

計算機制御システムの動向

Progress in Application and Technology of Hitachi Control Computers

計算機制御システムは、近年の我が国産業社会の発展とともにその適用が進み、高能率、高生産性を支えてきた基幹技術である。ハードウェア、ソフトウェアの基本技術の進展に伴い、適用範囲も広がり、計算機制御システムの中核となる制御用計算機では種々のシステムとの接続を容易にするオープンシステム化や、大量のアプリケーションソフトウェアを効率よく生産する手段の確立が急務である。アプリケーションでも電力システム、社会システム、産業システムなどそれぞれの分野で、知識処理システムや画像認識処理システムなど最新の技術を活用して、効率の良いシステムを構築すべく懸命の努力が続けられている。この論文では、システム技術とアプリケーションの動向について概観し、それらの詳細については以降の各論文で述べるものとする。

長谷川邦夫* *Kunio Hasegawa*
 林 晃* *Akira Hayashi*
 増田崇雄* *Takao Masuda*
 高津正雄** *Masao Takatsu*
 村井忠雄*** *Tadao Murai*

1 緒 言

デジタル計算機が制御用計算機として産業プロセスの制御に応用され始めてから30年近くが経過した。この間に半導体技術はトランジスタ、IC、LSI、VLSIへと進歩し、カラーCRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイの導入やマイクロプロセッサの出現によって、制御用計算機の性能と機能は著しく向上した。それと並行して計算機制御の利用技術も、プラントの監視とデータロギングからPID(比例・積分・微分)制御、より複雑なプロセス制御、制御に伴う情報処理、分散化したプロセス制御のトータル化、工場全体の統合生産管理へと発展してきている。

日本電子工業振興協会の調査¹⁾によれば、昭和35年から61年までの我が国の工業用計算機製造12社の累計出荷台数は4万7,038台にもなっており、計算機制御は国際的にも卓越した我が国産業社会の高能率、高生産性を支える基幹技術の一つとなっている。

本稿ではこれらの制御用計算機分野での日立製作所の最新のシステム技術を概観するとともに、各アプリケーション分野での現状と課題を述べ、更に計算機制御システムの着目すべき要素技術の今後の動向について言及する。

2 システム技術

2.1 オープンシステム化

PA(Process Automation)やFA(Factory Automation)のほかに、LA(Laboratory Automation)やOA(Office Automation),更にEA(Engineering Automation)などとの統合化システムなど幅広いニーズにこたえるシステムを構築しやすくするためには、各種国際標準インタフェースを取り込んだオープンシステム化が必ず(須)である。

HIDIC V90/5シリーズでは幅広いシステム規模に対応すべく、長年にわたり培ってきた高信頼度システム技術をベースに一貫したハードウェアアーキテクチャによるV90/5、V90/25及びV90/65の3機種の商品ぞろえとし、入出力バスや通信ネットワークに国際標準インタフェースを採用している。

プログラミングインタフェースも国際標準OS(Operating System)のUNIX^{*)}を採用し、豊富なりアルタイム制御システム納入実績により確立されたOSであるPMS(Process Monitoring System)との統合化を行い、効率の良い運用が可能となるよう工夫している。

2.2 ソフトウェア開発

適用範囲の拡大により、計算機制御システムを作り上げるために開発すべきアプリケーションソフトウェア量はますます増大してきており、効率良く、かつ信頼度の高いソフトウェアを開発するための開発支援システムの整備が行われている。

従来はリアルタイム制御を行っている制御用計算機の空き時間を利用して、バッチ処理によりソフトウェア開発を行っていた。HIDIC V90/5シリーズではPWS(Programming Work Station)と称する専用のワークステーションにより、対話形式でソフトウェア設計・製作・テスト作業ができるソフトCAD/CAM/CAT(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing/Computer Aided Testing)ツールを開発し、制御用ソフトウェア一貫開発・保守支援システムを

*) UNIX: UNIXは、米国ATTベル研究所で作られたOSの名称である。

* 日立製作所機電事業本部 ** 日立製作所電力事業本部 *** 日立製作所システム事業部

実現させている。

パッケージ化されたソフトウェアもソフトウェアの生産性を向上するための支援ツールとして重要であり、RDB (Relational Data Base)管理システムADF/RS (Advanced Data Management Facilities for Realtime Application System), プロセスグラフィックシステムMDMS/IGS (Man Machine Data Management System/Industrial Graphics System), PDMS (Process Data Management System)などの基本機能の専用支援ツールのほか、HIDACS (Hitachi Standard Process Data Acquisition and Control System)のように個々のアプリケーション分野に特有の機能を標準化して、パッケージ化を図った各種ソフトウェアの品ぞろえも強化を図っている。

知識処理システムも一種のソフトウェア生産性を向上するためのプログラミング技術である。人間の思考過程を計算機化することによって、対象プロセスのノウハウさえ知っていればソフトウェアを作り上げることができるようになり、ソフトウェア人口の拡大に貢献するとともに、従来、計算機にのりにつかなくなった問題を扱えるようになる副次的効果もある。このような知識処理システムを制御の分野に応用するために、リアルタイム環境下でも適用できる高速推論処理性能を備えた知識処理システム構築用ソフトウェアEUREKA-II (Electronic Understanding and Reasoning by Knowledge Activation-II)を製品化し、プラントの監視、制御や診断など広範囲のアプリケーションに活用している。

ドキュメンテーションもソフトウェア開発の重要な部分を占める。ソフトウェアの仕様を記述する仕様書は文字だけでなく、表や図なども混在したものであり、このようなエンジニアリングドキュメントの作成をエンジニアリングワークステーション上で実現するためのソフトウェアSEPTEMなども開発し、エンジニアリング業務の効率向上に貢献している。SEPTEMの表示例を図1に示す。

