U.D.C. 658.5.011.56:681.323

EA，OA及びFAを統合化するCIMシステム

Computer Integrated Manufacturing Systems by EA, OA and FA

佐久間　智*　*Satoshi Sakuma*
三井善夫**　*Yoshio Mitsui*
長沢正一**　*Shôichi Nagasawa*
日比野和雄**　*Kazuo Hibino*

近年製品の多様化，寿命の短縮化などにより，今まで以上に市場動向や流通経路なども考慮に入れた製品開発や生産計画が必要となってきた。従来からFMS，FA，CAD，OAなど個々に発展してきているが，今後は，受注から製品納入に至るすべての企業活動に必要な情報の流れを一元化し，効率的でフレキシブルなシステムとするという観点から統合化することが重要となる。今後ますます発展するME技術などを考えると，統合化時の最重要課題は統合化の中での独立性の確保であろう。

そこで本稿では，今後統合化のアプローチとして主流になると思われるネットワークを中心に，HIDICシリーズを核としたCIMシステムへの対応方法と，そのコンポーネントについて紹介する。

1 緒　言

プロセス制御に端を発した産業分野のコンピュータコントロールも，マイクロコンピュータや搬送技術，ロボットなどの発達に伴い，FA(Factory Automation)まで裾野が広がり活況を呈している。しかし近年，ネットワーク技術の進展とあいまって，販売部門や設計部門といった従来イメージでは異質な機能と考えられていたシステムと有機的につないだ，インテリジェント工場(企業)の概念としてCIM(Computer Integrated Manufacturing)が脚光を浴びつつある。

CIMの目的とするところは，受注から製品納入に至るすべての企業活動を最新のコンピュータ技術を駆使し，すべての情報の流れを一元化した高効率でフレキシブルな統合システムを構築することで，より良い製品をより早く，より安く的確に市場へ供給することで，厳しい経営環境下にあって企業として成長することにある。しかし，CIMシステムを構築するとなると，そのアプローチ方法を含め実際の対応方法は千差万別で極めて難しい。そこで本論文では，CIM化の背景を通してその基本概念を整理すると同時に，CIMシステムを具現化する上で重要なコンポーネントを紹介する。

2 工場合理化の背景と動向

工場合理化の歴史を振り返って見ると，現在までほぼ10～15年ごとに3回大きな変革期が訪れている。

第1期は昭和30年以降盛んになったIE(Industrial Engineering)技術を軸とした少品種多量生産の時代で，この時代に標準化や品質管理が根付いた。

第2期は昭和43年以降のFMS(Flexible Manufacturing System)，FA技術を軸とした多品種少量生産の時代で，NC(Numerical Control)工作機，ロボットなどの機材を活用した自動化システムが発達した。

第3期は昭和60年以降，ネットワークやデータベース技術を軸とした究極の生産システムといえるCIMシステムである。

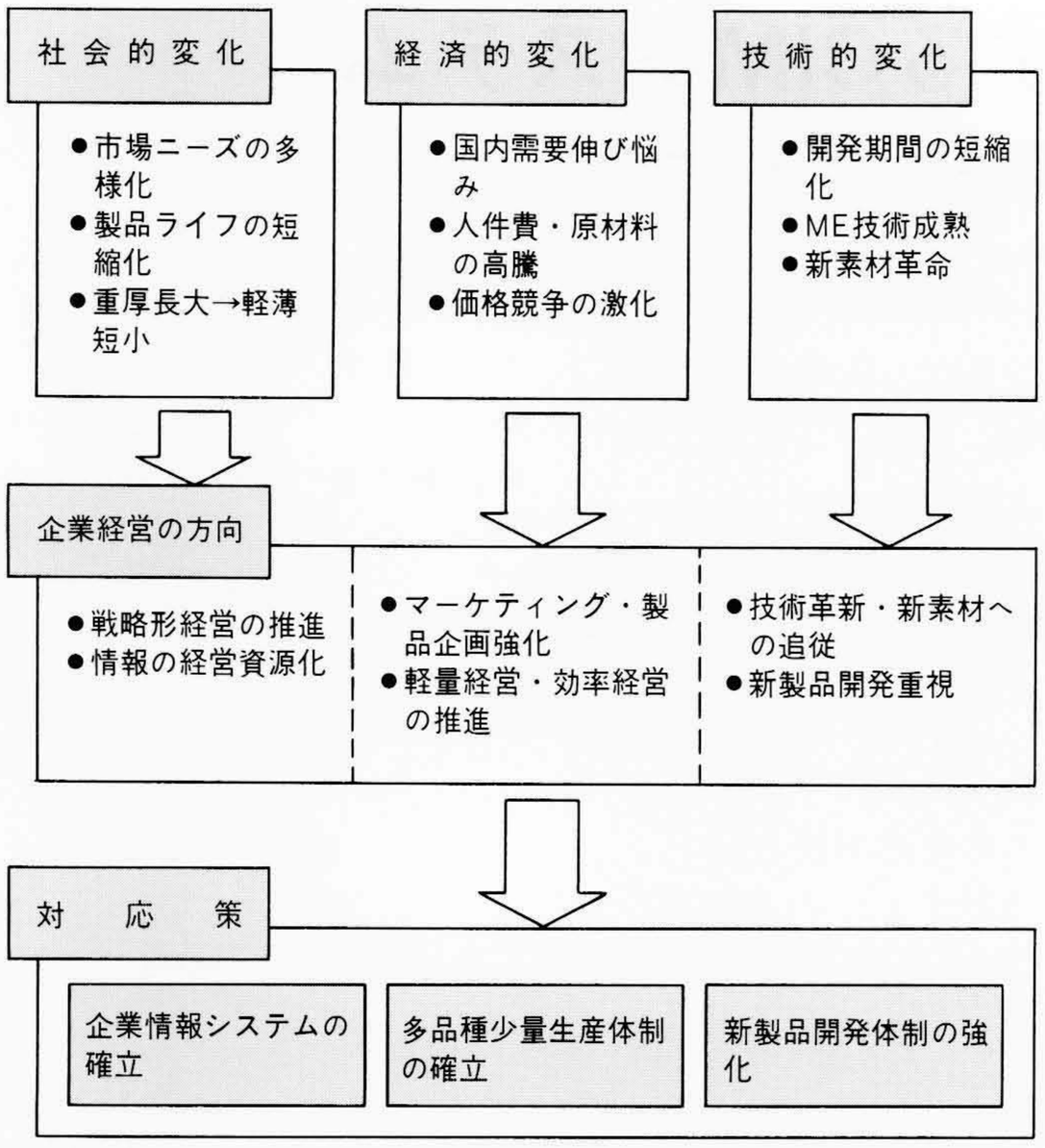
現今ほど製造業を取り巻く環境が厳しい時代はなかったと言えよう。その原因を大別すると，**図1**に示すように社会的変化，経済的変化及び技術的変化の三つに分類できる。この三つのインパクトをプラス方向へ作用させるためには，従来のように品質の良い物を安く造るといった守りの生産システムから，市場動向にリンクした攻めの生産システムへと変える必要があるが，FMS，FAシステムはそうした観点では守りのシステムと言えよう。今後FAからCIMシステムへ展開する[1]ためには，**図2**に示すように柔軟化と自動化のほかに新たに統合化を加えた3次元方向で生産システムを構築評価していく必要がある。企業の意思決定システムとして知られるDSS(Decision Support System)などは，そうした意味で統合化のための1ステップと言えよう。

