

# 家電工場におけるCIM

## CIM for Home Appliance Factories

家庭電化製品の多様化、物流の経路および時間の短縮化から、家電製品の生産工場でもCIM(Computer Integrated Manufacturing)化が図られている。生産の小ロット化、高効率化に対応するための生産制御、管理情報のシステム化が図られてきた。ルームエアコン生産制御システムは、中央管理室で生産ラインへの作業指示、進捗管理を行うものである。さらに、今回、プリント板組立ショップをLANでハイアラキ化したプリント板組立CIMシステムを開発した。本システムはMini-MAP(Manufacturing Automation Protocol)準拠のLANを一部採用し、ハードウェアおよびソフトウェアの階層化を図ったものである。

畠山哲郎\* *Tetsurō Hatakeyama*  
 高瀬修一\* *Shūichi Takase*  
 大山隆明\* *Takaaki Ōyama*  
 宮川 晃\*\* *Akira Miyakawa*  
 今井光雄\*\*\* *Mitsuo Imai*

### 1 緒 言

近年、家電製品は普及品と高級品の二極化から、それぞれが多様化してきた。さらに、従来の「家庭」電化製品から「個人」電化製品へと個人中心に様変わりしている。製品のライフサイクルも短縮し、開発、設計、資材調達、信頼性の確認、生産、出荷の工程が短くなってきた。すなわち、これら変化に対応するため、単位時間当たりの情報量が飛躍的に増大してきた。

この情報制御を高品質に行うためには、CIM(Computer Integrated Manufacturing)化が必要不可欠となってくる。

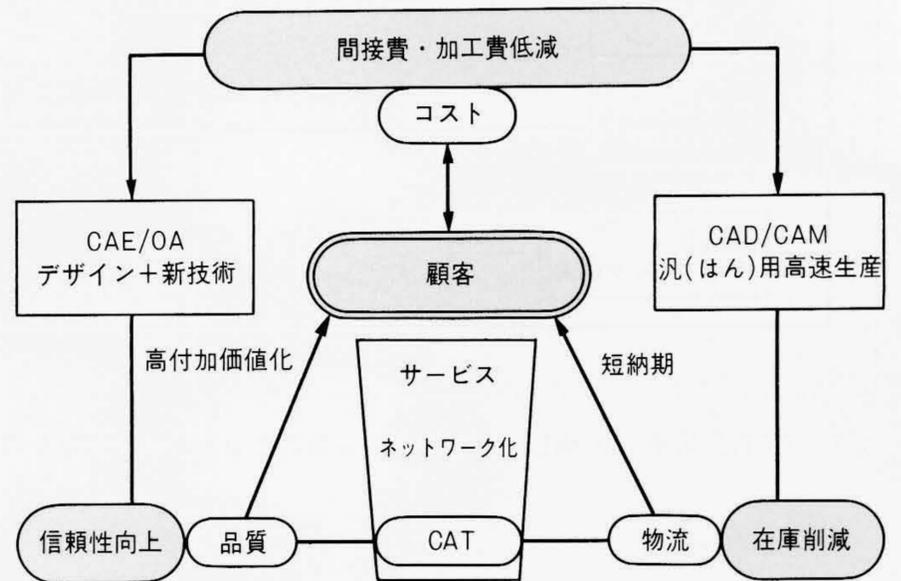
日立製作所栃木工場(以下、栃木工場と言う。)は、主に冷蔵庫、ルームエアコンなど家電製品を生産する工場である。多様化する製品、生産形態に対応するため、工場内にCIM委員会、プロジェクト組織を設置しCIMを推進している。CIMの目的を図1に示す。製品の高付加価値化のための間接費、加工費低減である。また、工程長の短縮、在庫削減による短納期化および信頼性のいっそうの向上である。

CIM化は、CAD/CAE(Computer Aided Engineering)、CAM/CAT(Computer Aided Testing)を一貫して図り、これらを管理情報を含めて面展開することである。

以下に、現在のCIMの基礎となったルームエアコン製造ラインのオンライン制御システム<sup>1)</sup>の概要と、昭和63年に稼動したハイアラキLANで構成するプリント板組立CIMシステムについて述べる。

### 2 ルームエアコン生産制御システム

ルームエアコン組立工場にあるCCR(Central Control Room)システムは、中央管理室で組立ラインおよび部品組立



注：略語説明 CAE/OA(Computer Aided Engineering/OA)  
 CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)

図1 CIM(Computer Integrated Manufacturing)の目的 間接費の低減、在庫削減および信頼性の向上をねらった顧客中心のシステムである。

ラインの生産管理をコンピュータで行うものである。

CCRシステムの構成を図2に示す。その機能は主に中小日程計画の作成、生産実績の把握と進捗管理、コンベヤの速度制御および外注部品納入管理である。

#### (1) 中小日程計画作成

中日程計画は、大日程計画より製品の出荷期限、作業量の平準化、機種の変更ロスの低減を考慮し、対話形グラフィック端末で作成する。この中日程計画から、機種、台数の日割り計画を作成し、切替時間を含めた生産順序を指定した小日程計画を編成する。部組ショップ、組立ショップに対し、翌日分の作業指示と6日分の生産準備を行わせる。

