

FA/CIMシステムにおける情報・制御技術

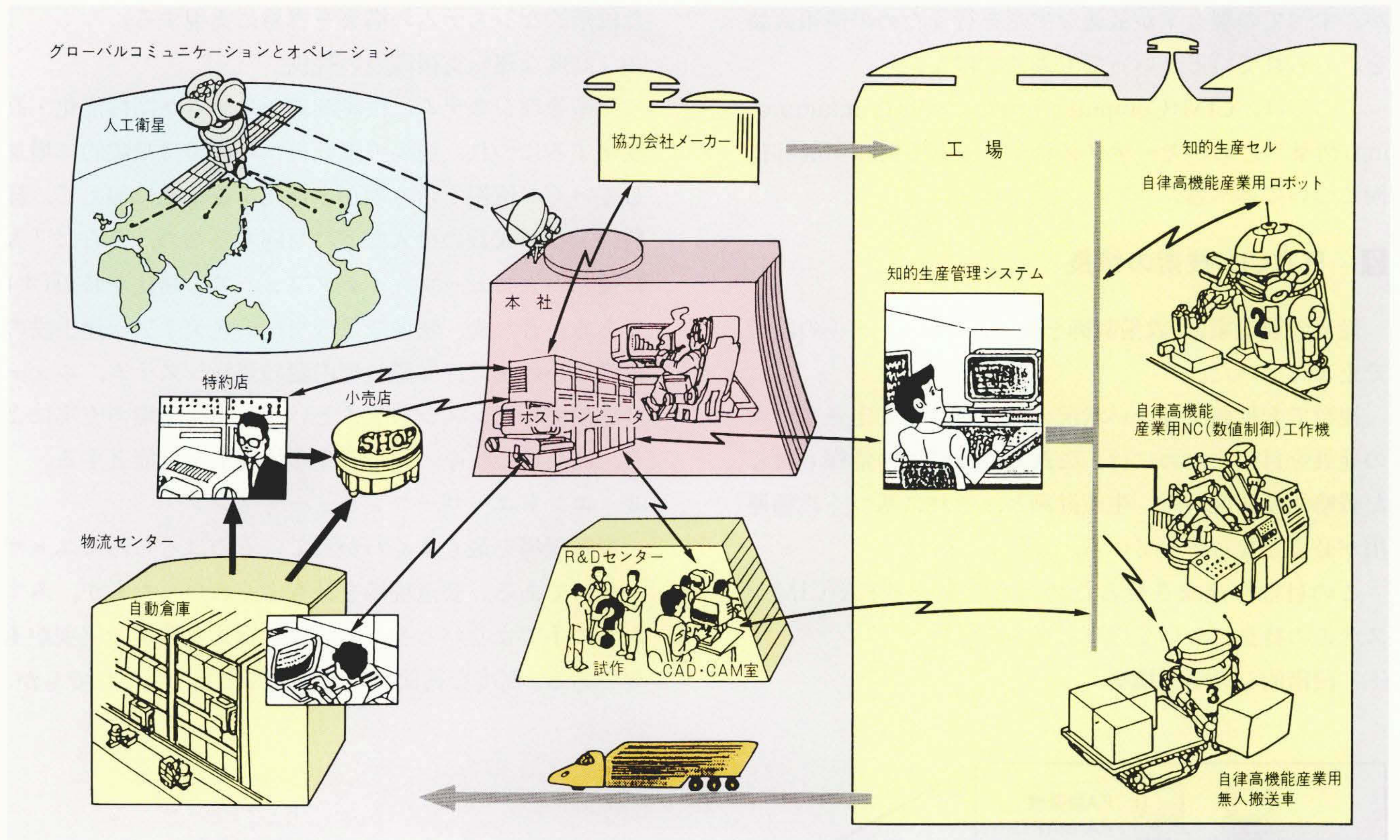
Information Control Integration Technology for FA/CIM Systems

浅見一夫* Kazuo Asami

吉澤隆司* Takashi Yoshizawa

川口幸一* Kôichi Kawaguchi

伊藤俊彦** Toshihiko Itô



将来のFA/CIMシステムにおける情報の流れとコンピュータシステム 21世紀を志向した生産システムIMS(Intelligent Manufacturing System)の概念図(出典:IMS国際共同研究プログラム検討委員会)を示す。ダイナミックな情報の流れと制御システムとの有機的結合が将来の生産システム実現のキーとなる。

計算機システムを活用したFA/CIM(Computer Integrated Manufacturing)化の動きは、オープン化・ダウンサイジング化とともに加速されつつある。日立製作所はCIM化のための種々のコンポーネントにより、小規模システムから大規模システムに至る広い範囲で最適なシステムを提供する。また、一貫したシステムアーキテクチャにより、システム導入当初は小型システムを構築し、順次拡張・増設によってトータルシステムを構成することを容易に実現する。

CIMシステムの対象分野は大きく、組立加工を中心としたFA分野と、計装制御を中心としたPA

(Process Automation)分野に分類される。一般に、FA分野ではシーケンサを中心とした制御システムを、PA分野ではDCS(Distributed Control System:分散計装システム)を中心とした制御システムを構築するが、CIMシステムでは、両者はプロセス計算機および汎(はん)用ネットワークによって統合される。さらに、経営管理を行う汎用コンピュータやOA、EA(Engineering Automation)システムとの結合、WAN(Wide Area Network)との接続などにより、情報処理と設備装置制御の統合を実現し、戦略的なビジネス展開の早期実現を支援する。

* 日立製作所 大みか工場 ** 日立製作所 機電事業部

1 はじめに

製造業を取り巻く環境は、多様化する市場ニーズ、流動的な国際環境など目まぐるしく変化している。規模の大小・インフラの整備状況など条件は千差万別ではあるが、すべての製造業が最適な生産を行うための情報武装を求められているといっても過言ではない。

ここでは、CIM(Computer Integrated Manufacturing)構築のためのキーテクノロジーである情報・制御技術について述べる。

2 日立CIM技術の特長

従来の製造業は、設備制御を軸としたFAレベルの段階で止まっていた。

複数で変転極まりない状況の中で経営を安定させ、次の発展を目指すためには、これら外部環境の情報も含んだ戦略的な開発計画、生産計画と、それに基づく設備運用が必要となってきた。

この目標を達成させるための日立製作所FA/CIMシステムの特長について以下に述べる。

(1) 段階的システム構築

市場の動向を敏感に反映しながら生産設備の増強を図っていくことは、FA/CIM現場の基本的な考え方である。日立製作所の提案するFA/CIMシステムは、適材適所にコストパフォーマンスに優れたハード・ソフトを適用することは当然のことながら、段階的な投資に見合った段階的なシステムの構築を容易に実現する。

