

大形プロセッサグループHITAC M-680E・M-660Eモデル

Hitachi Computer System HITACHI M-680E/M-660E Processor Group

HITAC M-680E・M-660Eモデルは、Mシリーズの新大形プロセッサファミリーの中核として、新たに開発した汎(はん)用プロセッサである。M-680E・M-660Eモデルは、M-880とともに、従来のアーキテクチャ(M/EX：Mシリーズ拡張アーキテクチャ)を拡張したM/ASA(M Series Advanced System Architecture)をサポートすることにより、M/ASAを基盤とする最新OS VOS3/AS(Virtual-storage Operating System 3/Advanced System Product)およびVMS/AS(Virtual Machine System/Advanced System Product)が動作可能である。さらに、高速のページング装置、ファイルとして使用できる拡張記憶装置、および複数システムの分割運用を可能とするプロセッサ分割管理機構をサポートした。

大島喜男* *Yoshio Ôshima*
 今井 要* *Kaname Imai*
 山本通敬* *Michitaka Yamamoto*
 竹内秀紀* *Hideki Takeuchi*

1 緒 言

近年、ネットワークシステムの発達とワークステーションの普及により、ホストコンピュータ、部門コンピュータ、ワークステーションなどを有機的に結合した広域複合システム形態への変化が進んでいる。こうした中で、大形ホストコンピュータの役割として、業務システム演算処理の専用化、大規模データベースの高速アクセス、全システム構成要素の容易な運用管理などが重要になってきている。

一方、コンピュータシステムが社会の中核システムとしての重要な地位を占めるにつれて、システム障害の及ぼす影響がますます大きくなっており、システムの高信頼性が必要になってきている。HITAC M-680E・M-660Eモデル(以下、M-680E・M-660Eと略す。)は、これらの要求にこたえるため、従来のM-68X・M-66Xのハードウェア技術を用いて開発した汎(はん)用プロセッサである。M-680E・M-660Eモデルは、最新のアーキテクチャM/ASA(M Series Advanced System Architecture)をサポートし、新たに開発したソフトウェア、周辺装置とともに、多様化するシステム機能、柔軟な運用形態への要求にこたえたプロセッサである。

M-680/420Eの外観を図1に、M-660/280Eモデルの外観を図2にそれぞれ示す。

2 開発のねらい

(1) 新大形プロセッサファミリー

新大形プロセッサファミリーは、新アーキテクチャM/ASAを標準装備した三つのプロセッサグループで構成している。新大



図1 M-680/420Eモデルの外観 命令プロセッサ4台で構成したM-680Eモデルの最上位機である。

形プロセッサファミリーは、最新のテクノロジーによる最上位機M-880、従来のM-68Xと共通のテクノロジーによるM-680Eモデル、およびM-660Eモデルの三つのプロセッサグループ、合わせて16モデルで構成し、幅広い性能レンジをカバーしている。

各プロセッサグループは、業務の拡大に応じて設置場所でのモデル変更が可能であり、段階的により高速、より高機能のモデルへ移行することができる。このように、M-680E・M-660Eモデルは、新大形プロセッサファミリーの中核を成し、システムに必要な処理能力に合わせて選択を可能とする新大

* 日立製作所 神奈川工場

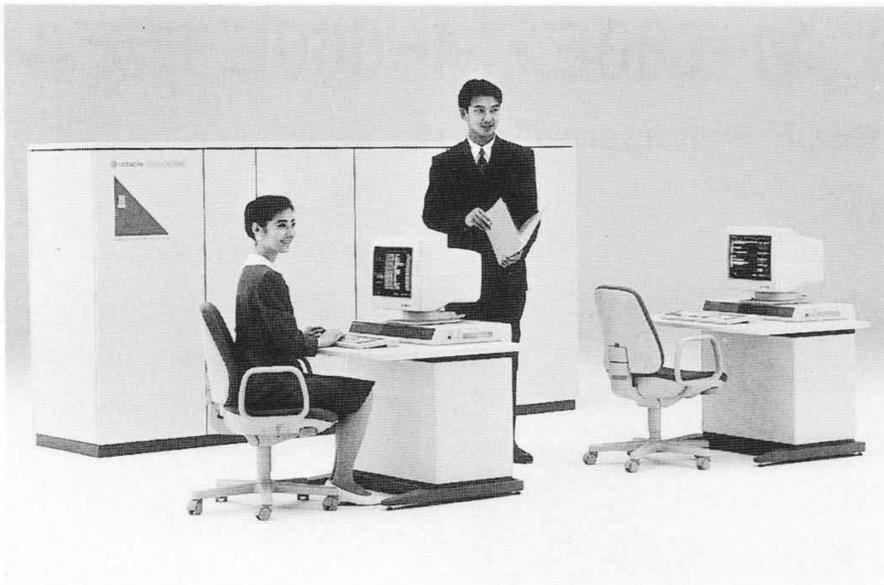


図2 M-660/280Eモデルの外観 命令プロセッサ2台で構成したM-660Eモデルの最上位機である。

形プロセッサファミリーである(図3は新大形プロセッサファミリーのラインアップと位置づけを表している)。

(2) 高速処理方式

高速処理方式としては、従来のM-68X・M-66Xと同様、三階層記憶構成、パイプライン制御、高速演算処理、光サブシステムを採用している。さらに、M-680E・M-660Eモデルでは、拡張記憶装置を標準装備した。

