

加工・組立型産業におけるCIMシステム

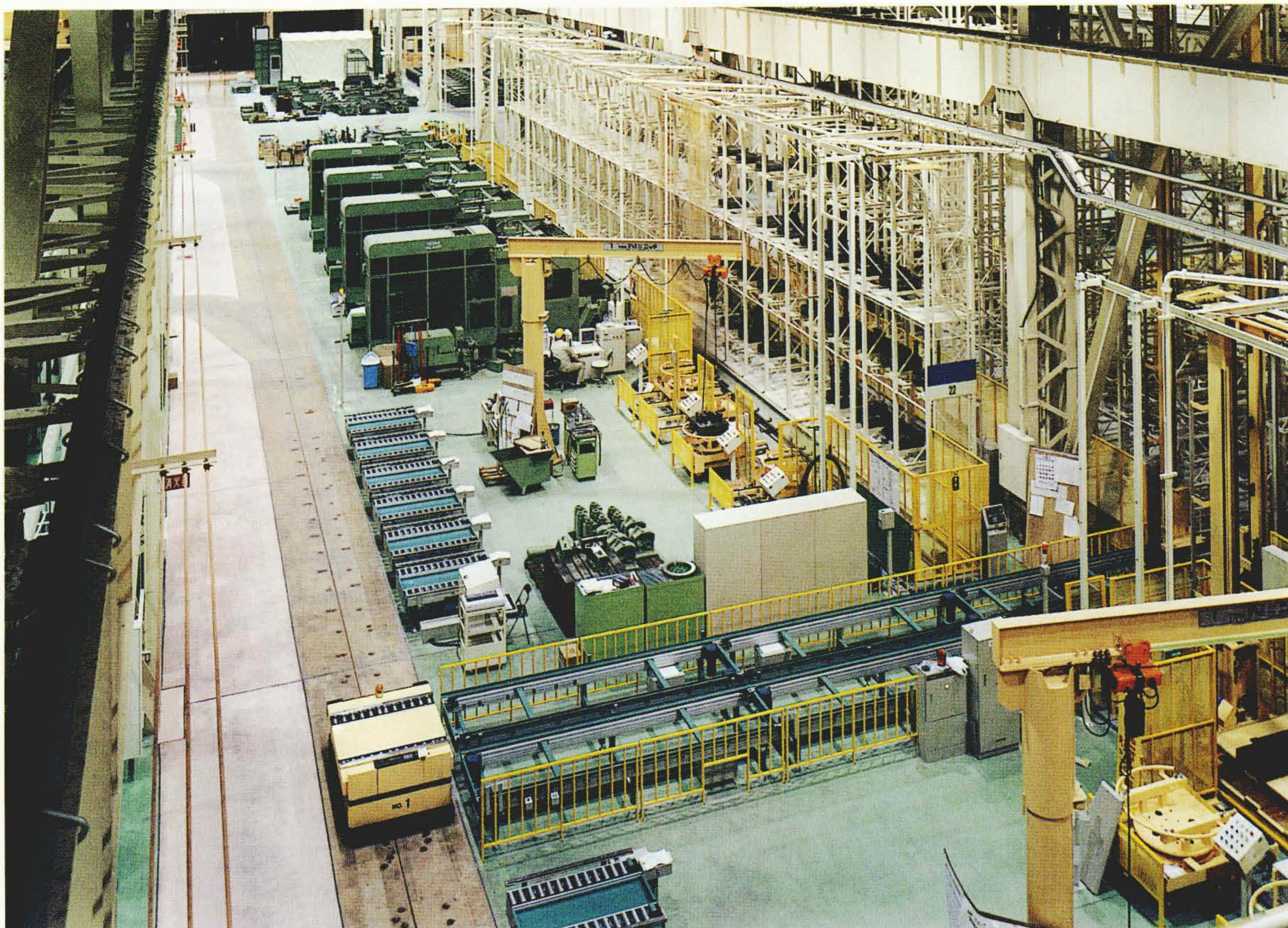
— 東陶ハイリビング株式会社, オークマ株式会社 —

Recent Cases of CIM Development for Processing Manufacturing Industry

小澤 秀雄* *Hideo Ozawa*

小笠原一夫* *Kazuo Ogasawara*

池谷 直** *Tadashi Iketani*



オークマ株式会社可児工場の中物ライン(一部) FMSで加工されたワークは、片持クレーン下のハンドリングステーションで段取り替えされ、ワークストッカ、自動ラックを経て次工程へ搬送、または格納される。大物ラインへのライン間搬送には無人搬送車を使用される。これら一連の制御、情報処理をプラント、エリア、セルのコンピュータで行っている。

加工・組立型産業の指向するCIM(Computer Integrated Manufacturing)構築のコンセプトは、受注から引き渡しまでのトータルリードタイムを短縮すること、多様化し変動するオーダーに対するフレキシブル性を確保しながら、コストの削減を図っていくことである。

このために引き合い・受注情報入手のリアルタイム化、CAD/CAM化、生産負荷平準化、一個流し

化、複合・無人加工化、工程間搬送の自動化、組立への部品同期化などを連動させ、統合したシステムを実現しなければならない。加工・組立型産業の指向するCIM化のための今日的な目標課題を提示し、システムキッチン、工作機械部品製作の新工場での適用事例から、その構築目的と実現方法について紹介する。

* 日立製作所 システム事業部 ** 株式会社日立情報制御システム 営業部技術グループ

1 はじめに

加工・組立型産業では、その取扱部品が膨大なことにより、昭和40年代後半のコンピュータ導入の時期から、手作業事務の機械化、情報伝達の迅速化・正確化、および重複情報の一元化というような目的で生産管理面の基幹システムの構築が行われ、昭和50年代後半には多くの企業で情報基盤の確立はほぼ完了した。

これらの業務は、

- (1) 全国営業所と本社、工場間の引き合い・見積もり・受注オンラインシステム
- (2) 設計手配システム
- (3) 製作手配システム
- (4) 資材・在庫管理システム
- (5) 工場内オンライン進捗管理システム(工程進捗・材料入荷など)

およびその関連のシステムである。

一方、製造設備、特に工作機械については、昭和40年代後半からNC(数値制御)機が普及して以来、省人化によるコストダウンの観点から積極的に導入され、現在工作機械全体の80%以上がNC化設備となっている。ロボット、搬送、梱(こん)包、格納など関連設備についても同様である。

