

制御用計算機の利用と技術の動向

The Progress of Applications and Technology of Hitachi Control Computer

計算機制御の適用対象はますますその幅を広げ深さを増しつつある。この背景には計算機制御の持つ人間の能力を超える無限の可能性があり、論理素子の高集積化、ソフトウェアの生産性向上を中心とするシステムコストパフォーマンスの向上がある。本稿では、新しいハードウェア、ソフトウェア技術を得て変ぼう、発展しつつある適用技術を代表的アプリケーションを取り上げ明らかにし、その底辺に流れるシステム技法について最近の技術進歩を中心として述べた。また、これらアプリケーション、技法に新しい可能性を与え、またこれらからのニーズを吸収して発展しつつある制御用計算機について、新たに開発したHIDIC 80システムを中心としてそのハードウェア、ソフトウェアについて述べた。

森田 和夫* *Morita Kazuo*
 宅間 豊* *Takuma Yutaka*
 北之園英博* *Kitanosono Hidehiro*
 小山 達夫** *Koyama Tatsuo*

1 緒 言

制御用計算機は、当初制御機能の高度化と省力化を大きなねらいとして導入されたが、電子部品を含めてハードウェアの急激な技術革新と制御技術の急速な進歩とが相まって様相を一新し続けている。

計算機システムのフレキシビリティは、ハードウェア、ソフトウェア共にますます拡充され、小形システムから大形まで従来に比べると無理なく、かつより自由に構成することが可能となった。2台以上の計算機で構成するマルチシステムは、現実のものとなって導入が始まり、投資と効果の平衡点は一段とユーザー側にシフトされた。

単心ケーブルによる情報伝送の手段として開発されたデータフリーウェイは、伝送速度の向上とインテリジェント化されたステーションの採用により、工事費を含む投資の合理化に大きく貢献している。

Cathode Ray Tube (以下、CRTと略す)システムの機能向上は、マンマシンインタフェースの改善に大きく寄与し、操作盤の人間工学的デザインは一新されつつある。

計算機の処理速度は、割込みに対するオーバーヘッド、サイクルタイム、転送速度など多くの点で格段の努力が行なわれ、総合的処理性は著しく改善された。このことは、より高度のより複雑なプログラムの導入を可能とし、制御機能は一段と高度化してきている。

2 計算機制御システム

2.1 一般的動向

計算機制御の適用拡大はますます加速されつつある。その根底には製品品質・生産効率・管理効率の向上、省力合理化、危険作業の機械化、プロセスの安全性確保、情報伝送の合理化、集中管理など、数多くのメリットのあくなき追求がみられる。計算機は今や制御の中核として重要な機能を果たす不可欠のものとなってきた。これに伴って、信頼性、保守性、使いやすさ、コストパフォーマンスなどすべての面で一段と厳しい条件が必要とされてきた。アプリケーションウェア、ハードウェア、ソフトウェアともこれを十二分に満たして行くことが重要であり、ここに制御用計算機の生命がある。以

下、代表的システムにおける技術動向について述べる。

2.2 応用システムにおける技術動向

(1) 鉄鋼プラント

鉄鋼プラントへの制御用計算機の導入は、初期においては圧延プラントの制御機能の高度化を中心として展開されたが、オンラインデータベースの機能の拡大は、システムをより大形化する方向へと進め、一方、マイクロプロセッサの高性能化は、DDC(Direct Digital Control)の適用範囲をいっそう拡大した。

鉄鋼プラントでの生産管理への制御用計算機の積極的適用は、特に我が国では先進的な技術として開発された。原料ヤードから始まって発送場に至るほとんどすべてのプロセスに制御用計算機が導入され、例えば単に圧延設備だけでなく、その間をつなぐスラブヤード、コイルヤードなどへも、高度の数学モデルを持つシステムを適用し、実用化するに至った。

鉄鋼プラントでは広い敷地に多くの設備が配置してあるため、情報伝送の新しい手法としてデータフリーウェイが開発され、数多く実用化された。

図1はその一例を示したものである。

実際にはこれらシステムの端末に数多くのDDCシステムが実用化され、品質水準の維持向上に寄与している。例えば、自動板厚制御は従来のアナログ方式がデジタル方式へと変わり、複雑な論理を迅速に処理し、非線形制御技術を広いレンジに対し安定して適用することが可能となった。

(2) 火力発電プラント

火力プラントでの制御用計算機の役割は、情報処理、自動化、高性能化などであるが、ウエイトの置き方は国ごとに、あるいはプラントごとに少しずつ異なっている。情報処理機能はしだいに複雑化高度化してきたが、特に目立った動きは中央操作室でのマンマシンインタフェースである。CRTの導入は比較的早かったが、表示内容がしだいにグラフィカルに、かつ動的なものへと変わり、運転指針としての重要性が一段と増してきた。