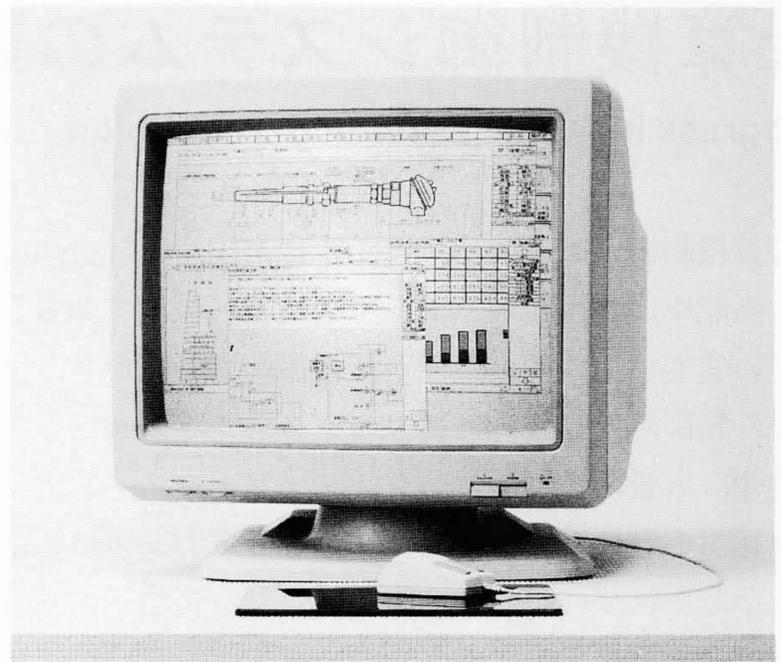
2.3 マンマシンインタフェース

カラーCRTディスプレイが多彩に活用されており、ちらつきのないノンインタレースの高精細グラフィックディスプレイもプロセスの監視に利用されてきている。IGS (Industrial Graphic System)ではマイクロプロセッサの活用によって、ホストCPU (Central Processing Unit)に負担をかけずに精細なトレンドグラフの表示やプロセスフローのスクロール表示などが容易にできる。

更には、HIDIC ES330のような、32ビットCPUを備えたエンジニアリングワークステーションやパーソナルコンピュータをシステムの中に組み込んで、計算機システムとの対話機能の充実や高度に加工した形での情報制御表示などの工夫がなされている。

液晶技術を利用したマルチカラー投射式ディスプレイなどによって、従来から利用されているグラフィックパネルに代わって表示内容の変更が容易にできる大形の高輝度ディスプレイも実現している。

各種制御のデジタル化の進展に伴い、電気、計装、計算機統合化システムが進められつつある中で、従来、個別に設



注：SEPTEM [séptem] (ラテン語のSeven) 7の意で、テキスト、図形、表、スプレッドシート(計算表)、グラフ、数式及びイメージの7要素を扱えるところから由来する。

図1 SEPTEMの表示例 SEPTEMで仕様書を作成の際にドキュメントの生成ばかりでなく、プログラムのデータなども同時に生成させることのできる画期的な技術文書作成編集システムである。

置されていたオペレータコンソールも、共通のカラーCRTディスプレイを応用した端末に統合化されていく方向にある。

2.4 プロセスインタフェース

プロセスとの入出力装置もマイクロプロセッサの活用によってホストCPUのデータ処理の負荷を軽減するような形になってきている。HIACS Pシリーズ分散形デジタル計装システムやHIDIC S10 α シリーズプログラマブルコントローラなどをプロセスインタフェース端末として用いることによって、マイナーループコントロールやシーケンス制御は端末サイドで処理を実行する形が多く採られている。

道路監視制御や河川情報管理、上下水道設備監視制御などの社会システムでは、SUPERROLシリーズのようなテレメータ・テレコントロール装置を端末として、広域分散されているプロセスとのインタフェースをとっている。

FAの分野では自動化の遅れているきずや汚れなどの検査情報の入力装置として、高度な濃淡画像認識処理を高速に実行するHIDIC IPシリーズが製品化されている。組立ラインなどでの自動化、省力化を更に推進するために、制御対象物の属性値を人手を介さずに認識するためのID (Identifier)プレートによる現物管理システムやICカードの応用システムも開発されている。

2.5 システム構築技術

応用範囲の拡大に伴い、システムへのニーズも複雑多岐となり、CIM (Computer Integrated Manufacturing)などと称されるような各種の計算機を統合化した形のシステムの提供が要請されてきている。

制御用計算機を取り巻く環境としては、OAをつかさどるはん(汎)用計算機システムやパーソナルコンピュータとの接続は必ずの機能となっており、各種の通信手段が用意されている。

制御用計算機のレベルでも、例えばコンビナート内のプラントデータベースシステムを構築するための32 Mバイト/秒の高速幹線LAN(Local Area Network)Trunk Network-32や個別プラント内での端末機器の接続やデータ授受を行うための1 Mバイト/秒の支線LAN μ - Σ Networkなどの光ファイバ応用システムを提供し、フレキシブルなシステム構築を可能としている。

これらのシステムの構築に際しては、段階的なシステム構築を可能とし、システムの部分的な故障に対してもシステム全体を停止させず、かつシステム稼動中にも保守が可能であるようなシステムの実現を目指して、自律分散システム技術の開発が行われている。

一方、システムの信頼性を向上させて稼動率の高いシステムを実現するためのマルチコンピュータシステム機能は、数多く経験した高信頼度システム構築のノウハウをベースに、HIDIC V90/5シリーズでも完備している。

3 アプリケーション分野での現状と課題

3.1 電力の安定供給

電力分野では昭和30年代から電力設備の監視制御のために、デジタル計算機を応用した自動化システムが活発に導入されてきている。最近では社会生活の向上及び環境の変化に伴い、安定かつ良質の電力供給への要請はますます高まってきており、これを実現するための設備運用は、より複雑・多様なものとなってきている。これに伴い自動化システムも簡易なものからより複雑・高度なものへ、単体から複合システムへと発展してきており、システムを効率的に構成するためネットワーク化が進められる傾向にある。

(1) 電力系統制御

電源の多様化、大形化、流通設備の複雑・大規模化に伴い、電力系統運用はますます複雑・高度化してきている。これに伴い電力系統制御に適用される計算機システムは、ますます高速化・大規模化の方向をたどっている。システム構成は32ビットCPUによるマルチコンピュータ構成によって、処理能力と信頼性の向上を図ることが一般化している。

マンマシンインタフェースの中心はカラーCRTディスプレイであるが、限られたスペースにより多くの情報を提供することによる性能向上を目的とした高密度化・多機能化が図られている。また、操作を容易にするため複数のオペレータが共通して見られる大形ディスプレイや事故メッセージを、音声で告知する音声出力装置が一部採用されるようになってきている。