物造りの考え方としては、昭和50年代に入ってから、いわゆる「トヨタ生産方式」の普及によって段取り時間にメスを入れることによる一個流し化などJIT(Just in Time)が追求され、それまでの少品種大量生産方式の考え方からリードタイム短縮、フレキシブル化を指向した多品種中・少量生産方式の考え方へと変化した。

現在、上述の生産現場にかかわる変化に加え、コンピュータ(マイクロコンピュータを含む。)の高性能化、小型化、低価格化およびシステム技術、ネットワーク技術の発達により、顧客からの引き合い・受注の段階を含め、工場内の製造、生産管理、工場発送後の物流、据付工事まで生産活動の全面にわたって、より緻(ち)密な管理や制御を行うことが可能となっている。

ここでは、加工・組立型産業でのCIM化の目標課題、システムキッチン工場と部品加工工場でのCIMシステムについて述べる。

2 加工・組立型産業におけるCIM化の目標課題と動向

今後ますます激しくなる企業間競争を勝ち抜くために

は、「スピードが最大の競争力」という認識が広まっている。前述の製造設備のメカトロニクス化、情報・ネットワーク基盤の飛躍的向上というような環境の変化に伴い、CIM化の目標課題は、データベースの一元化などによる基幹システムのよりいっそうの充実や、これまで投資効率的、性能的に手の届かなかった分野の改善によるリードタイム短縮、フレキシブル化、コストダウンに向かっている。

これらの分野は生産・販売・物流のどこにビジネスの

表1 加工組立型産業におけるCIM化の目標課題 CIM化の目標課題には、従来の評価尺度に「スピードアップ」が付加されている。

業 務		目 標 課 題	株 東 式 陶 会 高 社 リ バ イ ン グ	株 式 会 社 オ ー ク マ
引き合い・見積もり 受注・仕様決定	顧客サービスの向上と顧客データを設計・生産部門へ直結させることを目的として、 ●顧客向け(提案)図書の迅速作成 ●見積もり回答の迅速化 ●納期回答 ●店頭CADなどによる受注・仕様決定の容易化		— ○ ○ —	— — — —
	開発(生産)設計		— —	— —
(手配)設 計	●設計不通過、編集設計(組み合わせ、特殊設計の簡便化)		○	—
生 産 準 備	●対話型工程設計 ●NCデータ編集設計		— ○	— —
製 作 手 配	生産効率を向上させる生産計画(負荷、稼働率、納期変動など)		○	○
製 庫 品	購 入 品	●電子発注	—	—
	外 注 品	●電子発注、共同配送	—	—
	仕込品	●予測精度の向上と共用化、在庫削減	—	—
	常備品	●出庫・払い出し(ピッキング)の簡便化	○	—
		●配膳(ぜん)のタイムリー化、自動化	—	—
自 社 製 作 品	原 料 工	POPシステムによる問題点の顕在化とむだの排除 ●小ロット化 ●複合・無人加工化 ●工程間搬送の自動化	○ ○ — ○	○ ○ ○ ○
	組 立	●組立部品の同期化・配膳 ●混流・平準化組立 ●組立自動化	○ ○ —	○ — —
検 査	●インライン検査、検査自動化		—	—
物 流	物流部門主導による生産・販売・物流統合：ロジスティックス ●物流拠点再配置、配送ルート計画		— —	— —
	据 付 け 工 事		—	—

注：略語説明 NC(数値制御)、POP(Point of Production)
CIM(Computer Integrated Manufacturing)

重点があるかによって異なる。注目されている今日の目標課題を引き合い・見積もりから据付け工事までの生産活動の流れに従って前ページの表1に示す。

(1) (提案)図書, 見積もり, 納期回答

顧客との接点である引き合い・見積もり・受注および仕様の決定段階では、顧客へのサービス向上として、商品の内容、価格、納期を顧客へ正確に示すとともに、要求仕様の多様化を踏まえて顧客みずからが設計した感覚、すなわち満足感の醸成あるいは商品が納入されたときの性能、イメージの確認を正しく行うことが重要になってくる。

これは製造側にとっても、ネットワークを介して顧客情報のリアルタイム把握から製造情報へと直結することができ、リードタイム短縮、生産平準化などへ効果を波及することができるからである。

(2) 標準化, コンカレントエンジニアリング

製造原価の70%は設計段階で決定されると言われている。一部の先端企業や研究所は、コンカレントエンジニアリングやサイマルテニアスエンジニアリングと称して、コンピュータを駆使して概念設計や強度計算など、CAEの段階から加工性や組立性など生産技術面での生産性も折り込んで設計図面を同時並行的に完成させる設計業務の最適化を目指したCAE/CAD/CAM一体形の仕組み作りを始めている。これにより、開発業務の後戻り作業をなくすとともに全体の開発期間の短縮、コストダウンを図ることができる。

先端的コンカレントエンジニアリングを製造面からみると、開発(生産)設計のキーワードは標準化の推進である。標準化は業務全般に影響して効果を創出させることができる。

(3) 設計不通過, 編集設計

(手配)設計業務は、営業活動での仕様決定ミスをチェックするとともに、製造部門に対して正確な設計手配を行う機能を持つ。標準化のレベルに応じてコード手配による設計不通過、編集設計化を進めることにより、設計期間およびそれ以降の業務のリードタイム短縮、コストダウンに効果がある。

(4) 対話型工程設計

一般にCAD/CAMとまとめて称されることが多い。CAD(幾何図象情報)とCAM(加工条件, 作業手順などの製造技術情報)の間の“/”(スラント)はその間のつながりがないなかうまくできず断絶を示していると言われている。

生産準備の業務は、製造部門の効率を統括し、材料、

加工(作業)方法、製造設備、流し方などの変更に合わせて工程設計を維持・向上させることである。マンマシン性のよい対話型工程設計が必要である。

(5) 生産計画

人、設備、部品などの現状および将来を見通して、目標指標(出来高、負荷、稼働率、仕掛け、納期など)の最適化を行い、小ロット化対応の必要性から、職場単位に構築したCSS(Client Server System)型POP(Point of Production)システムの中に組み込み、ワークステーションで実行させる形態が増加している。

(6) 小ロット化

小ロット化のメリットは、リードタイムの短縮や変動に対するフレキシブル性、在庫・仕掛け削減など数多い。小ロット化生産には、的確な作業指示の情報と小ロット化しても作業効率を維持できる作業体制づくりが必要であることから、POPシステムの導入と段取り時間短縮の実施が要件である。

(7) 複合加工化

ジョブショップ形態では、工程間の待ち時間が実作業時間に対して7~10倍となる。したがって、複合加工機導入による工程数削減がリードタイム短縮に効果がある。フローショップの場合には、ライン長を短縮し小ロット流し化を実現できる。