\* 日立製作所栃木工場 \*\* 日立製作所生産技術研究所 \*\*\* 日立電線株式会社電線研究所

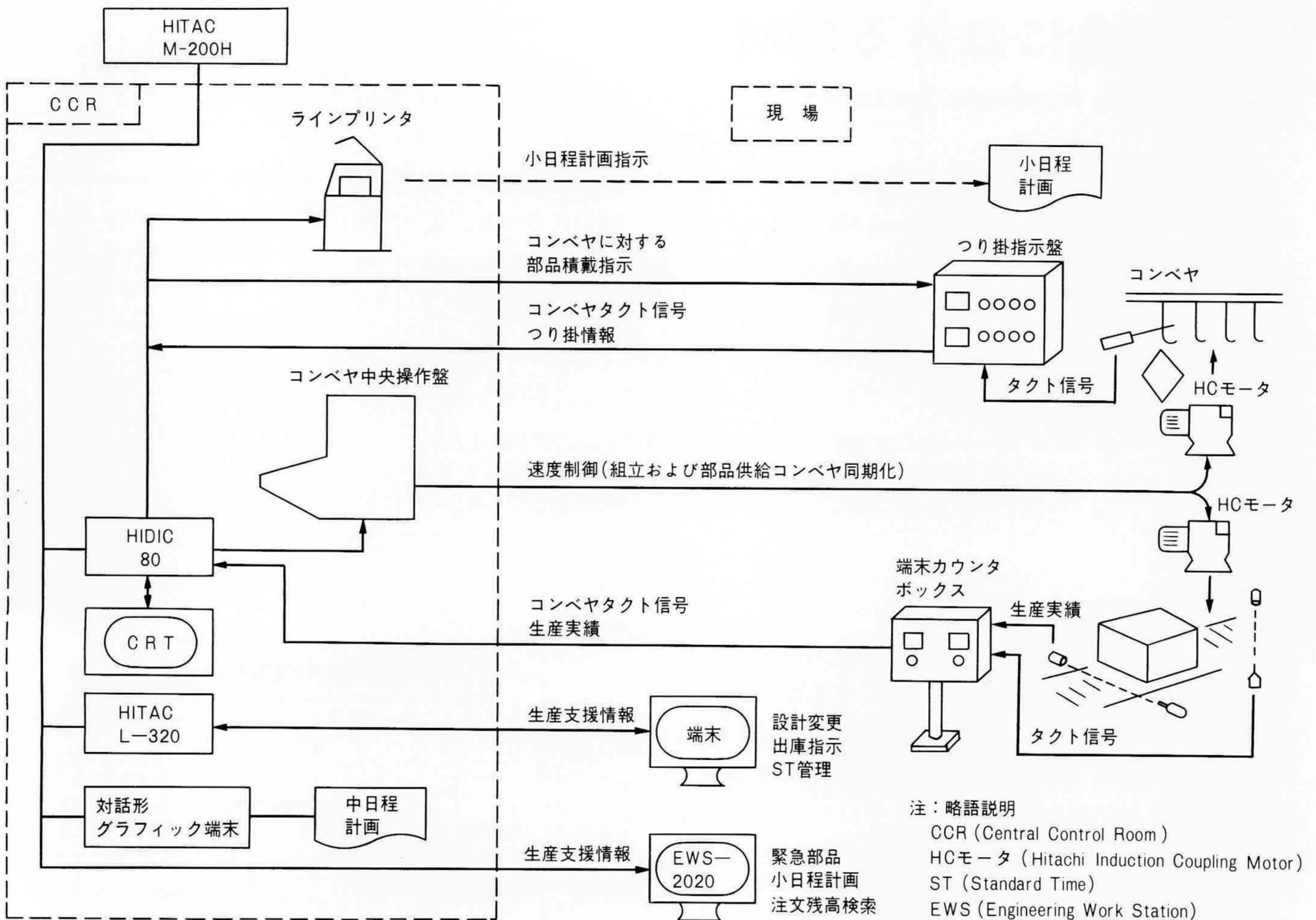


図2 CCRシステムの構成 CCRでルームエアコンの生産管理を行う。

(2) 進捗管理

各ショップに設置された端末機とプロセスコンピュータHIDIC 80を結び、生産実績の把握と進捗管理を行う。1分単位に実績情報を予定台数との比較でCRT (Cathode Ray Tube) 上に表示する。生産遅延が生じた場合は遅延の度合をラインサイドにあるランプで表示する。また、組立コンベヤの停止回数、停止時間を含めた稼動状況を作成し生産効率の向上を図っている。

(3) コンベヤの速度制御

部品供給コンベヤ、組立コンベヤの速度制御を行い、小日程計画どおりの組立を実行する。ショップ間の最適仕掛量、前後工程の生産タクトの変動を考慮して、最適なタクトとなるようパルスモータを通じてコンベヤの速度制御を行う。組立コンベヤに供給される部品のハンガーツリ掛指示も組立コンベヤに同期して行うようつり掛指示盤に指示する。

以上により、リアルタイムで取り込まれた生産実績を基に、次の小日程計画指示を出すというフィードバック管理となっている。

本システムは組立工程を対象としたものであるが、ラインの全数検査工程でも信頼性CIMシステムとして稼動しており、ルームエアコンの信頼性向上に貢献している。

3 プリント板組立CIMシステム

ルームエアコン用電子制御基板組立ラインの高効率、高信頼性ラインの構築が急務となった。そこで、従来の製造ラインを集約し一貫ライン化するとともに、CAM、生産管理を行う製造CIMを開発したので、その概要について述べる。

プリント板は、図3に示す製造工程を経て完成する。

インサータ群はすべて自動機で構成し、異形部品自動挿入機群は自社開発した異形部品挿入ワークセルで構成し、後工程群ははんだ付け検査、洗浄、インサーキットテストを行う工程で構成している。

3.1 システム構成

今回構築したプリント板組立CIMシステム構成を図4に示す。ライン管理するミニコンピュータHITAC E-7300(以下、E-7300と略す。), CAM、群管理を行うワークステーション2050

(以下、2050と略す。), セルコントローラ用パーソナルコンピュータB16(以下、B16と略す。)をLAN接続し、ハイアラーキに構成した。

プログラムは、E-7300, 2050で開発効率を考慮し、マルチタスク、並行デバッグが可能なC言語で開発した。

また、セルコントローラは、通信フォーマットの統一と通信プロトコルに対応することを目的に設置した。

プリント板CAMは、基板の穴、ランドを視覚認識装置HV/R-2で計測し、位置ずれ補正を行うとともにプロセス プラニング システムでインサータプログラムを自動作成し、オンラ

イン供給する。

インサータ群管理は、複数のセルコントローラで挿入機を群管理する。

異形部品自動挿入機群管理は、複数の異形ワークセルを群管理する。

後工程群管理は、はんだ槽、検査装置を群管理する。

### 3.2 Mini-MAP準拠LANの導入

プリント板組立CIMシステムのネットワークは、

- (1) 生産管理、品質管理用情報の入出力
- (2) インサータプログラムの入出力

を行うが、系統別に主な情報と処理頻度を表1に示す。

上位と後工程群管理用のネットワークは、生産管理用E-7300と群管理用2050, CAM用2050と群管理用2050の接続に支障をきたさないための仕掛けができる(E-7300と交信中に