一方、電力系統制御システムの特徴となっている日常的に発生する電力系統設備の変更に対応するためのメンテナンス技術が著しい進歩を遂げつつあるが、システムの大規模化に伴いソフトウェアの品質が重要な課題となってきており、拡張性、保守性を含めたソフトウェア品質向上のための種々の開発が行われている。

また機能面では、系統事故判定、復旧操作などを中心に知識処理システムが一部適用されるようになってきており、今後更に適用範囲が拡大される方向にある。

一方、機能の高度化に伴い、従来、制御用計算機だけで実現してきた機能の見直しが図られ、制御用計算機とはん用計算機のそれぞれの特長を生かした業務分担によってシステムを構成するハイブリッドシステムが実現されている。ハイブリッド構成としたシステム構成例を図2に示す。

復旧操作の迅速化、停電時間の極小化など供給信頼度向上のため、配電系統での自動化システムの導入も活発化しており、配電系統と地図情報とを重ね合わせ実システムイメージのビジュアルな表示を行う街路図対応配電線路図表示システムが開発されている。

(2) 火力発電プラント

火力発電プラントの運転は、燃料の多様化、中間負荷運用などの高効率運用に伴い高度かつフレキシブルなものとなってきている。このため、発電ユニットに適用される制御用計算機システムは従来の監視主体のマンマシンから運転操作主体のものに変わってきている。

更にデジタル制御の範囲拡大に伴い、現場コントローラと制御用計算機との協調のとられた階層分散システムの適用が定着しつつある。このための高速構内ネットワークの導入や伝送プロトコルの標準化が図られている。

また、機能の高度化に伴い事故時対応など、運転ノウハウを必要とする業務処理に知識処理システムを応用したものが開発されている。一方、発電ユニット用計算機システムだけでなく、発電所の共通設備や発電ユニットの運転履歴など情報資源の高度利用を目指した運転管理システムの導入が図られるようになってきており、応用範囲が拡大されてきている。

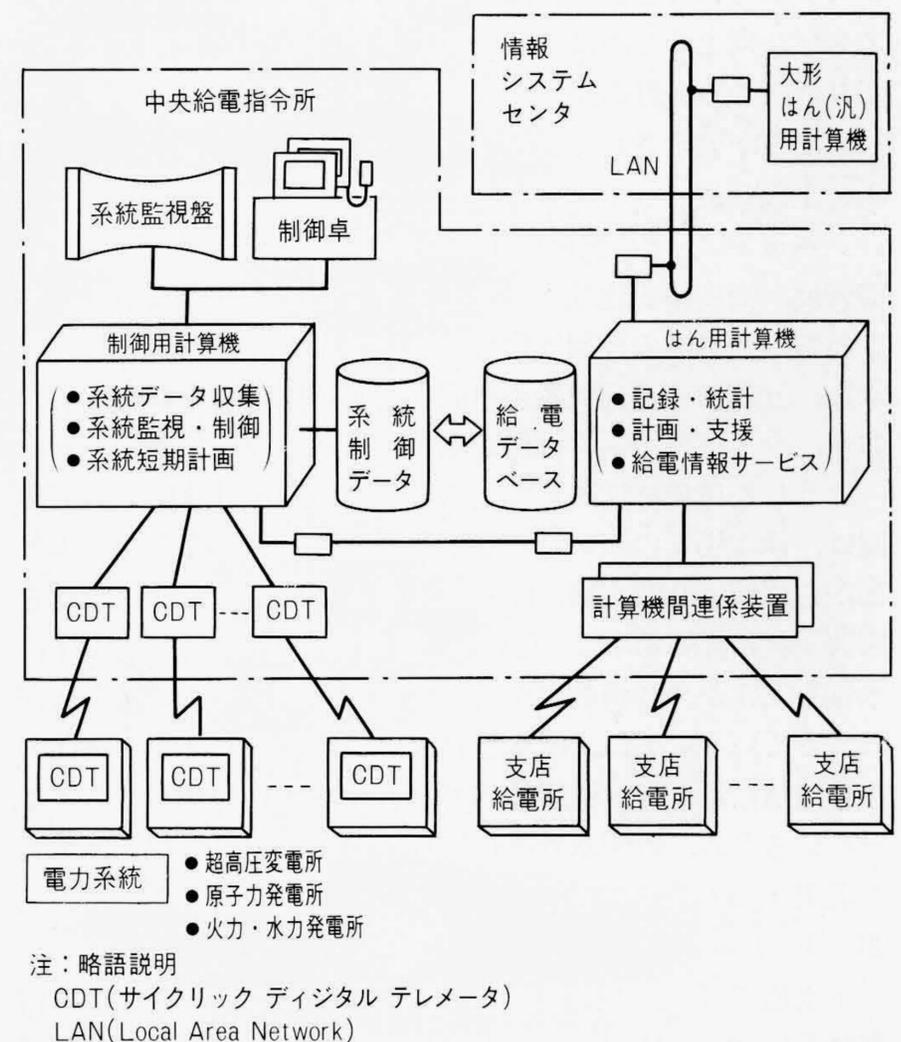


図2 電力系統制御システムにおけるハイブリッド構成例 制御用計算機とはん(汎)用計算機のそれぞれの特長を生かした業務分担によるシステム構成例を示す。

(3) 原子力発電プラント

原子力発電プラントのユニット容量増大、プラント安全性の再評価による設備の複雑化に伴い制御用計算機システムの機能は著しく拡大され、初期の炉心性能計算中心のものから中央監視制御システムの中核をなす重要な役割を担うものへと発展してきている。

システムの構成は処理の高速化、マンマシン性の向上などを実現するための負荷分散形マルチコンピュータシステムを採用している。一方、マイクロプロセッサの進展に伴いプラントのサブグループ制御装置のデジタル化が進められている。これにより、両者の協調をとった階層化デジタル形運転監視制御システムの構築へと発展していくものと予想される。このように制御用計算機の適用範囲は拡大傾向にあり、原子力発電所の規模拡大に伴い管理業務の省力化、管理精度の向上を目的とした業務の機械化要請も高まっている。この一例として放射線管理システムがある。

以上、電力分野での制御用計算機応用の現状について述べてきたが、その適用範囲は拡大傾向にある。要求される機能の高度化に対応して、高信頼度を実現するためのシステム構成技術、的確・迅速な処置に対応できるマンマシンインタフェースシステムの実現、各サブシステムを有機的に結合するためのネットワーク技術、システムを維持・管理していくための保守・教育技術など、今後更に検討していくべき課題として挙げられる。