(8) 無人加工化

長時間無人化が困難な場合には、15分(休憩時間)、60分(昼休み)、120分(直切り替え)などの段階的無人加工化により、多数台持ちなどによる生産性向上を目指すことができる。夜間無人化など長時間の無人化の場合には、ワークの(アン)ローディング機構やストッカ、ツールチェンジャ、切粉処理など付帯設備の確立が要件となる。

(9) 組立部品の同期化

小ロット化でのJITを行うためには、小ロット化したロットごとの進捗管理やそろい状況のチェックを行い、問題点への迅速な対応などきめ細かい管理を行うことのできるPOPシステムの導入が必須(す)である。

組立ラインへの部(組)品供給では、このラインに同期したサブラインの制御、必要部品のピッキングのくふうなどが行われている。

(10) 混流・平準化生産

量産ライン形態での発想であるが、リードタイム短縮、在庫削減、負荷平準化などを目的としている。加工の小ロット化と合わせて真のリードタイム短縮、フレキシブル化を実現することができる。

(11) 組立自動化

最新の自動車工場での組立工程の自動化率は、15～20％である。秒単位タクトの製品以外では、標準化が進んで将来にわたって構造が固定化されているものなどが自動化の対象となる。

(12) ロジスティックス

小売店、特約店、工事部門など顧客との接点の情報をも含めた物流情報サービスの向上、あるいは物流コストの削減を目指し、物流部門主導による生産・販売・物流の統合としてロジスティックスの計画検討が盛んになっている。

物流拠点再構築では、商流と物流を分離し、物流拠点集約によって製品在庫の削減、荷役作業の自動化、およびリードタイムの短縮をねらっている。また、地図情報に基づく最適配送ルート計画、積み付け計画も可能となった。

以下に、加工・組立型産業での最新のCIM導入事例として、東陶ハイリビング株式会社とオークマ株式会社の新工場でのCIM構築で目標課題にチャレンジした内容について述べる。

この2社に関連する目標課題を先の表1の右欄に○印で示す。

3 システムキッチン工場におけるCIMシステム（東陶ハイリビング株式会社での事例）

3.1 背景およびシステム開発のねらい

近年、家庭用厨（ちゅう）房設備の市場では、システムキッチンの需要が高まっている。システムキッチンは、流し台、調理台、こんろ、冷蔵庫、収納棚などをシステムの的に組み合わせて配置されるものである。厨房部分の天板が一体成型されていたり、デザインが統一されていることなどが特徴としてあげられる。東陶ハイリビング株式会社は、形状、機器の種類、材質、寸法や色などを顧客が自由に選択し、レイアウトすることのできる「部材型」システムキッチンの専用工場の操業を、平成4年3月から開始した。

部材型システムキッチンとは、オーダー到着後、初めて部材を組み合わせて商品とする「受注生産商品」である。従来の工場では、(1) 負荷のばらつきが大きく、効率的な生産ができないこと、(2) 製品によって工程手順が異なり、精度の高い生産計画が立てられないこと、(3) 部品在庫が多く、またロケーション管理が不十分で、部品を捜すのに時間がかかること、(4) いったん製造手配された

ものについて進捗（ちよく）状況をリアルタイムに把握しておらず、どこでどのような状態にあるのか確認するのに時間がかかること、というような状況が恒常化し、受注から出荷までの時間短縮や仕様の変更に対して柔軟に対応できないという問題を抱えていた。

そのため、新工場の建設を機にフレキシブルな工場の実現というコンセプトのもと、(1) トータルリードタイムの短縮、(2) 仕様変更へのフレキシブルな対応、(3) 効率的な多品種個別生産の実現、(4) 部品在庫の削減、(5) 直接・間接人員の削減、を目指してCIMシステムの構築を計画した。

3.2 システム構成

システムの構成を図1に示す。

このシステムは、営業、工場、物流、施工部門間を統合し、手配内容、進捗状況などの情報を共有するシステムである。

工場では、生産計画、資材、製造、出荷部門など工場管理情報を、中・小型汎用コンピュータHITAC M-640で一元管理する。設計部門には、CAD/CAM用ワークステーション2050Gを配置し、特殊品の設計にあたっている。製造部門は機械加工工程、塗装工程、組立工程の3工程から成り、各工程への生産・部品供給指示および進捗管理をプロセスコンピュータHIDIC V90で行っている。

3.3 システムの特徴

(1) 納期回答即時化

従来の営業活動は工場の負荷に関係なく標準納期で手配していたため、生産部門では負荷の変動が大きく、現場が混乱すること多かった。また、特急注文の場合、顧客要求納期に対する回答に時間がかかっていた。