自動化については、ボイラ、タービン、発電機、補機のそれぞれについて実績を積み重ねながら、計算機による自動化

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所機電事業本部計算制御技術本部

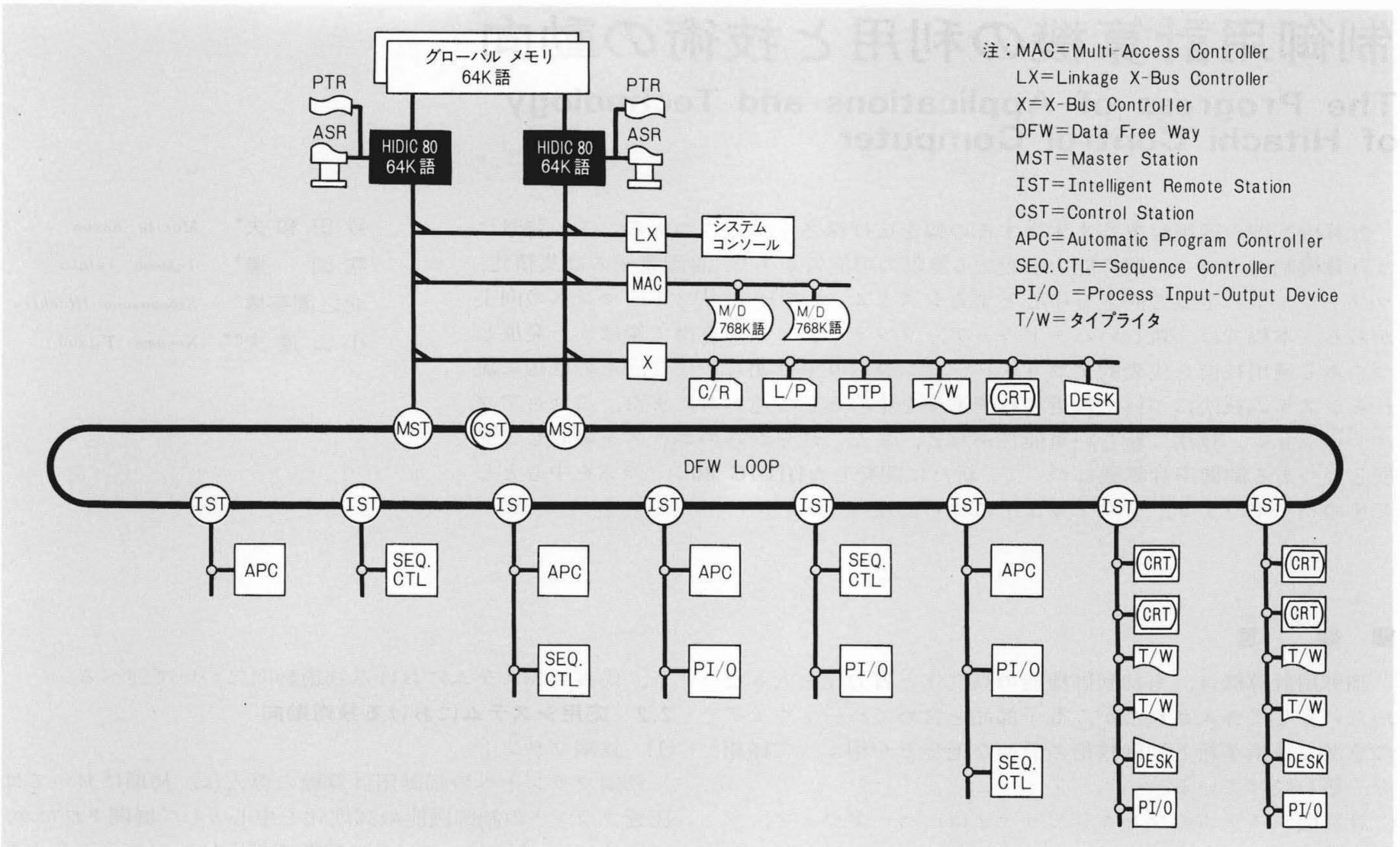


図1 インテリジェント データ フリーウェイ システム例 鉄鋼プラントにおけるデータ フリーウェイの適用例を示した。

の範囲を拡大してきた。自動化の面から見て特に技術的に重要なことは、計算機ハードウェアの進歩により、大形計算機による集中的制御方式から、機能を分業化するマルチ コンピュータ方式への移行が現実の問題となってきたことである。しかも、マイクロ プロセッサの技術的進歩は、デジタル技術による自動化を更に容易なものとした。

高性能化について注目すべきものの一つに、ABC (Automatic Boiler Control System) のデジタル化がある。アメリカ、ピッツバーグ セブンは、既に運転に入っているが、火力プラントがピーク負荷を負う条件下にあるとき、デジタルABCは負荷応答性の改善に大きく貢献する。

事故防護システムは火力プラントに限ったことではないが、連続運転を安定に維持するために、事故を事前に予知し、あるいはトラブルを可及的にローカライズすることがいろいろの手法で試みられてきた。この技術は、発電設備そのものの信頼性が向上することも併せて考えて、投資効果を評価することが必要である。

(3) 原子力発電プラント

原子力発電プラントの計算機制御適用は、原子炉型式によって違いがあるが、一つの基本的に重要な機能は性能計算である。これは炉心内の中性子束分布、燃料燃焼の履歴などをオンライン情報を基に計算する機能を含み、特に中性子束に関しては必要な精度を満たすために10分近い計算時間を必要としていたが、高性能計算機の完成により、ほぼ1/2に時間短縮が可能となった。これに伴い、起動過程で従来以上にきめの細かいオンライン制御ができるようになった。

原子力プラントでのもう一つの顕著な技術としてアメリカ、GE社の技術陣によって完成されたNuclevet 1000 システム

がある。このシステムでは、CRTディスプレイを中心とした革新的なマン マシン インタフェースの実現とともに、現地建設工数の縮減、計算機の持つ機能の拡充など、意欲的な試みが各所に行なわれている。

原子力発電の場合も火力と同じように、事故防護に関する技術開発が進み、炉心に関する検出装置の技術的進歩と相まって実用化も間近である。

(4) 電力系統関連

電力中央給電指令所、あるいは地方給電指令所関係で、制御用計算機に関する注目すべき問題の一つにマン マシン インタフェースがある。

機能はそれぞれのシステムによって変わるが、運転操作性、保守性などの面で特徴が見られる。従来より全系統の状態をミミック ボードに一括表示する方式は広く採用されているが、最近のCRTの機能向上により、10台前後のCRTに重要系統を表示し、それぞれのCRTは5~10種類の画面を用意して必要によりページをめくるやり方が一部に採用されている。迅速に全系統の現状認識をするため系統の要点を残して縮小し、必要に応じて拡大(Zooming)し、あるいは上下・左右に表示画面をシフトする(Roll)などの機能が用意されている。何らかのイベントが発生したときに、参考となるメッセージを出したり、対策として考えられる方法を画面に表示するなどには当然である。

電力関係の情報制御として、遠方監視制御装置(Telemeter, Tele-Control)は数多くの実績を持ち、エレクトロニクスの進歩も導入されて高性能化が図られているが、リモートステーションのインテリジェント化が進み、その代表的適用例を図2に示す。

