# 高集積制御盤"ICCX90"の開発とディジタル分散システムへの適用

# Development of Integrated Control Complex and the Application to Distributed Digital Control System

上下水道,一般産業システムでは分散制御システムが普及しつつあるが,これは中央と各電気室制御装置の分散化が主体であり,電気室以下では動力回路は電気室に集中設置され,その一方,操作と検出端はプロセス現場に分散設置されていた。

このため、多数の盤と多量のインタフェースケーブルが必要となり建設費の高騰を招き、これがシステム全体のコストアップの一因となっていた。

その一方,従来開発されてきたシステムは、中央及び中央と電気室間のデータ伝送の分散化、ディジタル化に関するものが多く、電気室レベルの制御に関するものが少なかった。

このような背景にあって、動力・制御・操作・計装を各々ユニット化し、マイクロコントローラと同一の盤に実装した高集積制御盤 "ICCX90"を開発したので、以下その概要について紹介する。

森 俊二\* Shunji Mori 依田幹雄\* Mikio Yoda

Tomonori Kaneko

金子智則\*

#### 11 緒言

現在,一般産業,上下水道などの各種プラントでは,主機(ポンプ,ブロワ,コンプレッサ,発電機など)を効率よく運転するために,MCC(モータコントロールセンタ)速度制御盤などの動力関係の盤,計装変換などの計装盤,マイクロコントローラやシーケンスコントローラ,リレー盤などの制御盤,中継端子盤やデータフリーウエイなどの伝送装置,監視盤など各種の盤を組み合わせた制御システムを導入している。

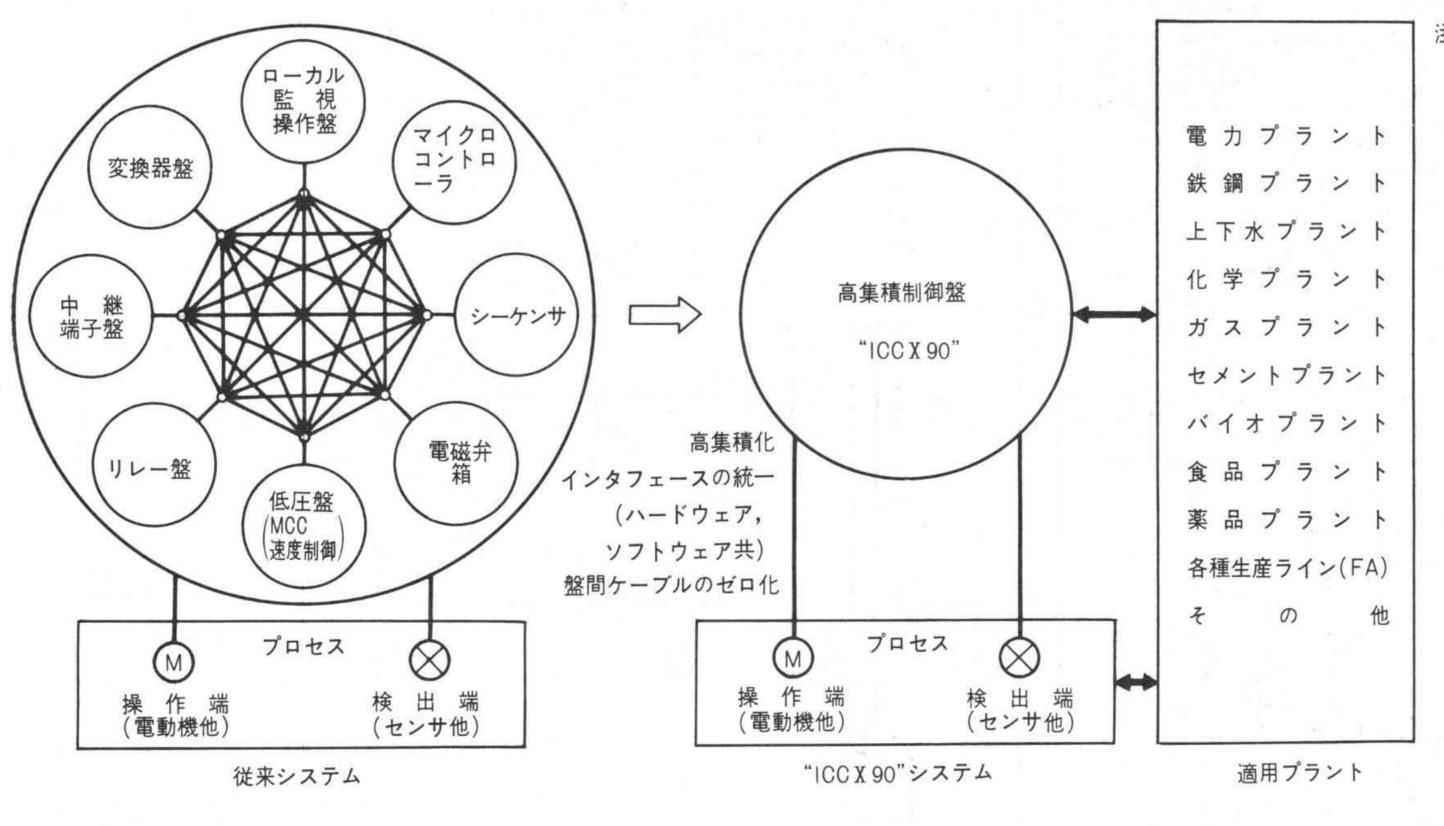
しかし、これら多数の盤をそれぞれ結線しているために、

- (1) 多くの電線を必要とすること。
- (2) 結線が難しいこと。
- (3) 据え付け面積が大きいこと。
- (4) 据え付け工事に時間がかかること。

などの問題点があった。

また主機が複数の場合は、コスト、スペースなどの面から盤を共通化して使用しているため、システムを拡張する際にはソフトウェア面及び結線が更に難しくなり、しかも他の主機を停止させなければならないという問題もあり、これらを解決する制御システムが強く望まれていた。

今回開発した高集積制御盤"ICCX90"(Integrated Control Complex 1990)システムは、このような要請に対応したもので、動力、計装、制御、伝送、監視などの機能をすべてユニット化して、キュービクルに組み込むという新しい考え方の制御システムである。



注:略語説明

"ICC X 90" (Integrated Control Complex 1990)
FA (ファクトリーオートメーション)
MCC (モータコントロールセンタ)

