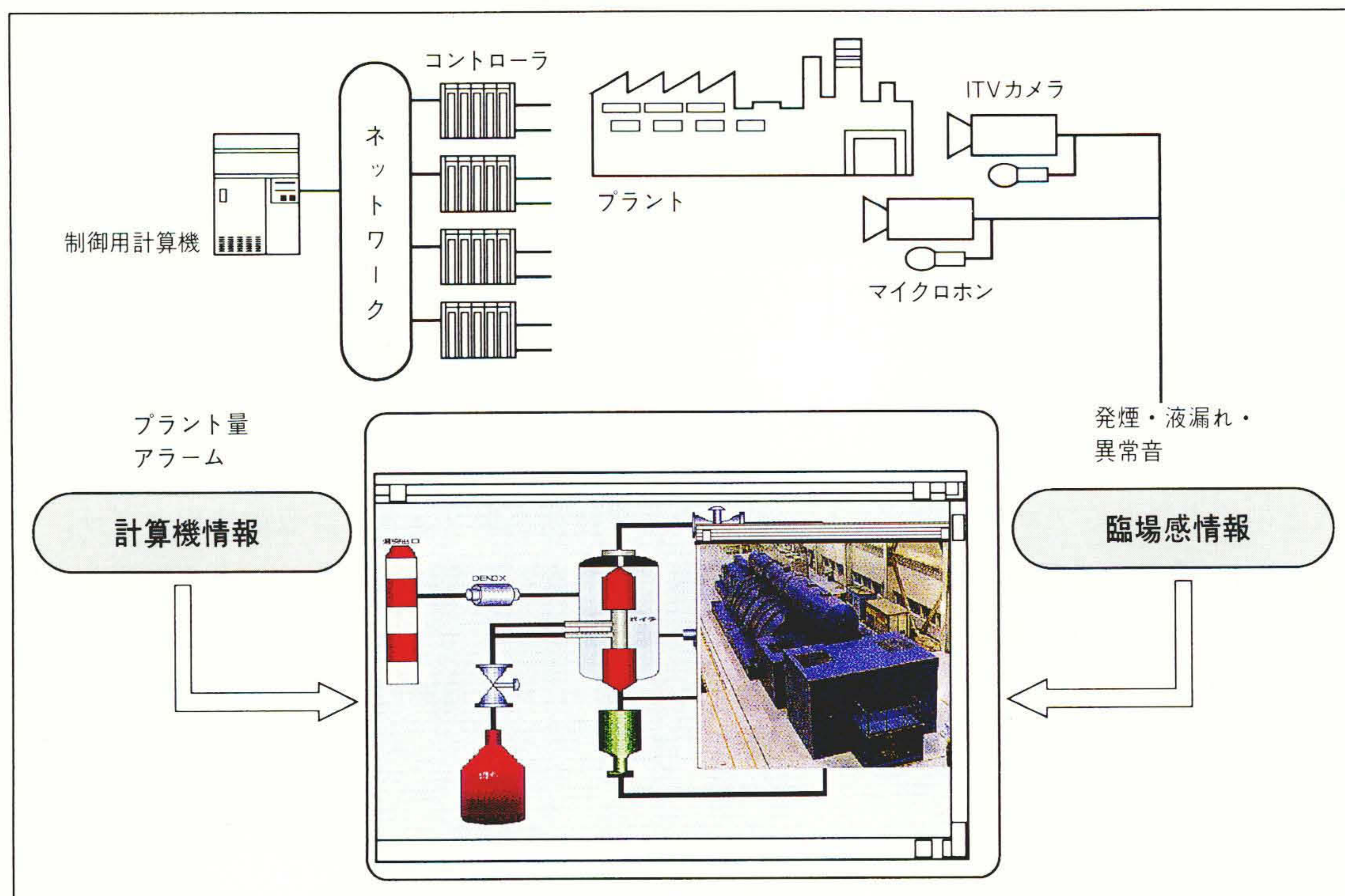
2 プロセス・ヒューマン・インタフェースの課題

2.1 システムの複雑化と業務の非定型化

最初に、プロセス・ヒューマン・インタフェースの課題を整理する。

今日の情報制御システムは、大規模化・複雑化によって個々のコンポーネントがブラックボックス化しており、直感的に状況を把握することが困難になってきている。このため、システムに異常が発生すると、膨大な情報の中から必要な情報をすばやく探し出さなくてはならず、状況判断の遅れや誤りを招くおそれがある。

プロセス・ヒューマン・インタフェースが抱えるもう一つの課題は、ヒューマンファクタの問題である。従来は、業務の定型化によって誤操作などの品質低下を防ぐことができた。しかし、今後必要性が増す高度な判断・思考を伴う非定型業務となると、運転員個々の思い違いや誤



注：略語説明
ITV (Industrial
Television)