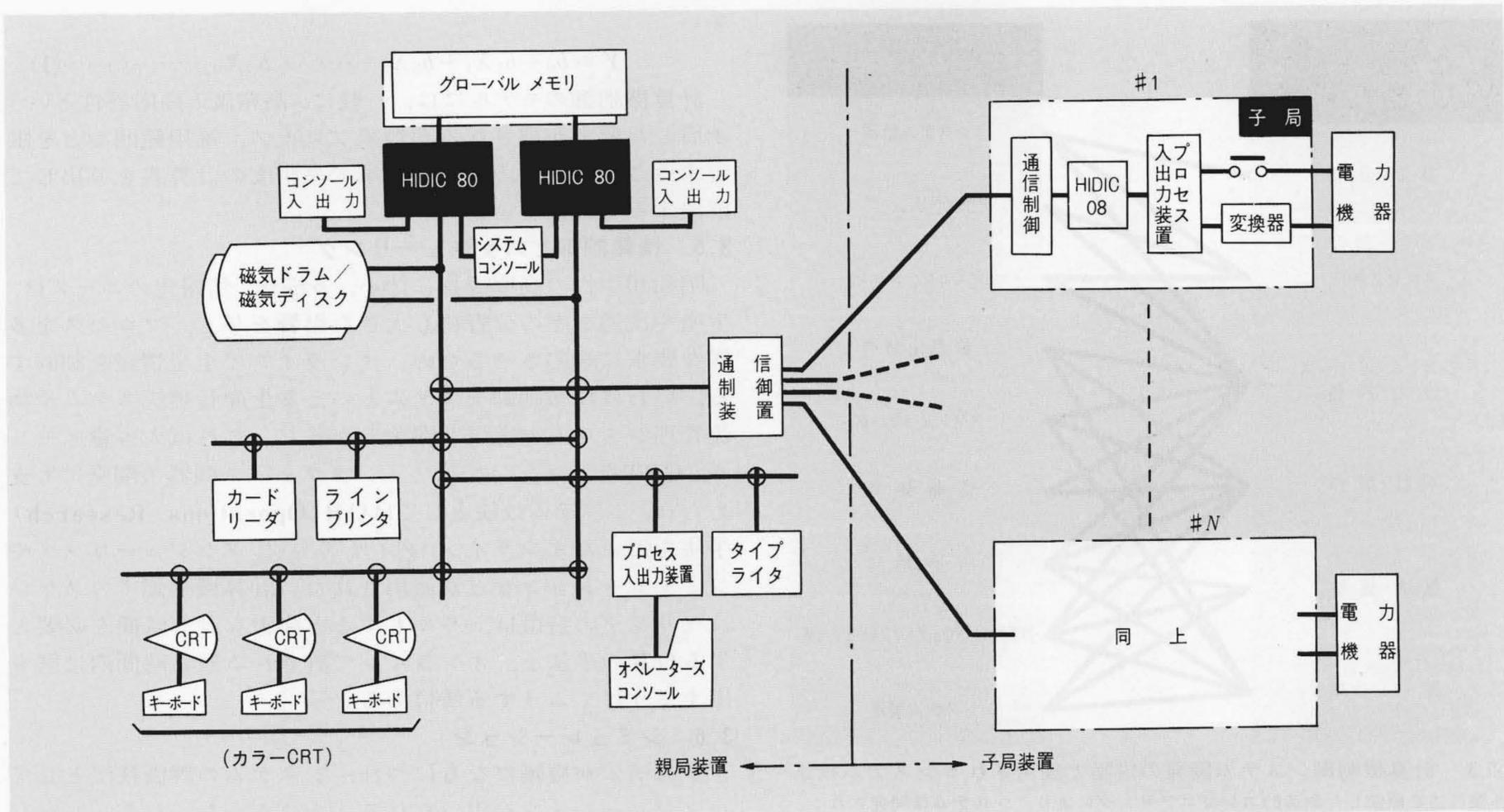


図2 計算機式遠方監視制御システム 遠方監視制御端末にマイクロプロセッサを適用してインテリジェント化した方式の代表例を示す。

(5) 上・下水道関係

上・下水道に関する制御用計算機の導入は、近時極めて活発化しており、規模も小形から超大形に至るものまで、用途に応じて適用されている。

上水道システムでは、水資源の流入予測、配水計画などに関する数学モデルが多数の実測データをベースに開発された。配水計画の一環として、農業用水の特殊性も考慮されている。国外においても、電力、農業、工業などを含む用水計画に計算機の導入が活発になっている。

下水に関しては、放流水質の制御が最大の課題であり、検出装置の技術開発と絡みながら研究開発が国内外で進められている。システムとしての慣性が極めて大きなことと、水質の直接的、かつ連続的計測の困難なことが制御モデルを複雑にしている。

(6) 化学関係

化学プラントでは、制御用計算機の導入は早くから行なわれ、数学モデルの開発にも多額の投資が続けられた。そしてマイクロプロセッサの実用化と同時に、DDCは、もはや必須のものとなり、計算機は計装と一体化した。そしてソフトウェアとしてPOL(Problem Oriented Language)が最も積極的に適用されている。

(7) 交通関係

新幹線に適用した複合計算機システムは、計算機の二重化三台系として高信頼性、保守性を含む新技術が各機能に導入された。列車運行管理、電力管理、車両基地管理及び列車自動運転と次々と新技術開発が推進されている。

(8) 機械工業など

オートメーションを含む機械工業では、早くから生産管理に制御用計算機が導入され、計算機の技術進歩とともに、オンラインダイナミックスケジューリング、シミュレーションなどの制御手法も目覚ましい進歩を遂げつつある。

3 計算機制御システム技法

3.1 計算機制御システム導入の段階とシステム技法

計算機制御システムの進歩により、システムが大規模、かつ複雑化するにつれ、システム技術の重要性が増加している。システム技術とは、既存の技術を組み合わせ、目的とする機能を効果的に発揮させるよう統合組織する創造技術であるが、多様なプロセスや業務を対象とする計算機制御システムでは、各種の技法や知識を駆使する必要がある。したがって、その技法を体系化して述べることは困難であるが、計算機制御システム導入の各段階で使われる主なシステム技術と、その動向について紹介する。

システム開発の段階とその作業内容について、A.D. Hallは7段階に分けて分析しており、それに対応するシステム技法を挙げているが、ここでは計算機制御システム導入の具体的フェーズと、その各段階に主として使用されるシステム技法との関連を図3に示す。

3.2 システム技法の動向

計算機制御システムは、社会・経済環境に基づくニーズにより、計算機としてのハードウェア、ソフトウェア技術の進歩とともに発展してきたが、計算機制御システム技術も、それに従って開発適用されてきたものであり、時代とともに特徴のある新しい技術の開発が位置づけられている。図4にこれらのシステム技術の動向を示す。

3.3 DDCなどの最適化制御

昭和30年代、第2世代の制御用計算機の時代は、計算機制御の黎明期であり、システムはデータ処理や、アナログ制御から移行した簡単なDDCが主体であった。DDC技術は昭和40年代に入って一般に使われるようになり、昭和50年代に入るとマイクロコンピュータの出現により、分散した小規模システムにも適用することが容易になった。

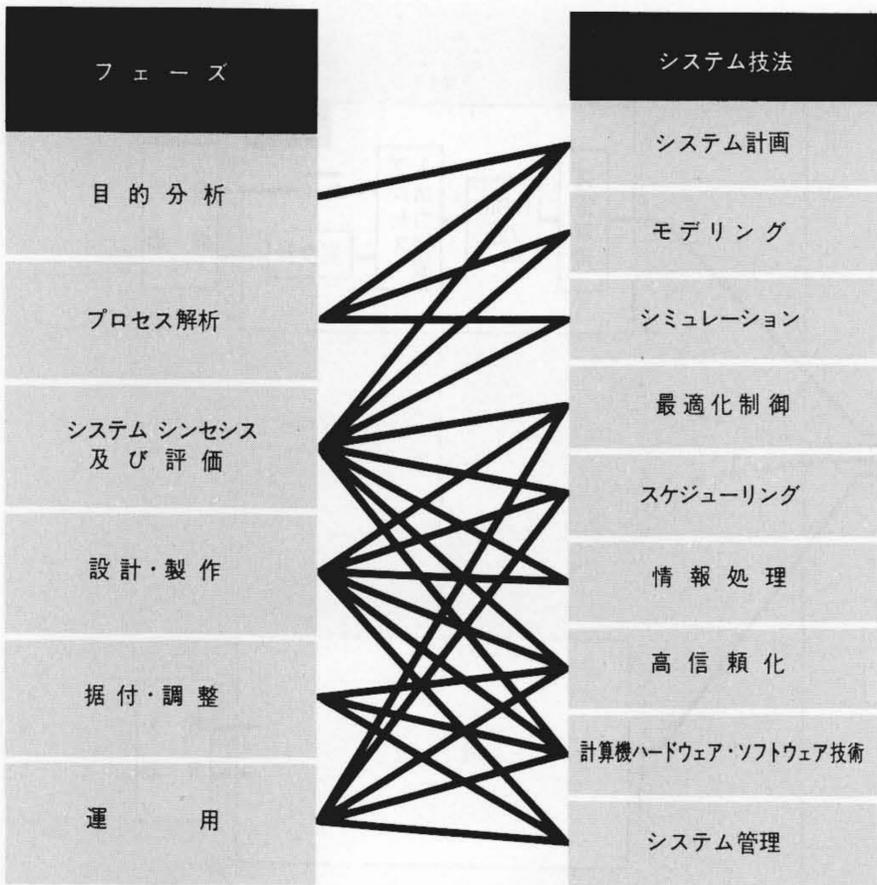


図3 計算機制御システム開発の段階と使用されるシステム技法
各種技法を駆使した創造的エンジニアリングにより、システムは開発される。

3.4 多変数数式モデル

昭和40年度に入り、第3世代の制御用計算機が出現し、信頼性、速度などの性能が飛躍的に向上するとともに、計算機制御システムが本格的に使用されるようになった。

システムの特徴としても複雑なプロセスの制御が要求され、多変数数式モデルが開発された。多変数数式モデルは、一般に非線形ではあるがこれを簡略化して(1)式として扱う場合が

