

# エンジン組立工場における FAシステムの構築



管理本部情報システム部 古賀政登

## 1.はじめに

近年、我が国の製造業はユーザニーズの多様化、製品ライフサイクルの短命化、内外市場の競争激化などにより大きな転換期にある。つまり、製品の多様化にともない従来の専用機による製造、組立の自動化では対応が困難になってきている。

そこで多品種少量で高付加価値の製品を、いかに早く、かつ効率よく低成本で生産するかが大きな課題となり、その有力な達成手段としてFA（ファクトリー・オートメーション）が脚光を浴びている。

こうしたなか、当社に於いても多品種少量で高付加価値の製品生産をめざして、FA工場建設の構想が打ち出された。そして従来各工場に分散していたエンジン組立ラインを1ヶ所に集約し、FA化を実現したエンジン組立専門工場「ヤマハ発動機磐田第5工場」（以下、磐田第5工場と略す）が新たに建設され、昭和61年9月よりその運用を開始した。

この磐田第5工場は、1階に部品受入とエンジン出荷ラインを、2階にはエンジン組立ラインを持つ2階建ての工場である。そして自動倉庫、無人搬送車、自動組立ロボットなどを積極的に導入し、多品種少量生産に対応するとともに、工場内物流の自動化を実現し、生産工程の大幅な合理化省力化を図った先進のFA工場である。

その生産性向上と作業環境改善の成果が認められ、日本経済新聞社主催の「'87全国優秀先端事業所賞 日経21」に入選を果たすなど、名実ともに高い評価を受けている。

## 2.システム化構想

当社FA工場建設にあたっては、トップの方針をもとに次の基本コンセプトを打ち出した。

### 2-1 トップ方針

「誇れるヤマハをみんなで!! 理想のヤマハの姿（収益性や成長性が高く、人間性が尊重され、社会やお客様から信頼される会社）に現実のヤマハの姿を近づけよう。」

### 2-2 基本コンセプト

- (1) 人間尊重の誇れるヤマハ。  
(人を活かし、人にやさしい工場です。)
- (2) 先進FAの誇れるヤマハ。  
(明日の技術を見ることができる工場です。)
- (3) 高信頼性の誇れるヤマハ。  
(お客様に喜ばれ、信頼されるエンジンを作る工場です。)

第5工場では、以上3つの基本コンセプトとともに、システム化構想が進められた。

## 2-3 具体的な構想

- (1) 工場内物流の自動化設備として、小物及び中物部品自動倉庫、部品供給用無人搬送車、エンジン自動倉庫等を導入する。そしてこれらの制御システムを LAN (ローカルエリアネットワーク) で結び、部品受入からエンジン出荷までの工場内物流自動化システムを構築する。
- (2) 部品の受入実績やエンジンの完成実績、出荷実績等をリアルタイムで収集するとともに、製造現場には、オンラインで進捗情報を提供する。
- (3) 管理システムは、工場管理に必要なデータの維持管理や日々の計画作成、及び制御システムへの作業指示と実績データの収集を行う。
- (4) 現在本社では、当社生産管理の核となっているヤマハ総合生産管理システム（以下、PYMACと略す）が稼動中である。当FAシステムでは、PYMACと一緒にした情報システム体系を確立する。

## 3. 磐田第5工場の位置づけ

図1で示すように磐田第5工場は、部品メーカーあるいは、部品加工工場から部品の供給を受け、エンジン組立を行なったのち、車体の組立工場へ完成エンジンを供給する役割を受け持っている。

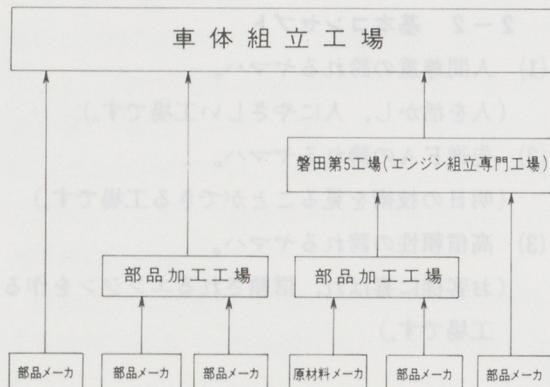


図1 磐田第5工場の位置づけ

## 4. FAシステムの概要

当FAシステムの機能は、図2に示す様にデータの維持管理や、制御システムへの作業指示などを行う管理システムと、その作業指示にもとづき自動化設備を制御する制御システムとに、大きく二分される。