3.2 社会システムの充実

経済の発展に伴う国民生活水準の向上と社会生活圏の拡大によって、上下水道・河川・交通・新聞分野など社会・公共システムも一段と高度化、広域化しており、安全性やサービスレベル向上のためには制御用計算機の採用が不可欠となってきた。この分野のシステムでは、特に信頼性、拡張性、使いやすさが要求される。

(1) 上水道

上水道では、その使命が従来の生命維持だけにとどまらず、高密度、高度情報化社会を支えるまでに広がりつつある。すなわち、上水道の役割は飲料水だけでなく、病院、倉庫、下水道、計算機・通信機器の空調など都市機能の中核を支えており、ライフラインの確保が重要な責務となってきている。

こうした環境を反映して上水道での制御用計算機の適用範囲は、浄水場でのポンプの効率運転制御、高度な薬品注入制御から水源より浄水場、配水池に至るまでの水道施設全体を需要予測に従い効率よく運転し、需要家に必要な水量、水圧、水質を安定かつ経済的に供給する統合管理システムへと広がってきている。更に、配水管路網の整備に合わせ需要端圧力を目標値に近づけ、許容値内で運転するための配水コントロールシステム、給配水管維持管理のための図面管理システムも実用化に入っている。

(2) 下水道

下水道での制御用計算機は、従来からのポンプ制御、DO(溶存酸素)制御、MLSS(浮遊物濃度)制御、汚泥制御などの処理場内の自動化に加え、下水管きょ(渠)、中継ポンプ場、処理場、雨水排水機場を統合的判斷のもとに運用する広域運用シ

ステムにも適用されつつある。

更に、降雨時でのいっ(溢)水防止のためオンラインで雨水流入量を予測するシステムの導入も積極的に計画されている。また、下水道での制御用計算機システムの特徴として、信頼性や拡張性を重視し、制御室間をデータウェイで結んだ分散形システムの採用が多く見られる。

(3) 河川

治水、利水への応用では、河川情報システム、ダム、せき(堰)ゲート制御システム、農業用水管理システムなどへ制御用計算機の導入が図られつつある。河川情報システムは、全国の1級河川、ダム、せきとその流域の水理、水文情報(雨量、水位、ダム及びせきに関する情報)をオンラインで一元管理し、任意に必要な部署に情報をサービスするシステムであり、国内全域にわたり設置が進められている。ダム、せきゲート制御では、低水時の水の有効利用、洪水時の下流への放流調節など制御用計算機の適用が不可欠となっていて、分散処理形システムの新設・更新が全国的に進められている。農業用水管理システムは多目的ダム、頭首工(取水せきなどの取水施設)、揚・排水機場、貯水池、分土工(必要量の水を配分する施設)、ファームポンド(水路の通水量と実際の使用水量を調節するための貯水池)などの農業用水に使われる諸施設を一元管理しようとするもので、農業経営の構造改善の大きな柱として国内全域で事業が進められている。

(4) 交通

鉄道システムでは、新幹線の列車運転管理システムでの高い信頼性、安全性、保守性の実績をベースに、在来線、地下鉄、新都市交通システムへの運転管理システムの導入が図られつつある。更に、利用者へのサービス向上を目的とした案内・表示の自動化にも計算機が採用されている。

道路交通システムでは、高速道路を中心とした可変標示板、照明設備、電源設備などの遠方監視制御システムで制御用計算機はその中核となっている。一例を示すと、昭和63年4月に開通した瀬戸中央自動車道は、**図3**に示すように、本州四国連絡橋として初めて本州と四国がつながるルートであり、長大橋、その他の各種設備を児島集中局で集中監視制御を行っている。児島集中局は、**図4**に示すように機能分散構成と

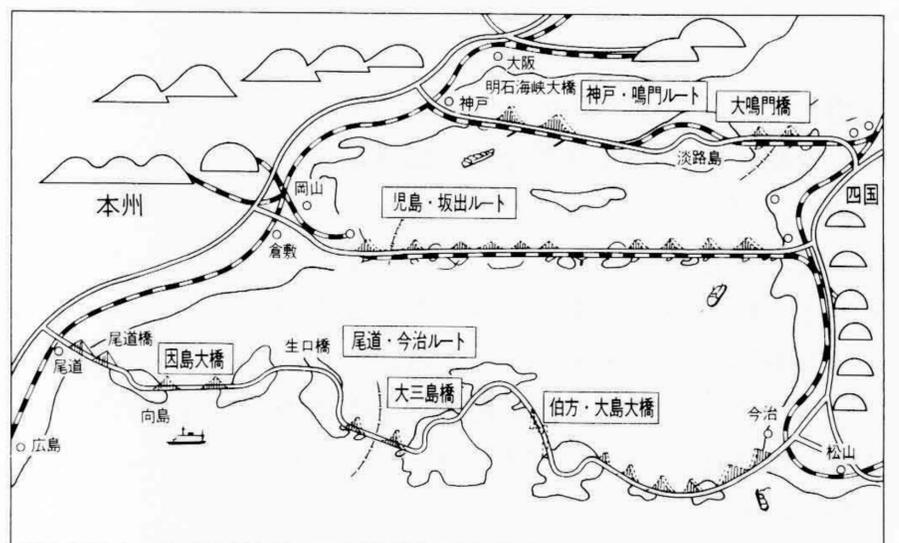


図3 本州四国連絡橋路線位置図 瀬戸中央自動車道は、本州四国連絡橋として初めて本州と四国がつながるルートであり、本州(児島)から四国(坂出)まで六つの橋が建設され、全長13 kmに及ぶ国道である。