多い。

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \dots\dots\dots(1)$$

計算機制御のモデルには、一般に、高精度と高応答性という矛盾した要求が課されるが対象プロセス、適用範囲などを限定することにより、比較的簡単で高精度の計算式を導出して解決する場合が多い。

3.5 情報制御とスケジューリング

昭和40年代の高度成長に伴い、多様化、情報化のニーズは、生産や流通などの分野にも大きな影響を与え、プロセスを多様な要求に適応させるため、オンラインで生産情報を制御する、いわば情報制御システムといえる生産管理システムや物流管理システムの実現が顕著となった。これは大容量メモリや、CRTなどマンマシンインタフェース機器の開発にも支えられ、システム技法としてはOR (Operations Research) 手法を用いたオンラインダイナミックスケジューリングやシミュレーションなどが適用された。計算機制御でのスケジューリングの特徴は、ややもすると膨大な計算時間を必要とするORの手法を、オンラインで許される短い時間内に解を出すようにくふうする所にある。

3.6 シミュレーション

システムが複雑になるにつれ、システムの評価技法としてシミュレーションが用いられるようになった。シミュレーションは代替案相互間の評価により最適性を追求する発見的な手法であるが、ややもするとシミュレーションのためのプログラム作成が大きな負荷となり、十分な代替案検討が困難になることがある。そのためGPSS (General Purpose System Simulator) などのシミュレーション言語が作成されているが、更に簡単な記述で済むよう専用シミュレータが開発されるようになった。

図5に示すMAFLOS (Material Flow Simulator) は、生産や物流のプロセスを対象とした専用シミュレータであり、

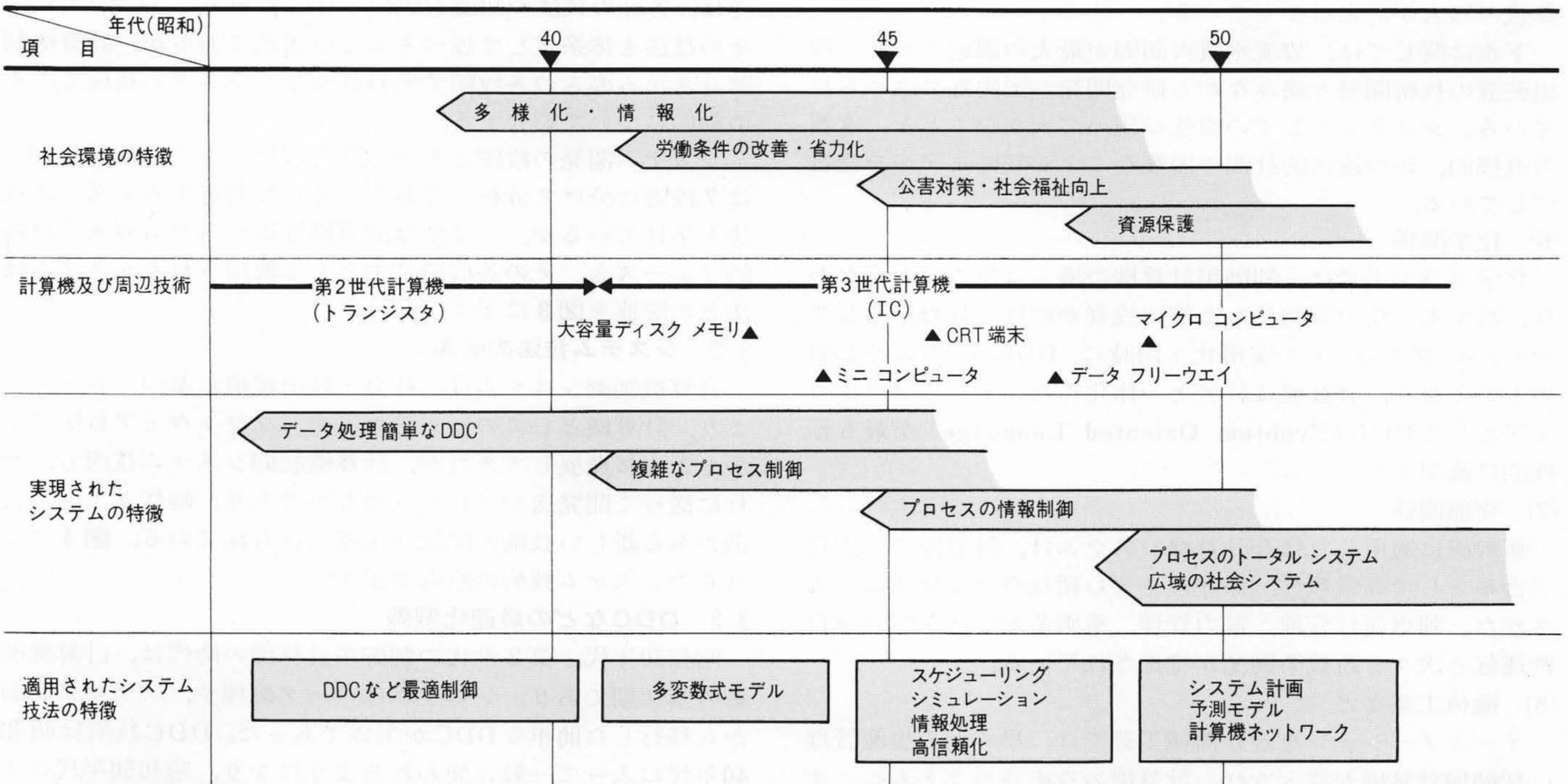


図4 計算機制御システム技法と周辺環境の動向
社会のニーズと周辺技術の進歩とに伴い、計算機制御システム及びそのシステム技法は進化している。

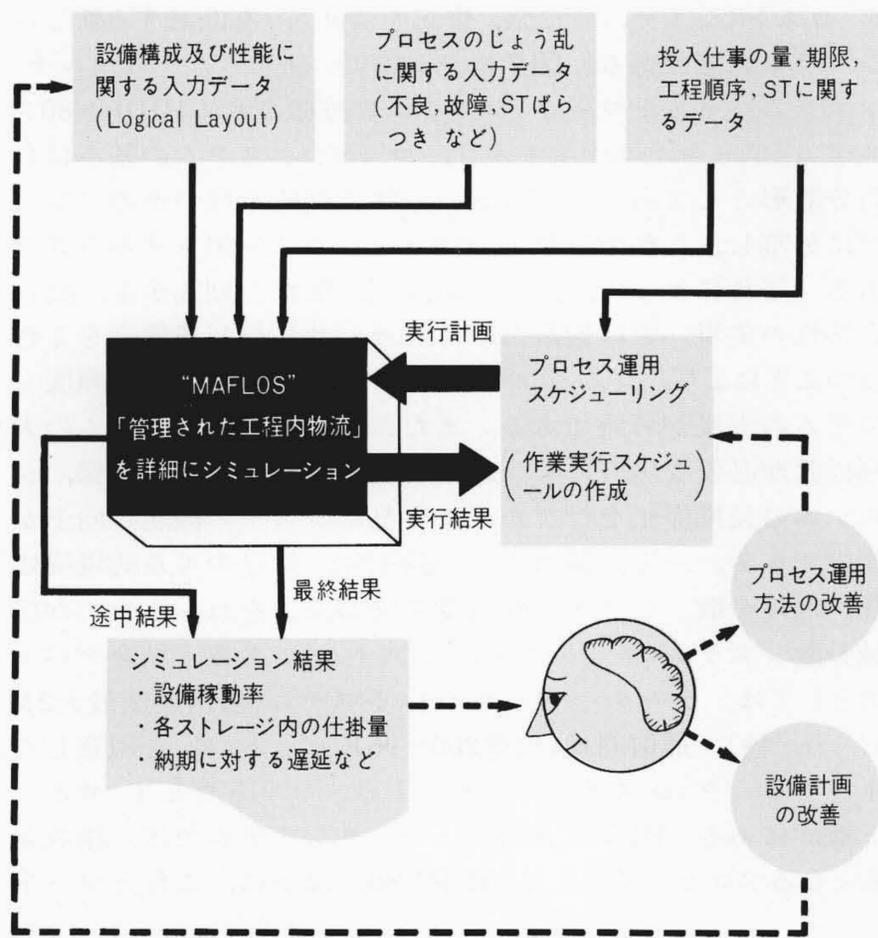


図5 生産・物流シミュレータ“MAFLOS” MAFLOSは、生産・物流専用に使やすいシミュレータであり、設備仕様とともに、運用スケジュールリング アルゴリズムも含めたシミュレーションが可能である。

