

一般製造業FAにおける計算機制御システム

Computer Control Systems for Factory Automation for Manufacturing Industry

製造業を取り巻く環境は、製品の多様化、市場競争激化などますます厳しさを増しており、FA化の動向も最近ではCIM指向にある。この中でHIDICは、工場全体の自動化の中心としてCIMの下辺の役割を担うが、最近のFA、PA、OA、EA機能統合化ニーズにこたえ、HIDICのほかにコントローラ、ワークステーションをLANで統合化したトータルFAシステムを構築した。本システムは、情報処理機能強化とともに分散化されたコントローラ群のソフト開発一元化を図るなど、システム構築の容易化を図っている。またトータルFAシステムとの親和性の高い小形FAシステムも用意し、小規模FAから大規模FAまで製造業FAの幅広い分野へ適用されている。

解良和郎* Kazuo Kera
 土谷健次* Kenji Tsuchitani
 結城正美* Masami Yâki
 三井善夫** Yoshio Mitsui

1 緒言

製造業を取り巻く環境は、製品の多様化、市場競争激化など厳しさを増しており、ますます柔軟で変化に強い高効率生産体制の確立が急務となってきている。FA (Factory Automation) 化の動向も従来の製造システム主体から販売・流通などの情報システムと直結したCIM (Computer Integrated Manufacturing) 化¹⁾の方向にあり、HIDICはこの中でCIMの下辺の工場自動化システムの役割を担う。最近のニーズはFAやPA (Process Automation) だけでなく、製造現場レベルのOA (Office Automation)、AI (Artificial Intelligence) 応用やシミュレーションのEA (Engineering Automation) など幅広い機能がある。これらを吸収し、また、これまでのFAシステムメーカーとしての数多くのFAシステム構築の実績に基づいて、トータルFAシステムを開発し、製造業FAの幅広い分野へ適用し、生産性向上に寄与してきた。以下、システムコンセプトと適用事例について述べる。

2 FAシステムの最近のニーズ

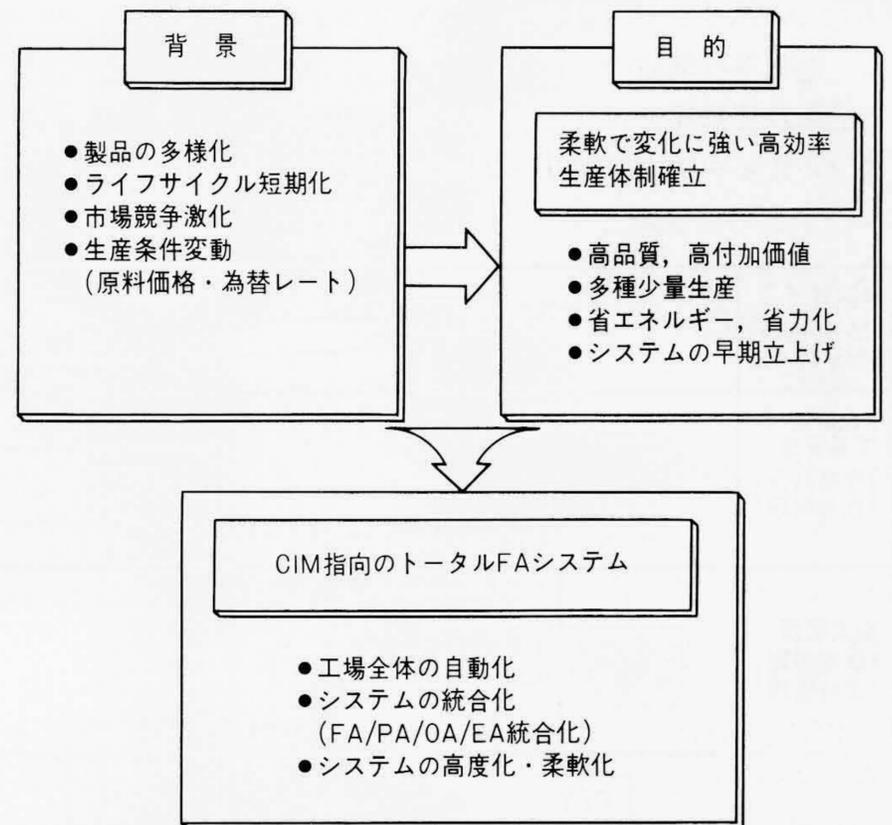
製造業FAの背景と動向を図1に示すが、最近のニーズは以下のとおりである。

(1) FA化の範囲拡大(工場全体の自動化)

設備個々の自動化から工場内搬送などの物流・検査・流通配送センターなど工場全体の自動化へ範囲が拡大してきている。また、既に導入済みのコントローラとの接続も必要である。

(2) 製造システムと情報システムの統合化

CIMへの対応のためには、FA、PAの製造システムの情報の集約化とOA、EAなどの情報システムからの自由な検索、利用など、両者の有機的な結合・統合化が必要である。



注：略語説明 CIM(Computer Integrated Manufacturing)
 FA(Factory Automation)
 PA(Process Automation)
 OA(Office Automation)
 EA(Engineering Automation)

図1 FAシステムの背景とニーズ 製品の多様化、ライフサイクルの短期化などの背景から、CIMを指向したトータルFAシステムのニーズが高まっている。

(3) システムの高度化・柔軟化

多種少量生産体制の下で、生産条件の変動に即して生産管理アルゴリズムの変更も必要となるが、アルゴリズムの柔軟化が要求されている。また従来ベテラン運転員で対応してい

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所機電事業本部

たスケジューリングやプロセス診断なども容易に計算機システム化できることが必要である。

(4) システム構築の容易化, 保守・拡張性の向上

FAシステムは容易かつ迅速にシステム構築でき, 更に生産ライン変動に即したシステム保守・拡張がスムーズに行えることが重要である。システムは分散化傾向にあるが, 分散システムのソフト生産性確保も課題である。一方, システム構築に当たってはトータルシステムの構想の下に, 段階的にシステム構築を実施できることが重要であり, この点から小形システムの構築が容易であることも大切である。

