

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

Promotion of Factory Automation at Hitachi

近年、製品の多様化が進み、従来の専用機による自動化では対応が困難となってきた。日立製作所では1982年から、NC、ロボットなどのフレキシブルな自動化設備と、生産情報をコンピュータ処理して有効活用する総合合理化(FA)を推進してきた。

FAの推進に当たっては、FA委員会を中心とした組織を作り、社内、系列会社の総力を結集し、ロボット、搬送車、視覚装置や、制御用コンピュータシステム、CAD/CAM、FA専用言語などのシステムソフトウェアの開発を行ない、社内FAに適用し早期立上げを図った。また、これらの一部を製品化し市販もしてきた。

今までに24システムをモデルFAとして推進し、このうち15システムが完成し稼動中であり、今後、トータルFAとしてCIMを推進していく予定である。

加藤正敏* Masatoshi Katô
仲田睦男** Mutsuo Nakata
矢野英昭** Hideaki Yano
小松丈久** Takehisa Komatsu

1 緒言

FA(ファクトリーオートメーション)の導入機運が高まったのは1981年ごろからで、最近では、業種・企業間で規模の違いはあれ、FAが生産合理化の有力な手段として定着してきた感がある。

FAの導入にインパクトを与えたものは、ユーザーの嗜好の多様化であり、加えて製品ライフサイクルの短縮、価格競争の激化など社会環境の変化があった。技術面ではNC(数値制御)機、ロボット、FMS(Flexible Manufacturing System)などの自動化技術の進歩と、マイクロコンピュータなど情報処理技術の進歩があった。

FAとは、多品種少量生産に対応したフレキシブルな自動生産設備と、生産に必要な情報をコンピュータで結合した無人化指向形工場の実現と言えよう。

日立製作所のFAモデルの選定は、その対象製品の市場の伸びが期待できるもので、かつFA化による技術的效果が大きいものにした。1982年からFA委員会を中心に全社的展開を図り、これまでに24システムのFA化を推進してきた結果、日立、水戸、東海、小田原及び他のモデル工場で既に15システムが完成し稼動中である。

以下、FA推進状況と、それに必要な自動化設備、コンピュータシステムとソフトウェアの代表例を紹介する。

2 FAシステムの概念

企業活動を支える総合生産管理システムの概略的構成を図1に示す。このシステムは大きくとらえると、(1)技術情報システム、(2)管理情報システム、(3)製造システムはもちろんのこと、経営、財務、販売などの諸システムを広範囲に包含するもので、これらサブシステムをコンピュータネットワークで効率的に結合することが基本である。

これらすべての生産活動を合理化する手段として、FA、OA(オフィスオートメーション)を推進している。日立製作所が目標とするFAは図1の点線で示した範囲である。

これを定義づけると、「受注から設計、製造、検査、出荷までをオンラインで結合した統合生産・管理システムにより、フレキシブルな生産と製品の信頼性向上を指向した無人化工場」と言える。したがって、FAシステムの基本的条件として