プロセスのオンライン スケジューリングと合わせてシステムとしてのシミュレーションが可能の特徴を持っている。

3.7 情報処理技法

情報制御の普及により、制御用計算機でも、汎用計算機に近い多量の情報を扱い、各種の情報処理機能を必要とするようになり、入出力チャネル制御機構などのハードウェア及びオペレーティング システムやオンライン データ ファイル処理システムなどのソフトウェアの進歩が顕著である。更にプログラムの作成及び保守が容易となるよう制御用フォートランなどの高級言語が広く使われるようになった。また昭和40年から、大規模なソフトウェアを誤りなくまた効率よく作成し、保守も容易にする手法として、トップダウン方式で構造的にソフトウェアを設計するストラクチャード プログラミングの手法が導入された。今後は、計算速度の高速化と、ソフトウェア価格に対するメモリ単価の低減とに支えられ、更に問題向き言語などの日常言語に近い言語が使用されるようになるであろう。

3.8 高信頼化技法

プラントの運転停止や人命に直接影響のあるシステムとともに、大規模な情報制御システムでは、一度失われた情報の復活の困難さのために、特に高信頼度が要求される。そのため、二重系などの計算機システム構成とそれを支えるハードウェア、ソフトウェアシステムによる高信頼化、ソフトウェアによりシステム ダウンを防止するシステムの対策、再起動を容易にする手段などの高信頼化技法が著しく発達した。

3.9 システム計画技法

昭和40年代末から、プロセスのトータル システム化や、広域の社会システムの実現が特徴づけられる。システムが大規模になるにつれ、複合したシステムの目的、機能などの相互関係を適切なものとするため、計画技法が重要となる。計画

技法としては、A. D. Hallの検討手順や、関連樹木法、OR、シミュレーションなど各種技法が用いられているが、組織的な分析検討を行なうことが重要である。

3.10 予測モデル

昭和40年代後半から公害問題や資源の有効利用などのニーズに基づく社会システムの開発が進められるようになった。それに伴い、大気汚染予測や河川流量予測などの予測モデルが開発された。これらの予測モデルは、状態変数が非常に多数であるうえ、測定不可能な変数、人間の活動に関する変数、その他不確定性の変数が多く、これらを用いた制御の問題は、なお今後研究解決すべき問題が多い。

4 制御用計算機システム

4.1 制御用計算機システムの動向

工業、産業プロセスの計算機制御の適用対象の拡大に伴って、計算機システムに要求される特質は、従来の性能優先形から真に使用者が使いやすい、拡張性を含む広い意味での保守性に優れたシステムへと変わってきている。コスト パフォーマンスの向上と、制御システムに本質的に要求される高い信頼性を実現しつつ、上記を実現することが1980年代のニーズへの対応である。制御用計算機HIDIC 80は図6に示すように、これまでの我々の豊富な経験と教訓、数多くのユーザーからの種々の要望を吸収して開発した新型制御用計算機システムである。今後ますますソフトウェアのコンパティビリティを長期的に保つ必要があることから、ソフトウェア(OS)は将来のニーズを先取りしたものに一新し、ハードウェアは将来の論理素子の高集積化、新しい入出力装置の出現のメリットを継続的に反映できる構造とした。

