

高機能形コントローラ“HISEC 04-M/L, F”

High Performance Controller “HISEC 04-M/L, F”

火力発電プラントへのデジタルコントローラの適用がほぼ定着化した現在、更
にその長所を生かし高効率プラント運用を可能とするため、プラントトータルとし
てのデジタルコントローラのあり方を見直し、機能階層自律形系統機器単位分散
制御の考え方が生まれた。

一方、一般産業を含めデジタルコントローラに対するニーズは年を追って多様
化し、そのニーズにフレキシブルにこたえるためにコントローラ自体をシリーズ体
系化する必要が生じていた。

以上のような背景のもとに、系統コントローラHISEC 04-M/L、機器グループコ
ントローラHISEC 04-M/Fを開発した。

両コントローラは2階層ネットワークにより階層分散システムを構成する、更に
機器グループコントローラ専用のプロセス入出力として機器単位でコントロール可
能なファンクションPI/Oを開発し、トータルシステムとして統一された思想のもと
で系統機器単位分散システムの構成を可能とした。

本稿では、以上述べたキーコンポーネントに対し、その考え方及び概要を述べる。

山岡弘昌* *Hiromasa Yamaoka*
加藤享良* *Takayoshi Katō*
山本敏文* *Toshifumi Yamamoto*

1 緒 言

HISEC 04-M/L及びHISEC 04-M/F(以下、L形コント
ローラ及びF形コントローラと呼ぶ。)は、スタンドアロンとして
はもとより階層化した分散制御システム、特に、HIACS-3000
システムをはじめとした系統機器単位分散制御システム¹⁾で効
果を発揮する高機能デジタルコントローラである。

すなわち、系統を統括するL形コントローラ、各系統内の機
器グループをコントロールするF形コントローラ、機器操作端

と1対1に対応するファンクションPI/O(プロセス入出力装
置)であるDCM(機器コントロールモジュール)、更に上位計算
機と系統間を結ぶユニットネットワークとしての μ - Σ
NETWORK、系統コントローラと機器グループコントローラ
間を結ぶ系統ネットワークとしてのCV-NETWORKなどによ
り、高度な制御システムを構成可能とするものである。

図1にL形及びF形コントローラのシステム構成を示す。

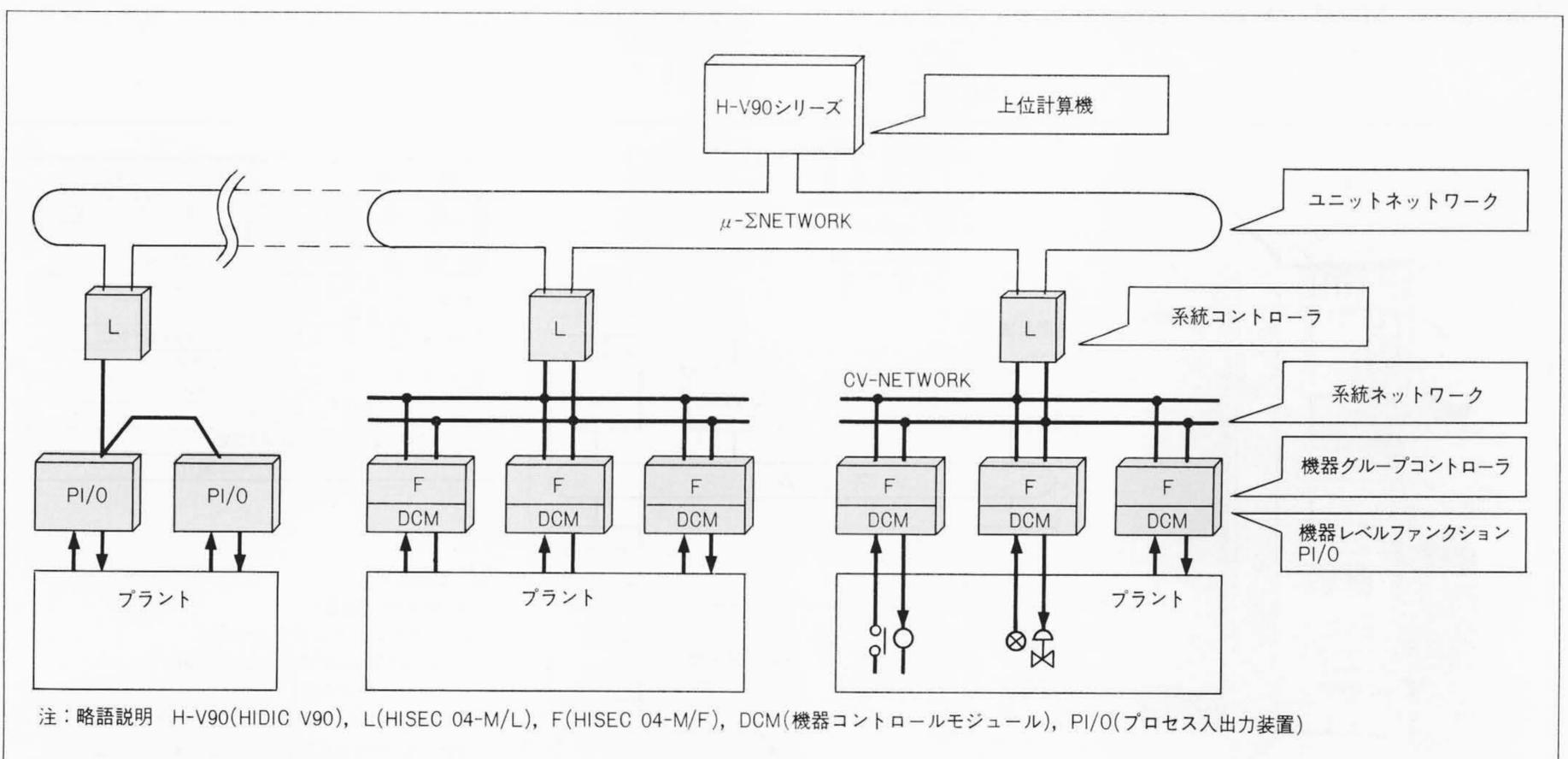


図1 HISEC 04-M/L, Fシステム構成 H-V90上位計算機, HISEC 04-M/L(系統コントローラ)及びHISEC 04-M/F(機器グループコントローラ)を μ - Σ NETWORK(ユニットネットワーク), CV-NETWORK(系統ネットワーク)を介して階層構成した分散制御システムの構成例を示す。

