

プロセスCIM用情報統合形総合計装システムの開発とその適用

Distributed Control System for Process CIM and Its Applications

日立製作所では、広い分野のCIM(Computer Integrated Manufacturing)システムを開発しているが、新しくプロセス産業向けCIMに対応する従来形総合計装システム「EXシリーズ」に情報処理を受け持つワークステーションをインテグレートした情報統合形総合計装システムを開発した。その特徴はPA(Process Automation)を核とし、周辺装置のFAをも含め生産管理情報とプロセス情報を結合し、高効率で消費者のニーズの変化に対応できるシステムを構築したことにある。

上野良明* *Yoshiaki Ueno*
 山口敏夫* *Toshio Yamaguchi*
 加藤勝昭* *Katsunori Katô*

1 はじめに

プロセス産業分野では、ますます進む消費者ニーズの多様化と個性化に伴い製造現場の生産設備の自動化から販売・物流および開発支援まで一元化した企業全体のCIM(プロセスCIM: Computer Integrated Manufacturing)システム構築が進められており、日立製作所ではこれら広い範囲のCIMシステムに対応してきている。

一方、このCIMシステムを構成するサブシステムとして製造プラントのプロセス制御システムが重要であるが、日立製作所では、従来プロセス制御分野で計測制御技術の発展とともに、単一ループの制御、複合ループ、バランス制御の順に取り組み、従来形総合計装システム「EXシリーズ」(以下、EXシリーズと略す。)により、ループ制御とシーケンス制御が一体となった多品種生産プロセス向け品種管理システムを用意し多品種、変種変量生産に対応してきた。このたび、より高度な情報処理ニーズに対応して、EXシリーズに情報処理を受け持つワークステーション(以下、PWSと略す。)をインテグレートした情報統合形総合計装システム(以下、PWS統合EXシステムと略す。)を開発したので、ここではその概要と特にPWSの適用例として、

- (1) 製造プロセスに直結した操業実績管理
- (2) 品種管理とスケジュールを密結合した日単位(デイリー)の生産管理
- (3) オペレーションガイダンス、故障診断などの運転支援への適用を以下に述べる。

2 プロセスCIMにおけるPWS統合EXシステムの位置づけ

2.1 プロセス制御の変遷

プロセス制御システムは、単一ループ制御とインタロックなどの論理制御に始まり、次に、単位操作の最適化を目標に、複数の制御量を関連づけて制御する複数ループの制御やシーケンス制御による機器・装置単位の自動化へと進んだ。プロセスCIMにおけるPWS統合EXシステムの位置づけを図1に、プロセス制御機能の階層構成を図2に示す。

プロセスは、多くの機器・装置で構成される。そのため、機器・装置ごとの制御系を相互に関連づけて制御を行う、いわゆるバランス制御が採用されるようになった。バランス制御は、当初、機器・装置間のバッファタンクの保有量を制御する均流液面制御から始められた。デジタル制御装置の普及とともに種々の計算が容易となり、プロセスの物質収支・熱収支に応じて、個々の機器・装置の負荷量バランスが自動制御できるようになった。

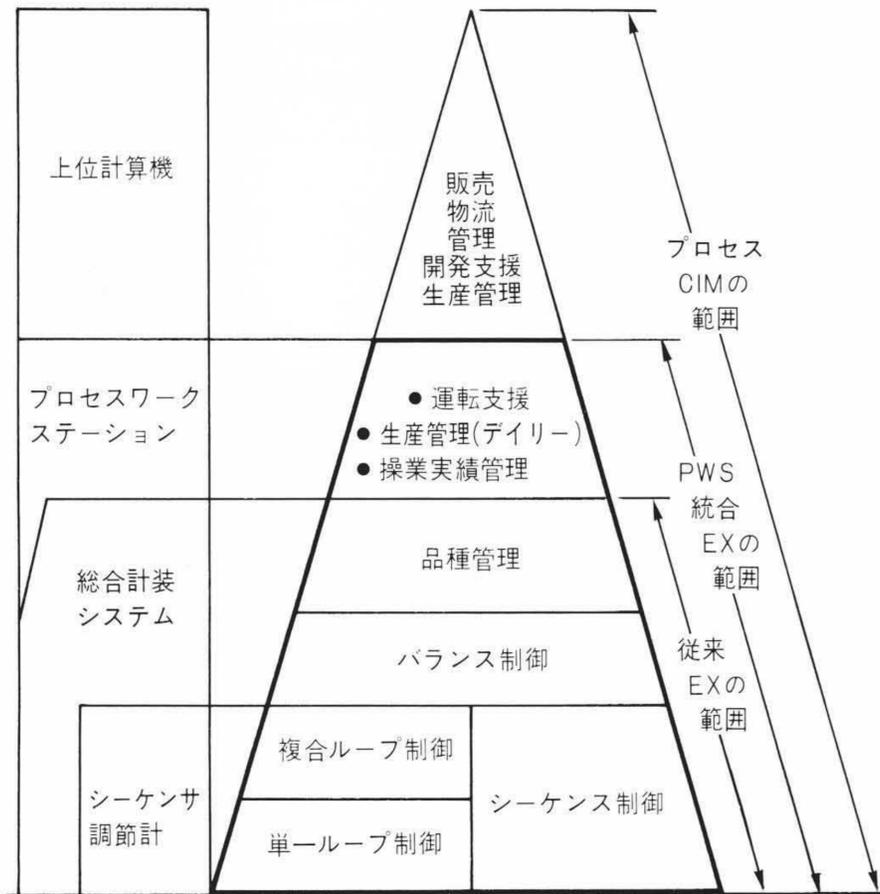
多品種生産プロセスでは、生產品種ごとに、プロセスの運転手段・運転条件を変更する必要がある。すなわち、生產品種や生産量により、原料仕込み量・仕込み順、温度・圧力設定値、タイマ設定値などの制御パラメータを指定する必要がある。また、製品が工程から工程に移行していくのに合わせて、各工程の制御パラメータを設定していく品種トラッキング機能が必要となる。これらパラメータをタイミングよく自動設定する機能は、総合計装システムのデジタル制御で初めて実現でき、EXシリーズに品種管理システムを搭載しこた