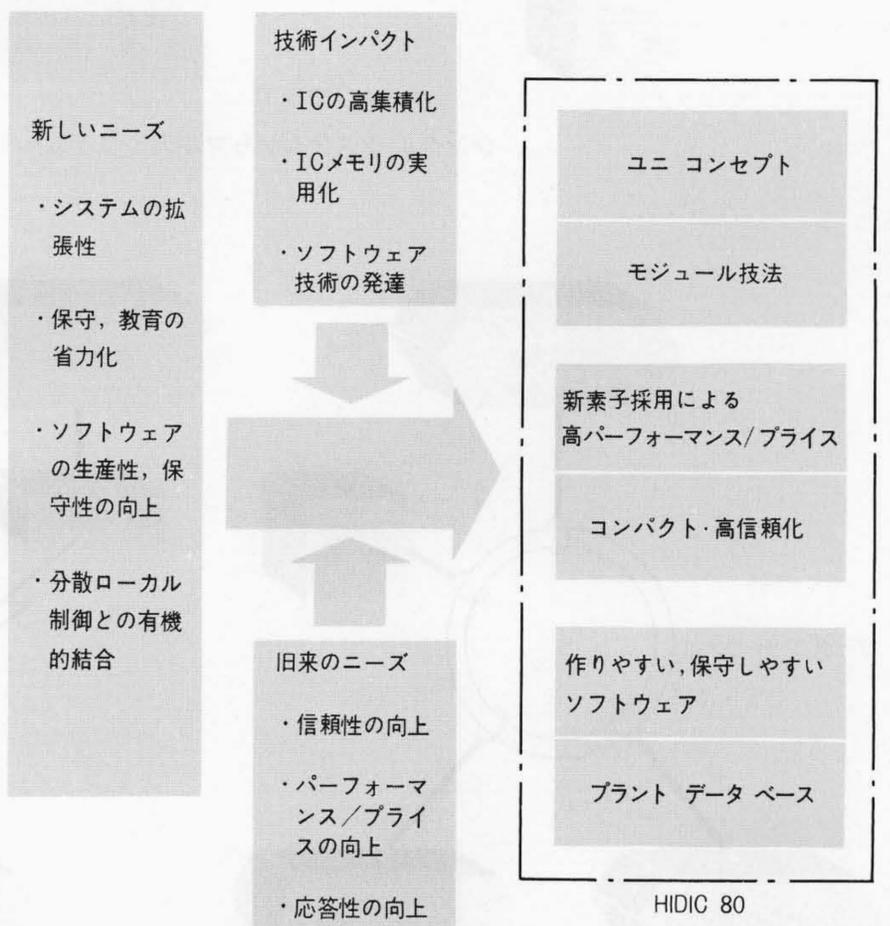


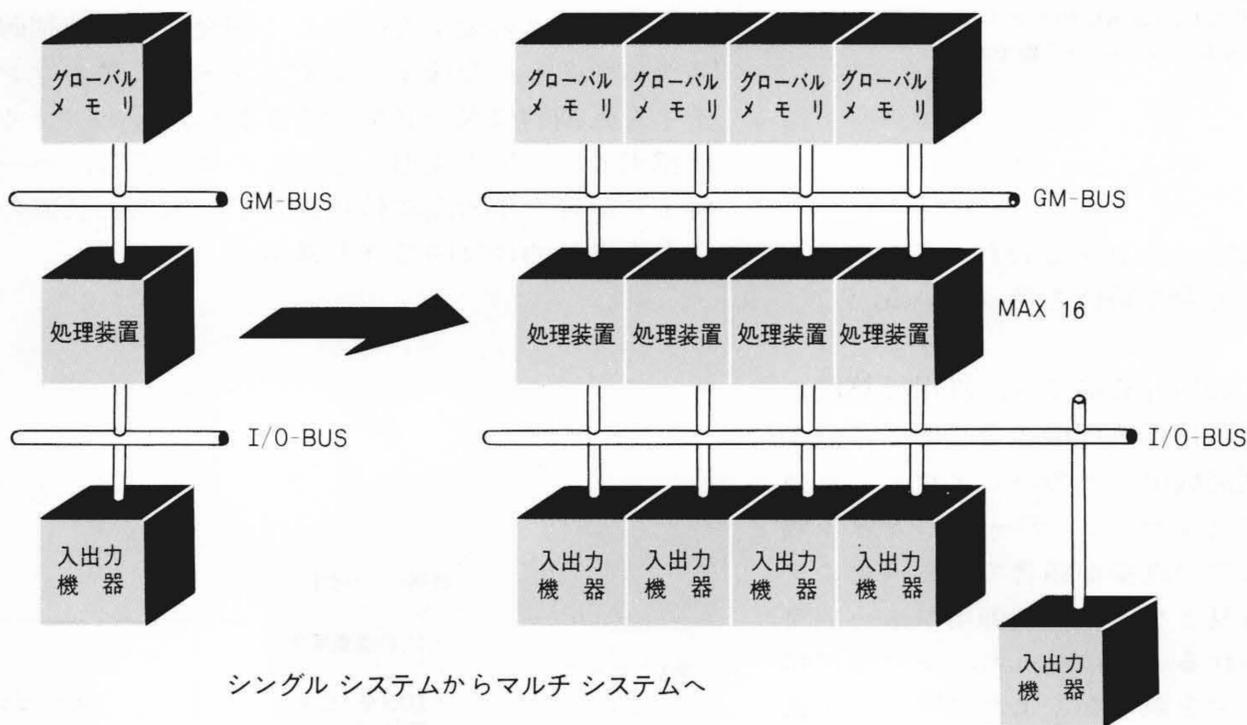
図6 新しいニーズとその吸収 1980年代の制御用計算機が満たすべきニーズとその具体的吸収手段を示した。

4.2 HIDIC 80制御用計算機システム

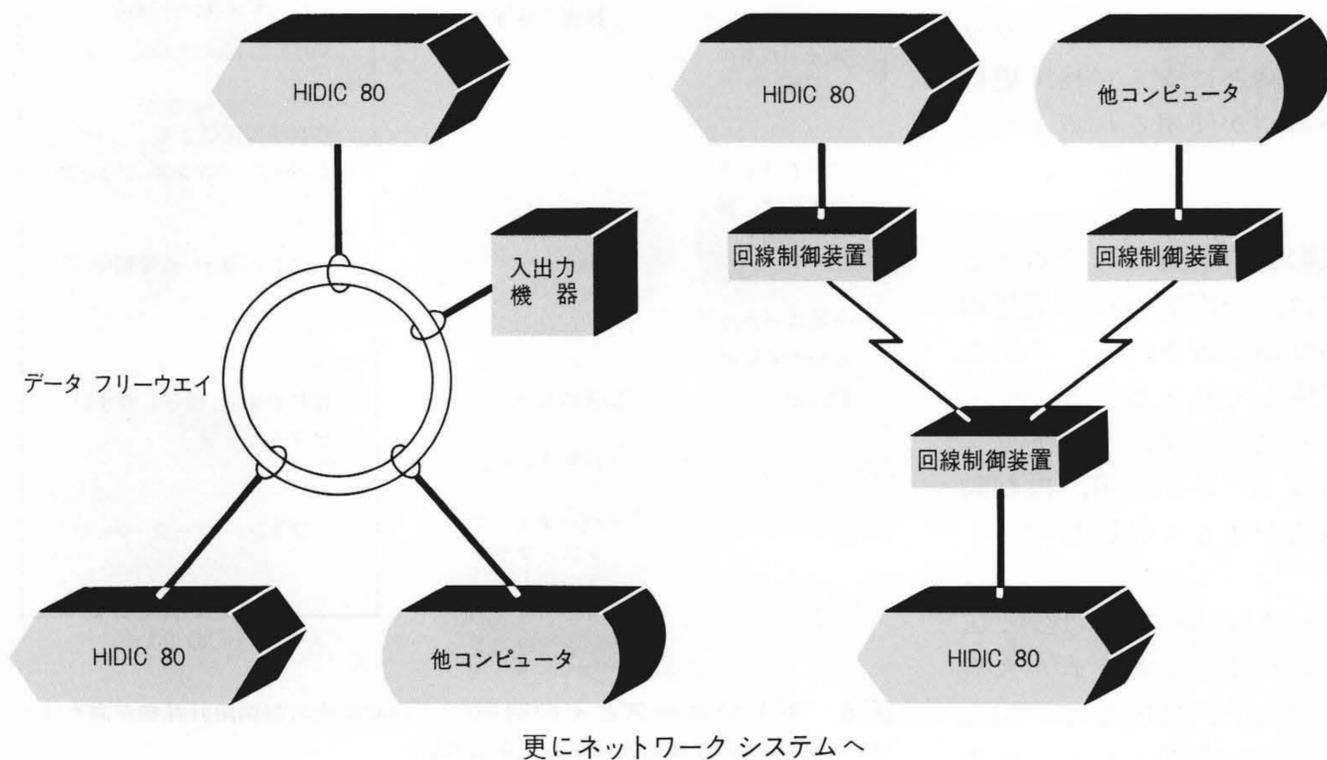
4.2.1 システム アーキテクチャ

制御対象が多岐にわたるにつれて、計算機システムに要求される規模はますますその幅を広げつつある。過去、この幅を埋めるために小形から大形までの数機種を開発し対応させていたが、結果としてシステム設計、教育、保守の面で不要な重複と違いをもたらし、ユーザー及びメーカーの負担を増している。これを解決するため、ハードウェア、ソフトウェア(OS)ともにモジュール化を徹底し、基本モジュールの積み重ねで必要な規模と機能が得られるシステム アーキテクチャとした。モジュール化には、量産によるコストの低減、長期的な保守体制を低コストで維持できることのほか、更にユーザーのシステム設計、製作、保守、要員の教育などの効率化、コストの低減など多くのメリットがある。モジュールを積み重ねて行くシステム アーキテクチャの実現には、モジュールの結合技術がポイントとなる。HIDIC 80ではシングル系からマルチ システム、更に広域分散システム(ネットワークシステム)までを同一の設計思想でサポートした。これをユニ コンセプトと呼び、モジュール化に支えられてシステム設計、製作、保守、教育など全面にわたって長期的なランニン