3 トータルFAシステムアーキテクチャ

3.1 システム構築上のコンセプト

以上のニーズを踏まえ, これまでの豊富なFAシステム構築の実績とノウハウを基に, トータルFAシステムを開発した。システムの基本コンセプトを以下に述べる。

(1) FA, PA, OA, EA統合形トータルFAシステム

分散形システム構成を基本とし, HIDIC, ワークステーション, プログラマブルコントローラ, 各種端末をLAN(Local Area Network)により統合したシステム構成である。

(2) 情報処理機能の強化

情報処理機能を担うはん(汎)用計算機とのデータコミュニケーションの強化, RDB(Relational Data Base), ネットワ

ークサポートの強化を図った。

(3) マンマシン機能, 端末レパトリーの強化

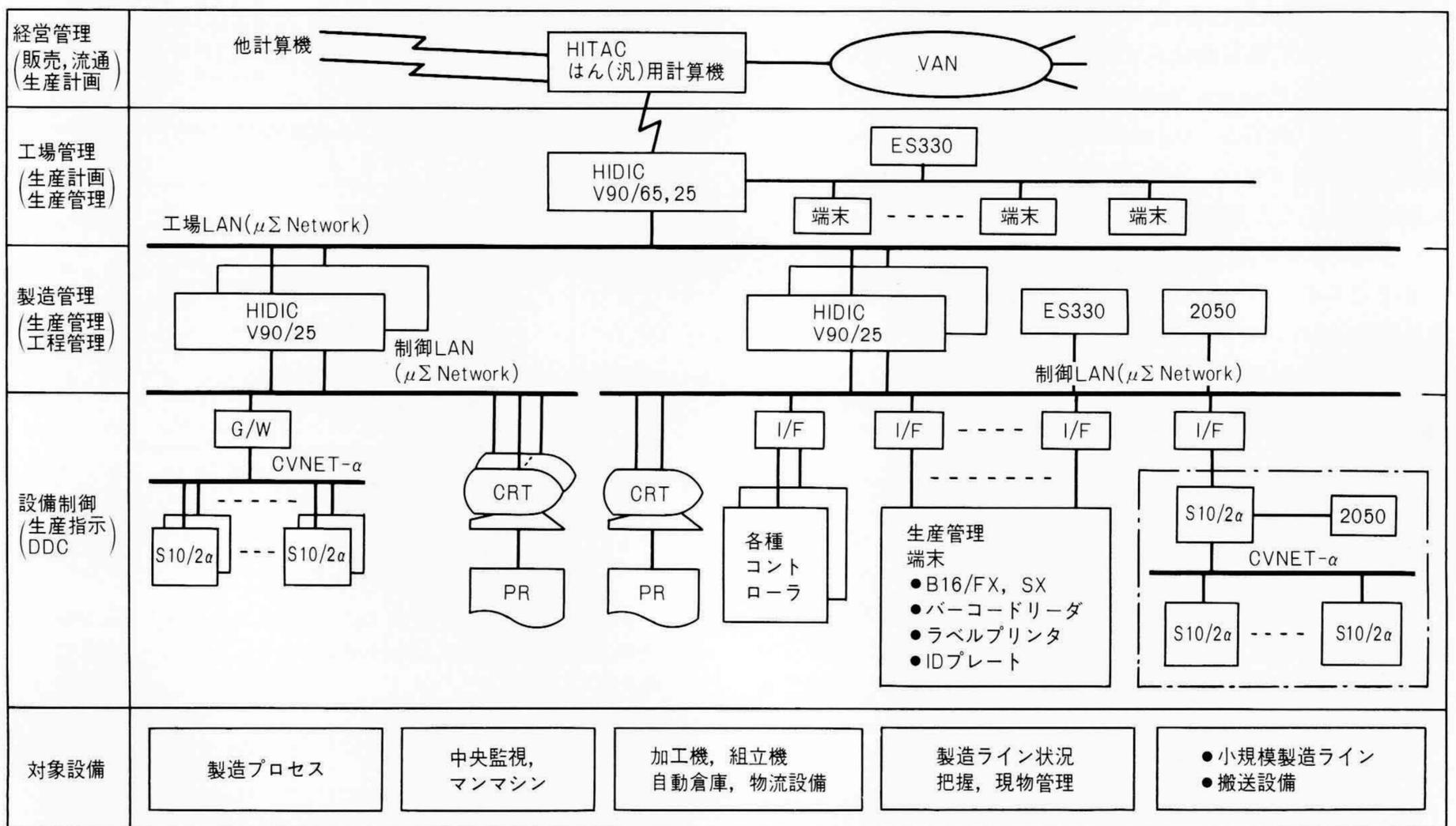
工業用グラフィックディスプレイから各種生産管理端末まで, 種々のFAシステムのニーズに即した端末を用意した。

(4) リアルタイムAI応用ほかソフトパッケージ充実によるシステム高度化, 柔軟化への対応

FA分野で他に先駆けてAIを応用し²⁾, ヒューリスティックなアルゴリズムの柔軟化を実現してきたが, 本格的なリアルタイム用知識処理システム構築ツールEUREKA³⁾(Electronic Understanding & Reasoning by Knowledge Activation)を使用することによって, 生産スケジュール・プロセス診断などのいっそうの高度化・柔軟化が可能である。また生産管理, PA分野など問題向きソフトパッケージによりソフト生産性向上と保守性・柔軟性向上を図っている。