* 日立製作所大みか工場

2 コントローラの概要

2.1 L形コントローラ(HISEC 04-M/L)

L形コントローラを開発するに当たり下記に重点を置いた。

- (1) 系統コントローラとして、ユニットネットワークと系統ネットワークの2種類のネットワークサポートを能率よく行なえること。
- (2) プログラミング、モニタなどは機器グループコントローラと共通のプログラミング装置(エンジニアコンソール)により可能とし、かつ集中メンテナンスができること。
- (3) 冗長化などによるノンストップ化を指向した高信頼化システムが構成可能なこと。

以下、これらの点を踏まえL形コントローラの概要を述べる。

2.1.1 構成

図2(a)にL形コントローラの外観を示す。コントローラは処理装置ユニット、プロセス入出力ユニット及び電源ユニットから構成される。各ユニットは放熱性、メンテナンス性を考慮しプラグインを縦方向に挿入する横幅480mmの標準ラックを採用した。

図2(b)に同コントローラの構成を示す。処理装置ユニットはプロセス入力やネットワークからデータを受け取り制御用POL(問題向き言語)によりプログラムされている制御演算を実行する部分であり、BPU(Basic Processing Unit)をはじめとするモジュールから構成されている。各モジュールはビルディングブロック方式の最小構成要素となる。

L形コントローラは2種類のネットワークサポートを能率よく行なう必要があり、ネットワークインタフェースである μ NCP(μ - Σ NETWORK Control Processor)及びCV-CE(CV-NETWORK Control Electronics)にはマイクロプロセッサを内蔵し、システムバスでBPU、メモリと結合する方式を採用した。

L-MEM(L形メモリ)はメモリ素子にCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)スタティック

RAM(Random Access Memory)を採用し、二次電池によりバックアップし電源が喪失しても記憶内容を保持可能とした。二次電池を用いることにより、電池の自己放電によるバックアップ失敗を防止している。更に、メモリ診断としてはECC(Error Checking and Correction)を採用しシステム信頼性を向上している。

PIF(プラントインタフェース)は処理装置の動作状態を外部に取り出すとともに、外部から処理装置の起動・停止を制御するためのインタフェースである。

プロセス入出力ユニットは最大16枚のプロセス入出力カードが実装可能であり、また1台の処理装置に対しては最大7台までのプロセス入出力ユニットを接続できる。各プロセス入出力カードはHISEC 04-Mシリーズ間共通とし、システムの標準化、予備品ストックの極小化、メンテナンスの標準化を図った。

電源ユニットも入力モジュールと出力モジュールを最小単位とするビルディングブロック方式を採用した。入力モジュールにはAC100V, DC100V両電源接続可能なタイプも開発し、電源システムのバックアップを容易にしている。

2.1.2 プログラム、メンテナンス

L形コントローラはPOLを用いてプログラミング装置からプログラム、メンテナンスを行なう。特に、F形コントローラとの階層構成で効果を発揮するように、CV-NETWORK上にプログラミング装置を接続可能とし、CV-CEを介してL形コントローラのプログラム、メンテナンスを可能とした²⁾。

2.1.3 L形コントローラのシステムレパートリ

HISEC 04-Mシリーズでは、LSIの採用により部品点数を削減し、ハードウェア自体の高信頼化を図るとともに、故障時にはカード単位のメンテナンスを前提とした故障検出、表示機能を設けシステム稼働率を向上している。