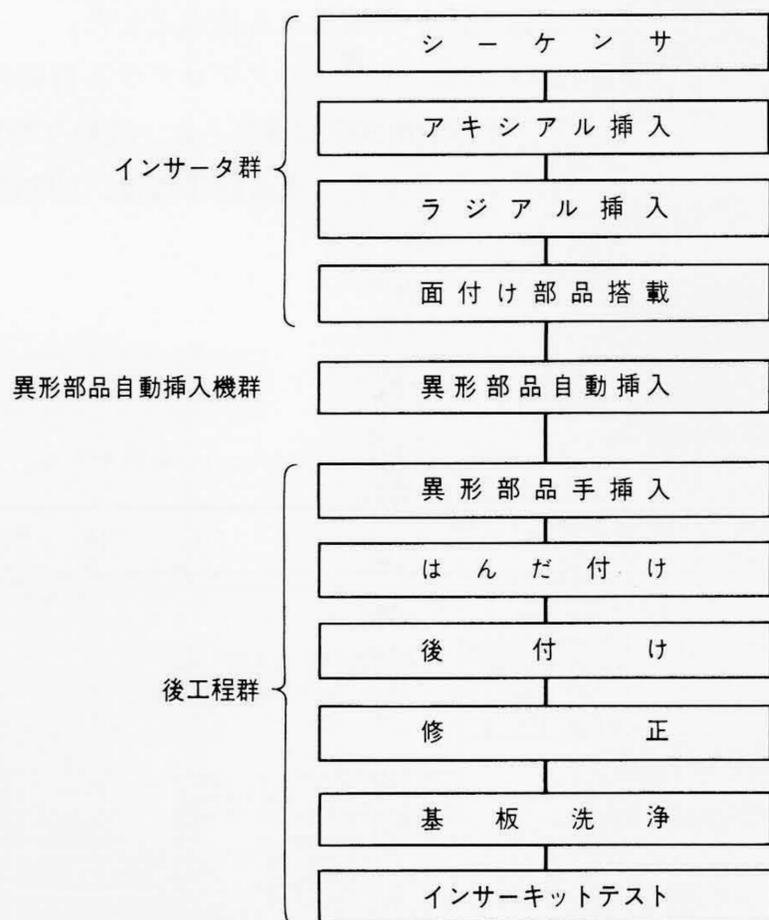


図3 プリント板組立工程 各工程群をショップ化し、工程群単位で管理する。

表1 プリント板組立CIM入出力情報 ハイアラーキに構成したネットワーク上の接続での入出力情報として作業指示、生産実績、インサータプログラムがある。

No.	ネットワーク接続	入出力情報	頻度
1	生産管理用E-7300~群管理用2050間	作業指示(群全体)作業完了ロット	1回/日
		生産実績(員数, 故障内容・時間・回数, 稼動時間など)	1回/5分
		品質情報(不良内容・件数など)	1回/5分
2	インサータプログラム自動作成装置~群管理用2050間	インサータプログラム	随時
		異形部品自動挿入機作業データ	随時
3	群管理用2050~セルコントローラ間	作業指示	1回/日
		インサータプログラム, ロボットプログラム	段取り
		生産実績(員数, 故障内容・時間・回数, 稼動時間など)	1回/5分
		品質情報(不良内容・件数など)	1回/5分

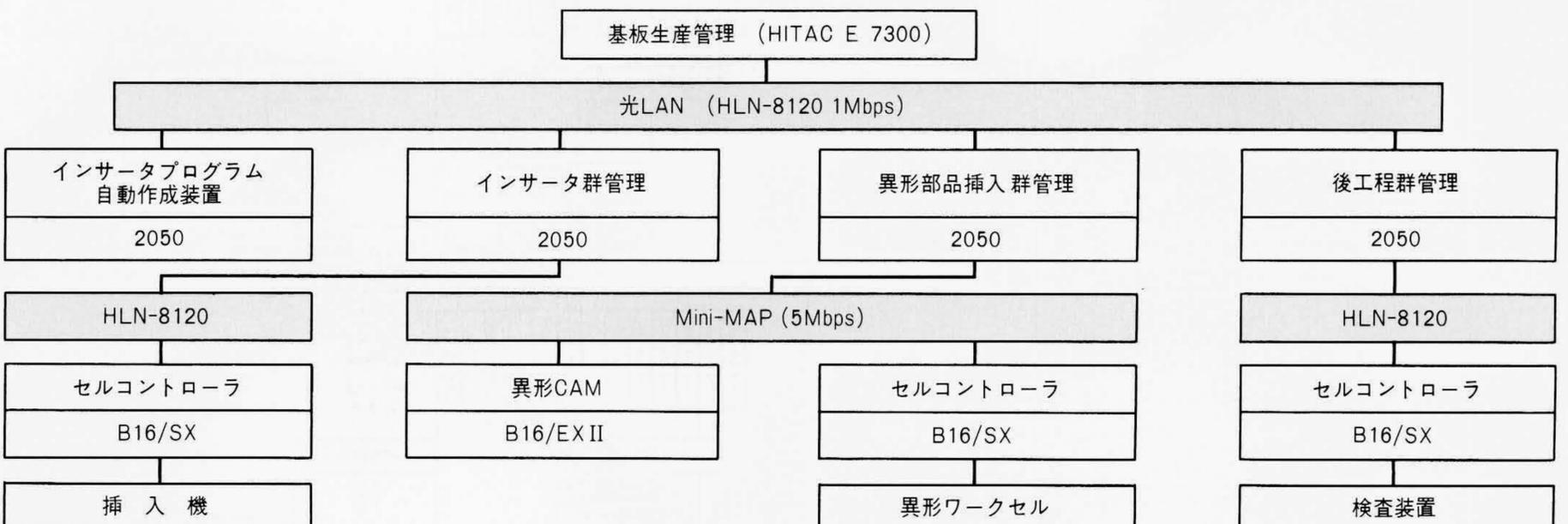


図4 プリント板組立CIMシステム構成 上位にHITAC E-7300, 中位にワークステーション2050, 下位のセルコントローラにパーソナルコンピュータB16でハイアラーキに構成した。