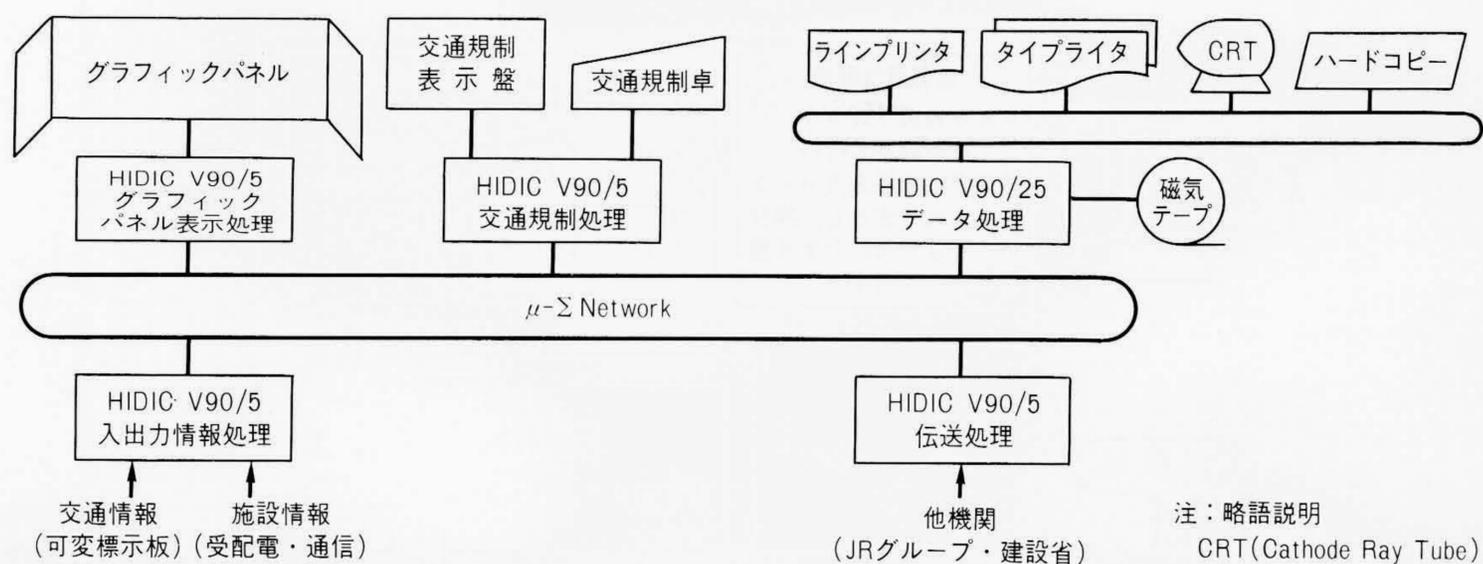


図4 瀬戸中央自動車道児島集中局システム構成図 本州(児島)に設置された児島集中局は、HIDIC V90/25によるデータ処理システムのほか、HIDIC V90/5による交通規制処理、グラフィックパネル表示処理、入出力情報処理、伝送処理などのシステムに機能分散される。

注：略語説明
CRT(Cathode Ray Tube)

しており、また監視データは長時間蓄積保存し、目的に応じて任意に統計・検索が可能となっている。

また、トンネル換気制御、防災監視制御、有料道路での料金管理などにも適用されている。

(5) 新聞

紙面を計算機によって編集するCTS(Computerized Typesetting System)が実用化されて、活字を使わない新聞作りが行われている。これに伴い、新聞製作工程に制御用計算機を導入し、紙面の編集から印刷、発送に至る各工程での設備機器制御を行うとともに、各工程情報を一元管理することによって効率的な新聞製作を実現するシステムが採用されている。

新聞製作業務は極めて社会性の高い業務であるとともに、商品としてのニュースの寿命も極めて短いため、新聞の発行停止につながるようなシステムの故障は許されず、新聞製作業務に使用される制御用計算機システムは、極めて高い信頼性を要求されることになる。

以上、各分野での制御用計算機の利用状況について記述してきたが、制御用計算機の利用範囲の拡大に伴いハードウェア、ソフトウェアの両面にわたり、社会システムでも以下のような新技術の適用が推し進められており、今後更に拡大化・本格化していく方向にある。

(1) 画像処理技術

デジタル画像処理技術の発展は著しく、衛星画像処理、医用画像処理、物体認識、文字認識など広範に実用化されている。浄水場のフロック監視、下水微生物監視、高速道路の渋滞監視、車番認識などが社会システムでの応用の代表例である。浄水場の水質管理への画像処理応用例を図5に示す。

(2) 知識処理技術

知識処理システム応用としてのエキスパートシステムは、従来、熟練運転員の経験に依存していた運転制御や異常診断への幅広い適用が期待できる。現在適用されているものに浄水場での薬品注入制御システム、雨水排水ポンプ運転制御システム、受電設備異常時復旧システム、列車自動運転システム、トンネル換気制御システムなどがある。

(3) コンピュータマッピング応用技術

従来、上水道の給配水管設備、下水道の管きょ・マンホール設備は、地図上に手書きで設備を記入した図面によって維持管理してきたが、今後はコンピュータマッピング技術を応用し、地図情報と管路諸元数値データとの関連をとったデータベースを構築し、管理する方向に進む。上記図面管理システムを実現することによって、図面修正・検索の迅速化、単純化、図面の経年変化防止及び保管スペースの最小化が実現できる。

(4) LANの応用技術

下水道、鉄道などでは、広域にまたがる施設の有効利用を図るべく光ケーブルを施設内に布設し、プラント情報、画像情報及び音声情報を一括伝送し監視制御の高度化、情報サービスの充実を目指している。

3.3 産業分野での合理化

産業分野での計算機制御システムはFMS(Flexible Manufacturing System)、FAあるいはCIMに代表されるシステムである。

業種としては、鉄鋼、非鉄金属、自動車、化学、機械、電機、食品、薬品、繊維、製紙、窯業、ガラスなど、各種製造業に多岐にわたっている。

消費者のニーズが量から質へと転換されるに伴って、少品種大量生産から多品種少量生産へと移行している。これに伴う製品ライフの短縮、開発期間の短縮、価格競争の激化といった社会的背景とマイクロコンピュータ、LSIの高機能化・低価格化、ロボット・NC(数値制御)工作機などの自動機の普及と高度化、情報処理通信技術の進歩、といった技術的裏づけによって、フレキシブルな生産システム、工期短縮、仕掛削減、統合的合理化により変化に即応して効率と生産性を高めるため、経営の中核の地位を、制御用計算機が果たしつつある。

(1) 鉄鋼システム

製鉄所では従来から省力、省エネルギー、高品質、高付加価値を目指して生産設備の大形化、連続化、高能率化が行われてきたが、このような大規模、高生産量、高付加価値工場での制御用計算機の導入はほぼ一巡した。最近では、多品種小規模、試験・分析、付帯設備、製鉄所全体としての物流な