更に、系統ネットワークをマスタレスとし、万一、上位コントローラがダウンしても、下位コントローラ間で現状維持運転を可能としている。一方、系統コントローラのノンスト

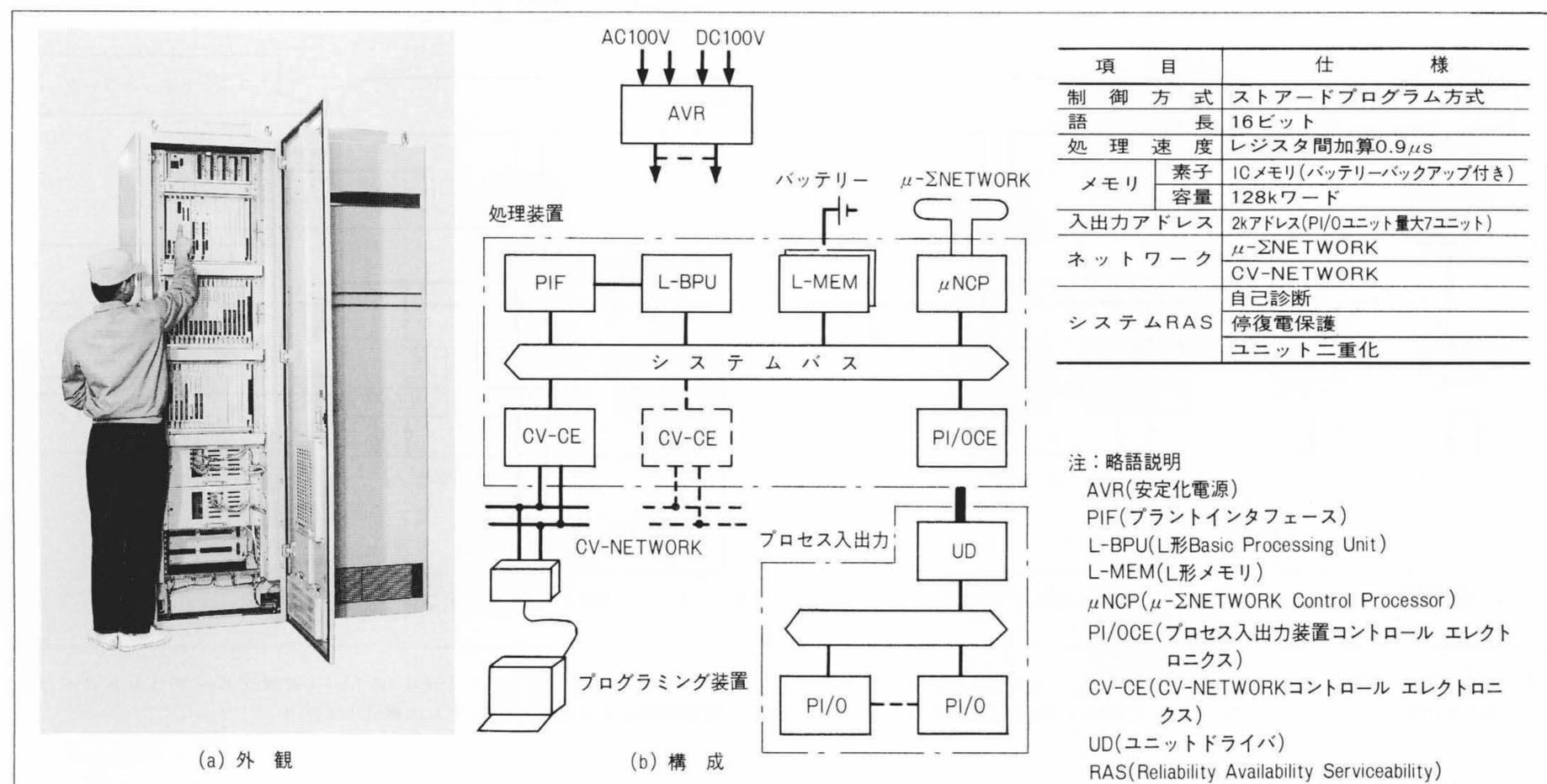
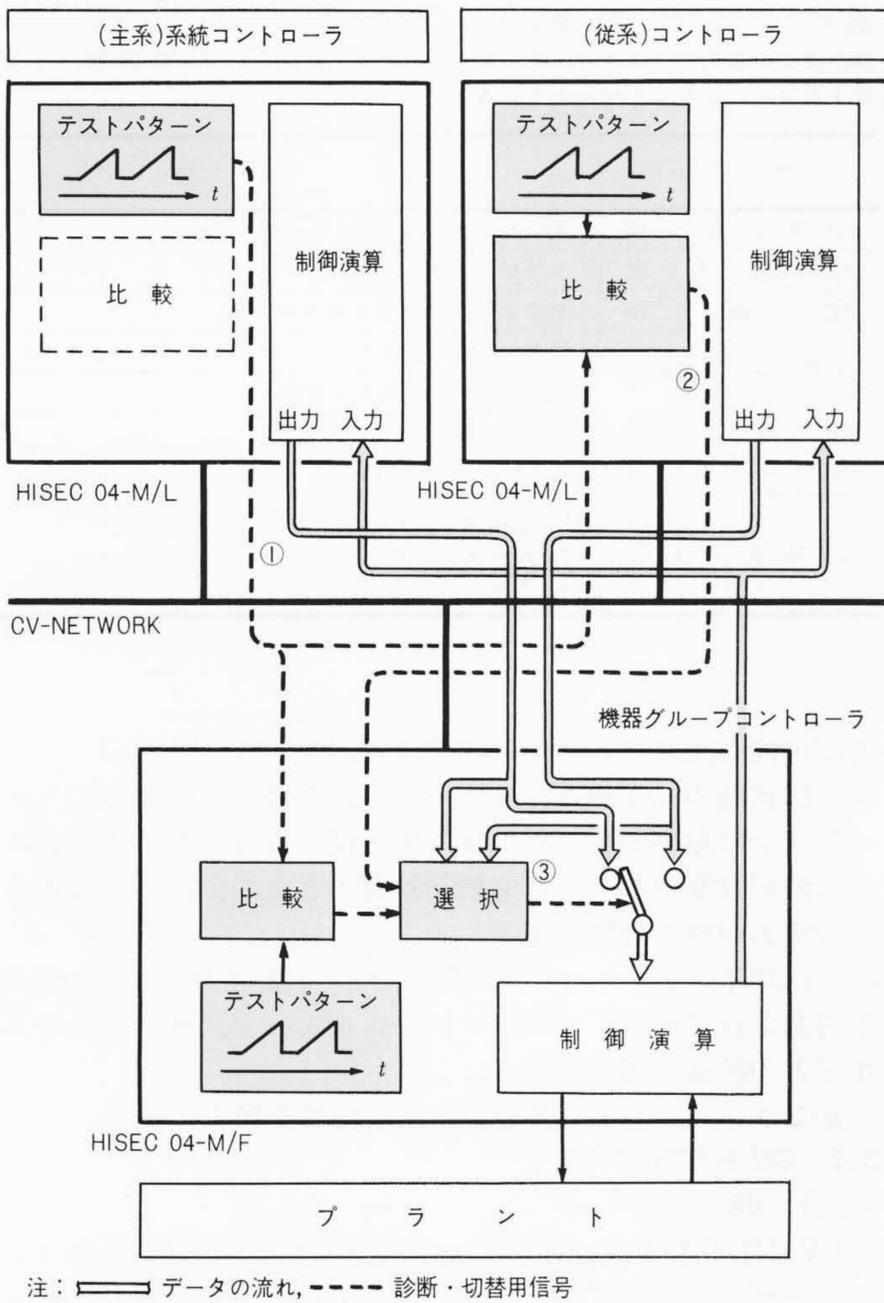


