EIC統合システム"HIDIC-AZ"

Total Information Integrated Digital Control System

近年、プラント制御でFA化、CIM (Computer Integrated Manufacturing) 化に対応した運転・監視・保守の高度化や省力化の要望が高まってきている。しかし、従来はE(電気制御)、I(計装制御)、C(計算機制御)が独立した発展経緯をたどってきているため、 $E\sim I\sim C$ 間が密に結合されていなかった。このため、CIM化に対して十分な対応が困難であった。今回、1台のコントローラで $E\cdot I\cdot C$ のそれぞれの制御が実行可能で、データの共用化および親しみやすいマンマシンを特長とするEIC統合システムHIDIC-AZを製品化した。

天日康博* Yasuhiro Tennichi 大関敏之** Toshiyuki Ôzeki 宮本 章* Akira Miyamoto 山岡弘昌* Hiromasa Yamaoka

1 はじめに

近年,プラント制御分野では市場ニーズの多様化,市場の 国際化・広域化、熟練技術者の減少や高度情報化などの産業 構造変化に対応していくため, 高品質で高付加価値製品を迅 速かつ安価に生産できるCIM(Computer Integrated Manufacturing)化が要望されている(図1)。これまでの制御システ ムは、電動機制御やシーケンス制御を中心とするE(電気制御) システム, 計装を中心とするI(計装制御)システム, および生 産管理を中心とするC(計算機制御)システムの三つの基本制御 システムに機能を分担させていた。一方, 最近のマイクロエ レクトロニクス技術の進歩によるマイクロプロセッサの高機 能・高性能化,およびCRTを中心としたマンマシン技術の飛 躍的な向上には目を見張るものがある。電気制御システム, 計装制御システムおよび計算機制御システムの三つの基本制 御システムは、これら高性能マイクロプロセッサ応用技術と 高度マンマシン技術をベースとして, それぞれの文化を継承 し, 個別に高性能化と機能の拡大が進められてきた。しかし, 相互間の結合度が低く,かつマンマシンオペレーション上の 統一性がないこと,独立した基本制御システムを従来のよう に個別に設置していては、CIM化プラント制御システムを構 築することは困難であった。情報の流れを一つにして、各制 御システム間を密結合とし統一性のあるマンマシンオペレー ションとする新しいディジタル統合化制御システムを実現す ることが要望された。今回、このようなニーズにこたえるシ ステムとして、EIC統合化システムHIDIC-AZを製品化した。

2 EIC統合化の背景

従来のプラント制御システムは、E(電気制御)システム、I (計装制御)システムおよびC(計算機制御)システムの三つのシステムがおのおの独立していたか、または専用回線接続によ