図1 計算機情報と臨場感情報の融合

従来の計算機情報に加えて、映像・音響などの臨場感情報を付加することによって直観的な状況把握が可能となる。

判断が入り込む率が高くなる。このようなヒューマンファクタをいかに排除するかが重要な課題である。

2.2 臨場感情報による直観的状況把握

かつて、プラントで実際に装置を見たり、聞きながら運転を行っていたときは、アラームが発生したときでも、直観的にプラントの状態を把握することができた。そこで、プラントの映像・音響などの臨場感情報を操作室に居るオペレータに提供することにより、プラント状況の直観的な把握の手がかりを得ることができる。具体的には、従来、図形や文字で提供していたプラント状態量やアラームメッセージなどの計算機情報に加えて、プラントに設置されているITVカメラやマイクロホンからの映像・音響を操作室のディスプレイ・スピーカ上に表示・出力する(図1参照)。これにより、オペレータは臨場感情報による直観的な状況把握ができるとともに、計算機情報による客観的な判断を下すことができる。

2.3 協調運転支援によるヒューマンファクタの排除

ヒューマンファクタの問題を解決する方法としては、運転員間で、互いの意思・行動(操作)を確認し、補完することがある。

近年、操作室では従来のグラフィックパネルに代わって大画面ディスプレイが用いられることが多くなってきた。この投写型高精細大画面ディスプレイを活用し、運転員間の情報共有化、コミュニケーションの円滑化を図ることにより、互いの思い違いや誤判断を確認しながら運転を行うことが可能なので、ヒューマンファクタを排除することができる。

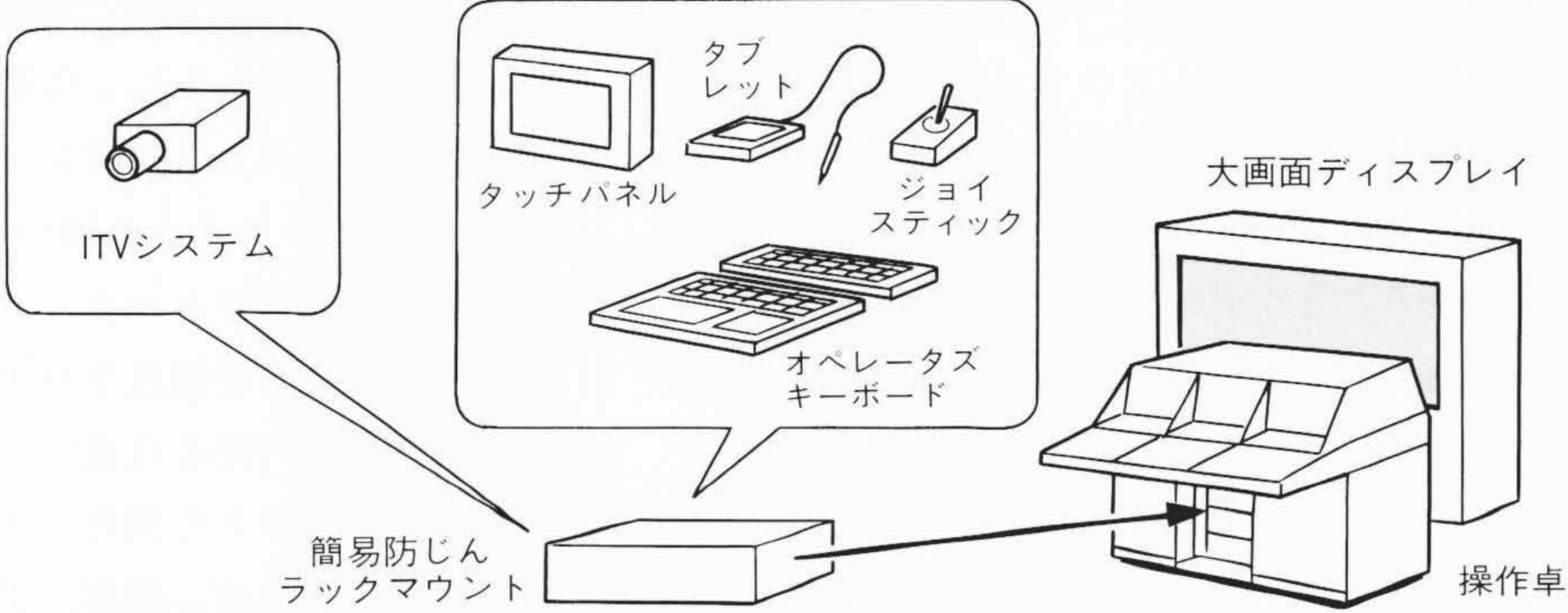
3 プロセス エンジニアリング ステーション “Presto” の概要

3.1 高度情報サービスを可能とするワークステーション型 プロセスCRT

プロセス ヒューマン インタフェースの質的变化に対応した次世代のプロセスCRT装置として、プロセス エンジニアリング ステーション “Presto”を開発した。Prestoシリーズの概略仕様を表1に示す。