図2 HISEC 04-M/Lの構成と主な仕様 系統コントローラHISEC 04-M/Lの外観、構成及び主な仕様を示す。



注：—— データの流れ，- - - 診断・切替用信号

図3 L形コントローラの二重化構成 二重化されたL形コントローラ的一方を主系，他方を従系とし，主系から送出されたテストパターンは，従系コントローラ及び機器グループコントローラで照合され，両方が異常を認識すると従系データが選択される。

アップ化もコントローラの二重化により対応可能である。

図3はL形処理装置の二重化構成例を示したものである。通常時は主系，従系両者が動作しており，F形コントローラは主系からのデータを選択している。選択のアルゴリズムは次のとおりである。

- (1) 主系コントローラはテストパターンを他コントローラに送出する……①。
- (2) 従系コントローラは主系テストパターンと自己が発生したテストパターンを比較し，ある許容誤差内にあるか否かを判定し，機器グループコントローラに送出する……②。
- (3) 機器グループコントローラは，主系テストパターンと自己が発生したテストパターンとを比較し，ある許容誤差内になるか否かを判定する。もし，従系コントローラからの判定も，機器グループコントローラ自体の判定も両方とも異常を示しているとき，主系コントローラを異常とみなし，従系コントローラの制御演算データに選択を切り替える……③。

以上のような切替えアルゴリズムを用いることによって，二重系ではありながら三重系に近い診断を行なうことができ，データの信頼性を保ちながらシステムの稼働率を向上させることができる。

2.2 HISEC 04-M/F コントローラ

F形コントローラを開発するに当たり下記に重点を置いた。

- (1) 機器グループコントローラとして，1コントローラ当たりの入出力を1操作端から数操作端と小規模にし分散度を高めるため，コントローラ自体をコンパクト化すること。
- (2) プログラミング，モニタなどはシステムコントローラと共通のプログラミング装置により行なうことができ，1箇所から複数台のF形コントローラのサポートが可能なること。
- (3) システムの分散度，重要性に応じてフレキシブルに対応できるコントローラ構成とすること。

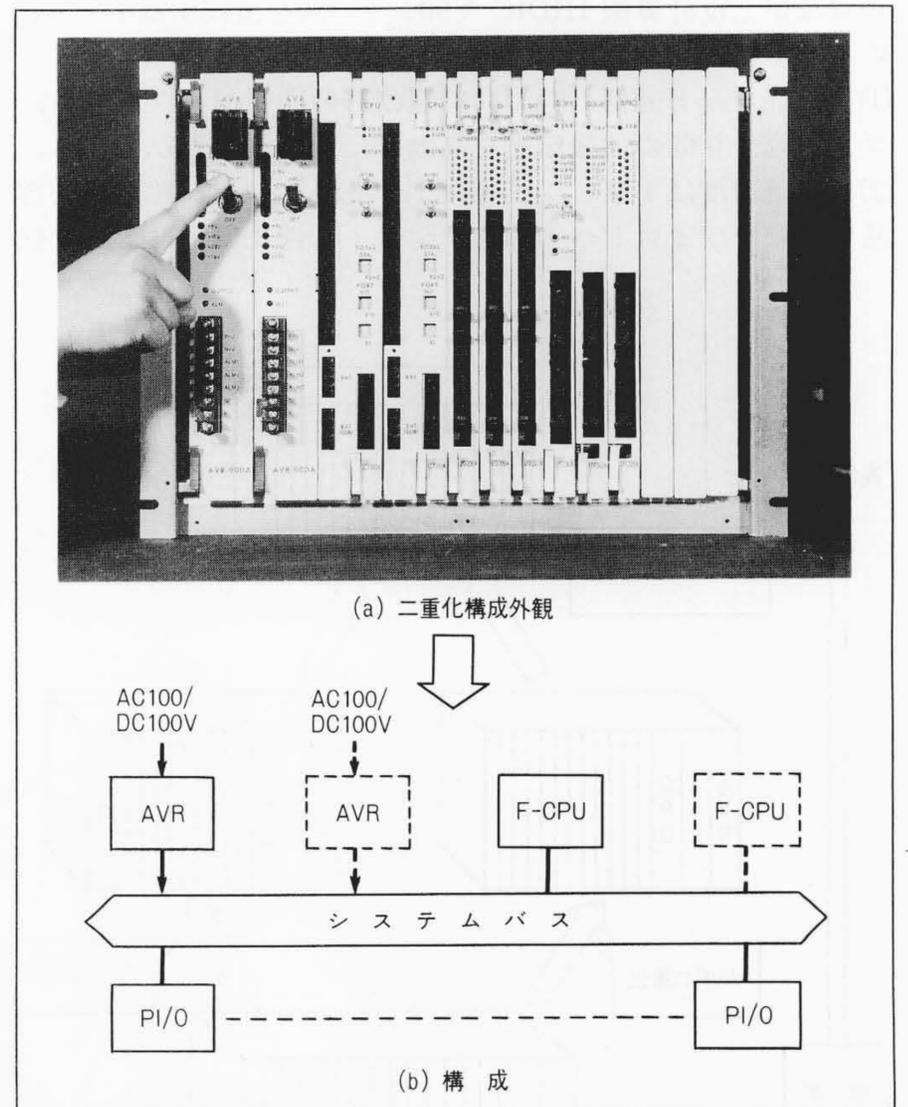
以下，これらの点を踏まえF形コントローラの概要を述べる。

2.2.1 構成

図4(a)にF形コントローラの外観を示す。L形コントローラとの相違点は，横幅480mmの標準ユニットに処理装置，ネットワーク，プロセス入出力，電源のすべての機能を内蔵させたことである。

処理装置にはCV-NETWORK 伝送機能及びバッテリーバックアップ可能なメモリを搭載しコンパクトにまとめた。

更に，処理装置の二重化を容易に行なうために，二重化切



項目	仕様	
制御方式	ストアードプログラム方式	
語長	16ビット	
処理速度	レジスタ間加算1μs	
メモリ	素子	ICメモリ(バッテリーバックアップ付き)
	容量	24kワード
入出力アドレス	256アドレス	
ネットワーク	CV-NETWORK	
システムRAS	自己診断	
	停復電保護	
	CPUの二重化	