* 日立製作所 計測器事業部

えてきた。現在では、多様な生産形態に柔軟に対応するため、品種管理システムにスケジューリング機能が付加され、プロセス制御システムの範囲が拡大されつつある。

2.2 製造部門におけるCIMのニーズ

CIMシステムは、その範囲は広く、全社的、全工場的な情報処理を中心としたトップダウンアプローチによるCIMシステムと、製造部門の合理化とその周辺の生産管理を主体とするボトムアップ形のCIMシステムがある。ここでは、後者のうちPWS統合EXシステムについて、その概念を図3に示す。このうち、製造部門が必要とする生産情報処理に関するCIMのニーズを表1に示す。



注：略語説明 CIM (Computer Integrated Manufacturing)

図1 プロセスCIMにおけるPWS統合EXシステムの位置づけ プロセス制御システムは、ループ制御、品種管理へと段階的に発展している。

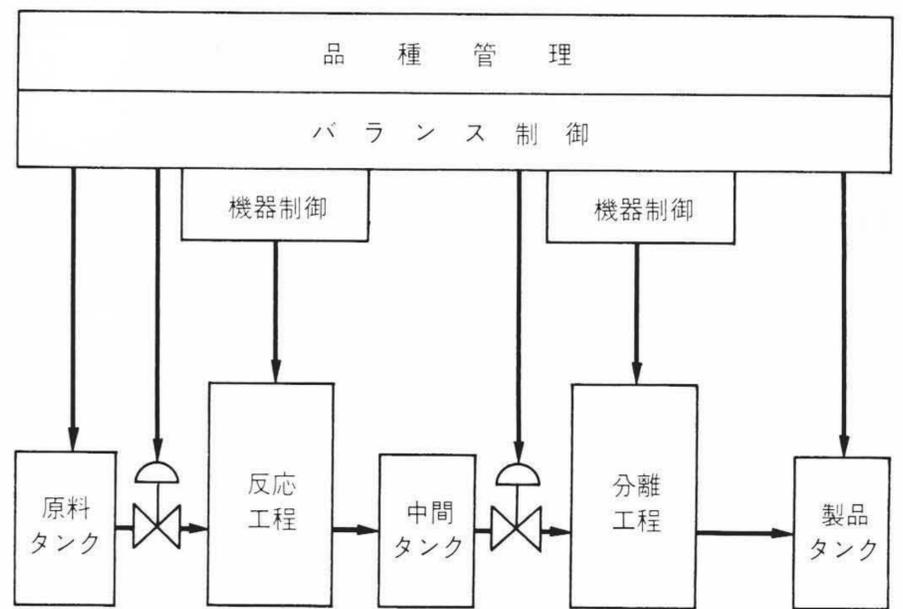
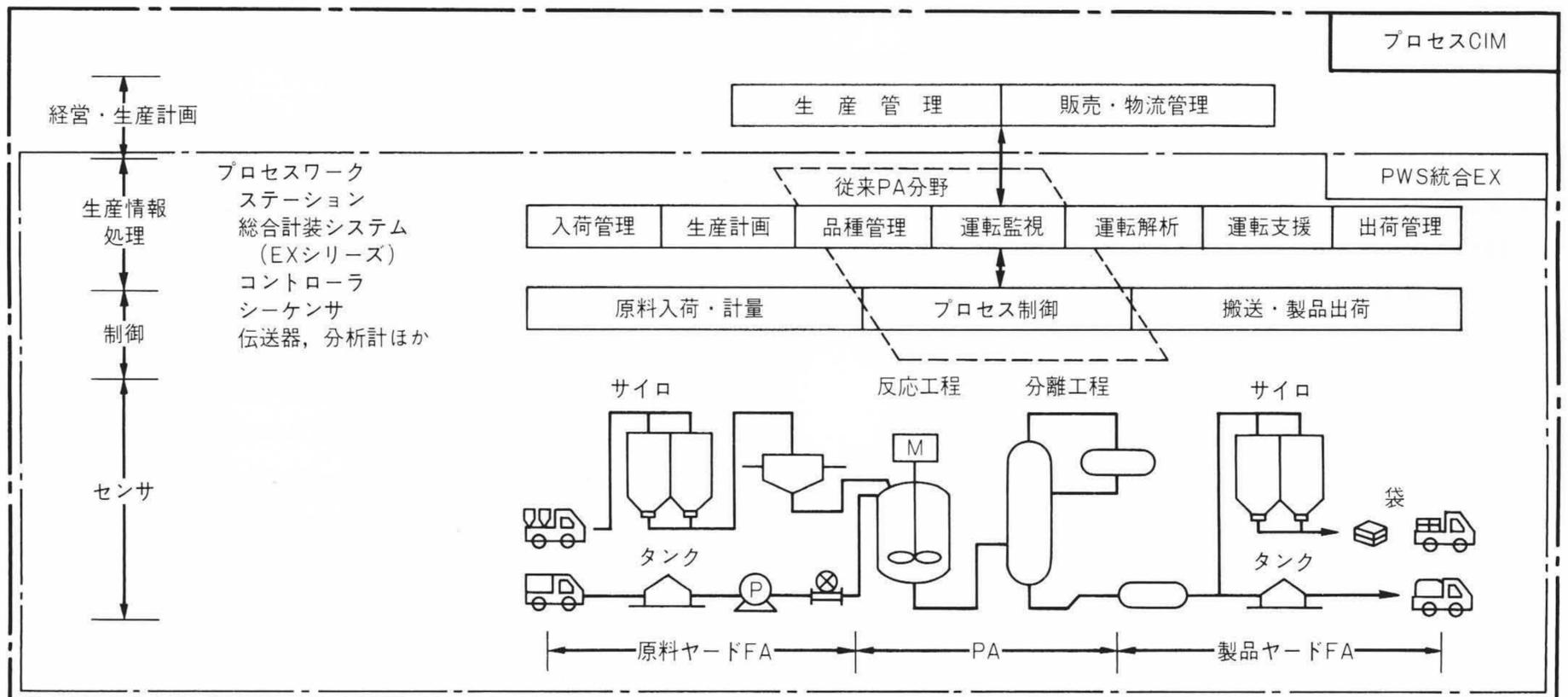