3 統合化システムのフィロソフィー

3.1 統合化の動向

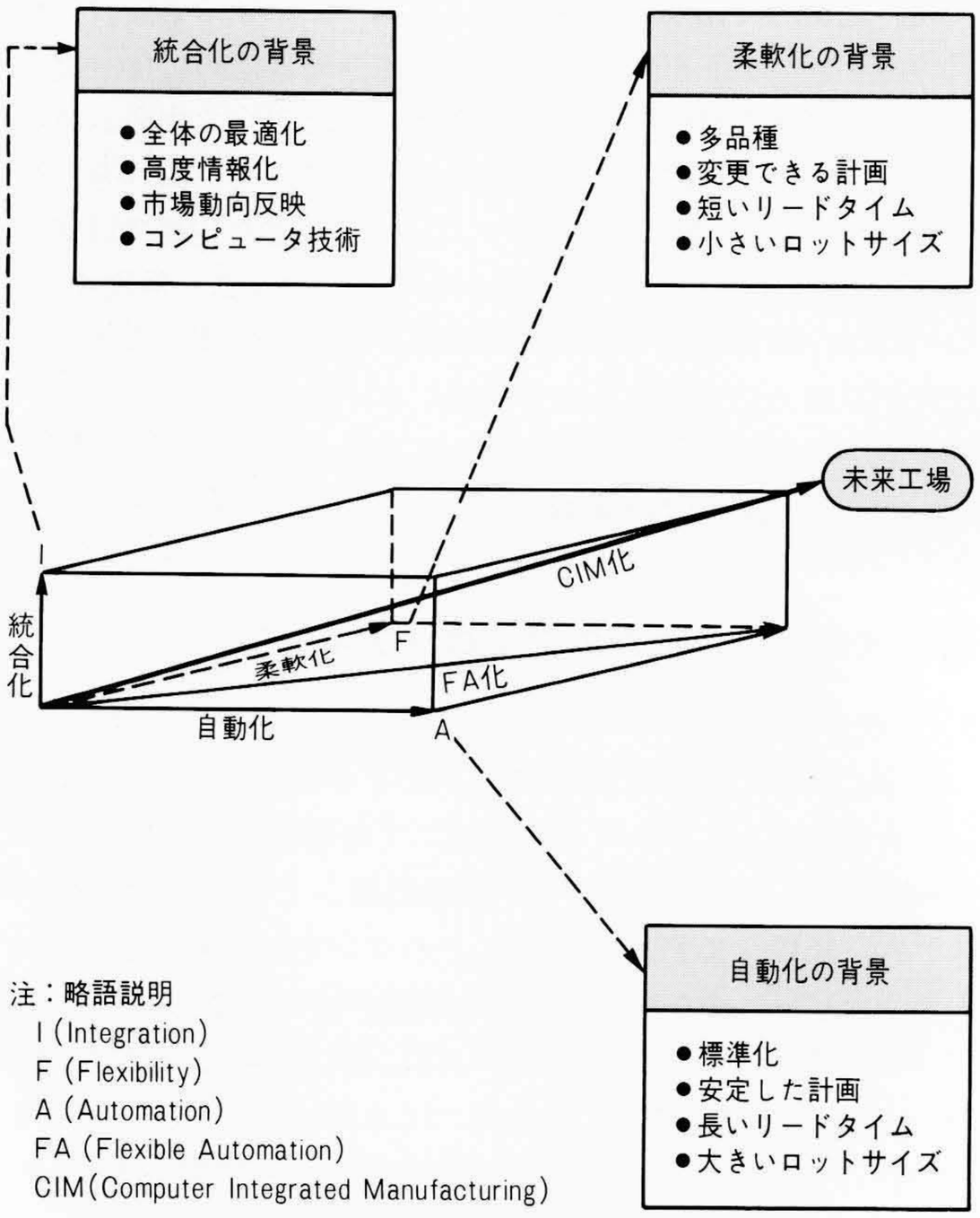
従来，FAシステムの構築は，そのアプローチがトップダウンであれ，ボトムアップであれ総じて事務用計算機を用い，計画部門中心に展開されてきた情報処理システム(資材購買システム，経理システムなど)と，ミニコンピュータ又はパーソナルコンピュータを利用した製造現場対応のFMSシステムの二つのシステムを内包してきている。更に近年は，設計部門向けに設計支援システムとしてCAD(Computer Aided Design)システムの導入が盛んになるなど，企業内に導入され