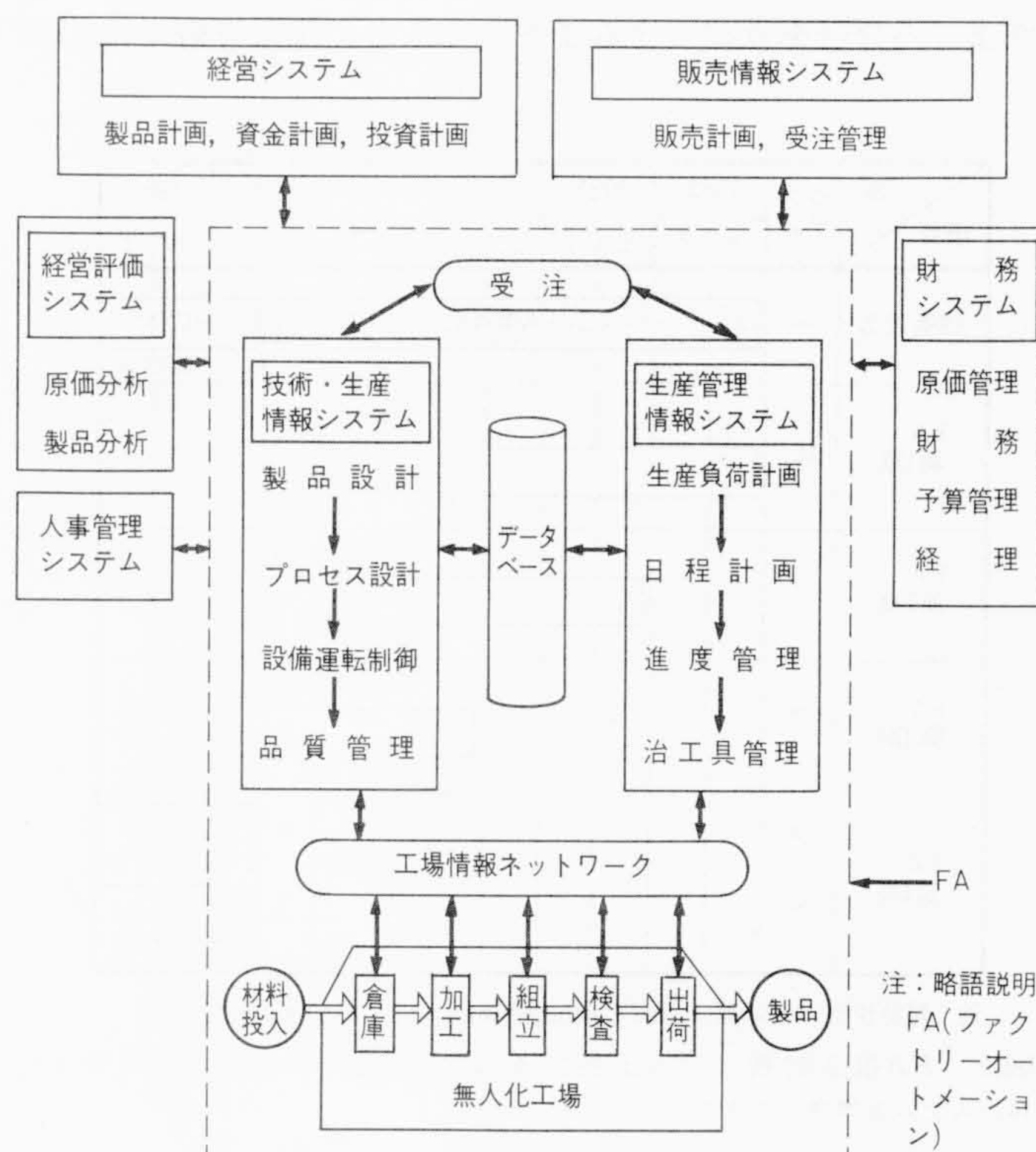


図1 日立FAシステム概念図 FAの対象範囲は点線で囲んだ部分で、受注から製造、発送までを総合生産・管理システムで結合した無人化工場である。

は次の点が重要である。

- (1) CAD/CAM/CAT/MIS (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing/Computer Aided Testing/Management Information System)のシステムが、コンピュータで結合されていること。
- (2) フレキシブルな生産を指向した無人化工場であること。
- (3) 材料投入から製品出荷までの物流、マテリアルハンドリングが一貫自動化されていること。
- (4) コンピュータによる高度な管理システムであること。

このようなFA工場を実現するためには、(1) 大幅な原価低減、

* 日立製作所生産技術部 ** 日立製作所生産技術部生産技術推進センタ

(2) 間接業務の合理化, (3) 工完短縮・仕掛け低減, (4) 品質向上を達成することである。FA化により、製造現場の究極目標である、夜間無人運転化あるいは完全無人運転化とペーパーレス管理が実現できる。

3 社内FA推進計画と組織

3.1 FA推進計画

1982年に第1期8工場10システムを着手し、既に完成した。1983年から第2期7システムを、1984年から第3期7システムを構築している。その推進計画を図2に、内容を表1に示す。

第1期は、組立、切削、製缶溶接、塗装、半導体など幅広い作業分野の代表工場をモデルにFA化を図ってきたのが特徴である。第2期、第3期は、繁忙製品を対象に、社内では比較的類似作業の多い、基板組立、機械組立を中心にシステムを選定し、FAシステム相互間での技術交流や共同開発をしやすくし、開発効率の向上に努めた。