(2) 高度な運転支援環境の提供

生産管理システム、生産制御システムが高機能化・高度化するにつれ、現場の運転員への負担は飛躍的に増加していく。情報そのものが多様化することに加えて、経験の少ない人員の投入などに対応するため、さらに「人に優しい」ヒューマンインタフェースの強化が必須(す)である。音、光、映像などのマルチメディア伝達手段の提供と合わせて、知識処理内蔵の運転システム、ニューロ応用ガイダンスシステムといった支援環境の充実により、高品質な生産の維持と生産性向上を可能とする。

(3) エンドユーザーコンピューティング

製造現場を最もよくわかっているのはもちろんユーザー自身である。製造現場を最もよくわかった人が、みずからの手でよりいっそうの改善を行える環境の実現が重要である。高度な言語を駆使することなく、だれでもが、

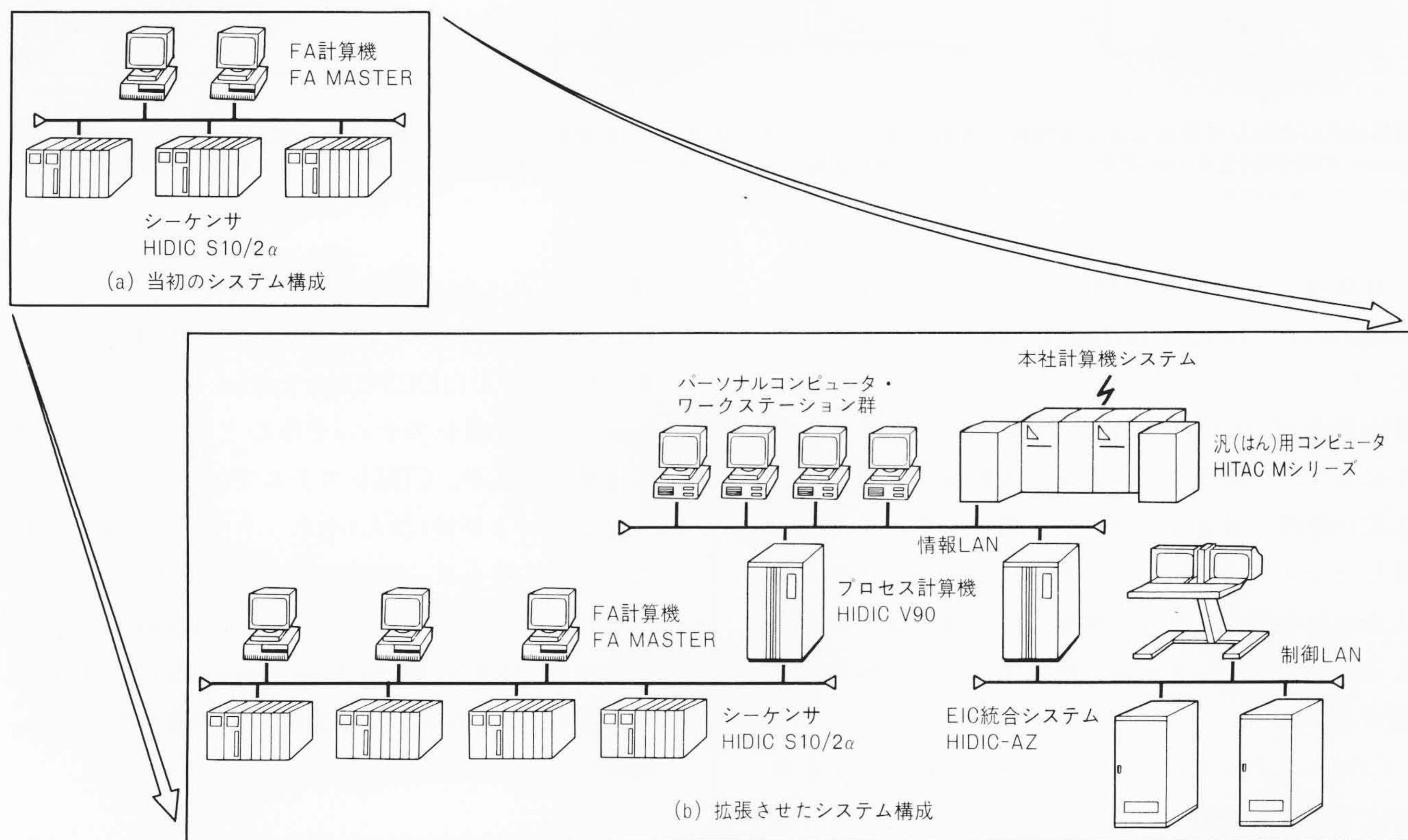


図1 トータルシステムの構築 システムの統合化とCIMシステムの構築は、当初の小規模システムをベースに順次拡張してシステムを成長させながら構築させる。

少しずつ気の付いたところから手を出せる優しいインタフェースを日立製作所は提案する。

CSS(Client Server System)を中心としたダウンサイジング・ライトサイジングに対応する豊富な業務対応ソフトウェアパッケージの整備とオープン化環境の実現により、エンドユーザーコンピューティングを可能とする。

(4) 統合システム

FA化、CIM化に際しては、製造現場だけでなくスタッフ業務関係のEAおよび管理業務関係のOAなどの統合による制御・情報を統合した合理的なシステムの実現が求められている。高性能のネットワークを介して、膨大な情報がやり取りされる中、日立製作所の提案するFA/CIMシステムは、信頼性の高いデータベースを核にした分散システム思想を基本コンセプトとして、小規模から大規模まで一貫した思想で構築する。

(5) 高信頼システム

生産システムのダウンは直ちに経営上の大きなインパクトをもたらす。FA/CIMシステムは生産計画に基づいた生産が、常に確実に達成することを支援するものでなければならない。特にデータベースサーバおよびコントローラの信頼性が重要なポイントである。日立製作所は、HIDICシリーズのプロセス計算機、コントローラをラインアップして、システム規模にかかわらず必要なところには必要な高信頼システムを実現できるシステムレパートリーを整備している。

3 CIMシステムの構成

通常、CIMシステムの構築は、一度に行うことは少ない。システムを徐々に構築することで、システムの機能を見直しながら実用面でさらに改善、強化していくことが一般的である。

トータルシステムの構成を前ページの図1に示す。当初はFA計算機とプログラマブルコントローラの組み合わせによるコンパクトなシステムを構築する。この際、両者を接続するネットワークは、IEEE802.3LANとし、オープン化を実現しておく。ここで、キーコンポーネントとなるのが日立製作所のFA計算機“FA MASTER”¹⁾とプログラマブルコントローラHIDIC S10/2 α である。その後、必要に応じFA計算機またはプログラマブルコントローラを増設し、システム規模を順次拡大する。