* 日立製作所システム事業部　** 日立製作所機電事業本部



注：略語説明　ME(Micro Electronics)

図1　製造業の環境変化とその対応策　　製造業の環境変化には，社会的変化，経済的変化及び技術的変化の三つがある。CIM(Computer Integrated Manufacturing)は，この変化を情報ネットワークによって解決するものである。



注：略語説明
I (Integration)
F (Flexibility)
A (Automation)
FA (Flexible Automation)
CIM(Computer Integrated Manufacturing)

図2　CIMの背景と方向　　CIMは柔軟化と自動化の面展開に，ネットワーク技術を中核とした統合化軸を加えた立方体システムで，最終目標は未来工場である。

るシステムがより複雑多岐にわたってきている。こうした状況下で，個別に開発された個々のシステムを有機的に結び統合化を図るには，個々のサブシステム間を横断的に結合する物が重要となるが，ストラジック社はこれを**図3**に示すように共通データベースと位置づけている。システム統合化のアプローチとしては，従来から複合化，一貫化及びデータ共有化の3手法は知られているところであるが，共通データベースを中核とした統合化は，複合化，一貫化が落ち入りやすい相互機能の密結合に伴う開発，調整の困難化といった問題点もなく，機能間の独立性も保たれやすいなどのメリットがあるため，今後統合化技法の主流となろう。

3.2　統合化の実現

統合化実現のためのアプローチとしては，一般的に次のような手法が挙げられる[2)]。

統合化へのアプローチのタイプには，次の三つがある。

(1)　上位，下位からの挟み込みタイプ

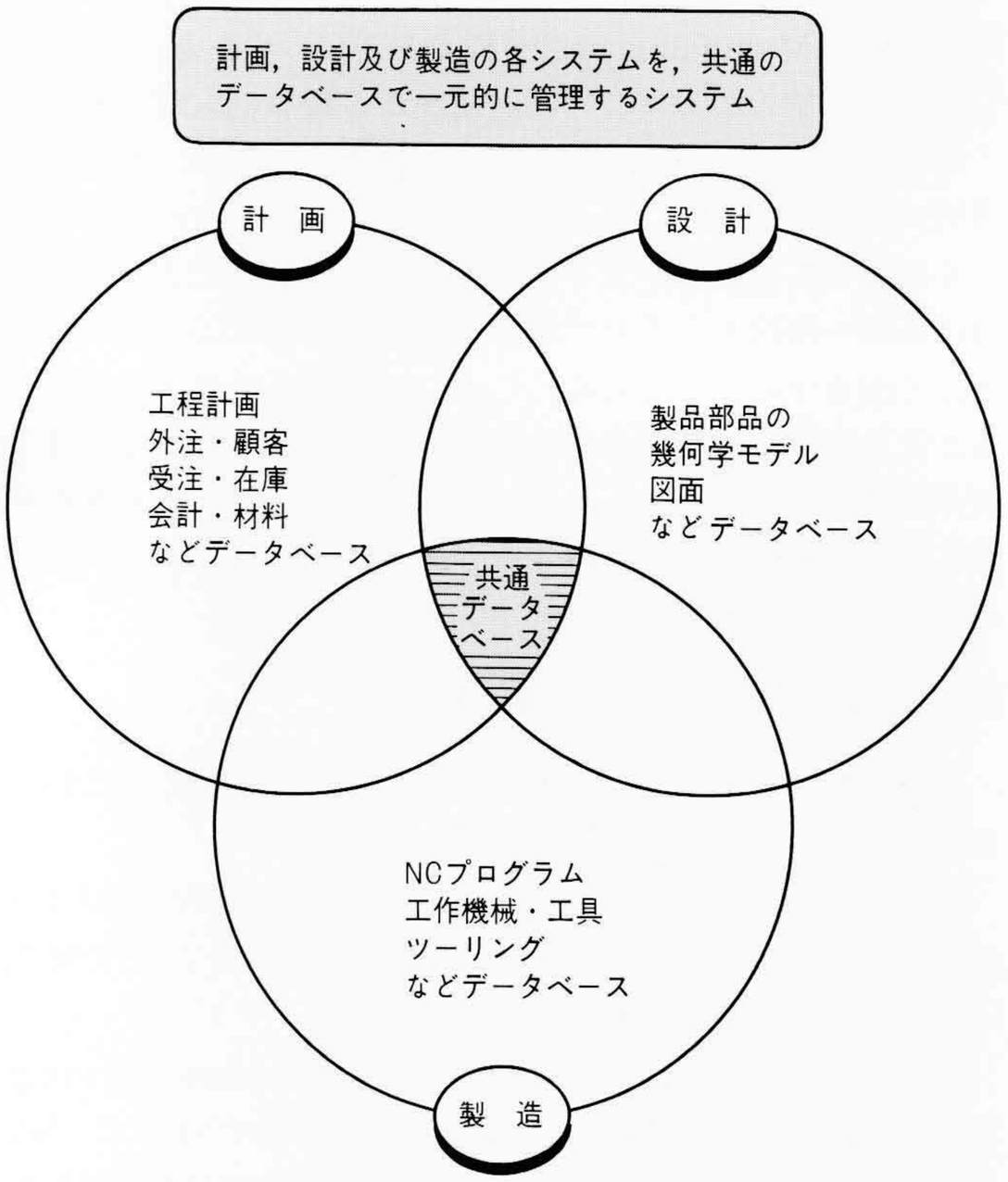
工場レベルとセルレベルでの実績(システム化の経験)を基に，その中間に位置するライン管理レベルを強化する方法