(5) システムの信頼性・保守性・使いやすさの強化

システムの信頼性確保は重要であり, 二重系, 2対1バックアップなどの冗長系システムを簡単に構成可能とした。また分散形システムを基本とするが, ソフト開発, 保守は一元管理可能とした。具体的には, 上位システムでのシステム開発と, でき上がったソフトのネットワーク経由のダウンロードを可能としている。システム構築期間の短縮のポイントはソフト開発にあるが, リアルタイムUNIX^{*1)}の搭載によりソフト開発, テスト支援環境の充実を図った。



注: 略語説明 G/W(ゲートウェイ), I/F(インタフェース装置), VAN(Value Added Network), PR(プリンタ), CRT(Cathode Ray Tube), LAN(Local Area Network)

図2 トータルFAシステムアーキテクチャ HIDIC, プログラマブルコントローラ(S10/2α), ワークステーション(ES330, 2050)をLAN(μΣNetwork)により統合化したトータルFAシステムアーキテクチャは, あらゆるFAラインに適用できる。

*1) UNIXは, 米国ATT社ベル研究所で開発されたOS(Operating System)の名称である。

3.2 ハードシステムアーキテクチャと特徴

トータルFAシステムのアーキテクチャを図2に示す。システム構成は階層分散構成としている。計算機システムはV90/5シリーズ、コントローラは大規模分散構成も可能なS10/ α シリーズ、ワークステーションはOA用2050、エンジニアリング用ES300シリーズ、FA端末としてB16/FX, SX, その他バーコードリーダー、ハンディ端末、音声端末など各種端末を接続可能である。これらのコンポーネントをFA用LANである $\mu\Sigma$ Networkで統合化している。V90/5シリーズは $\mu\Sigma$ Networkを通して冗長系システム構成も可能である。

3.3 ソフトウェア体系と特徴

HIDICシステムのソフトウェア体系を図3に示す。OS(オペレーティングシステム)としては、リアルタイム機能を持っているUNIX^{*1)}をベースとしており、その上に種々の支援サブシステムを搭載し、エンドユーザープログラマブルであり、かつ高い生産性を特長とするソフト環境を実現している。

データベース支援としてはRDBを導入しており、他に高速アクセス用の主記憶共有ファイルも使用可能である。通信支援としては、HITAC, S10/ α シリーズ、パーソナルコンピュータなどとの結合の強化を図り、容易にトータルFAシステムが構築できる仕組みとしている。

S10/2 α との接続支援を図4に示す。同図のように入出力支援だけでなく、S10/2 α 内のプログラム開発もHIDICで一元管理することができる。またパーソナルコンピュータ通信に関しては図5に示すように、(1) 端末モード、(2) マンマシンモード及び(3) CPU(中央処理装置)モードの3とおりの機能を切替

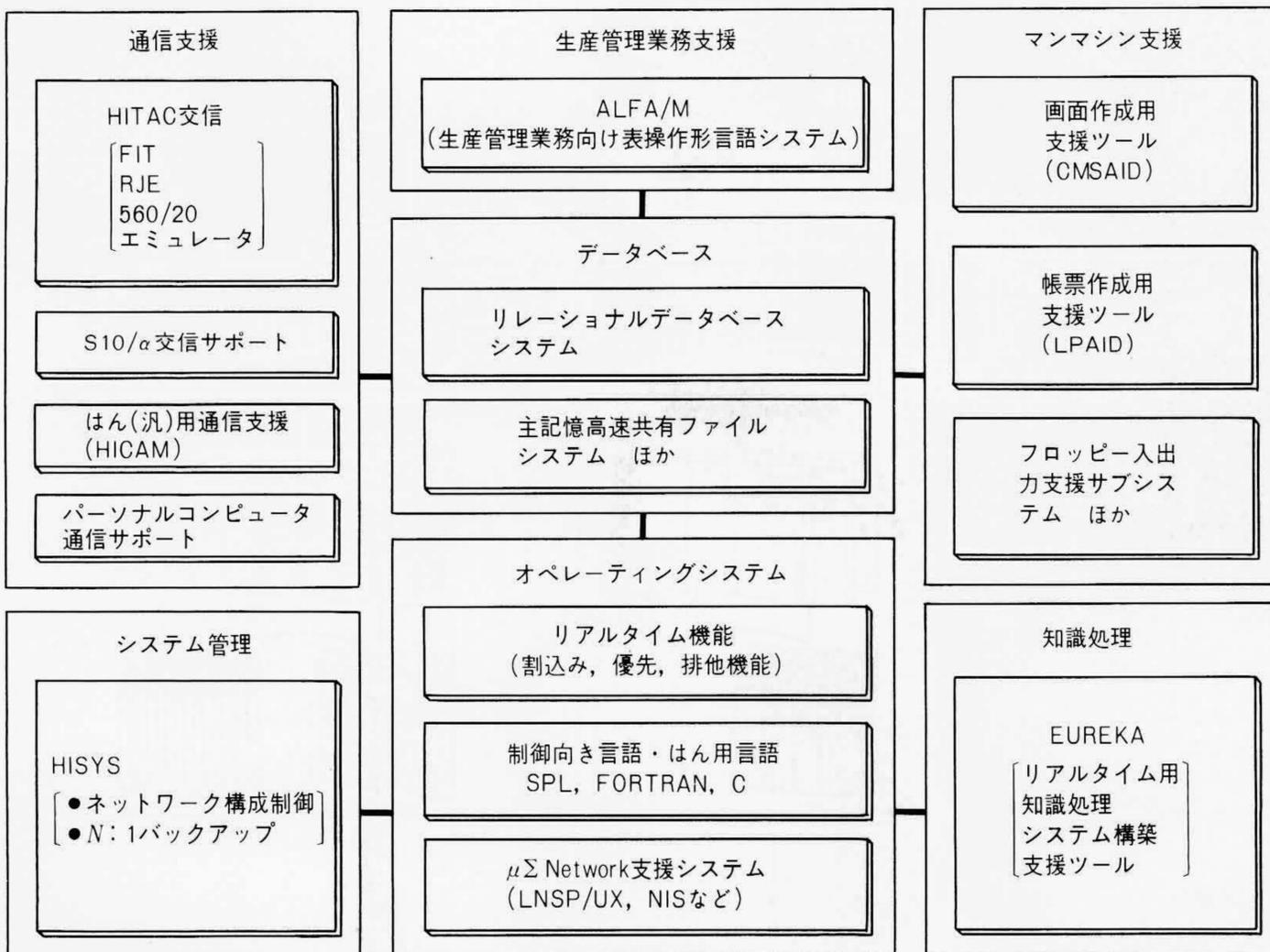
えて使用でき、種々のニーズを1台のパーソナルコンピュータで兼用することができる。