図 I 従来システムと "ICCX90"システムの比較(I) "ICCX90"システムでは、従来のあらゆる制御機能をユニット化し、実装するという考え方でシステムが構成されている。

<sup>\*</sup> 日立製作所大みか工場

# 2 "ICCX90"の開発

#### 2.1 基本思想

"ICCX90"システムの基本的な考え方は、従来別々の盤に 分割されていた機能をユニット化し、ユニットをアセンブル することによって、システムを構成していくということである。

すなわち、従来補助リレー盤で行なっていた機能をマイクロコントローラ又はシーケンスコントローラを収納するインテリジェントユニットにもたせたり、計装盤で行なっていた機能を計装ユニットにもたせたり、低圧動力盤で行なっていた機能を動力ユニットにもたせたり、中継TB(端子台)盤で行なっていた機能をマーシャリングユニットにもたせたりして機能をユニット化し、それらユニットをアセンブルすることによってシステムを構成するという考え方である。

この場合、インテリジェントユニット、マーシャリングユニットを除く各々のユニットについては、外形寸法・構造的に互換性をもたせることを基本的な考え方とした。

以上,従来システムと "ICCX90" システムでの基本思想の比較を図1, 2, 3 各々に示す。

#### 2.2 インテリジェントユニット

プラントの制御内容はいろいろあるが、それらの内容及び 実現する制御機器を図4に示す。すなわち、シーケンス制御、 論理制御、ループ制御、演算制御である。これらの機能を果 たすハードウェアとしては、リレーユニット、計装ユニット、 シーケンサ、演算付シーケンサ、マイクロコントローラなど がある。いずれを選ぶかは制御対象規模、制御の複雑さなど によって異なるが、"ICCX90"システムでは、一般産業、上

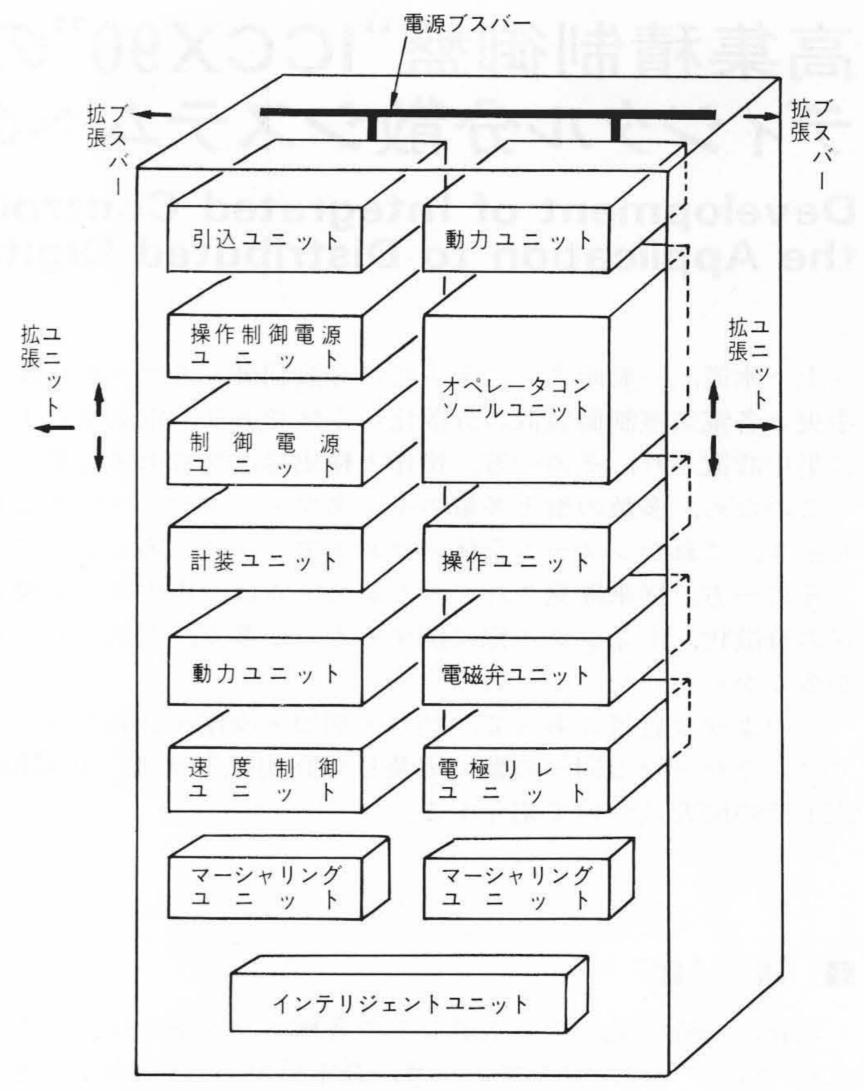
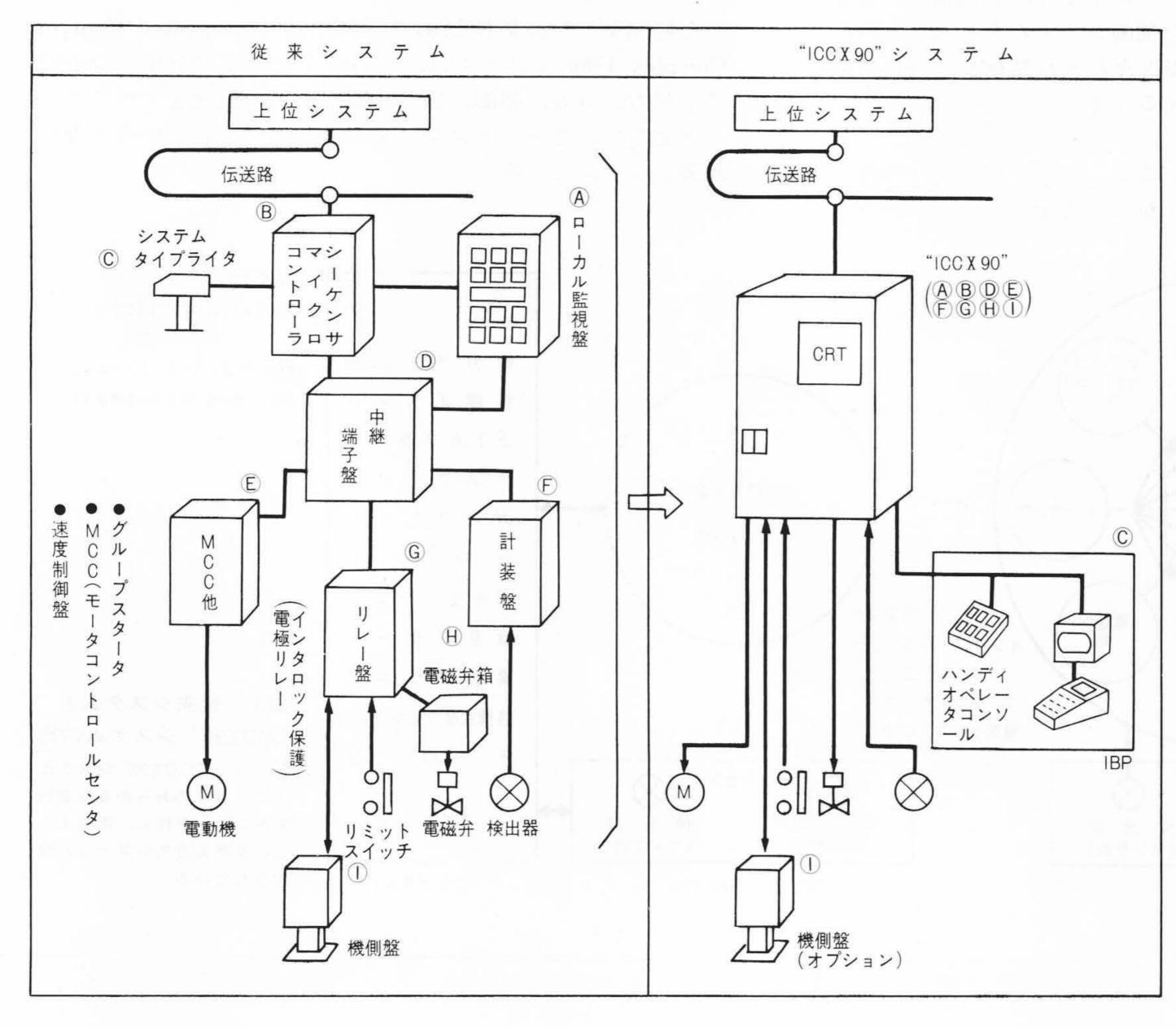