図2 プロセス制御機能の階層構成 工程ごとの機器制御をもとに全体プロセスに対し、バランス制御、品種管理を行う。



注：略語説明 PA (Process Automation)

図3 PWS統合EXシステムの概念 PWS統合EXシステムは、従来EXシリーズで行っていたPAとその周辺FAの分野の制御、および生産情報のうち、操業実績管理、デイリーの生産管理、運転支援などをプロセスワークステーションを使用して行うものである。

表1 製造部門の生産情報処理内容 製造部門が望む情報処理は、操業実績管理、生産管理、運転支援、他システムとの円滑なデータ授受である。

分類	項目	内容
操業実績管理	操業レポート (日報, 週報, 月報)	<ul style="list-style-type: none"> ● 日, 週単位のバッチ報編集 ● 原単位・ロス計算などの加工演算 ● メッセージ, 異常警報の編集
	実績トレンド表示	<ul style="list-style-type: none"> ● 品種別情報(処方データ)の管理, 指示 ● 手作業, 手入力項目の指示
	機器稼働時間管理	<ul style="list-style-type: none"> ● ポンプ, 電動機類の稼働時間と定期修理までの稼働許容時間管理
生産管理 (デイリー)	品種管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 処方データの作成・修正 ● 日程計画に基づく品種の予約 ● 処方データに基づく運転パラメータの設定
	作業指示書	<ul style="list-style-type: none"> ● 品種別情報(処方データ)の管理, 指示 ● 手作業, 手入力項目の指示
	生産計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 生産日程計画 ● 生産能力計画
	入出荷管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 原料所要量計画 ● 製品出荷能力計画
運転支援	故障診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 異常原因解析
	オペガイダンス	<ul style="list-style-type: none"> ● 操業手順の指示
他システム 通信	上位, 他の計算機と接続	<ul style="list-style-type: none"> ● プラントリアルタイムデータの提供 ● 生産計画情報の受信 ● 入出荷データの受信 ● 分析データの受信

3 システム構成

3.1 基本機能

日立製作所は、製造部門のニーズに対応するため、製造部門の生産情報処理を行うことを目的として、PWS統合EXシステムを用意した。次に、本システムの基本機能について述べる。

(1) プロセス運転, 管理業務の自動化

図3に示すように、PAの分野とその周辺FAの分野で、EXシリーズをはじめとする制御装置で収集された生産情報をもとに、従来のEXシリーズによるプロセス運転・監視に加え、操業実績管理、デイリーな生産管理、運転支援などの管理業務の自動化を製造部門レベルで行う。

