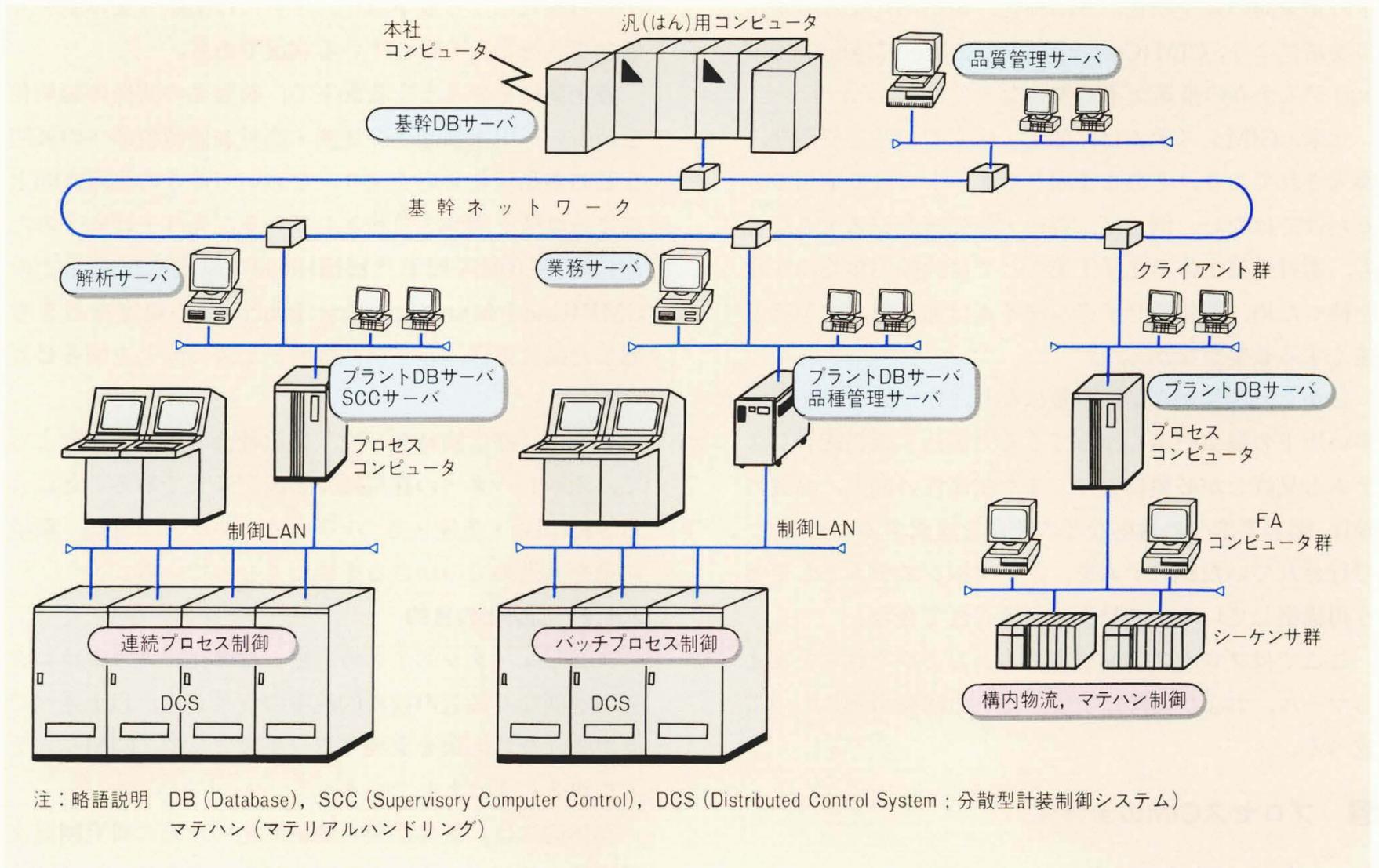


プロセス産業におけるCIMシステム—プロセスCIM—

—徳山曹達株式会社, 三菱化成株式会社, 株式会社ホーネンコーポレーション—

Recent Cases of “Process CIM” for Process Industry

加 治 進* *Susumu Kaji* 志和木 薫*** *Kaoru Shiwaki*
 川 口 幸 一** *Kouichi Kawaguchi* 三 好 康 弘**** *Yasuhiro Miyoshi*



プロセスCIMを構成する製品群 日立製作所は汎(はん)用コンピュータからプロセスコンピュータ, DCSまで, プロセスCIMを構成する機器をトータルでそろえている。

近年の消費者ニーズの変化に伴う社会環境の変化により, プロセス産業にもCIM (Computer Integrated Manufacturing) 化の導入気運が高まっている。特に多品種化によって情報サイクルの短縮化が必要になり, 従来導入されているDCS (Distributed Control System : 分散型計装制御システム) と汎(はん)用コンピュータとの間をシステム化していくことが, プロセスCIMの第一歩といえることができる。

ここでは, プロセスCIMの中核をなす生産管理システムの事例(製造データを横断的に把握し, 営業-

物流—生産を通じたデータの共有化, 管理データの日々の状況把握が重要), 中位のシステムとしてプロセスコンピュータを用い, 保安管理, 運転支援, 生産実績管理, プロセス解析・制御を行っているシステムの事例(汎用コンピュータおよびDCSとの接続が重要), および汎用コンピュータとDCSでの品種管理ソフトを用いて, 多品種生産を実施している事例をとりあげ, 今後のプロセスCIMの方向について考察した。

* 日立製作所 システム事業部 ** 日立製作所 大みか工場 *** 日立製作所 情報システム事業部 **** 日立製作所 計測器事業部

1 はじめに

プロセス産業(化学, ガス, 薬品, 食品産業など)は一般に装置型産業と言われ, 従来オートメーションの名のもとで個々の自動化, コンピュータ応用の合理化を進めてきた。ただし, システム化は部分的なものが多く, 近年の企業間の競争激化, 多品種化, 短納期化などの時代の要請により, CIM(Computer Integrated Manufacturing)システムの推進が不可欠となってきた。

元来, CIMシステムは, 加工・組立型の産業で開発, 導入されており, そのまま同じウエーブで応用できるわけではない。例えば, 製造・販売統合システムなども, 素材産業主体の化学工業などでは比較的多くの在庫を持つため, 情報のサイクルタイムは加工組立産業ほど速くする必要がなかった。

しかし, 製品が多品種少量になり, オーダーメイドが多い川下の製品が多くなってくると製造・販売統合システムも見直しが必要になり, また生産性の向上, 品質の確保, 顧客要求への対応などの使命を達成するため, 個々で行われていたシステムを, トータルシステムとしてどう再構築していくかの見直しが迫られてきた。

ここではプロセスCIMの考え方, およびそれらを支えるツール, および実際に実現している構築事例について述べる。

2 プロセスCIMの全体像

2.1 プロセス産業の状況とCIM化の目的

企業環境の変化とCIM化の目的についてまとめたもの

のを図1に示す。

2.1.1 社会的変化と企業の対応策

近年の低成長化経済, 消費者ニーズの多様化のもとでは, 従来製品の売れ行きが停滞し, ますます企業間の競争は激化している。利益の上がる製品には, 他企業からの参入も活発であり, 経済のグローバル化に伴って海外からの参入による競争激化, さらには国際分業体制を考慮せざるを得なくなっている状況である。