図 3 "ICCX90"のユニット基本思想 動力ユニットをはじめとする各種ユニットは同一幅寸法で、機能に応じて高さ方向に拡張が可能である。



注:略語説明 CRT (Cathode Ray Tube) IBP (Interactive Block Diagram Programmer)

図 2 従来システムと
"ICCX90"システムの比較(2) "ICCX90"システムにすることによって、盤間ケーブル、盤面数が削減できる。

分 類	内容	制御機器
シーケンス制御	A→Bへ順次変える 制御	リレーユー 海 マー
論理制御	プロセス量から判定し 論理制御 (例えば台数制御)	サトーケーケーコ
ループ制御	プロセス量をフィード バックし,目標値制御	計装ユニット
演算制御	各種演算し、その結果 で制御	

図 4 各種制御内容とインテリジェント制御機器 適用されるプラ ント制御内容によって,要求される機能が異なってくる。

表 1 インテリジェント種類によるシステムタイプの分類 インテリジェントユニットの組合せによりシステムタイプが決定される。

システムタイプ	インテリジェント種類	機種		
A TV	リレー形	補助リレー		
A形	アナログ形	アナログ計装ユニット		
D.T.	シーケンサ形	HISEC 04		
B形	アナログ形	アナログ計装ユニット		
C形	演算付シーケンサ形	シーケンサ形 HISEC 04E		
D形	中小規模マイクロコントローラ形	HIDIC LC		
E形	大規模マイクロコントローラ形 HIDIC 08LS			

下水道プラントの様々なシステム規模の, 様々な制御内容の 制御システムに、最適な制御性、コストパーフォーマンスを 求めながら適用可能とするため、図5に示す各種レパートリ ーを用意しており、その中から最適なものを選べるように考 慮している。

このような各種インテリジェントユニットの組合せによっ て,システムを分類し**表1**に示す。

タイプA形は小規模のシーケンス制御, ループ制御を行な うためのものである。シーケンス制御は補助リレーで, ルー プ制御はアナログ計装ユニットで行なう。

タイプB形は大規模のシーケンス制御、小規模のループ制 御を行なわせるものである。シーケンス制御は大規模シーケ ンスコントローラであるHISEC 04で、ループ制御はアナロ グ計装ユニットで行なう。

タイプC形は大規模のシーケンス制御、簡単なアナログ処 理を行なわせるものである。このタイプのインテリジェント としては、アナログ量も扱えるシーケンスコントローラHISEC 04Eを適用する。

タイプD形は中小規模のDDC(直接計算機制御)を行なわせ るものである。このタイプのインテリジェントとしては、中 小規模マイクロコントローラであるHIDIC LCを適用する。