(2) 他のシステムとのデータ交換

プロセス制御装置の持つプラントリアルタイムデータと情報処理部門が持つファイルデータを結び、それぞれ別個に進められてきた自動化の融合を図る。

これらの目的を達成するには、他システムとの情報交換を円滑に行えるように、汎(はん)用LANに接続することが望まれる。

(3) システム拡張性

システム改良や拡張が容易に行えるように、汎用言語と標準ソフトウェアパッケージが準備されていなければならない。

これらの要件を達成するものとして、機能・価格比が向上

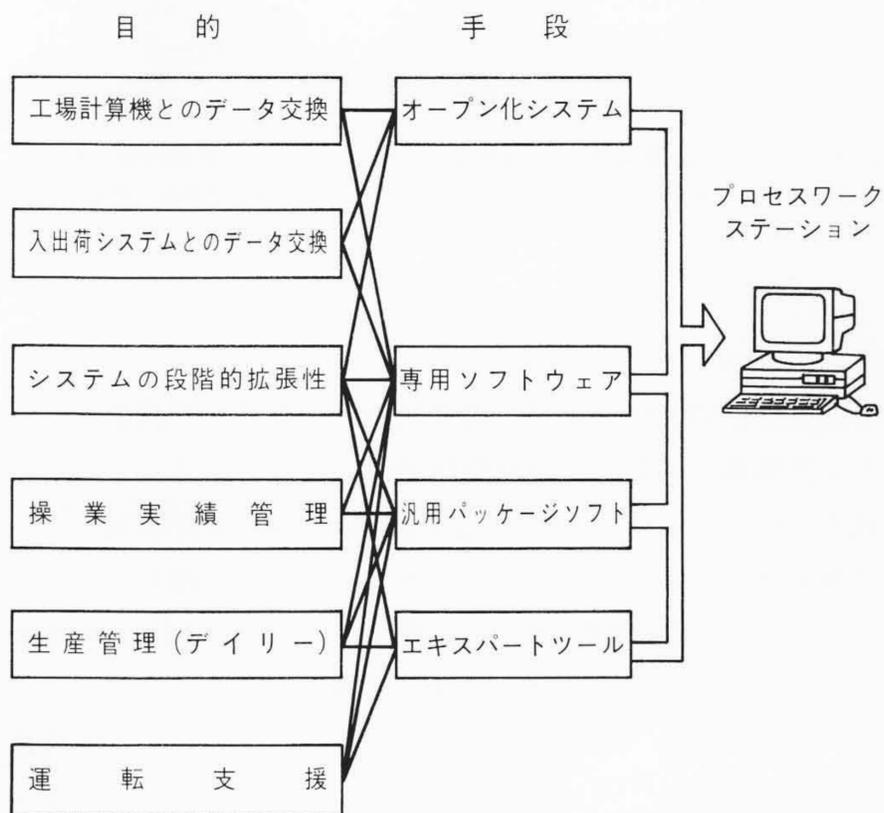


図4 ワークステーションを利用する目的と手段 プロセスCIMの目的を満たすものとして、ワークステーションを利用することにした。

しているワークステーションを、情報処理用計算機として採用した。その要約を図4に示す。

3.2 全体構成

システム構成図を図5に示す。情報処理用計算機として採用した日立クリエイティブワークステーション2050, 3050シ

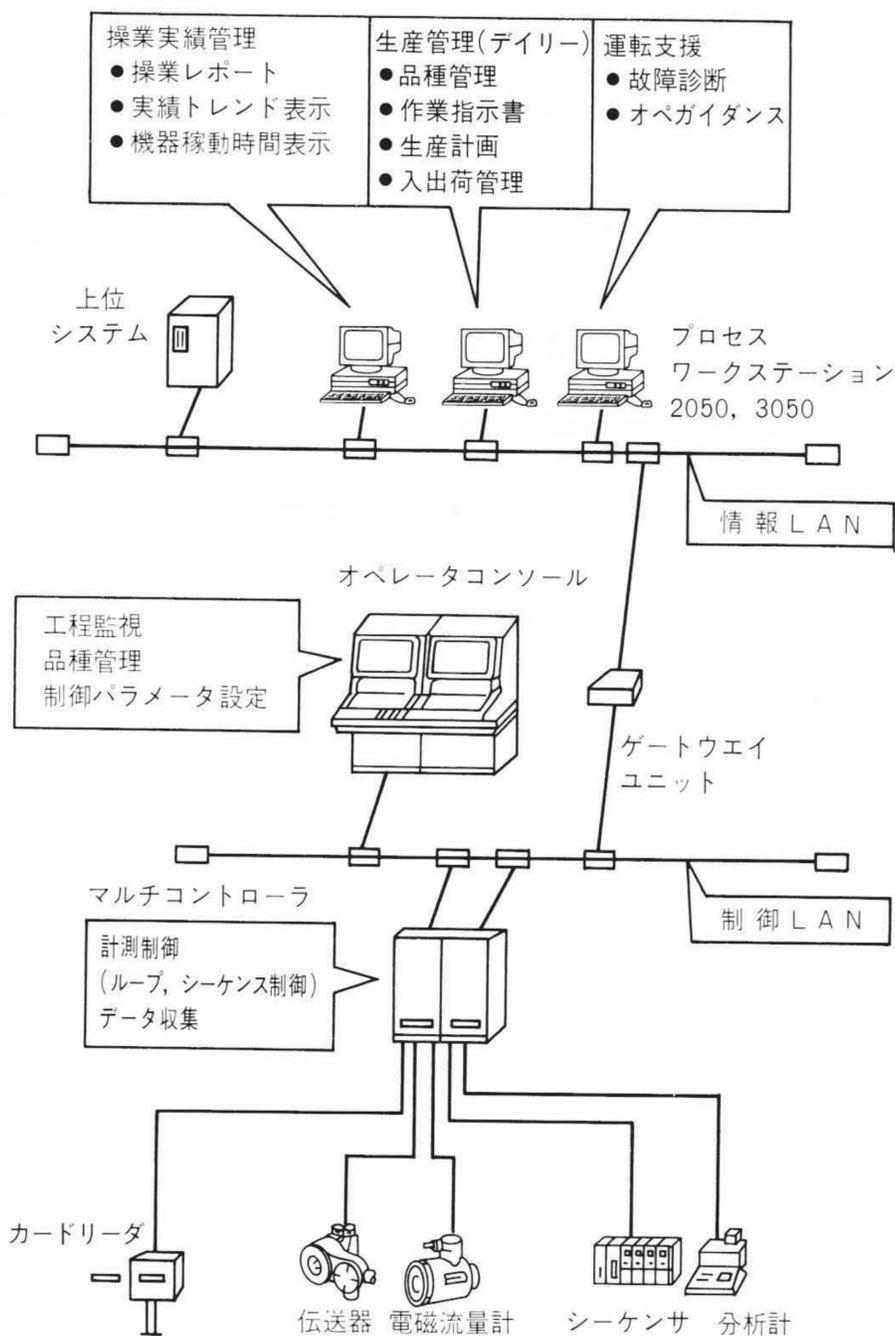


図5 システム構成図 PWS統合EXシステムは、従来形総合計装システムEXシリーズとプロセスワークステーションPWS-2050, 3050シリーズで構成する。

リーズはUNIX^{※1)}対応で、将来にわたり継続した機能向上、上位計算機との密な接続が期待できる。本システムでは、形式をプロセスワークステーションPWS-2050, PWS-3050として製品化している。一方、プロセスの制御・監視をつかさどるEXシリーズはPOC(オペレータコンソール)、MLC(マルチコントローラ)およびこれらを結ぶ制御LAN(データハイウェイ)で構成する。マルチコントローラには、伝送器や電磁流量計などの検出端、バルブや電動機などの操作端に加え、カードリーダー、シーケンサなどの機器にも接続できる。プロセスワークステーション・上位システムとEXシリーズは、GWU(ゲートウェイユニット)を介して情報LANで接続する。

3.3 PWSのハードウェア

PWSの外観とハードウェア仕様を図6に示す。基本仕様は、



項目	PWS-2050	PWS-3050	
処理装置	CPU	68030(25 MHz)	68040(25 MHz)
	主記憶	16 Mバイト	16 Mバイト
	補助記憶	ハードディスク 256 Mバイト フロッピーディスク(内蔵) 3.5インチ 1 Mバイト	ハードディスク 240 Mバイト フロッピーディスク(内蔵) 3.5インチ 1 Mバイト
CRT ディスプレイ	CRT	15, 20形	17, 21形
	解像度	1,120×780ドット	1,280×1,024ドット
	表示色	16色	256色
キーボード	JIS配列(オンライン入力向け) マウス付き		
プリンタ	ドットインパクト式, レーザプリンタ		
通信	IEEE802.3準拠LAN, RS-232C		