グ コスト(システムの拡張、修正を含めて)を低減する新しいシステム思想である。図7にシングル システムからマルチ システム、ネットワーク システムに拡張されるHIDIC 80システム アーキテクチャを示す。マルチ システムの基本は負荷分散形としてある。システム全体の機能を幾つかのグループに分割し、これを複数台のプロセッサに分担させる方式である。これによって、システム計画、製作の期間短縮、高い応答性の実現、更に複数台のプロセッサに対し予備機を1台持つことにより、コスト パフォーマンスの高い高信頼度システムの実現が可能である。また将来、増設、システム的大幅拡張が必要な場合にも、新たな教育、保守部品の確保、システムの長期停止を行わずに容易にシステム機能の向上が達成できる。一方、情報伝送の効率化、信号の可及的現場処理、危険分散、システム建設費の節減などをねらったのが広域分散システム(ネットワーク システム)である。結合デバイスとしては、データ フリーウェイ システム(伝送速度最大2Mビット/秒)、通信回線(標準200~96Kビット/秒)を用意した。ネットワーク システムのポイントは、ソフトウェア サポート機能にある。HIDIC 80ネットワークシステムでは、構成要素となるプロセッサとしてHIDIC 80のほかに、これとソフト



シングル システムからマルチ システムへ



更にネットワーク システムへ

図7 HIDIC 80システムの拡張性 シングル システムからマルチ システム、ネットワーク システム拡張を可能にし、システム アーキテクチャを実現した。

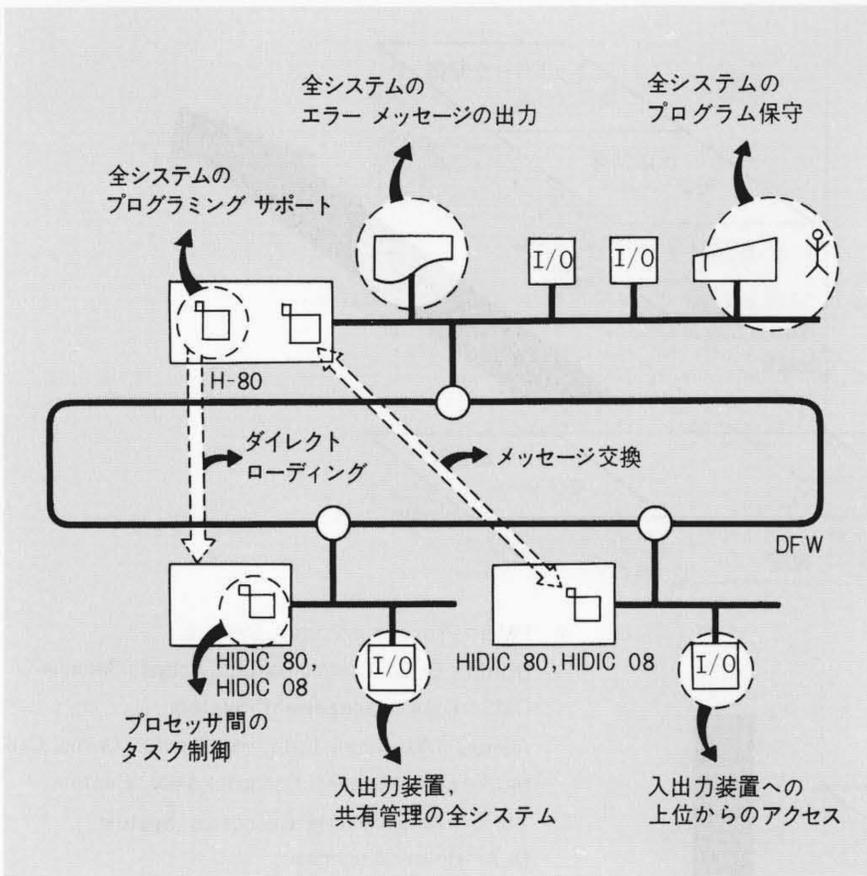


図8 ネットワークシステムでのソフトウェアサポート機能
プロセッサ間の有機的結合とプログラミングサポートを中心とするネットワークサポート機能を示す。

ウェア コンパティブルなHIDIC 08, シーケンス制御機能を持つHIDIC 08Sに対し、図8に示す強力なサポートを用意した。

4.2.2 HIDIC 80処理装置

高信頼度は制御用計算機の生命であり、特にシステムダウンの防止には万全の策を構ずる必要がある。それにはまず、ハードウェアの固有信頼性の向上と、ハードウェア機能、ソフトウェア(OS)機能との協調のとれたシステムダウン防止策が必要である。まず、ハードウェア固有信頼性の向上のために次のことを考慮した。すなわち、論理素子には十分実績のあるものを使うとともに、MSI(Middle Scale Integrated Circuit)の大幅導入と素子数の縮小を図った。また接触部の縮小とコストの低減のため大型プラグインを採用し、従来機種比で接触点数を70%削減した。一方、裏面配線は従来ラッピング配線を行っていたが、HIDIC 80では処理装置、プロセスI/O、他の入出力装置ともすべてプリント配線化(バックボード)している。一方、システムダウン防止策については、主要機能の再試行、処理装置、周辺装置のタイムアウト監視によるエラーの検知、再試行、切離し及びオペレータの誤操作(プログラム修正など)防止のための二重チェック機能、入出力装置のPM(Preventive Maintenance)データのオンライン集積による予防保守、マルチシステムでのプロセッサ間の相互監視機能などを装備した。

一方、処理装置の機能についてはマルチシステムを意識し、プログラムの可搬性を実現し、システム再構成時に自由にリソース(処理装置他)の割当てを可能とした。プログラムの可搬性を実現するため、命令語のアドレス修飾はベースレジスタとインデックスレジスタによる二重修飾方式とし、高級言語PCLではコンパイラシステムがこれを自動的に処理して

おり、ユーザーの負担を軽減している。命令体系はプログラミングの能率を考慮しシングルアキュムレータ方式とし、更にPCLオブジェクトの能率を向上させるための命令を強化し、全体として高級言語オリエントなものとした。演算速度については、ICメモリの採用を前提とし、高速素子S-TTL(Shottkey Transistor Transistor Logic)を使用、加減算0.6μsを実現、バススピードは1.8M語/秒としマルチシステムでのバススピードネックを防いだ。バスはシステムの骨格である。HIDIC 80での3階層バス構造は、HIDIC 80シングルシステムからマルチシステムを通してシステムの高信頼化と拡張性を具現する基本要素であり、ユニバス方式システムのもつ不都合を回避した。また、バスユニットに挿入されるプラグインは、オンラインで挿抜可能とし、オンラインでのバスの拡張、周辺装置の着脱が可能である。

4.2.3 周辺装置

HIDIC 80周辺装置はまず広いレパートリーをその基本思想とした。計算機の適用範囲が広まるにつれて、システムのコストパフォーマンスの最適化のため、ますます幾つもの段階(性能的、価格的)の周辺装置が要求される。これにこたえるため、例えば補助記憶装置には、22年間の寿命を持ち、かつオンラインでグリースアップが可能な磁気ドラムメモリ(最大1,500K語/台)をはじめ、大容量高速磁気ディスク(固定ヘッド、最大2M語/台)、大容量・低速磁気ディスク(浮動ヘッド、最大4.8M語/台)、集団ディスク(最大200M語/システム)などを用意した。その他、カードリーダー、ラインプリンタ、ロギングプリンタ、磁気テープ記憶装置などにも2種以上の豊富なレパートリーを装備している。一方、制御用計算機のかなめの周辺機器であるプロセスI/O(Input/Output)に関しては、バックボードインタフェースを異種の末端のプラグイン[AI(Analog Input), DI(Digital Input), AO(Analog Output), DO(Digital Output)など]間で統一し、どの位置のスロットにもすべての種類のプラグインの挿入を可能とし、システム計画の容易さ、増設の容易さを実現、更にこれら末端のプラグインに対しては、オンラインでの活線挿抜を可能としシステム保守性の向上を図った。