このシステムでは、能力・負荷情報の精度を向上させ、

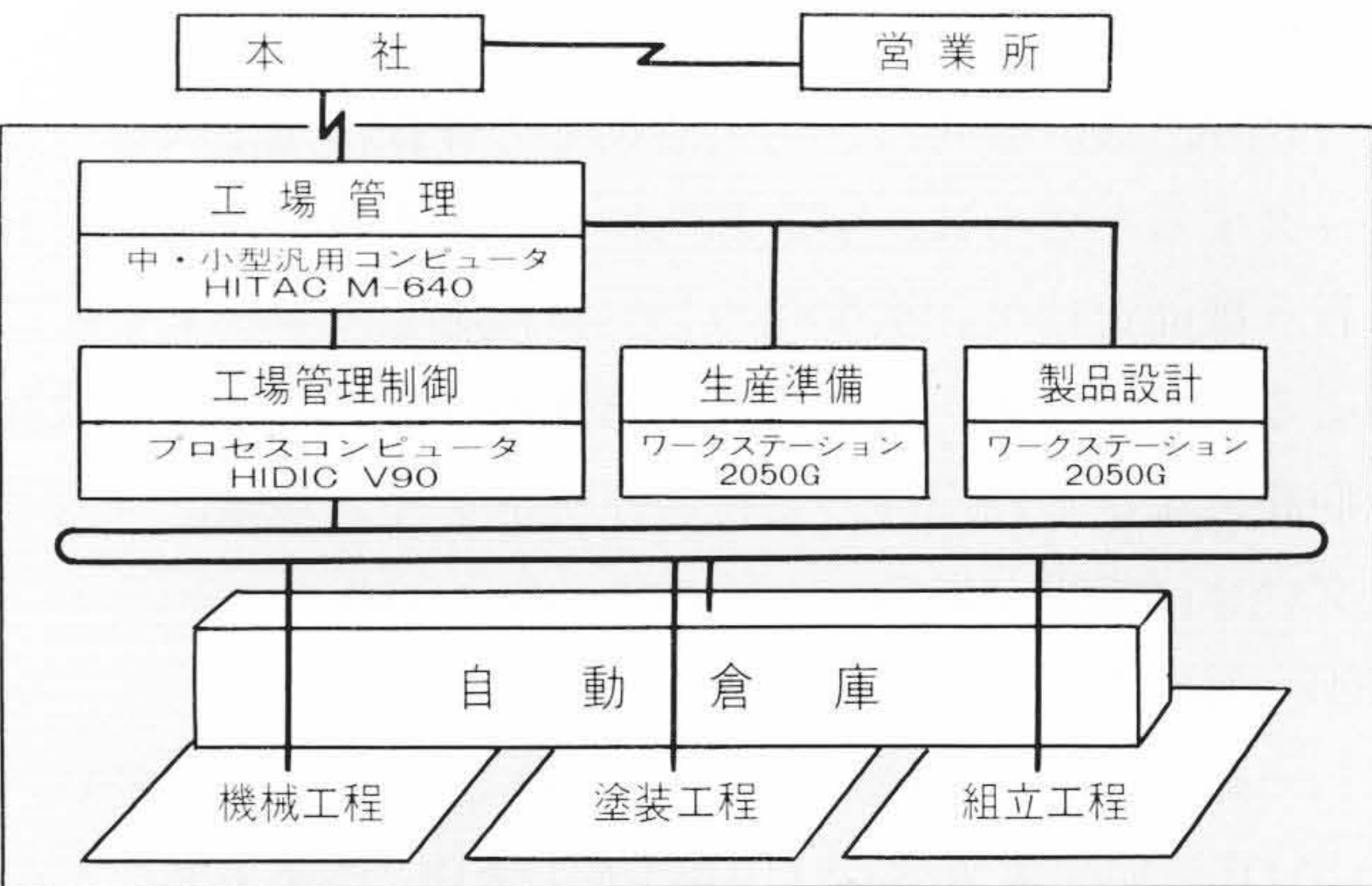


図1 システムキッチンCIMシステム全体構成 工場管理コンピュータで日程計画を作成し、工程管理制御コンピュータで設備制御や進捗（ちよく）管理を行っている。また、工程間の搬送は自動倉庫を介して行っている。

この情報を営業部門に開示することにより、営業部門での納期の即答化、および標準納期の短縮と負荷の平準化を実現した。

(2) 仕様変更への対応

システムキッチンには、受注後に仕様が変わることが多い。このため、顧客の最新の進捗情報を開示することにより、仕様変更の可否が営業部門で即答できるようにした。これにより、顧客、営業部門の双方が納得した上で仕様変更の判断ができるようになった。

(3) サイズ違いの特注品に対応するパラメータCAMシステム

システムキッチンの幅寸法は、建物との取り合いから一部製品で規格外が発生することがある。従来はこれらを特注品として設計し手配するため、設計工数、管理工数を要していた。

このシステムでは、幅寸法をパラメータとして設定し、部材を加工するCAMシステムに直結したため、標準品と同様のリードタイムで生産できるようになった。

(4) 生産順序決定方法

部材型システムキッチンには、図2に示すように40万点を超える製品の組み合わせで構成されている。したがって、組立作業時間のばらつきが大きく、組立ラインの稼働率向上が課題であった。

そこで、作業ステーション間のバッファ量を求め、ラインレイアウトを決定し、次に製品別、組立ステーション別の作業時間の特徴から、製品をグルーピングし、ラインバランスを考慮した生産順序決定方法を確立した。