注：略語説明 F-CPU(F形 Central Processing Unit)

図4 HISEC 04-M/Fの構成と主な仕様 機器グループコントローラHISEC 04-M/Fの二重化構成外観(a)，構成(b)及び主仕様を示す。(b)の破線部は二重化時の構成を示す。

替機能を内蔵させるとともに、保守性を考慮し活線挿抜機能も内蔵させた。

PI/Oとしては、標準レパートリーのほか特殊機能をもったファンクションPI/Oが同一ユニットに内蔵できる。

電源は縦置きプラグインタイプとし、同一ユニットに2台の電源を挿入することによって電源出力のバックアップ及び電源系統の二重化を容易に行なうことができる。

2.2.2 F形コントローラのシステムレパートリー

F形コントローラは1ユニットに電源、処理装置をそれぞれ実装する標準タイプをはじめとして、**図5**に示すようなシステムレパートリーをもっている。電源、処理装置の片方、又は両方を二重化したノンストップ指向形から処理装置の分散度を上げ、1ユニットに2台のコントローラを実装した高度な分散指向形までフレキシブルなシステムが構成できる。

3 ネットワーク

3.1 μ - Σ NETWORK

3.1.1 概要

μ - Σ NETWORKは、HISEC-04-Mシリーズ、各種入出力装置及び上位計算機 HIDIC V90シリーズを接続するループ状のネットワークシステムであり、次の特徴をもつ³⁾。

- (1) 機能コード通信と呼ぶ同報通信形の通信モードをもち、コントローラ間の情報伝送を高効率に行なうことができる。
- (2) 伝送速度は1Mビット/秒とし、伝送路には、取扱いが容易で安価なツイストペア線と、耐ノイズ性に優れたデータ伝

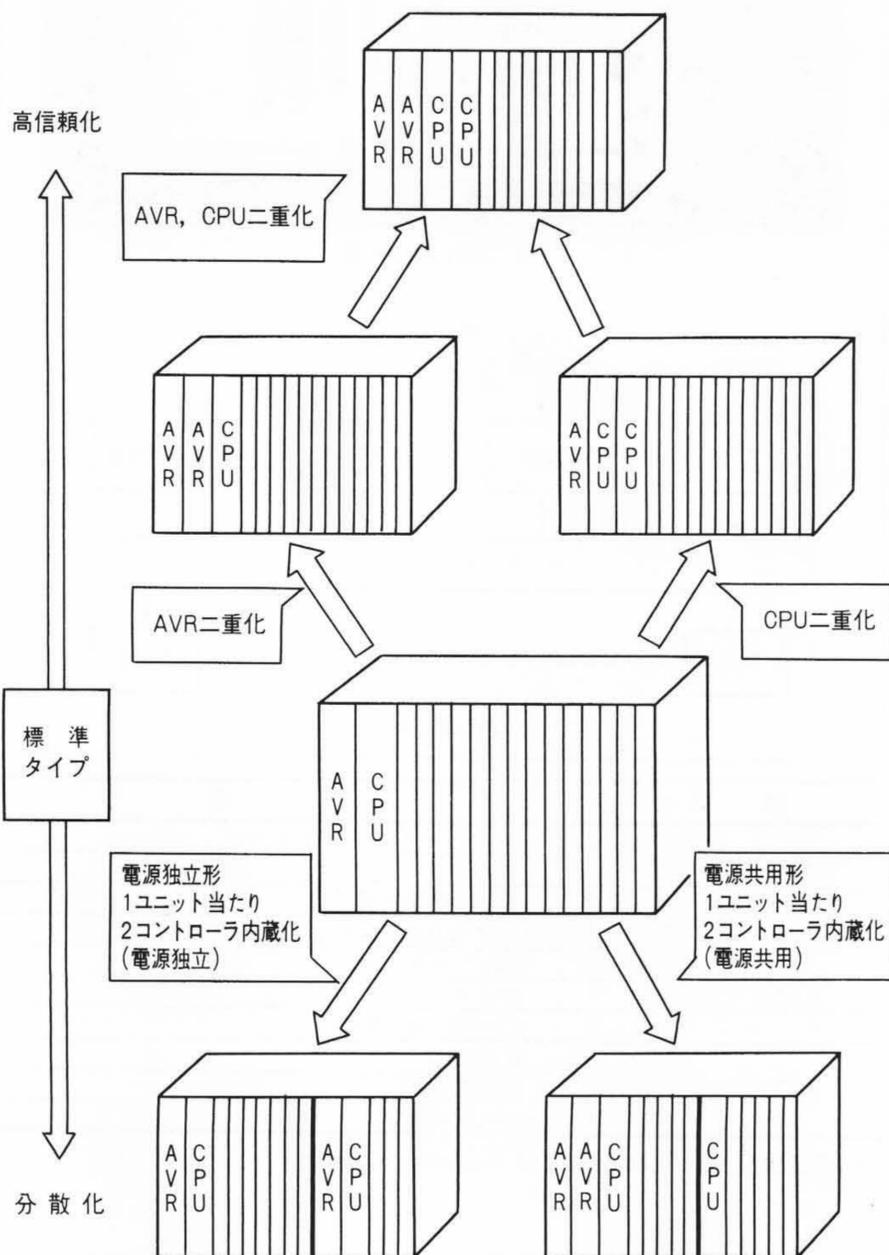


図5 HISEC 04-M/Fシステムレパートリー HISEC 04-M/Fは、豊富なシステムレパートリーをもち、多様なニーズにこたえている。

表1 μ - Σ NETWORKのシステム構成と主な仕様 μ - Σ NETWORKは、上位計算機HIDIC V90シリーズ及び系統コントローラHISEC 04-M/Lを接続するユニットネットワークである。