オペレータの知的活動を支援し、きめ細やかな情報サービスを行うためには、従来とは比較にならない処理性能やメモリ容量などの計算機資源を必要とする。ホストの制御用計算機のリアルタイム処理に影響を与えずに

表1 Prestoシリーズの概略仕様
UNIX^{*1}、X Window^{*2}などの標準プラットフォーム上に入力デバイスサポートなどを拡張している。

項 目		モ デ ル 3 3 0	モ デ ル 2 2 5	モ デ ル 2 0 5
外 観				
特 徴		高機能・高性能	ハイコスト パフォーマンス	低価格エントリーマシン
プロセッサ		RISC(80 MHz)	RISC(50 MHz)	同 左
表示分解能		1,280 × 1,024ドット	同 左	同 左
表 示 色		1,670万色	256色	同 左
接 点 入 力		復電・停電, リモートリスタート	復電・停電	同 左
入 力 デ バ イ ス	基 本	標準キーボード, マウス	同 左	同 左
	拡 張	オペレータズキーボード, タッチパネルほか	同 左	同 左

注：略語説明など
RISC(縮小命令セットコンピュータ)
*1 UNIXは、X/Open Company Limitedがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。
*2 X Window Systemは、米国MITが開発したソフトウェアである。

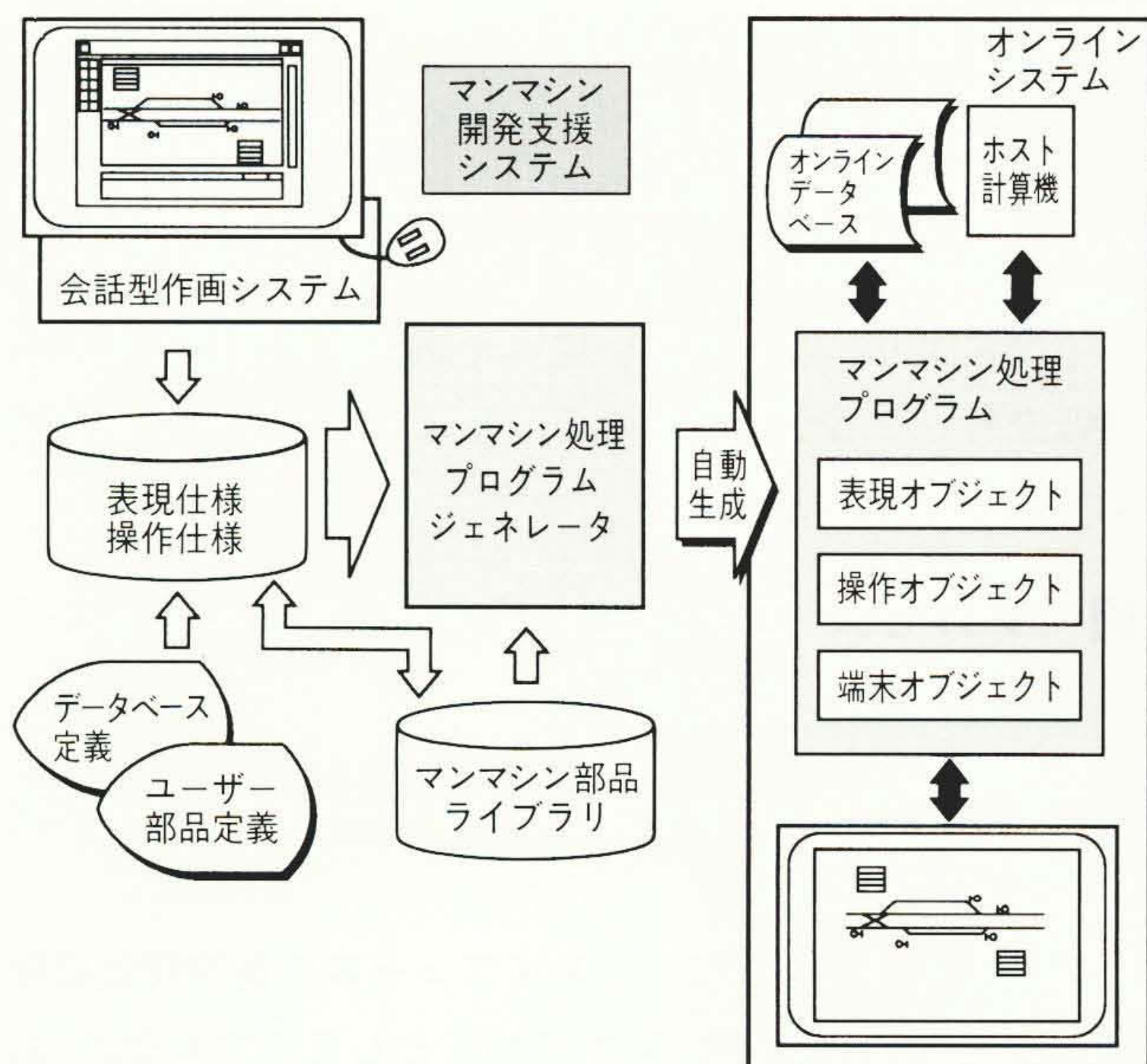


図2 開発支援システム「Hyproof/MMS II」

表示・操作・データアクセスなどのプログラムモジュールを部品化することにより、画面上に部品をはり付けるようにアプリケーションを開発することができる。

種々のマンマシン機能を実現するために、PrestoはRISCプロセッサを搭載したワークステーション型CRT装置とし、制御用計算機や制御装置などとは、自律分散システムによって統合化している。