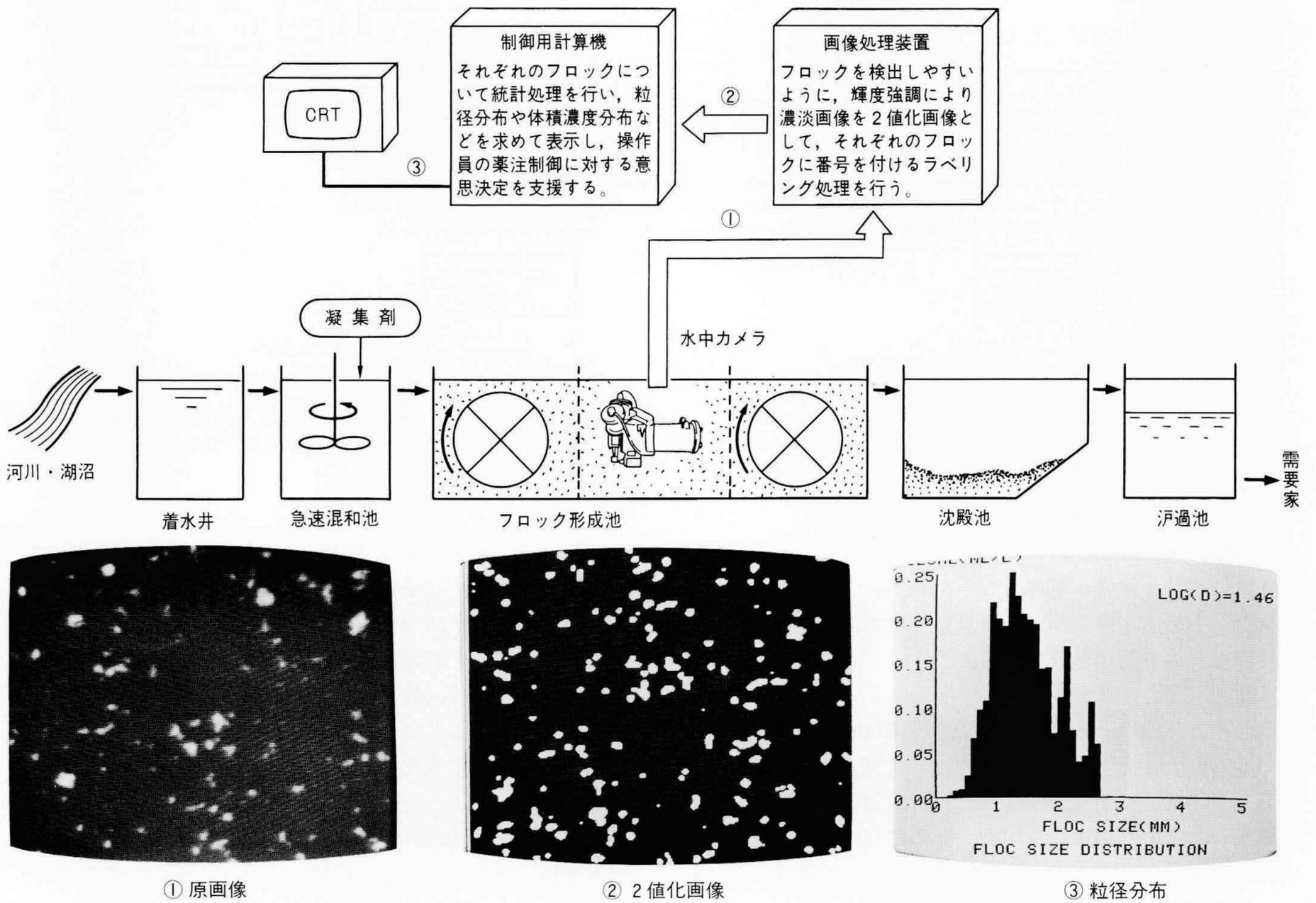


図5 上水道の水質管理への画像処理応用例 水中カメラにより画像を取り込み、①画像処理装置によって濃淡画像の2値化処理などを行い、②制御用計算機により目的ごとに粒径分布や体積濃度分布の統計処理を行って③水質管理に活用する。

ど従来あまり手をつけられていなかった部門にも合理化への努力がなされている。当然のことながら安価、軽便なシステムコンポーネントを使い、製鉄所トータルハイアラキシステムに組み込むことが重要である。システム構成は比較的小規模であり、マイクロコンピュータやシーケンサなどをコンポーネントとして使用することが多い。

新設工場や導入済みの制御用計算機を更新する場合は主要設備部門を含め大規模システムとなり、高速幹線LANを介して大形の統括制御用計算機と分散形の小型制御用計算機を有機的に結合し、複数工程の情報制御を行う管理集中・制御分散形システムが採用される。特に自律分散システムを採用することによって、ソフトウェア移植性、流用性が格段に上がり、システム設計の柔軟性、負荷バランスの調整、オンラインシミュレーションなどテストの容易性をはじめとしたソフトウェアの作りやすい、保守のしやすいシステムが実現している。

制御の高度化、品質の確保、異常操業事前予知、事故時の迅速な復旧対応などの目的で、知識処理システムが多数導入され実用に供されつつある。熟練操業者の減少、プロセス及び設備の複雑さ、ノウハウの具象化の必要性などによって知識処理システムの活用が不可欠との見方が多く、積極的に導入されようとしている。

高炉の炉況・操業診断、加熱炉の最適燃焼制御、ヤード配置最適管理、設備診断、故障診断、原料ヤード、溶銑ヤード等の物流最適化などが知識処理構築支援システムEUREKA-IIによって実用化されている。

製鉄所の自動化の最も遅れているものの一つに検査工程がある。これは最適な検査装置やセンサがないことに起因しているが、最近では画像認識処理装置HIDIC IPシリーズを使用して外観きず検査、形状検査などに使用されている。また、文字認識、大量計測データによる特性判定、比較的精度を要求されない不純物除去などにも活用されている。

(2) 化学プラント、食品プラントなどの装置産業

制御用計算機を利用した自動制御システムを古くから導入しているこの業種では、分散形デジタル計装システムの出現に伴って、プラントのデジタル制御化によるPAが特に進められている。