これらを生産規模の観点からみると(図3)、量産から非量産までの分野をカバーすることができた。作業分野では、基

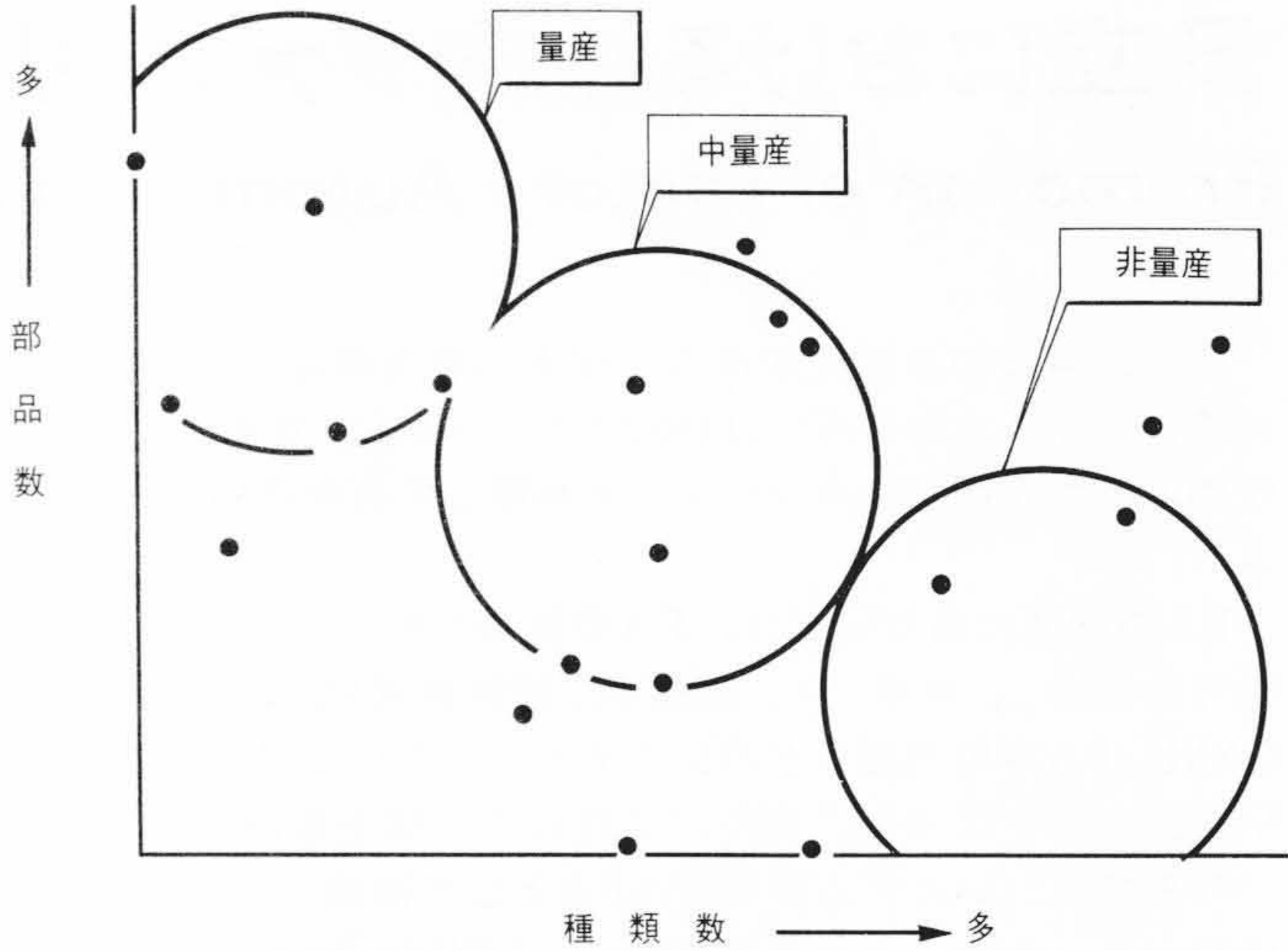


図3 生産規模別FAの開発状況 FA対象製品の種類数と月当たりの生産部品数量から見たFAシステムの開発状況を示す。

板組立が全体の29%、機械組立が21%、機械加工、電工組立、塑性加工が各々13%となっている。

本号の別稿に、このうちの代表例8システムについて紹介した。このほか、水戸工場ではエレベータのドア、側板など意匠構造物FAシステム¹⁾ではCAD/CAMと生産管理システムを結合し、素材切断から曲げ、接着、塗装までを一貫したラインで多品種混流生産を行なっている。

プリント基板組立FAシステムでは、非量産分野で、那珂工場や戸塚工場がGT(Group Technology)手法により組込部品の段取替最少化プロセスプログラミングを行ない、部品挿入機の稼働率を上げており、挿入干渉チェックをCADの段階で行ない自動挿入率の向上を図っているほか、CADからNCデータの自動作成など、情報系の自動化で効率向上を図っている。量産分野では、東海工場や岐阜工場が製品設計段階で、製造性を考慮した生産性設計の実施により、作業性を向上し、ロボットで高速組立をするFAラインを構築している。

3.2 FA推進組織

FAの推進はFA委員会を中心に全社的なFA開発支援体制(図4)を設け、効果的な実現を図った。委員会の中にソフトウェア、自動化設備の信頼性向上や搬送自動化に関する分科会を設け、それぞれ開発と技術の伝承を行なった。特に第1期FAモデルシステムの開始時期では、相互の技術力を活用し、技術レベルの平準化を行なう意味で、FA相互PG(Project Group)によるシステム構想の診断を実施した。

システムの構築計画立案ではPT(Production Technology)グループを工場へ長期派遣し、支援活動を行なった。技術開発テーマについては、研究所、技術推進委員会の部会組織や系列会社の協力を得て、開発のスピードアップを図った。