タイプE形は大規模のDDC制御を行なわせるものである。 このタイプのインテリシェントとしては、大規模マイクロコ ントローラであるHIDIC 08LSを適用する。

以上のようにインテリジェントに各種レパートリーをもつ ことによって、様々なニーズに対応することが可能となり、 最適な制御システムを構成することができる。

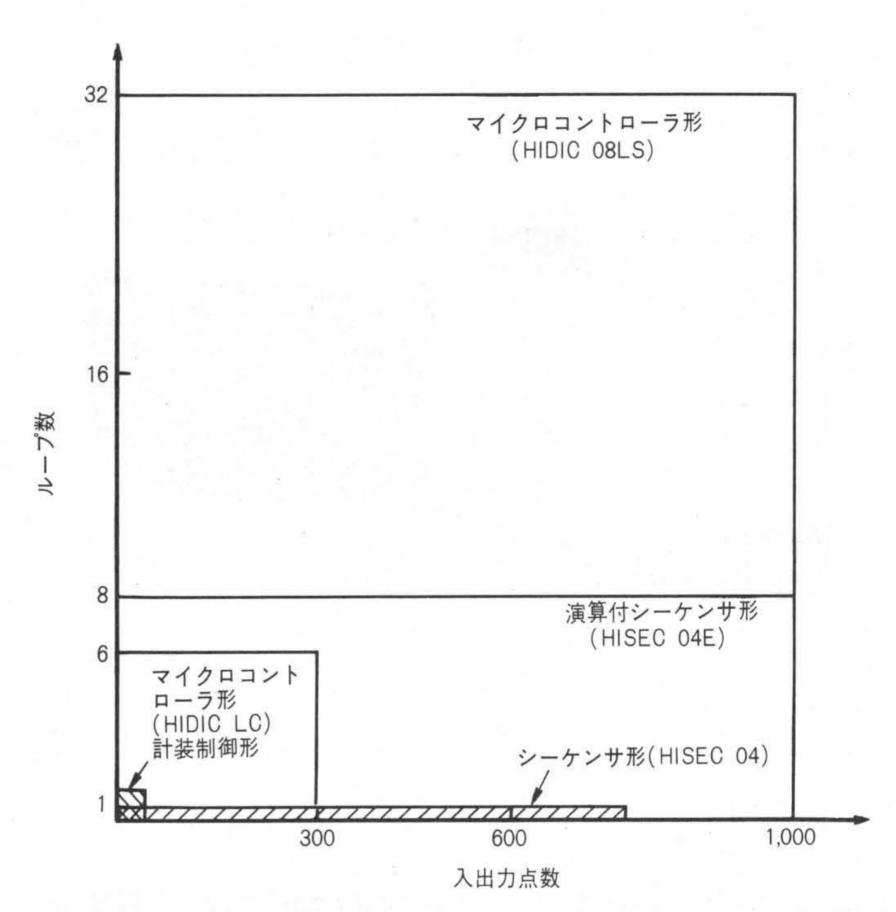


図 5 各種インテリジェントユニット 各種インテリジェントユニッ トの入出力点数とループ数の関係を示す。

ところで、今後の制御システムの動向としてはディジタル 分散化指向があり、また分散されるインテリジェンスは中規 模のものを多数設ける傾向にあり、D形(中小規模マイクロコ ントローラ形)が今後増加すると予想される。

以下、このD形に的を絞りソフトウェアについて述べる。

# 2.3 ソフトウェア

インテリジェントユニット内に実装されるマイクロコント ローラのソフトウェアをHIDIC LCの場合を中心に述べる。

ソフトウェアは、プロセス制御とシーケンス制御をスムー ズに行なうためCモード、Bモード、Sモードの3モードに 分かれている。

Cモードは、一般のアセンブラ言語によるソフトウェアモ ードである。

Bモードは、一般のループ制御を行なうモードであり、 IBP(Interactive Block Diagram Programmer:会話形プロ グラマ)によって会話形式で通常の工業計器制御ループイメ ージでプログラムを組むことができる。

Sモードは、シーケンス制御を行なうモードであり、通常 のリレーシーケンスイメージでプログラムを組むことができる。 各々のモードはIBPを用いて会話形で作成される。 以上を要約すると,

- (1) CRT(Cathode Ray Tube)を用いた会話形式であるため, 容易にプログラミングが行なえる。
- (2) 演算ロジック、シーケンスロジックは、各々従来の工業 計器制御ループ, リレーシーケンスロジックと同じ思想に基 づいているため、従来の工業計器制御ループ, リレーシーケ ンスロジックに慣れているオペレータならば, だれでも容易 にプログラムを理解し作成できる。
- (3) ハードウェアがコンパクトであり、持ち運びが容易である。
- (4) マイクロコントローラの機能をフルに活用しているため, ロジックの種類が非常に多く拡張性に富んでいる。