多品種少量生産の流れの中で原料仕込み、反応、製品の抜き出し、搬送といったバッチプロセスが多く見られ、制御用計算機の機能を活用したシーケンス制御システムが活躍している。

個別のプロセス制御だけでなく、プラント全体の相互関係に基づいて効率的な最適運用を図るためにLANを用いてプラ

ントデータベースを構築し、分散配置されたカラーCRTディスプレイによって自由にプラントデータを活用できるようにし、情報の集中化、制御の分散化を図った工場統括管理システムも実現している。このシステムでは原単位などの生産管理機能のほかプラントの安全・安定操業を維持するための保安業務支援、プラントの変動時や異常時の運転業務支援、プロセスの合理化と最適化のためのプロセス解析業務支援にも役立っている。

知識処理システムの応用も、エキスパートシステムをプラントデータベースと組み合わせて、プロセス診断、操業計画支援及び最適運転制御に使用することを目指して進められている。

(3) 機械、電機などの加工、組立産業

マイクロエレクトロニクスの進展に伴うNC工作機、ロボット、搬送機器などの自動機の発達により、比較的自動化の遅れていた加工、組立産業の省人化が目覚ましく進み、いわゆるFAブームがここ数年続いている。

点の制御と言われるPC(Programmable Controller)による自動機の制御から線の制御と言われるショップコンピュータによる製造ラインの工程監視制御や情報処理へ進み、工場全体の製造ライン間搬送などの物流、検査や製品の配達までも管理する面の制御と言われる工場全体の統合FAシステムの中核として制御用計算機が大いに利用されている。

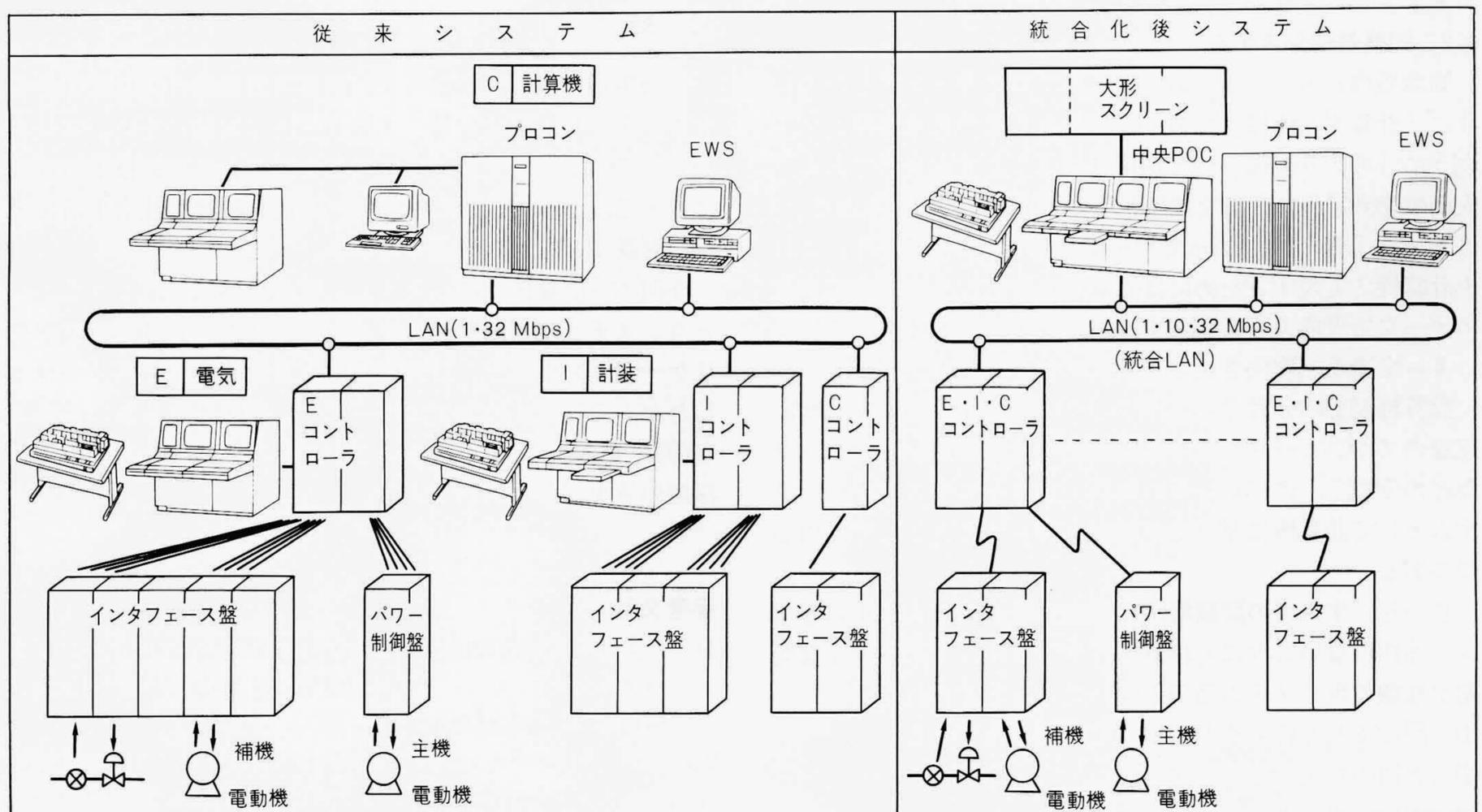
厳しい経営環境下において、企業競争に打ち勝って企業を成長させるためには市場の動向に敏感に対応したタイムリー

な生産活動が行えるシステムが望まれており、生産をつかさどるFA用の制御用計算機だけでなく、受注から製品納入に至るすべての生産活動に駆使されている計算機システムを統括し、情報の流れを一元化した高効率のフレキシブルな生産管理システムがCIMという名の下に研究開発されつつある。ボトムアップ的に、個々の製造ラインの最適化を目指して構築したFMSやFAシステムを接続させて統括していくためには、従来のやり方を変えなければならないような幾多の困難があり、どの程度までの規模にすれば採算がとれるのかなどの問題もあるが²⁾、CIM化の方向に向かっていくことは間違いない。

以上、生き残りをかけた合理化を推進している産業分野の制御用計算機の応用について概観してきたが、更に厳しい経営環境下では、制御システムの合理化も厳しく求められている。