(5) 部品の同期供給システム

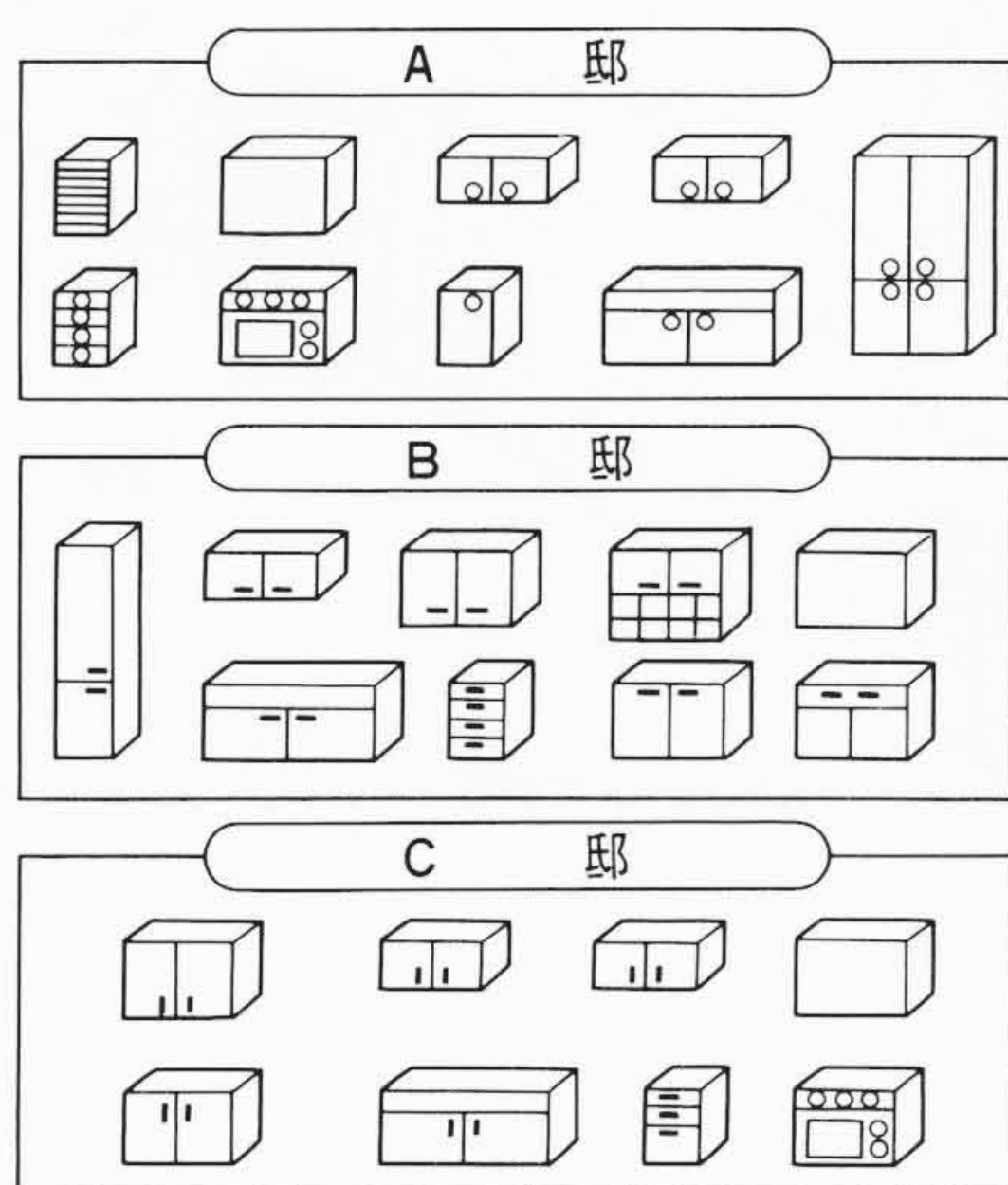


図2 多様な注文内容 顧客の注文内容は機器の種類、形状、材質、寸法、色などによって多様化している。

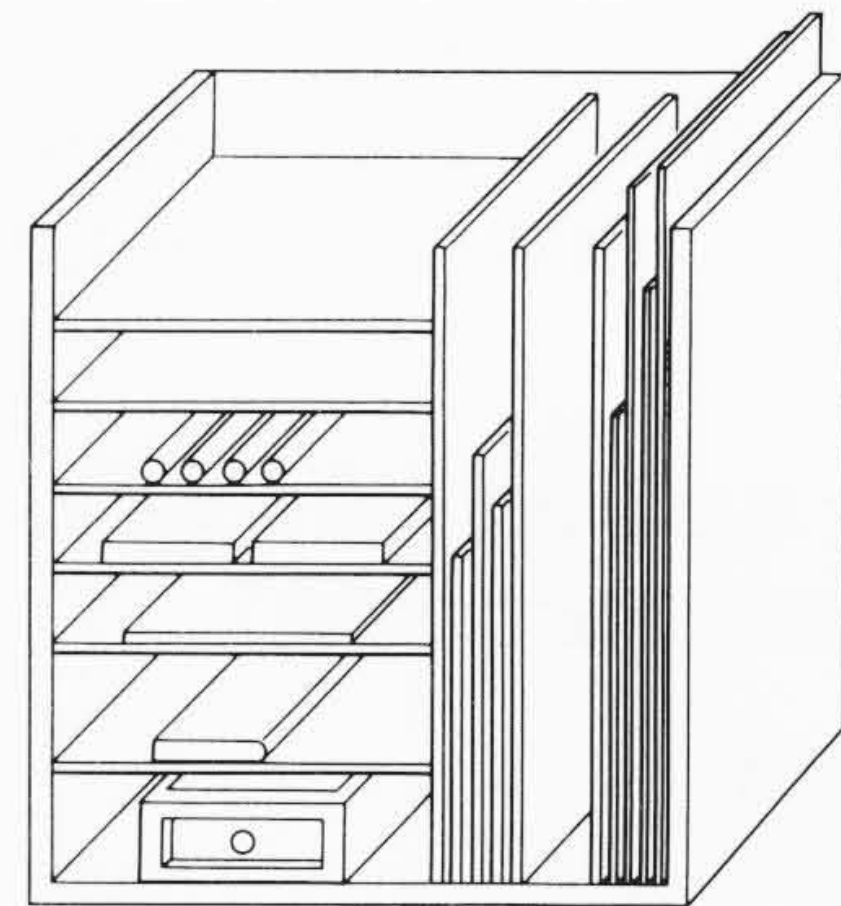


図3 キット台車積載状況 ジャストインタイムで部品を組立工程に同期化搬送するため、一製品分の部品を載荷したキット台車を採用した。

システムキッチンの部品や部材の品番点数は約7万点に及び、製品は、標準品だけでも40万点を超えている。このような多品種個別生産では、組立部門への部品供給が大きな課題であり、図3に示す台車によって、一製品分の部品・部材を供給するキット配膳(ぜん)方式を採用した。

このキット台車は、オーバヘッドコンベヤによって部品置場から組立ラインに搬送される。キット台車にはIDタグを設置し、台車のスタート時に製品情報、部品情報を書き込む。部品置場では到着した台車のIDタグ情報を読み、載荷すべき部品を作業者に指示する。また、組立ラインでは図4に示すように、キット台車を組立ラインと並行して搬送させ、必要なステーションに停止させて部品を取り出せるようにした。これにより、組立に同期した部品供給を可能とした。