(2)　中心から上位，下位へのこじあけタイプ

ライン管理レベルから，その上位，下位への機能の拡大，強化をする方法

(3)　下位から上位への持ち上げタイプ

セルレベルの実績を基に，ライン管理レベル，更にその上位レベルを強化する方法



注：略語説明　NC(Numerical Control)

図3　統合化(CIM)の定義　　計画，設計及び製造の各システムを，共通のデータベースで有機的に結び付け一元的に管理する。

管理レベル ＼ タイプ		挟み込みタイプ	こじあけタイプ	持ち上げタイプ	各レベルの主な機能
全　社		◯ ⇓	○ ⇑	●	全社の経営管理情報を管理するMIS
生産部門	工　場	◯ ⇓	○ ⇑	○ ⇑	工場統合管理用管理・制御システム
	ライン	○ ⇑	◯ ⇓	○ ⇑	工程管理用制御・監視システム
	セ　ル	◯	○	◯	設備制御・監視システム

注：略語説明　MIS(Management Information System)

図4　EA(Engeneering Automation)，OA(Office Automation)及びFA(Factory Automation)の統合化の実現　　統合化の実現は，ユーザーのシステム化のレベルによって種々のアプローチが選択され，充実していく。

以上，三つのタイプを**図4**に示すが，全社レベル，工場レベル及びセルレベルのすべてのレベルを一挙に統合化するのは，非常に大きなリスクと労力を必要とするため，個々のユーザーでは，システム構築の度合い，システム化の重要度，システム化のための所要工数や期間などを十分に検討した上で，最も効果的なステップを選択することが肝要である。

4　統合化を実現する技術

4.1　トータルFAシステム

トータルFAシステムを構築するには，より具体的なコンセプトを作り上げることが重要となる。日立制御用コンピュータHIDICシリーズでは，次のようなコンセプトでトータルFAシステムを構成できる。

(1)　情報処理システムとの接続

VAN(Value Added Network)など広域ネットワークへのアクセス[3](HNA：Hitachi Network Architecture，ISDN：Integrated Services Digital Network，OSI：Open System Interconnection)を可能とすべく，各種通信手段を用意しHITAC/HIDIC一貫のシステム構成を実現した。

(2)　EA(Engineering Automation)，OA，FA各機能をネットワークで統合

従来，HIDICシステムが比較的不得手としていた現場OA，知識処理，プロセスシミュレーションといったニーズをW/S(Work Station)，パーソナルコンピュータを積極的に活用するとともに，これをHIDIC標準LAN(Local Area Network)で結合した。リアルタイムAI(Artificial Intelligence)ツール(EUREKA)やプロセスシミュレーションモデル(EASY-5：BCS社製)などを，制御と同一レベルで活用可能とした。

(3)　システムの保守性，拡張性及び使いやすさの強化

HIDICシステムが採用している分散システムは，保守性，拡張性に優れているが，使いやすさの強化として，V90/5シリーズのOS(Operating System)としてリアルタイムUNIX※)，シーケンサのOSとしてCPMS(Compact Process Monitor System)などのソフトウェア開発環境を整備した。

以上のような要素技術の組合せにより，**図5**に示すトータルFAシステムアーキテクチャをHIDIC中心に構築することができる。

4.2　小形FAシステム

ライン編成など変動が激しい多品種少量の製造ライン設備制御に対する対応としては，点としての分散小規模の設備制御レベルから，面レベルのトータルシステムへと段階的移行が可能な発展性のあるシステム指向が増大している。これにこたえるべく高機能プログラマブルコントローラHIDIC-S10 αシリーズを核に，ワークステーション2050，FAパーソナルコンピュータB16などの機能を活用した小形FAシステムを提供している。システムの構成を**図6**に示すが，主な特徴は下記のとおりである。