リアルタイム向けの知識処理ツールとしてEUREKAを具備しており、従来ロジック化困難であった業務のシステム化を可能としている。また、スケジューリングなどの生産管理業務向けとしては、表操作形式の言語システムであるALFA/M⁴⁾を利用でき、生産管理の諸機能を容易に作成することができる。

4 小形FAシステム

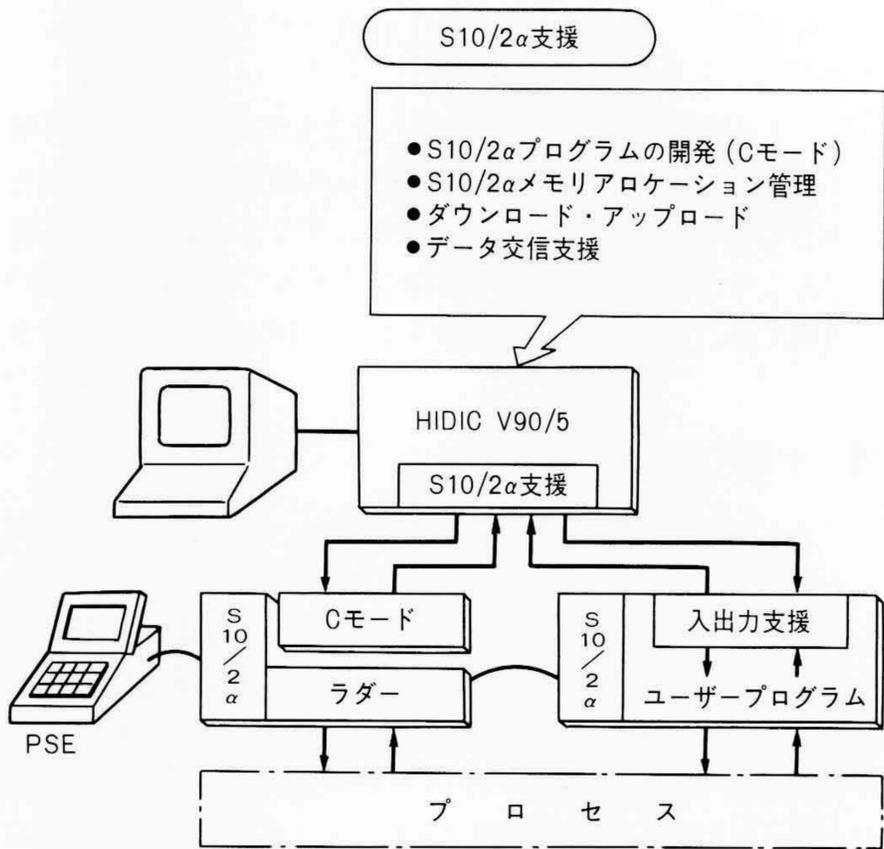
以上、トータルFAシステムについて述べてきたが、一般の多くのFAシステムは小規模FAから始まり、順次拡大してゆくケースが多い。このような場合のシステム構築は、トータルシステムの構想を固めながら、優先度の高い順に段階的に行えることが必要である。このために、小規模から大規模システムまで可能な高機能プログラマブルコントローラS10/2 α 、ワークステーション2050、FAパーソナルコンピュータB16/FXから構成される小形FAシステムを用意している。小形FAシステムの構成を図6に示すが、以下にその特徴を述べる。

- (1) S10/2 α は、最大2MバイトのメモリとCPUモード、シーケンサモードの二つのプロセッサの同時実行を可能とするコントローラで、CPUモードでは最大128個のマルチタスク動作を可能とするリアルタイムOS(CPMS: Compact Process Monitor System)を持つ強力なコントローラである。
- (2) S10/2 α のCPUモードでのソフト開発は、2050で可能である。2050はデータ管理、帳票、マンマシンの機能を持つ。



注: 略語説明
 FIT(File Transfer System)
 RJE(Remote Job Entry)
 HICAM(Hitachi Communication Access Method)
 HISYS(Hitachi System Management)
 ALFA/M(All Purpose Language for FA Management)
 CMSAID(CRT Man-machine Software Aid system)
 LPAID(List & Printing Aid System)

図3 FAシステム用ソフトウェア体系(生産管理レベル) リアルタイムUNIX^{*1)}を核に、DB(Data Base), DC(Data Communication), マンマシン, AI(Artificial Intelligence)ほかのソフトウェア体系を持つ。