なお、図6にIBPの外観を、図7にIBPのCRT画面例を、 図8にハンディオペレータコンソールの外観を示す。

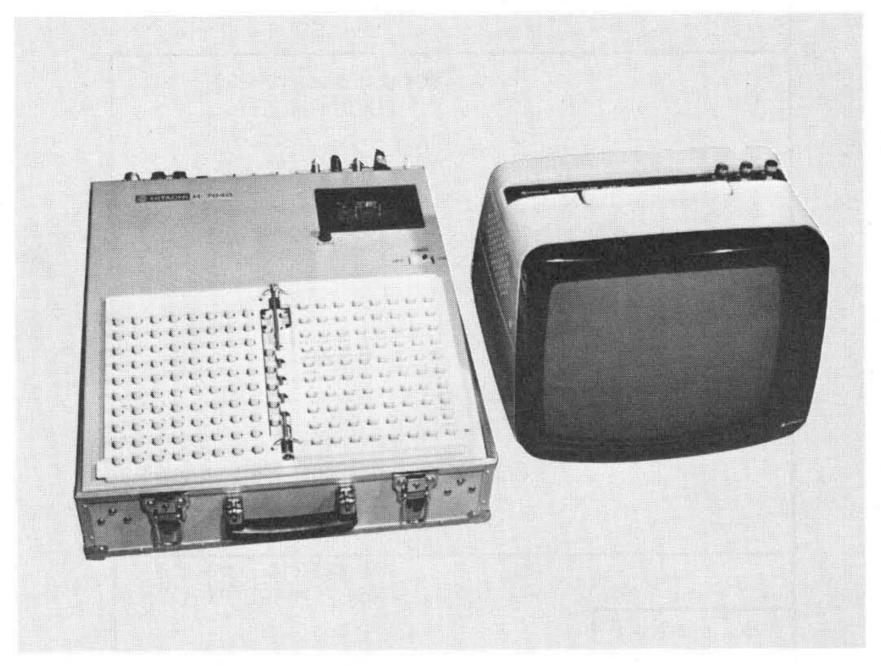


図 6 IBPの外観 IBP(Interactive Block Diagram Programmer)で、会話形式でプログラミングが行なえる。

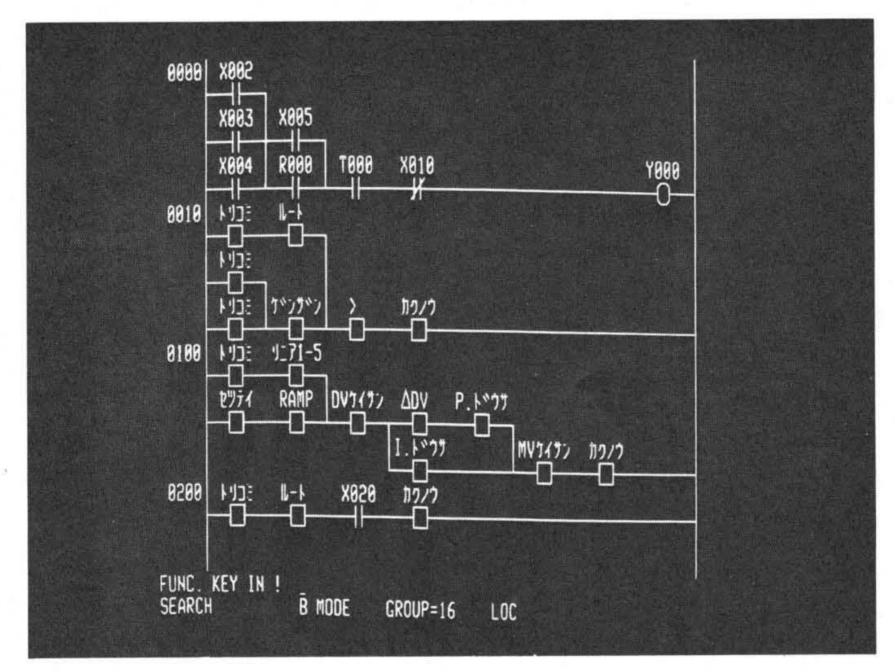


図 7 IBPのCRT画面例 従来のリレーシーケンス,工業計器制御ループと同じ考え方で論理が構成されており、オペレータにとっては理解しやすい。

# 2.4 インタロックモジュール

"ICCX90"システムとして、従来の連動シーケンス盤の機能はインテリジェントユニット(マイクロコントローラ内蔵)に負わせている。

ところで、インテリジェントユニットにはマイクロコントローラを収納しているが、マイクロコントローラの保守のため、その機能が一時的に停止してしまうことが十分予想される。

(1) マイクロコントローラの機能停止とシステムダウンを同等に扱う。

この事態に対応する方法としては、次の3案が考えられた。

- (2) マイクロコントローラ部分を二重化する。
- (3) 他のハードウェアにバックアップ機能をもたせる。

(1)案は、適用されるプラントの公共性を考えると採用しにくい。

(2)案は、マイクロコントローラシステムの信頼性を向上させるためによく採用される案である。しかし、コスト的に高くつき、しかも共通部分の取扱いが繁雑であるという欠点をもっている。

(3)案は、バックアップ機能をどこまでもたせるかというこ

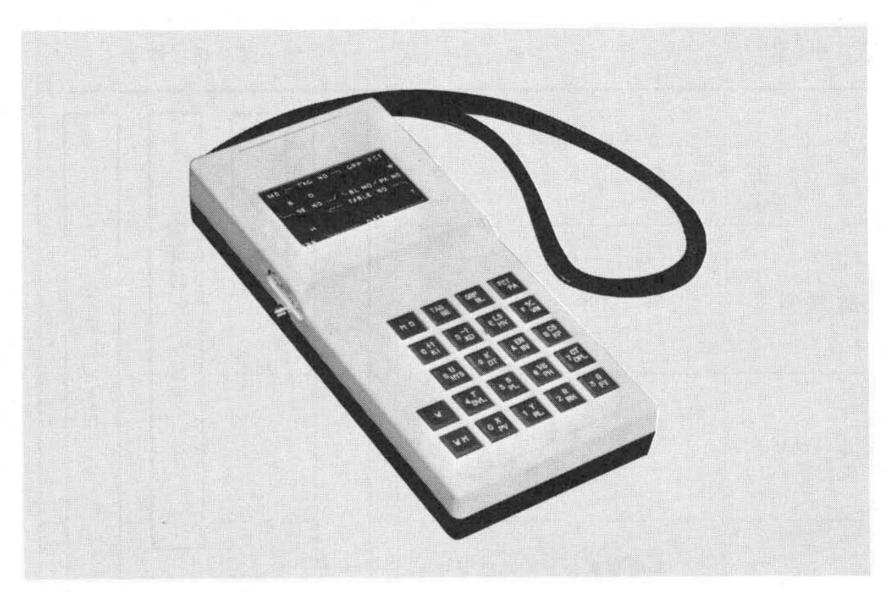


図 8 ハンディオペレータコンソールの外観 プロセス量, プロセス状態のモニタ, 制御定数のモニタ, 変更を行なうためのハンディタイプのオペレータコンソールである。

とが問題となるが、(2)案に比べてコスト的には安価となる。 以上を総合的に判断して、"ICCX90"システムでは他のハードウェアにバックアップ機能をもたせる(3)案を採用した。 バックアップ機能としては、機側操作スタンド盤での単独 操作に必要なロジックと、機械的インタロックロジック、電 気的インタロックロジックをもたせることにした。

そして、これらのバックアップ機能は、補助リレーで構成されるインタロックモジュールにもたせ、このインタロックモジュールは動力ユニット内に実装した。したがって、インタロックモジュール1枚に収納される機能は、動力ユニット1台分の主機に対する機側操作スタンド盤単独操作ロジック、及び機械的インタロックロジック・電気的インタロックロジックとなる。

以上をまとめると、"ICCX90"システムでは、単独操作ロジック、インタロックロジックをもつインタロックモジュールと、連動シーケンス・自動制御機能をもつインテリジェントユニットが主な制御機器であり、通常はインテリジェントユニットがその機能を果たし、保守時にインタロックモジュールがその機能を果たすという構成になる。

#### 3 "ICCX90"システムの仕様

表2に、インテリジェントタイプD形のシステム仕様を示す。盤システム構成は引込み盤1面、インテリジェントユニットを実装するインテリジェント盤1面及び動力ユニット盤複数面から成る。動力ユニット盤の面数は、その適用システムの規模によって異なってくる。

マンマシン,制御,検出端,操作端の各々に対して専用のユニットを開発した。マンマシン機能としての,CRTを用いたオペレータコンソールユニットと,制御としてのインテリジェントユニットは,インテリジェント盤に実装した。検出端機能としての計装ユニット,A/Mステーションユニット及び操作端としての動力ユニット、電磁弁ユニットは,インテリジェント盤又は動力ユニットとに実装した。

動力ユニットは、主に低圧三相誘導電動機に動力を供給するものである。AC200/220V級とAC400/440V級があり、各々の定格遮断電流は前者は50kA、後者は25kAである。AC200/220V級では最大45kWの三相誘導電動機に動力を供給することができる。AC400/440V級では最大90kWの三相誘導電動機に動力を供給することができる。速度制御ユニットはインバ