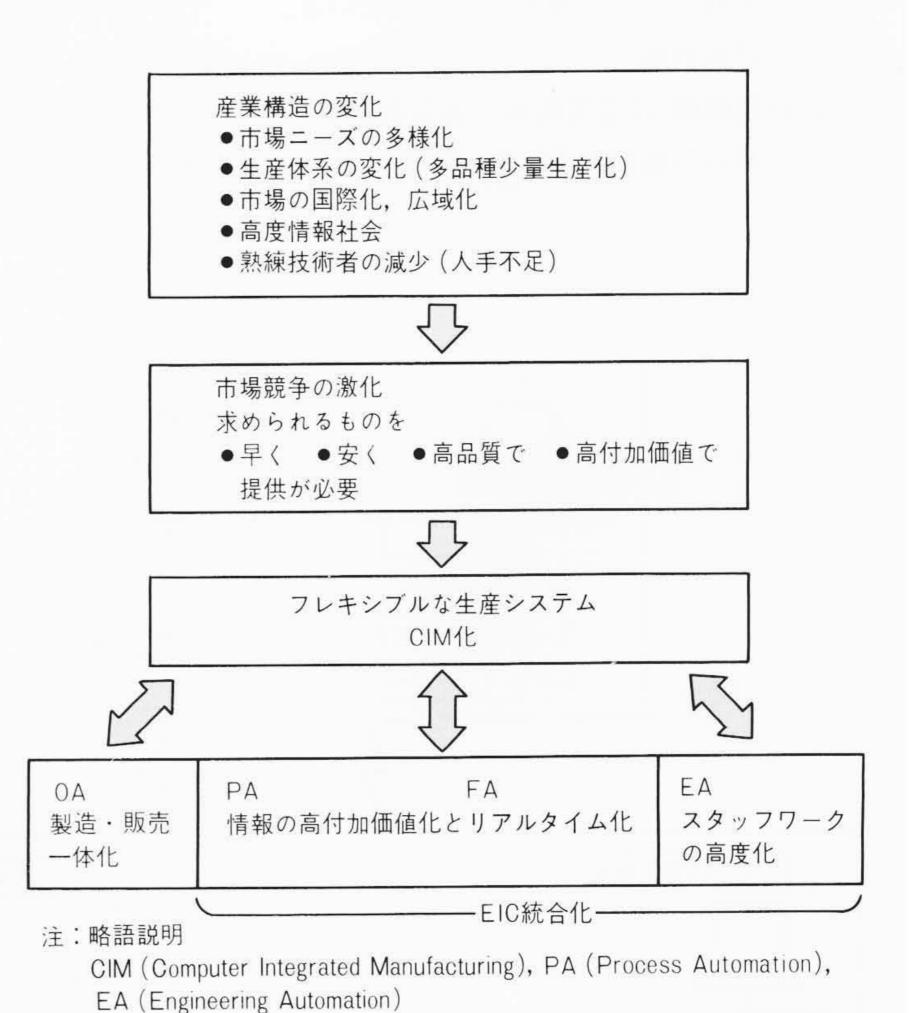


図 I プラント制御システムのニーズ 最近のプラント制御システムのニーズとEIC統合化の対応を示す。

^{*} 日立製作所 大みか工場 ** 日立製作所 機電事業部

って全体システムを構成した,結合度の低い構成となっていた。おのおのの制御システムは,分担する制御機能,要求される制御応答,および分担機能を実現するためのコンポーネントハードウェアによって構成され,次のように異なった文化を継承し発展してきた。

(1) E(電気制御)

E(電気制御)は電動機制御、電力供給操作などを対象としたパワー制御であり、数十ミリ秒から数百ミリ秒の高速な制御応答が必要である。そのため、リレーやアナログ演算器をコンポーネントとしたハード制御装置でシステムを構成し、リレー回路やアナログ演算回路に適した制御方式、および操作方法が用いられていた。近年、E(電気制御)の制御装置のハードウェアは、制御方式・操作方法は従来方式を継承しているものの、マイクロプロセッサ化されてきている。また、マンマシンでも、CRT応用装置の飛躍的な高性能化、多色化・グラフィック化・情報量の増大が進み、従来の大きな操作盤・表示盤に取って代わり、CRTマンマシンで構成されるようになった。このようにE(電気制御)システムを構成するコンポーネントのマイクロプロセッサ化、CRT化と進んできたため、従来のI(計装制御)やC(計算機制御)が分担していた機能の一部まで処理できる高機能化が進んでいる。

(2) I(計装制御)

I(計装制御)は温度制御,流量制御などのプロセス制御であり, 1秒から数秒の制御応答が要求される。従来は,工業計

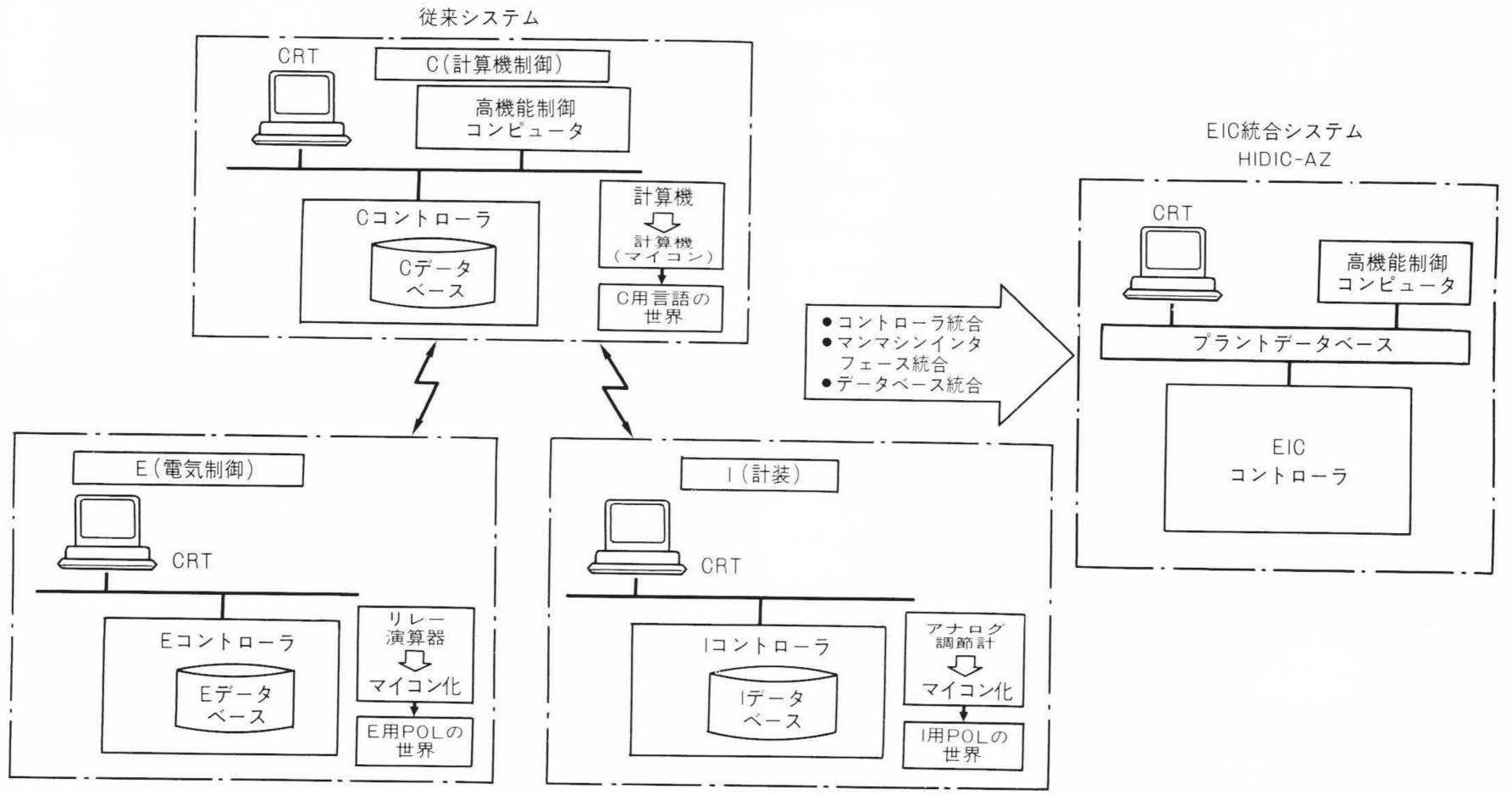
器やアナログ調節計をコンポーネントとしたハード制御装置でシステムを構成し、計器やアナログ調節計での回路に適した制御方式、図面の表現方法および操作方法が用いられていた。この分野でもE(電気制御)と同じく、制御装置のマイクロプロセッサ化、操作盤・表示盤のCRTマンマシン化が進められている。