CAM用2050との交信も可能な方式)日立電線株式会社の光LAN“HLN-8120”を採用した。

異形部品自動挿入機群管理には、段取時の高速化を目的に下位層をMini-MAP (Manufacturing Automation Protocol) 準拠としたLAN<sup>2)</sup>、日立電線株式会社のTRI-MAPを採用した。詳細の構成は、5章の異形部品自動挿入機群管理システムで述べる。

異形部品自動挿入機群管理でのデータ段取時間比較を表2に示す。段取り方法としては、

- (1) すべての基板を払い出したあと一斉に段取りし、生産を開始する方法
- (2) 段取り基板を流し、順次段取りし、生産を開始する方法の2方式が考えられるが、(1)の方式でRS-232Cを用いると約55分のライン停止となり、(2)の方式でRS-232Cを用いると第13ステーションが約30分のライン停止となる。ところが、(2)の方式でMini-MAP準拠のLANを用いると、各ステーションが6分の停止で順次生産を再開できる。これは、2050にMini-MAP準拠基板を内蔵し、2050からLAN-BOXまでを5 Mbps

で高速伝送が可能となったためであり、Mini-MAP準拠のLANを採用することによって、設備の稼働率を大幅に向上することができた。

表3に、日立電線株式会社のMini-MAP準拠LAN (TRI-MAP)の仕様を示す。

### 3.3 CIM機能

プリント板組立CIMシステムは、製造CIMとしてまとめたシステムであり、主にCAM、生産管理を行うシステムとした。プリント板CIMシステム機能を図5に示す。

設備別作業指示は、小日程計画から負荷山積みを行い作成し、システムの立ち上げ時に2050、B16に伝送する。

実績データ(生産員数、マシントラブル、品質情報など)は、各装置からB16を介して上位に伝送し、階層レベル別に装置群、ライン全体の情報画面が検索できる構成とした。

インサータプログラムは、インサータプログラム自動作成装置で作成された後、群管理用2050に蓄えられ、段取り時B16を介して設備にダウンロードする。生産終了後は、2050から消去する。

表2 異形部品自動挿入機ラインデータ段取り比較 2050にバス直結が可能なMini-MAP準拠LANは、高速伝送(5 Mbps)が実現できる。

No.	内容	時間 (min)	0 10 20 50 60
1	すべての基板が払い出されたあと段取りを開始し、全段取り終了後、生産を開始する方式	RS-232C	
2	段取り基板を流し通過後、順次段取りを開始して、完了後生産を開始する方法	RS-232C	
		Mini-MAP	

表3 Mini-MAP準拠LAN仕様 物理層とデータリンク層に対応した構成機器と通信ソフトが用意された。

No.	品名	形式	仕様
1	2050用通信プロセッサ	MWP-01	0.75Dパッケージ1枚
2	LAN-BOX	HLN-9210	キャリアバンドによる通信 (1) IEEE802.4 MAC (2) IEEE802.2 LLCクラスIII (3) キャリアバンド(5 Mbps) RS-232C 4ポート制御(9,600 bps)
3	キャリアバンドモデム	HL-MCM01	キャリアバンド(位相同期FSK) CATV用75Ω同軸ケーブル
4	キャリアバンドタップ	CB-202	分岐数 2 インピーダンス 75Ω
5	ターミネータ	FW-T	インピーダンス 75Ω
6	幹線ケーブル	7C-HFLA	両端F形接栓付き
7	ドロップケーブル	5C-FB	両端F形接栓付き
8	通信ソフト	2050用	UIフレーム送受信 L_DATA_ACK送受信 L_REPLYフレーム送受信 L_REPLY_UPDATE要求 自LSAPのOPEN・CLOSE処理
		B16ドライバ	UIフレーム送受信 L_DATA_ACK送受信 L_REPLYフレーム送受信 L_REPLY_UPDATE要求 SAPのOPEN・CLOSE処理

#### 4 インサータ群管理システム

インサータ群は、基板組立の初工程であり、機械ショップのため遅れの挽(ばん)回策は、残業と作業割り付け変更(代替機)で対処するより方法がない。そこで、稼働管理は設備の稼働率情報とマシントラブル情報を提供し、稼働率の維持、向上を図る仕掛けとした。図6に設備別実績画面、設備別稼働画面、設備別トラブル状況画面を示す。

また、インサータ群管理ソフトウェア構成を図7に示す。

#### 5 異形部品自動挿入機ライン群管理システム

異形部品自動挿入機ラインは、異形部品の手挿入から自動挿入にするとともに、部品の浮き、落下防止のためのクリンチ機能を持ち、品質、信頼性の向上を図ることを目的に導入した。

ラインの全景を図8に示す。ローダ、アンローダおよび複数の異形部品挿入ワークセルから成る一直線ラインである。異形部品挿入ワークセルは、組立ロボットA4010SL、クリンチ用X-Yロボット、視覚認識装置HV/R-2およびシーケンサ(プログラマブルコントロールシーケンサ)H-700によって構成される。