さらに制御システムは、小物部品自動倉庫システム、中物部品自動倉庫システム、ライン進度管理システム、エンジン自動倉庫システムに分散されている。図3に磐田第5工場のFAシステム運用全体図を示すので参照されたい。

以下に当FAシステムの概要について述べる。まず工場管理システムの概要を説明し、次に各制御システムの主な機能について、エンジンの組立工程を追いかながら説明する。

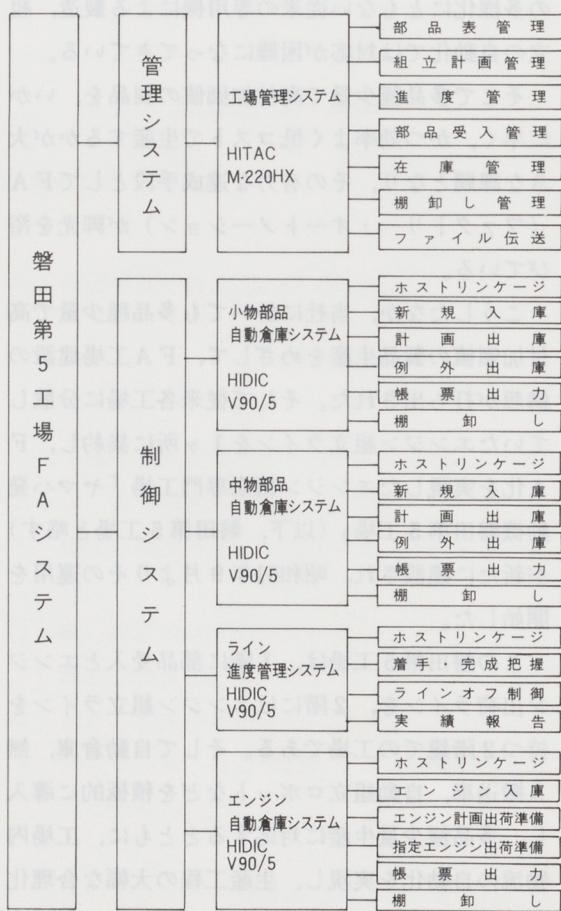


図2 FAシステム全体の機能体系図

## 4-1 工場管理システム

工場管理システムは、FAシステム全体の中で中心的な役割を果たしている。以下に工場管理システムの機能のうち、工場内物流に関する部品表管理、組立計画管理、進度管理、部品受入管理の四機能についてその概要を説明する。

### 4-1-1 部品表管理

工場管理システムで維持管理される部品表は当FAシステムの基礎情報として構築されている。

その範囲はPYMACが持つ全ヤマハ部品表のうち、磐田第5工場で管轄される工程の部分を抽出したもので構成される。つまり当工場へ納入される部品のレベルから製品として出荷されるエンジンまでのレベルで構成されている。

