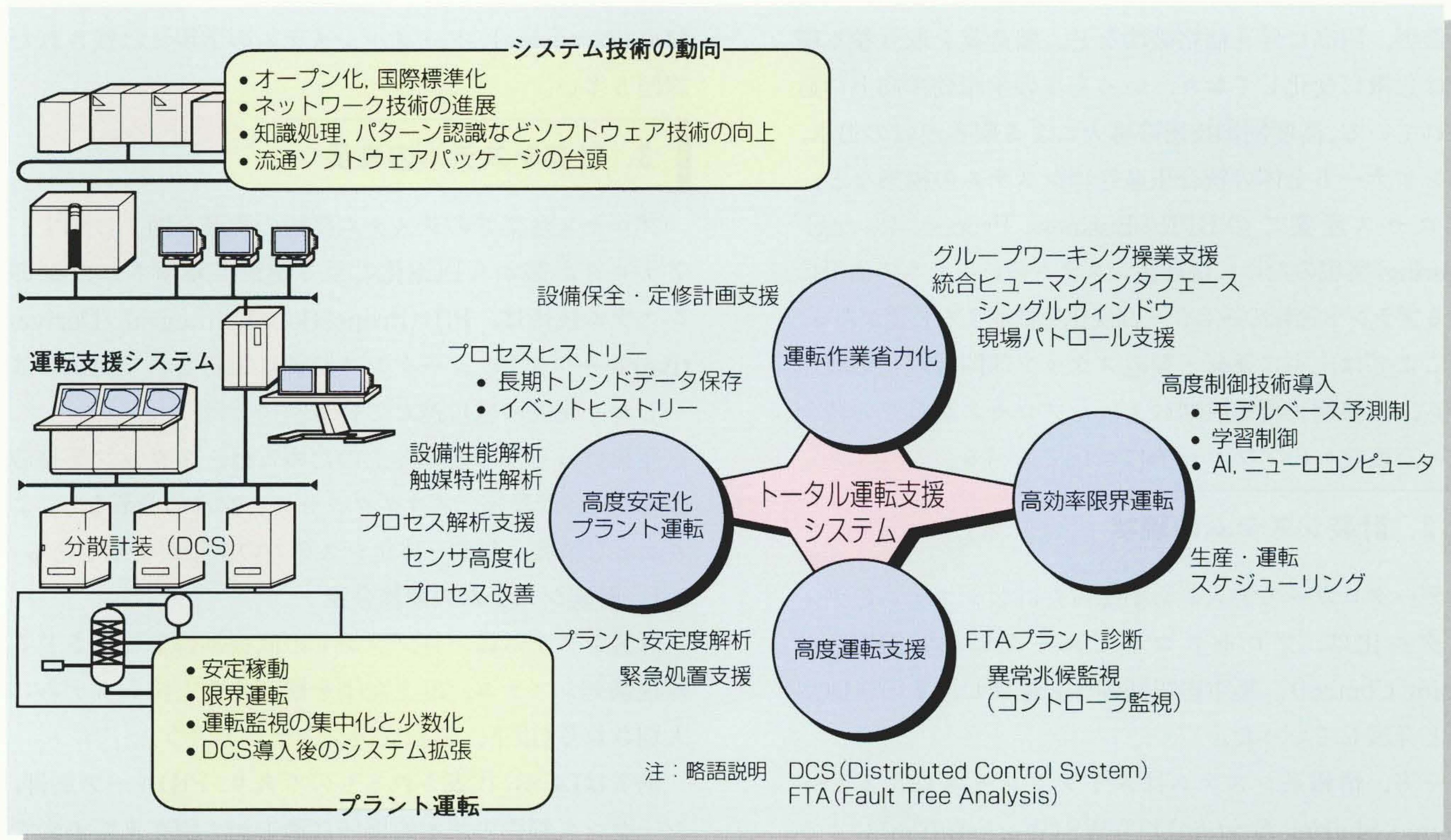


統合化・高度化を目指した 化学プラント運転支援システム

Integrated and Intelligent Operation Systems for Chemical Plants

手嶋 寛* Yutaka Teshima
山中史彦** Fumihiko Yamanaka
花島勝美*** Katsumi Hanashima



トータル運転支援システムのハードウェア構成と要素技術

分散計装と運転支援システムを有機的に結合したトータル運転支援システムを実現することにより、プラント運転の統合化・高度化を推進することができる。

1975年に登場したDCS (Distributed Control System: 分散型デジタル制御システム)は、アナログ計装の代替として計装システムの高信頼化、省力化に大きく貢献した。DCSの浸透に伴ってプロセスコンピュータによる「ミニコン(ミニコンピュータ)計装システム」はその使命を完了し、「まずDCSあり」を前提とした「情報制御システム」としての位置づけに移行しつつある。

オープン化、ダウンサイジング化に代表されるコンピュータ・通信技術のパラダイムシフトと合わせ、ここ数年は計装システムの業務分担見直し、再編成の時期と考

える。プラントごとの最適運転からコンビナート全体の協調運転へ、計器室統合の推進など、成熟期に入ったプロセス産業ではこれら計装システムのいっそうの活用により、プラント運転の統合化、高度化を推進する必要がある。高効率限界運転を実現する高度制御機能、プロセス解析・安定度診断、分散システムのネットワーク統合機能など、日立製作所の計装システム用ミドルウェアは、運転・スタッフ・保全部門の統合化・合理化を目指し、トータル運転支援システムの構築を支援する。