また、計装制御でも電気・計装・計算機制御を統合したシステムHIDIC-AZ²⁾が、システムの構築に際して有効な役割を果たす。ここで、高性能・高応答・高信頼が

要求される制御LANに対しては、メモリ転写機能などを持った専用のLANによってシステムを構築する。

また、制御システムの上位としてプロセス計算機HIDIC-V90シリーズを設置し、制御LANの世界と情報LANの世界の統合を図る。情報LANには、工場ホストであるビジネス計算機をはじめ、各部門に設置されたパソコン・ワークステーションが接続され、制御と情報の統合が図られる。情報LANを介して、クライアントサーバシステムを構築することにより、フレキシブルなシステムを実現する。

4 基本コンポーネント群

CIMシステムを構築する上で、キーとなる基本ハードウェア群について以下に述べる。

4.1 FA用計算機システム

FA分野では、段階的な自動化・システム化に対応して、フレキシブルにシステムを構築するニーズが強い。日立製作所のFA用計算機システムであるFA MASTERは、FAシステムでのマスター(主人)を意味し、作業や設備に対し、適切にサービスを施すことを目的としたシステムとして名づけられている。このFA MASTERには次のような特長がある。

(1) FA対応仕様

24時間稼動し続ける生産現場に対応するために必須な自己診断機能、異常発生時の自動停止機能をサポートしている。さらに、無停電電源装置による停電検出時の自動シャットダウン機能の付加も可能である。また、生産現場に近い場所に設置されることを考慮し、システム装置は簡易防塵(じん)構造となっている。

(2) オープンアーキテクチャ

基本システムソフトとしてUNIX^{※1)}、X-Window^{※2)}/Motif^{※3)}、TCP/IP^{※4)}などの国際標準のインタフェースを採用した。これにより、オープンな環境のもとにCSSを構築し、小規模システムから大規模システムへと必要に

※1) UNIXオペレーティングシステムは、UNIXシステムラボラトリーズ社が開発し、ライセンスしている。

※2) Xウィンドウシステムは、米国MIT(マサチューセッツ工科大学)の商標である。

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

※4) TCP/IPは、米国国防総省が標準したプロトコルである。

応じて段階的にシステムを拡大していくことを可能としている。

(3) 高速オンラインリアルタイム処理

優先割込み処理, 固定優先度によるプログラム実行, リソース競合管理などのリアルタイム機能を標準プラットフォームとしてシステムに付加することにより, FAシステムに必要不可欠な高速オンラインリアルタイム処理をサポートしている。

(4) プログラマブルコントローラとの親和性確保

FAに欠くことのできないプログラマブルコントローラなどのプロセス制御装置や, 現場端末などのFA用I/O(入出力装置)との接続について, 汎(はん)用LANによる通信だけでなく, FAシステムを前提とした各種サポート(ソフト開発・テスト支援機能など)を行っている。

4.2 電気(E)・計装(I)・計算機(C)統合システム

HIDIC-AZは, 本格的な電気・計装・計算機制御を統合したプラント制御システムである(図2参照)。小規模統合システムとしてHIDIC-AZ/ μ をそのシリーズに加えており, 幅広いニーズに対応している。

(1) 電気(Electric)・計装(Instrumentation)・計算機(Computer)制御の統合

計装制御のためのDDC(直接計算機制御), シーケンス機能をはじめ, 専用プロセッサによる電気制御およびC言語プログラミングによる計算機制御機能の組み込みを可能としている。

(2) 上位プロセス計算機との統合

制御LANである $\mu\Sigma$ Network/10を介したHIDIC V90シリーズとの統合をも実現している。メモリ転写による高速データ伝送をはじめ, エミュレータ・スーパーウィンドウによるシングルウィンドウの実現, データベースの構成単位をプラントを構成する装置に高度化したプラントデータベースなどにより, オープン化対応を実現している。

4.3 プロセス計算機

CIMシステムの構築で, 制御と情報の統合を図る上で重要な役割を果たすのが, HIDIC V90シリーズである。HIDIC V90シリーズは, プロセス計算機として24時間稼動に耐えられる信頼性を持ったシステムであると同時に, 汎用OS, 汎用ツールをサポートしたオープンシステムコンポーネントである。

オペレーティングシステムとしてはリアルタイムUNIXであるRENIX-Vを採用しており, オンラインリアルタイム処理とオープン環境の両者を同時に実現している。また, GUI(Graphical User Interface)として, 国際標準GUIを採用しているため, 情報LANを介したクライアントサーバシステムを容易に実現する。

5 ソフトウェア

CIMシステムを構築する上で, ソフトウェアをいかに効率よく構築するかが大きな課題となっている。日立製作所は, 各種のパッケージソフトウェアを用意して, FA/CIMシステムの構築を支援している。