また、メカニカル部分を主体とする周辺装置の寿命は、電気回路を主体とする処理装置、プロセスI/Oなどと比べ寿命が短いのが一般的である。更にシステムの使用期間中(平均10~15年)に新しい高性能のものが開発される可能性が高い。したがって、長期間でのシステムの使用、保守、一部周辺機器の代替機への交換を考えると、本質的にこれらを容易に行なえることが重要となる。HIDIC 80ではこの点を重視し、バスへの周辺機器の接続方式は物理的な分割点を統一するとともに、着脱を簡便化し将来に備えた。

4.2.4 ソフトウェア(OS)

アプリケーションプログラムを早く、かつ正確に作成でき、更に長期に渡る保守性が優れていること、これが1980年代のソフトウェア(OS)に課せられた使命である。HIDIC 80では従来HIDICの機能を更に強化し、この面での飛躍的向上を実現した。基本言語を制御用高級言語(PCL: Process Control Language)とし、プログラム構造及びこの構成手法はビジネスコンピュータの便利さに制御用としてのニーズを組み合わせた画期的なものとした。また、モジュール化により広範囲の規模のシステムに対し同一思想でサポートすることに徹し、生産性、保守性に係るユーザーメリットを追求している。プログラムを実機に組み込んだ後の総合試験、調整は、制御用計算機に欠かせぬものである。この点でのデバッグ

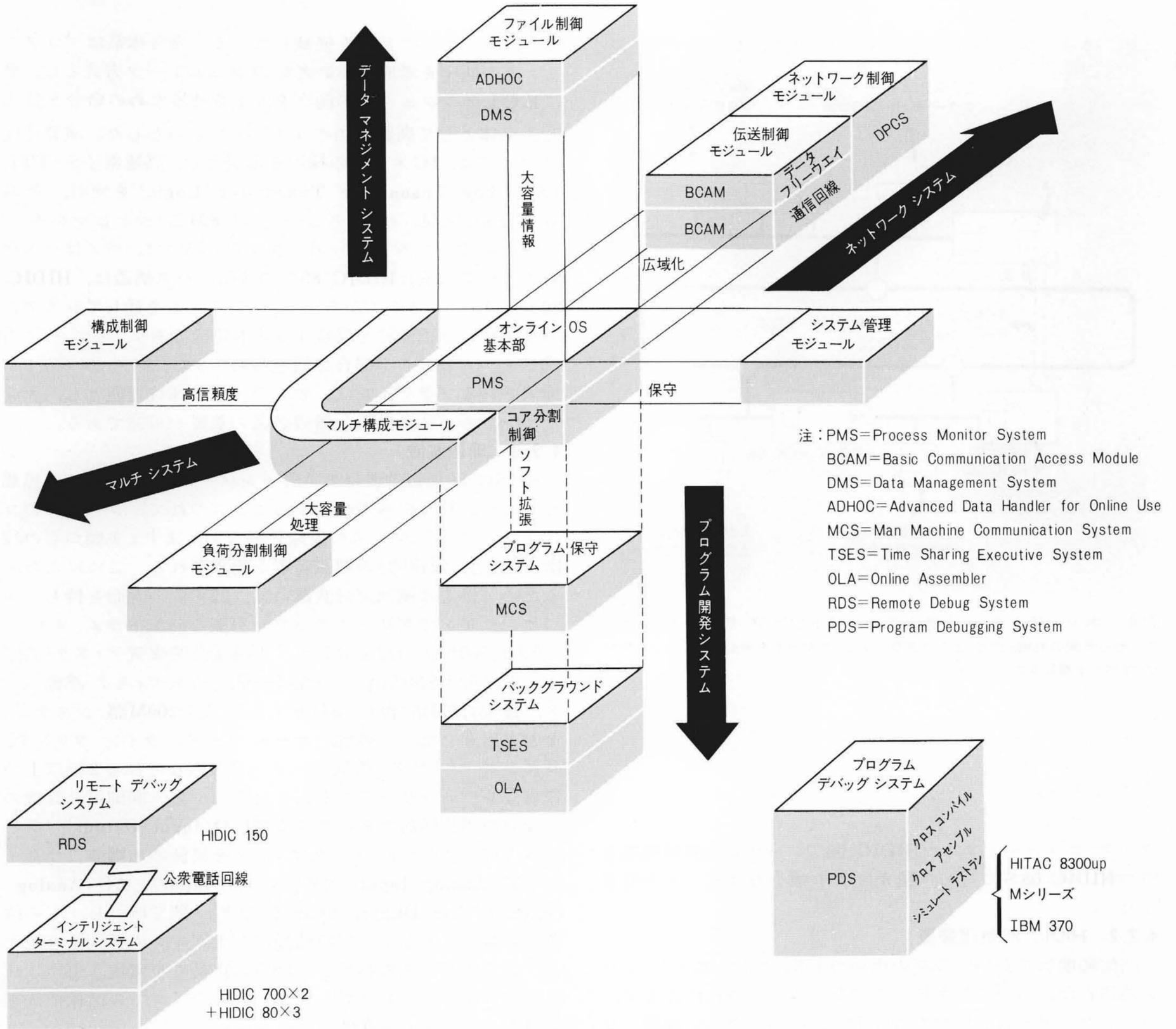


図9 HIDIC 80オペレーティングシステム(OS)の体系図 HIDIC 80 OSの全体体系とモジュール化の基本構成体を示す。

サポートは、不具合の分析手段、修正、確認手段の全般について漏れなく強化した。また、長期保守性を確保するため重要なアドレス対応テーブル（データ、サブルーチン、ドラムマップなど）は実機に実装する形とし、ドキュメントへの依存度を極力削減した。プログラムの作成手段としては、実機で安全なフリーランテストができるTSES (Time Sharing Executive System)、上位計算機（例HITAC Mシリーズ、HITAC 8000シリーズ、IBM 370シリーズほか）でHIDIC 80のプログラム作成が可能なクロスアセンブラ、シミュレータ（全体をPDS：Program Debugging Systemと称す）、更に高級言語PCLに対しても同じ機能を与えるクロスコンパイラ、シミュレータを開発したが、これらの開発にはコンパイラ開発効率の高い言語システム(UTS：Universal Translation System)を開発し採用している。また、ネットワークシステムで、HIDIC 08マイクロコンピュータに対するクロスアセンブラ、シミュレータ、ダイレクトローディング、リモート診断などの機能もHIDIC 80の基本機能としている。オンラインOSについては、マルチシステムサポート

が最大の特長である。プロセッサ間の効率の良い交信、プロセッサを意識せぬタスキング機能、漏れのない相互故障診断機能及び再構成機能を持っている。マルチシステムでは各種のソフトウェアリソースの共有化が経済的システムを作るために重要である。エラー処理プログラム、ファイル制御プログラムをはじめとする各種の処理プログラム、グローバルデータ、サブルーチンを中心とするユーザープログラムなどはプロセッサ間の共有が可能に考慮されている。図9にソフトウェアシステム(OS)の全体構成を示す。

5 結 言

計算機制御システムは、今後ますます関連する技術分野の範囲が広がり、計算機のハードウェア、ソフトウェア、制御技法、応用分野のノウハウなどが統合され、関連技術陣の密接な協力のもとに総合技術としてのシステム開発が加速されていくものと思われる。本稿をまとめるに当たって、数多くのユーザーが得られた経験を反映させていただいた。ここに深謝の意を表わす次第である。