高度な状況判断をリアルタイムで行うためには、プラント状態だけではなく、ネットワーク上に散在するパーソナルコンピュータやワークステーションなどのエンジニアリング情報や生産計画情報・マルチメディア情報をも同時にオペレータに提供する必要がある。このためには、標準規格に準拠したオープンインタフェースによってデータ交換ができることが必須(す)条件となる。このシステムは、Ethernet^{※1)}、X Window System、Motif^{※2)}などの標準プラットフォームを採用している。タッチパネル、タブレット、オペレータズキーボードなどのプロセスCRT用の入力デバイスについても、X Window Systemの標準拡張仕様であるXINPUTに準拠したサポートとしている。

3.2 大規模アプリケーションの開発を容易にする 「Hyproof/MMS II」

プラントの大規模化による情報量の増大のために、作

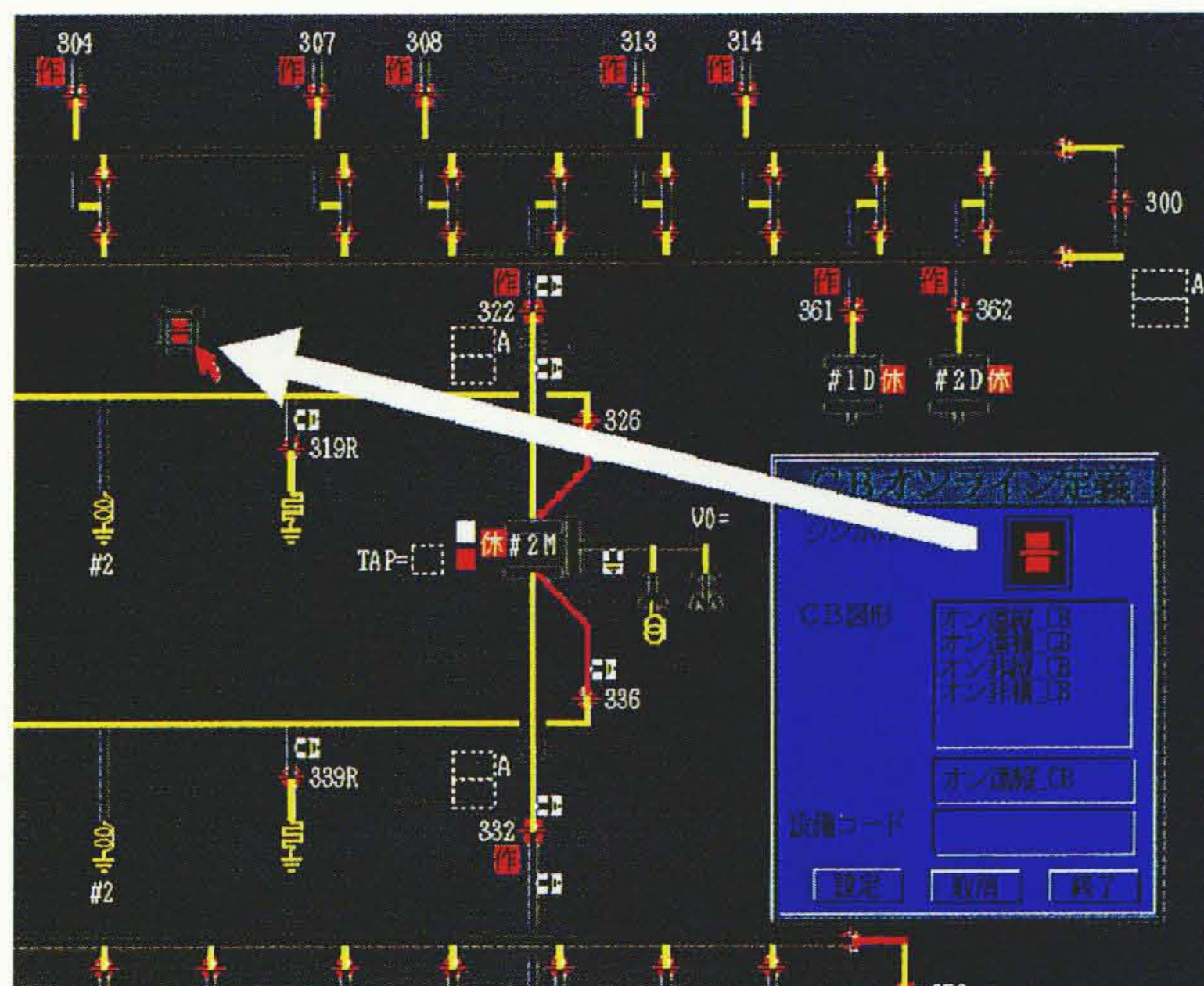


図3 Hyproof/MMS IIの作画画面例

表示要素の属性をメニューから選んで作画する。メニューは適用分野に応じてカスタマイズする。

成する監視画面の種類は、数百から数千種類にも及ぶ。また、オペレーションの高機能化のため、各操作に対する応答処理も複雑化する傾向にある。このため、全体コストの中に占めるマンマシン関係のソフトウェアの開発費の割合が増加している。