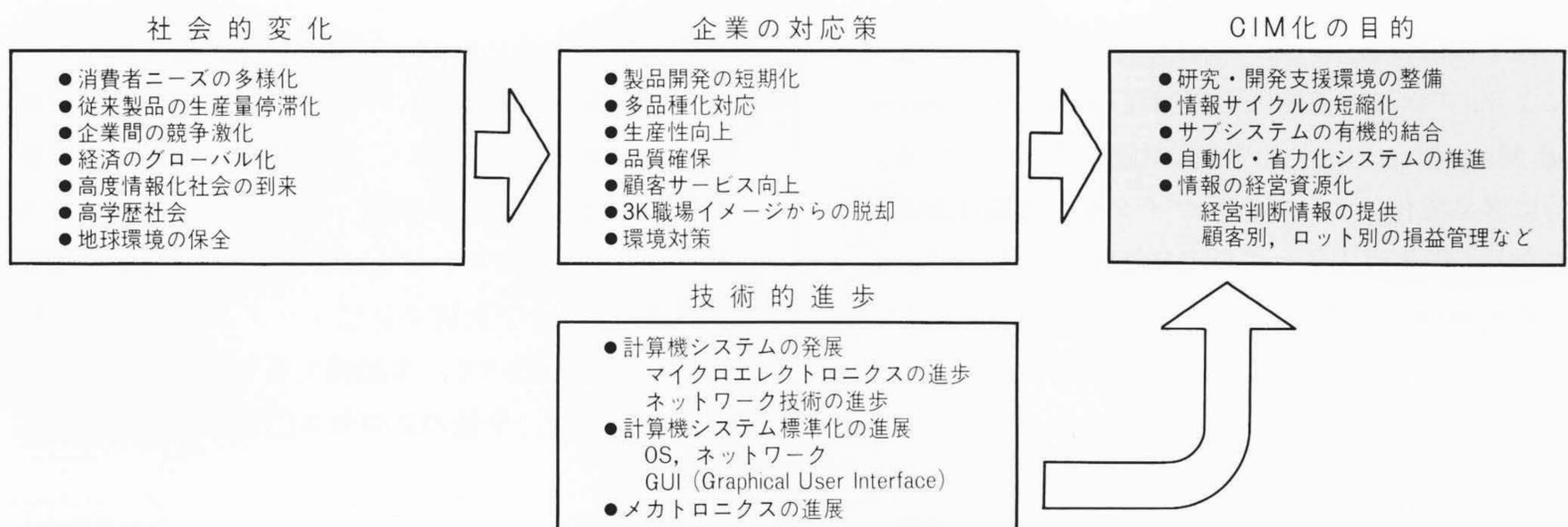
各企業はそのような状況下で, 新製品の開発の短期化をねらい, 川下製品への展開・高付加価値製品への展開などの多品種化対応を図り, なおいっそうの生産性向上によるコスト削減を急務としている。売り上げ向上のためにもISO(国際標準化機構)9000の規定や医薬品でのGMP(Good Manufacturing Practice)の規定などを考慮した品質確保, および顧客サービスの向上を図る必要がある。

さらに, 高学歴社会・脱工業化社会の風潮などによって, オペレーターの採用難や装置型産業であることによる3K(汚い・危険・きつい)イメージからの脱却, 環境対策をも進めてゆかざるを得なくなっている。

2.1.2 CIM化の目的

コンピュータシステムの進歩・標準化やメカトロニクスの進展など最近の技術的進歩の背景から, 以上述べてきたような対応策を実現する一手段として, CIMシステムを導入しようとしている。

具体的には, 製品開発の短納期化のために研究開発支援環境の整備を, また多品種化対応, 顧客サービス向上などのためにあらゆるレベルでの情報サイクルのスピー



注: 略語説明 3K (汚い・危険・きつい)

図1 企業環境の変化とCIM化の目的 近年の社会的変化と企業の対応策および技術的進歩によって, プロセス分野ではどこがCIM(Computer Integrated Manufacturing)化の目的になっているかを示している。

ドアップで対応しようとしている。すなわち、オーダー入力から生産計画立案、生産指示、実績管理、構内・販売在庫の管理などを、従来構築してきたサブシステムを有機的に結合し、リアルタイム化していくことになる。さらに、マイクロエレクトロニクスの進歩によってインテリジェント化された機器とコンピュータシステムを結合し、現場作業だけでなく技術、事務作業をも自動化、省力化を図ることが重要な目的となる。それらを実現することによって、経営に必要な情報がより経営資源として扱えるようになっていく。

2.2 要求される機能

要求される機能を生産部門を中心に、主な機能を企業組織に従って階層的に示すと図2のとおりとなる。この中で経営管理、工場管理の部分は、レベルの差はあれ汎(はん)用コンピュータで実施しており、プロセス管理、装置制御の部分もDCS(Distributed Control System：分散型計装制御システム)、シーケンサなどによってかなりの範囲が自動化されている。しかし、現状では人がプラント管理の部分を実行していることが多く、DCSのデータをホスト端末から再度入力するような状況が残っている。この部分を自動化していくことが当面のCIM化の第一歩になると思われる。

2.3 システム構成の考え方

工場内のシステム構成を51ページの図に示す。ユーティリティ制御、連続プロセス制御およびバッチプロセス

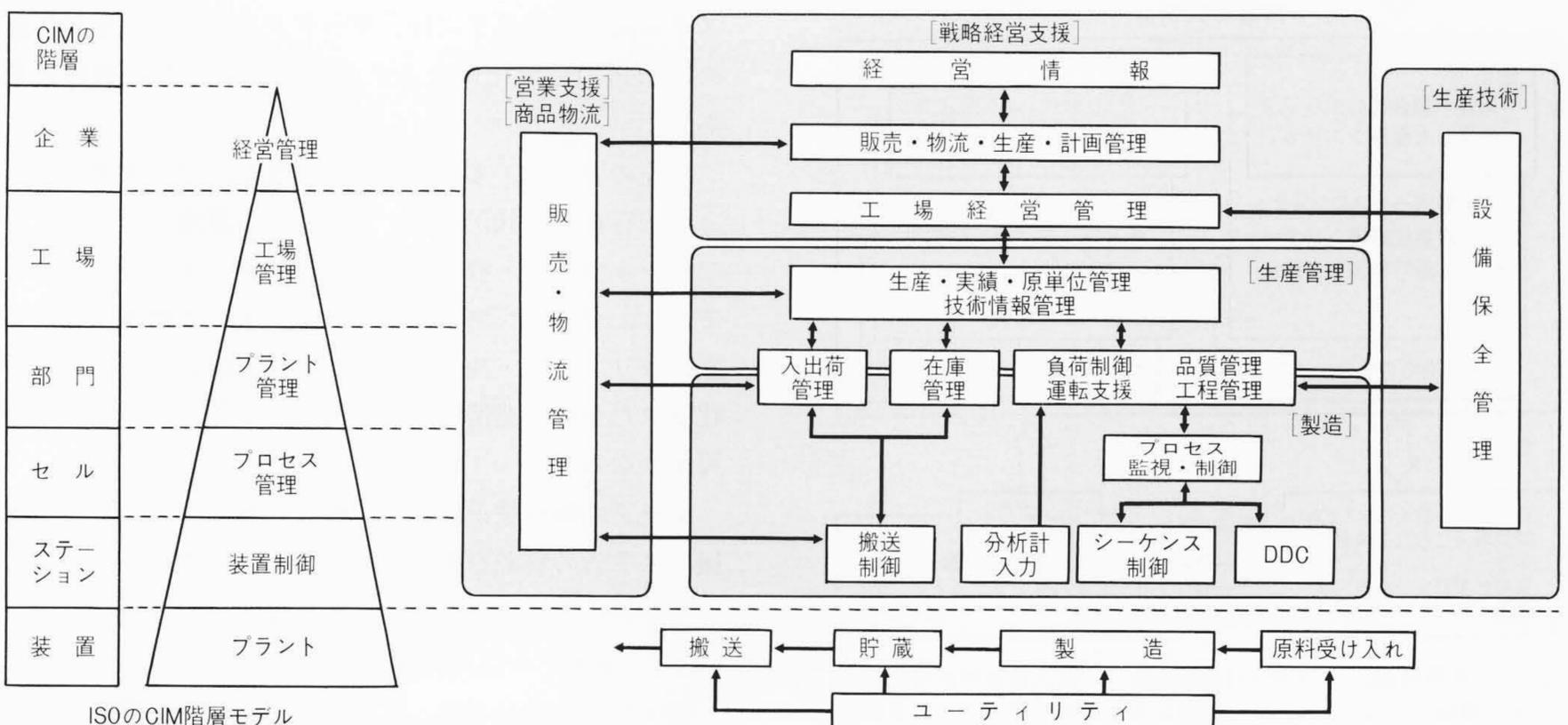
制御はDCSを中心に、構内物流、マテリアルハンドリング制御はシーケンサとFAコンピュータを中心に行われる。さらにその上位として、プラントDB(Database)サーバを置き、そのサーバを用いて、部門内あるいは工場全域にまたがる業務処理サーバとクライアントから成る各種のCSS(Client Server System)、SCC(Supervisory Computer Control)システム、解析システム、品質管理システム、原単位管理システムなどが構築される。この中では、工場管理用コンピュータも大規模な基幹DBを持つ一つのサーバとして考えられる。

