

制御用計算機HIDIC V90/5シリーズの マンマシンインタフェースシステム

Man-machine Interface System for HITACHI Control Computer V90/5 Series

プラント制御システムは年々高度化・複雑化しており、特に最近の動向として、従来の電気制御、計装制御、計算機制御を統合したシステムが多くなってきた。これに伴いマンマシンインタフェースシステムも、より高度な課題を解決する必要が生じてきた。

本稿では新しいマンマシンインタフェースシステムに対するニーズを整理し、これにこたえるべく開発されたプロセスグラフィックスシステム、ワークステーション応用システム及びマルチカラー液晶大形ディスプレイ装置を紹介する。

これらの新しいマンマシンインタフェースシステムは、より人間に近づいたインタフェースと柔軟なシステム適応力によって幅広い応用が期待できる。

高松良一* *Ryōichi Takamatsu*
中西宏明* *Hiroaki Nakanishi*
大島啓二* *Keiji Ōshima*
梓沢 昇* *Noboru Azusawa*
小中清司** *Kiyoshi Konaka*

1 緒 言

「人」がいながらにして、自由に、その「対象」をコントロールできることこそマンマシンインタフェースの理想である。

すなわち、プロセス制御では「広範なプラント全体や遠隔にある個々の制御対象」を、計算機制御ソフトウェアの開発では「目に見えぬ複雑なプログラム」を、知識処理では「高度な専門家の知識」を、エンジニアリングでは「設計対象」をそれぞれオペレータに的確に見せ、コントロールを可能にすることである。

高速・高精細フルグラフィックス、大画面ディスプレイ、マルチウインドウ機能など、近年のマイクロエレクトロニクス技術、ソフトウェア技術の目覚ましい進展により、従来は困難とされていたこれらマンマシンインタフェースでの本質的課題が解決しつつある。

以下、上記背景を踏まえ、計算機制御システムでのマンマシンインタフェースシステムのニーズとHIDICシリーズマンマシンインタフェースシステムの開発思想、具体的アプローチ及びマンマシンコンポーネントの製品体系について詳述する。

2 計算機システムにおけるマンマシンインタフェースシステムへのニーズ

2.1 マンマシンインタフェースの統合化

システムは年々大規模化・複雑化し、プラント運転に必要な情報量は増加の一途をたどっている。あふれる情報洪水の中で、プラントオペレータにタイムリーに的確な情報を提供できることが重要である。したがって、従来プロセス制御の

基本であった「プロセス状態の直接表示」に加え、「情報制御」の側面が強く要求されてきている。

このような背景からマンマシンインタフェースシステムでは、以下の二つの方向での統合化が急速に進んでいる。

(1) EA, LA, FA, OAの統合化

EA (Engineering Automation), LA (Laboratory Automation), FA (Factory Automation), OA (Office Automation)に代表される自動化も、個別発展の段階を過ぎ、エンジニアリング→監視制御→管理といった生産サイクルの中で、情報を一元化し、企業全体のシステム化を目指すという方向性が強く打ち出されている。このような中でマンマシンインタフェースも、利用技術(ソフトウェア)を中心に統合化が進み、1台のハードウェアで各種用途を満たす多機能ワークステーションの芽生えが見られるようになってきた。

(2) 電気・計装・計算機統合化

制御対象の規模、内容の違い、制御速度の違いなどから従来個別に発展してきた電気制御技術、計装制御技術、情報処理技術も、運転の効率化の観点からプラント全体を通したグローバルな最適化が求められている。「プラントの窓」とも言うべきPOC(プロセスオペレータコンソール)を中心としたマンマシンシステムの統合化が、この動きの中での緊急の課題となっている。

2.2 エルゴノミクス(人間工学)を重視した使いやすさの向上

現在、CRT(Cathode Ray Tube)やキーボードによるオペレータの目の疲労、視力障害、肩、けい(頸)部の局所的痛みなどが問題になっている。このため、十分に人間工学的配慮をした疲労感の少ないマンマシンインタフェースが望まれて

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

いる。

表示及び操作については、より直観的で簡単なものが使いやすい。表示については、英・数字から漢字・平仮名、更にはカラーグラフィックと、読む画面から見る画面に移行しつつある。また、システム全体の表示や多人数での監視作業には、従来のグラフィックパネルと同等の大きな表示盤が便利であり、更にCRTのように表示内容が簡単に変更できることが望ましい。

操作については、キーボード、スイッチだけでなく、グラフィック画面と組み合わせたタッチパネルのように、簡単で入力工数の少ないものが使い勝手がよいとされている。

2.3 高度の対話性

今後の計算機システムは、計算機及びプログラミングの知識のない人でも扱えることが望ましい。また、計算機の専門家であっても解説書なしで扱えるような親切なシステムである必要がある。このためには、オペレータが望む方向にオペレータをガイドするガイダンス、操作メニューが表示され、システムと語り合いながらシステムが動くという高度の対話性が要求される。またオペレータは、常に表示装置を見ているわけではないので、警報などは音声出力が便利である。