### (1) 品目情報

部品又はエンジンに関するデータで、部品番号をKEYとして、品目名称、重量等の基礎データが保持されている。

そして小物及び中物部品の品目情報は、それぞれの自動倉庫システムに伝送されて、在庫管理などの基礎データとしても使用されている。

### (2) 製品構成情報

エンジンと部品あるいは、部品と部品のつながりを親子の関係で表現したので、組付けられる部品の部品番号、使用個数、供給場所などが管理されている。

また供給場所については、ラインの工程編成変更に対して即応できるよう、オンラインでのメンテナンスが可能になっている。

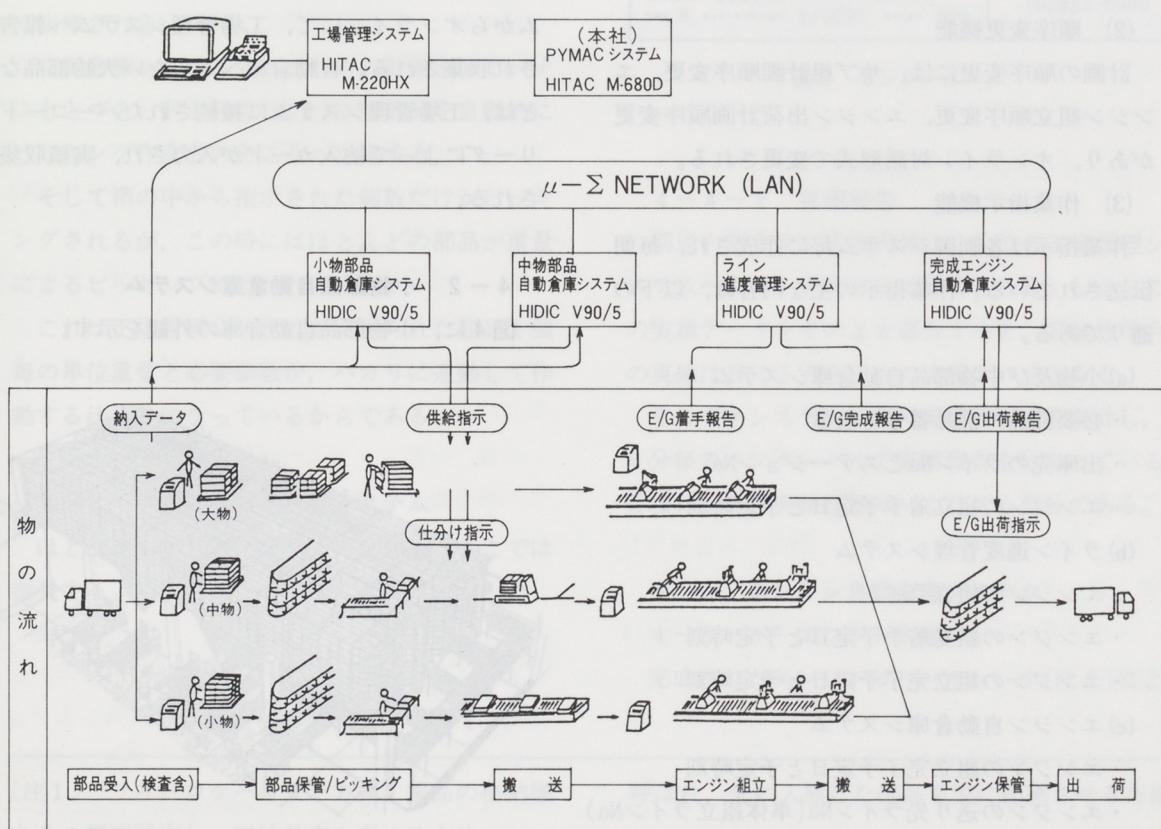


図3 FAシステム運用全体図

#### 4-1-2 組立計画管理

組立計画管理は、PYMACから受け取った基本計画をデータベースに作り込む計画作成機能と組立現場の状況に応じその基本計画の順序変更を行う順序変更機能及び、最終の計画にもとづき各制御システムへの作業指示を作成する作業指示機能があり、それぞれ以下のようにになっている。

##### (1) 計画作成機能

PYMACより受け取る基本計画には、エンジン組立計画とエンジン出荷計画の、二つがある。そしてエンジン組立計画をもとに、サブ組計画が作成される。

これらの計画はロットと呼ばれる作業単位毎に作成され、それぞれロットシリアルNo.と呼ばれるユニークな番号が付加されている。そして以下に述べる順序変更や、実績データの更新処理は、すべてこのロットシリアルNo.を単位に行なわれる。