図6 プロセスワークステーションの外観とハードウェア仕様 PWS-2050, PWS-3050シリーズのハードウェア仕様を示す。

CPU本体とカラーCRT, キーボードおよびプリンタが各1台で構成される。

3.4 PWSのソフトウェア

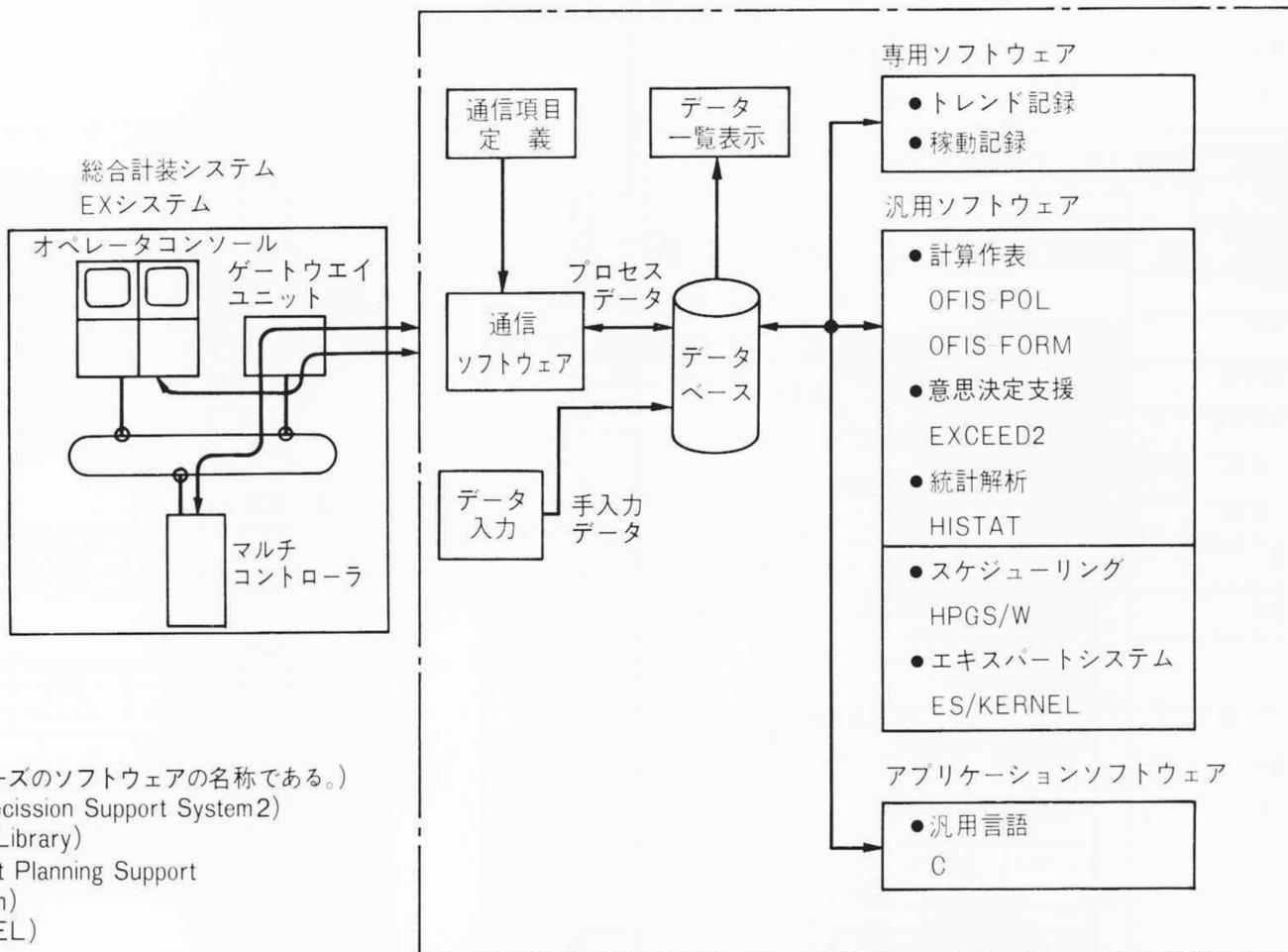
ソフトウェアは、EXシリーズとの通信ソフトウェアとPWS専用ソフトウェアがある。さらに、日立クリエイティブワークステーション2050, 3050シリーズOA用ソフトウェアパッケージと標準ソフトウェアパッケージも使用できる。情報処理の流れを図7に示す。

3.5 通信ソフトウェア

PWSとEXシリーズの接続は、ゲートウェイユニットを介して行う。PWSは通信ソフトウェアを用意し、EXシリーズから、TAGデータ(プロセスデータ), LOGデータ(ロギングデータ)を取り込みデータベースに蓄積する。通信ソフトウェアの仕様を表2に示す。通信ソフトウェアは、簡単な通信項目定義を行うことにより、オペレータのキー処理または定周期にEXシリーズにあるプロセスデータを取り込み、OA用ソフトウェアパッケージで使用できるデータファイルに格納するものである。通信項目定義だけでプロセスデータを読み込めるため、プラントの改造・増設による仕様変更に対応できる。

※1) UNIXオペレーティングシステムは、UNIX System Laboratories, Inc.が開発し、ライセンスしている。

プロセスワークステーション PWS 2050, 3050



注：略語説明

- OFIS-POL, OFIS-FORM (OFISシリーズのソフトウェアの名称である。)
- EXCEED2 (Executive Management Decision Support System2)
- HISTAT (Highly Applicable Statistical Library)
- HPGS/W (Hitachi Flexible & Intelligent Planning Support System/Workstation System)
- ES/KERNEL (Expert System/KERNEL)

図7 情報処理ブロック図 プロセスワークステーションのソフトウェアは、通信ソフトウェア、専用ソフトウェアおよび汎用ソフトウェアで構成される。

4 PWSの応用

PWSはファインケミカル、薬品、食品といった多品種生産プロセス産業分野で採用され、高く評価されているが、このうちで、プロセス運転の基礎データに当たる操業実績管理、多品種生産プロセスで必需品の生産管理(デイリー)、および高効率運転の支えとなる運転支援への応用について述べる。