Hyproof/MMS IIは、Presto上の大規模なアプリケーションシステムを効率よく構築できるように開発したマンマシン構築支援ツールである。

Hyproof/MMS IIは、MotifのGUI(Graphical User Interface)をベースとした作画システムと、オブジェクト指向をベースとしたオンラインシステムから構成されている。このシステムを用いた開発の流れを図2に示す。

大規模なアプリケーションシステムの構築に対応するため、次のような機能をサポートしている。

(1) 表示要素の部品化機能

画面レイアウトや図形の作画が容易に行えるように数値や名称、シンボル図形、グラフなどの表示要素を部品化している。この部品をメニューから選んでいくことにより、画面を作成することができる(図3参照)。

実際のアプリケーションでは、標準的な部品だけではなく、応用分野や設備の特性に応じてカスタマイズされた部品が必要となる。これらの部品レパートリーの頻繁な変更や追加に対応できるように、作画した図形を部品として切り出し、部品レパートリーに追加することもできる。

(2) データベースアクセス・操作の部品化

このシステムでは、データベースアクセス、画面の切り替えなどの応答処理といったプログラムモジュールを、

※1) Ethernetは、米国Xerox Corp.の商品名称である。

※2) Motifは、Open Software Foundation, Inc.の商標である。

表示要素のふるまいとして画面上で定義することができる。画面切り替えや表示ウィンドウの制御など標準的にサポートしている部品だけでなく、ユーザーが作成したプログラムも部品として再利用できるようにしている。