##### (2) 順序変更機能

計画の順序変更には、サブ組計画順序変更、エンジン組立順序変更、エンジン出荷計画順序変更があり、オンライン対話形式で変更される。

##### (3) 作業指示機能

作業指示は各制御システム毎に作成され、毎朝伝送されている。作業指示の主な内容は、以下の通りである。

###### (a) 小物及び中物部品自動倉庫システム

- ・必要部品の部品番号と数量
- ・出庫先のラインNo.とステーションNo.
- ・エンジンの組立着手予定日と予定時刻

###### (b) ライン進度管理システム

- ・エンジンの組立ライン
- ・エンジンの組立着手予定日と予定時刻
- ・エンジンの組立完了予定日と予定時刻

###### (c) エンジン自動倉庫システム

- ・エンジンの組立完了予定日と予定時刻
- ・エンジンの送り先ラインNo.(車体組立ラインNo.)
- ・車体の組立着手予定日と予定時刻

などが指示されている。

#### 4-1-3 進度管理

進度管理は、各制御システムよりオンラインにより報告される実績データをもとに、時々刻々と変化するエンジンの、組立進度や出荷進度などの進捗情報を、オンラインにて製造現場へ提供している。

#### 4-1-4 部品受入管理

部品受入管理には、部品受入計画作成と受入実績の収集がある。

##### (1) 部品受入計画の作成

部品受入データは、未受入分から翌日受入分までが毎朝PYMACより伝送され、部品受入計画として作り込まれる。このデータは、部品の受取照合用に自動倉庫システムへも伝送されている。

##### (2) 受入実績の収集

小物と中物部品の受入実績は、自動倉庫システムからオンラインにて、工場管理システムへ報告され収集される。自動倉庫へ入らない大物部品などは、工場管理システムに接続されたバーコードリーダによって納入カードが入力され、実績収集される。

#### 4-2 小物部品自動倉庫システム

図4に、小物部品自動倉庫の外観を示す。

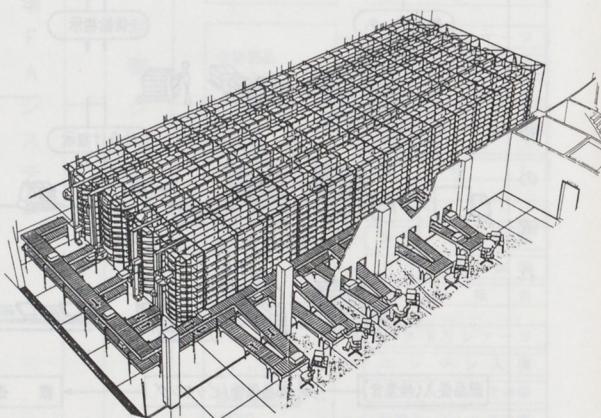


図4 小物部品自動倉庫の外観

#### 4-2-1 新規入庫

P Y M A C により発注された部品は、納入カードと一緒に部品メーカなどから、指定された日に磐田第5工場へ納入される。そして納入カードが入力されると受入計画と照合されたのち、フリーロケーション(注1)にて自動的に入庫される。

#### 4-2-2 計画出庫

入庫された部品は組立計画に従って自動的に出庫される。計画出庫にはエンジン部品計画出庫データとサブ組部品計画出庫データとがあり、それぞれ出庫の方法が若干異なっている。

(1) エンジン部品計画出庫は、組立作業単位にその子部品の部品番号、数量、供給場所などが指示され出庫される。

(2) サブ組部品計画出庫は、1日分の出庫データが子部品の部品番号、供給場所毎にまとめられて出庫される。

自動倉庫システムではこれらの計画出庫データにもとづき、F I F O(注2)にて部品を自動的にピッキング作業者のところへ出庫する。

そして箱の中から指示された個数だけがピッキングされるが、この時にはほとんどの部品が重量によるピッキングで行われている。

これは工場管理システムから送られた部品1個毎の単位重量と必要個数が、ハカリに連動して作動する仕組みになっているからである。

#### 4-3 中物部品自動倉庫システム

ほとんど小物と同一機能であるため、ここでは割愛する。

(注1) フリーロケーション方式：部品の格納棚をその都度設定し、収納効率を高める方法。

(注2) (First In First Out)：先入れ先出しと

#### 4-4 ライン進度管理システム

##### 4-4-1 着手・完成実績把握

組立ラインでは、組立計画の順序どおり組立が着手される。こと着手の際、図5で示すようなエンジンカードと呼ばれるバーカードがエンジンを乗せるパレット(台)に1台1葉で付けられる。そして、組立ラインの着手ポイントと完成ポイントで自動的に入力され、各々着手実績と完成実績として把握される。