3 マンマシンインタフェースシステムを実現する技術

3.1 分散処理技術

近年、マイクロコンピュータ、メモリ素子などの進歩により、高度な機能、性能を持つインテリジェント端末がコンパクトに実現できるようになった。また、32ビットマイクロコンピュータ、小形・大容量ディスク装置などの進歩によって、従来のミニコンピュータ並みの性能がパーソナルなワークステーションで実現できるようになった。更に光ファイバ、受発光素子などの光通信デバイスの発達、高度な通信プロトコルとそれをサポートするLSIの開発などによって、高速・高機能なネットワークシステムが実現可能となった。これらの技術によって、計算機、ワークステーション、端末を含んだ分散処理システムを構成し、高度なマンマシンシステムが実現できるようになった。

3.2 表示技術の進歩

マンマシンインタフェースシステムの核となるCRT技術の進歩も目覚ましく、ビデオアンプの高帯域化、高速・低損失偏向回路、高精細・高輝度ブラウン管の開発などによって、ノンインタレースでちらつきのない高精細グラフィックディスプレイが実現できるようになった²⁾。また、多人数で監視制御を行うのに便利な液晶大形ディスプレイの技術も実用化された。

3.3 マンマシンインタフェースシステムのソフトウェア技術

ソフトウェア技術の面では、以下の四つの点での進歩が優れたマンマシンインタフェースシステムを実現する上で大きな効果を挙げている。まず第一は、種々のワークステーション上での表示データの処理技術である。英・数字、漢字などのテキスト情報、直線・曲線など図形を取り扱うベクトル情報、写真やファクシミリのイメージ情報などデータの特徴や量が大きく異なる表示データを統一的に処理するソフトウェ

アがほぼ完成したことである。第二は、これによって文書や図面がそのまま計算機システムで処理できるようになったことである。従来、帳票処理や書式変換、表示パネルの制御プログラムというように個別のソフトウェアでマンマシンインタフェースシステムを構築していたものから、これらを統一的に処理するソフトウェア体系へと変化してきたことである。第三には、「ワークステーションを中心とする上記の機能」と「制御そのものをつかさどる制御用計算機」、「プラントのデータを蓄積、管理する計算機」との機能分散を図る分散システムを実現するシステムアーキテクチャを確立したことである。具体的には高性能・高機能ネットワークソフトウェアと機能分散技法である。第四は、こうした機能分散が実現されたことによって、プラントのデータを蓄積し処理するデータベース管理技術が、制御用計算機システムの中でも確立できた点である。従来、制御用計算機の中でややもすればプラントの表示処理の都合でデータ構造に制約を受けていたファイルシステムが、より論理的なデータベースシステムへと革新を遂げた。

HIDIC V90/5シリーズのソフトウェア体系の中では、後述するMDMS/IGS (Man-machine Data Management System/Industrial Graphics System)を中心に、DPCS (Distributed Process Control System)や本特集の別稿で詳述するADF/RS (Advanced Data Management Facilities for Realtime Application System)など、多様なプログラムプロダクツによって上記ソフトウェア技術の実現を図っている。中でもワークステーションを活用するためのソフトウェア体系は重要な技術課題であり、RENIX-V (Realtime and UNIX[※]) for V-Series)の開放性を利した統合化技術は日立製作所が最も力点を置いているものである。

4 プロセスグラフィックスシステム —IGS—

CRTを中心にしたマンマシンインタフェースシステムを真に使いやすいものにするには、端末ハードウェアの機能・性能を向上させることはもちろんであるが、サポートソフトウェアを充実させることが必要である。これには「マンマシン環境の構築・保守」から「オンライン運転」に至る一連の開発・運用過程に対して、一貫した思想でトータルシステムを提供することが不可欠である。

この観点から、プロセス用マンマシンインタフェースシステムのねらいを整理すると次の三つになる。

- (1) より多くの情報を、より早く、より分かりやすく伝え、安心して使えるマンマシンインタフェースであること。
- (2) 計算機制御システムの統合環境(電気、計装、計算機統合、EA, LA, FA, OA統合)を実現するキーコンポーネントとしての機能を備えていること。
- (3) 計算機制御ソフトウェアの約40%を占めるマンマシン処理プログラムを、効率よく構築できる強力な支援ソフトウェア

※) UNIXは米国ベル研究所で開発されたオペレーティングシステムの名称である。

ア体系を備えていること。

これらのねらいの下に、フルグラフィックを主体とした新しいプロセスグラフィックスシステムIGSを開発した。以下に、本IGSを構成するCRTハードウェアと支援ソフトウェア(MDMS/IGS)の特長を述べる。

4.1 IGSハードウェアの特長

(1) 中・高精細機ラインアップ

中精細機HC-5153(横640×縦480ドット)、高精細機HC-5154(横1,280×縦1,024ドット)の2タイプのCRTをそろえた。いずれもフルグラフィックをベースとして、プロセスマンマシンインタフェースに欠かせない高応答性を実現している(表1)。