4 FA用自動化設備の開発、導入

4.1 ロボット及びそのシステム

ロボットも現在では移載、組立、溶接、塗装などの用途向けのものが市場に出回っている。しかし、FAの着手当初はスカラータイプの組立ロボットが市場に出始めた時期で、東海工場VTRメカ組立ライン²⁾にA3020形ロボットを11台導入し、水平多関節形ロボットが組立作業に適していることが立証され注目された。その後A4010形の小型ロボットが開発され、東海工場や岐阜工場では基板への異形部品組込や、栃木工場の

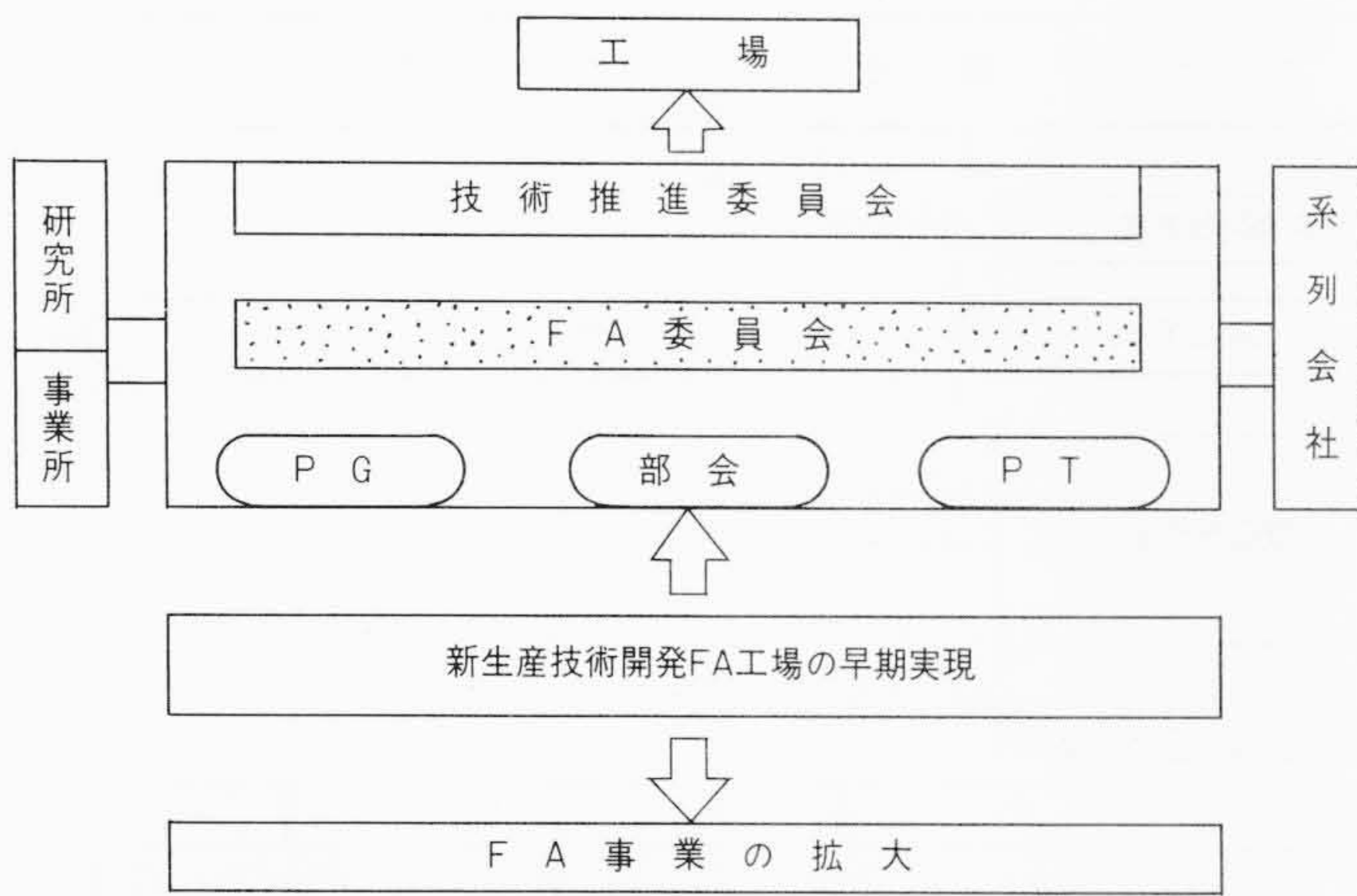
期 項目	シス テム	1982		1983		1984		1985		1986		1987	
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
推進方法	—	FA委員会										HICIM 委員会	
FA 第1期	10	→											
FA 第2期	7			→									
FA 第3期	7					→							
FA 第4期	6									6	N倍化		
	4									4	トータルFA		