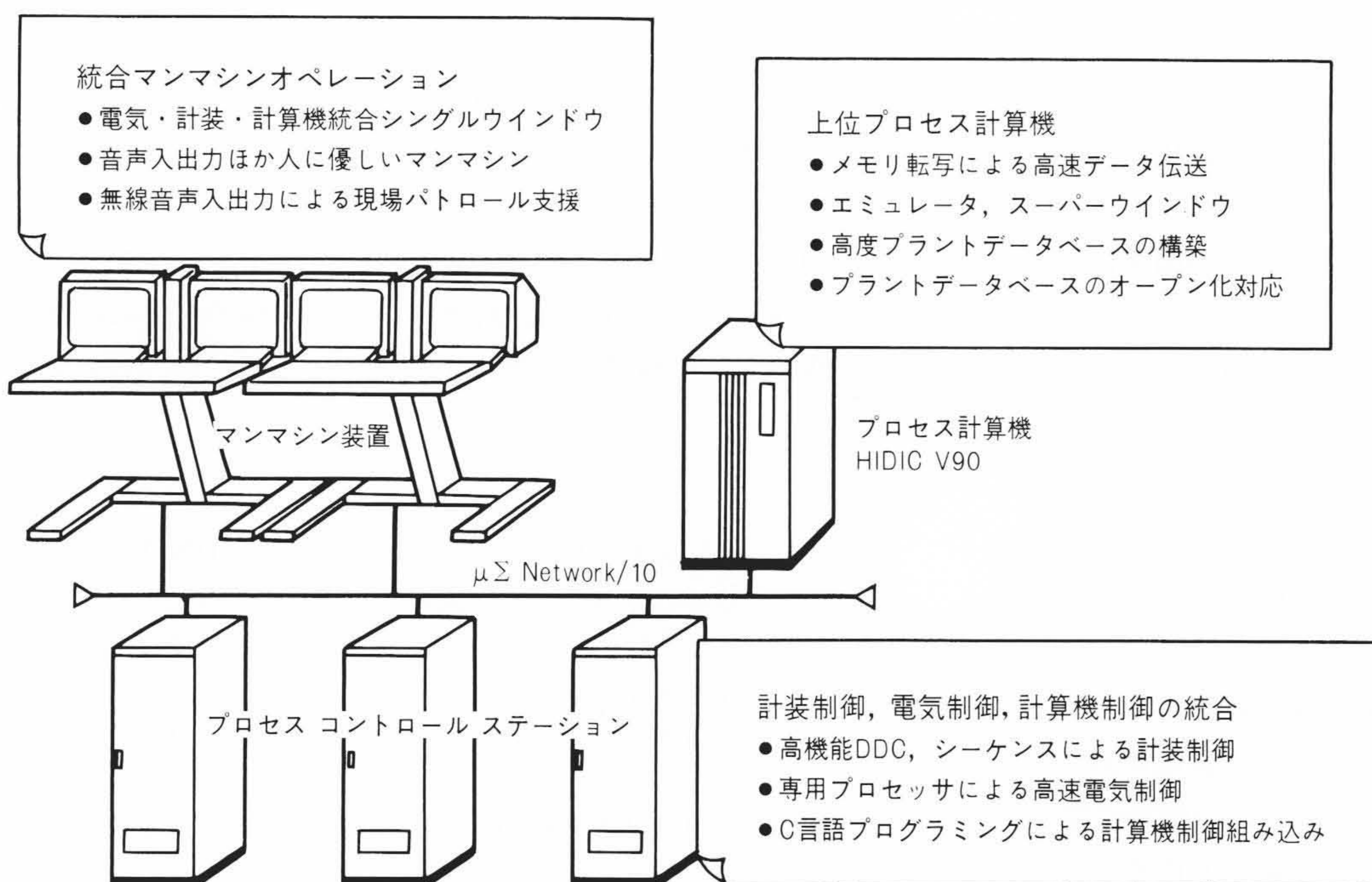


図2 電気(E)・計装(I)・計算機(C)統合システムHIDIC-AZ
HIDIC-AZは, 電気・計装・計算機を統合した初のシステムである。小型EIC統合システムであるHIDIC-AZ/ μ をレパートリに加え, 小型から大型に至る高範囲のシステム構成を実現する。

5.1 FA関連ソフトウェア

FA MASTERはシステムの基本機能であるFA対応プラットフォームとして、システム管理(リアルタイム機能)を含むサポートを用意している。さらに、業務パッケージ基本部として入出力情報管理機能、イベント処理機能、トラッキング情報管理機能などをそろえている(図3参照)。ここでは、これら基本機能の上で動作するFA業務パッケージについて述べる。

(1) 設備稼動監視パッケージ

設備稼動監視パッケージは、FA MASTERに接続するI/Oから定期的に、またはイベントでデータを収集し、履歴として記憶することを主な機能とする(図4参照)。収集したデータを用いて動画で状態をモニタしたり、トレンド表示を行い、日報、月報などの帳票出力をサポートする。また、プラントフローの作画、監視仕様の定義がプログラムレスで行えるようにしている。

このパッケージにより、ユーザーサイドでも設備の監視画面、トレンド表示、帳票出力などが容易に実現できる。また、対象データとして定周期だけでなくイベント情報も収集することが可能であり、ニーズに柔軟に対応したアプリケーションの構築が可能である。

(2) 現場工程スケジューリングパッケージ

現場工程スケジューリングパッケージは、受注生産形態で用いられる「製番」をキーとした生産計画業務を支

援する。営業システムなどから受信する各種オーダーの「要期」と「数量」のデータに基づき、各「製番」の製作開始日や工程ごとの製作順序を算出する。算出した計画に基づき、各工程の負荷をビジュアルに表示し、最適な計画立案をサポートする。

このパッケージの採用により、単に生産計画を作成するだけでなく、現場の状況をリアルタイムに把握して計画と照合することで、現場で発生した問題をすばやくキャッチして処置ができるというメリットが得られる。

(3) パソコン サポート パッケージ

FA MASTERは、生産に関する各種の情報[計画・進捗(ちよく)・実績・在庫・品質など]をデータベースに蓄え、要求に応じたサービスを行うことを主な業務とする。このデータベースを、パソコン上で表計算ソフトなどパソコン向け流通ソフトでさまざまな解析ができるとデータの活用の幅が飛躍的に広がる。これらのニーズに対応するソフトが、パソコン サポート パッケージである。このパッケージソフトにより、パソコンからはMS-Windows^{※5)}の標準機構であるDDE(Dynamic Data Exchange)手順でFA MASTER上のデータにアクセスできる。