(2) 多彩な画面表示機能

プラント全体を鳥観できる大画面の中を、スクロール表示する「大画面・スクロール表示機能」を持っている。

また、「メニュー領域」や「アラームメッセージ領域」、更に「入出力点の状態の詳細表示領域」などを基本の画面とは独立に設定できる「水平3分割、ウインドウ表示機能」によって、より自由で表現力豊かなプロセス画面の実現が可能である(図1)。

(3) 豊富な文字サイズ、線種、線幅と描画色

文字サイズは8種類、線幅はドット単位に指定可能となっている。これらを用い、重要なアラームは大きな文字や太い線で表示するなど、CRTの使用環境や情報の重要度に応じて、

表1 IGS仕様 中・高精細の2機種をラインアップとしてそろえた。いずれもフルグラフィックをベースに、プロセス用マンマシンに欠かせない高応答性を実現している。

形式		中精細機(HC-5153)	高精細機(HC-5154)
項目			
表示分解能		640×480ドット	1,280×1,024ドット
表示色		4,096色中 7色	4,096色中 15色
最大文字数 (普通サイズ)	ANK	80字×48行	98字×64行
	漢字	40字×24行 (JIS第1, 2水準)	49字×32行 (JIS第1水準)
文字サイズ		8種	7種
図形描画	線種	実線, 点線, 破線, 一点鎖線	同左
	図形	直線, 円, 円弧, 多角形	同左
グラフ機能		トレンドグラフ, バーグラフ	同左
大画面		あり(最大5画面)	同左
分割画面, ウインドウ画面		表示可	同左
入出力機器		キーボード, ライトペン, タッチパネル, タブレット, ハードコピー	同左

注: 略語説明 ANK(Alphanumeric-KANA)