(3) C(計算機制御)

C(計算機制御)はトラッキング制御など、砂オーダの制御応答が中心のプラントの生産管理の機能を主に分担していた。このため、計算機やCRTマンマシンのハードウェアに適した独自の制御方式・操作方法が採用されている。他システムと同じく、ハードウェアの高性能化・高速化により、従来ビジネスコンピュータ(以下、ビジコンと略す。)で分担していた機能の一部も制御計算機で処理できるようになってきた。

上述のように、おのおのの制御システムは、独自に高機能化が図られた。このため、E~I~C間の機能分担でCIM化プラント制御システムを構築した場合、コントローラ、CRTマンマシンの重複が発生するようになってきた。

このような状況から,(1)コントローラの統合,(2)マンマシンインタフェースの統合,(3)プラントデータベースの統合をベースとし,プラントデータ,マンマシンインタフェースなどのプラント制御での情報の流れを一つにする図2の右側に示す概念のEIC統合システムの構築が要望されるようになった。



注:略語説明 マイコン (マイクロコンピュータ), EIC制御 (E (電気制御), I (計装制御), C (計算機制御)), POL (Problem Oriented Language)

図 2 EIC統合化の背景とEIC統合の概念 従来のシステム構成法とHIDIC-AZとのシステム構成法の違いを示す。

B EIC統合化を支える技術

前述のようなニーズ、背景のもとにEIC統合化システム HIDIC-AZを開発し、CIM化を目指すプラント制御システム として適用することにした。EIC統合システムを実現するためには、(1) EIC統合化ネットワーク技術、(2) コントローラのシングルアーキテクチャ化技術、(3) プラントデータベース統合化技術、(4) 問題向き制御言語技術、(5) 運転監視のワンウインドウ化技術、(6) マンマシンの高度支援技術、(7) エンジニアリング環境の充実などが重要となる。

3.1 ネットワーク技術

統合化ネットワークとして、具備条件の一つは、前章で述 べたE(電気制御), I(計装制御)およびC(計算機制御)の各制 御で要求される制御応答性を満たすことである。数十ミリ秒 オーダの制御応答を必要とするE(電気制御)用制御データの伝 送、および秒オーダで監視する必要があるI(計装制御)用プロ セスデータの伝送では、伝送データ量自体は多くはないが応 答性が重視される。そのため、要求される高速応答を実現す る伝送方式として, 高速サイクリック伝送技術が用いられる。 サイクリック伝送とは、図3に示すようにネットワークに接 続されたコントローラA、Bおよびマンマシン装置のおのおの に設けられた共通メモリ内のデータを鎖線あるいは一点鎖線 で示すようにサイクリックに転写する方式であり、ネットワ ークに接続された各装置が、他の複数の装置に複雑な伝送手 順なしにデータを伝送することができる。 転写する周期は、 要求される応答性に対応して数ミリ秒オーダからの複数の周 期が設定できるようにし、伝送の最適化を図っている。

以上のようなサイクリック伝送はE(電気制御)およびI(計装制御)では有効であるが、C(計算機制御)では、事象発生時に多量なデータを高速に伝送することが求められる。これを満たすためにはメッセージ伝送機能を持つ必要がある。したがって、統合化ネットワークとしては、サイクリック伝送機能とメッセージ伝送機能との両機能を持ったネットワークが必要となる。

一方、最近のシステムの目指す方向の一つに、オープン システム アーキテクチャの概念がある。その考え方のベースは、よりコストパフォーマンスの高いコンポーネントを、マルチベンダから集めて最適なシステムを構築することである。このオープン化を実現するために最も重要となるのがネットワークである。オープン化ネットワークとしてIEEE(米国電気電子学会)802.3(Ethernet*)やMAP(Manufacturing Automation Protocol)およびミニMAPが現状であげられる。前者

※) Ethernet: Ethernetは、富士ゼロックス株式会社の商標である。

はワークステーションやコンピュータ間の情報伝送用として普及しているが、応答性を要求される制御データ伝送用としては不十分である。後者はプラント制御用であるが、サイクリック伝送で実現している高速応答性を満たすには現状では不十分な点がある。しかし、今後はMAP、ミニMAPに準拠した製品あるいはこれらの物理インタフェースおよびデータリンクを規定したIEEE802.4(トークンバス)に準拠した製品が普及すると考えられる。