4.1 操業実績管理への応用

PWSではデータファイルに格納された情報から、OA用ソフトウェアパッケージOFIS-EVシリーズを使用し、ユーザーが容易に作業指示書、操業レポートを作成することができる。作業指示書の例⁹⁾を図8に示す。EXシリーズで予約した品種に対応する手仕込み原料・助剤の品名、仕込み量、仕込みタイミングを作業指示書として印字する。オペレータは、この指示書に基づき手計量、手仕込みを行う。また、プロセス制御設定値のうち品種によって異なる値を取るものなど、運転中に確認しなければならない項目を運転チェックリストとして印字する。オペレータは、このリストを参照して運転状態の確認作業を行う。

操業レポートの例を図9に示す。EXシリーズにはバッチ報、日報を作成・印字する機能があり、プロセスデータを主体とする報告書を作成できる。PWSでは、このうち生産管理に必要な項目を中心に、データを選択収集し、収率・原単位など

表2 通信ソフトウェア(プロセスデータ)の仕様 通信ソフトウェアは、EXシリーズのプロセスデータを収集する。

No.	種類	収集仕様	内容
1	任意TAGデータ	任意	キー操作でPV値, SV値などのTAGデータを1回取り込む。
2	定周期TAGデータ	1回/10分	PWSのタイマでPV値, SV値などのTAGデータを周期的に取り込む。
3	定周期LOGデータ(日報)	1回/日	LOGの日集計データを、EXシリーズのLOG収集後取り込む。
4	定周期LOGデータ(時報)	1回/日	LOGの時報データと日集計データを、EXシリーズのLOG収集後取り込む。
5	定周期LOGデータ(バッチ報)	1回/日	SAVEファイルに蓄積されたバッチ報データを、1日1回取り込む。
6	任意TAGデータ書き込み	任意アプリケーション	キー操作で、WSで作成したSV値, 固定値パラメータなどのTAGデータを、EXシリーズに書き込む。

注：略語説明 PWS(プロセスワークステーション)

手仕込分原料(助剤)計量チェックリスト

HT-1_ ; q 助剤計量表 年 月 日 直

缶No バッチNo 計量者 []
再貫者 []
8 [] 運転者 []

助剤名	EJDPQ	CC	TEST#	0-EEN			
lotNo							
計量容器No	R-NO R- 8						
・風袋	batch-no						
・正味							
・総質量							
正味合計量	1.5						
投入時期	順位I						
色・異物チェック							
再貫チェック							
運転者チェック							

HT-1_ ; q 缶No バッチNo 8 []

運転者 []

年月日 水封者() 解除者()

要領 点検・作業項目 時刻 作業者 備考

助剤再貫確認() 処方確認()

缶内点検() FV閉() 確認()

Pu(A)・Pu圧(kPa)

仕込大バルブ閉() SM仕込V開()

Ej-Dbq(1.5kg)

缶NO・品種 バッチNO 確認 "コミマ"

EX-1000 仕込 スタート

LEX(3.00) IEX(1.20) SM(50) AG-ON 確認

XP-Q(134) Dgq(190) LQT(4.0)

SM仕込V閉()

CC(8.0) TEST酸(5.0) 0-EEN(1.2)

仕込チャージホール閉()

攪拌機(A)

各V閉確認() 助剤空容器確認()

缶NO() 品種バッチNO() 仕込量()

EX-1000 ジュウゴウ スタート

運 転 xxx.0℃ Z T 確認() 缶内圧

+ 30 min LQT(6.0)

+ 60 min LQT(6.0) 缶内圧

+ 90 min CEX(400)

+ 120 min yyy.0℃へ昇温()

+ 150 min LQT(6.0) 缶内圧

+ mm0 min 冷却確認() 缶内圧

タッ プ BL剤計(2.2) 計量者() 再貫者() 投入者() 時刻()

B-NO(B-) TAP-ライン() TAP-スタート() タップ状態

TAPEND()

副 ナ+投入() QH投入確認() PHチェック()

Z	T	:
重合時間		:
冷却時間		:

図8 作業指示書の例 オペレータが作業する項目に対し、チェックリストを出力することにより、誤操作を防止できる。

の高級演算を行うことにより、操業結果を生産管理者が評価できるフォーマットの生産実績日報に編集した。さらに、当日発生した事象をメッセージとして付加することによって不定期に発生する異常、メンテナンスの状態を履歴として残すことができる。

また、トレンド表示、設備稼働時間表示などの生産実績管理に必要な機能を、専用ソフトウェアとして用意している。表示期間が1か月のトレンド表示画面と、プラント機器ごとの稼働時間を日単位に集計し、定期保全が必要な日数(予算)との差を表示する設備稼働時間表示画面を図10に示す。これらの画面に使用されるデータの加工には、PWSで用意された意思決定支援システムEXCEED 2(Executive Management Decision Support System 2)、統計解析処理用HISTAT(Highly Applicable Statistical Library)などの開発支援ソフトを利用することができる。

4.2 生産管理(デイリー)への応用

従来、EXシリーズでは多品種生産プラント向け品種管理システムを用意してきた。

91年05月14日
課長 係長 担当

ABCプラント生産実績日報

1. 原料・ユーティリティ使用量

項目	当日	月累計	在庫量
1 原料1	250 kg	3,416 kg	730 kg
2 原料2	631 kg	8,503 kg	520 kg
3 原料3	45 kg	630 kg	344 kg
4 原料4	534 kg	7,523 kg	1,200 kg
5 助剤1	5.3 kg	72.3 kg	95 kg
6 助剤2	3.6 kg	48.3 kg	83 kg
7 触媒	1.2 kg	17.3 kg	23 kg
8 水	185 Ton	2,850 Ton	
9 蒸気	53 Ton	733 Ton	
10 電力	125 kWh	1,820 kWh	

2. 製品生産量

項目	当日実績	月累計実績	バッチ数	生産時間
1 品種A	580 kg	8,25 Ton	3回	8.5 HR
2 品種B	1,250 kg	17,28 Ton	5回	12.3 HR