項目	仕様
システム規模	最大32ステーション(ループ当たり)
伝送速度	1Mビット/秒
伝送路	光ファイバ又はツイストペア線
ステーション間距離	最大1km(光ファイバ) 最大100m(ツイストペア線)
伝送形態	N:M転送
データ長	最大512バイト(可変長)
システムRAS	1. 伝送誤り制御 2. ループバック 3. トレース

送が可能な光ファイバが併用できる。

- (3) 伝送路の二重化とループバック機能により、1台のステーションに障害が生じたとき、伝送路が断線したとき、システムの増改築時などでも運転が継続できるので、高信頼度なシステムが構築可能である。
- (4) 汎用インタフェース(RS232Cなど)を支援する入出力装置が用意されており、パーソナルコンピュータ、他社システムなどとの接続が可能である。

μ - Σ ネットワークシステムの主な仕様を表1に示す。

3.2 CV-NETWORK

3.2.1 概要

CV-NETWORKは、複数のF形コントローラ間、L形コントローラ及びプログラミング装置を接続する直列信号伝送システムであり、次の特長をもつ。

- (1) 同報通信形の通信手段により、最大32ステーション間の情報伝送を高効率的行なうことができる。
- (2) マスタレスな時分割サイクリック伝送を行なう。
- (3) 伝送速度は、0.5Mビット/秒とし、伝送路には取扱いが容易なツイストペア線を使用する。
- (4) 伝送路の二重化により、片側の伝送路が断線しても運転が継続できるので、高信頼度なシステムが構築可能である。

CV-NETWORKシステムの主な仕様を表2に示す。

3.2.2 CV-NETWORKの通信制御方式

CV-NETWORKには、マスタレスな通信制御方式を採用している。**図6**は、この通信方式の送信権制御を示したものである。CV-NETWORKに接続されるステーションはそれぞれポートNo.設定スイッチをもち、他のステーションと区別でき

表2 CV-NETWORKの構成と主な仕様 CV-NETWORKは系統コントローラHISEC 04-M/L及び機器グループコントローラHISEC 04-M/Fを接続する系統ネットワークである。

項目	仕様
システム規模	最大32ステーション
伝送速度	0.5Mビット/秒
伝送路	ツイストペアケーブル
伝送路長	最大50m(リピータ使用時最大1km)
伝送形態	マスタレスN:M転送
データ長	256バイト
システムRAS	1. 伝送誤り制御 2. 伝送路二重化構成制御

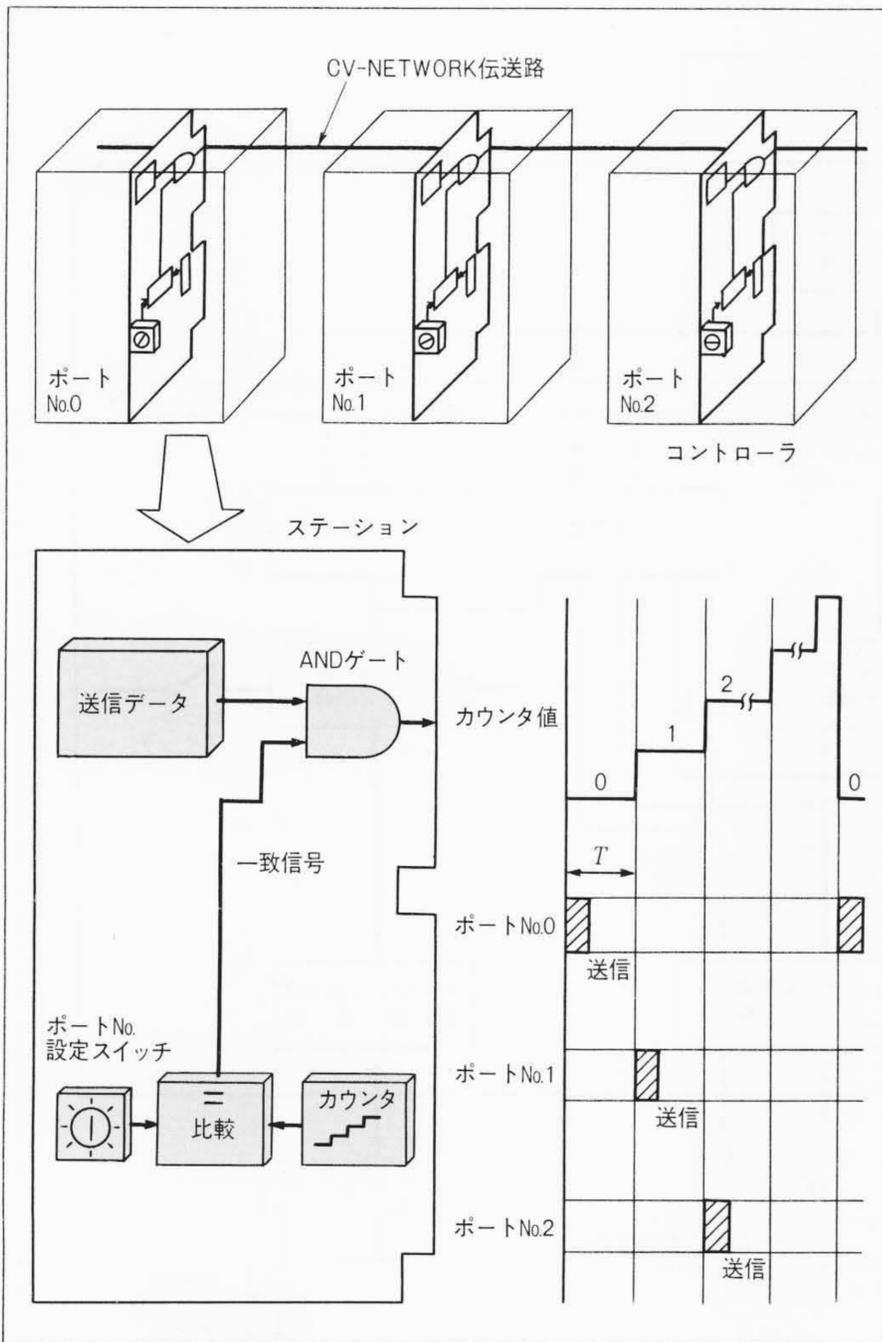


図6 CV-NETWORKの送信権制御 各ステーションは時間間隔Tごとにカウンタ値を更新し、そのカウンタと自ステーションのポートNo.が一致すると送信権を得る。

るように相互に異なる値を設定する。各ステーションは時間間隔Tごとに同期してカウントアップするカウンタをもつ。比較器は、ポートNo.設定値とこのカウンタ値を比較している。比較器が一致信号を出力したステーションは、送信権を得たと判断して送信動作を開始し、送信データをCV-NETWORKに送出する。このような送信権制御により、マスタレスな通信を可能としている。