3 生産管理システムの構築事例

3.1 プロセス産業生産管理システムの特徴

企業情報システムのCIM化動向の中で、生産管理システムの構築は従来の所要量計算、作業管理といった狭義のシステムでなく、工場での営業、生産技術、製造部門をも含めた広義の生産管理としてとらえ、工場情報化の中核として位置づけられる。ここでは、プロセス産業のCIM化推進事例として徳山曹達株式会社の生産管理システムについて述べる。

従来、日々の生産管理業務は、それぞれの製造部門が個別に実施しており、各部門の特質に応じて手作業による管理からプロセスコンピュータ、DCS、パーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。)、ワークステーションなどを結合した部門独自のシステムによる管理までさ



注：略語説明 ISO (国際標準化機構), DDC (直接計算機制御)

図2 生産部門を中心とした機能階層 機能を企業組織に従って階層的に表す。現状ではプラント管理の部分の自動化が進んでいない。

まざまな形態で運用されてきた。このように、部門ごとに独立したシステムであるため以下のような問題点を含んでいた。

- (1) 各製造部門の生産実績、その他のデータを横断的に把握することが困難である。
- (2) 営業—物流—生産を通じて、データ共有化が図られていない。
- (3) 生産受け払い実績など、管理データの日々の状況把握が難しい。

新生産システムにはこのような問題点の解決のために、本社・支店・工場全部門の独立したデータを対象とし、情報の共有化、一元化、集約化、分散化および即時化を適正に配置した形態が求められていた。業務課題、システム化の要件を図3に示す。

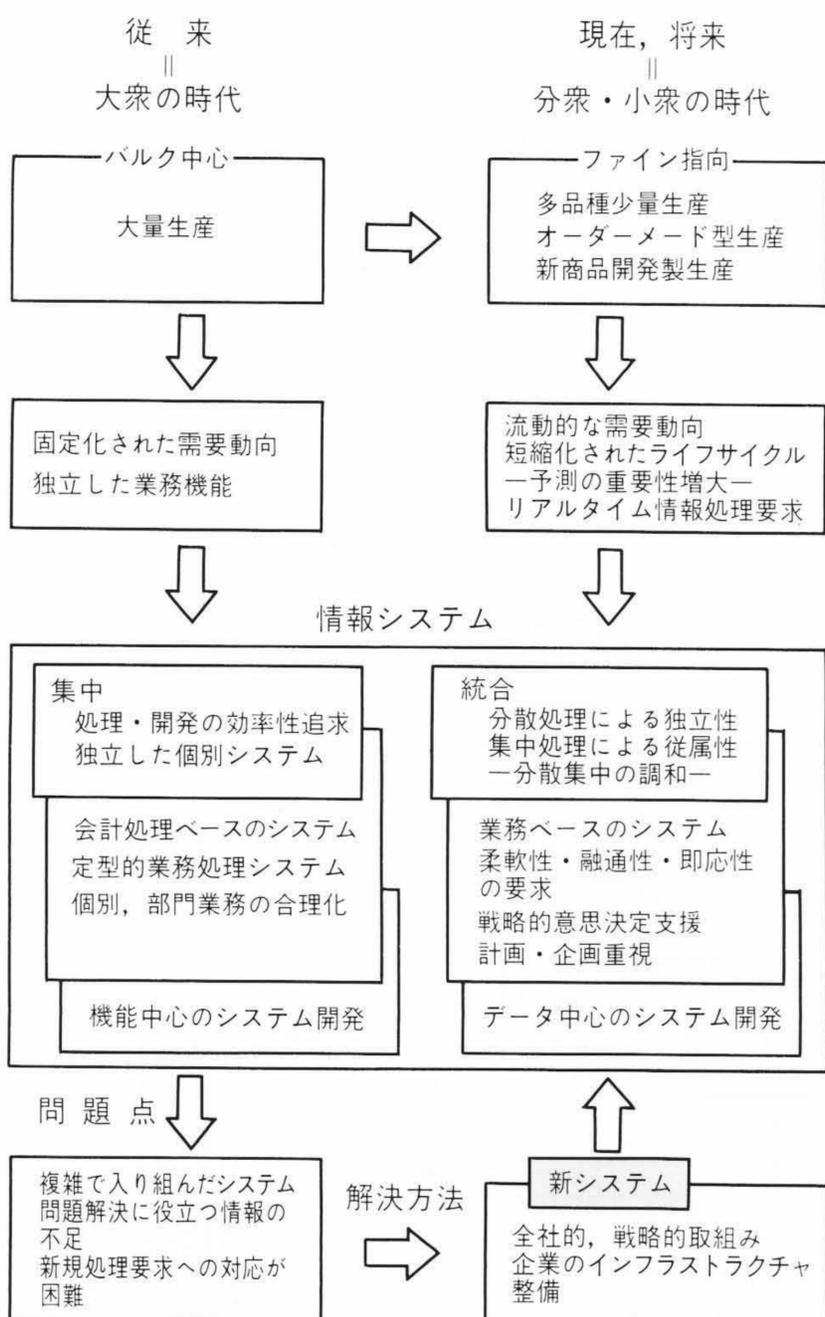


図3 業務課題、システム化の要件 徳山曹達株式会社新システム構築上の背景、ねらい、情報システムとして解決すべき課題と解決方法を示す。多品種少量生産に対応するため、個々に独立していた部門システムの統合と、情報インフラストラクチャの整備が必要である。分散システムと集中システムの調和が重要となる。

3.2 生産管理システムの方式設計

3.2.1 システム検討のポイント

前述したように、生産形態の異なる各種の業態が混在する場合、生産管理システムの各種生産形態への対応と総合化の検討のポイントとしては以下の点があげられる。

- (1) データの分散化と共有化の切り分け
- (2) オンライン即時性の追求と機能範囲明確化
- (3) 柔軟なデータ加工編集機能の基盤整備

各種生産形態へ対応するには、企業情報システム内の営業・物流・購買・会計・経営・意思決定支援システムと生産管理システムとのリンケージ、および個々の製造支援システムとのリンケージがある。

個々の製造支援システムについては、DCSも含めその特徴に応じて、独自のシステム開発・運用を行い、多種多様なユーザーニーズにこたえてきたが、これら個々に独立していた製造支援システムを総合化し、全社トータル生産管理システムとして機能させるには、従来の機能中心のシステム開発から、データ中心のシステム開発への発想の転換が必要となる。すなわち、各業務間の情報の流れを整備し、社内各階層ユーザーがアクセスするのに必要な情報を明確化することで、データの分散化と共有化の切り分けを行う必要がある。共有化すべきデータについては、統合化した全社情報システムや、製造支援システム内のデータベースサーバへ必要なタイミングで取り込み、情報の活用化を図っていくことになる。