表 2 "ICCX90"の仕様 マンマシン、制御、検出端用、操作端用の各機能ユニットの仕様を示す。

			136 34± /1 1±		結
			標準性機	動力	制御
盤		構成	高さ2,300×幅800×奥行800(mm)[引込み盤は幅は300mm]   トシステム:引込み盤   面,インテリジェント盤   面,動力ユニット盤複数面		
マシン	オペレ	/ータコンソール ユニット	CRT(9 in)とPBSによる監視操作方式		コネクタ
制御	インテリジェント ユニット		マイクロコントローラ:HIDIC LC, PI/O:H-7660シリーズ 上位とのリンケージ:MDW伝送	. e -	コネクタ
検出端	計数	きュニット	T/I変換器, R/I変換器, ディストリビュータ, ルータ, アイソレータ, ブースタ, 警報設定器, 電々ポジショナ収納		コネクタ
	A/Mス	ステーションユニット	マイクロコントローラダウン時のバックアップ機能		コネクタ
操作端	動力ユ	定格	定格電圧:AC200/220V AC400/440V 50/60Hz 母線電流:垂直母線500A 水平母線800A 定格遮断電流:50kA(AC220V)級, 25kA(AC440V)級 主回路連結:自動連結方式 制御回路連結:コネクタ方式		
	適用電動を容容	適用電動機容 量	最大45kW(AC200/220V 50/60Hz), 最大90kW(AC400/440V 50/60Hz)なお必要に応じてユニットサイズを1U, 2U, 3Uと高さ方向に増してゆく(1Uは高さ220mm)。	自動連結	コネクタ
		電気的保護	短絡:FFB, 過負荷:サーマルリレー, 欠相:サーマルリレー, 地絡:IM保護モジュール 瞬時過負荷:IM保護モジュール, 電流検出:IM保護モジュール		
		インタロック モジュール	電気的、機械的インタロックリレーロジック、単独操作リレーロジック		
	電磁	弁ユニット	電磁弁(ACI00V)級 I2個を駆動可能	コネクタ	コネクタ
	速度	制御ユニット	AC200V, 400V IIkW以下 インバータ式	自動連結	コネクタ

注:略語説明 PBS(プッシュボタンスイッチ), PI/O(プロセス入出力装置), MDW(マルチドロップドデータウェイ), T/I(温度/電流変換器), R/I(抵抗変換器), FFB(ヒューズフリー遮断器) IM(誘導電動機)

#### ータ方式を採用し、11kWまでユニット形で可能である。

また、インテリジェントユニットのシステム規模により、 最大30動力ユニットまでサポートできる仕様とした。更に通 常の一般産業、上下水道プラントでは、1システムブロック に含まれる低圧誘導電動機の台数は30台以内に収まることが 予想される。以上のことから、"ICCX90"システムでは1システムブロック単位に"ICCX90"を分散設置するというプラントへの適用方法をとることにした。