1. はじめに

石油化学業界に代表されるプロセス産業では監視制御システムのデジタル化がほぼ完了し、プラントの運転形態は大きく変革した。アナログ計器によるボードオペレーションからCRTオペレーションへの移行、計器室の統合による省力化など、導入当初の目的はほぼ達成されたと言える。しかし、グローバル化、ボーダーレス化の進展、円高に伴う価格破壊など、製造業を取り巻く環境は急激に変化しており、いっそうの生産効率向上に迫られている。高度制御技術の導入による限界運転の追求、コンビナート全体の統合生産管理システムの構築など、プロセス産業でのBPR(Business Process Re-engineering)実現のためには計装システムのいっそうの活用によるプラント運転の統合化・高度化を推進する必要がある。

ここでは、主に運転・製造スタッフ部門合理化の観点から、円熟期・再編成期に入ったプロセス産業での統合化・高度化へのアプローチについて述べる。

2. 計装システムの現状

データロガーの導入から始まった計装システムのデジタル化は、プロセスコンピュータによるSPC(Set Point Control)、集中監視制御へと進展し、その後DCSへと発展していった。

一方、情報系システムはメインフレームによるTSS(Time Sharing System)からWS(Workstation)による

CSS(Client Server System)、さらにはPCベースシステムへと急速に移行しつつある。しかし、プロセス産業では安全対策、24時間運転などの理由により、情報システムの華々しい進展に比較して最新のコンピュータ技術導入には至っていないのが現実である。また、製造現場、スタッフ部門、生産管理部門個々のシステム化は進行したが、それぞれのシステム間の結合は弱く、個々の業務では効率化が図られても、CIM(Computer-Integrated Manufacturing)、トータルシステムの実現には残された課題も多い。

3. 計装システムの進展

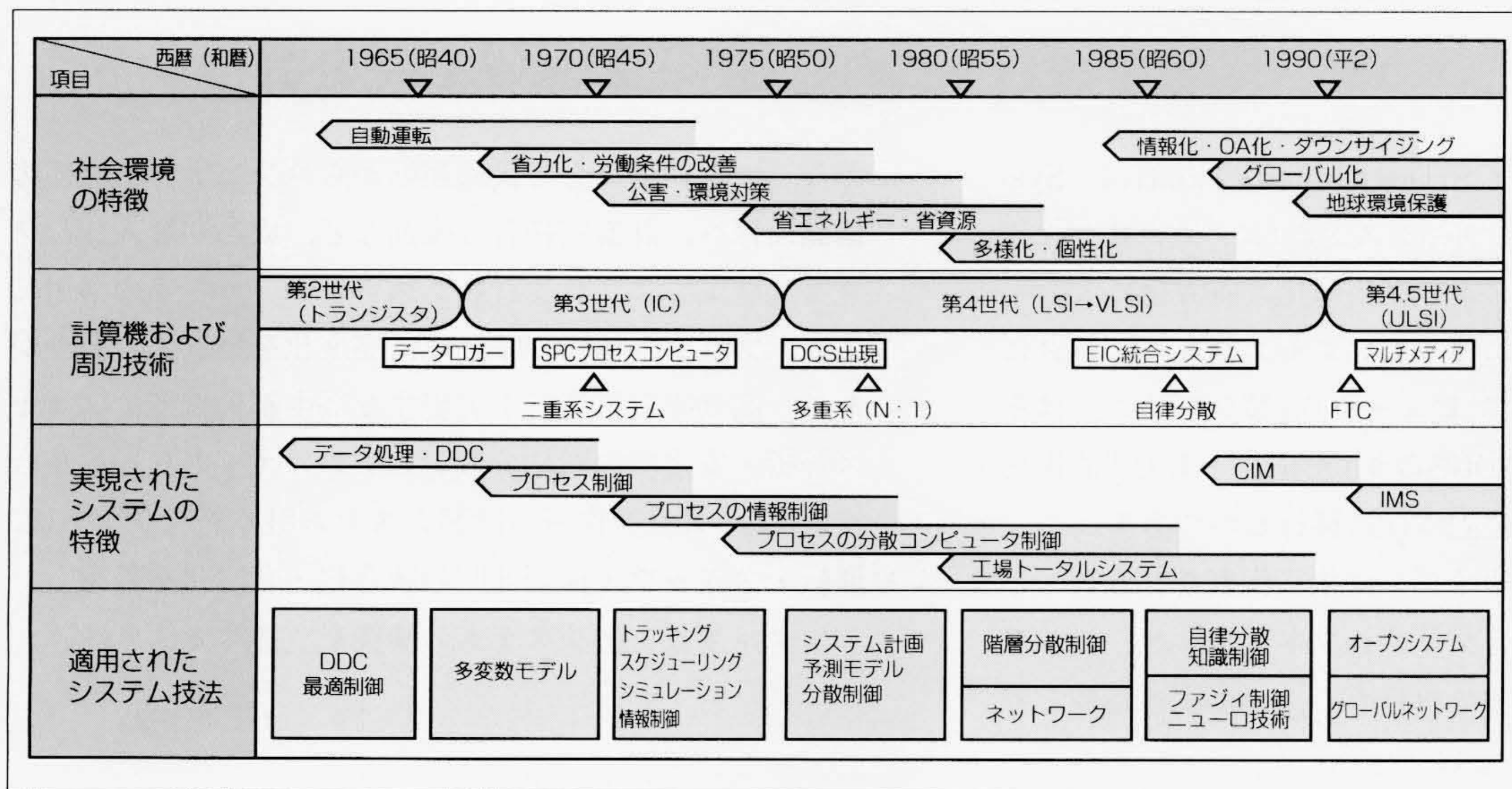
プロセス産業でのシステム技術の変遷を図1に示す。アナログ計装からDCS化に至る過程で蓄積された制御システム技術は、PID(Proportional, Integral, Derivative)ループ制御、シーケンス制御に集約されて現在では一とおり完成の域に達している。