(6) だれでも作業できる環境づくり

作業指示書や現品票などの帳票にはバーコードを印刷し、入力作業の軽減を図った。

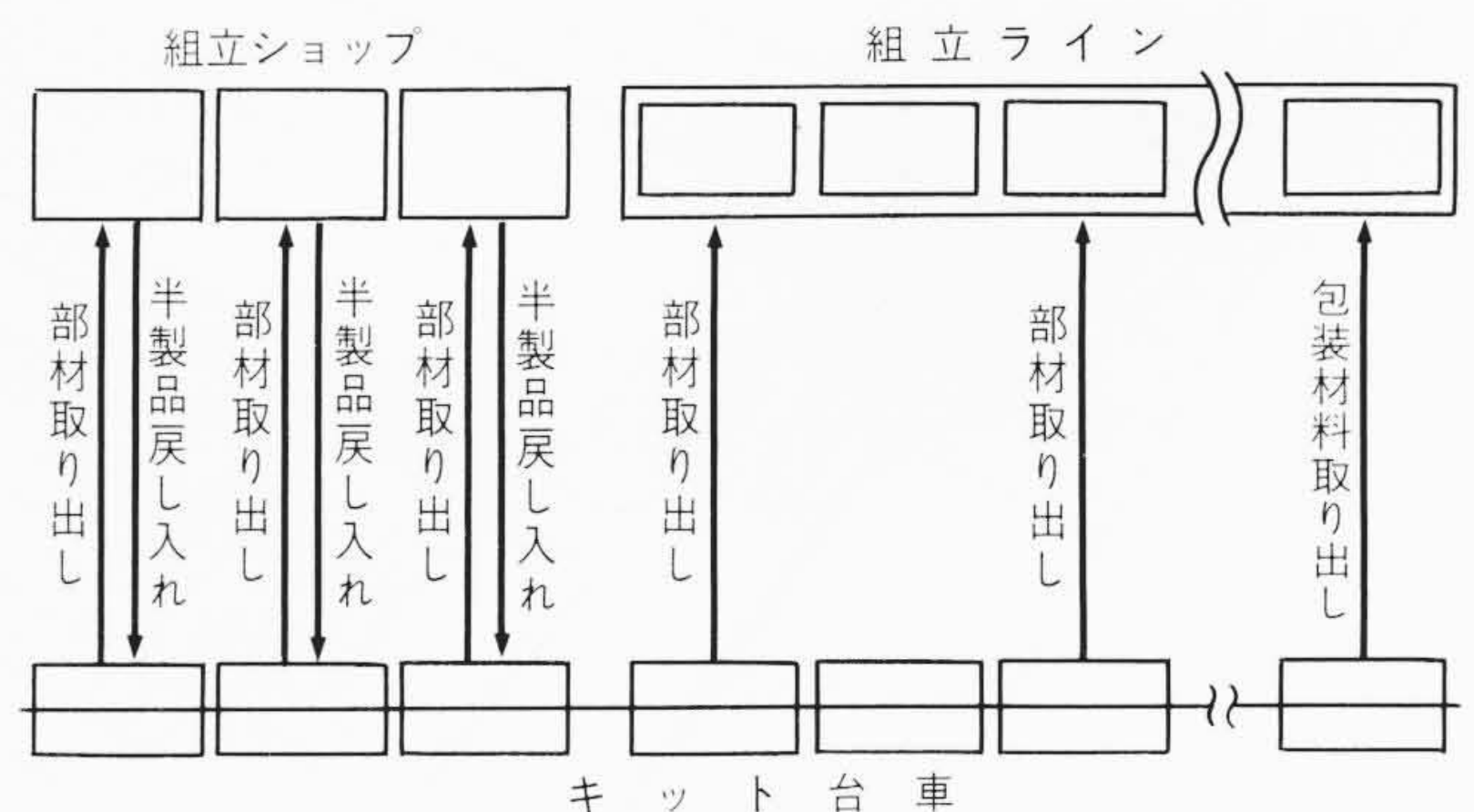


図4 組立ラインとキット台車 IDタグ付きのキット台車は、部品置き場では載荷部品を指示し、組立ラインでは必要なステーションに停止して部品供給のJIT(Just in Time)化を実現する。

バケットやキット台車など移動するものについては、バーコードラベルやIDタグにより、物と情報の一致を図った。さらに、これらの情報に基づいて作業手順のガイダンス表示を可能とした。

4 部品加工工場におけるCIMシステム (オークマ株式会社での事例)

4.1 CIM構築の背景

機械加工産業のFAの基礎を築いた工作機械業界にも市場ニーズの変化の波は押し寄せ、ニーズの高級化、多様化、高信頼性へと要求が複雑になってきている。これらの要求を満足させるため工作機械メーカーでは複合加工機、周辺機器これらを組み合わせたFMS(Flexible Manufacturing System)など高度な技術力と多品種化に対応してきた。

複合加工機および超精密加工機械の登場は、工作機械メーカーに高度な技術力を、また多様化は、周辺機器を含めたFMSシステムとしての製品品種の増加を要求した。オークマ株式会社はこのような市場変化に対応するため、オークマCIMの名のもとに全社プロジェクトを発足させ、岐阜県可児市に工作機械部品専用CIM工場(以下、可児工場と言う。)を計画し、平成3年6月から稼動させた。

この可児工場のねらいは、以下の3項目に重点を置き可児工場建設プロジェクトメンバーを中心に推進を図り、日立製作所がこの情報システム構築に協力支援を行った。

- (1) 人・機械の調和を図った工場の実現
- (2) 高生産性を目指した一貫加工システムの構築
- (3) 物の流れを円滑にする搬送システムの構築

可児工場の鳥観図を図5に示す。

4.2 システムの特徴

4.2.1 高生産性を果たすシステム構築

工場の生産性を高めるために、『人は「人でしかできない仕事」』を合言葉に機械化、自動化を積極的に展開し、これらを的確に運用させるための情報管理システムを構築した。具体的推進内容は次に述べるとおりである。

- (1) 長時間無人運転の実現

機械加工システムの長時間無人運転を実現させるためにこの工場では、

- (a) マシニングセンタ群のFMSの設置
- (b) 大容量ワークストックの装備
- (c) 工具管理システムの導入
- (d) 切粉の完全自動回収方式の採用
- (e) 切削液自動供給装置の装備