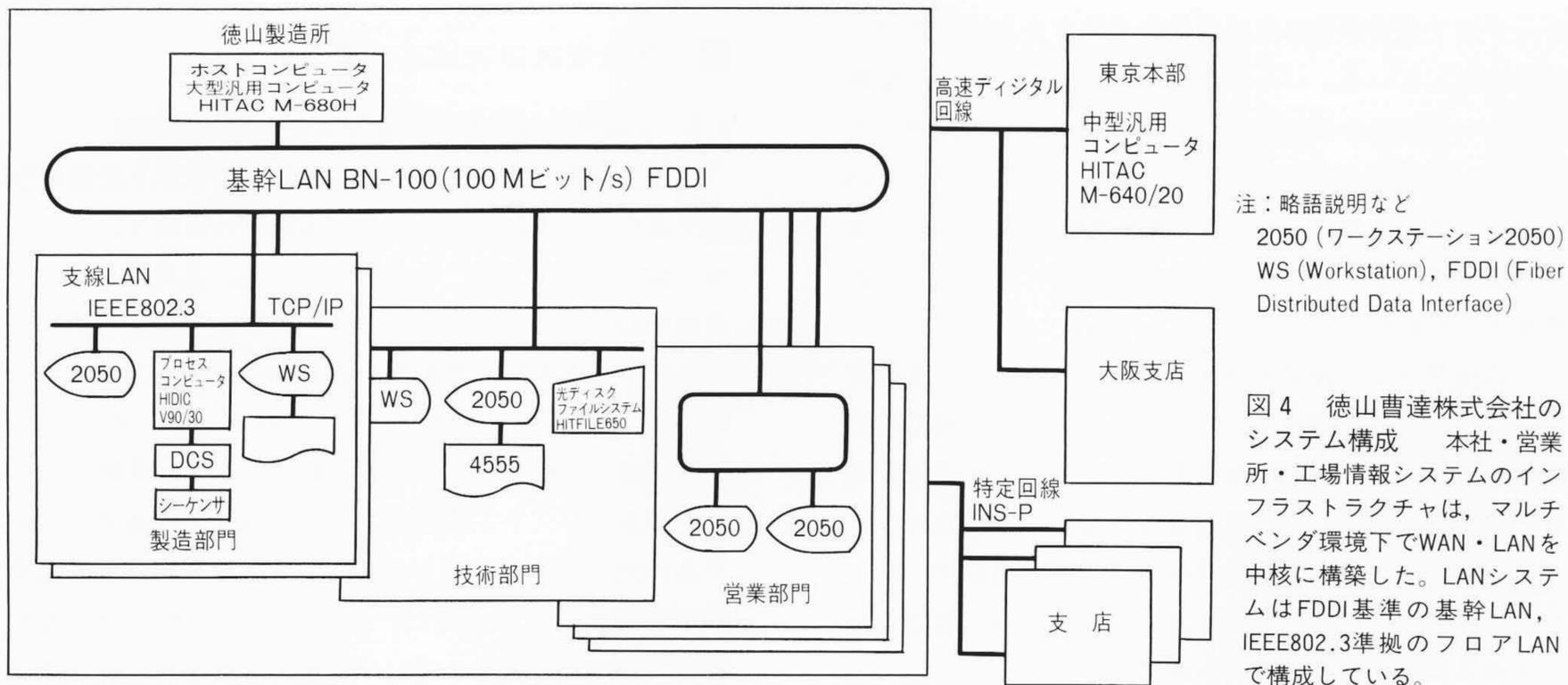
共有化するデータを各製造支援システムと全社情報システム間で受け渡すには、データフォーマットなどを含めた伝送の標準化がシステム開発効率向上に不可欠である。

昨今のように、多種多様なパソコン、ワークステーションが存在する状況では、オープンな環境でのプラットフォームづくりと標準化されたデータ伝送の授受が必要であり、オープンプラットフォーム上での標準伝送の確立により、分散・独立していた製造支援システムと統合化された全社企業情報システムとの情報同期化の追求が可能となる。

データの即時性追求では、個々に独立している製造支援システムの資源を有効に活用し、全社情報システムとのオンラインによる結合が必要となる。

3.2.2 システム化具体策

徳山曹達株式会社は、多角化してきた事業構造への対応のため、情報システムのインフラストラクチャ整備と全社情報システムの再構築を行った。その一環として開



注：略語説明など
2050 (ワークステーション2050)
WS (Workstation), FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

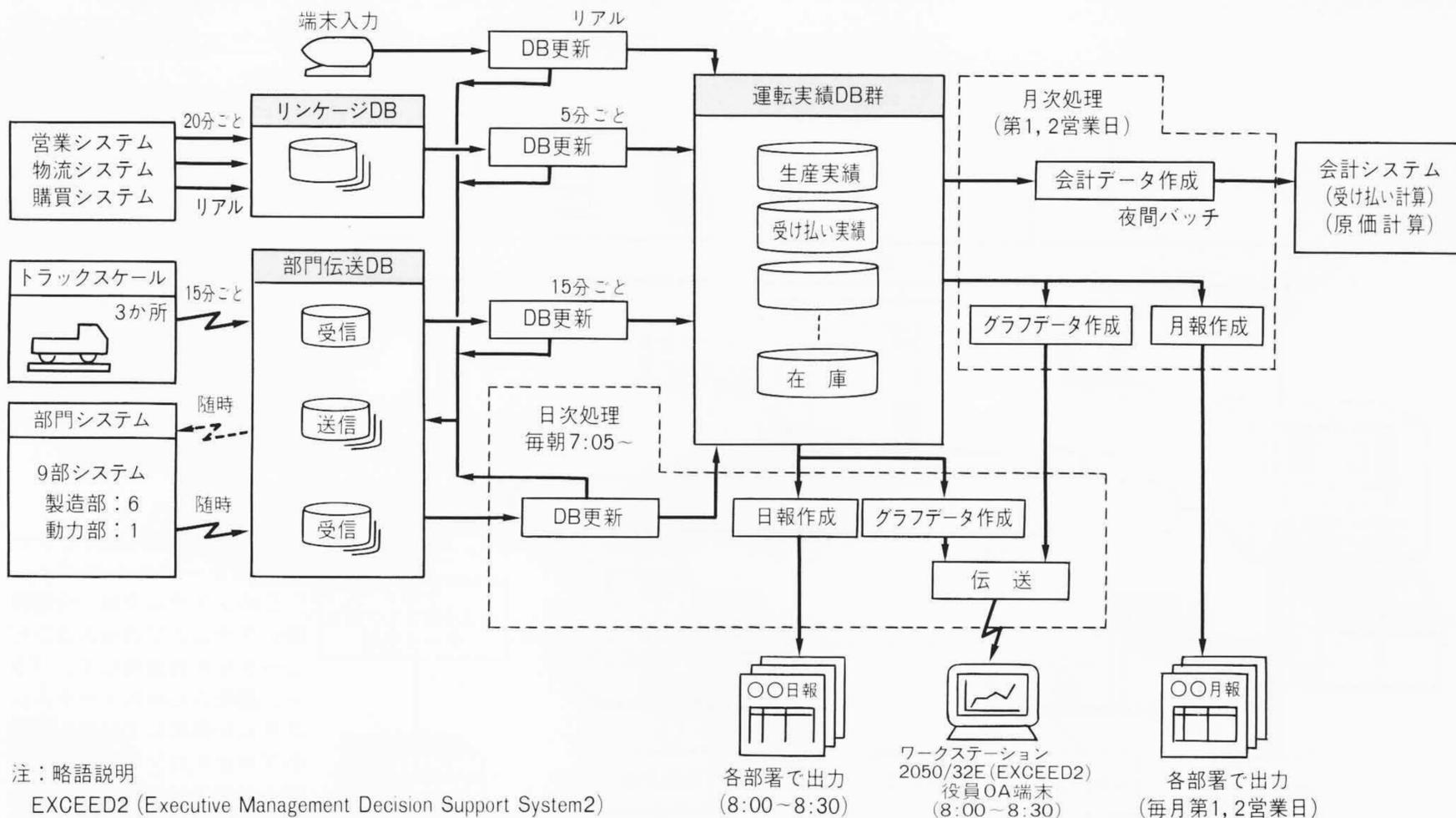
図4 徳山曹達株式会社のシステム構成 本社・営業所・工場情報システムのインフラストラクチャは、マルチベンダ環境下でWAN・LANを中核に構築した。LANシステムはFDDI基準の基幹LAN、IEEE802.3準拠のフロアLANで構成している。