(3) 柔軟な運用形態

M-680E・M-660Eモデルは、1台のプロセッサシステムで

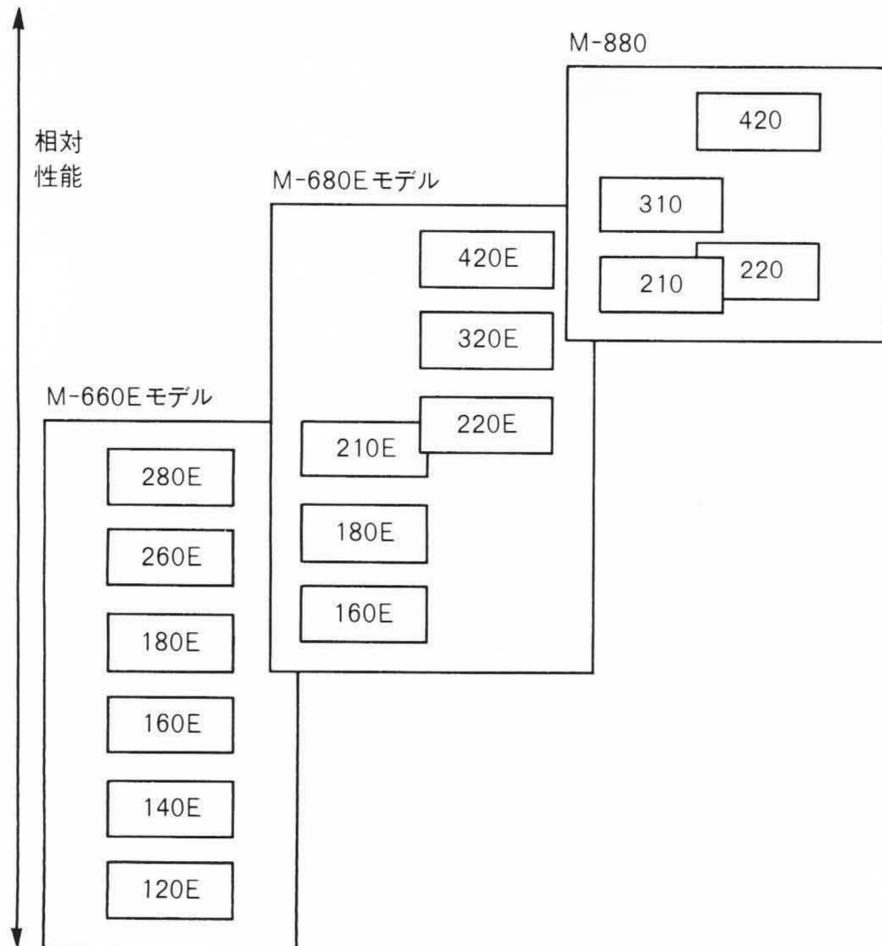


図3 新大形プロセッサラインアップと位置づけ M-680・M-660Eモデルは、M-880を含めた新大形プロセッサファミリーの一員として位置づけられる。

複数のOSを稼働させることのできるPRMF(Processor Resource Management Feature: プロセッサ資源分割管理機構)を付加機構としてサポートした。PRMFを装備すれば業務別、目的別に複数のOSを並行稼働するなど、新しいシステム運用形態を実現できる。

M-680/220E, 320E, 420Eの三つのモデルは、2系統の記憶制御装置を持つ。それぞれのモデルは、記憶制御装置ごとに分割し、二つのプロセッサシステムとして運転することも可能である(セパレートシステムモード運転)。このセパレートシステムモード運転を使用することにより、適用業務、運用計画に合わせた柔軟な運用形態を実現できる。

(4) 高信頼性

従来のM-68X・M-66Xと共通の高信頼性ハードウェアテクノロジーを採用し、さらにLSI製造技術、品質管理、部品からシステムに至る試験技術の向上によってハードウェアとして高い信頼性を実現した。また、エラー検出と訂正、命令再実行、自動診断機能などのRAS(Reliability, Availability, Serviceability)機能を強化するとともに、障害予防のための保守情報の自動採取、障害発生時の保守拠点への自動通報をサポートし、システム全体としての信頼性も高めた。

(5) ソフトウェアサポート

新大形プロセッサファミリーをサポートするために、新しい大形OS VOS3/AS(Virtual-storage Operating System 3/Advanced System Product)を用意した。VOS3/ASは、従来の大形OS VOS3/ES1(OS VOS3/Extended Storage)のシステム機能を包含しながら最新のアーキテクチャ(M/ASA)を取り入れ広大な16 T(兆)バイトのデータ空間をサポートしている。また、VMS/AS(Virtual Machine System/Advanced System Product)は仮想計算機システムを実現し、複数のVOS3/ASシステムでデータ空間を利用することができる。