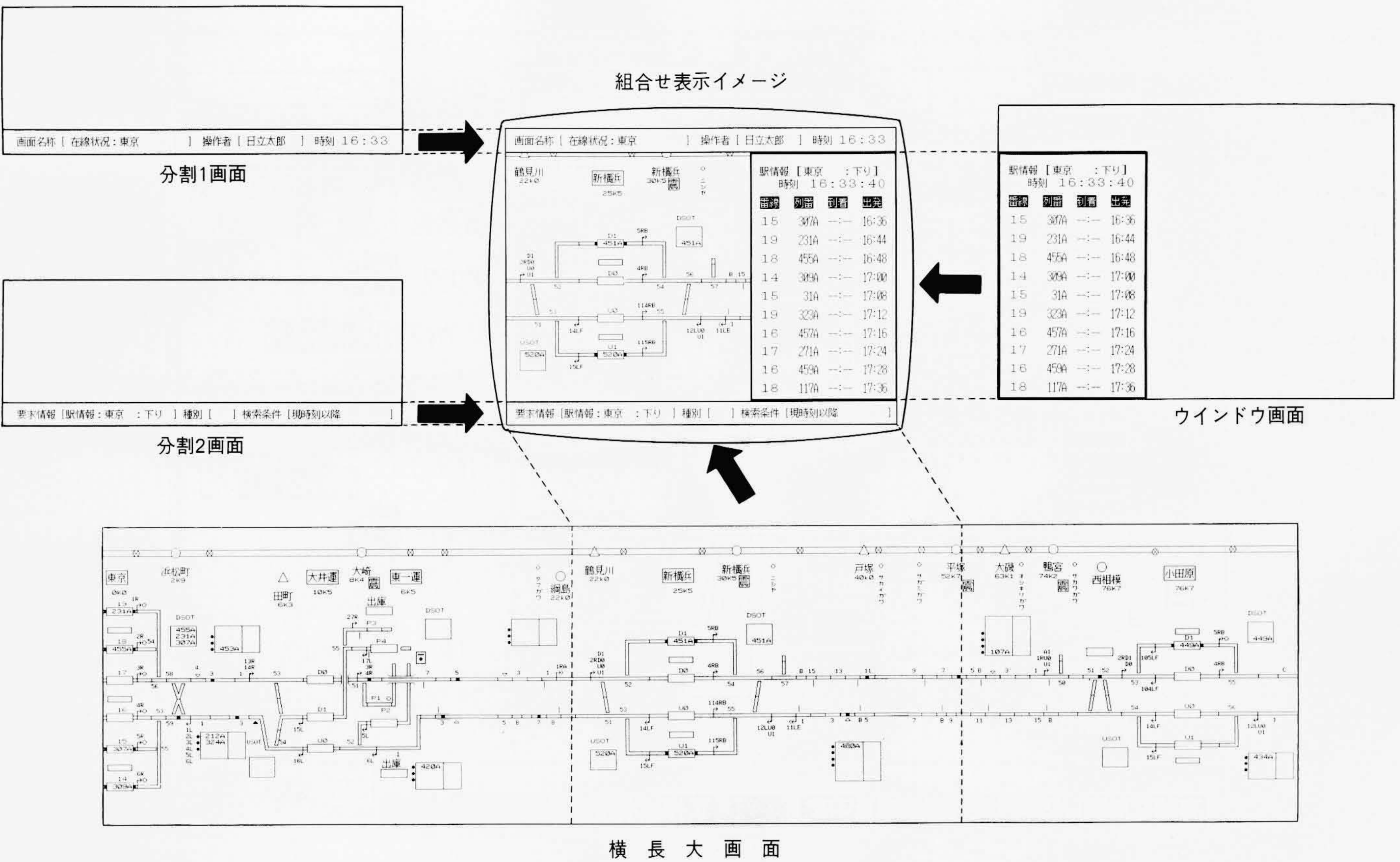


図1 大画面表示, 分割・ウインドウ画面 システム全体を鳥観できる大画面を作っておき, その中をスクロール表示できる。一部分を拡大しウインドウ表示できるので, 特定ポイントの詳細を知りたいときに便利である。

見やすい画面を作ることができる。

また、描画色として中間色を用いれば、長時間の監視用としても疲れの少ない落ち着いた色調の画面とすることができる。

(4) 蓄積画面メモリによるホスト負荷低減

CRTハードウェアに2Mバイト(約200画面相当)の蓄積画面メモリを実装し、安定した応答性の確保と、ホスト負荷の低減を実現している。

4.2 IGSソフトウェアの特長

(1) ユーザーフレンドリーな会話形作画機能

作画用の「ソフトキー」及び「現在の操作状態」を、上下の「分割画面」に、色や線種などの「属性定義メニュー」を「ウインドウ」に各々表示するなど、ハードウェアの機能を駆使し、複雑な画面の作成も簡単に間違いなく行えるようにしている(図2)。

(2) 変化画面作画機能

固定画面の仕様だけでなく、リアルタイムに変化するプロセス情報の表示やオペレータのデータ入力などの変化仕様を事前に定義できるので、オンライン表示の高速化が図れる。

(3) ライブラリ作画機能

作画した図形や文字列をシンボルライブラリ、マクロライブラリに登録し再利用できるので、作画の効率を大幅に向上させることができる。

(4) 高速オンラインマクロ

作画システムで作成した画面データを利用して、論理レベルで高速な画面入出力を実行できる。

また、ホスト計算機上と端末上に蓄積してある画面ファイルを一元的に管理しており、アプリケーションプログラムは画面ファイルがどちらにあるかを一切意識せずに画面表示を行うことができる。

5 ワークステーションの応用

プラントの監視・操作に重点を置いたIGSと異なり、技術者の統計、作表、図面の作成管理といったEAやOAに活用する目的で、種々のワークステーションを計算機制御システムの中に取り込むニーズが強くなってきている。高度なグラフィック機能と、これを簡便に操作できるインテリジェントな端末がワークステーションである。HIDICシステムの中では、クリエイティブワークステーション2050とエンジニアリングワークステーションES-330を活用した豊富な事例がある。

第一の応用は、計算機制御システムのプログラム開発である。従来の制御用計算機のプログラミングシステムは、リアルタイム制御のプログラム動作の余剰CPU時間を使用するバッチ処理が主体であった。計算機と対話しながらプログラムを作り、テストをする対話形プログラミングはソフトウェアの生産性向上に極めて有効ではあるが、快適な対話を可能とする高い応答性能が必ず(須)である。リアルタイム制御をつかさどる計算機と、プログラマとの対話処理を実行するワークステーションを機能分散させ、これらを有機的に結合するシステム構成を提供するものがH-V90/5シリーズのPWS(Programming Workstation)である。PWSには前記2050とES-330のいずれをも適用可能である。更に、ワークステーシ