発された生産システムは、各種生産形態への対応を図りながら、全社トータル生産管理システムと、工場製造支援システムのデータ分散化・共有化を実現している。このシステムの構成を図4に示す。

なお、全社情報システム内の各業務システム間の受け渡しデータは、業務間リンケージデータと称して必要なデータの抽出、タイミングなどを明確化し、業務システム

内データと同様に個々のデータ項目をデータディクショナリへ登録管理した、いわゆるデータ中心アプローチの手法を用いて統括管理している。

新生産システムの中核を成すのは、図5に示す運転実績管理システムである。このシステムでは、時々刻々の詳細製造情報をCSSなどを用いた製造支援システム内で個別管理し、全社情報システムが稼動するホストコンピ



注：略語説明
EXCEED2 (Executive Management Decision Support System2)

図5 運転実績管理システムの概要 徳山曹達株式会社運転実績サブシステムは新生産管理システムの中核サブシステムである。各製造現場、本社・営業所からの情報をリンケージデータベース、部門データベースに格納している。それらの情報は運転実績データベースに集約し、利用者に提供している。

ユーザ側では日単位の集約されたデータを共有化情報として管理している。バルク管理をする製品ロット管理を行うべき製品かの情報は、製造支援システム側からホストコンピュータへデータを伝送するときに付加している。データ伝送単位やデータの集約形態は異っても、ホスト側で処理が可能ないように、生産形態に応じた伝送の標準化が行われている。

その他プラント操業・詳細品質データなどは、製造支援システムに保存されている。そのうち重要な機器の稼動状況・ユーザーに必要な品質データ・会計や在庫管理などに必要なデータは、製造支援システムからホストコンピュータへ、購入・検収データ、受注・出荷データ、マスターデータなどはホストコンピュータから製造支援システムにデータ授受が行われている。

このシステムを支えるネットワークシステムは、FDDI(Fiber Distributed Data Interface)準拠の100 Mビット/sの基幹LANを中核とし、支線LANにIEEE(米国電気電子学会)802.3LANを使用し、プロトコルとしてTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)を用いた。今や業界標準と言えるオープンシステムで構築されている。これにより、情報の共有一元化をさらに推進できる環境と今後のシステム開発への柔軟な対応が可能となった。

4 プロセスコンピュータシステム

4.1 プロセスコンピュータシステムの位置づけ

プラントを直接制御するDCSには、プラントを直接制御するため高信頼なシステムが求められており、シンプルで固い構成とすることが多い。一方、汎用コンピュータを中心とした工場ホストシステムは、独立した情報処理システムを形成しており、両者のつながりは比較的弱かった。これらに対しプロセスコンピュータシステムは、24時間連続運転に耐えられる信頼性、および柔軟なシステム構成とシステム機能により、DCSと工場ホストシステムの間位置して、より高度なプロセス制御・高効率操業を実現する。同時に、制御に特化したクローズなDCSの環境を、近年のオープン化・ダウンサイジングにこたえた環境に対応させるプラントデータベースサーバの役割をも果たすものである。

プロセスコンピュータシステムの導入は、プラントの安全・安定操業を維持するための保安管理機能、オペレーターに十分な情報を提供してオペレーター本来の特性を生かす運転支援機能、生産実績管理機能、およびプラントデータベースを活用したプロセス解析・制御機能の実現を目的とする^{1),2)}。

4.2 プロセスコンピュータシステムの構築事例

プロセスコンピュータを導入した三菱化成株式会社水

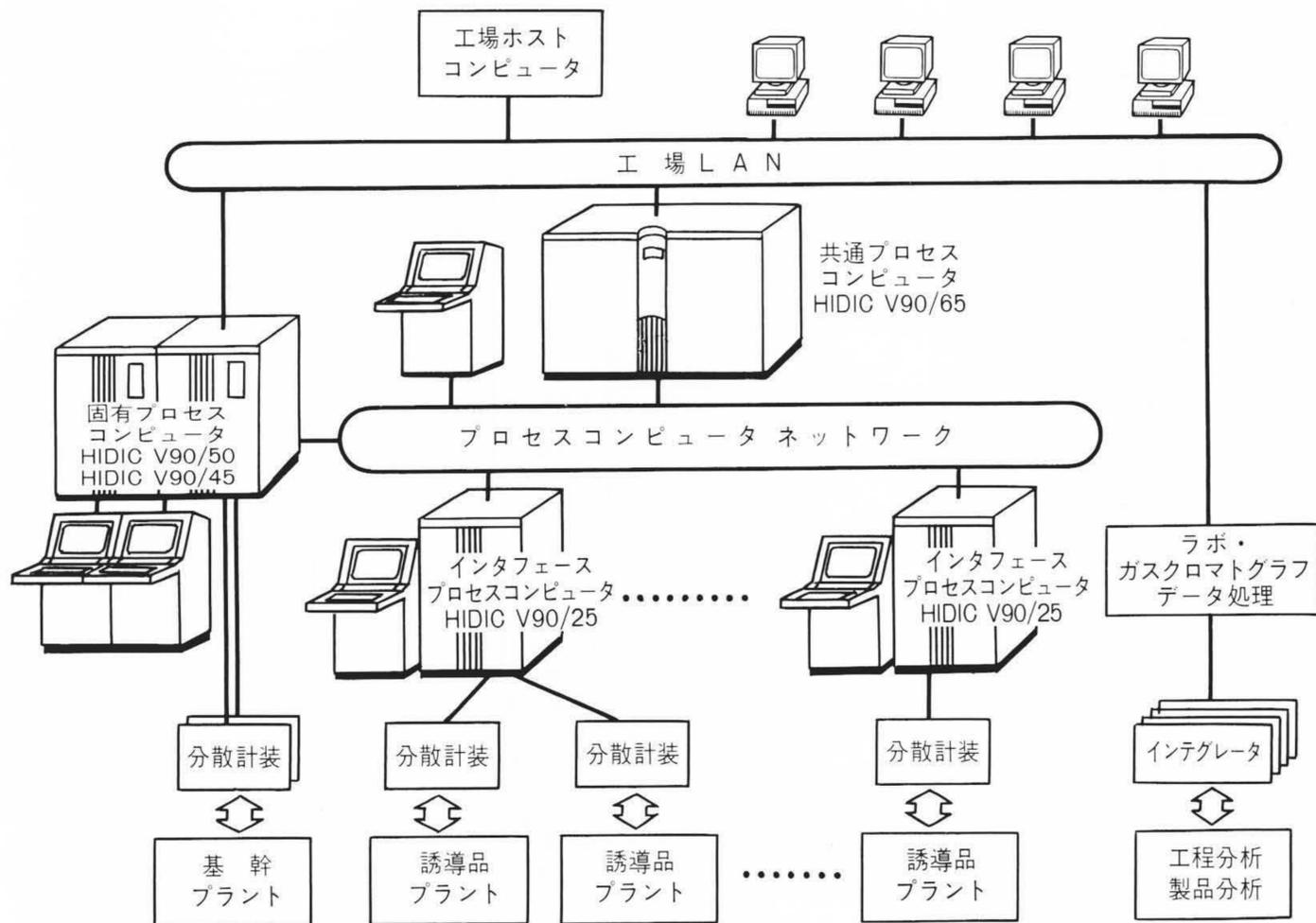
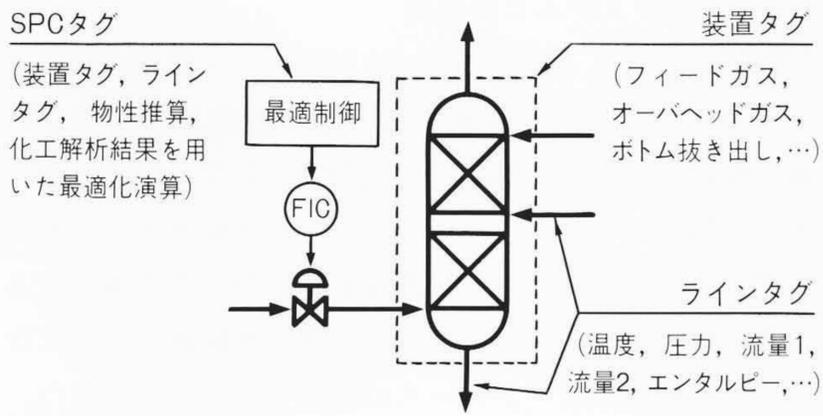