今後いっそうの効率向上のためには、スタッフ業務の改善、統合計器室、プロダクションセンタの設置など、より高度な情報、制御一体化システムの構築が必須である。

3.1 計装システムの業務分担

計装システムは、(1)プラントの直接制御をつかさどる監視制御システム、(2)上記(1)を補完する上位システムに大別される(以下、運転支援システムと言う)。

前者はDCSに代表されるものであり、PIDループ制御、シーケンス制御の基本的機能は過去から現在まで不変で



注：略語説明
 EIC(Electric, Instrumentation and Computer)
 FTC(Fault Tolerant Computer)
 IMS(Intelligent Manufacturing System)
 DDC(Direct Digital Control)

図1 プロセス産業でのシステム技術の変遷

データロガーの導入から始まった計装システムのデジタル化は分散計装システムから工場トータルシステムへと進展した。

ある。DCSシステムはこれまで専用のOS(Operating System), ハードウェアで構成しているが, 近年はUNIX^{※1)} WSとの整合性を考慮したもの, および小規模システム向けの簡易DCSが台頭している。

後者はSCC(Supervisory Computer Control)と呼ばれるもので, DCSとネットワーク接続されて広い意味での生産管理業務を分担する。

3.2 運転支援システムのハードウェア

近年のダウンサイジング化の波は計装システムへも浸透し, 従来型プロセスコンピュータによる運転支援システムからWS・PCによるシステムへと選択肢が広がっている。これらハードウェアの中から用途に応じて最適なものを選択できる柔軟性が必要であると考える。

- (1) プロダクションセンタ(統合生産管理センタ), 大規模プロセス向けプロセスコンピュータ
- (2) 中・小規模プロセス向けWS
- (3) 付帯設備など小規模プロセス向けPC

3.3 運転支援システムのソフトウェア(ミドルウェア)

前項のハードウェアに対してソフトウェアには統一アーキテクチャが必要である。オープンネットワーク, 単一OSがあればシステムの統合化が可能になるわけでは

ない。フィールド情報を自由に扱えるプロセスデータベース, DCSとのデータ交換が可能なI/F(Interface)モジュール, 運転員・スタッフ向けヒューマンI/Fなどのミドルウェア整備が重要である。日立製作所は計装システム向けの運転支援用ミドルウェアPIAS(Process Integration and Advanced Control System)を開発しており, プロセスコンピュータ・WS・PCの主要ハードウェア上での一貫したミドルウェアの提供を目指している。

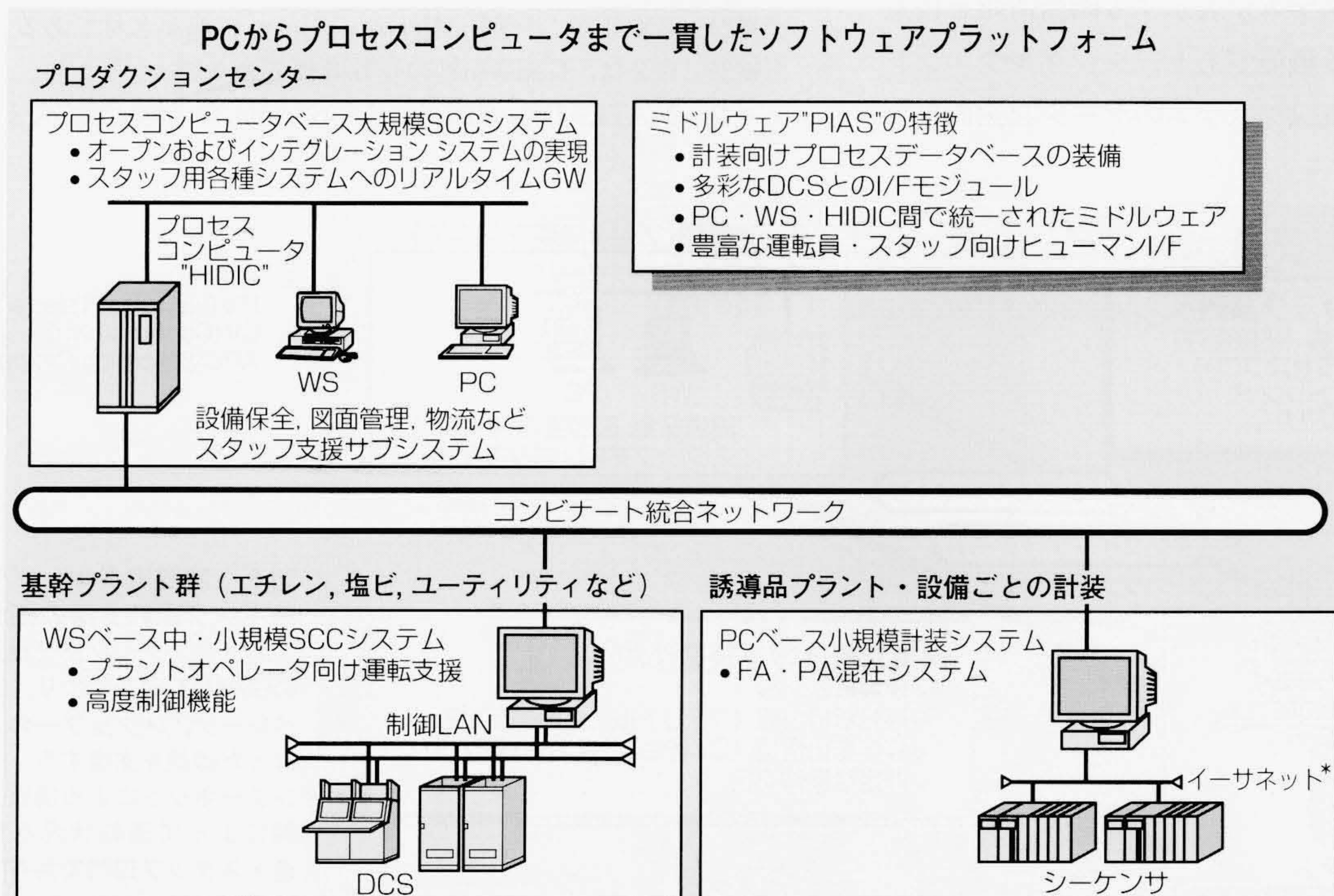
マルチプラットフォームに対応するミドルウェア“PIAS”のレパートリを図2に示す。