以上述べてきたような統合化ネットワークに要求される応答性、およびオープン化の現状では、統合化ネットワークとして一つに集約することが必ずしも最適ではなく、制御データ伝送用として普及しつつあるIEEE802.4準拠ネットワーク、情報伝送用として普及が進んでいるIEEE802.3ネットワーク(イーサネット)の二つを併用することが好ましいと考えられる。

3.2 コントローラのシングルアーキテクチャ化

制御が高度になるにつれて、E(電気制御)・I(計装制御)・C(計算機制御)の明確な境界がなくなってきている。E+I、I+C、E+I+Cのように複合された制御が必要となってきている。これらE・I・Cを別々のコントローラで処理すると相互間の通信が必要となり、性能、コスト、保守などの点で好ましくない。一方、コントローラの基本コンポーネントであるマイクロプロセッサの最近の高性能化、高機能化によってE・I・Cの各制御を一つのコントローラで処理するEIC共用コントローラの実現が可能となった。しかし、E・I・Cおのおのが必要とする制御応答性、および制御方式は図4に示すように異なっている。したがって、同図右に示すEIC共用コントローラ化技術を採用することによって制御応答性、制御方式の協調をとり、

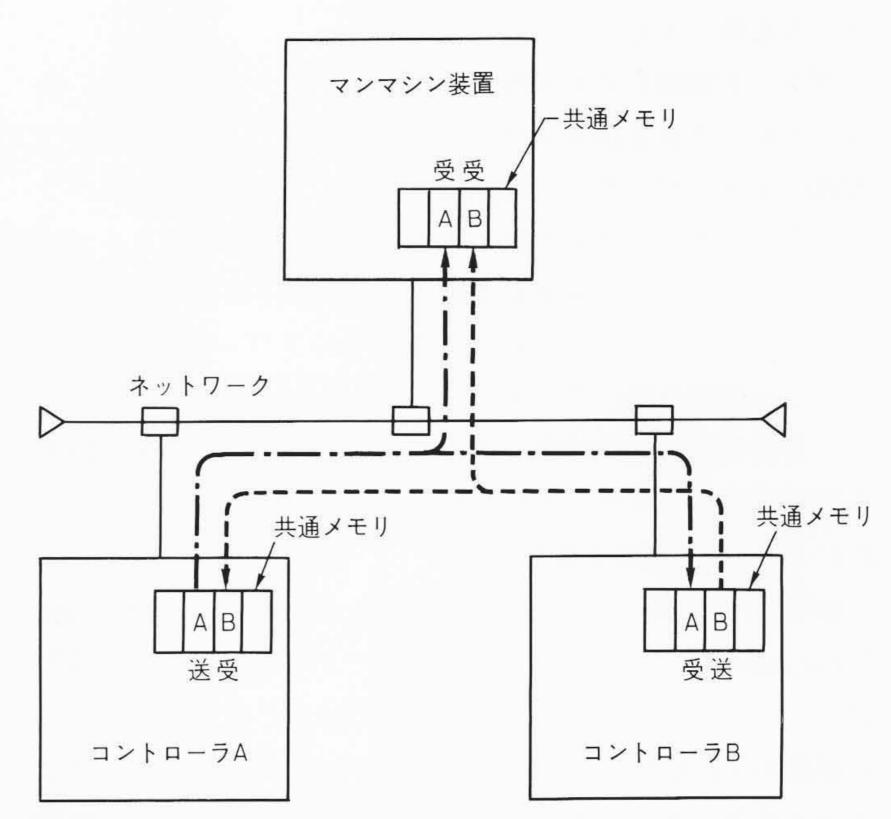


図3 サイクリック伝送の既念 共通メモリによるデータの同一化手法を示す。

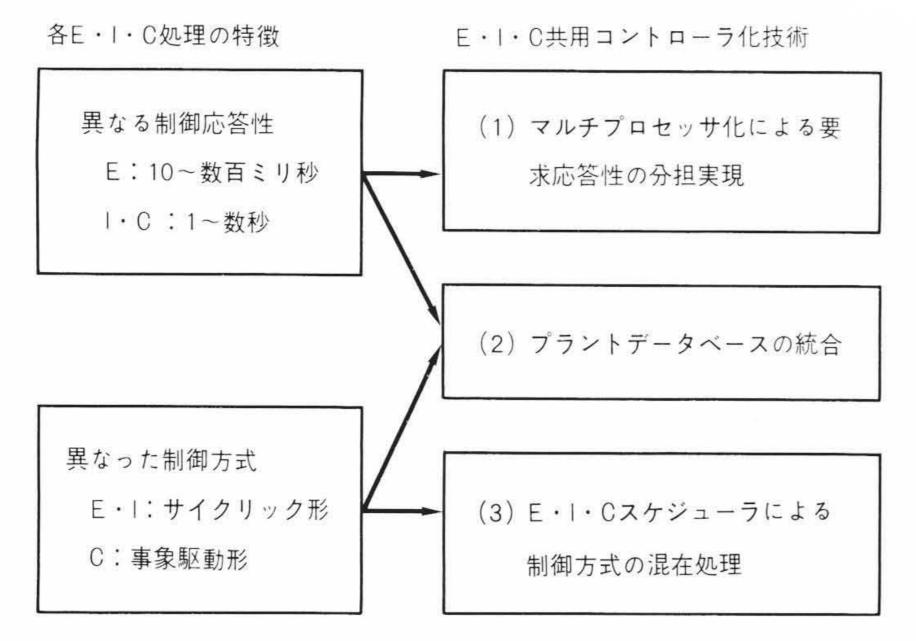


図 4 E・I・C共用コントローラ化技術 E・I・C各処理の特徴とコントローラ共用化に必要な技術を示す。

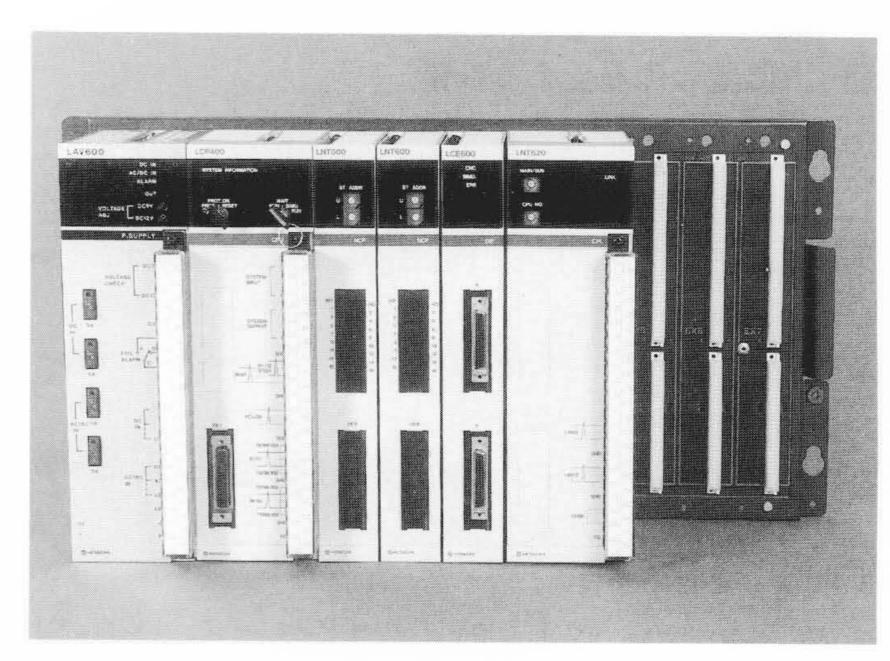


図 5 コントローラHISEC-04M/FXの外観 PCS(Process Control Station)に使用されるEIC統合コントローラHISEC-04M/FXの外観を示す。

コントローラのシングルアーキテクチャ化を実現した。

シングルアーキテクチャ化されたコントローラHISEC-04M/FXの外観を図5に示す。本コントローラはMPU(Micro Processing Unit)に32ビットマイクロプロセッサを使用し、バッテリーバックアップされた4MバイトのRAMメモリなども一つのモジュールに実装したコンパクトなコントローラである。なお、同図には電源、系統LANなどのPCS(Process Control Station)として使用する際に必要なモジュールも含まれている。