3. 収率・原単位

項目	収率	水	蒸気	電力
1 品種A	95.3%	95.1	29.5	71.3 kWh/T
2 品種B	94.8%	98.4	30.2	69.5 kWh/T

4. メッセージ

仕込ポンプA定期修理中
16:20 反応缶温度異常
16:40 反応缶温度異常解除

図9 操業レポートの例 バッチごとに収集したプロセスデータを日単位にまとめ、収率・原単位計算を行い、操業結果を評価できるフォーマットに編集した。

EXシリーズの品種管理システムは、BASICなどの汎用言語で書かれたものと違い、総合計装システムの基本要素である計器イメージで構成されている。このため、オペレータにわかりやすく、運転操作が容易なものとなっている。EXシリーズの品種管理システムの流れを図11(下部)に示す。品種制御はマルチコントローラ内の品種予約器から運転スタート時に電子的な生産指令カードを流すことで始まる。このカードが流れてくると、オペレータコンソール内の品種処理データ管理システムに対して、カードに記載されている品種処方データの設定を指示する構造となっている。品種処方データは、ハードディスク上のマスタファイルに作られ、ループ、シーケンスの制御パラメータとなる。品種管理システムは、ループ制御機能、シーケンス制御機能と有機的に結ばれているため、効率のよいシステムを構築できる。

一方、多品種生産プラントでは多くの品種を取り扱うため、品種管理機能だけでなく、生産計画機能が必要である。従来、飛び込み生産など計画の変更要求があるたびに、オペレータは予約の修正を行っているのが実情であった。計画修正時には、毎回、品種切替時の洗浄の有無、使用装置・製品タンクを選択などを考慮に入れる必要があり、このためオペレータ