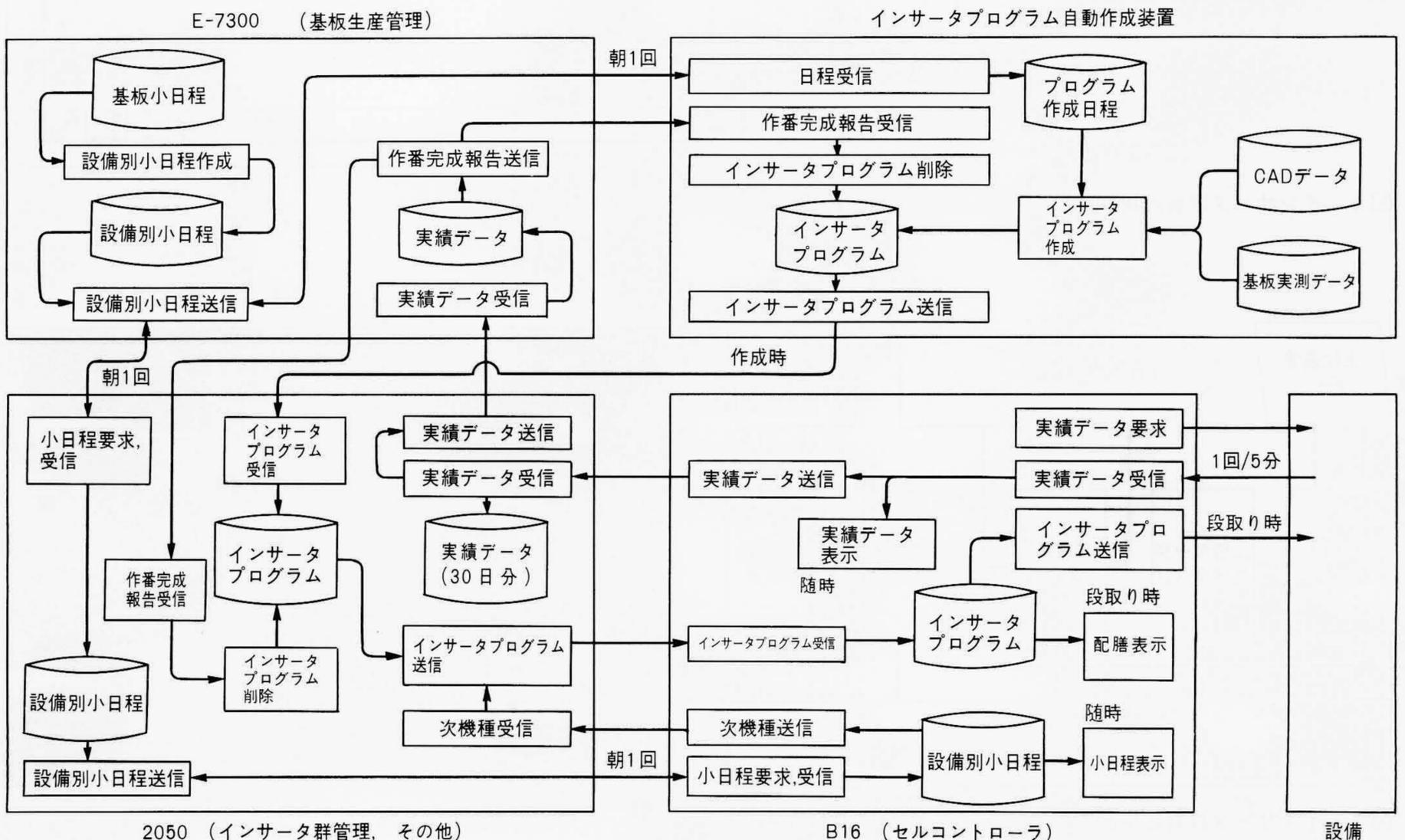


図5 プリント板CIMシステム機能 基板組立の生産管理・群管理・セルコントローラとソフトウェアもハイアラーキな構成となっている。

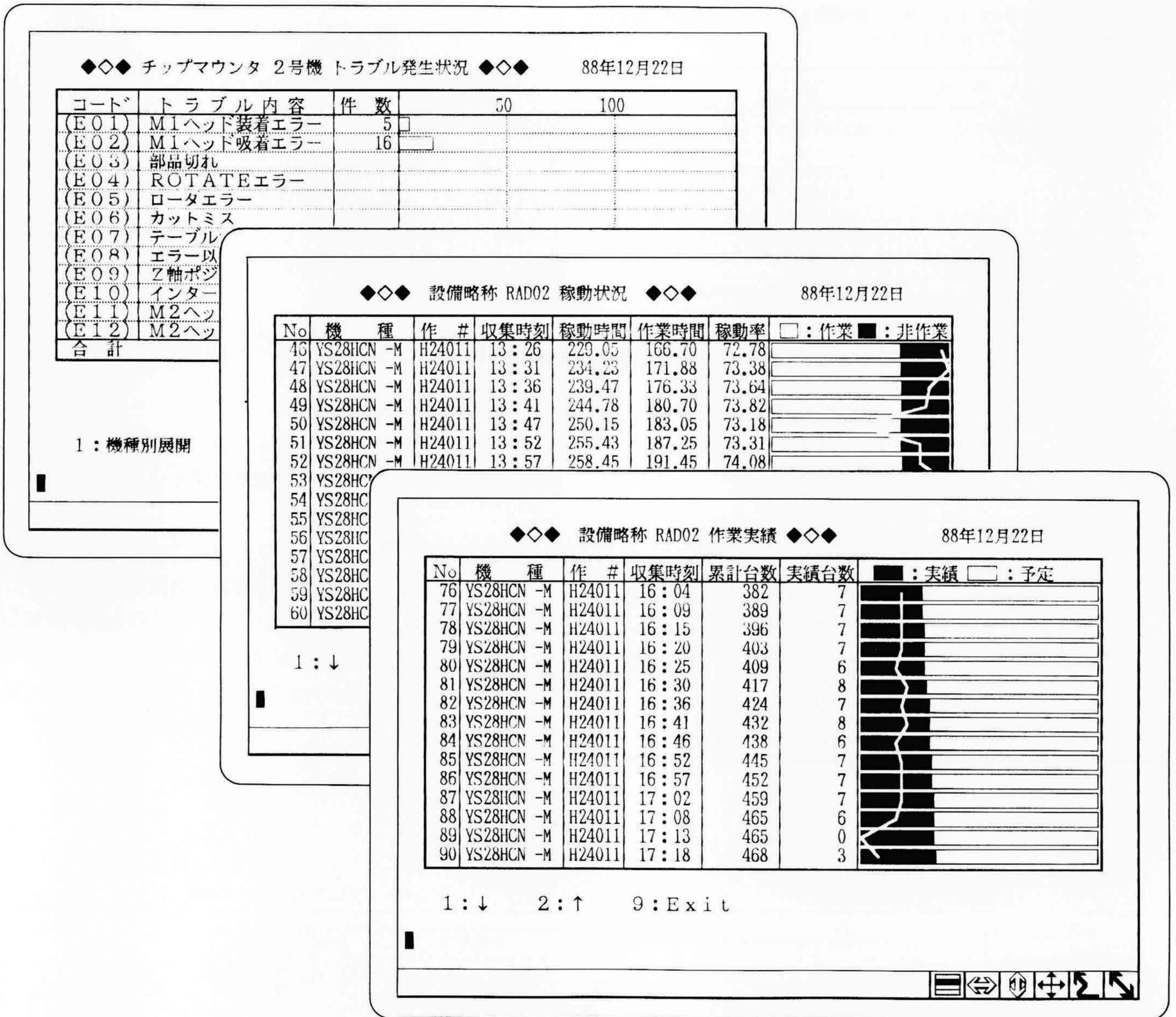


図6 インサータ群管理用2050出力画面 この画面は、現場の管理者が作業指示するために検索する。

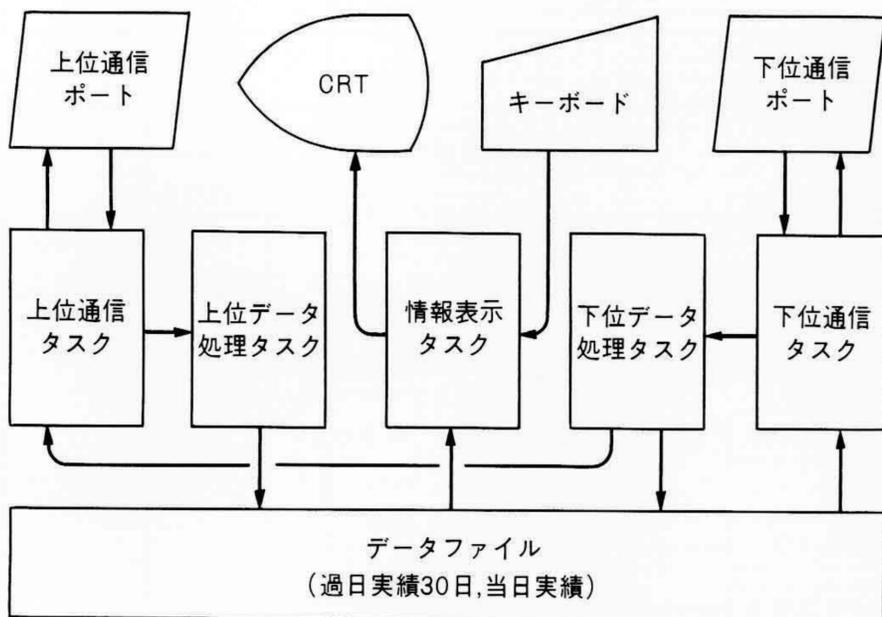


図7 インサータ群管理用2050ソフトウェア構成 群管理用2050に、過日30日分の実績データを蓄え情報サービスする方式とした。

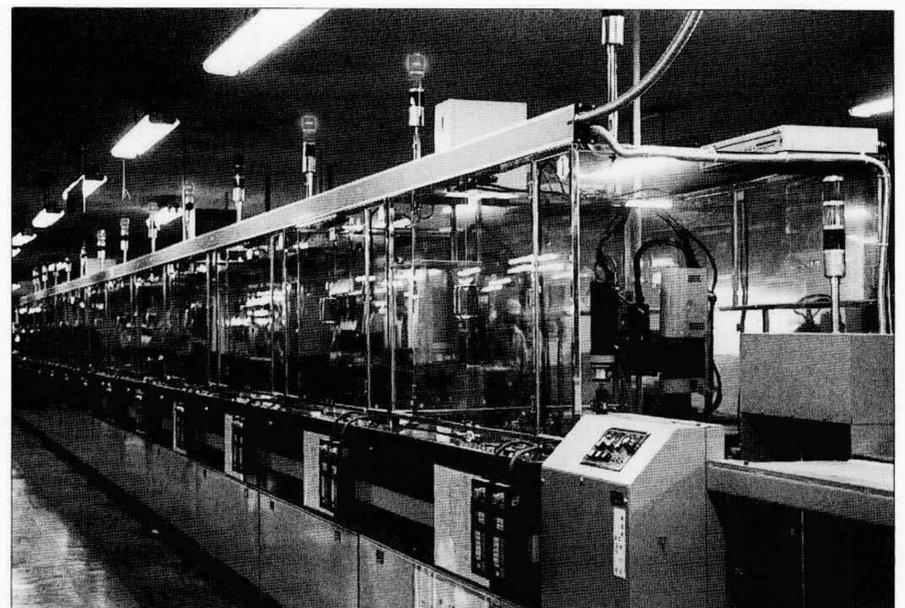


図8 異形部品自動挿入機ライン 異形部品として、ディップIC、ブロック抵抗、リレー、ヒューズホルダなどを自動挿入するラインである。

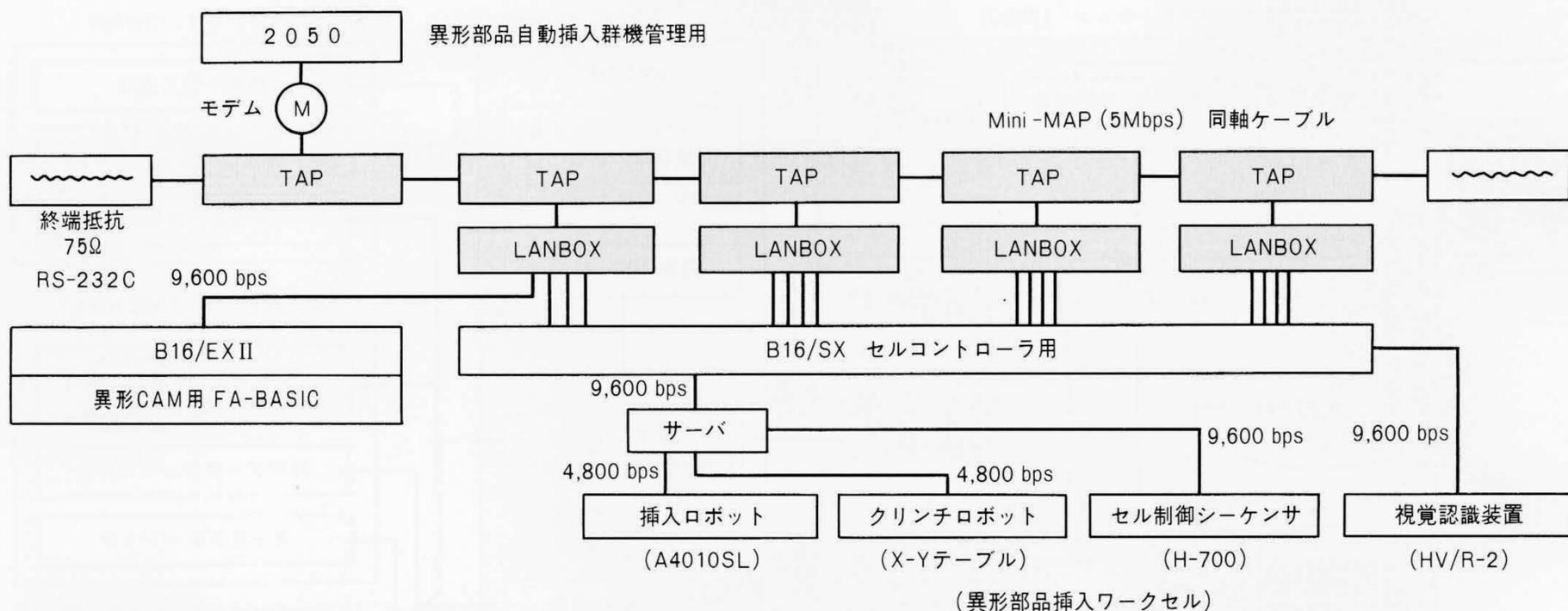


図9 異形部品自動挿入群機管理システム 2050とB16間は、モデムを介してMini-MAP準拠のLANで結合している。

### 5.1 システム構成

異形部品自動挿入群機管理システム構成を図9に示す。2050に内蔵されたMini-MAP準拠基板から、外付けのモデムを介して同軸ケーブルに接続し、LAN-BOXまでを5Mbpsで高速伝送し、LAN-BOXからは、RS-232Cでセルコントローラ、挿入ロボット、クリンチロボット、シーケンサにデータを入出力する構成である。