図6 石油化学コンビナート向けトータルシステム
このシステムでは、分散計装システムとプロセスコンピュータを有効活用して、プラント運転のためのトータルシステムを構成している。固有のプロセスコンピュータおよびインタフェースプロセスコンピュータはプラント個々を制御し、共通プロセスコンピュータはコンビナート全体を制御する。



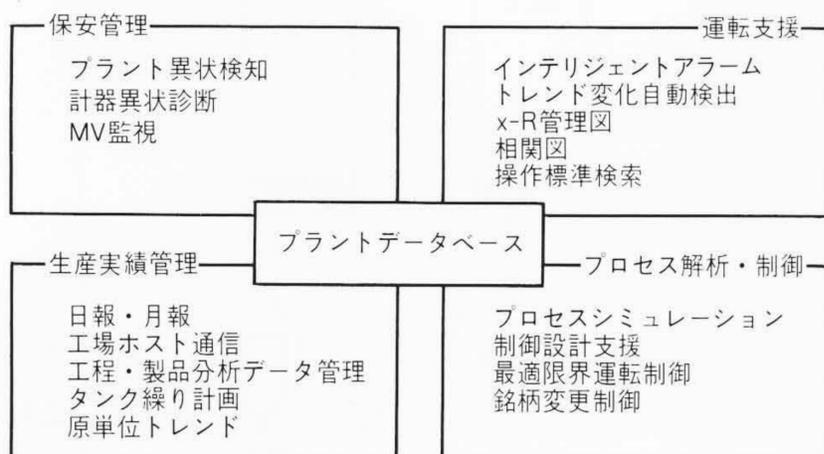
注：略語説明 SPC (Set Point Control)
FIC (Flow Indicator and Controller)

図7 PIASのデータベース構成 PIAS(Process Integration and Advanced Control System)ではデータベースの基本単位を高度化し、プラントを構成する装置およびライン(配管)とし、システム構築を容易にしている。

島工場の事例を図6に示す³⁾。このシステムでは、基幹プラント向けに固有プロセスコンピュータを配置し、誘導品プラントに対しては、DCS通信および最適制御を主な目的としたインタフェースプロセスコンピュータと、工場全体の監視・管理および工場ホストシステムとの通信を主な業務とする共通プロセスコンピュータを設置している。

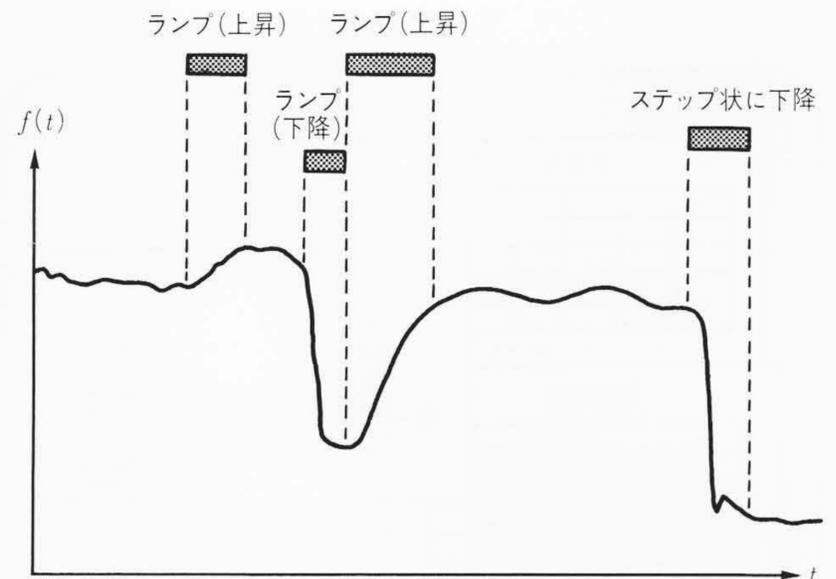
4.3 プラントデータベースの構築と活用

システムの構築に際しては、プロセスコンピュータ用ソフトウェアパッケージとしてPIAS(Process Integration & Advanced Control System)⁴⁾を用意している。PIASの特長には、プラントデータベースの単位を出入力点単位ごとでなく、プラントを構成する設備単位とした高度プラントデータベースの構築(図7参照)、豊富なマンマシン機能による運転員支援機能の充実、オープンアーキテクチャによる流通ソフトの有効活用などがあげ



注：略語説明 MV (Manipulate Variable)

図8 プロセスコンピュータシステムの機能 プロセスコンピュータシステムの機能は、保安管理、運転支援、生産実績管理、プロセス解析・制御に分類される。



注：略語説明 $f(t)$ (状態量関数)

図9 トレンド変化検出の例 時系列のプラントデータに対し、その挙動を示す「ことば」を付加して挙動変化を検出する。

られる。PIASを用いることで、ミニマムの工数でシステムを構築できる。

4.4 プロセスコンピュータの機能

プロセスコンピュータの機能を図8に示す。

(1) 保安管理

DCSなど制御システムの信頼性向上に伴い、センサ・アクチュエータのトラブルがプラントの安定稼動に大きく影響を与えるようになってきている。安全・安定操業のためには、的確な異常検知・診断が重要となる。そのため、プラントの異常検知、計器異常診断、MV(Manipulate Variable: 操作値)監視などによってプラントの保安管理を強化している。

(2) 運転支援

運転支援機能は保安管理機能と密接な関係を持つが、計器室の統合など運転員の負担が増加する傾向に対し、プロセスコンピュータを有効活用して、運転員の負担低減とプラントの安定稼動を実現する。必要な警報だけを適切に出力するインテリジェントアラーム、トレンド変化自動検出、x-R管理図、相関図操作標準検索などの機能により、運転員の支援を行う。

プラントの挙動管理を行うトレンド変化自動検出システム⁴⁾が有益な働きをする。すなわち、図9に示すようにプラントデータの挙動をコンピュータシステムが監視し、必要に応じて挙動変化を報告する。この機能は、運転員にDCSトレンド画面の定期的監視業務の負担を低減する効果を生み出している。また、プロセス診断では知識処理が重要な働きをするが、ルール記述では、トレンド変化検出システムが付加した「ことば」を用いるこ

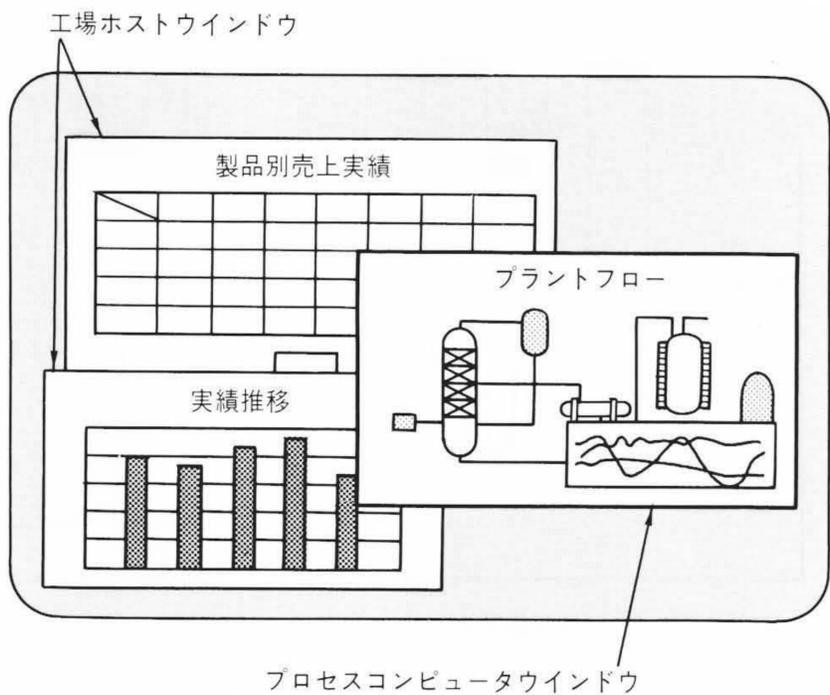


図10 工場ホストとの接続 汎用LANおよび国際標準GUIの採用により、ワークステーション上にプロセスコンピュータと工場ホストの両者のウインドウを同時に表示するシングルウインドウを実現する。