4. 運転支援システムに必要な機能

より高度, 高効率なプラント運転を実現するためには, いっそうの運転業務改善(運転員の負担軽減), スタッフ業務合理化を推進する必要がある。これを支える運転支援システムの要件としては次の機能があげられる。

- (1) 分散配置された監視制御システムを接続するためのネットワーク統合機能
- (2) 設備管理, プロセス解析, モデリングなどのバックエンドシステムへプロセスデータを供給するためのプラントヒストリーサーバ機能
- (3) DCS機能を補完し, 高度運転を実現する高度制御機能
- (4) 高効率安定運転を実現するためのプロセス診断機能

※1) UNIXは, X/Open Company Limitedがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。



注: 略語説明など
GW(Gateway)
PA(Process Automation)
*イーサネットは, 富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

図2 運転支援システム用ミドルウェア“PIAS”
運転支援システム用ミドルウェア“PIAS”は, 大規模SCCシステムからPCベース小規模計装システムまでを統一したソフトウェアアーキテクチャで一貫サポートしている。

4.1 ネットワーク統合機能(グループワーキング運転支援)

運転効率向上のためには各計装システム間の連携が不可欠である。プラント単位の最適運転管理からコンビナート全体の協調運転への移行、およびスタッフから製造現場までを透過し、必要な支援がいつでも受けられる環境の実現が望まれる。また、携帯端末による現場パトロール業務効率化も重要な合理化アイテムである。統合化の中核となる支援機能として、「制御用グループワーク支援システム」の整備を推進している(図3参照)。グループワーク支援のために、以下の機能を用意している。

- (1) 運転員用オペレータコンソール、スタッフ机上のPC、プロセス解析用WSなど分散配置されたシステム間で同一画面を共有するシングルウィンドウ画面共有機能
- (2) 運転支援システムの蓄えたプロセスデータを他システムが自由に取り扱うためのネットワークインタフェース〔ネットワークAPI(Application Program Interface)〕

4.2 シングルウィンドウ・画面共有機能

シングルウィンドウ機能とは、運転支援システム内のプログラムからDCSコンソール、汎用PC上へ画面表示を行う機能である。この機能により、運転員はDCSコンソールから運転支援システムの持つ管理情報(プロセスの長期トレンド、プロセス解析結果など)を参照することが可能であり、実プロセスからは直接入手できない運転状況を把握することができる。一方、スタッフ部門では机上のPC上で運転員と操業データの共有が可能である。

画面共有機能は各システムが表示する画面情報を任意の他システムへ転送する機能であり、シングルウィンドウには対応していない既設システムのデータを画面出力

として共有することが可能である。スタッフ部門の管理する図面・設備管理情報やプロセス解析結果を運転員の手もとコンソールへ転送することによって現場での適切な対応が可能となる。

4.3 プラント ヒストリー サーバとネットワークAPI

フィールド情報を他システム、スタッフ用PCなどに転送するためのネットワークAPIを用意している。これにより、運転支援システム内に蓄積されたヒストリカルデータ(アナログ値、機器稼動情報など)を外部システムから自由にハンドリングすることができる。EXCEL^{※2)}、G2^{※3)}、MATLAB^{※4)}など主要な流通ソフトウェアはすでに整備が完了し、引き続き主要ソフトウェアに対する整備拡張を推進していく。計装システムのオープン化には伝送プロトコルレベルでの統一ではなく、プロセス向け流通ミドルウェアとの親和性強化が重要である。