(4) プログラマブル コントローラ サポート パッケージ

※5) MS-Windowsは、マイクロソフト社の登録商標である。

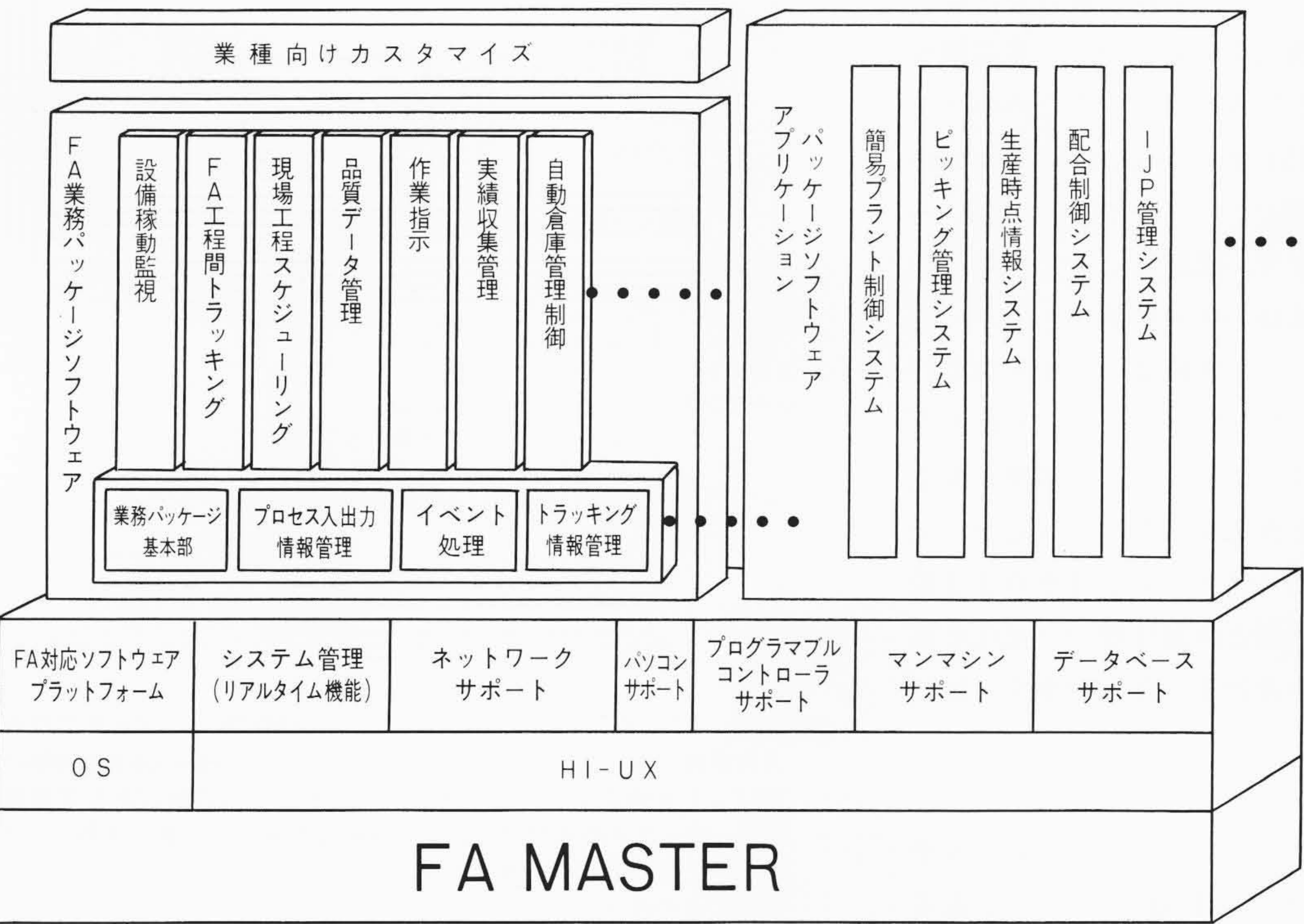


図3 FA MASTER関係ソフトウェアパッケージ FA MASTERでは、標準プラットフォーム、業務パッケージ基本部に加え、ソフトウェア業種ごとにカスタマイズした設備稼動監視などの業務パッケージを設け、エンドユーザーコンピューティングを実現しながら、個別のソフト作成量をミニマムとしている。

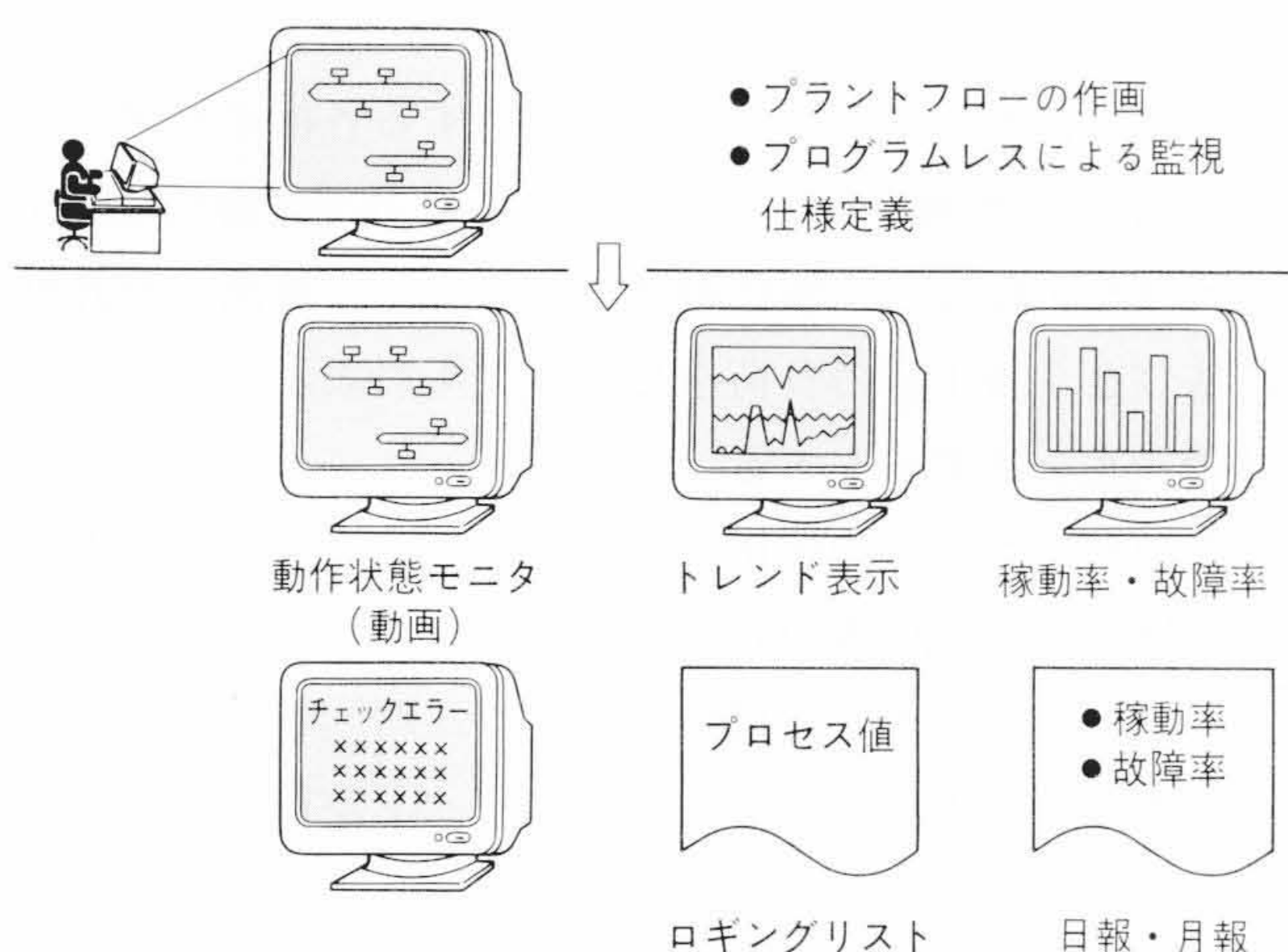


図4 設備稼動監視パッケージ プラントフロー作画，監視仕様定義機能により，プログラムレスで設備の動作状態のモニタ，トレンド監視および稼動状況監視・管理を可能とする。