3.3 プラントデータベースの統合

EIC統合を図る上で、コントローラの共用化、マンマシンの統合化、ネットワークの統合化などがシステム構築に不可欠である。これらを実現する共通の重要基盤がプラントデータベースを統一することである。

プラント制御システム内でのプラントデータの写像を、各コントローラおよびマンマシン装置に共通データとして持つ方式により、データベースの統一を図る。すなわち、実プラントのデータはプラントとインタフェースされるコントローラ内にプラントベースとして持つとともに、これの写像であるプラントデータベースは、EIC統合ネットワークのサイクリック伝送機能を用いて、すべてのコントローラおよびマンマシン装置に高速に伝送することである。これにより、E・I・C各制御で要求された応答性を確保することができる。

3.4 制御用問題向き言語

制御用問題向き言語(制御用POL: Problem Oriented Language)については制御対象分野によりさまざまな表現方式があり、それらはおのおのの分野の独自の発展過程での長い経験の下に培われた文化でもある。そのためEIC統合システムとしては、これらの文化を継承した各種制御用POLを準備し、各分野にマッチしたPOLが選択でき、各分野での使い勝

手を向上させることが必要である。HIDIC-AZで利用できる 制御用POLを**表 1**に示す。また、これら言語でプログラム作 成にあたっては、B & M (Builder and Maintenance)により 容易に作成・保守が可能となっている。

(1) DDC(フィードバック制御,ループ制御)

指示計,調節計などアナログ計器機能をそのままプログラム化したもので,TAG(計器)を組み合わせてループ制御を行う一般計装分野で用いられているPOLである。

(2) マルチラダー

シーケンス制御のビットデータ対象のラダー演算のほかに、 ワードデータの演算、判定などを連続してグラフィックシン ボルで記述できる言語であり、圧延制御などの高速電気制御、 PA(Process Automation)に適している。

(3) ディシジョンシーケンス

ディシジョンテーブル(真理値表)方式によるシーケンス制御用であり、一般計装分野での工程歩進形制御に有効である。 (4) マクロシーケンス

C言語をベースに、シーケンス制御用のコマンド(マクロ)を そろえたC機能付きシーケンス制御用POLである。プラント立 上げ・停止、バッチプロセスなどきめ細かな制御を必要とす る場合に有効である。