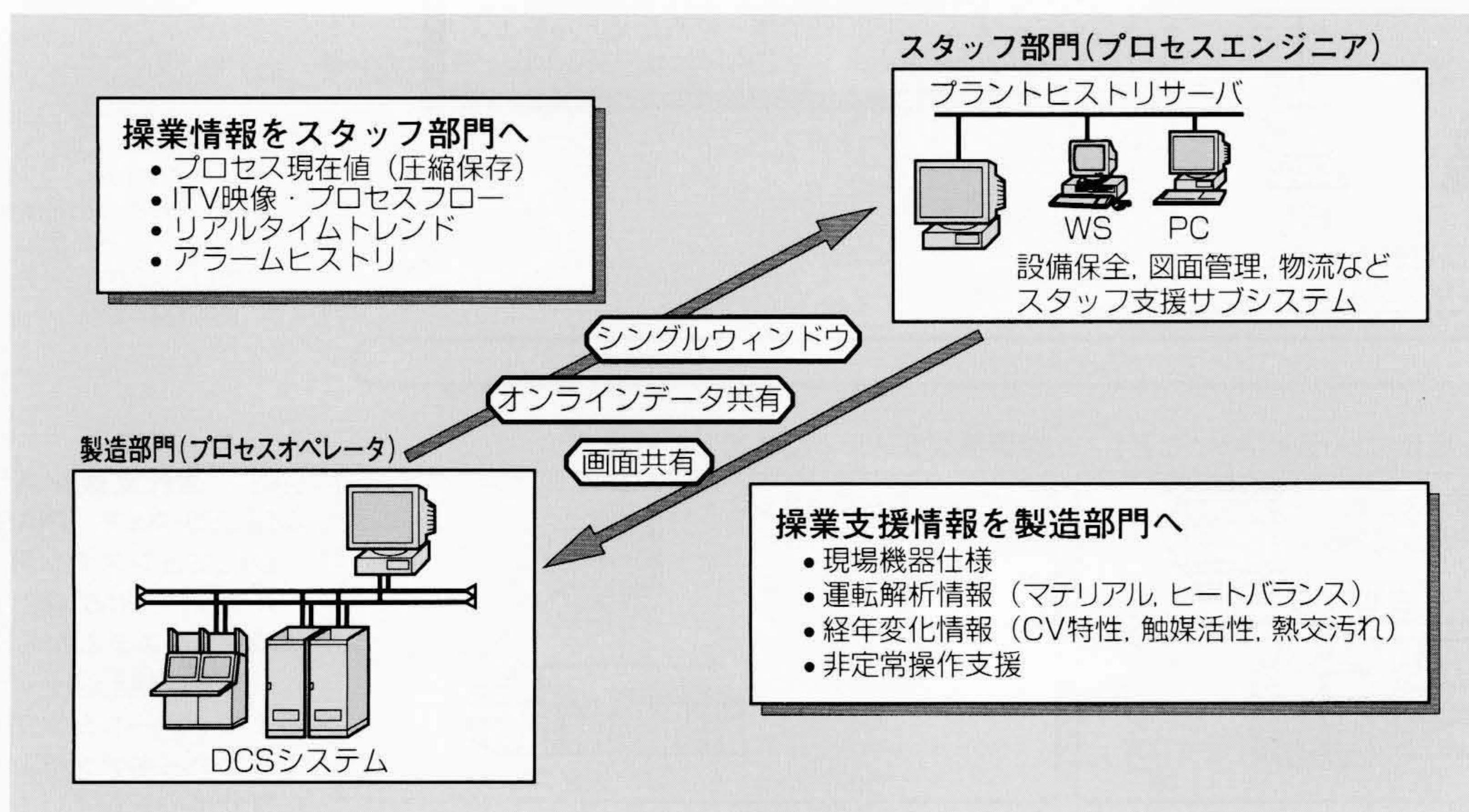
4.4 高度制御機能とプロセス安定化技術

プロセス制御技術は製造直結の計装システムでの中核技術である。計算機処理能力の向上により、アドバンスト制御、モデル規範型高度制御の導入が加速されている。一方、制御ループの大半は古典制御理論に基づくPID調節計によって実施されている。1入力1出力系の制御ループでは、安定性、調整の行いやすさなどPID制御の持つ利点も多く、適切な使い分けが必要と思われる。高度制御の導入にあたっては、レギュラトリー制御

※2) EXCELは、米国Microsoft Corp.の商品名称である。

※3) G2は、Gensym社の登録商標である。

※4) MATLABは、米国MathWorks, Inc.の登録商標である。



注：略語説明
ITV(Industrial Television)
CV(Control Valve)
AP(Application Program)

図3 制御用グループワーキング運転支援の概念

製造・スタッフ部門相互の情報共有機能により、オペレータ、スタッフ一体となった操業を支援する。インターネットによる情報公開によって運転状況を製造・スタッフ部門で共有することができる。