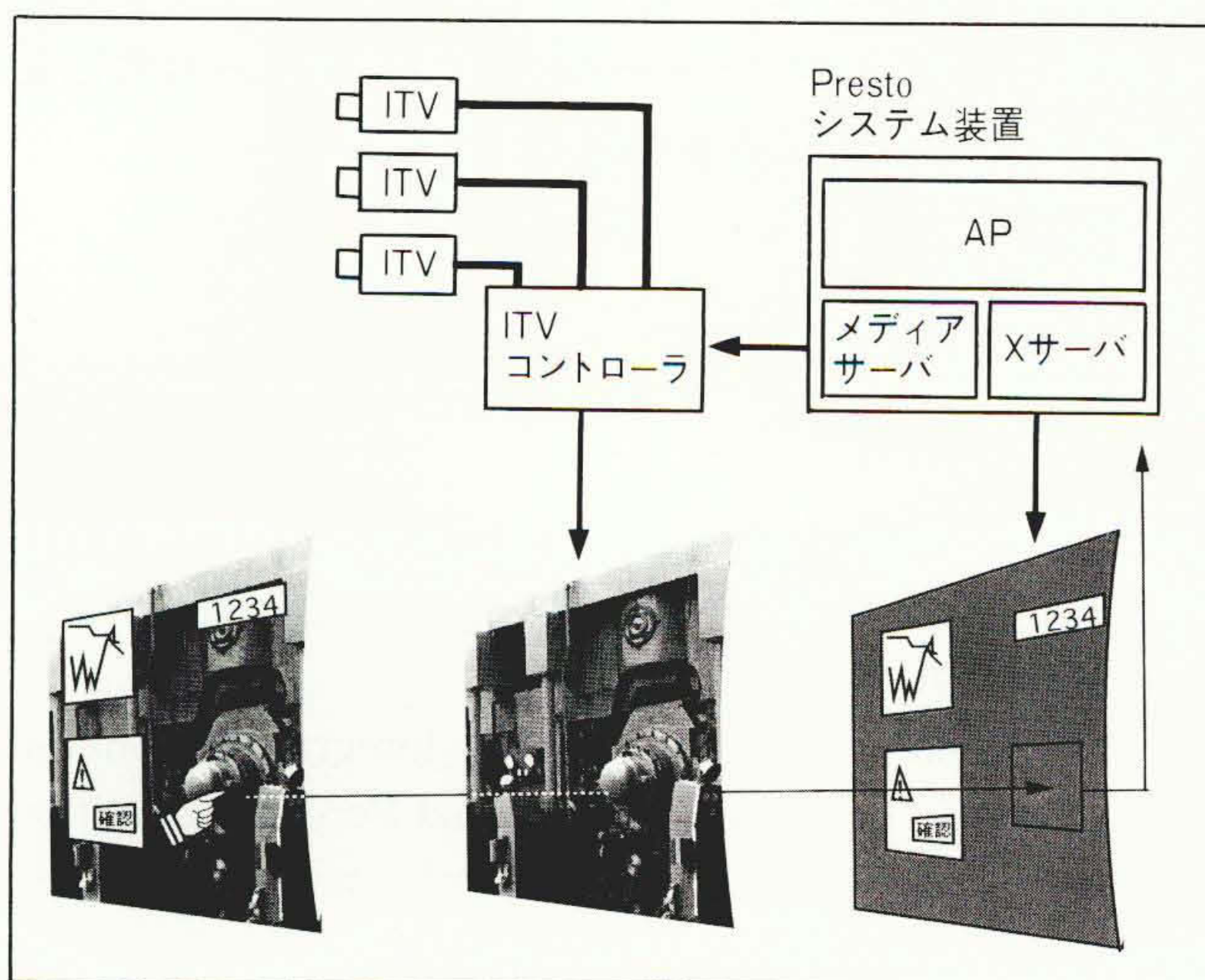
(3) アプリケーションルールの組み込み

監視画面の作画は、一般的なドローイングツールと異なり、線の接続や図形の重なり・グルーピングといった作画のふるまいも対象となる設備の特性に合わせることが要求される。そこで、作画した画面に上記のふるまいを付加することができるように、アプリケーションルールに従った画面の変換機能を組み込むことができる。

3.3 マルチメディア環境を実現するメディアサーバ

Prestoシステムに実装したマルチメディア サポートシステムであるメディアサーバの構成を図4に示す。システムは、ITVカメラのズーム、パンなどの制御を行うITVコントローラ、ITV映像信号の切り替えを行うマトリクススイッチャ、およびディスプレイ装置上でITV映像を重畳表示する画像合成装置などの機器から構成され、これらの機器の制御をメディアサーバが行う。

画像合成は、クロマキー方式により、計算機情報の背景にITV映像をはめ込んでいる。これにより、ITV映像上にグラフやアラーム、数値表示などの図形・文字を表示することができるので、図4に示すように映像を補完する情報の表示もできる。また、映像のポインティング



注：略語説明 AP (Application Program)

図4 メディアサーバシステム

メディアサーバにより、ITVカメラの映像と文字・図形などのグラフィックスが重畳表示される。ポインティング操作などはグラフィックスと同等にXサーバで処理する。

も計算機情報の図形や文字と同様にできるので、あたかも映像上の機器を直接操作するような操作感を得ることができる。

4 マルチメディアを用いたインタフェース手法

4.1 計算機情報と臨場感情報を融合するメディアフュージョン

現在の監視制御システムでは、図形・文字などのグラフィックスがインタフェースの主流になっているが、図形・文字だけでは現場の状況が直観的につかみにくいという問題がある。そこで、上記に述べたメディアサーバを用いて、操作室に居ながら現場に居るような感覚で運転操作や点検作業ができるインタフェース手法「メディアフュージョン」を開発した。

メディアフュージョンを運転操作に適用した例を図5に示す。監視映像上でパイプを指示すると、操作器がパイプのすぐ横に合成表示される。この操作器をポインティングデバイスによって操作するとパイプ内の流量が制御でき、それに合わせてパイプ上に重畳表示されたグラフィックスの色が変化する。このように、操作器を操作対象のすぐそばに表示することによって現場のどの機器を操作しているのか、操作の結果、現場で何が起きているのかを直接目で確認でき、确实かつ信頼性の高い運転が可能になる。

同じ手法を点検システムに適用することもできる。画面上に点検対象機器の映像が順次表示される。何をどう点検すべきかは点検個所のそばに合成表示されたガイダンスが教えてくれる。オペレータは、指差し呼称の感覚