図5 エンジンカード

##### 4-4-2 実績報告

前述の着手及び完成実績は、上位の工場管理システムへもオンラインにて報告される。しかしこの実績データをそのまま報告すると、日産数千台の実績は日に1万件以上の大量データとなる。

そこで当システムでこの実績データを集計し、5分毎のインターバルで実績報告を行なっている。管理レベルの実績収集は、これでも充分である。

#### 4-5 エンジン自動倉庫システム

##### 4-5-1 エンジン入庫

完成されたエンジンはバーチレータ(注3)によ

呼ばれ、先に入庫した部品を先に出庫させる方法。

(注3) バーチレータ：部品や製品などを上又は下の階へ連続搬送する小型エレベーターのこと。

り自動倉庫へと搬送され、フリーロケーション方式にて自動的に入庫される。

#### 4-5-2 エンジン出荷準備

保管されているエンジンの出荷準備は、エンジンの部品番号と台数をキーインするだけで、自動的に行なわれる。出荷準備が完了すると、直ちにトラックへ自動移載され車体組立工場へ運ばれる。

この時の出荷実績は、前述のエンジンカードを出荷ポイントで自動的に入力することにより把握され、上位の工場管理システムへオンラインにて報告される。

さらにこのエンジンカードは、車体組立工場でエンジンの受取報告、車体組立ラインへのエンジン搬送制御と、車体への搭載報告にも使用されている。従ってエンジンの情報は、作業の着手から完成、出荷、及び車体組立工場での受入、搭載に至るまで、1台1台どういう状態にあるのか把握できるようになっている。

### 5. FAシステムの評価

当FAシステムでは、工場管理システムを中心にして、各制御システムが緊密なリンクを保って稼動し効果を発揮している。

#### 5-1 コスト面での評価

(1) 部品庫在庫の、30%削減を達成することができた。これによりムダな棚卸資産も減少した。

(2) 自動倉庫の導入により、部品の入出庫及び、エンジンの出荷が高速で行えるようになった。

また従来の部品棚設置に比べ、その占有面積は従来の半分以下となっている。

#### 5-2 作業面での評価

(1) 入荷場では、部品の入出庫作業を全て自動化したため、重量物の運搬作業が大幅に減少した。人間尊重を誇る工場としては、大きな成果で

ある。

(2) エンジン出荷場においても、入荷場同様全て自動化したため、従来のフォークリフトでの運搬作業に比べ、大幅な作業改善となった。

(3) エンジンの組付部品には似たような形状をしたものがある。このため従来はピッキング作業者のミスで誤品出庫したために、ラインストップを招くことがまれに発生していた。しかし当FAシステムでは、出庫すべき部品をコンピュータが指示し自動的に出庫するため、この誤品出庫は皆無となっている。

(4) 自動倉庫の部品及びエンジン在庫は、全てコンピュータ管理しているため、システムによる臨時棚卸が隨時可能となった。これにより在庫精度は、ほぼ100%が保たれ、棚卸は部品、エンジンとともに理論在庫での報告が可能となった。

#### 5-3 その他の評価

(1) 今回のような大規模なFAシステムの構築は、当社において初めてのものであり、FAシステムにおける管理システムや各制御システム及び、それらをつなぐネットワーク技術などの社内蓄積に大いに貢献した。

(2) 工場管理コンピュータHITAC M-220HXでは、朝の電源投入から夜の電源断まで、プリンタ用紙と磁気テープの掛け替えを除いて、すべて無人で運転されている。