3.5 マンマシン機能

HIDIC-AZの運転監視機能の主な特長を以下に述べる。

(1) タッチオペレーション

キーボード操作を廃止し、タッチオペレーション化することによって親しみやすい構成としている。タッチオペレーションにより、概略から詳細へ展開していくことができる。プラント状態を監視しながら、画面上の該当計器シンボルあるいはデータをタッチすると、関連する詳細情報がウインドウに展開され、その中で詳細情報の確認、設定、操作が行える。

No.	名 称	表 記 例	E・I・C分類	対象分野	
1	DDC	流量		●一般計装	
2	マルチラダー	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 01 11 12 15 06 07 08 09 10 07 08 00 09 10 07 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00		● 圧延制御● PA	
3	デシジョンシーケンス	条件 ルール 1 2 3 4 5 6 7 1 ST000 Y		●一般計装	
4	マクロシーケンス	step (3, ST003."BCチェック"): wuntils (FQ105, NORM): step (4, 0, "仕込弁開"): open (SV230, SV2501): step (5, ST005, "仕込開始"): start (FQ105): on (PU108):			

注:略語説明 DDC (Direct Digital Control), PVTAG (Process Variable Tag), AI (Analog Input), AO (Analog Output), LIM (Limiter)

(2) トレンド表示

プラントの状態をグラフ表示するにあたっては、収集するデータの数、収集時間およびサンプリング周期の以下のような組み合わせの中から必要とするものを選択して使用することができる。(1) 高速トレンド:1 秒周期で1日分のデータを64点保存、(2) リアルタイムトレンド:5 秒・10秒・20秒周期で1,260データを256点保存、(3) ヒストリカルトレンド:1 分・2 分・4 分・8 分周期で1,440データを2,048点保存(3) 警報処理

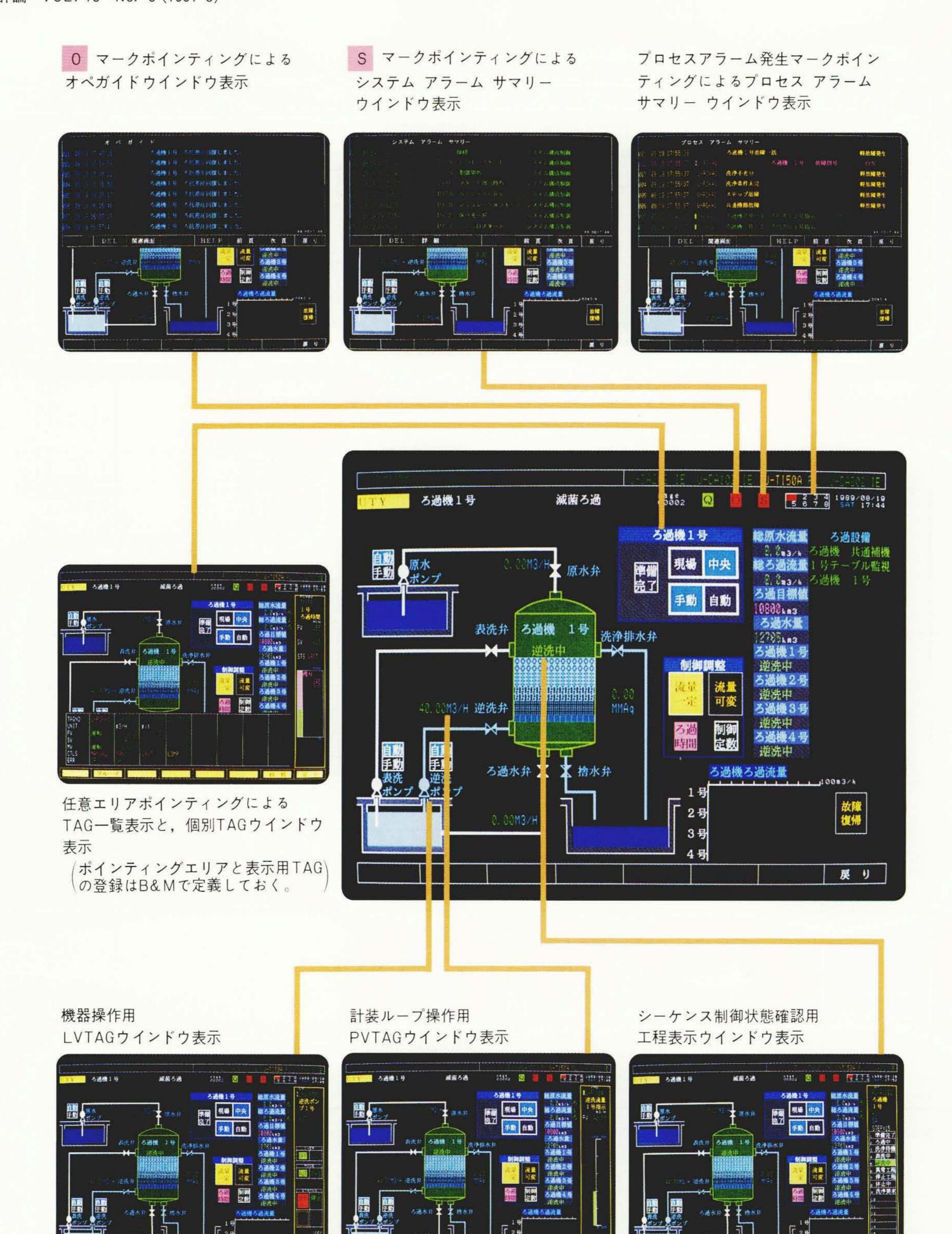
プロセスアラーム, オペガイド, システムアラームについて表示, 印字およびファイル保存を同時に行うことができ,