従来は組織が別個になっていたこともあり、電気、計装、計算機の制御システムが別個に構築され運用されてきたが、デジタル制御の進展に伴いコンポーネントを共通化し、合理的な制御システムとし、更には運転管理方式をも含めて合理化を図っていく機運にある。E(電気)・I(計装)・C(計算機)統合化システムの考え方を図6に示す。

更に、CIMの最大の眼目は間接業務の合理化であり、生産の上流工程にあるエンジニアリング業務に対する自動化や合理化システムを制御用計算機システムと結び付けた形での最適システムの構築が次の大きな課題とみなしている。



注：略語説明 POC(オペレータコンソール), EWS(エンジニアリングワークステーション)

図6 E(電気)・I(計装)・C(計算機)統合化システム 従来システムではマンマシンCRT、コントローラ、プロセスとのインタフェース盤がE、I、Cそれぞれに存在し、ソフトウェアの開発、保守も個別に行っている。統合化後システムではこれらの共用化を図り、ソフトウェアの開発・保守も一元化が可能となる。

4 着目すべき要素技術の今後の動向

4.1 自律分散システム

半導体デバイス技術の進歩はとどまるところを知らず、今や制御用計算機のメインメモリもメガバイトの単位で論ずるような状況下にあり、処理性能を示すインデックスとして使用されるMIPS (Million Instruction Per Second) 値もHIDIC V90/65では、8 MIPSと極めて高性能になっており、大規模システムを容易に実現できる環境にある。

大規模化に伴って、信頼性、安全性に対するニーズはますます厳しくなり、故障に対する修復時間や定期保守のための時間をも含めて、不稼働時間の大幅な短縮はもとより、ノンストップ稼働が求められるようになってきた。ハードウェア、ソフトウェア共に故障を回避するフォールトアボイダンス技術は種々開発研究されてはいるが、故障が皆無ということは不可能である。そこで、たとえシステム内に故障が発生しようとも、その故障の波及を抑え、システム全体を止めることのないフォールトトレランスの技術が重要視されている。ハードウェアの多重化やソフトウェアの縮退技術などによって、フォールトトレランスへのアプローチが図られてきたが、生体の働きを手本とする自律分散システムのアプローチが今後の方向であろう³⁾。

自律分散システムは、各サブシステムが他サブシステムの故障や追加、変更などによらず、自らの責任分担領域を制御でき(自律可制御性)、かつ互いに協調できる(自律可協調性)という二つの性質によって定義される。各サブシステムにこのような自律性を持たせることによって、システムのフォールトトレランス性が達成できる。

4.2 知識処理システム

知識処理システムは、あらかじめプログラミングしたとおりに「計算する機械」である計算機を人間の思考過程と同じように「考える機械」へと飛躍させようとするものである。人間の思考過程は豊富な知識と現実の事象との突き合わせ(パターンマッチング)によって解を出していくものであり、これを計算機で実現するためには計算機技術としては極めて高速のデータ処理能力を必要とするが、近年の半導体技術の進歩によって着々と解決される方向にある。

計算機制御の分野でも、プラントの異常診断、機器の診断、運転のスケジューリング、知的制御や教育訓練シミュレータなどの分野で、オペレータの知識、経験をエキスパートシステムとして計算機に組み込み運転支援システムとして活用しつつある。

しかし、すべての問題解決に知識処理システムを用いるべき必然性のないことにも留意すべきであり、下記のような問題が知識処理システム適用に向いていると言われている⁴⁾。

- (1) 理論よりも経験や勘に頼って運用されている。
- (2) 専門的知識を必要とする。
- (3) 煩雑で思い違いが生じやすい。

また、現時点では知識処理システムを構築するための方法論も確立されておらず、小規模のプロトタイプから開発を進めて試行錯誤を繰り返しながら実用タイプへと拡張していく

やり方を採っている。

今後は数多くの知識処理システム構築の経験の積み重ねによって、システム構築の方法論を工学的に整理して一般化していくことが知識処理システムを本格的に活用するための最大の課題であり、必ず解決していかねばならない問題である。

4.3 画像認識処理システム

徹底した無人化工場を目指して、制御用計算機を駆使したFAシステムを構築しても、最後の検査ライン、特に従来から人間の目による、例えば、汚れやきずの検査ラインの無人化で行き詰まることが多い。

人間の目に代わる機能を計算機処理をするためのアルゴリズムは古くから研究がなされ、最近の計算機技術の進歩によって実用的な処理時間で実行できるようになってきている。

しかし、対象物に当たる光の角度が少し違うだけで、カメラを通して計算機の内部に取り込まれる対象物の画像は違った形となり、これを同一対象物と認識するためにはこれに対応したアプリケーションソフトウェアを盛り込む必要がある。このように、人間の目では簡単に同一物と判断できる対象物でも、計算機では一筋縄ではいかず、アプリケーションソフトウェアの開発に多大のパワーを要しているのが現状の技術レベルである。

このあい(隘)路を打開する方策は、やはり知識処理システムの応用である。すなわち、種々の対象物ごとに必要な認識処理ソフトウェアをエキスパートシステムの活用により自動的に組み合わせて作り出すことによって、画像認識処理のためのアプリケーションソフトウェアを構築していこうとするものである。

5 結 言

社会生活の高度化に伴って、制御用計算機の適用分野はますます広がり、深味を増していくことは間違いない。エレクトロニクス技術の発展と知識処理などのシステム技術の進歩によって、計算機制御は限りない発達を続け、社会生活に大いに貢献するものと確信している。

今回の「計算機制御システム」特集号は、電力システム、社会システム及び産業システムの三分野での計算機制御アプリケーション事例と、計算機制御を支える技術の四テーマとしたが、それぞれの論文はユーザー、関係各位多数の御指導と御協力があったりまとめることができたものである。ここに深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 日本電子工業振興協会：昭和61年度工業用計算機および工業用マイクロコンピュータの利用状況，電子工業月報，第30巻，第1号，37～45(昭和63-1)
- 2) 古川：現在のFA・CIMの問題点と次世代生産システムの戦略，ファクトリ・オートメーション，Vol.6, No.1, 19～22('88-1)
- 3) 森：大規模情報処理システム高信頼化のための構成技術，電気学会論文誌C，107巻，4号，333～340(昭62-4)
- 4) 社団法人日本機械工業連合会：産業機械分野に於けるAIの応用に調査研究報告書(昭62-7)