4 PI/O

4.1 PI/O レポートリー

F形コントローラ、L形コントローラ用PI/Oとしては、HISEC 04-Mシリーズの全機種に使用できる標準PI/Oと系統機器単位分散制御システムに適したファンクションPI/Oとがある。標準PI/Oは機能、電圧レベル、絶縁・非絶縁などの相違により30種類のカードを準備している。

4.2 ファンクションPI/Oの特長

各カードの特長を図7に示す。制御機器の数に応じてカードが増設できるように、機器単位ごとに必要とされる機能、入出力点数を備えたカードである。調整制御用としては、空気式操作端用(DCM-MA)及び電気式操作端用(DCM-MP)の2種を開発した。

一例として、調整制御に適用する空気式操作端用カード

カード名称	特長	ハード構成
B-PI/O Basic PI/O (基本PI/O)	制御機器1台に対しカード1枚で対応できるので、最小単位の構成ができる。	必要とする機能、入出力点数をカードごとに設けた。
DCM-MA Drive Control Module Modulating Air (空気式操作端用)	入出力信号をプログラムにより総合チェックできるので、高信頼性システムが実現できる。	プロセスへの出力データを処理装置からリードバックできる。
DCM-MP Drive Control Module Modulating Pulse (電気式操作端用)	処理装置異常時、外部から手動バックアップができる。	処理装置異常時、手動バックアップ回路が自動的に選択される。
DCM-B Drive Control Module Binary (シーケンス制御用)	演算内容を選択できるので、1種類のカードを数種の目的に適用できる。	DIP-SW及びROMにより演算内容が選択できる。

注：略語説明 DIP-SW(カード搭載用小形スイッチ)
ROM(Read Only Memory)

図7 ファンクションPI/Oの特長 ファンクションPI/OとしてB-PI/O, DCM-MA, DCM-MP, DCM-Bを用意し機器に応じた機器単位分散システムを可能としている。

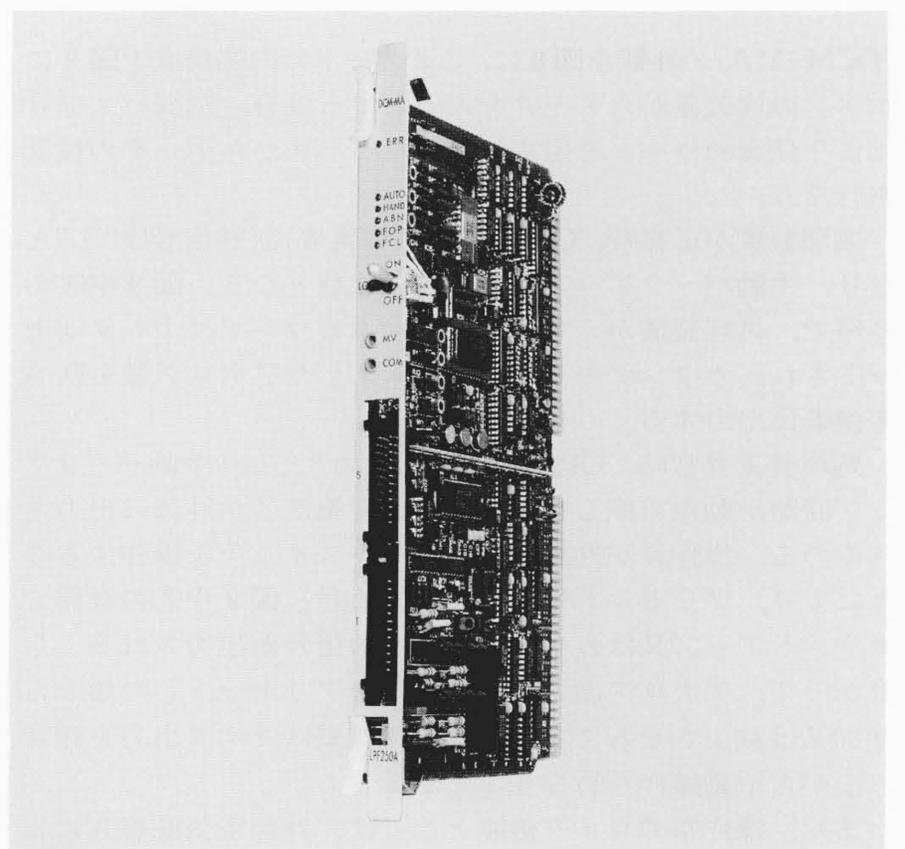


図8 調整制御用カードの外観 ファンクションPI/Oの一例としてDCM-Aの外観を示す。表示及び操作端ロックスイッチをフロントパネルに集約し、メンテナンス性、操作性の向上を図った。