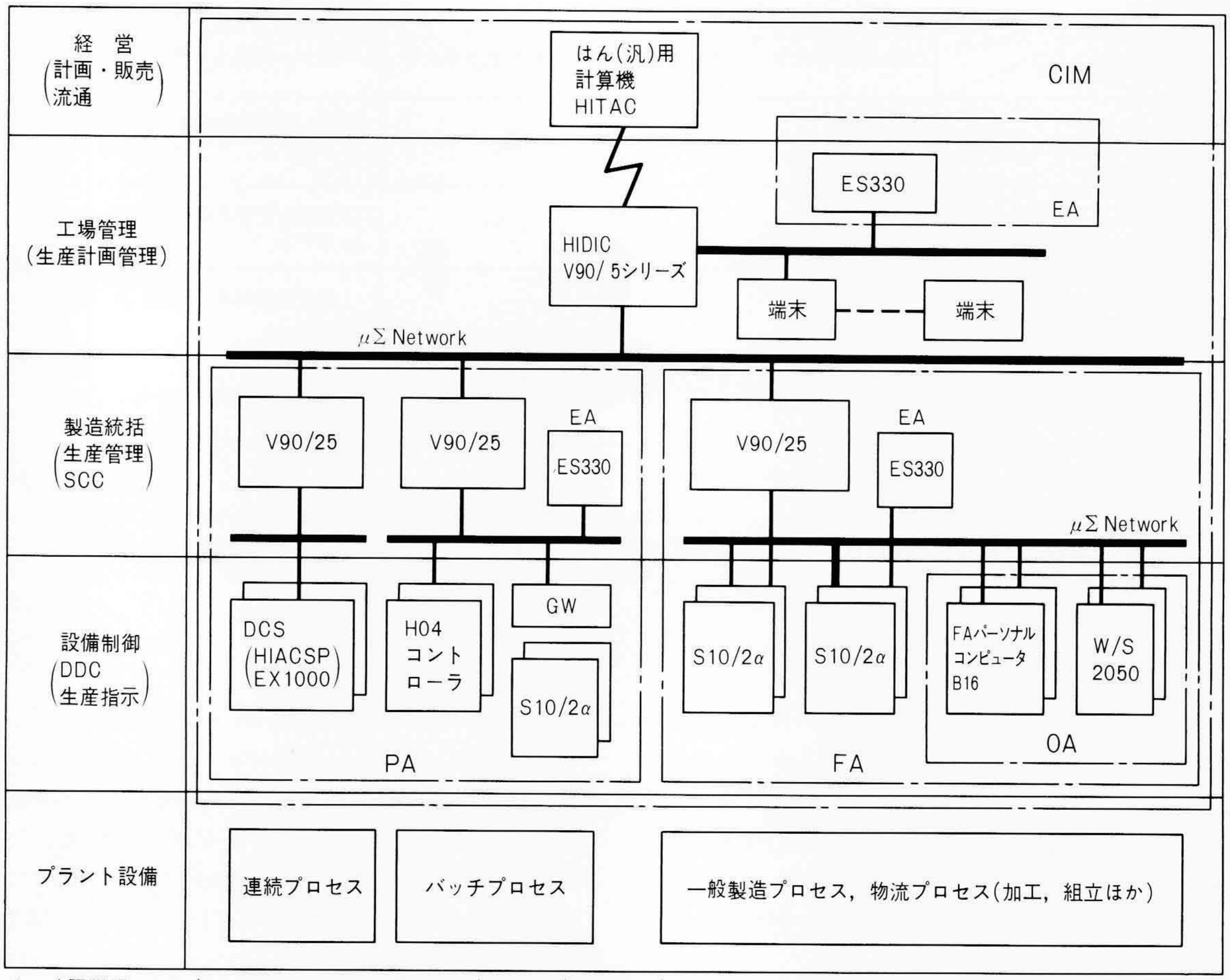
(1)　ビルドイン方式のハードとユーザー指向のソフト構成により，設備の増改造対応が容易

(2)　CPU(中央処理装置)，I/O(入出力装置)の分散配置と有機的結合の実現

4.3　LAN

FAシステムでは，システムの拡張性，即応性及び保守性が特に強く要求される。このニーズにこたえるためには，CPUの通信機能に自律性を持たせた相互対等通信を実現する必要がある。$\mu\Sigma$Networkは，これを実現するため自律技術を全面展開したLANである。このLANは複数のCPU及びCRT(Cathode Ray Tube)[4]，プリンタなど各種端末を接続するために，はん(汎)用インタフェース(IEEE：米国電気電子学会規準796，RS-232C，IEEE規準488など)を装備している。また，耐環境性の観点から光，電気混在可とするとともに，高信頼化対策として伝送路の二重化，障害時のループバック機能を装備した。

※)　UNIXは，米国ATT社ベル研究所で開発されたOSの名称である。



注：略語説明 SCC(Supervisory Computer Control) GW(Gate Way)
DDC(Direct Digital Control) W/S(Work Station)
DCS(Distributed Control System) PA(Process Automation)

図5 HIDICトータルFAシステムアーキテクチャ(CIM) 経営レベルから設備制御のレベルまで，一貫した思想のもとでハイアラーキ アーキテクチャをHIDICシステムで実現した。