LAN-BOXは設備の上に配置し、同軸ケーブルはダクト内を通過させ、雑音防止を図った。

### 5.2 群管理システムの機能

異形部品自動挿入群機管理システムの主な機能を以下に述べる。

- (1) 生産計画に従い、各セルの制御データ(ロボットプログラム、位置データ、シーケンサ制御情報など)を事前に編集しておき、段取り発生時、待ち時間なしで各機器にダウンロードする。
- (2) 生産時、シーケンサから生産実績(員数、マシントラブル内容・時間・件数など)をアップロードし、進捗(ちやく)管理する。
- (3) ロボット、クリンチのプログラムをロボット言語FA-BASIC/R<sup>3)</sup>を用いてオフラインで作成し、蓄える。

今回開発した群管理システムのソフトウェア構成を図10に示す。特に、ロボットの群管理では位置データの管理が重要である。教示に代わり、基板設計データと基板の挿入穴位置の実測データからロボット位置データを自動生成する技術を開発した。

基板上の挿入位置データ(設計値)をロボット座標系で表した挿入位置に、座標変換する処理およびサンプル基板の穴位置実測データと設計位置との誤差分だけ、ロボット位置データを補正する処理を行う。

このため、位置データファイルは、教示データと自動生成された位置データの双方が格納でき、上記補正演算に必要な情報(基板設計データ、基準位置データなど)も含めて効率よく検索・修正できるように、図11に示すツリー構造とした。