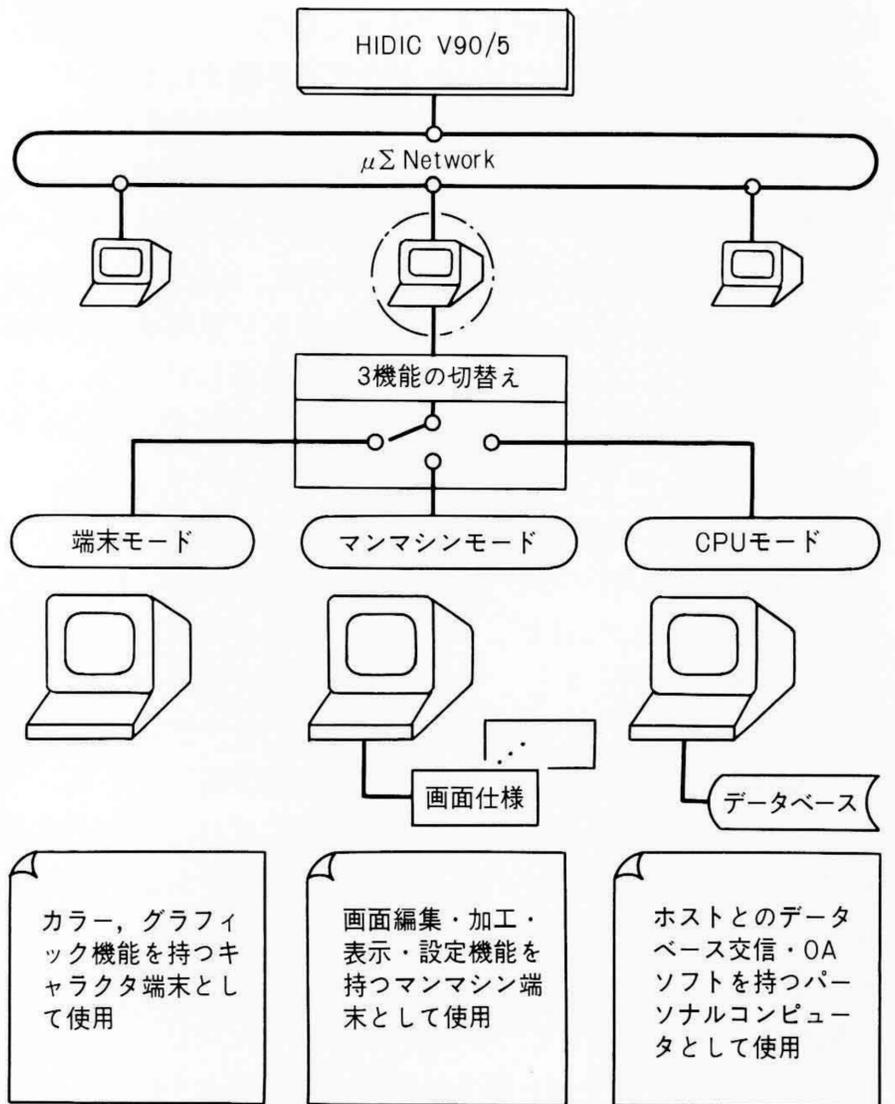


注：略語説明 PSE(Programming Support Equipment)

図4 S10/2α支援機能 S10/2αのソフト開発は上位HIDICで実施し、S10/2αへ直接ローディングが可能である。

(3) S10/2α間のネットワークとしてCVNET-αがあり、サイクリック伝送による制御データの高速伝送及びデータ通信が可能である。これにより、小規模から中規模までのシステム構築が可能である。