保存された情報は計器番号などで検索できる。プロセスアラーム、オペガイド表示は、発生時の情報表示を行うだけでなく、発生警報に対してオペレータがとるべき処置、留意事項などをウインドウ表示できるようにしている。

具体的な画面展開およびウインドウ画面の例を図6に示す。 どのような画面とするか、どのような画面展開とするかは、 B&Mによって容易に定義することができる。

4 EIC統合システムHIDIC-AZの構成

EIC統合システムHIDIC-AZの実用構成例を図7に示す。また、主な仕様を表2に示す。システムは次のようなコンポー



注:略語説明 LVTAG (Logical Variable Tag), B&M (Builder and Maintenance)

図6 ウインドウ展開例 ポインティングする位置により、どのようにウインドウ表示されるかを示す。

ネントによって構成されている。

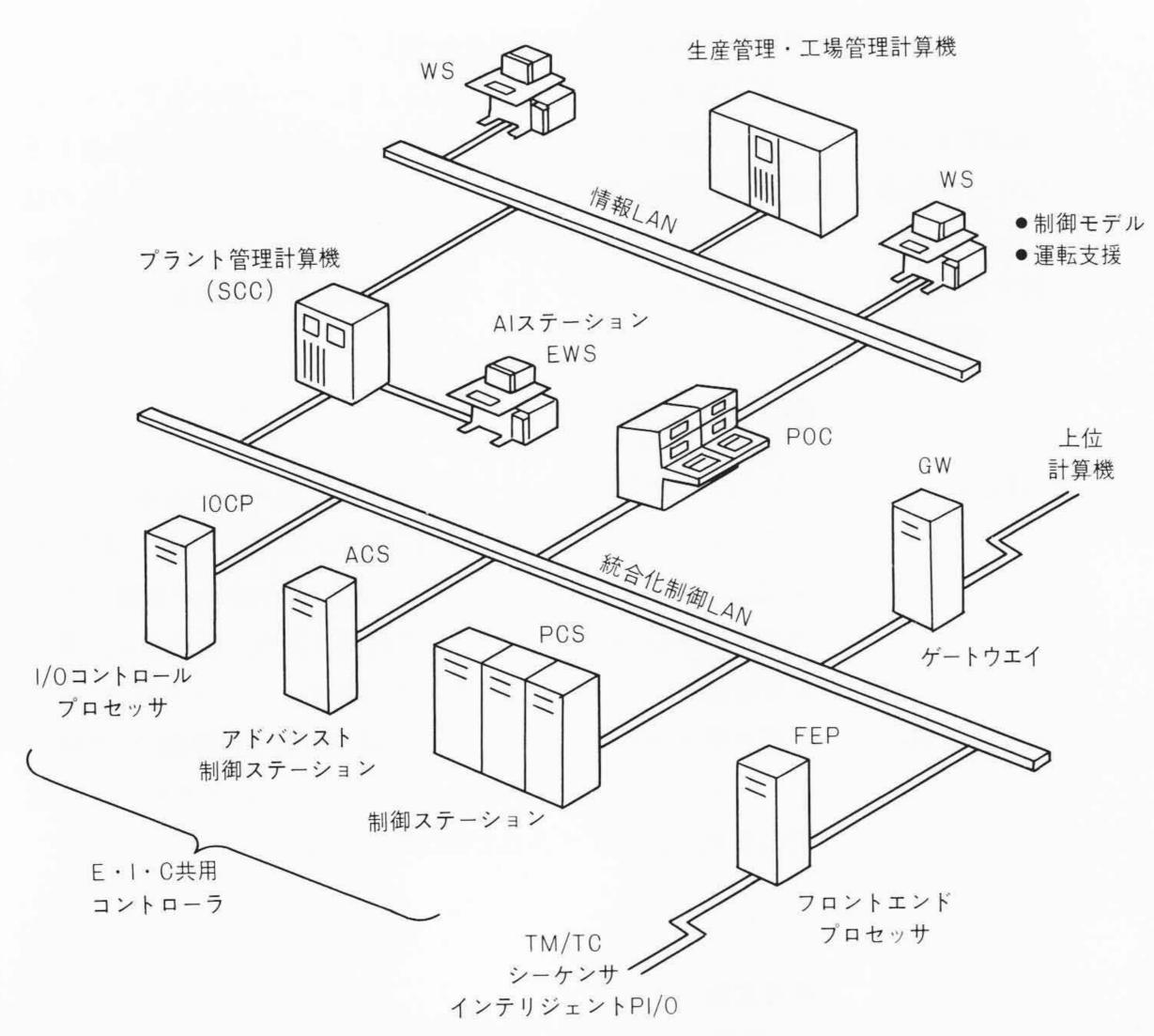
(1) 統合化制御LAN

IEEE802.4準拠のトークンバスタイプのLANで、10 Mビット/s の伝送スピードを持ち、高速サイクリック伝送機能とメッセージ伝送機能の双方を持っている。

(2) PCS

プラントの制御を行うステーションでDDC (Direct Digital Control),シーケンス制御などを中心とした $E \cdot I \cdot C$ の制御を PI/O(プロセス入出力装置)を介して行う。