今後、分散コンピュータを導入する場合には、この様な無人化運転は必須であろう。

### 6. 今後の展開

当FAシステムも第一次の導入から約2年が経過し、工場管理システムをはじめ各制御システムは既に安定稼動に入っている。そして部品の受入からエンジン出荷までの工場内物流の自動化という目標は充分達成されている。今後はさらに無人化工場を目指し、統合化されたFAシステムとし

て以下の展開を図ってゆく予定である。

#### (1) 工場スタッフ業務のOA化

工場管理システムが管理する実績データを、マイクロメインフレーム結合により表化、グラフ化し、工場スタッフの計画立案や判断業務の質と効率向上を目指したOA化を展開する。

#### (2) 自動組立ロボットとのリンク

現在の自動組立ロボットはそれぞれ個々に稼動しており、段取り替えの指示等はまだマニュアル操作となっている。将来はFAシステムとのリンクにより、日程計画などから計画台数、段取り替えの指示等は、コンピュータにより行いたい。

#### (3) 各制御システム同志の相互バックアップ

工場内に張りめぐらしたμ-Σネットワークと、各制御システム用に同一機種の制御コンピュータを導入したメリットを生かして、各制御システム同志の相互バックアップを検討していく。

#### (4) 他工場FA化と工場間水平ネットワーク化

磐田第5工場は、FAシステムを成功させ、他工場へ適用するための、実験工場といった側面も持っており、将来FAシステムは部品加工工場や

車体組立工場などへも、順次拡大される予定である。そして今後の他工場の適用にあたっては本社と工場を結ぶ垂直ネットワークだけではなく、工場間の水平ネットワーク化についても検討していく。

## 7. おわりに

今回のFAシステムは、情報処理部門をはじめ、生産管理、生産技術などの各部門の若い力を結集したタスクフォースチームが、最新のFA技術に挑戦して構築したものである。そしてこの最新のFAシステムが稼動する磐田第5工場は、新しい世代のエンジン組立工場として、また当社におけるモデル工場としても充分機能し得るものと確信している。