また、システム規模の拡張を容易にするため、動力ユニットと動力母線の連結は自動連結方式とし、着脱が楽な構造と

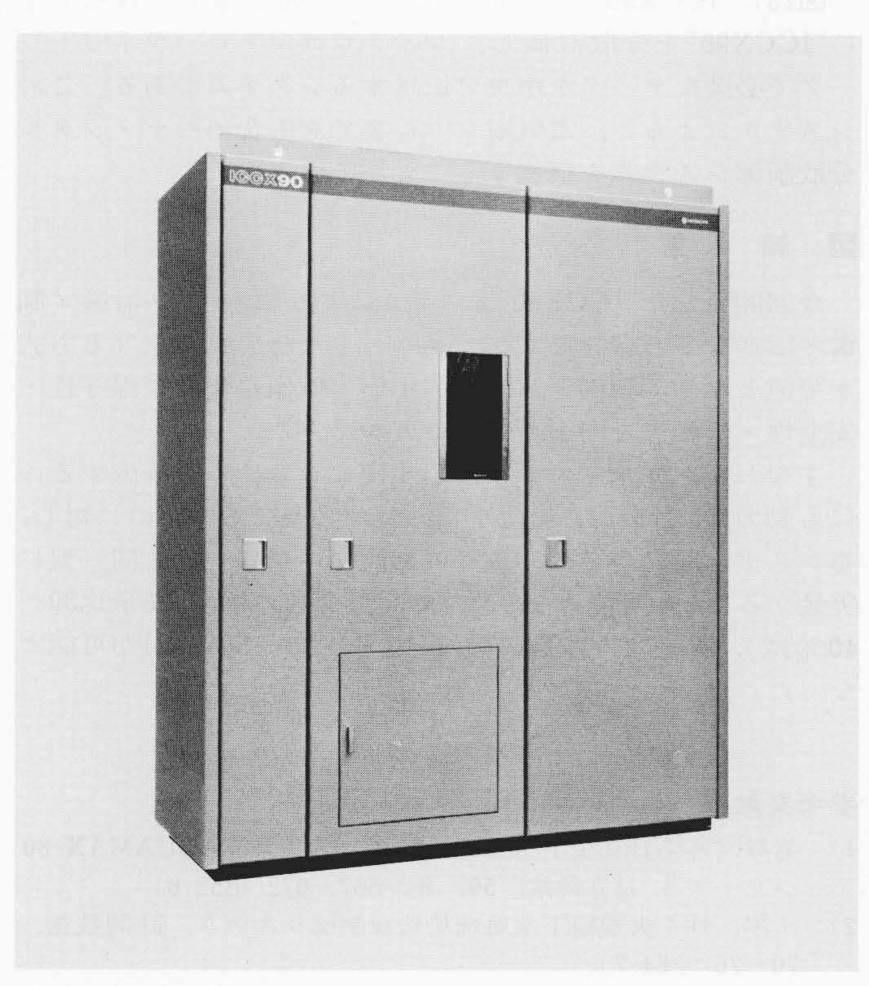


図 9 "ICCX90"正面写真(ドア閉) 左側から引込み盤, インテリジェント盤, 動力ユニット盤を示す。

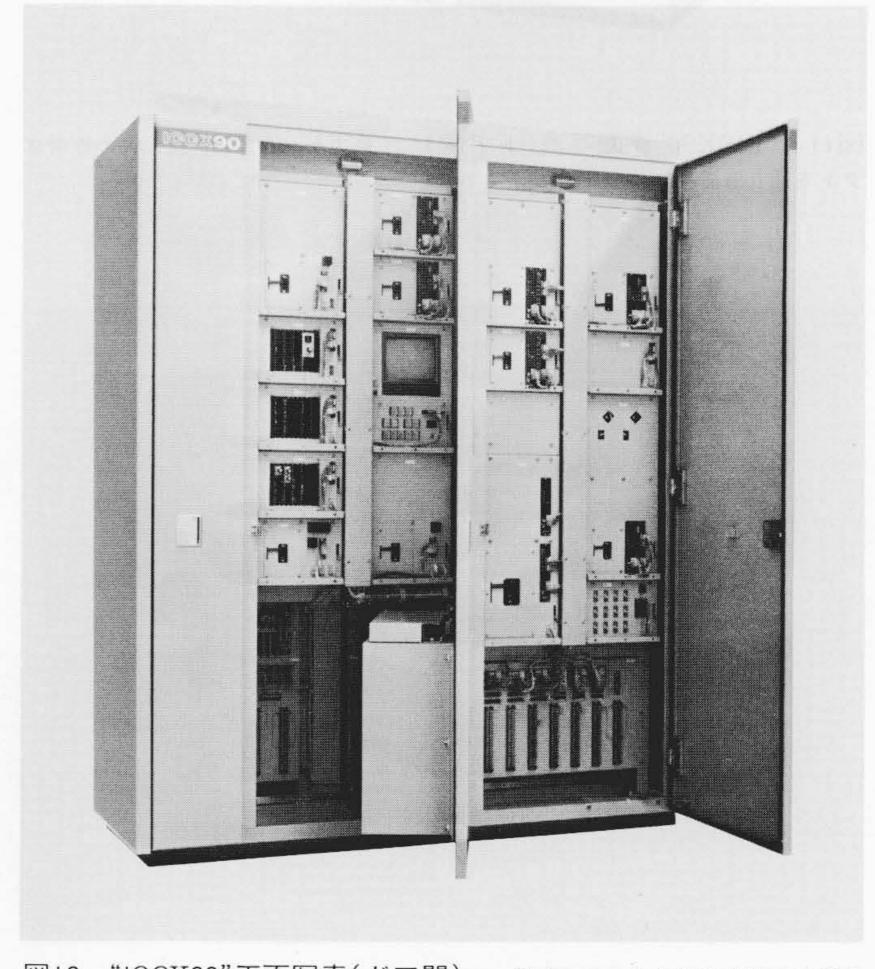


図10 "ICCX90"正面写真(ドア開) 動力ユニットをはじめとする各々のユニットを、 I 面当たり 2 列実装する。

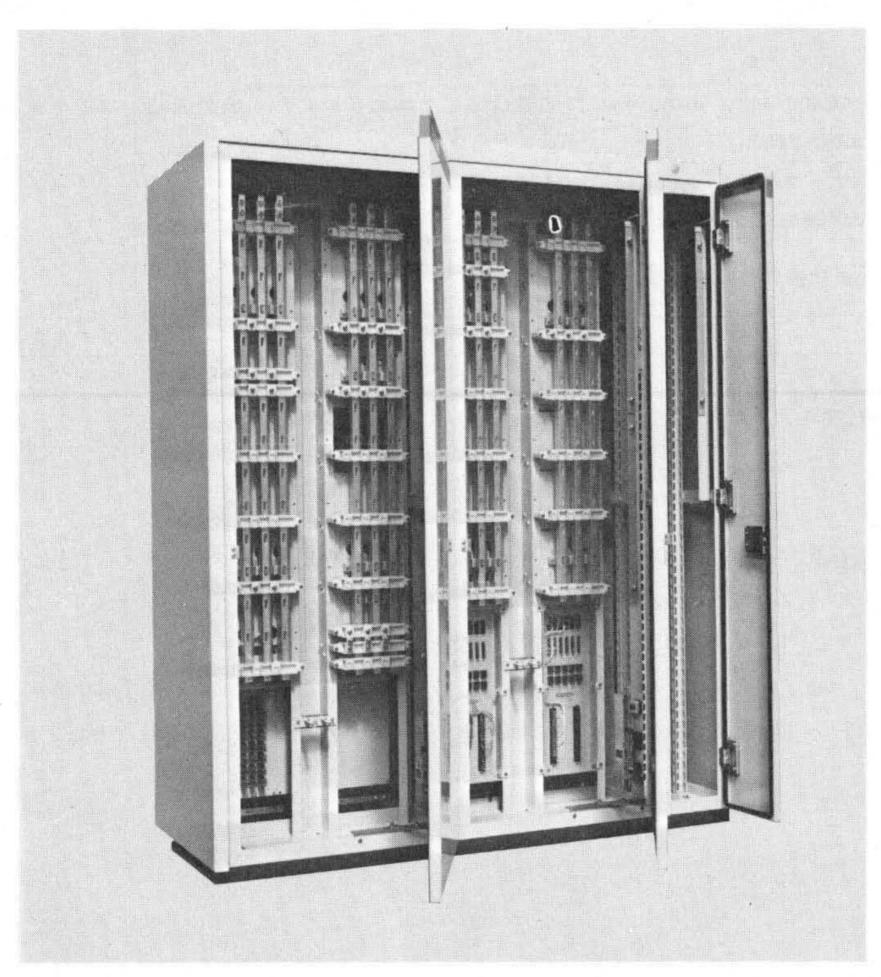
した。

ユニットの構造面としては、オペレータコンソールユニット、計装ユニット、A/Mステーションユニット、動力ユニット、電磁弁ユニット間では外形寸法的に互換性をもたせた。

図9,10に盤正面を示す。左側から、引込み盤、インテリジェント盤、動力ユニット盤を示す。インテリジェント盤中段にオペレータコンソールユニットを、ドアにインテリジェントユニットを実装している。