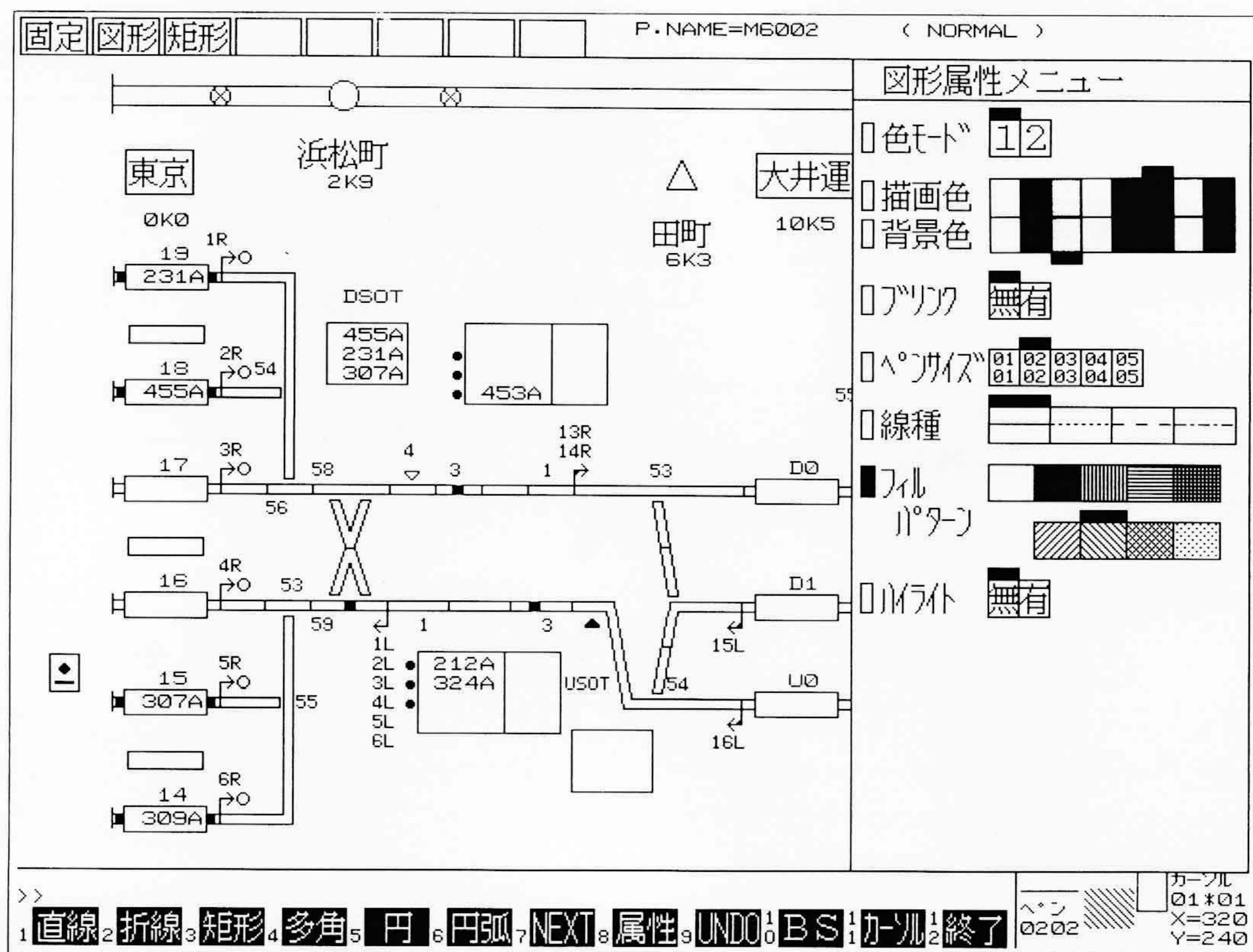
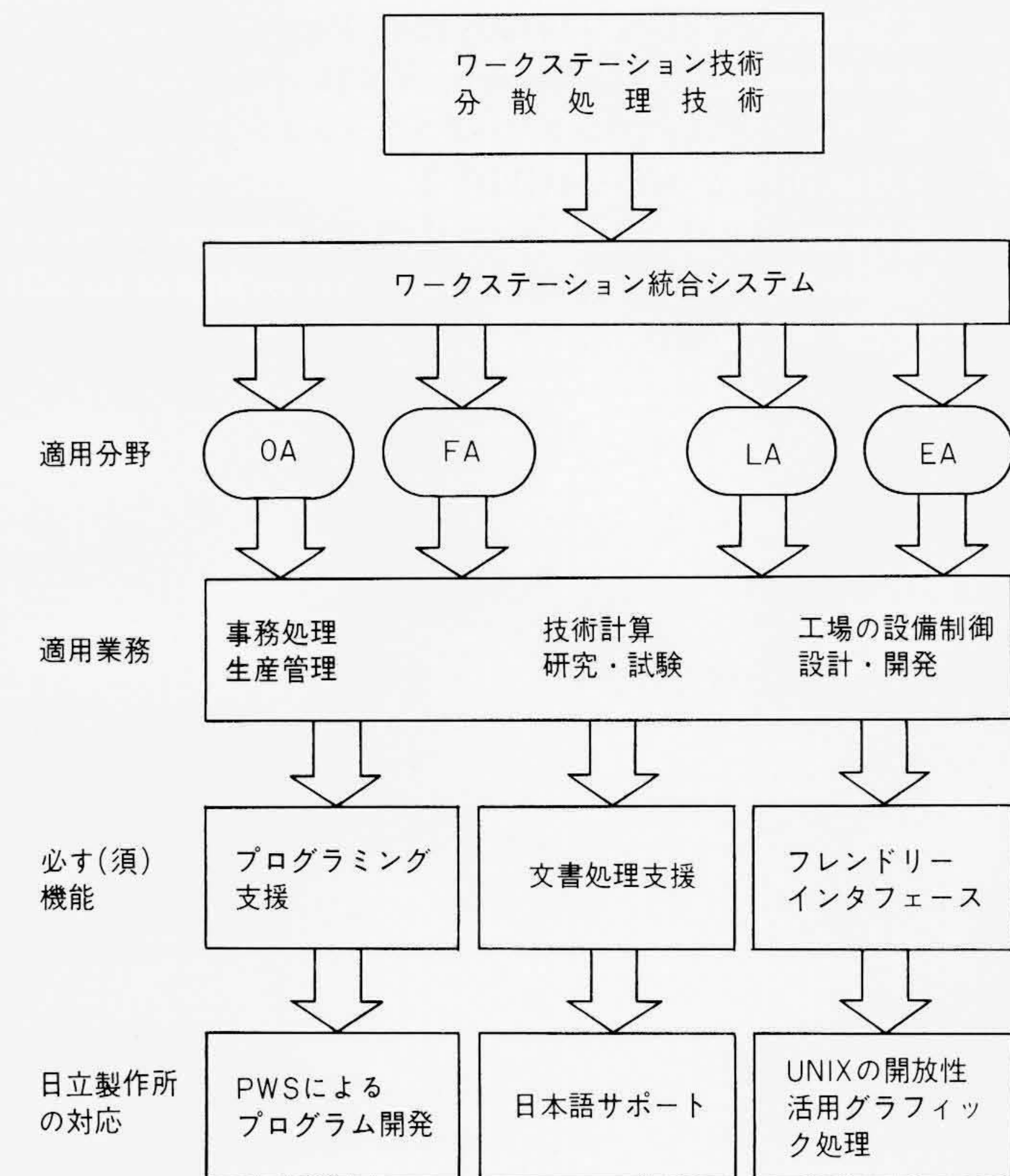