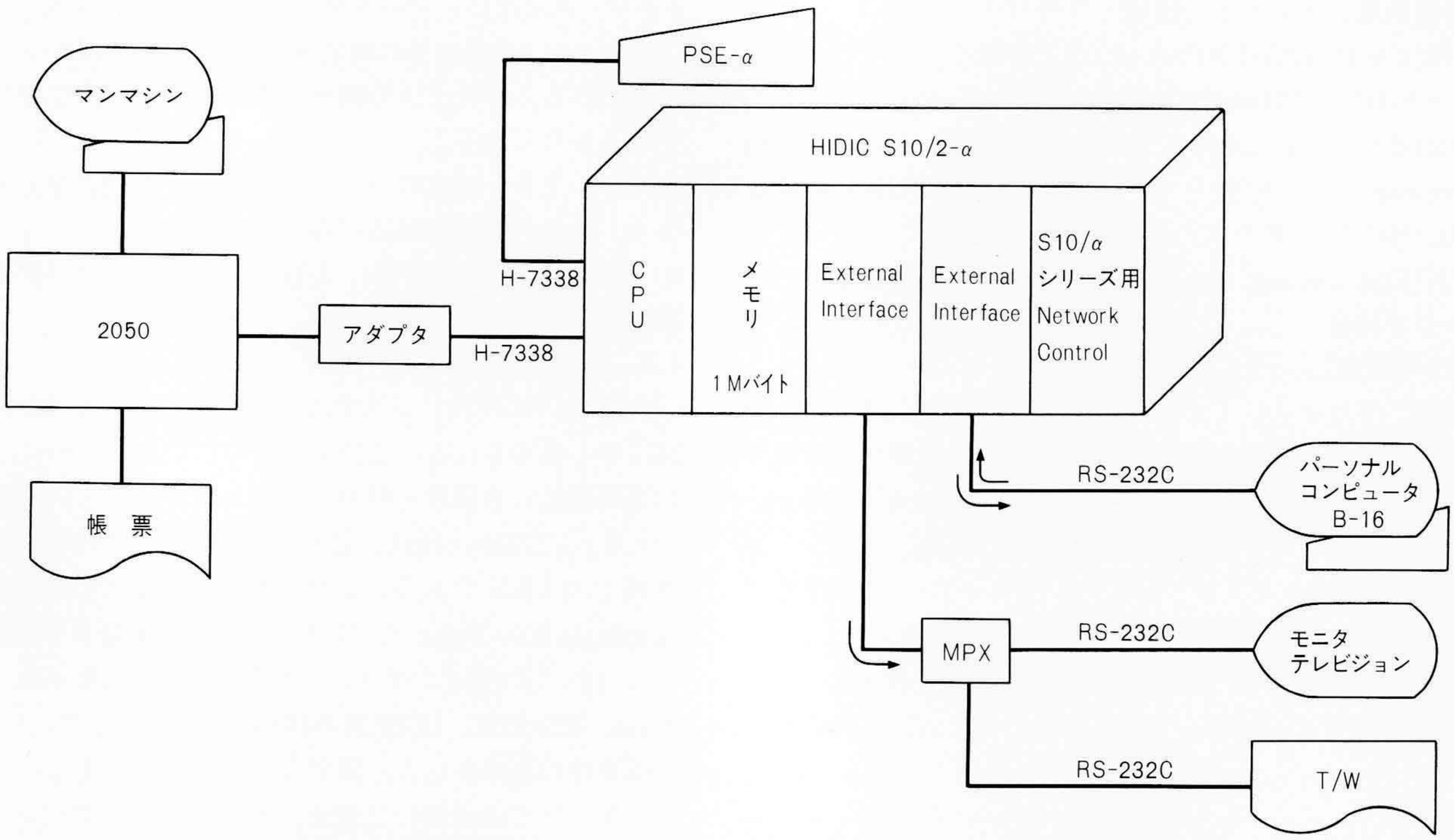


図6 小形FAシステム構成 高機能シーケンサに，情報編集機能を持つ2050，B-16などの端末を結合することで，小規模FAシステムの構築が可能である。

4.4　EWS(Engineering Work Station)

EWSの用途はCADや製品の強度計算などに代表される研究開発支援から，最近はAIを搭載して設備故障診断や操業シミュレーションを行うといった形で，FAシステムの末端まで浸透しつつある。こうしたニーズにこたえるべくES330シリーズに下記業務応用パッケージを装備した。

(1)　はん用エンジニアリングパッケージ

技術文書編集システム，日本語処理支援

(2)　CAD/CAM(Computer　Aided　Manufacturing)/CAE(Computer Aided Engineering)パッケージ

機械系製図システム，配管・盤・電気系CAD

(3)　AIパッケージ

EUREKAシステム

4.5　画像認識装置

FAのコンポーネントが発達する中で，現在まで未解決の問題であったのは，人間の目に当たる画像認識装置である。製品の仕分けや検査など視覚認識の自動化ニーズは極めて高い。そうしたニーズに対応するためHIDIC-IP/200シリーズは最新の濃淡画像認識装置として，新開発の専用VLSIを採用することで画像処理部，システム制御部を各1枚のボードに集約し，徹底的な小形化(幅430 mm×奥行480 mm×高さ110 mm)を実現した。また，ソフトウェア面では，OS，コマンド，マルチスクリーンソフトウェア，ライブラリを統合した構成とし，ユーザーによるシステム化が容易に行えるようにした。機器構成を**図7**に示す。

4.6　現物管理システム

制御対象物の属性値を人手を介せずに認識することは，作業性の向上だけでなく，入力精度の向上などシステムメリットが大きい。現物管理システムは，こうしたニーズにこたえるため，**図8**に示すような小形ボックス(幅75 mm×奥行24 mm×高さ130 mm)の中に128文字のメモリを保有するID(Identifier)プレートと，IDプレートへの情報の書込み及び読出しを制御するコミュニケータから構成される。本システムは，伝送媒体として赤外光を採用しているため，伝送用アンテナが不要で設置が容易な上に，外来ノイズに強いという特長がある。上位計算機とのリンケージはHIDIC-S10/2αを介して行えるため，製造現場でのデータ管理に有効である。

4.7　ICカード

高度情報化社会でますます重要になるのが，情報管理での高度なセキュリティと効率の良いデータ処理である。ICカードは従来の磁気カードと同一サイズのカードの中に，8ビットマイクロプロセッサと不揮発性メモリを封じ込めたもので，インテリジェント性の高い情報媒体である。カード自体に判断機能があるため，磁気カードと比べ高い機密保持が望めるとともに，改ざんや偽造などに対する安全性の面でも優れて