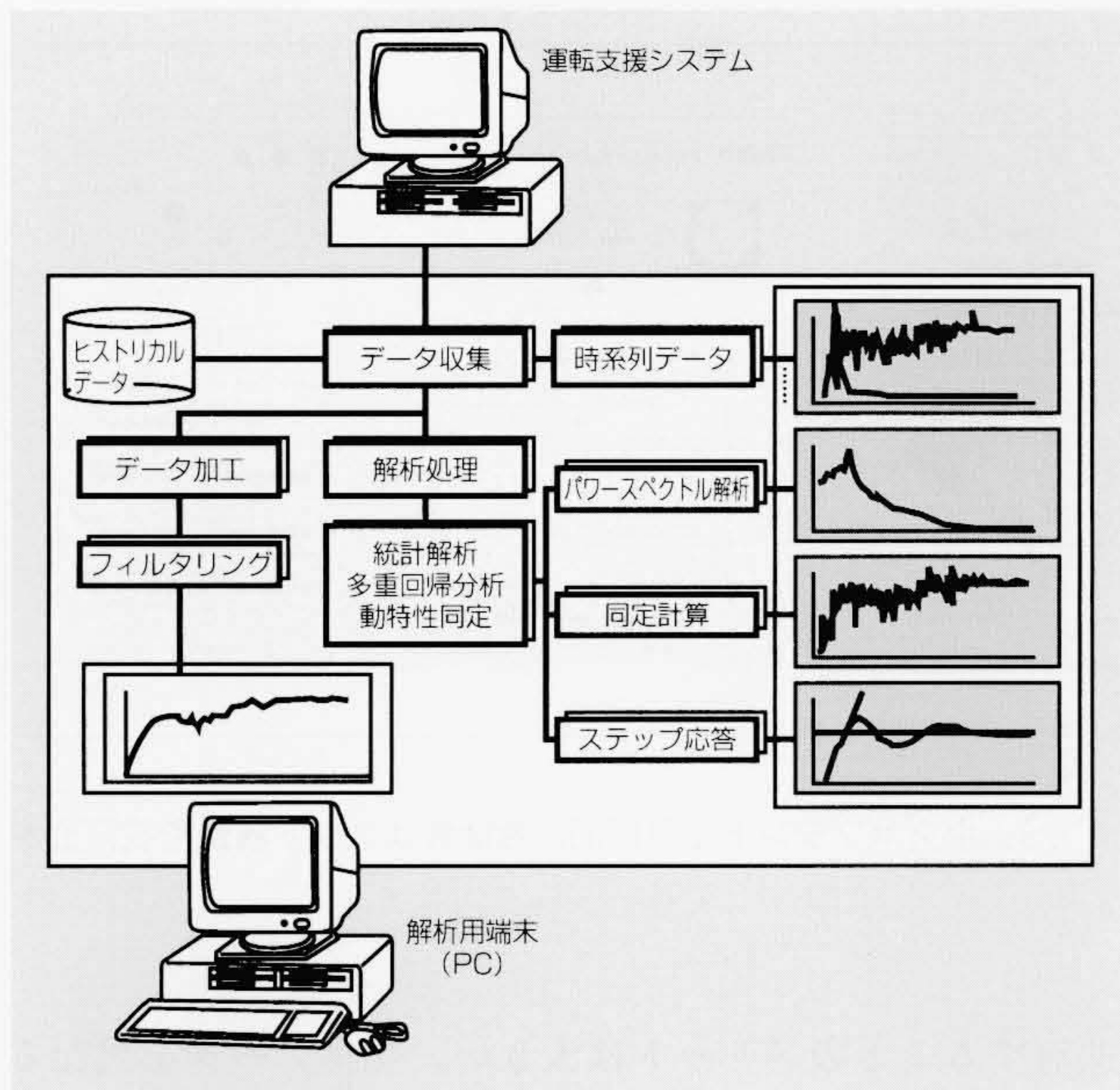


図4 汎用PCによるプロセス解析ツール

運転支援システムに蓄積したプロセスデータをPC上で解析するための解析ツールを、PIASのミドルウェアとして用意している。

レベルの再調整(PIDパラメータ、警報設定の見直しなど)によるプロセス安定化推進も必要である。日立製作所は、運転支援システムに蓄積されたデータを基に、PC上でプロセス解析・同定を行うツールを用意している(図4参照)。今後、よりシステマティックな制御性能解析のため、制御パフォーマンスアセスメント技術、モデリング・高度制御技術の確立を推進していく。

4.5 ユニット ベース データ管理

計装入出力点(温度・圧力・流量)単位の運転監視は計

装システムの基本であり今後とも不変であるが、熱交換器、蒸留・吸収塔、分解炉の性能把握など装置単位でのプロセス管理も運転上重要である。各装置の状態解析値を実時間で監視することにより、トラブルの事前予知、監視点数の集約化を実現することが可能となる。このようなユニットベースのデータ管理が行えるミドルウェア“IPOP”(Integrated Plant Operation Package)を現在フィールド試験中である。

IPOPでは温度、圧力、流量などのセンサベースの計測点管理に加え、プラントでの配管・装置(機器)に対応するユニットベースのデータ管理を導入した。IPOPの持つデータ管理機能を図5に、運転監視画面例を図6に示す。

(1) ラインユニット

装置間を接続する配管に対応するもので、温度・圧力・流量をストリームデータとして一括管理する。ラインユニット内では化学工学演算によって成分ごとの流量・エンタルピーが算出され、プロセスのマテリアルバランスとエネルギーバランスの管理を容易にしている。

(2) 装置ユニット

熱交換器、蒸留塔、回転機器などのプロセス装置に対応するもので、機器単位にモジュール化された演算ユニットによって各機器の性能計算を実施する。演算ユニットとしては熱交換器汚れ係数計算、吸収段数計算など汎用的なものを装備している。