により、より柔軟な知識表現を可能とする。

(3) 生産実績管理

生産実績管理は、日報・月報などの帳票出力と工場ホストシステムとの通信を主業務とする。合わせて工程・製品分析データ管理、原単位トレンド監視などの機能も持っている。

(4) プロセス解析・制御

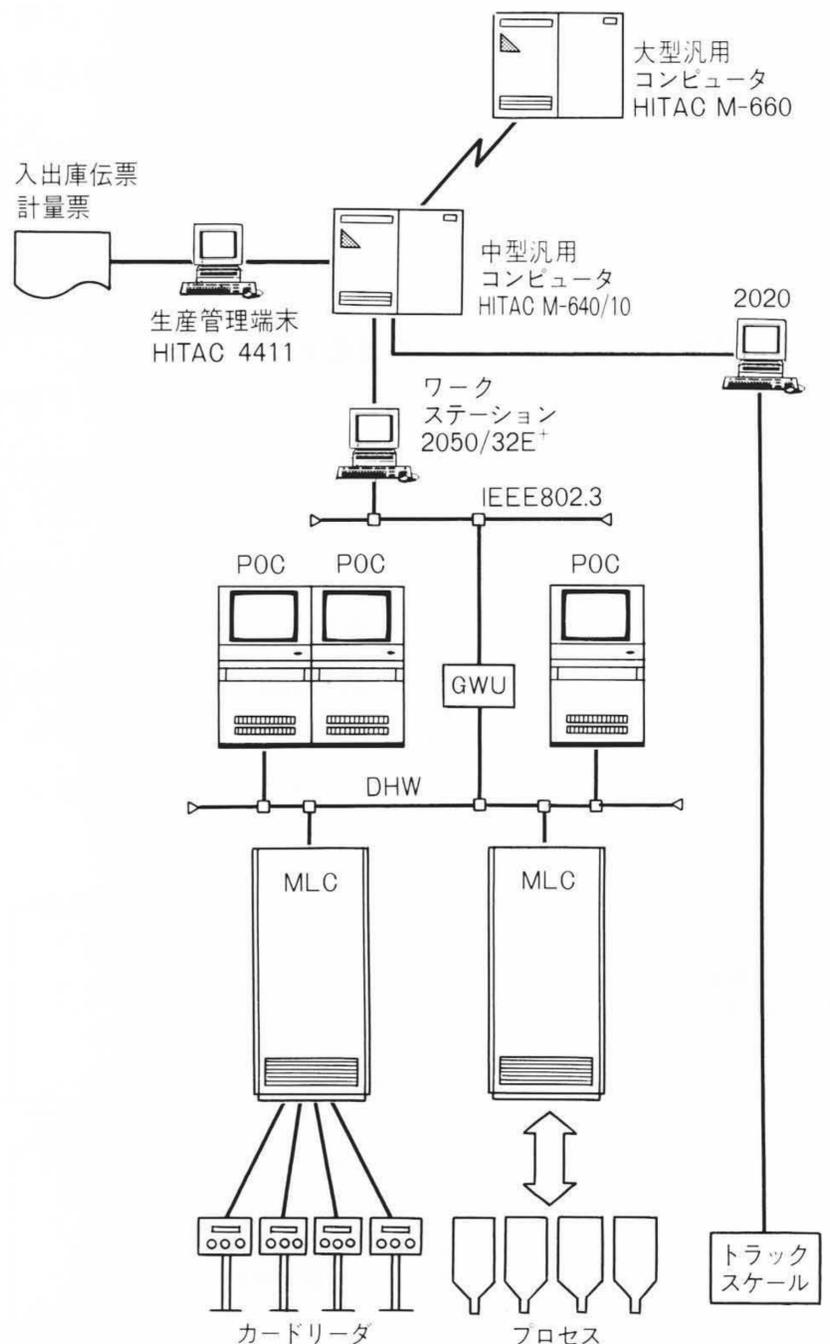
プロセス解析を目的としたプロセスシミュレーションまたは制御設計支援により、制御システムの改善を支援する。またDCSに対する設定値制御により、最適限界運転制御、銘柄変更自動制御も行う。

4.5 工場ホストシステムとの接続

工場ホストシステムとプロセスコンピュータシステムとの接続は、情報ネットワークとして広く利用されているIEEE802.3LANを介して行う。オープン化された環境では、ネットワークだけでなくGUI(Graphical User Interface)も国際標準化された環境下であり、同一端末で工場ホストシステムとプロセスコンピュータシステムの両者の端末機能を兼ねるシングルウインドウを実現する。図10に示すようにシングルウインドウは、売上げ実績などの工場ホストウインドウとプラントフローなどのプロセスコンピュータウインドウを同一端末に表示する。この機能により、管理業務に携わるスタッフが生産管理情報だけでなく、リアルタイムなプラント情報を参照することが可能となる。

4.6 DCSシステムとの接続

DCSシステムとの接続は、10 Mビット/s程度の汎用ネットワークを介して接続することが主流となりつつある。今回のシステム事例でも汎用ネットワークをサポートしたDCSのゲートウェイを介して、プロセスコンピュータシステムと接続する。高速ネットワークを採用することにより、数百データ/秒程度のデータ転送が可能となり、きめ細かなデータベースの構築を実現する。また、DCSのソフト端子を有効活用することにより、DCS画面上へのプロセスコンピュータシステムデータの混在表示、DCS画面からのプロセスコンピュータシステムデータの修正など、シングルウインドウ環境を実現できるようになり、今後の展開を図りたい。



注：略語説明 POC (Process Operator Console), GWU (Gate Way Unit) DHW (Data High Way), MLC (Multi Controller)

図11 システム構成 株式会社ホーネンコーポレーションのミール出荷システムのシステム構成例を示す。

5 DCS

DCSは、プラントの監視・制御を目的としたシステムであるが、プロセスCIMの中核としても重要な位置づけにある。

この章では、分散型計装制御システムEX-5000シリーズと汎用コンピュータHITAC Mシリーズをネットワーク接続したシステム事例として、株式会社ホーネンコーポレーションと共同で作ったミール(食用油を抽出後の脱脂大豆)出荷システムについて述べる。

5.1 システム構成

システム構成を図11に示す。

株式会社ホーネンコーポレーションの本社ホストコンピュータに大型汎用コンピュータHITAC M-660を、工場ホストコンピュータに中型汎用コンピュータHITAC M-640/10を配置し、その端末としてワークステーション

2020をトラックスケール用に接続している。プロセス制御を担当するEX-5000シリーズはMLC(Multi Controller:二重化マルチコントローラ)2台、POC(Process Operator Consol:オペレータコンソール)3台、およびDHW(Data High Way)などで構成している。出荷システムでは、品種管理が重要であるため品種管理ソフトウェアパッケージ(GMS:Grade Management System)を搭載している。また、工場ホストコンピュータとは将来の拡張性を考慮し、IEEE802.3を採用しワークステーション2050/32E+を経由して、HNA(Hitachi Network Architecture)によって接続している。