図2 プロセス画面の会話形作画 分割画面、ウインドウ画面などIGS(Industrial Graphics System)ハードウェアの持つ機能を駆使し、複雑な画面を効率よくかつ間違いなく作成できる。

ョンの高度のグラフィック機能を活用し、可視性の良いプログラミング(Visual Programming)を実現する努力を積み重ねている。プログラム設計支援CADRIS(Computer Aided Design and Reuse Environment with Intelligent Support)、プログラム知的エディタCAPRIS(Computer Aided Programming and Reuse Environment with Intelligent Support)、テスト支援システムHITEST(Hitachi Integrated Test System)、オンライン機能・性能デバッグ支援DEMO(Deterministic Evaluation, Monitoring and Output System)などの統合化したりアルタイム用ソフトウェア開発支援ツール群は、こうしたPWSの中心的応用例である(図3)。

第二の応用は、知識処理用ワークステーションである。本特集の別稿で詳述する知識処理構築支援EUREKA-II(Electronic Understanding and Reasoning by Knowledge Activation-II)では、専門家のノウハウを計算機システムに取り込むための知識獲得支援が極めて重要である。第一の応用で述べたプログラミングとは異なる対話処理機能、すなわち知識エディタ、推論トレーサ、デバッグなどの諸機能は、ワークステーション抜きでは実現できないものである。これによって作られた知識ベースを基に、リアルタイムでの推論を実現するのがワークステーションに結合された制御用計算機である。



注：略語説明

OA(Office Automation) EA(Engineering Automation)
FA(Factory Automation) PWS(Programming Workstation)
LA(Laboratory Automation)