注：略語説明 HICIM(Hitachi Computer Integrated Manufacturing)
図2 FA推進計画 FAは1982年からFA委員会を中心に、4期に分けて34システムを推進してきた。

表1 日立FAモデルシステム一覧 第1期から第3期までのFAシステム名称を示す。

期	工 場	システム名	期	工 場	システム名
第 一 期	日 立	タービンプレード	第 二 期	栃 木	エアコン熱交換器
		原子力配管		岐 阜	基板組立
		中形回転機		神奈川	高密度実装パッケージ組立
	水 戸	エレベーター意匠製缶		旭	端末装置組立
		スタータ		那 珂	プリント基板組立
	東 海	VTR	第 三 期	栃 木	冷蔵庫用圧縮機
	小田原	HDA製造		東 海	基板組立
	武 蔵	MOSロジックIC		戸 塚	電子パッケージ組立
	大みか	制御用計算機基板		神奈川	高密度面付けパッケージ組立
	清 水	店舗用小形空調機		小田原	5 in円板加工
第 二 期	習志野	小形標準モートル			5 in磁気ディスク装置
	多 賀	全自動洗濯機		茂 原	カラーディスプレイ管組立

注：略語説明 VTR(ビデオテープレコーダ)、HDA(Head Disc Assembly)
MOS(Metal Oxide Semiconductor)



注：略語説明 PG(Project Group), PT(Production Technology)