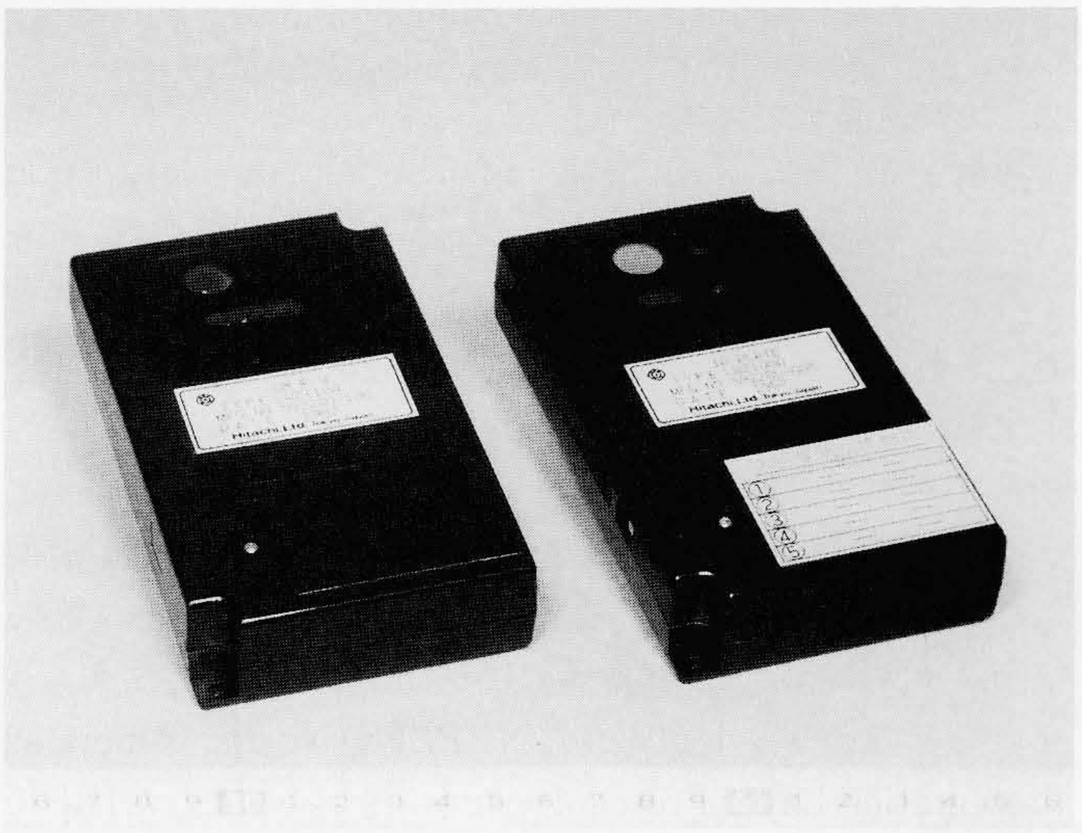


図8　現物管理システム　　光技術を活用した非接触の情報管理媒体で，製造現場での加工情報や実績情報管理に利用できる。

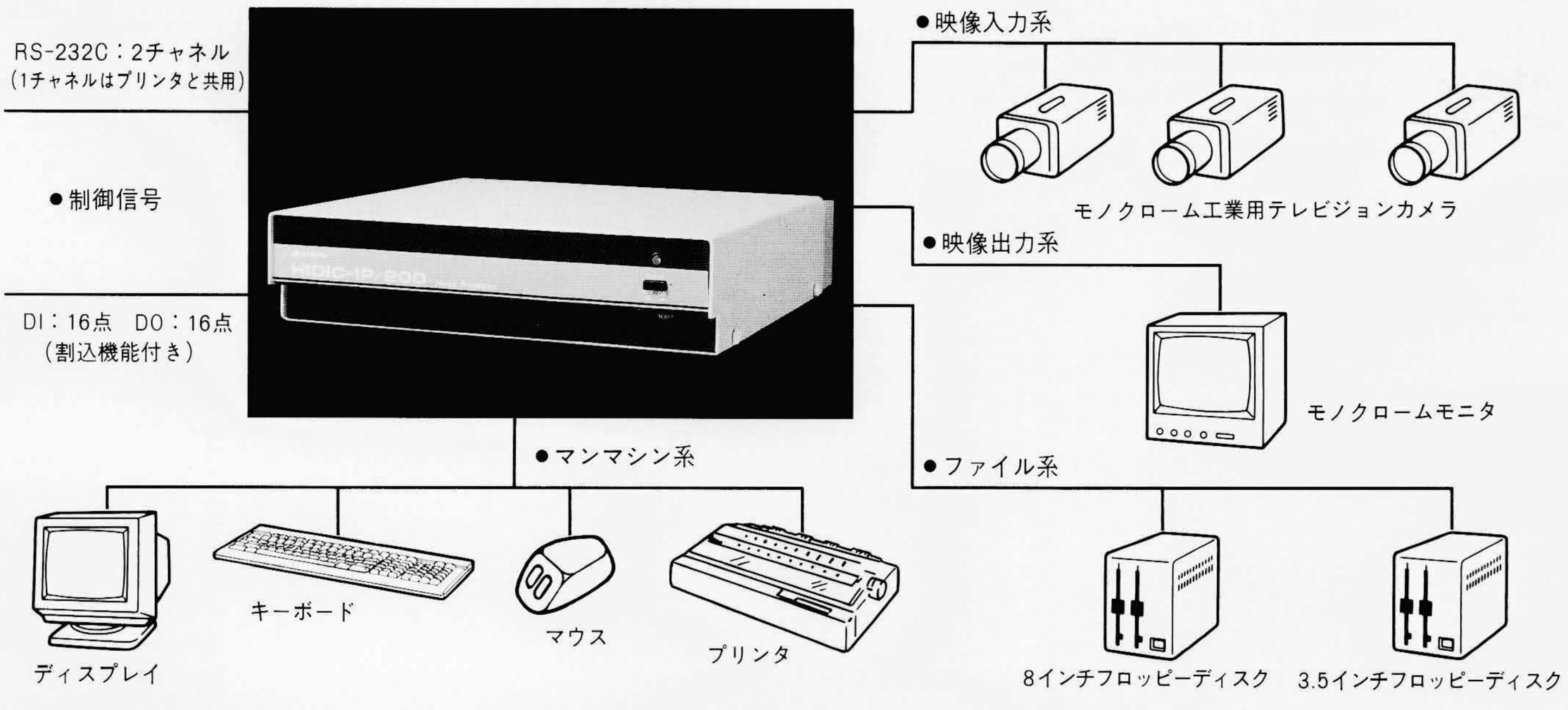


図7　HIDIC-IP/200シリーズ機器構成　　新開発の専用VLSIを採用することで，小形集約化した画像認識装置を示す。

いる。また，カード自体に相当量の情報が記憶できるため，ホストコンピュータに負荷をかけずに処理の分散化が可能なので，製造業の工程管理や品質管理など多目的に利用することができる。

4.8 マンマシン用機器

システムの成否を決定するファクタの一つにマンマシン機能の良否が挙げられるが，最近のマンマシンでは表示装置の高機能化，大形化が主流になりつつある。以下，日立製作所の高機能マンマシン用CRT，大形ディスプレイ及びビデオテックスについて概要を紹介する。