(3) 制御ユニット

プラントの起動・停止制御およびPID調節計への設定値制御を行うプログラムユニットである。装置ユニット

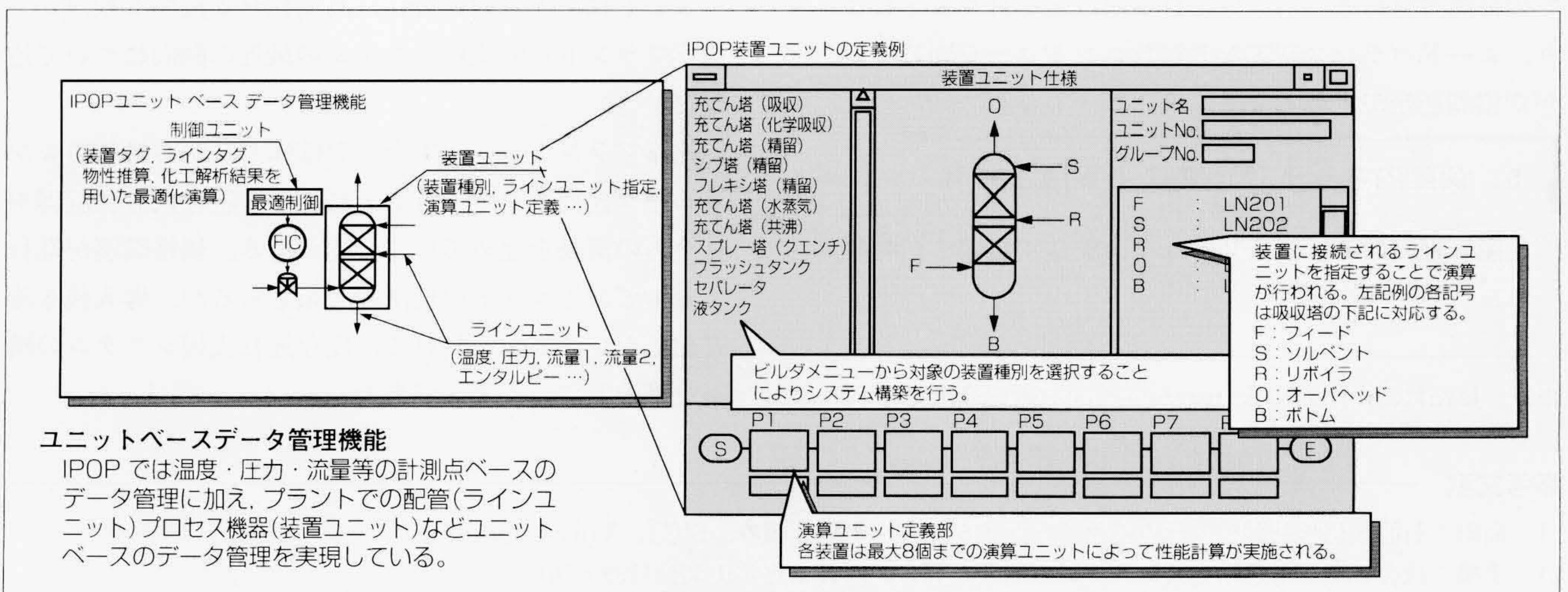


図5 ユニット ベース データ管理機能とビルダ画面例

統合プラント運転支援パッケージ“IPOP”では、ライン・装置ユニットの組合せによってプロセス機器の運転状況を管理することができる。さらに、制御ユニットとして各プロセス機器に対する最適制御機能を実装することができる。