図4 日立のFA開発体制 FAは全社的な開発支援体制を作り、早期実現を図った。

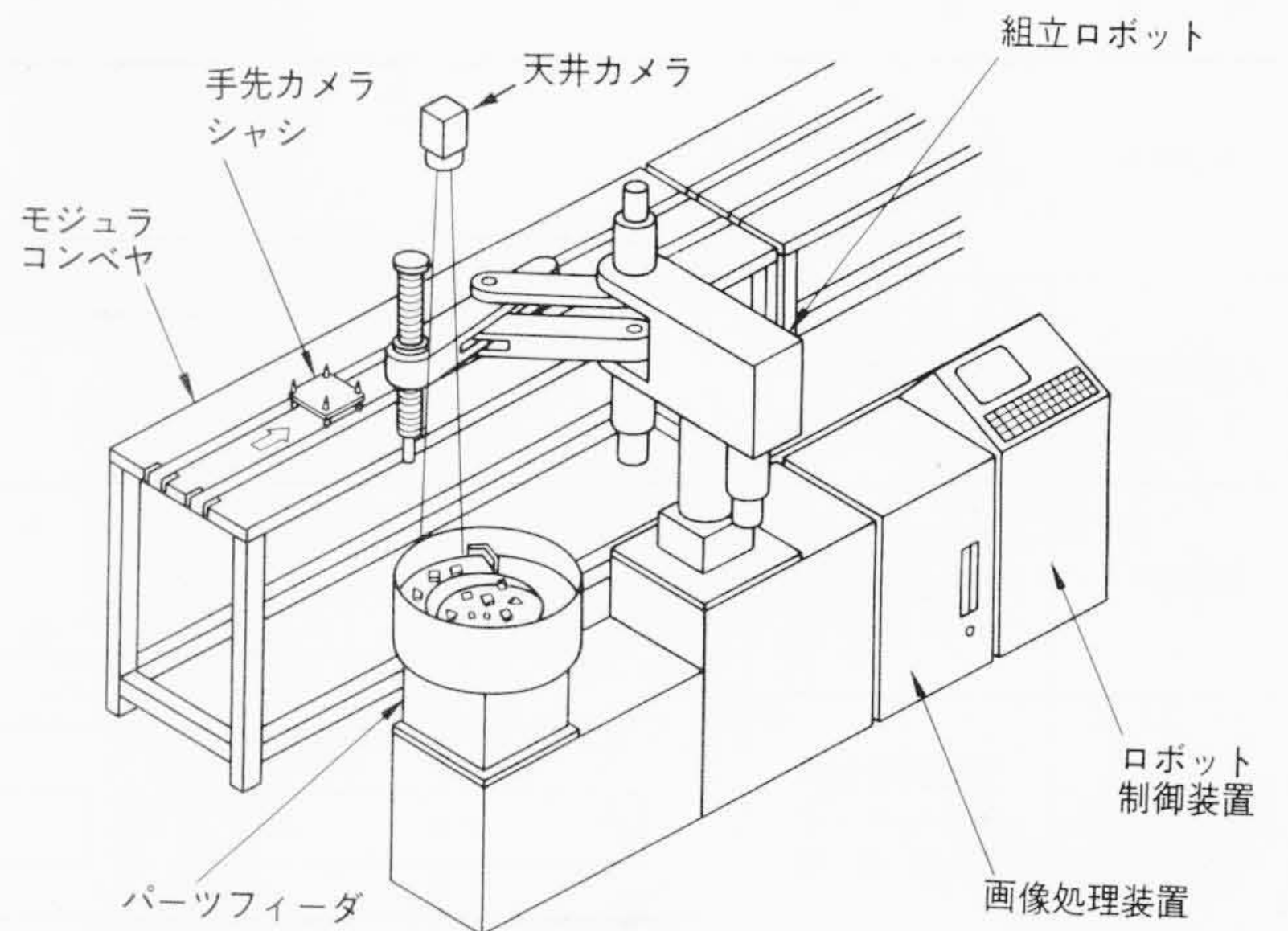


図6 視覚付き部品組立装置 視覚装置で、部品の種類、位置、姿勢を判別して、ロボット制御データを補正し組み立てる。

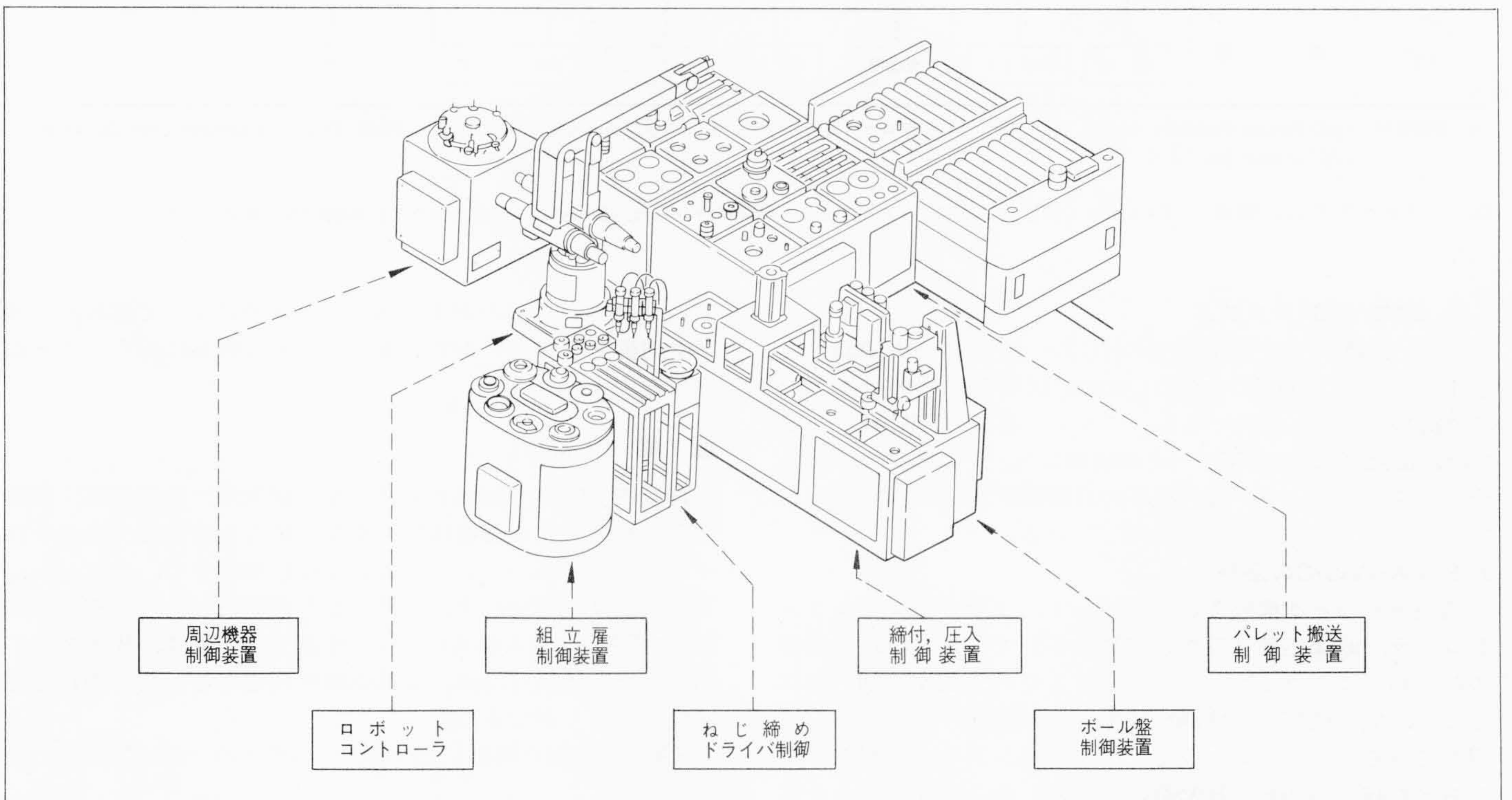


図5 ロボット部品組立セル 非量産組立用に、ロボットの周辺に作業台、加工装置、治工具を配置し、数部品を加工し、組み立てる。

圧縮機部品組立ラインなどの小物部品高速組立に多用されることになった。