図3 ワークステーション統合化技術 優れたマンマシンインタフェースを持つワークステーションの長所を生かして、システムの統合化・高度化を図ることができる。

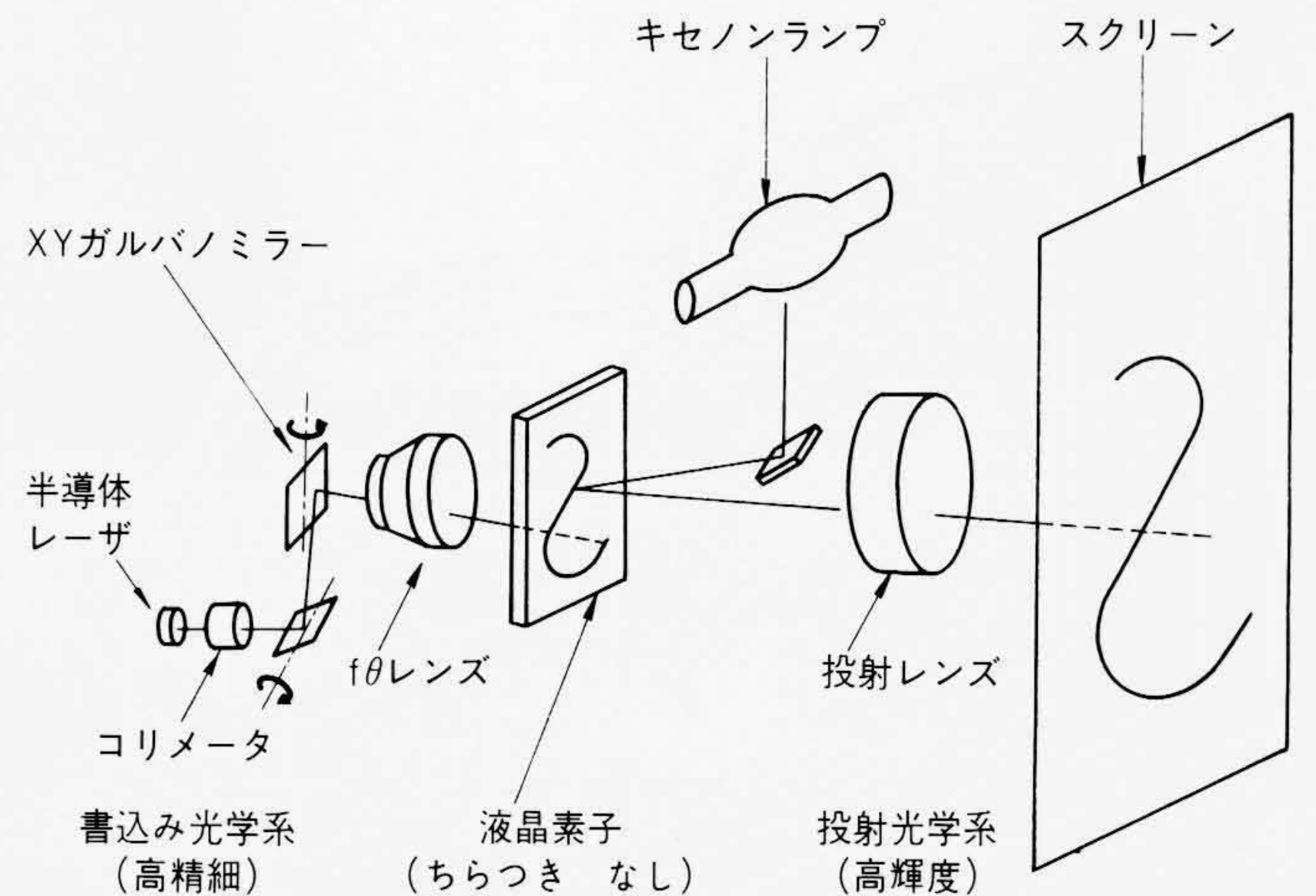


図4 液晶投射式大形ディスプレイ装置の基本構成 液晶投射式大形ディスプレイの原理を示す光学系の基本要素を示す。

第三の応用は、EAシステムとの統合化である。EAシステムと言ってもその範囲は極めて広い。分野別の各種のCAD(Computer Aided Design)から製図支援、技術文書の作成管理、保存など様々なワークステーション応用ソフトウェア技術の開発がなされている³⁾。例えば水道、ガス、電力などの公共システムでは、敷設された配管、配電系統の広大な地域管理を電子化する必要性が増してきている。ワークステーションを活用して地図を作成し、ここに諸設備のデータを記入して保存、検索、更新することで公共性の高い事業のサービス性向上が図られている。系統の管理業務は、従来から計算機制御システムによって自動制御化されており、こうしたサービス機能とリアルタイム制御とを組み合わせることで、制御の質の向上と効率の向上が図られる。

ワークステーション技術は、この5年間にハードウェア面でもソフトウェア面でも大きな進歩を遂げてきた。更に、様々な応用技術が開発されていくものと考えられる。HIDIC計算機制御システムにこれを有効に活用し、制御の世界のマンマシンインタフェースシステム技術を革新していくことが、より役に立つシステム機能を創造していく道である。

6 マルチカラー液晶投射式大形ディスプレイ装置

プラントやコンピュータシステム全体の動きを監視する表示装置として、従来グラフィックパネルが用いられてきた。グラフィックパネルは、2 cm角程度のプラスチック板やランプを埋め込んだ発光ユニットをモザイク状に配置した表示盤であり、表示パターンが固定化され、任意の図形や文字をプラントやシステムの状態に応じて自由に変化させることができなかった。マルチカラー液晶投射式大形ディスプレイ装置は、この問題を解決するため開発された新しい原理に基づく表示装置⁴⁾で、次のような特長を持っている。

- (1) 2 m×2 m(標準)の大画面によって、システム全体の表示や大勢での監視作業が可能である。
- (2) 高輝度な画面により一般事務室でも細部にわたって、はっきり見ることができる。