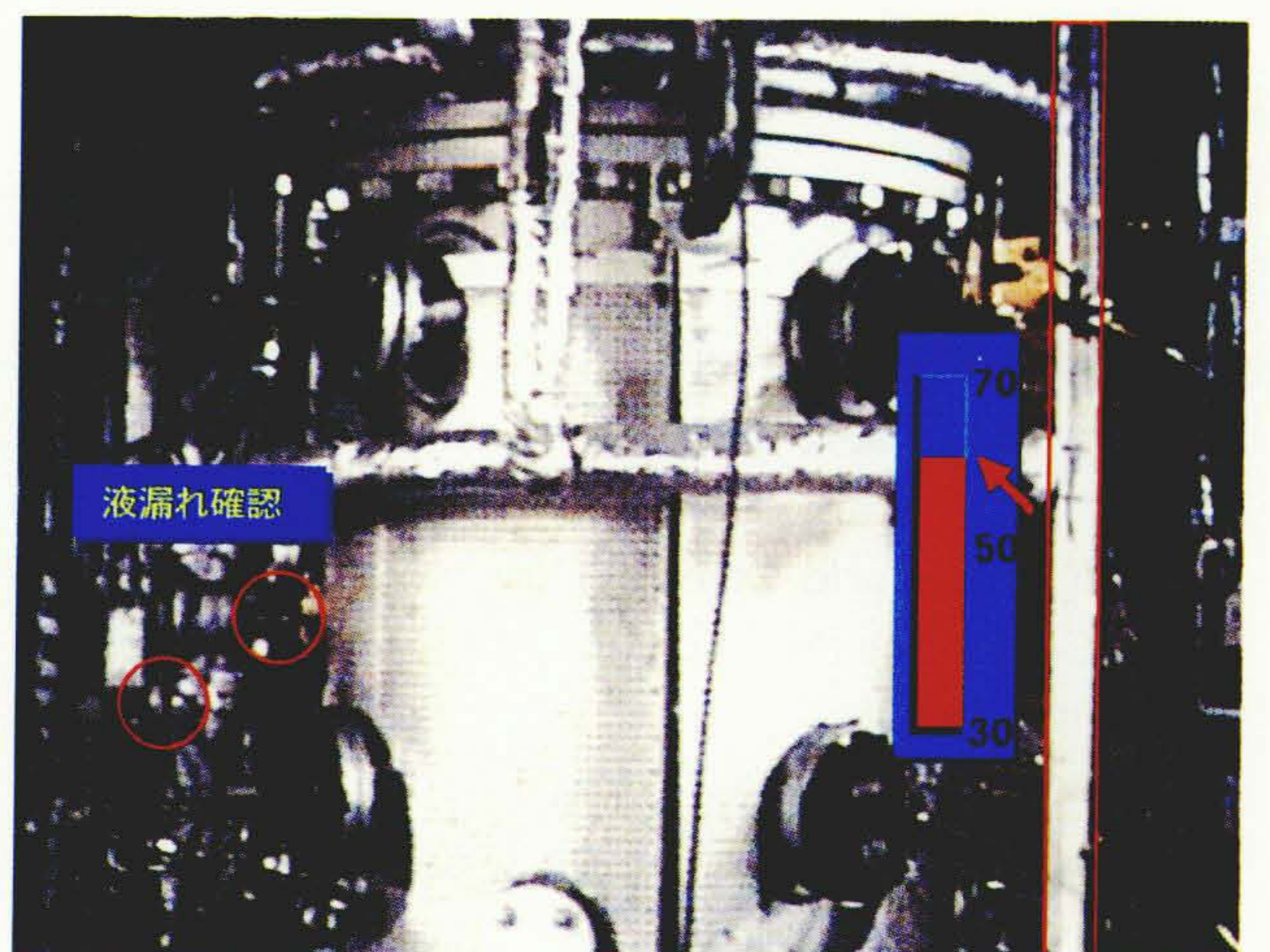


図5 メディアフュージョンによる監視画面

監視画面上に、パイプの映像とともに流量調節用の操作器が表示される。また、点検個所を示すガイダンスを表示することもできる。

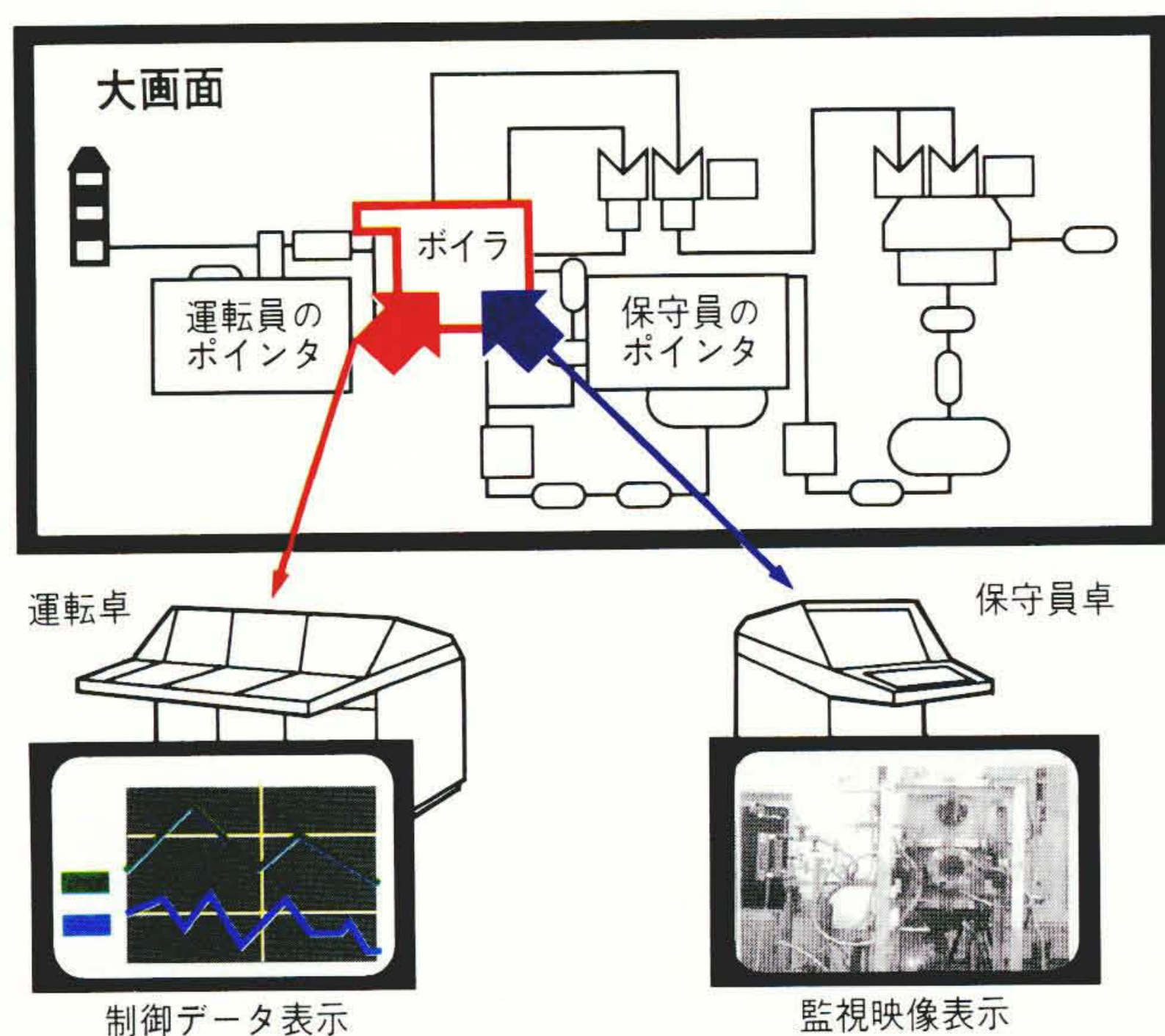


図6 大画面ディスプレイを用いた協調運転支援システム
大画面ディスプレイでピック操作をすると、手もとの画面に各運転員のタスクに応じた情報が表示される。

で、点検箇所をピックしながら点検を進める。点検時刻や点検結果は自動的に記録される。以上により、現場巡回を省力化できるだけでなく、ガイダンスや点検記録などの計算機支援を受けられるため、より確実な点検作業が可能になる。

4.2 大画面ディスプレイを活用した協調運転支援

最近の監視制御システムでは、従来の固定監視盤に代わり、大画面ディスプレイが使われるようになってきた。大画面は複数のオペレータが情報を共有し、協調しながら運転するためのメディアとして非常に有望である。そのため、この大画面を利用した協調運転支援システムを開発した(図6参照)。

このシステムでは各オペレータの担当作業に合わせて情報を表示する。例えば、運転員が大画面に表示された系統図上でボイラを指示すると、ボイラに関連する制御データが運転員の手もと画面に表示される。同じボイラを保守員が指示すると、保守員の手もと画面にボイラの監視映像が表示される。すなわち、大画面をポインティングするだけで、ほかのオペレータの邪魔をすることなく自分に必要な情報だけをすばやく参照できる。さらに、大画面をオペレータどうしが情報交換する場としても使える。手もと画面上で作成した音声メモをマウスで大画面上にはる。ほかのオペレータが大画面上の音声メモをポインティングすると、そのオペレータの手もとのスピーカから録音した音声が出力される。以上のように、オペレータ個々の手もと画面と共有の大画面との間で情報をスムーズにやりとりできるため、オペレータ間の円滑な協調作業や緊急時の迅速な対応が可能である。