一方、非量産組立用に、ロボット、作業台、加工装置、治工具とを組み合わせたロボット組立セルを作り、そのセル内でロボットのハンドを自動交換しながら、数部品を組み立てる方式も開発された(図5)。本セルでは動作フロー制御ソフトウェアSCR(Station Controller)により、ロボット本体と周辺機器との同期・排他制御を行なうこと³⁾が可能となった。

4.2 視覚応用技術

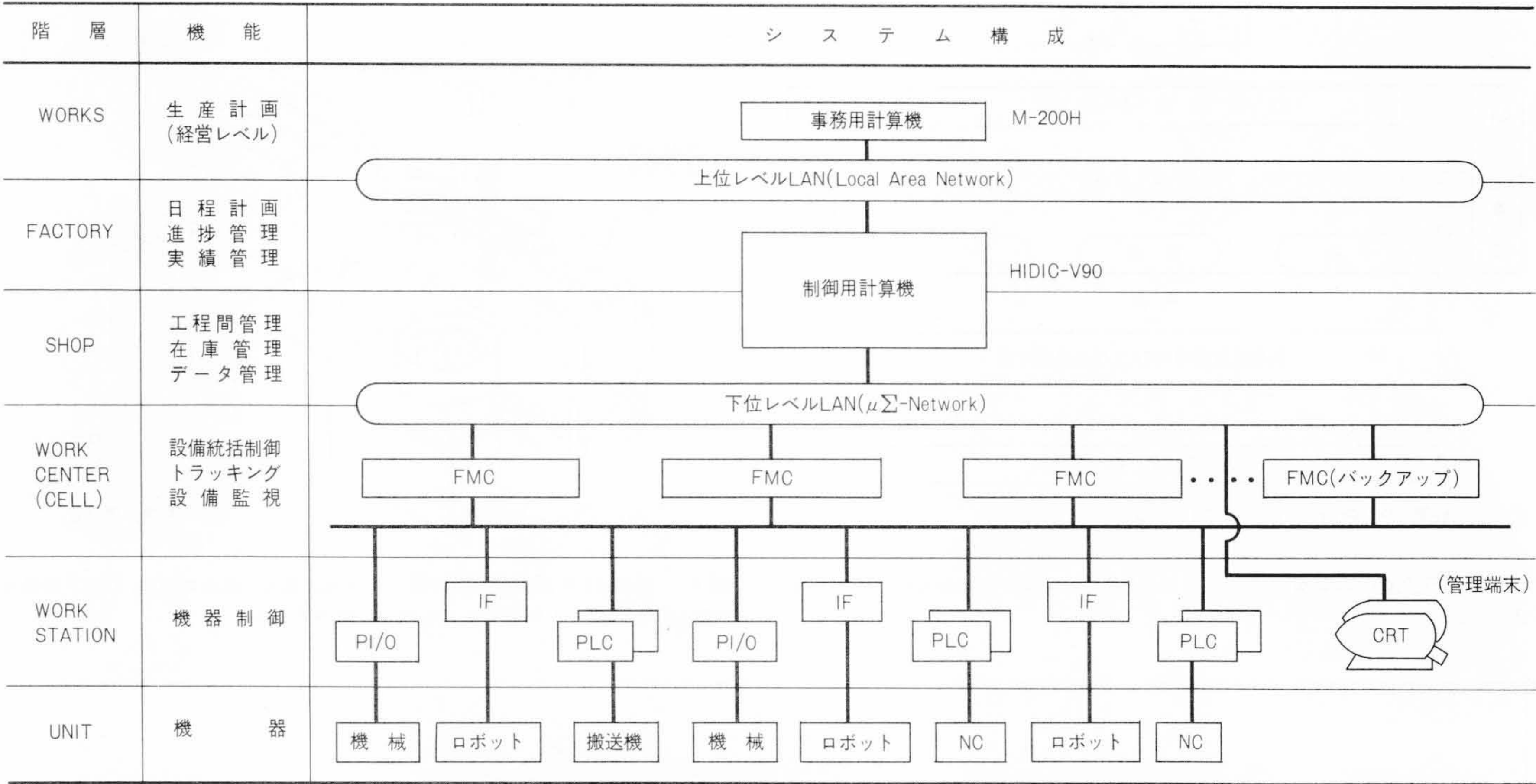
画像処理と視覚技術を応用して、部品の種類、位置、姿勢を判断させ、ロボットの制御データを補正し組立を行なわせるシステムをVTR部品の組立に適用した(図6)。このほかプリント基板回路の微細欠陥を検出するプリント基板パターン検出装置⁴⁾を開発し、FAラインに導入している。