図11に盤裏面を示す。動力ケーブルは盤中央のケーブルダクトを通って、各動力ユニットに接続される。

図12に動力ユニットの外観を示す。正面右側にある二つの モジュールが、各々インタロックモジュールと電動機保護モ



図II "ICCX90"裏面写真(ドア開) 動力ケーブルは、盤中央の専用ダクトを通り各動力ユニットに接続される。

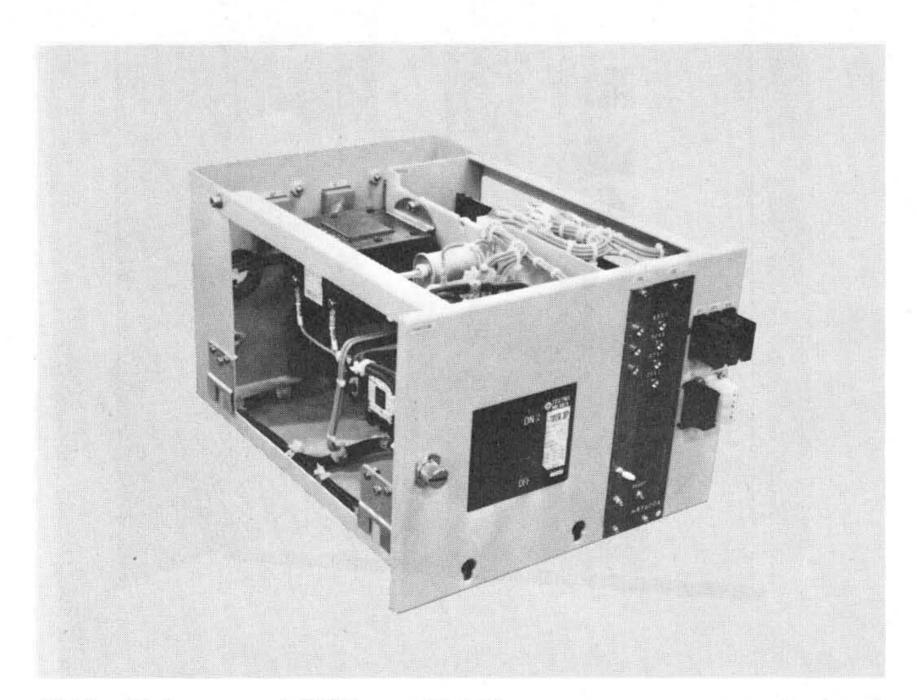


図12 動力ユニット外観 正面右側にある二つのモジュールが、各々インタロックモジュールと電動機保護モジュールである。

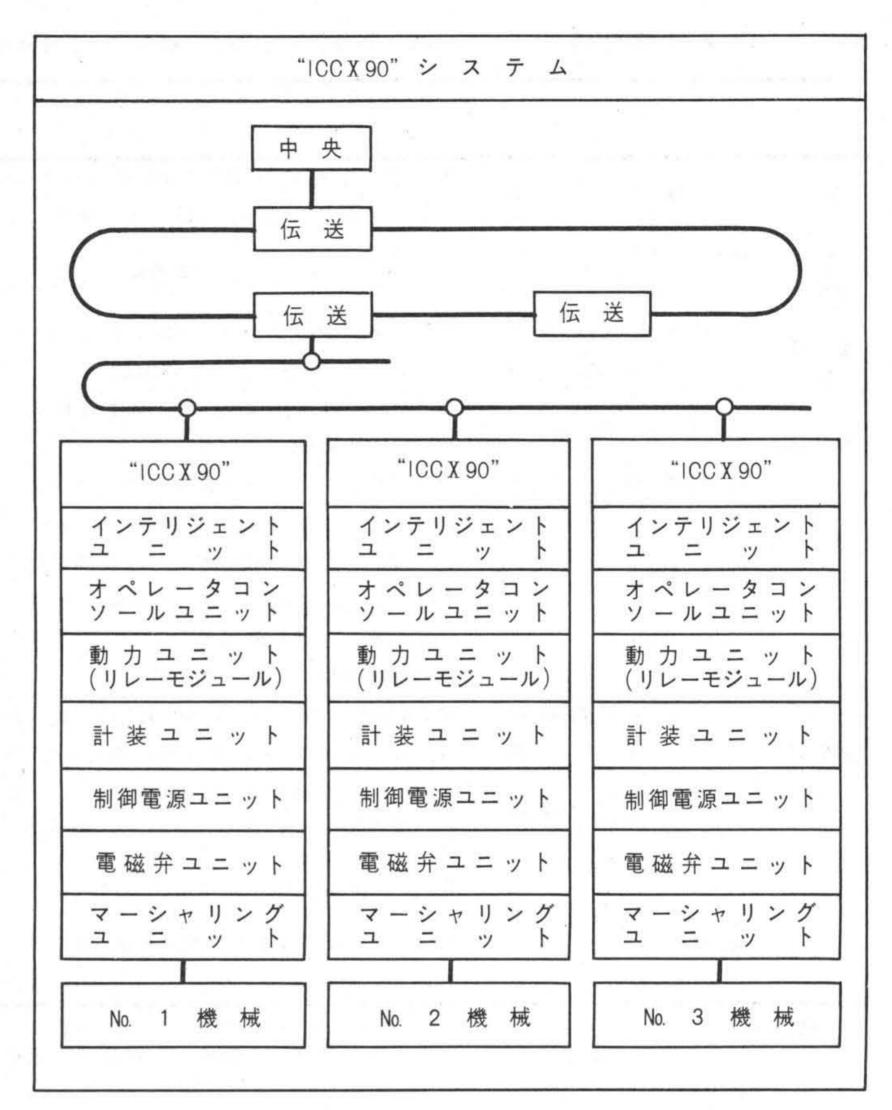


図13 "ICCX90"の応用システム 各電気室に"ICCX90"を分散設置し、マイクロコントローラネットワークで必要なデータを中央に送るシステムである。

ジュールである。

## 4 "ICCX90"の応用システム

図13に"ICCX90"を応用したシステム例を示す。各電気室に"ICCX90"を分散設置し、マイクロコントローラネットワークで必要なデータを中央に伝送するシステムである。このシステムによると、電気室レベルまでをも含めたディジタル分散制御システムを構成することができる。

#### 5 結 言

今回開発した"ICCX90"システムによって、動力・計装・制御・伝送などの機能をすべてユニットとして積み上げる方式が可能となり、制御システムの小形・低価格化及び保守性・安全性・信頼性を向上させることができた。

すなわち、従来どのような小規模なシステムを構成するのにも動力盤、計装盤、補助リレー盤が必要であったのに対し、本システム開発の結果、各々の機能をユニット化し同一盤に実装することが可能となったため、盤面数の縮減(従来比30~40%減)、ケーブル本数の削減(従来比30~50%減)が可能となった。

# 参考文献

- 1) 岩城,外:日立上下水道監視制御システム "AQUAMAX-80シリーズ",日立評論,59,8,667~672(昭52-8)
- 2) 土屋,外:大規模下水処理場監視制御システム,計測技術,70~76(昭54-7)
- 3) 佐藤, 外:最近の上下水道監視制御システム, 日立評論, **62**, 8,599~604(昭55-8)