(4) S10/2α用プログラミング装置(PSE-α)でラダー、



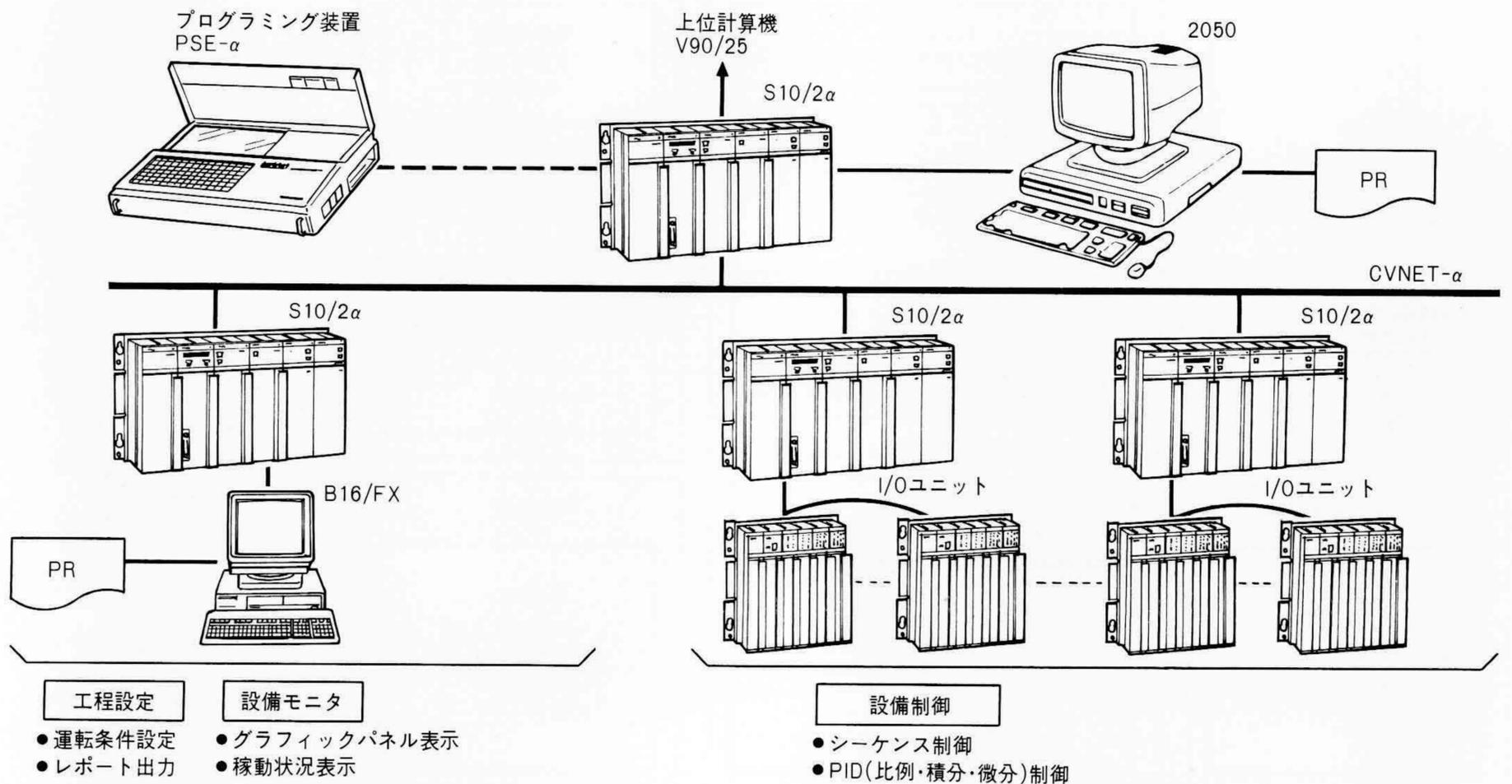
用途

(プログラム開発時)

(オンライン時)

(ローカルOA時)

図5 パーソナルコンピュータB16/SX, FX支援機能 パーソナルコンピュータとの接続で端末モード、マンマシンモード、CPUモードの1台3役の機能を持つ。



注：略語説明 PSE-α(Programming Support Equipment-α)

図6 小規模FAシステム構成 2050, S10/2αをCVNET-αにより接続することによって、小形FAシステムを実現する。

FABASIC (FA用BASIC言語), HIFLOW (シーケンシャルファンクションチャート形言語), 及びC言語でのプログラミングが可能である。

(5) FA端末としてハンディターミナル, 現物照合管理用非接触形ID (Identification) プレートなど豊富なオプションを持つ。

以上のコンポーネントを有機的に結合し, 簡単に小形システムの構築が可能である。

5 適用事例

トータルFAシステム及び小形FAシステムの適用事例について, 以下にその概要を述べる。

5.1 生産管理を主体としたFAシステム

金型工程生産管理システムの事例を図7に紹介する。本システムは生産管理を主体としたものであり, 機能としてははん用計算機から注文情報を受け, 部署能力・在庫状況を考慮し最適な小日程計画を立案する。本計画に従い作業指示を行い進捗・実績の管理をするが, 他に無人台車や自動倉庫の制御も行っている。

ハードウェアの特徴としては, パーソナルコンピュータ端末や生産管理端末などの現場ニーズに合った種々の端末を導入している。またソフトウェアの特徴としては, 小日程計画作成にALFA/Mを使用しており, 計画ロジックのビジュアル化と試行錯誤的構築を可能としている。

5.2 FA, PA, OA, EAを統合したトータルFAシステム

大規模食品製造プラントのトータルシステムの例を図8に示す。本システムは, 食品製造プロセスを複数のV90/25と数

十台のS10/2αによって分散制御し, 原料仕込みから製品こん(梱)包ラインまで一貫して制御するものである。また製品については, 自動倉庫を設けるとともに本社ホスト, 工場ホストのはん用計算機と直結し, 販売・流通情報によって流通コストの低減と迅速なトラック輸送を目的とした配送センター業務を合わせ実行する。EAとしてAI応用により設備の故障診断を実施している。また, OA機能は工場ホストで実現するとともに2050ワークステーションを用い, 現場で自由にプロセス情報を検索したOAが実現できる構成としている。

5.3 小規模検査システム

小形FAシステムの事例として小規模検査システムへの適用例を図9に示す。

本システムは, 複数の検査ステージを通過しながら検査を行い, 必要な全ステージの検査合格で検査合格書の発行を行うシステムである。

- (1) 非接触現場管理端末IDプレートを活用し, IDプレートは被検査品とともにライン内を移動する。
- (2) IDプレートには, 事前に該当品の検査基準情報が書き込まれており, 各検査ステージでは, 検査基準情報を読み出し検査し, 結果をIDプレートに書き込む。
- (3) 検査基準情報, 検査完了ステージの検査結果を, 被検査品ごとのIDプレートに持っているため, ライン内のトラッキングが不要となり, システム異常後の回復も容易となる。