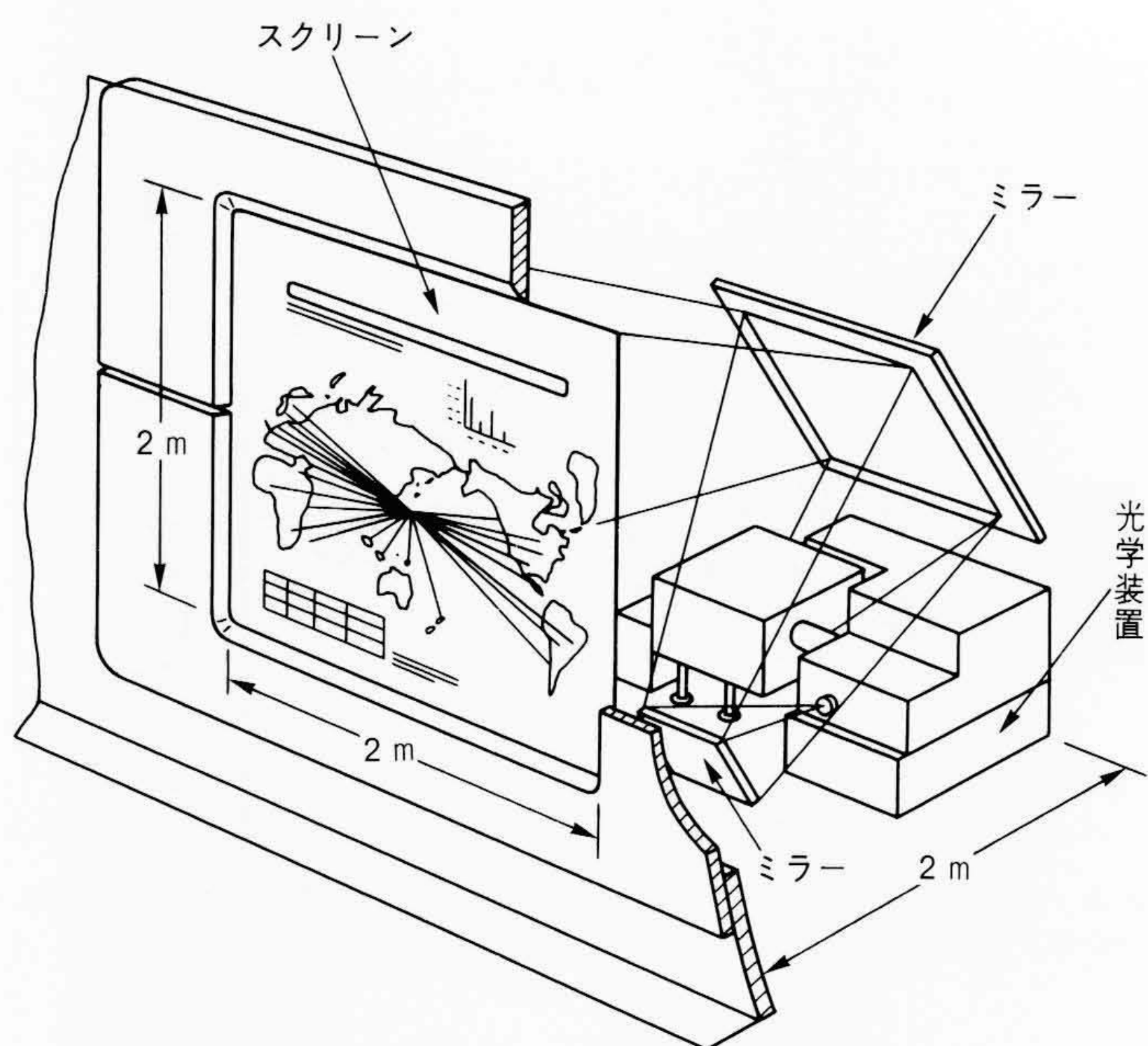


図5 液晶投射式大形ディスプレイ装置の外形 2m×2mの標準画面サイズの装置全体図を示す。

- (3) ちらつきのない静止画像が得られる。
- (4) 2,048×2,048の高解像度と7色表示ができる。
- (5) 表示内容の変更がソフトウェアにより容易にできる。

本大形ディスプレイ装置の基本構成を図4に示す。

本ディスプレイは、液晶素子を中心に、その左側の書込み光学系、右側の投射光学系で構成した。書込み光学系は、液晶素子上に任意の文字などの画像を書き込むもので、半導体レーザから出たレーザビームをXYのガルバノミラーで2次元走査し、 $f\theta$ (フィールドフラット)レンズにより液晶素子上に集光して熱書込みする。投射光学系は、液晶素子上に書き込まれた文字などの画像をスクリーン上に拡大、投射するもの

である。レーザビームによる書込みのため、高精細化が可能であり、液晶素子に書き込まれた画像は、素子自体が記憶するためちらつきがない。また、キセノンランプの照度により、スクリーン上の輝度を上げることができる。マルチカラー化は、赤・緑・青の三原色用の3枚の液晶素子構成とすることによって実現した。

全体図を図5に示す。

7 結 言

以上、新しいマンマシンインタフェースシステムに対するニーズとそれに対する日立製作所の考え、マンマシンのキーコンポーネントとして開発されたプロセスグラフィックスシステム、ワークステーション応用システム、マルチカラー液晶投射式大形ディスプレイの特長について述べた。これらの開発によって、より使い勝手の良いシステムを提供できるようになったと考えている。

今後、日立製作所は種々の技術課題を解決しながらマンマシンシステムを発展させ、プラント制御システムを限りなく人間に近づけていく努力をする考えである。

参考文献

- 1) 通産省電子機器課：これからのVDT，東洋法規出版
- 2) K.Yamashita, et al. : 19 Inch High Resolution Color Display Monitor, Hitachi Review, Vol.34, No.2 (April 1985)
- 3) 堀，外：エンジニアリングワークステーションとその応用，日立評論，69，2，139～144 (1987-2)
- 4) Y.Nagae, et al. : Full-Color Laser-Addressed Smectic Liquid-Crystal Projection Display, Proceedings of the SID Vol.28 No.1 (1987)