このような構成によって、このシステムでは、現場機器であるカードリーダーやトラックスケールから上位ホストコンピュータまでを統合し、データの一元管理を実現している。

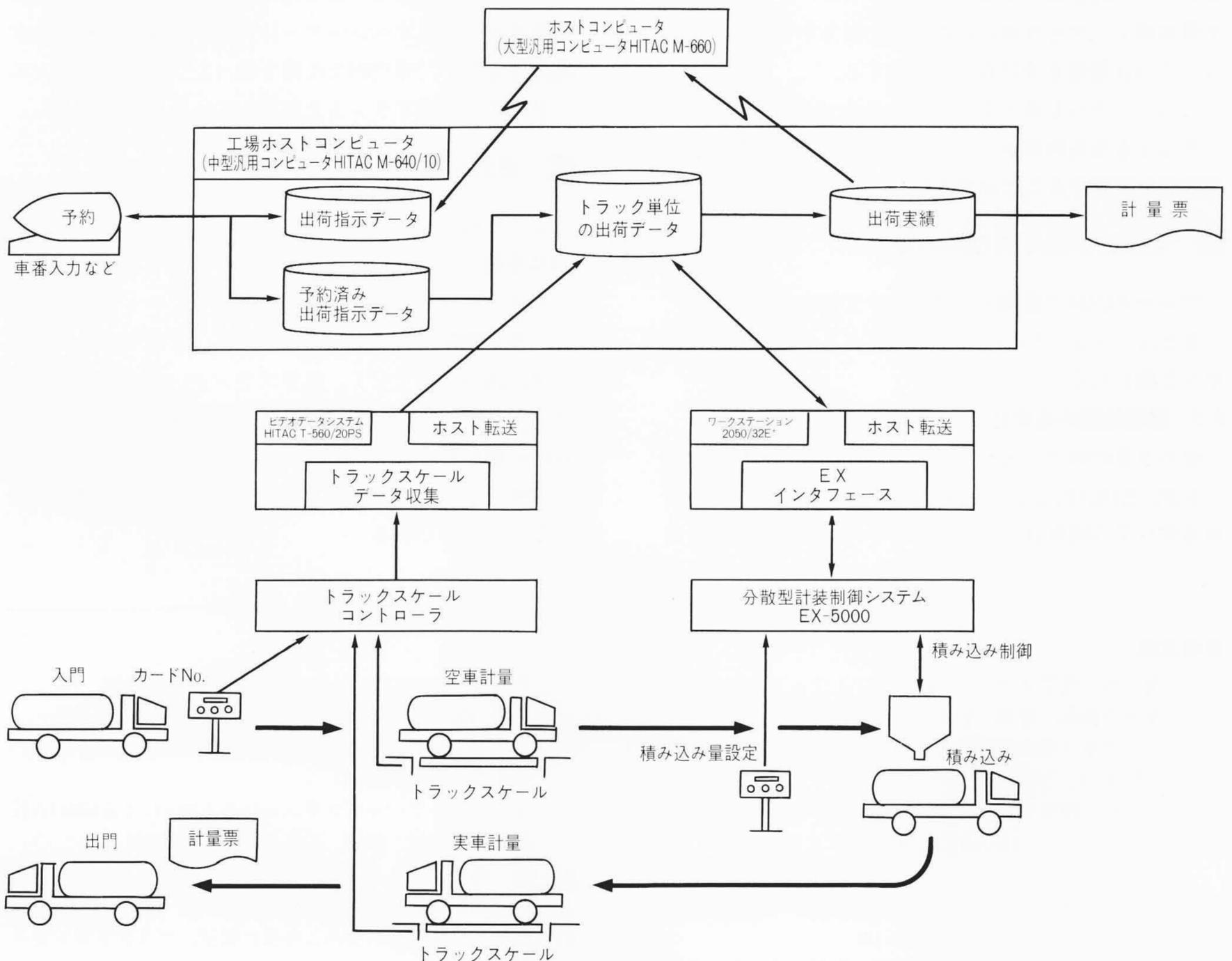


図12 データの流れ トラックの入門から積み込み、出門までのデータフローを示す。

5.2 システムの機能

データの流れを図12に示す。

出荷指示はホストコンピュータから工場ホストコンピュータに随時送信されている。

トラックは、入門時トラックスケール上でカードをカードリーダーに入れ、カードNo.と空車計量値をトラックスケールコントローラ経由で工場ホストコンピュータに送信する。トラックは積み込み場所に移動してその場所にあるカードリーダーにカードを入れ、カードNo.と積み込み場所No.を工場ホストコンピュータに送信する。工場ホストコンピュータは出荷指示データに基づいて積み込み指示(積み込み場所No., 品種, 積み込み量など)を分散型計装制御システムEX-5000に対して行う。EX-5000は、指示に従って積み込み制御を実行し、積み込み完了によって完了信号を上位に送信する。積み込みを完了したトラックは、再びトラックスケールに移動して実車計量を行い、計量値を工場ホストコンピュータに送信して出荷実績データを作成し、計量票を出力する。トラックは、この計量票を受け取って出門する。

このシステムを導入することにより、ホストコンピュータによる出荷指示からトラック出荷までの一貫した出荷管理を実現することができた。

6 今後のプロセスCIMの動向

プロセスCIMの動向としては、日立製作所が提唱しているヒューマンフレンドリーファクトリーの方向へ向かうと思われる。

6.1 情報処理の高度化

先の3章の例でも述べたように、今後はさらにマルチベンダ、EUC(End User Computing)環境下で生産に携わるすべての構成員が、好きなときに、好きな情報を自

分の席で端末を使って自由に見て、処理できるようになっていくと思われる。

6.2 運転操作の高度化

運転操作は、従来のCRTだけでなく70インチあるいはそれ以上の高精細マルチ大画面を使ったオペレーションになっていく。それらのディスプレイ上では、先の4章で述べた装置タグによる高度な監視や、音声によるマンマシンなどによる運転操作の高度化のほかに、コンピュータからの表示の中にITV(工業用テレビジョン)など現場からの情報がマルチメディア的に表示され、さらにそのイメージ情報を使って現場機器を操作する「画面直接操作」が行えるようになる⁸⁾。

6.3 現場監視の高度化

現場監視も、従来オペレーターが兼任していた一定時間ごとのパトロールも人間の五感を持ったパトロールロボットが代行することにより、作業環境の改善が図られる。さらに設備管理の高度化により、異常検出・設備診断などが行われオペレーターは従来の監視、運転員の立場だけでなく、専門的な技術を持ったプロダクションエンジニアとしてプラントを運営していくことになる⁹⁾。

7 おわりに

ここでは、プロセスCIMの考え方、およびプロセスCIMを導入している先進企業について述べた。

システムは今後も絶え間なく進化していくと思われるが、日立製作所は汎用コンピュータ、プロセスコンピュータ、DCSだけでなく、化学プラント、ロボット、シーケンサ、センサ、物流機器など総合電機メーカーとして幅広い製品群を持っており、そのノウハウを生かして、ユーザーとの協力のもと、より良いプロセスCIMを開発していく考えである。

参考文献

- 1) 小河, 外: 化学プラントの計装ソフトウェアその機能と開発の動向, 計装, Vol.31, No.2(1988)
- 2) 名取: 化学工場の将来像とオペレータ育成システム, 計装, Vol.34, No.8(1991)
- 3) 小河, 外: 時系列データの記号化によるプロセス状態変化検出システムIMARKの開発, 日立評論, 73, 8, 775~780(平3-8)
- 4) 浅見, 外: FA/CIMシステムにおける情報・制御技術, 日立評論, 75, 10, 641~648(平5-10)
- 5) 川口, 外: トレンド変化検出技法と化学プラント・インテリジェントアラームへの適用, 日立評論, 75, 2, 137~140(平5-2)
- 6) 横川: CIM対応をめざすDCSの今後の発展方向, 計装, Vol.35, No.2(1992)
- 7) 多比良, 外: バッチプラントにみるWSによるMMIの役割と位置付け, 計装, Vol.36, No.3(1993)
- 8) 谷: 産業システムにおけるヒューマンインターフェース技術の1動向, 電気学会誌, Vol.113, No.5(1993)
- 9) 大島: 設備管理の歩みと今後の展望, プラントエンジニア(1991/6)