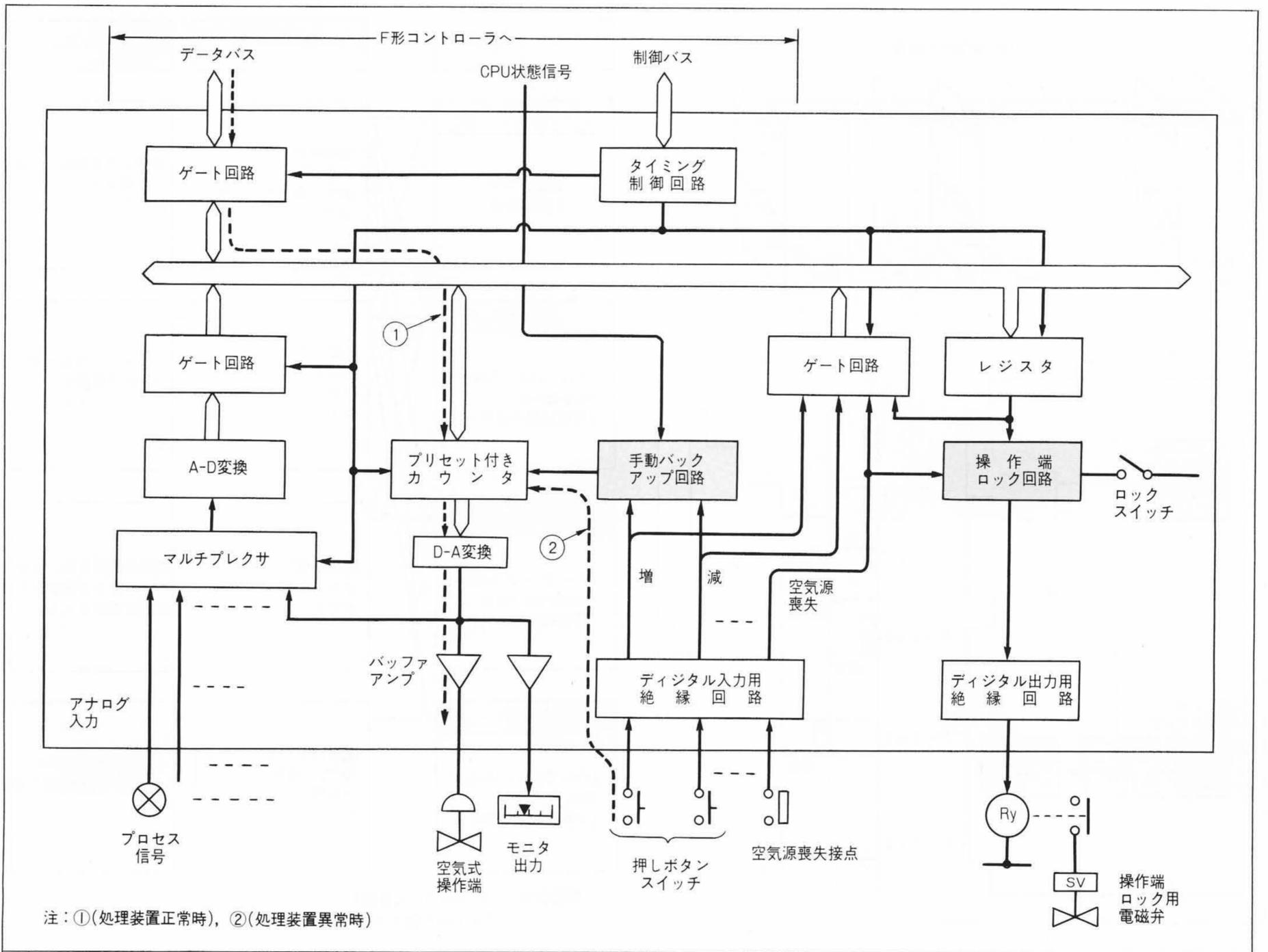


図9 DCM-MA内部構成 処理装置が正常時は、①のルートで処理装置からの指令で動作する。処理装置異常時は、外部信号により手動バックアップ運転が②のルートから可能となる。

(DCM-MA)の外観を図8に、このカードの内部構成を図9に示す。処理装置からデータを入出力する場合、制御バス信号により任意のカードを選択し、データバスからデータの授受を行なう。

処理装置が正常時、CPU(中央処理装置)状態信号は“1”となり、手動バックアップ回路は停止状態となる。図9中①の経路で、処理装置からプリセット付きカウンタにデータがセットされ、カウンタのセット値に対応したアナログ量をD-A変換器は出力する。

処理装置異常時、CPU状態信号は“0”となり手動バックアップ回路が動作可能となる。同時に警報信号が外部に出力されるので、操作員が外部の押しボタンスイッチを操作することにより、プリセット付きカウンタに対し図9中②の経路でカウントアップ又はカウントダウンの信号が出力される。したがって、アナログ出力は処理装置のプリセットした値から増加又は減少させることができ、操作員はモニタ出力を確認しながら手動操作を行なうことができる。

また、操作端のロック機能としては、外部空気源喪失によるロック、ハードウェア診断結果によるロック及び保守のためのカード前パネルスイッチによるロックの機能を具備しており、保護を含め保守性の向上を図っている。

5 結 言

火力発電プラントへのデジタルコントローラ適用が定着した現在、デジタル第II世代システムとして機能階層自律形系統機器単位分散制御システムを構築するに当たり、系統コントローラHISEC 04-M/L、機器グループコントローラHISEC 04-M/Fを開発した。これらのコントローラは、従来の専用コントローラの機能をすべてカバーし調整制御とシーケンス制御の融合を可能とした。また、プログラミング手法も統一を図り、プラントトータルとしてのキーコンポーネントの共通化が可能となった。

コントローラ自体の性能向上はプラントの制御性、信頼性の向上に大きく寄与するものと確信する。

参考文献

- 1) 菅野, 外: 機能階層自律形系統機器単位分散制御システム, 日立評論, 68, 6, 445~450(昭61-6)
- 2) 宮垣, 外: ユーザーオリエンテッドのDDC向けプログラミング言語と保守ツール, 日立評論, 68, 6, 457~462(昭61-6)
- 3) 梶尾, 外: ローカルエリアネットワークとその応用, 日立評論, 66, 5, 349~354(昭59-5)