6 結 言

以上, 製造業FAの最近のニーズとそれにこたえるトータル

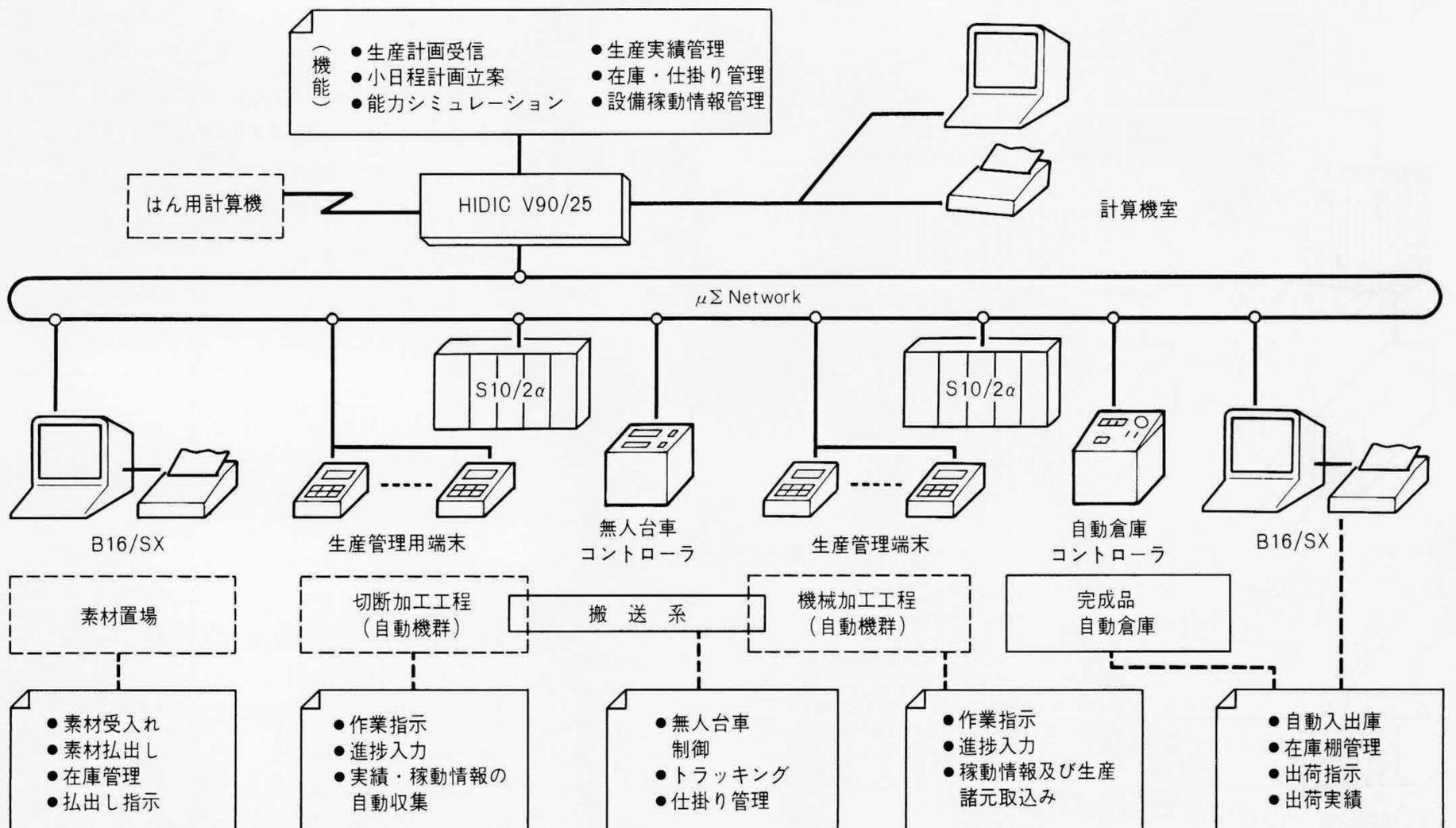


図7 生産管理を主体とした金型ラインFAシステム 生産管理はV90/25で実現した。生産管理端末としてB16/SX, DT(Data Terminal)を使用する。