5 おわりに

ここでは、プロセス ヒューマン インタフェースの課題を解決するためにマルチメディア技術が非常に有効であることを、計算機情報とプラントの映像・音響などの臨場感を直接伝える情報とを融合したメディアフュージョン、および大画面ディスプレイを用いた運転員間の協調運転システムの実例をあげて述べた。

今後ともヒューマンインタフェースの重要性は、ますます増していくと予想される。こうした期待にこたえるためには、急速な進歩を遂げているマルチメディア技術を背景に、プロセス ヒューマン インタフェースの拡充を図っていかなければならないと考える。

参考文献

- 1) 谷：産業システムにおけるヒューマンインタフェース技術の動向，電気学会誌113，5，371～374(1993-5)
- 2) M. Tani, et al. : Object-oriented Video ; Interaction with Real-World Objects Through Live Video, CHI '92 Conference Proceedings, ACM, 593-598, 711-712 (1994-5)
- 3) 谷，外：映像への直接操作を用いたプラント運転監視用マン・マシンインタフェース，電気学会論文誌D，111，12，(1991)
- 4) M. Tani, et al. : Courtyard, Integrating Shared Overview on a Large Screen and Per-User Detail on Individual Screens, CHI '94 Conference Proceedings, ACM, New York, 44-50(1994-4)