プログラマブルコントローラサポートパッケージは，日立製作所の高性能プログラマブルコントローラHIDIC S10/2 α だけでなく，他社製プログラマブルコントローラとFA MASTERとの通信をサポートしている。また，HIDIC S10/2 α に対しては，C言語プログラムの開発環境を整え，プログラマブルコントローラの高度な活用を支援している。さらに，他社のプログラマブルコントローラをサポートすることにより，ユーザーの既存設備の有効利用が実現できる。

5.2 PA関連ソフトウェア³⁾

(1) バッチプロセス管理・制御パッケージ

HIDIC-AZでは，電気・計装・計算機の統合を実現しているが，計算機との統合機能を有効活用し，多品種少量生産型のバッチプロセスを管理・制御するためのソフトウェアパッケージMSCR(Master Sequence Controller)を用意している(図5参照)⁴⁾。バッチプロセスは，一般に多品種少量生産形態をとり，品種によって製造工程が大きく異なるなど，多種多様の生産形態をとるため自動化が難しい。MSCRは，バッチを構成する工程の実行順序をCRTの画面上でボックスの並びとして定義するだけで，制御手順を与えるようにしている。多様な製造手順はこのボックスの並びを変更するだけで対応が可能である。さらに，これらのボックスの並びはそのまま監視画面上に表示され，制御仕様と画面仕様の一元化を実現しているため，ソフトの生産効率・保守効率を大幅に向上させている。

(2) SCC向けパッケージ

DCS(Distributed Control System：分散計装システム)の上位に配置したプロセス計算機システムである

SCC(Supervisory Computer Control)システム向けのソフトウェアパッケージとして，PIAS(Process Integration and Advanced Control System)を用意している(図6参照)。PIASでは，基本プロセスデータベースとしてDCSから取り込んだデータ，および長期ヒストリカルデータベースを構築するが，さらに，データベースの単位を入力点からプラント構成装置に高度化した統合データベースIPOP(Integrated Plant Operation Package)⁵⁾を用意している。

IPOPでは，データベースの構成単位をプラントの反応装置，吸収塔，熱交換器などの装置単位としているため，プロセス装置に応じた運転管理のための演算，チェックを容易に実現する。データベースの定義に際してはデータの定義と演算部分を分離しているため，演算部分の標準化，ライブラリ化を容易に実現する。さらに，配管に関してもラインユニットとしてデータベース化しているため，成分毎流量，エンタルピーの把握，さらにはマテリアルバランスやヒートバランスの管理，チェックをも実現する。このデータベースは，グラフィック画面上のウィンドウに展開されるため，ユーザーは専用の画

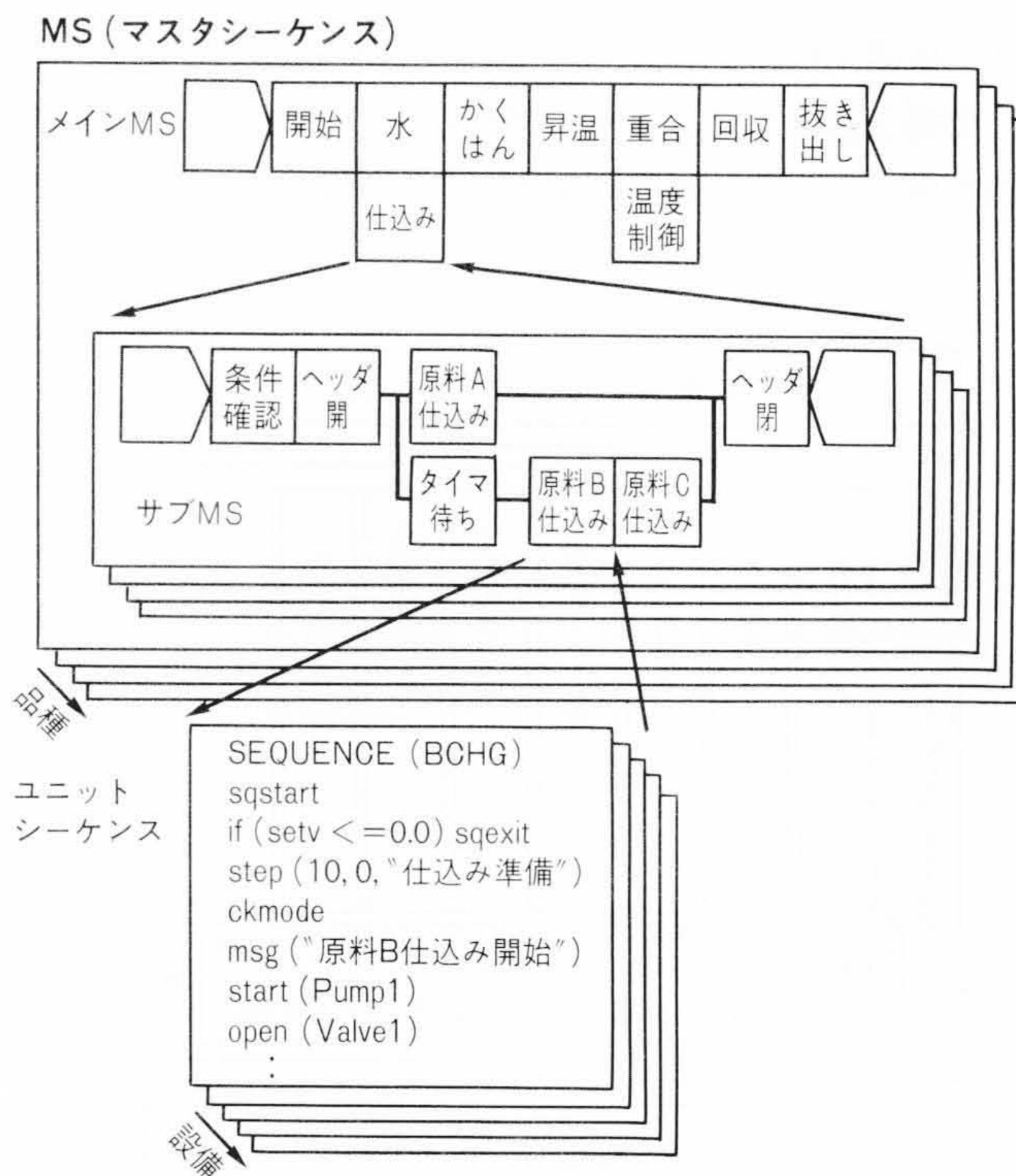


図5 バッチプロセス制御パッケージMSCR バッチプロセスの多様な製造手順に対応して，MSCR(Master Sequence Controller)はバッチを構成する工程の実行順序をボックスの並びとして定義する。ボックスの並びはそのまま運転監視画面上に表示され，ソフト開発と運転監視の一元化を実現する。設備制御はユニットシーケンスできめ細かく行う。