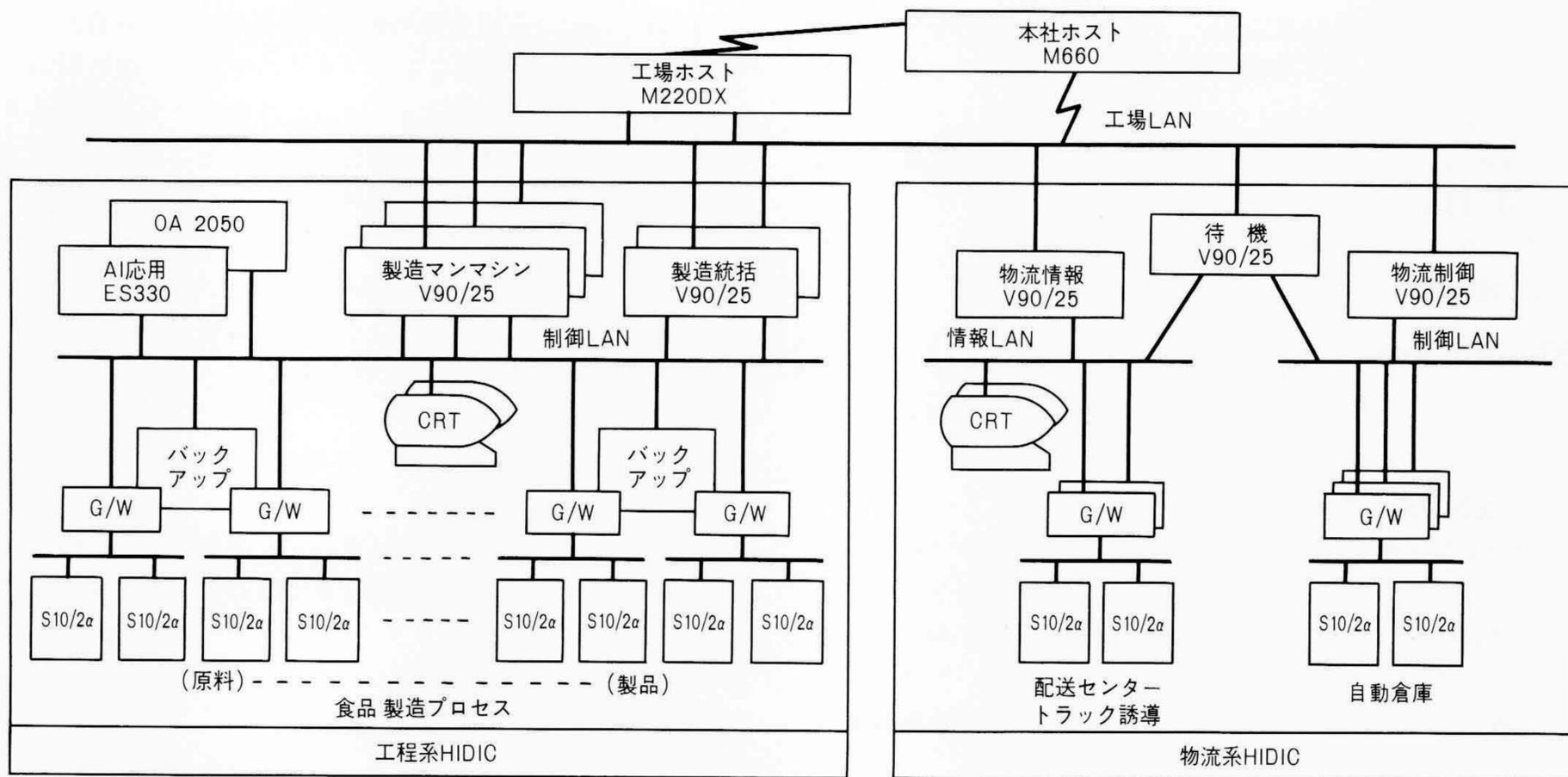
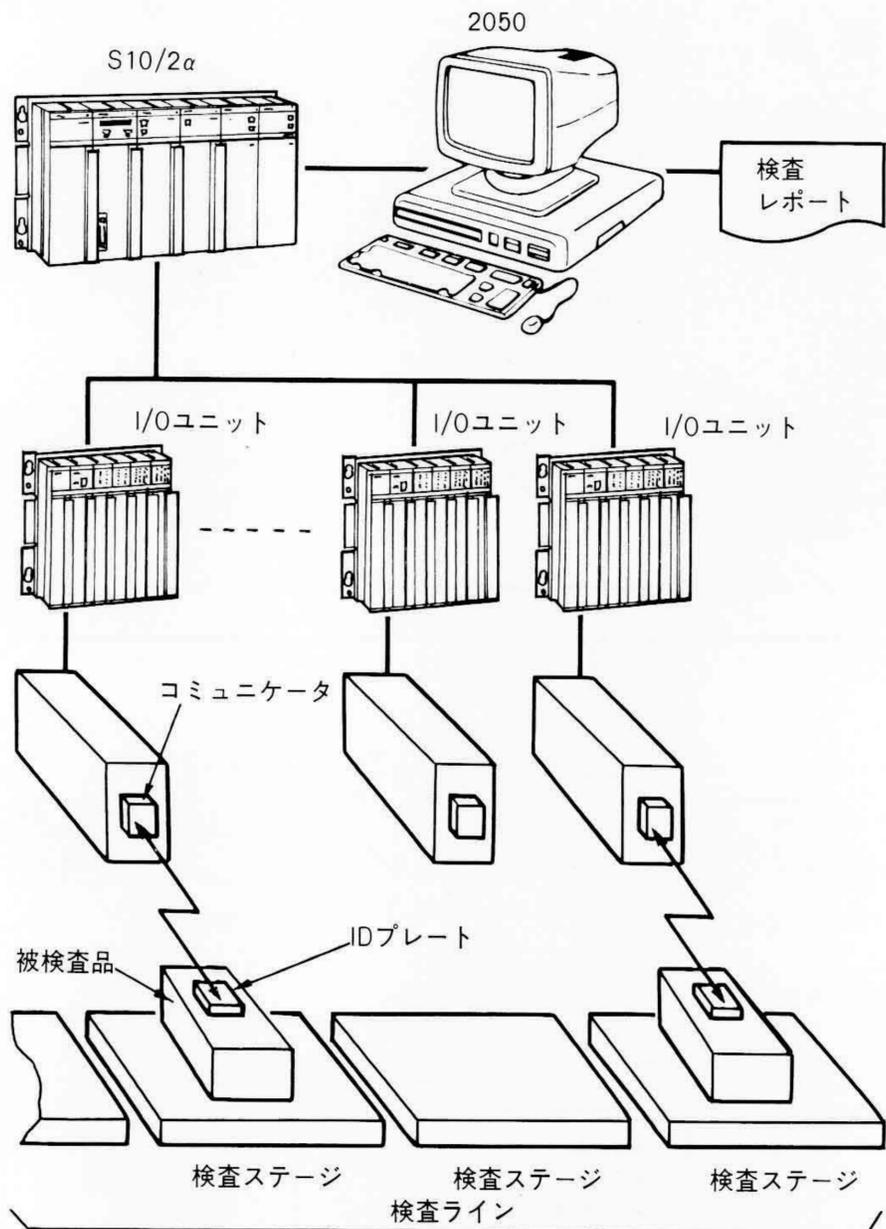


図8 食品工場におけるトータルFAシステム 食品製造プロセスの制御から製品出荷配送センターまでを含む、FA・PA・OA・EAを統合化したトータルFAシステムである。



注：略語説明 IDプレート (Identificationプレート)

図9 小規模検査システム例 検査ラインに非接触形IDプレートを使用し、コンパクトなシステムとしている。

FAシステムとその適用例について述べた。製造業を取り巻く環境は厳しく、FA化の動向もCIM化の方向にある。CIMの下辺の工場自動化を担うトータルFAシステムでは、システムの範囲が拡大し、単に計算機だけでなく、様々なコンポーネントを接続吸収する統合化技術、及びシステムアーキテクチャが重要となってきた。今回紹介したFAシステムは多数のFAに適用され、柔軟で変化に強い生産体制の確立に寄与してきているが、今後更にFAシステム構築、統合化ノウハウの蓄積を図るとともに、システムアーキテクチャの継続的ブラッシュアップを目指してゆく考えである。

参考文献

- 1) 佐久間, 外: EA, OA及びFAを統合化するCIMシステム, 日立評論, 70, 5, 501~506(昭63-5)
- 2) 解良, 外: 知識工学応用ルール形制御のFAへの適用, 日立評論, 67, 12, 957~962(昭60-12)
- 3) 船橋, 外: FA分野における知識処理システム構築用ソフトウェア“EUREKA”, 日立評論, 68, 11, 921~926(昭61-11)
- 4) 大成, 外: 生産管理用コマンド形言語, 日立評論, 68, 11, 931~934(昭61-11)