5 生産管理、制御システム技術の応用

5.1 自律分散形FA制御システムとLAN

FAではシステムの柔軟性と早期立上げ、設備計画に合わせた段階的システム構築を可能とする拡張性、及び現場オペレータによるプログラム作成と保守性が要求される。これらを実現するために、高機能制御用マイクロコンピュータ、制御用ソフトウェアとネットワーク(LAN: Local Area Network)技術による自律分散制御システムを開発し、導入した(図7)。

LANは図7の階層レベルにより特性が異なり、上位レベルは高速伝送用でOAシステムとの接続・拡張性が必要とされ、また下位レベルのLANは特に自律分散的機能が要求される。大みか工場や日立工場ではこの自律分散形システムを採用している。



注：略語説明 FMC(Flexible Manufacturing Cell Controller), PI/O(プロセス入出力機器), IF(インタフェース装置), NC(数値制御機械), PLC(Programmable Logic Controller), CRT(Cathode Ray Tube)

図 7 FAシステムの構成 FAシステムは管理・制御レベルに応じ、6階層に分けられ、各レベルの機能を満たす計算機LANで構築される。

5.2 CAD/CAMシステム

CAD/CAMでは、機械加工のNCデータ作成にHICAD/NCを開発し、HICAD/2Dで作図した設計図形データからNCデータを直接作成し、出力できる。プリント基板用HICAD/PCBでは、部品挿入機のNCデータ作成時にヘッドと部品との干渉チェックを行なって、挿入順序の自動決定ができる基板組立プロセスプランニングも開発適用している。

5.3 FA-BASICの応用

組立セルの基本構成要素はロボット、プログラマブルコントローラ、画像処理装置などで構成されている。これら機器の制御用プログラミングを容易にするため、個々の制御だけでなく、他の機器との協調機能や、機器共通の通信、演算処理ができるなど、プログラミング言語をシステムの観点からとらえた統一言語FA-BASIC⁵⁾を開発した。これを大みか工場、習志野工場のFAに採用するとともに、商品化した。

5.4 生産管理ソフトウェアの応用

非量産ジョブショップを対象とするソフトウェアとして、納期から基準日程を算出する一方、長期的な生産変動をとらえて、負荷量の平準化を行ないながら日々の日程計画を作成するプログラムSCOPE⁶⁾(Scheduling and Control with Performance Expectation)を開発した。

設計変更、設備故障、特急作業の飛び込みなど生産変動への追従や、各工程からの生産情報に即応した作業着手順序の自動決定、更に、設備の負荷状況により工程経路の自動選択ができるなどの機能を、日程計画プログラムに追加したLAN応用リアルタイム生産進捗管理システムSCS(Shop Communication System)を開発し、導入した。

また、神奈川工場の基板組立FAラインで、無人搬送車の作業割付けを知識工学により行なうシステムを導入した。このシステムはSCR(Station Coordinator)により、ライン、自動倉庫、部品挿入機及び搬送車の条件を「IF(条件)THEN(結

論)」形ルールにより日本語入力し、条件によって部品投入順序を制御するシステムで、条件の変更も容易に行なうことができる。

6 結 言

自社内でFAを進めるため、工場、研究所、各事業部、関連系列会社から成る推進体制を作り、総力を結集して推進を図った。この結果、15システムが完成し稼動中で、ロボット、自動機、コンピュータシステムなどを駆使し、需要変動に即応したFAシステム導入により、作業工数の半減、間接業務の効率向上、仕掛け削減、製品信頼性向上など、当初の目標を達成することができた。

FA構築過程で開発した設備、システムの一部は製品化し販売している。

今後、生産システムを統合したCIM(Computer Integrated Manufacturing)による総合合理化を推進する予定である。

参考文献

- 1) 藤井, 外: エレベーター意匠構造品生産工場のファクトリーオートメーション, 日立評論, 67, 9, 673~676(昭60-9)
- 2) 松永, 外: 量産工場における組立ロボット応用システム, 日立評論, 65, 12, 847~852(昭58-12)
- 3) 松本, 外: 知識工学基本技術のFAへの応用, 日立評論, 67, 9, 691~696(昭60-9)
- 4) 秦, 外: 日立におけるFA画像処理技術, 日立評論, 67, 9, 719~722(昭60-9)
- 5) 武田, 外: FAセル制御統一言語“FA-BASIC”, 日立評論, 67, 9, 685~690(昭60-9)
- 6) 武田, 外: 汎用生産管理ソフトウェアパッケージ, 日立評論, FA関連論文集, 1, 23~28(昭59-1)