高信頼度が要求されるケースでは、コントローラを二重化



注:略語説明 WS (Workstation)

SCC (Supervisory Computer Control) AI (Artificial Intelligence)

POC (Process Operator's Console)

GW(Gate Way)

EWS (Engineering Work Station)

TM/TC (Tele Meter/Tele Control) IOCP (Input Output Control Processor)

ACS (Advanced Control Station)

PCS (Process Control Station)

FEP (Front End Processor)

HIDIC-AZシステム構成例を示す。 図7 ディジタル統合化システム構成例

HIDIC-AZの主な仕様・機能を一覧表に示す。 表 2 HIDIC-AZの主仕様

	TAG(計器番号)総	数	16,384 TAG		
	管理点数		24,576点 2,560点		
	トレンドデータ				
-		CRT	CRT 48台(4台/POC)		
	オペレータコンソール	POC	12台		
- 1		PCS	32台		
	コントローラ	IOCPほか	20台		
	CRTサイズ		20形		
	CRT分解能		1,280×1,024		
	CRT表示文字		英·数字, 仮名, 漢字		
	CRT台数		4 台/POC		
-	タッチパネル		CRTに標準装備		
	+ 4° 1°		オペレータキーボード		
	キーボード		エンジニアリングキーボード(JISキー)		
			● 運転監視操作機能		
			● B&M機能		
	主な機能		計装ループ制御・ディシジョンテーブル、マルチラダー・マクロシーケンス		
			● エンジニアリング機能		
			● デバッグ機能		
	補助機能		カラーハードコピー, 漢字プリンタ, 音声出力 ほか		
	制御機能		E・I・Cを同一のコントローラ上で実現できる。		
	制御ループ数		80		
,	監視ループ数		256(制御内容によって若干増減することがある。)		
	補助マクロファンクシ	ノョン数	768		
1	マルチラダー演算	種別	119		
)	ディシジョンテー	ブル	128枚		
			アナログ入力256点		
S	プロセス入出ス	ל	アナログ出力160点		
			ディジタル入出力1,664点		
	演算機能		ビット演算, 固定小数点演算, 浮動小数点演算		

したPCSとすることも可能である。

(3) POC (Process Operater's Console)

EIC統合マンマシンで高精細(1,280×1,024)のCRTを用いて、E・I・Cデータをグラフィック画面に混在表示し、運転監視のワンウインドウ化を図っている。1台のステーションで最大4台のCRTを接続でき、POCはシステムに最大12台設置可能である。各POCは同一機能を持っているため、故障時などのバックアップが容易な構成となっている。

(4) ACS (Advanced Control Station)

PCSの上位に位置したコントローラで、複数のPCS間にわたる制御やSPC(Set Point Control)を行う。

(5) GW (Gate Way)

上位計算機との接続用ステーションである。

(6) FEP (Front End Processor)

下位のシーケンサ、テレメータ、インテリジェント記録計 などとの接続用ステーションである。

(7) IOCP (Input Output Control Processor)

システムで共通な入出力処理を行うステーションである。

(8) 情報LAN

IEEE802.3インタフェースのLANでオープン化を図り、上位のビジコン、ワークステーションとの接続を容易にしている。

(9) SCC (Supervisory Computer Control)

プラント管理用計算機制御ステーションであり,最適制御などの高度制御機能,および長期のヒストリカルデータベースをもとにした日報,月報,生産計画,実績管理機能,AIを

用いた運転支援機能などを分担している。

本システムを適用することにより、ハードウェアコストの大幅な削減が可能になるとともに、ソフトウェア開発量も重複部分を削除できる。また、マンマシンインタフェースの統合によるワンマンオペレーションの実現、ハードウェアの統合によるエンジニアリング要員の削減なども図ることができる。

5 おわりに

E・I・Cの各制御の結合度を密とし、統一性のあるマンマシンオペレーションを提供するEIC統合システムHIDIC-AZを製品化し、フレキシブルな生産システムへの対応が可能となった。E・I・Cの統合はまだ初期の段階にあり、今後さらに発展させるためには、制御用問題向き言語のレパートリ拡充(特に高速を要求されるE制御、専門知識が必要なC制御)、各種ユーザーインタフェースのオープン化、エンジニアリングの高度化など、拡充すべき点が残されている。

参考文献

- 1) 伊東,外:LNG受け入れ基地向け新制御システムの開発,日 立評論,72,9,925~932(平2-9)
- 2) 伊藤, 外: プラント制御における情報の流れをひとつにするディジタル統合化システム, 電気学会雑誌, 110, 10, 845~852(平2-10)
- 3) 電気, 計装, 計算機統合制御システム, 産業機械, 62~65 (1990-6)