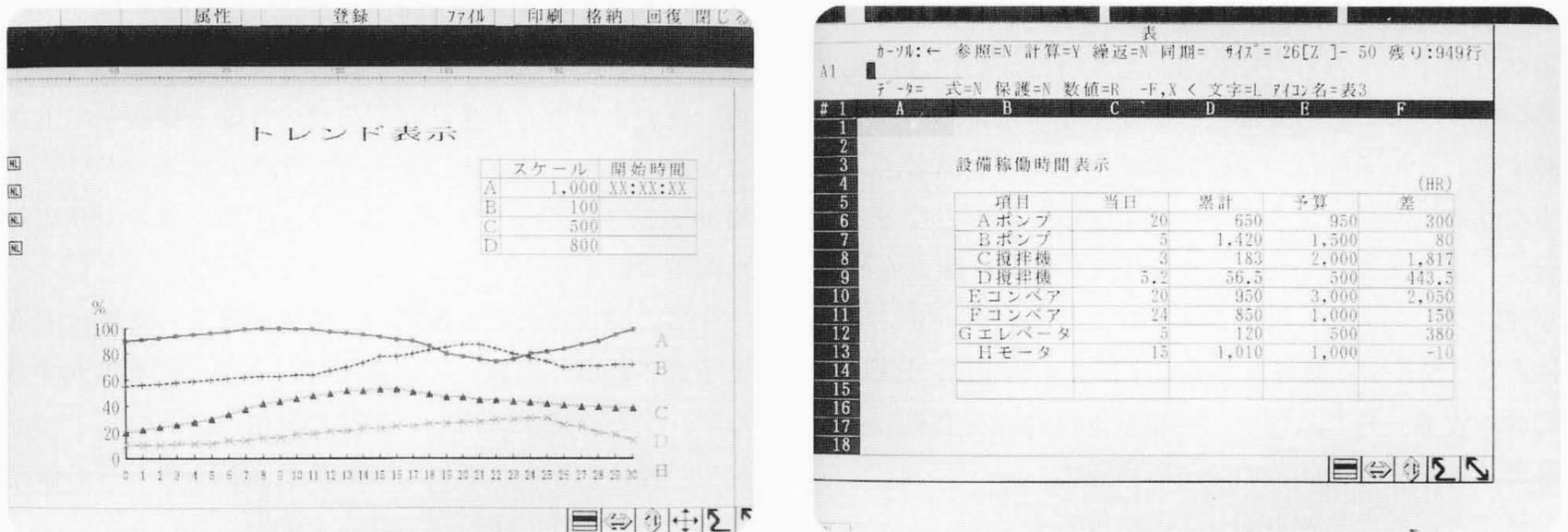


図10 生産実績管理画面の例 トレンドグラフやプラント設備の設備稼働時間の表示を行う。

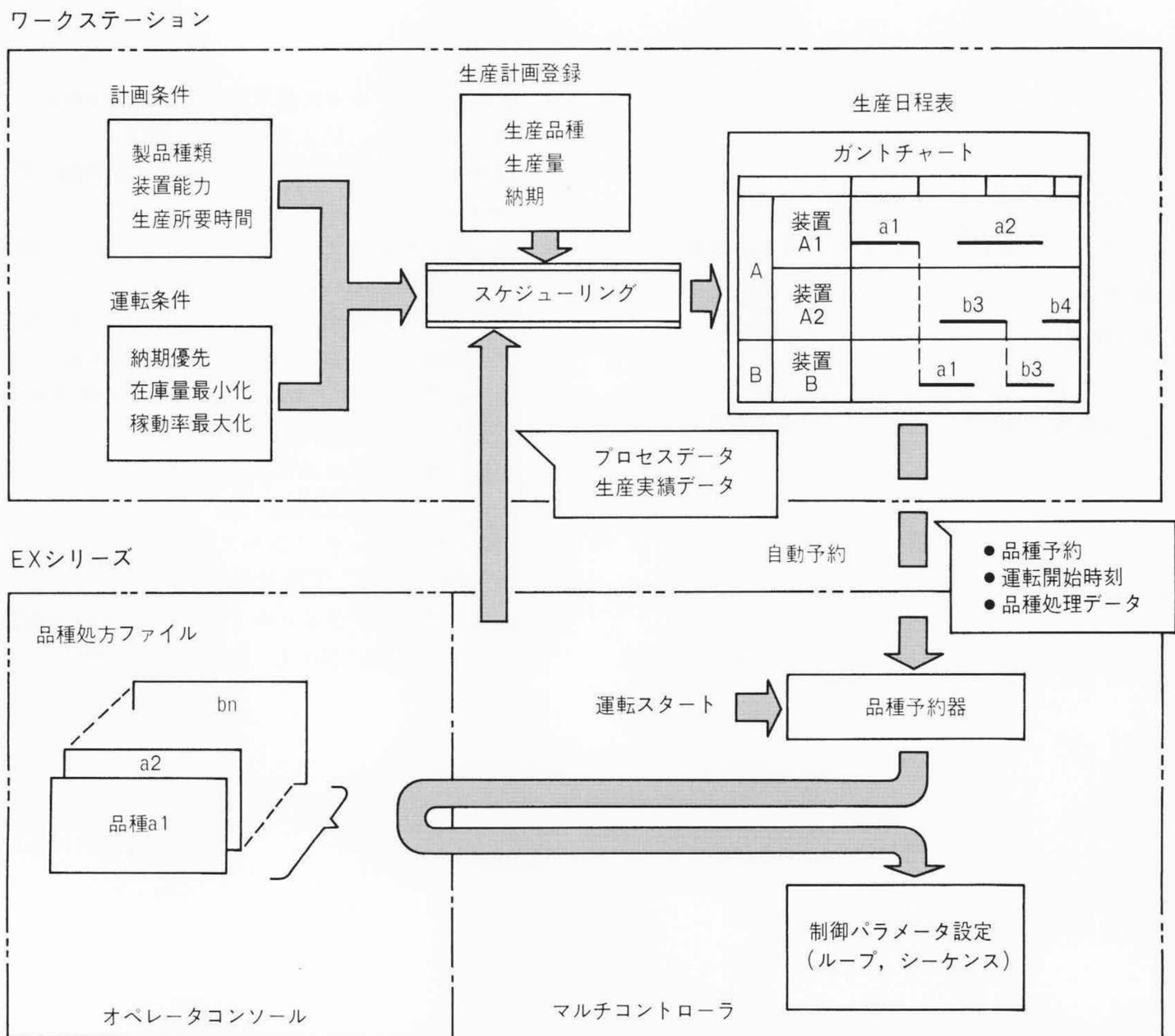


図11 スケジューリングと品種管理システムの統合 スケジューリング演算により、確定した生産計画結果はEXシリーズの品種管理システムの品種予約器に自動設定される。

の負担は大きく、計画の立案や修正を自動化するニーズが増加してきた。製造部門での生産計画のニーズはデイリーな生産計画が主で、製品の生産予定量から納期、効率などを考慮に入れて製造する製品の機器選択を行い、ロットごとに運転開始時刻を指定するものが多い。

このような人手によるデイリーな生産計画をPWSを使って自動化することができる。生産計画を行い計画された情報を品種管理システムに接続する流れを、図11(上部)に示す。計画条件、運転条件を考慮にいれ、プロセスデータ、生産実績データと生産計画量からスケジューリング演算を行い、その

結果を生産日程表に表示し、同時にEXシリーズの品種管理システムに自動予約するものである。生産計画予約には注文主別あるいはロットごとの製品名、製品生産予定量、納期などを登録する。計画条件は、生産品種に対応する製品名、1ロット当たりの生産量・生産時間、使用する装置能力などの登録を行う。また、運転条件には納期優先、原料・製品在庫量の最小化、プラントの稼働率最大化などスケジューリングを行うにあたり優先する内容を登録する。計画結果は、EXシリーズの品種管理システムに下記の項目を自動設定する。

- (1) 品種予約順序と運転開始時刻の指定
- (2) 品種ごとに異なる処方データの品種処方ファイル設定

以上の設定により、自動運転時には運転開始時刻になると、品種予約器に設定された品種の品種処方データがループ、シーケンスの制御パラメータに設定され、自動的に運転が開始される。

これら生産計画機能はスケジューリング演算部、条件定義部に知識形計画支援システムHPGS/Wを活用しているので、システム開発期間の短縮・保守の効率化を図ることができる。

4.3 運転支援への応用

従来の自動化に加えて、運転員の監視・判断・操作能力の補完を目的に運転支援システムが検討されるようになった。PWSなど計算機の性能向上により、プロセス解析、シミュレーション、エキスパートシステムなどが手軽に使えるようになった。運転支援は現場を預かるオペレータの知識の活用がキーであり、それぞれのプラントに合ったシステムの開発となる。

5 おわりに

プロセス産業でのCIMのニーズと、プロセスCIM用情報統

合形総合計装システムの開発背景および機能について述べた。プロセスワークステーションにより、操業実績管理、生産管理、運転支援などの生産情報処理の性能と機能を向上させることができた。さらに、オープン化されたネットワーク、汎用ソフトウェアパッケージにより、工場全体のより広い範囲へ適用分野を拡大することが可能となった。

今後、要求される生産情報処理機能はさらに増大するものと予想される。プロセスCIM用ソフトウェアを拡充するとともに、ワークステーションの持つ汎用ソフトウェアパッケージやエキスパートシステムを利用し、EXシリーズの機能と融合させた親和性のよいシステムを提供していきたい。

参考文献

- 1) 上野, 外: プロセス産業におけるCIM化対応システム, 日立計測ジャーナル, Vol.2, No.2(1990)
- 2) 横井, 外: CIMの現状と動向, 日立評論, 71, 6, 487~494(平1-6)
- 3) 原, 外: 知識型スケジューリングシステムの開発, 日立マイコン技報, Vol.4, No.1, (1990)
- 4) 千葉, 外: 市乳工場におけるプロセスCIM—雪印乳業株式会社野田工場—, 日立評論, 72, 9, 939~946(平2-9)
- 5) 西山, 外: ポリスチレン製造プラントの統合銘柄管理システム, 計装, 工業技術社, Vol.34, No.3, (1991)
- 6) 小島, 外: ポリエステル樹脂工程スケジューリングエキスパートシステム, 日立評論, 72, 11, 1173~1178(平2-11)
- 7) 山口, 外: バッチプロセス用DCSにおけるOA機能, 計装, Vol.34, No.6, 工業技術社(1991)
- 8) 山口, 外: オンラインネットワークにおけるWS適用上の課題, 計装, Vol.34, No.1, 工業技術社(1991)