面を作成することなく監視・管理を行うことができる。

近年の流通ソフトパッケージの充実に対応して、データコミュニケーション機能を充実させ、SCCシステムをデータベースサーバとしたクライアントサーバシステムの実現もサポートしている。

PIASをFA MASTERに搭載したPIAS/Wは、小規模なSCCシステムを実現する。

6 ヒューマンインタフェース

製造現場での作業員・運転員の高齢化・高学歴化の流れは、FA/CIMシステムに対するヒューマンインタフェース機能の向上による作業員・運転員の負担低減のニーズをますます強いものとしている。さらに、現場運転員だけでなく、スタッフ・管理者に対する的確な情報提供により、エンジニアリング・管理業務の効率向上をサポートする必要がある。

6.1 運転員向けヒューマンインタフェース

CRTとタッチパネルを用いた運転・監視操作が基本となるが、多人数による状況判断支援機器として大型表示装置が有効である。

また、音声入出力装置を活用した人に優しいマンマシン機能も実用化している。音声入出力装置の活用は、キーボード・タッチパネルに制約されることのないハンドフリーオペレーションを実現するほか、無線回線を活用

した現場パトロールによるオンラインデータの確認などを可能にするものとして期待されている。

製造現場向きの機器としては、パソコン、カラー液晶タイプの表示装置をはじめ、バーコードリーダー、IDセンサ、無線端末と多種にわたっている。これらの機器は、その製品寿命が短いことも特徴であり、システムへの接続に際しては配慮が必要である。

さらに積極的な運転支援として、インテリジェントアラーム機能がある(図7)。プラント運転の自動化が進めば進むほど、運転員の業務は監視主体に移行していく。現実的に、自動運転中の運転員による介入操作は、警報システムによる異常の検出をトリガとして行われることがほとんどである。このため、従来の機器のトリップ報告、上下限異常報告などが主体の機能から、より知的な警報システムへのニーズが高まってきている。

- (1) トレンド変化検出機能
- 時系列データを記号化し、トレンドデータに対する特徴抽出を行い、その特徴を例えば「ステップ状に下降」などの運転員にとってわかりやすい「ことば」で報告する。この機能は、すでに前述のソフトウェアパッケージPIASのサブシステムPI/IMARKとして、パッケージ化されている。
- (2) 警報抑制機能
- プラントが複雑になればなるほど、ある機器の異常の

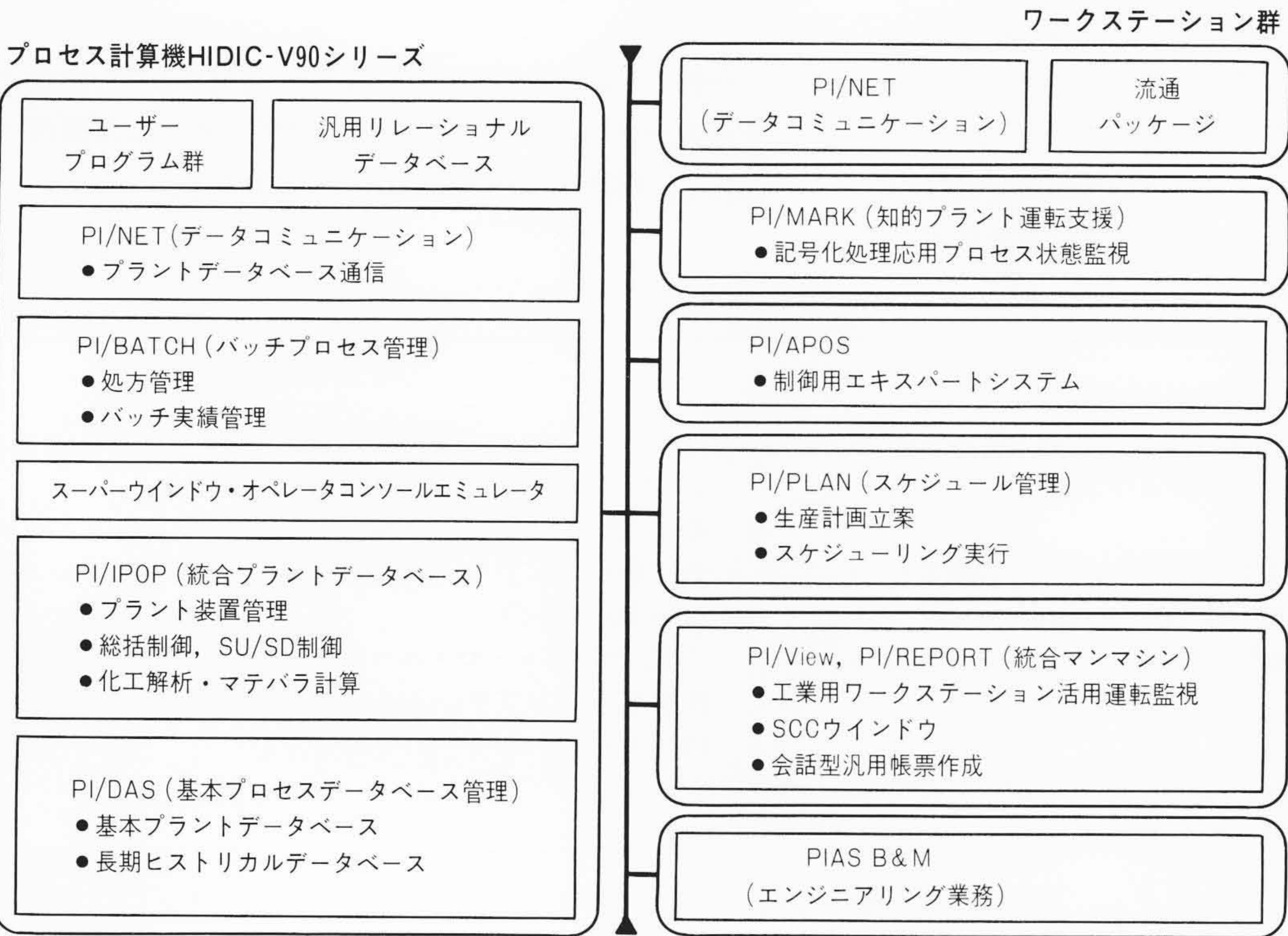


図6 高度制御ソフトパッケージPIASの構成 PIAS (Process Integration and Advanced Control System)はDCSの上位システムとして、プラントデータベースの構築をはじめ各種機能により、プラントの高効率操業を実現する。また、PI/IPOP, PI/DASをワークステーション上に構築するPIAS/Wは、コンパクトなSCCシステムを実現する。