セルコントローラ(B16/SX)は、異形部品挿入群機管理の構成機器が多いため、情報の仲介役として設置した。併せて、各セルの生産状況を表示することとした。

シーケンサから段取り替えを検知して、群管理ステーションに制御データを要求する。受信した制御データをセルの構成機器に分配する。また、セル稼働実績データ、不良実績データ、ロボットの教示データ、キャリブレーションによる機構誤差データを収集して、群管理ステーションに報告するといった、すべての情報授受の開始は、セルコントローラから要求を発行する方式とした。

群管理ステーション(2050)のメインタスクは、すべての通信事象の要求を検知し、各事象に対応した処理タスクを生成するマルチプロセス構成とした。

## 6 結 言

プリント板組立工場という限られた領域ではあるが、コンピュータをハイアラーキに構成し、LANで結合するCIMシステムを開発した。ショップLANの主流となるであろうMini-MAP準拠のLANを導入し、ロボットの制御データが高速に転送できた。これにより、設備制御、生産管理、品質管理、実績収集などの情報を統合化したシステムが構成できた。

工場での生産活動は受注から製品開発、設計、製造、出荷のプロセスを経ており、製造プロセスも資材調達から設備保守まで広範囲に及んでいる。今後は、プロセス間のネットワークの線を太くし、工場CIMの構築を図り顧客中心の生産システム作りを推進していく。