など種々のアイデアを具現化した。

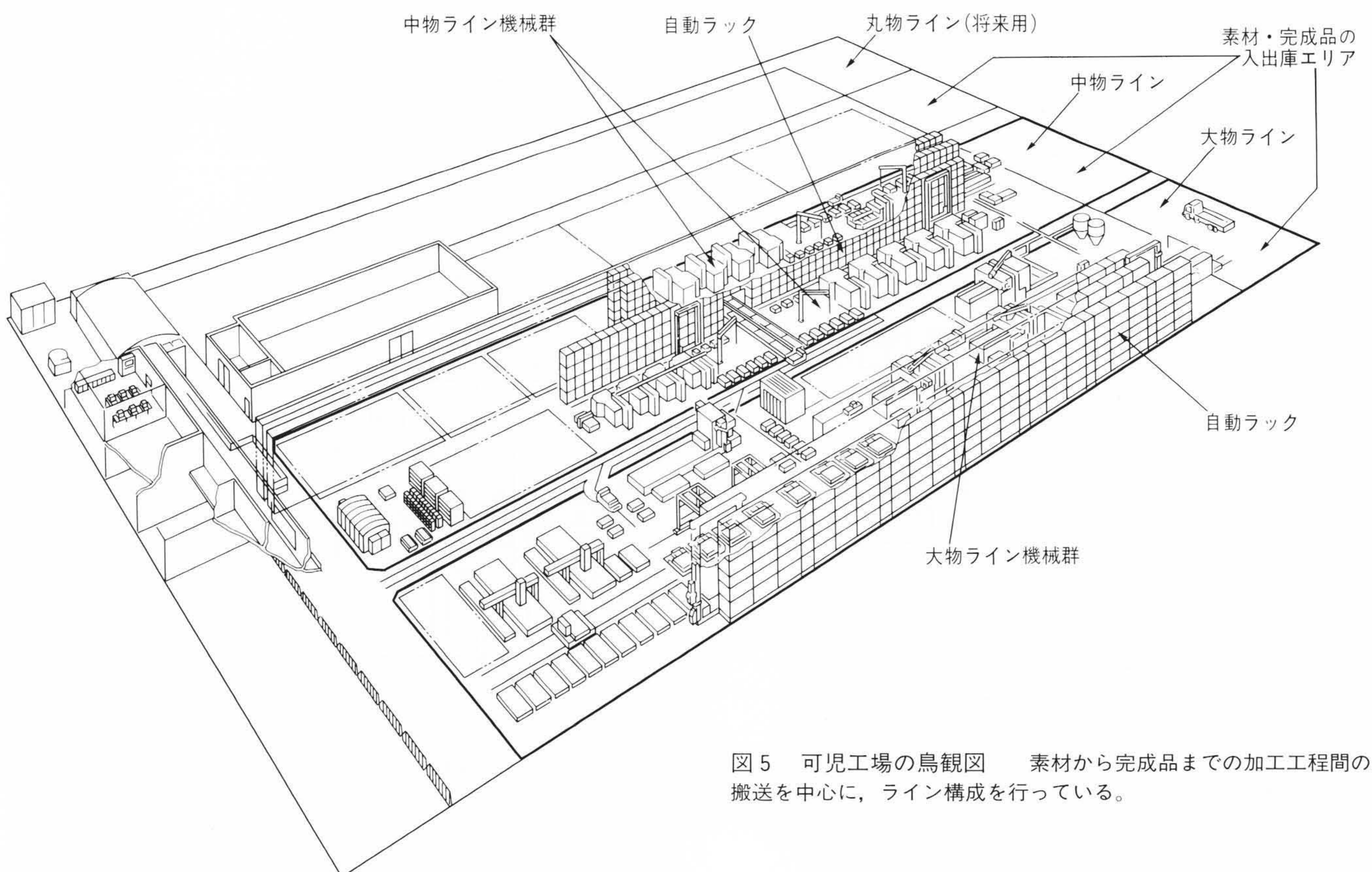


図5 可児工場の鳥観図 素材から完成品までの加工工程間の搬送を中心に、ライン構成を行っている。

(2) 工場内搬送システムの構築

物の流れを「うまく流す」ことを目的に、

- (a) 大物、中物、丸物別の3ラインの設置
- (b) 各ライン内は、素材から完成まで自動搬送システムの構築
- (c) 工程管理情報と搬送とを一体化した制御システムの構築

の3点について具体的展開を図った。

(3) 情報処理システムの特徴

前述した高生産性を実現するためのレイアウト、物の流れについて具体的な展開を図った。これらを管理するためには情報の信頼性、一貫性、迅速性が必要である。

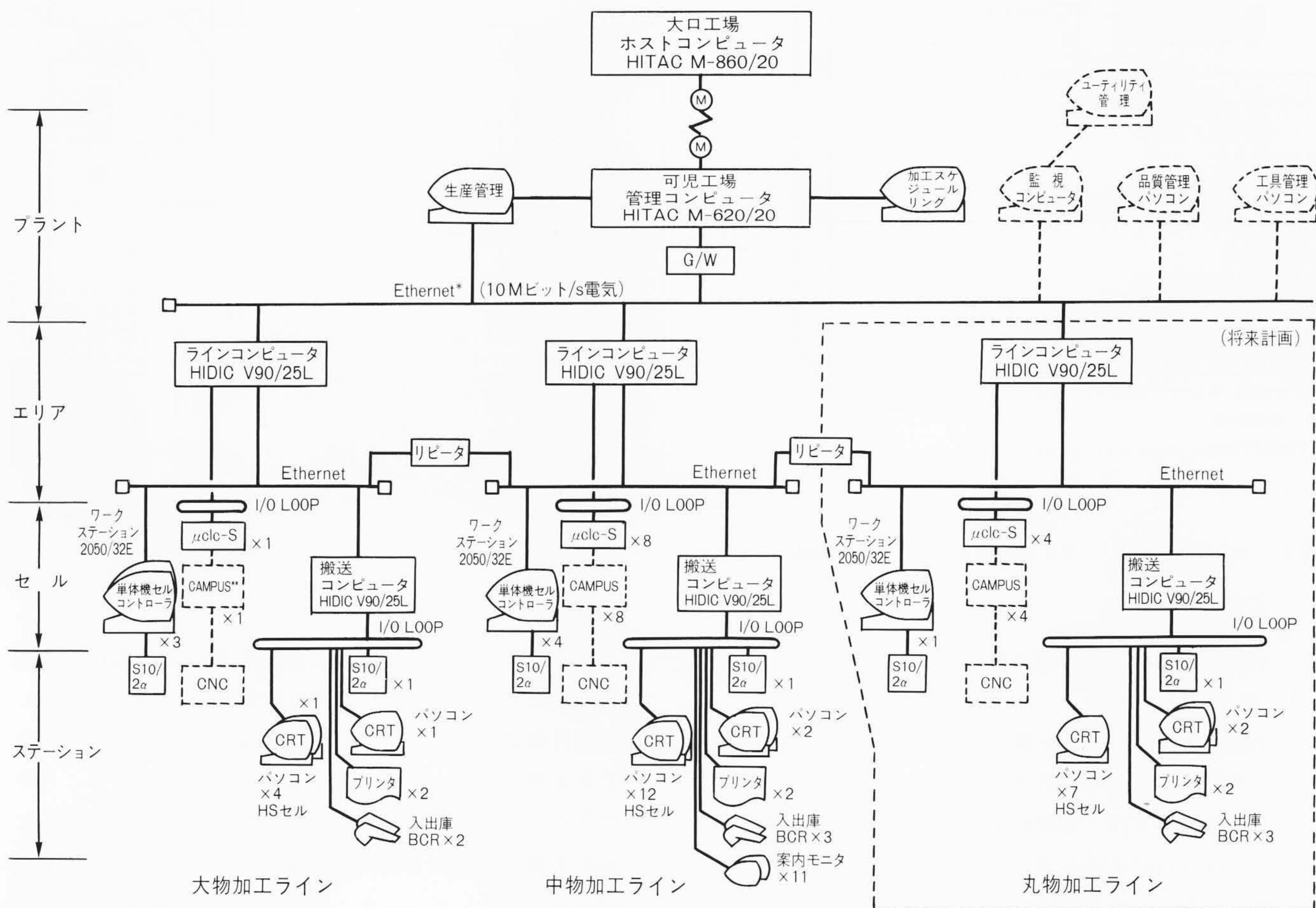
この情報管理システムの概要を図6に、システム機能を図7に示す。

このシステムの特徴は、

- (a) 投入順位付けのスケジューリング(本社工場組立ラインとの同期化)
- (b) 生産計画から作業指示(現場端末)への自動的な計画情報の展開
- (c) 各ラインの稼動状況実績の把握
- (d) 生産実績(出来高、標準コストなど)の把握
- (e) 加工物の素材入庫から完成品出庫までの物を中心とした情報の一元管理