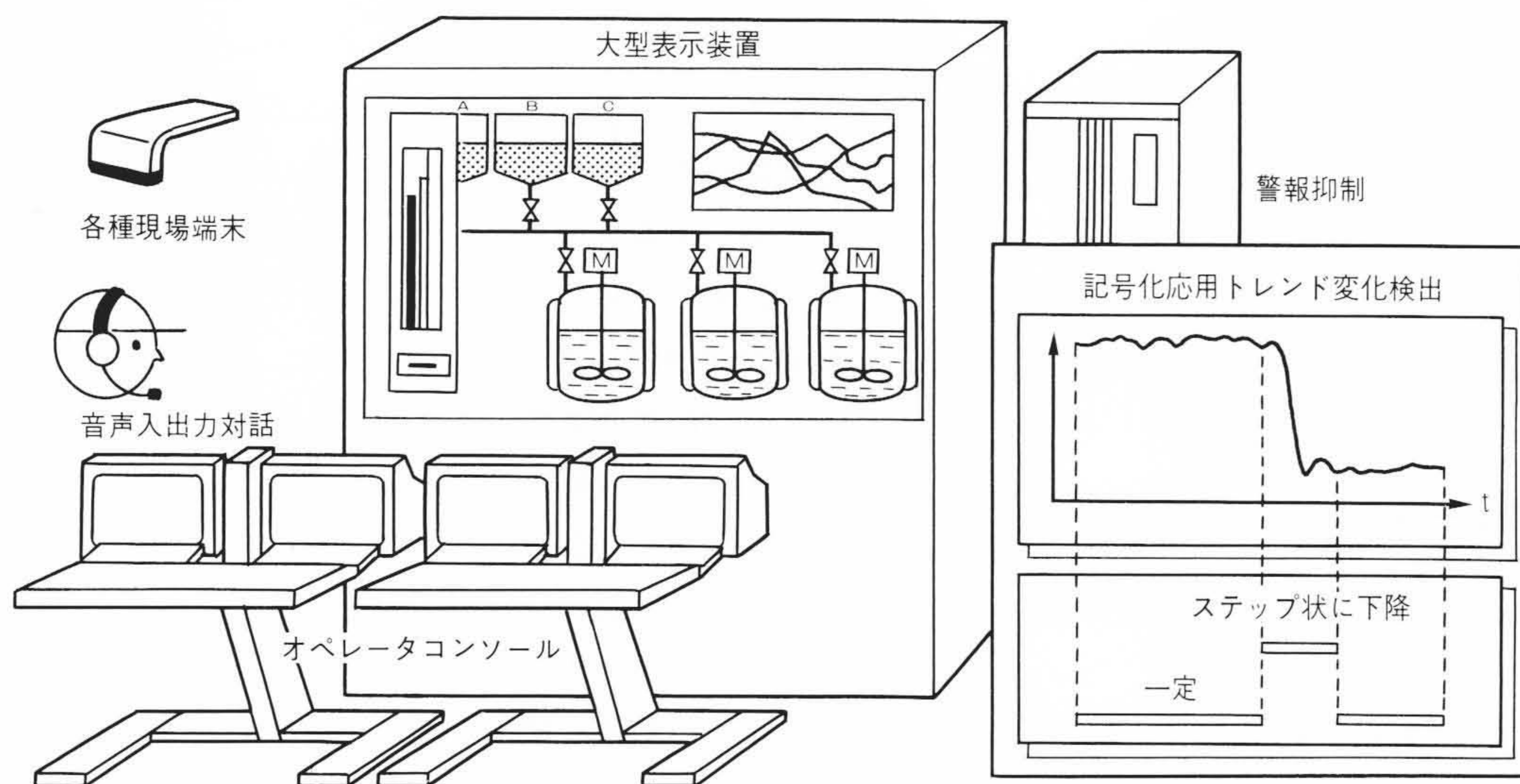


図7 高機能マンマシンとインテリジェントアラーム

大型表示装置、音声入出力対話の活用は、マンマシン機能の向上を実現する。また、警報抑制、トレンド変化検出などのインテリジェントアラームは、必要な警報だけを的確に運転員に報告し、プラントの安定稼動と運転員の負担低減を同時に実現する。

影響が多方面に波及し、多数の警報を発生させることになる。この機能は連鎖的に発生する異警報の中から、運転員にとって、必要な情報を整理して提供する。

これらインテリジェントアラーム機能は、運転員の精神的負担の大幅低減と運転信頼性の向上に大きく貢献する。

6.2 スタッフ・管理者向けヒューマンインタフェース

スタッフ・管理者向けヒューマンインタフェースのキーポイントは、情報LANを介したオープンシステム構成である。すなわち、設備制御用、プロセス制御用のコントロールデータは、FA MASTERシステムでのパソコンサポートパッケージあるいはPIASのデータコミュニケーションパッケージを活用することにより、スタッフ・管理者が所有するパソコン、ワークステーション上で自由に活用することが可能である。

タイムリーなプラントデータベースの提供は、業務の効率を向上させるだけではない。国際標準GUIを採用す

ることにより、プログラムレスで、スタッフ・管理者用端末にプラント監視画面を表示させることも可能なため、関係者全員による操業監視、操業管理が容易に可能となる。

7 おわりに

情報・制御システムを取り巻くシステム技術を中心にFA/CIMシステムを構築する計算機技術について述べた。

将来の生産システムでは、生産管理形態の多様化・高度化や、ダウンサイジングの進展に伴うワークステーション・パソコン・シーケンサなどを含めたハードウェア・ソフトウェア両面での種々の統合化が必要不可欠になるとと思われる。

今後とも最新技術の積極的開発と適用により、多様化するニーズにこたえた高度FA/CIMシステムの提供に向けて、積極的に対応していく所存である。

参考文献

- 1) 水上，外：最新FAコンピュータシステム導入活用事例「FA MASTER」，オートメーション，37，9，10～15(1992-9)
- 2) 佐藤：EIC統合システム「HIDIC-AZシリーズ」の概要とシステムコンセプト，計装，33，4，55～62(1990-4)
- 3) 川口，外：統合化・高機能化を図った化学プラント用制御システム，日立評論，74，4，351～358(平4-4)
- 4) 川口，外：プロセス分野向け多品種管理・制御パッケージMSCRの開発，日立評論，73，8，781～786(平3-8)
- 5) 花島：プラント統合運転システムアーキテクチャ，計装，34，12，18～23(1991-11)
- 6) 川口，外：トレンド変化検出技法と化学プラント・インテリジェントアラームへの適用，日立評論，75，2，137～140(平5-2)
- 7) 三宅，外：ニューロ・ルールベース応用警報選択・提示技法と原子力プラントへの適用，日立評論，75，2，153～156(平5-2)