## 【参考資料】

参考として図6に工場管理システムのハードウェア構成図を、図7にソフトウェア構成図を示す。



図6. FMSのハードウェア構成図

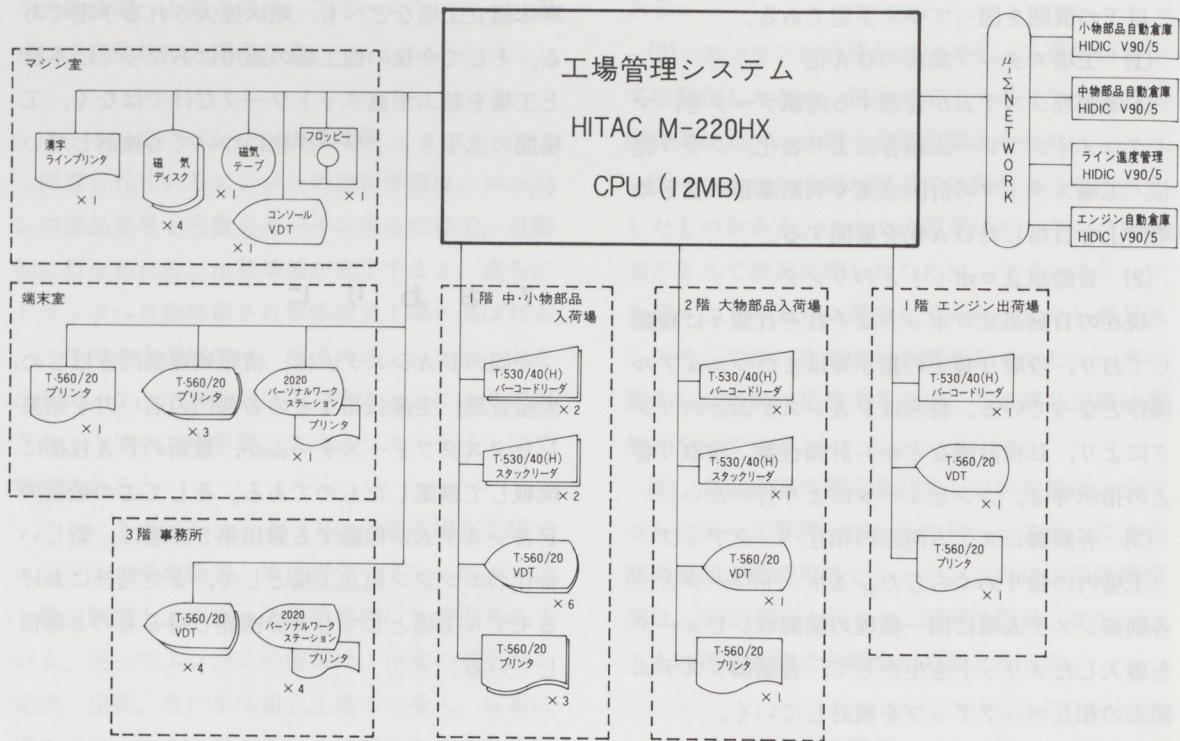


図6 ハードウェア構成図

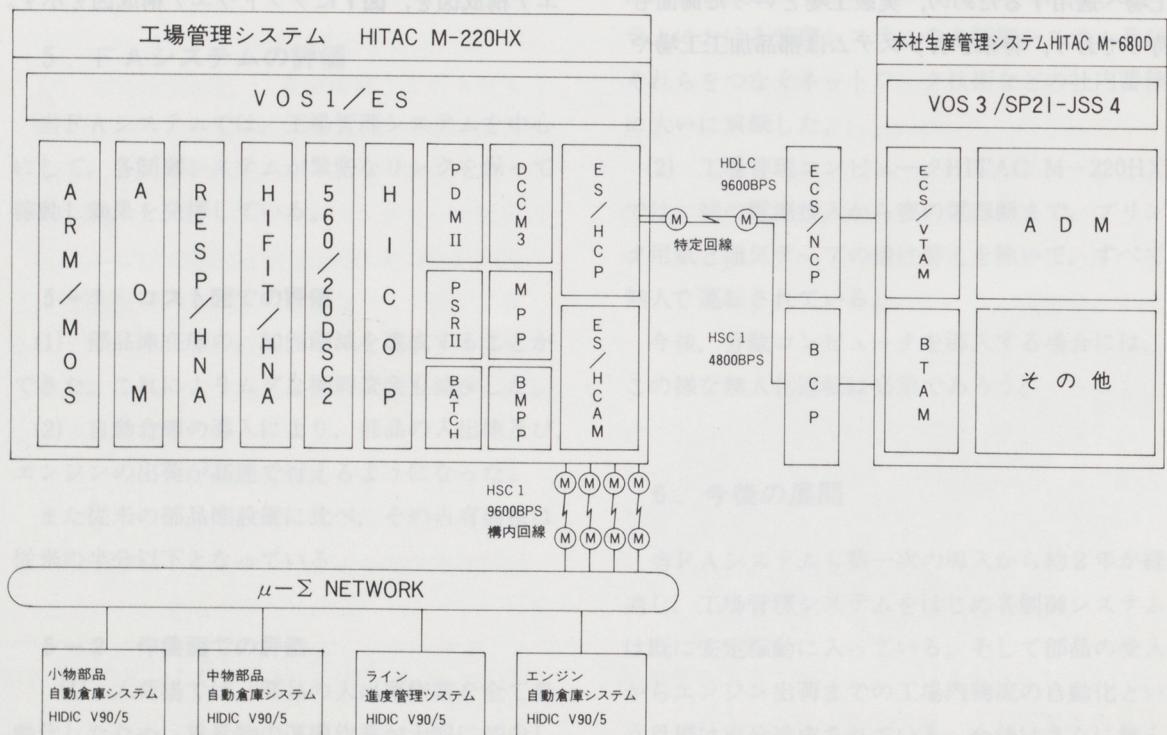


図7 ソフトウェア構成図