などである。

この情報システムの構築にはISO(国際標準化機構)のCIMモデルに準拠し、プラント・エリア・セルの機能階層とし、エリアレベルでプロセスコンピュータを置き、自律分散システムを取り入れた。また、将来の発展を考



注：略語説明

パソコン (パーソナルコンピュータ), BCR (Bar Cord Reader), CNC (Computed Numerical Control), μ clc-S (Microstation Communication Linkage Controller-Serial), S10/2 α (日立プログラマブルコントローラ), HSセル (ハンドリングステーションセル)

* Ethernetは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

** CAMPUSは、オークマ株式会社FMS(Flexible Manufacturing System)の名称である。

図6 システムの構成 ISO(国際標準化機構)のCIMモデルに準拠した構成とし、特に、エリアレベルには高信頼性、高応答性のプロセスコンピュータV90/25Lを採用している。

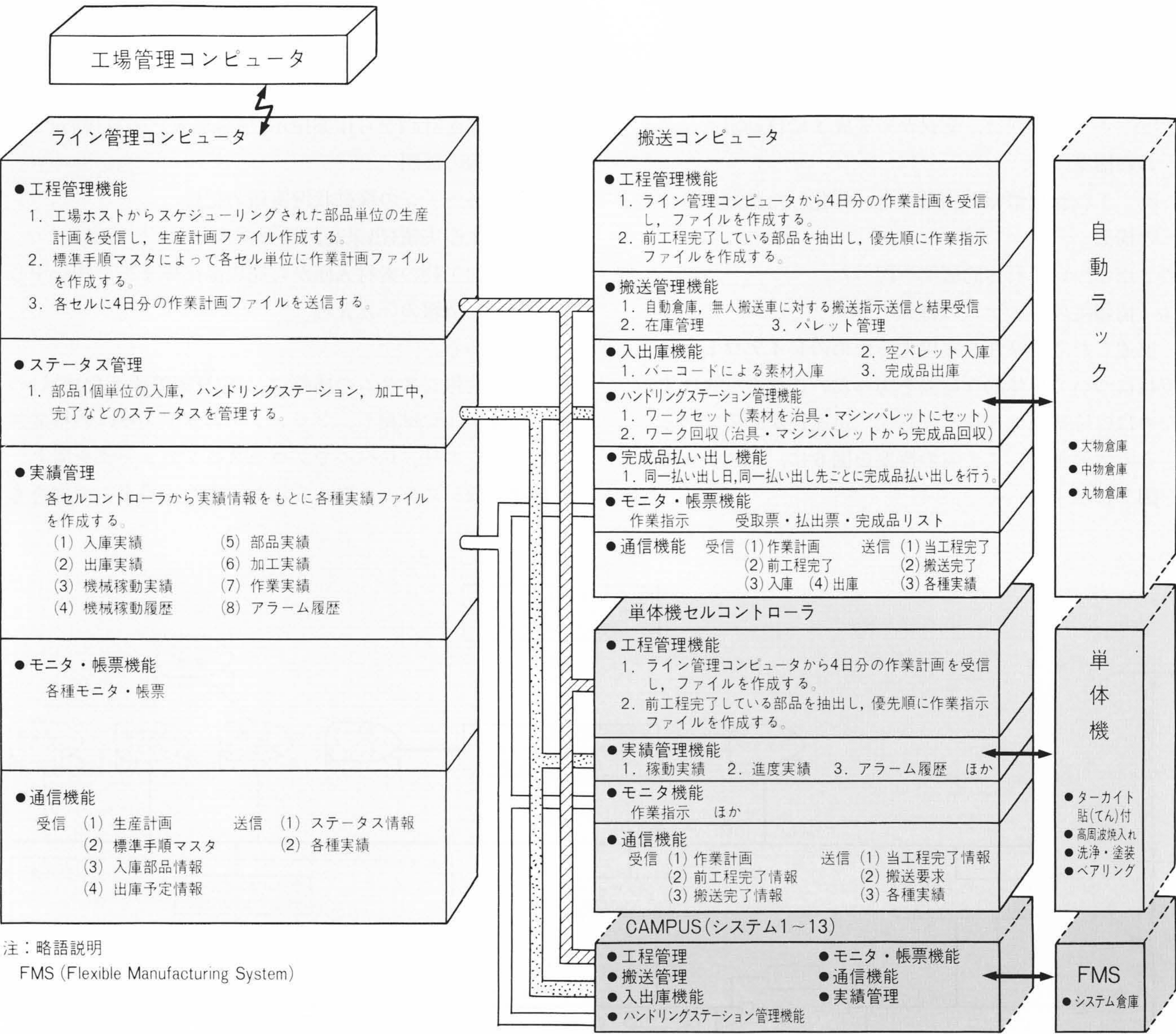


図7 システム機能 ライン管理コンピュータ、搬送コンピュータ、単体機セルコントローラおよびCAMPUSの詳細機能を示す。

え、オープン指向の国際標準LANを採用した。

4.3 まとめ

工作機械業界はメーカー間の競争も激しく、また市場景気の変動を受けやすいため、このような状況下で高収益をあげるためには、効率のよいCIMの実現が不可欠であり、今後さらにこのシステムの機能を高めていくことが必要である。日立製作所は、これからも顧客とともにこのCIMのレベル向上を図っていく考えである。

5 おわりに

ここでは、加工・組立型産業でのCIMシステムについて事例をあげて述べた。紹介した両システムとも、導入

後1～2年を経過し、順調に稼動している。品質、技術力が均衡し「スピードが最大の競争力」と言われる現在、各種目標課題へのチャレンジの効果は、従来の評価尺度である単なる省人化やコストダウンだけでは計ることができない。引き合い、製造から据付け工事までを視野に入れて製品開発力を強化し、現場の小ロット生産体制をベースに、コンピュータ、ネットワークを駆使して、「スピードアップ」を目標にCIM化を推進していく。これがここ5年ほどのCIM構築関係者の、経営に携わる人々の大きなターゲットであると言える。

この論文が、これから実際にCIMを構築しようとする人々への一助ともなれば幸いである。