(1) 高機能マンマシン用CRT (IGS：Industrial Graphics System)

IGSはマンマシンシステムの構築，保守からオンライン運転に至るまで一貫した思想のマンマシンシステムで，大画面スクロールやウインドウなど多彩な機能に加え，タッチパネルやライトペンによる高操作性を実現している。ソフトウェアとして会話形作画支援及び多機能オンライン制御を準備している。

(2) 大形液晶ディスプレイ

情報ネットワークの広域化と制御システムの大規模化に伴い，システム全体の適切な運用を図るための大形ディスプレイのニーズが高まっている。**図9**は新開発の2m×2mの大画面で7色のカラー表示が可能な，液晶投射式ディスプレイを示すもので，稼動状況や系統監視などの表示に適している。

(3) ビデオテックスシステム

従来，現場に出力する指示業務は，文字情報主体で行われてきたが，この方式の欠点は誤認識の多いことである。そのてん，描画タイプの指示は，作業者の視認性に優れておりミスも少ないなどのメリットがあり，NAPLPS (North American Presentation Layer Protocol Syntax) をベースにしたHIDICシステムでのビデオテックスシステムを準備している。

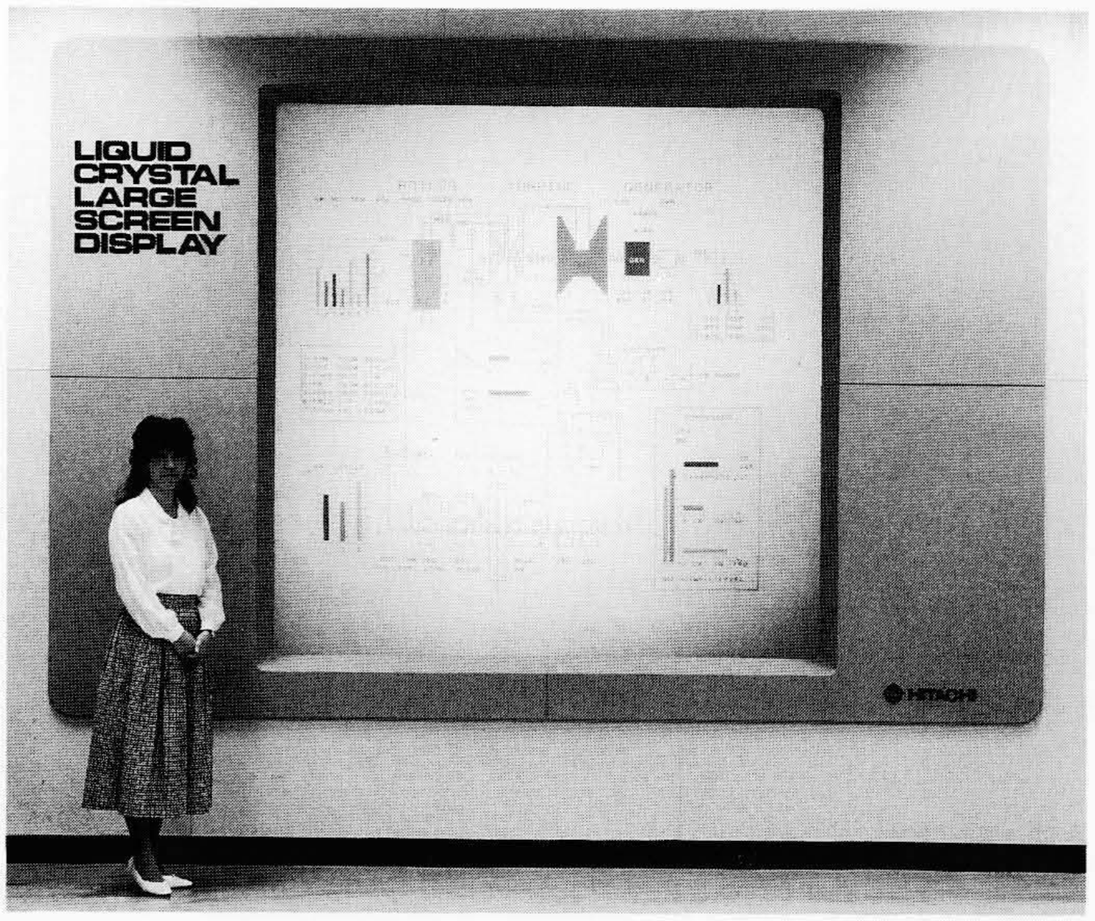


図9 大形液晶ディスプレイ　分散複雑化するプラントやシステムの監視を，大形かつ鮮明な表示で効果的に行える。

5 結　言

PA (Process Automation) に端を発した工場合理化も約30年の変遷を経て，いまCIMシステムに到達した。本稿ではCIMの背景と動向及び構築する上でのポイントと，そのコンポーネントについて紹介したが，ME (Micro Electronics) 技術及びその利用技術の進展には目覚ましいものがあり，今後もよりコンパクトに，より安く，性能の良いコンポーネントが提供されよう。そうした状況下で成長し続けるCIMシステムを作るには，ハードウェア面だけでなくソフトウェア面(特にシステムの開発環境・言語・保守体系・拡張性)にも十分配慮することが重要であるが，いちばん大切なポイントはユーザー個々の実績と力に合ったスケジュールと展開方法で着実に進めることであろう。

参考文献

1) 加藤，外：日立における社内ファクトリーオートメーションの推進，日立評論，**68**，11，859～862(昭61-11)
2) 三井：FA分野へのミニコンの応用，ファクトリ・オートメーション，'84・12，24～28
3) 村上，外：開幕するFAトータルシステム時代，NIKKEI HIGH-TECHNOLOGY
4) 松本，外：ファクトリーオートメーションにおける自律分散制御システム，日立評論，**65**，12，823～828(昭58-12)