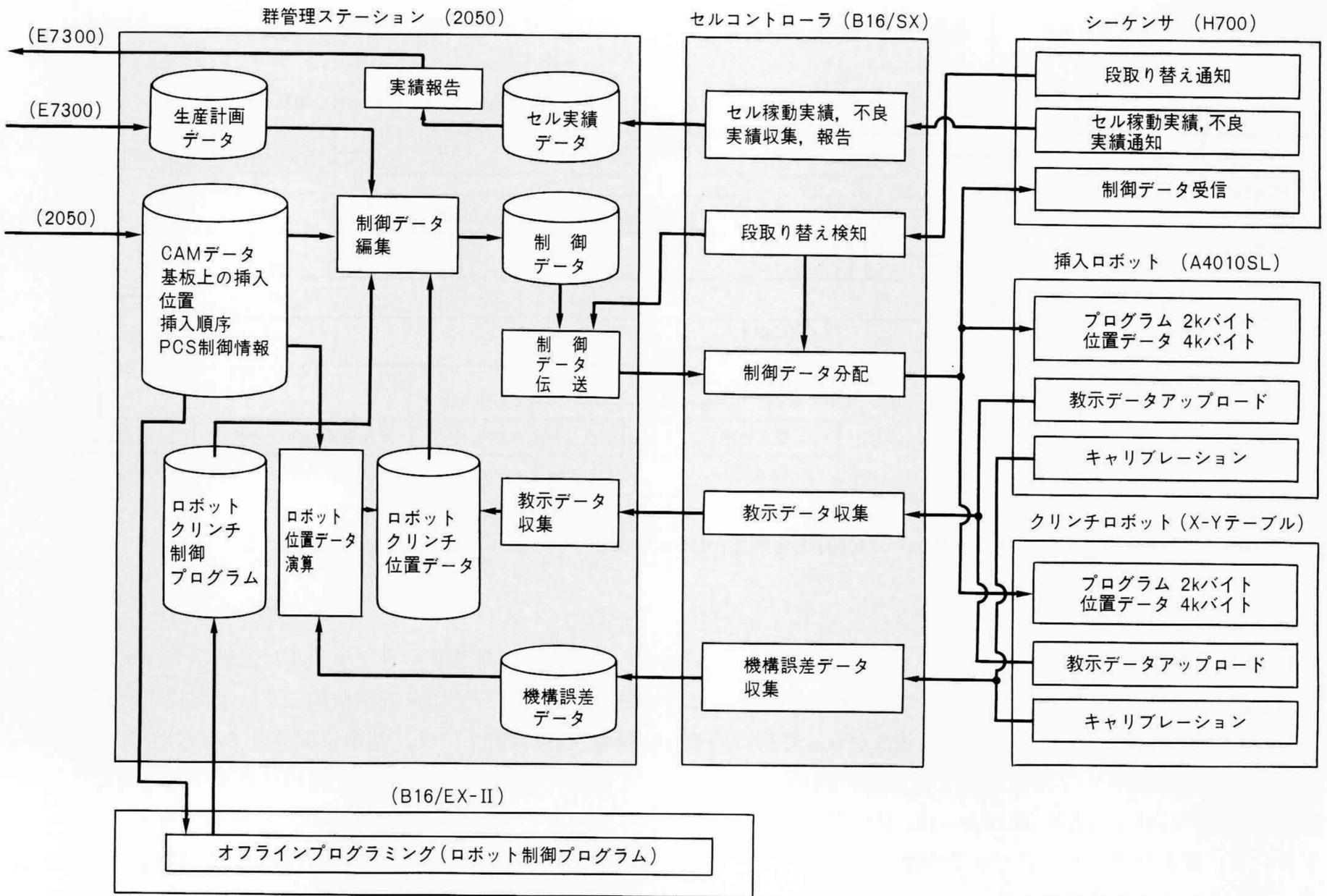


図10 異形部品挿入機群管理ソフトウェア構成 全ての情報授受の開始をセルコントローラから要求を発行する方式とし、B16で対処可能な構成とした。

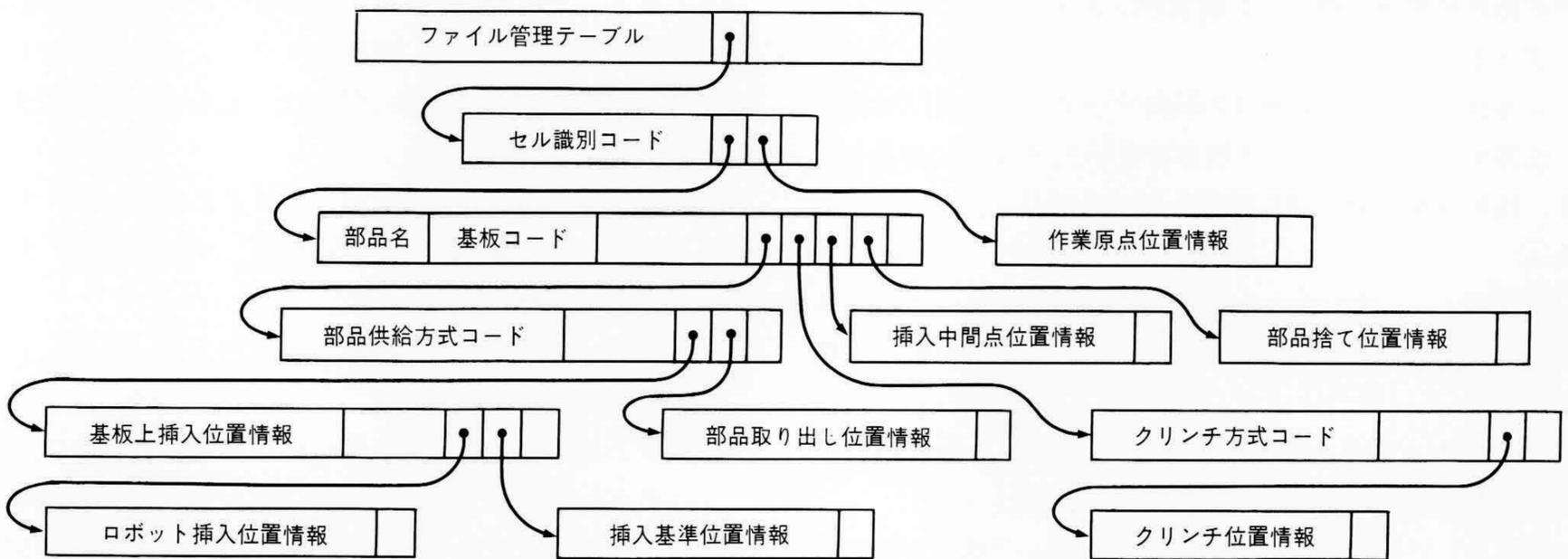


図11 ロボットクリンチ位置データファイル構成 ファイル容量は、100機種に対応する全セルの位置データを格納するために4Mバイトあり、さらに拡張が可能である。

参考文献

- 1) 藤井：オンライン生産制御システム, IE review, Vol.14, No.5(昭48-9) p.13~18(平1-1)
- 2) 粉川, 外：光MAPコンポーネントの開発, 日立電線, No.8,
- 3) 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)