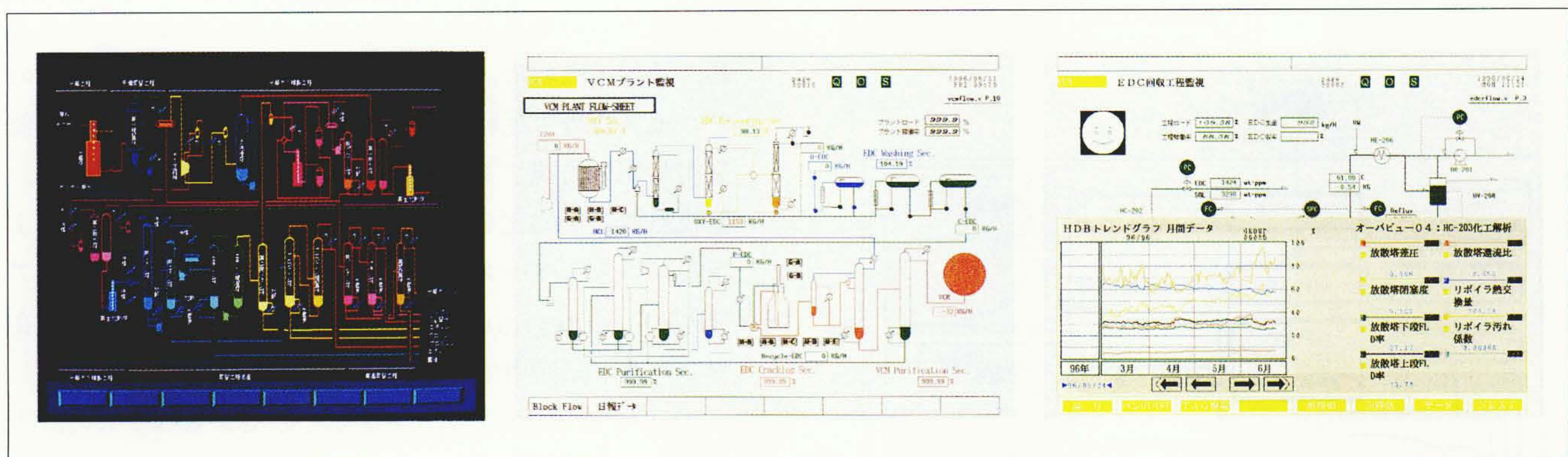


図6 IPOP運転監視画面例

左は機器の解析結果(熱交換器汚れ係数、蒸留塔管理値トレンド監視ウィンドウ)、中央はプラント全景画面、右は各ユニット状況監視画面をそれぞれ示す。

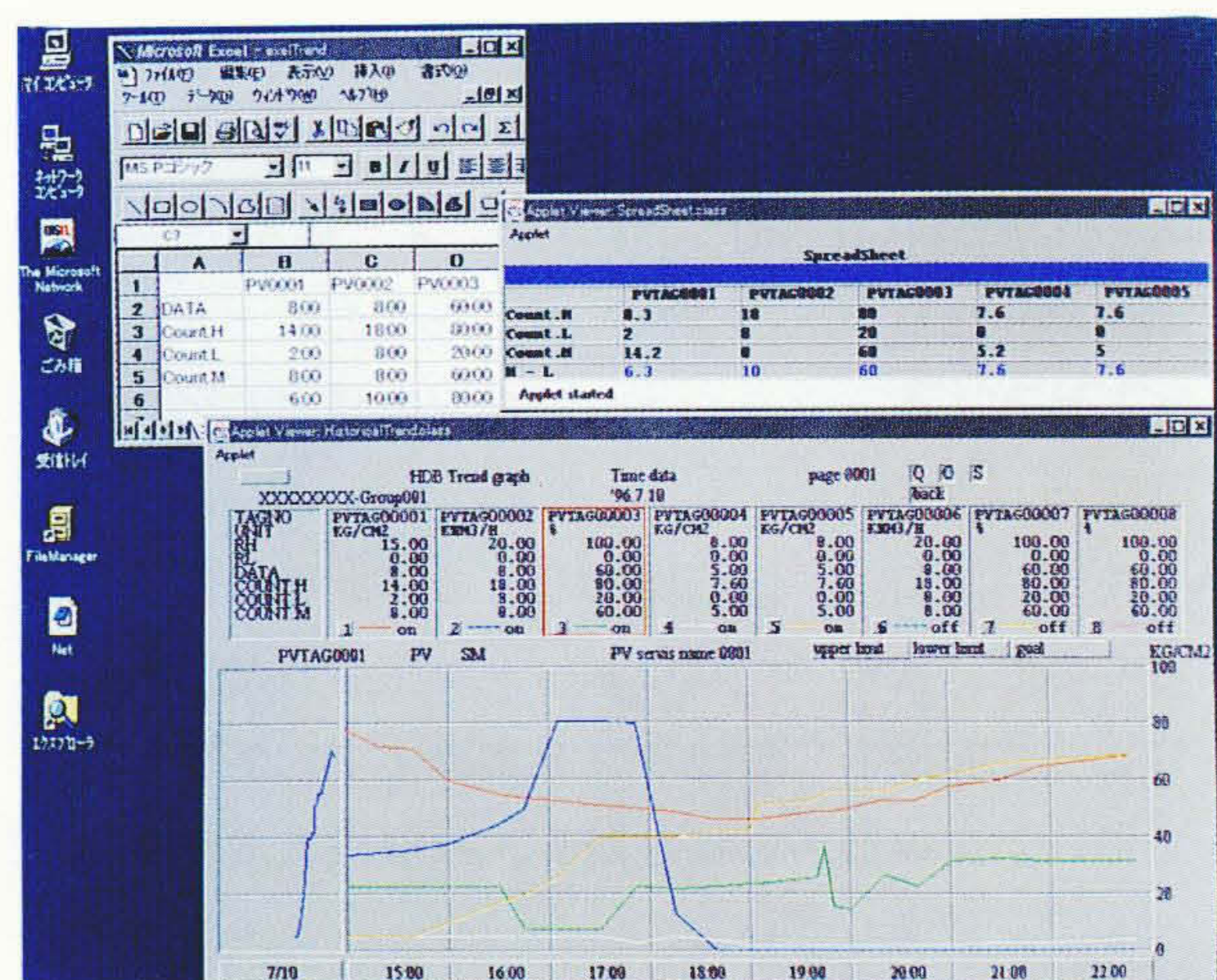


図7 イン트라ネットによるプロセス監視画面例

プロセストレンドをイントラネット上で監視する画面の試作例を示す。

での性能計算結果に基づいて目標値設定を行うことにより、ロードバランス制御など複数コントローラ間にもたがる協調運転が可能となる。

5. 企業内ネットワークによる情報共有

生産管理センタ、製造スタッフ、製造現場間で情報を

※5) Javaは、米国Sun Microsystems, Inc.の登録商標である。

参考文献

- 1) 高田：石油・化学制御システムのライトサイジングへの取り組み, SICE, Vol.34, No.11
- 2) 手嶋：統合プラント運転支援システムの開発と導入, 西日本化学工業会(1995-10)
- 3) 花島：プラント統合運転システムアーキテクチャ, 計装, 1991-11月号
- 4) 佐藤：EIC統合システム「HIDIC-AZシリーズ」の概要とシステムコンセプト, 計装, 1990-4月号
- 5) 川口, 外：装置産業における計算機制御システム, 日立評論, 70, 5, 513~519(昭63-5)

共有することのメリットは大きい。操業データを異なる視点から分析することによる運転処置判断の支援, P&I (Piping and Instrumentation), 計器仕様, 運転マニュアルなどを運転員に提供し, 非定常作業を支援することが可能になる。急速に普及しつつあるイントラネット(企業内インターネット)活用は今後注目する必要がある。Java^{※5)}など準リアルタイムに情報を交換する環境も整備されつつあり, トレンド監視機能などがスタッフ机上のPC・WS上で可能となる日もそう遠くない。イントラネットを使用した操業データの遠隔監視例を図7に示す。今後は, 操作マニュアルのネットワーク上での共有など, イン트라ネットでの情報共有・遠隔監視機能を順次拡張していく考えである。

6. おわりに

ここでは, 運転の統合化, 高度化を支援する観点から化学プラント運転支援システムの最近の動向について述べた。

化学プラントでは, 安全性を確保しながら最新のコンピュータ技術を導入することにより, 次世代計装制御システムの構築を進めていく必要がある。価格破壊が進行する中で設備コストの低減は必須であるが, 導入後も陳腐化しないで成長し続ける高度な運転支援システムの構築を推進していく考えである。