3 システムの特長

3.1 ラインアップ

(1) 概略仕様

M-680E・M-660Eモデルは、従来のM-68X・M-66Xに対して新アーキテクチャM/ASA、拡張記憶装置、プロセッサ資源分割管理機構などをサポートすると同時に、モデル追加を中心としたラインアップの強化を図った。

各プロセッサグループでは、業務の拡大に応じて上位モデルへの設置場所でのアップグレードはもちろん、主記憶または拡張記憶の増設、チャンネルの増設が容易に行える拡張性の高いプロセッサ構成とした。

M-680E・M-660Eモデルの概略仕様一覧を表1に示す。

(2) M-680Eモデル

M-680Eモデルは、ユニプロセッサ2モデル、マルチプロセッサ4モデルの合計6モデルとし、約4.5倍の性能レンジを持

表1 M-680E・M-660Eモデルの概略仕様 M-680E・M-660Eモデルの主要諸元をモデル別に示す。

項 目		モ デ ル		M-680Eモデル						M-660Eモデル					
				160E	180E	210E	220E	320E	420E	120E	140E	160E	180E	260E	280E
命 令 プ ロ セ ッ サ 台 数				1	1	2	2	3	4	1	1	1	1	2	2
記 憶 制 御 装 置 台 数				1				2				1			
命令プロセッサ (1命令プロセッサ当たり)	レジスタ	汎(はん)用レジスタ		16						16					
		アクセスレジスタ		16						16					
		浮動小数点レジスタ		16						16					
		制御レジスタ		16						16					
	バッファ記憶容量		128 k バイト	256 kバイト						32 kバイト	64 kバイト				
	アドレス変換バッファ(TLB)		1,024エントリ						1,024エントリ						
	AR変換バッファ(ALB)		あり						あり						
	記憶保護		4 kバイト単位の保護キー						4 kバイト単位の保護キー						
	高速演算機構		あり						あり						
	高速10進演算機構		あり						あり						
VM/ASA機構		あり						あり							
内蔵データベースプロセッサ		あり(付加機構)						なし							
ワーク記憶	記憶容量		0.5 M バイト	1 Mバイト	1 Mバイト×2				なし	256 k バイト	512 kバイト				
	記憶素子		64 kビット BiCMOS						64 kビット BiCMOS						
	エラーチェック		1ビットエラー訂正/2ビットエラー検出						1ビットエラー訂正/2ビットエラー検出						
MS/ES	記憶容量		32~ 1,024 Mバイト	64~ 1,024 M バイト	128~1,024 Mバイト				32~512 Mバイト		64~512 Mバイト				
	増設単位		32/64 Mバイト		64 Mバイト				32/64/128 Mバイト		64/128 Mバイト				
	記憶素子		4 MビットDRAM						1 MビットDRAM						
	エラーチェック		1ビットエラー訂正/2ビットエラー検出						1ビットエラー訂正/2ビットエラー検出						
I/Oプロセッサ	チャンネル数		16~64	32~64	48~128	64~128		8~32		16~32					
	チャンネル種類		BLMPX/BYMPX						BLMPX/BYMPX						
	6 Mバイト/sチャンネル数		最大32		最大64				最大11	最大15					
	光チャンネル数		最大64		最大128				最大8						
	トータルスループット		最大288 Mバイト/s		最大576 Mバイト/s				最大70 Mバ イト/s	最大96 Mバイト/s					
プロセッサ資源分割管理機構(分割数)		最大7		最大14				最大7							

注：略語説明 TLB(Translation-Lookaside Buffer), ALB(Access-register translation Lookaside Buffer), VM/ASA(Virtual Machine/Advanced System Architecture), MS(Main Storage), ES(Extended Storage)

たせた。柔軟な運転形態を可能とするため、従来のM-68Xに対してセパレートシステムモード運転可能な2ウェイプロセッサモデルM-680/220Eを新たに追加した。M-680/220Eのプロセッサ構成を図4に示す。

(3) M-660Eモデル

M-660Eモデルは、ユニプロセッサ4モデル、マルチプロセッサ2モデルの合計6モデルとした。従来のM-66Xに対してユニプロセッサの最上位機M-660/180E、マルチプロセッサの最上位機M-660/280Eを追加し、性能レンジを約4.5倍に拡大した。また全モデルの主記憶容量を従来の2倍の512 Mバイトに拡張した。「M-660/280E」のプロセッサ構成を図5に示す。

3.2 基本機能

(1) ASA

M/ASAは図6に示すように、M/EX(Mシリーズ拡張アーキテクチャ)のアドレスを2 Gバイトまで拡張できる拡張アドレッシング機能(M/EA：M series Extended Addressing), 入出力操作の効率化が図れる拡張チャンネルシステム機能(ECS：Extended Channel System)を含み、新たにデータ専用の空間を最大16 Tバイトまで拡張する拡張アドレス空間

(EAS：Extended Address Space)機能を追加した新アーキテクチャである。

拡張アドレス空間機能は、入出力操作をすることなく、膨大なデータを命令語で直接参照することで、データ処理の効率化と高速化を同時に実現できる。この実現手段として、ベースレジスタとして使用される汎用レジスタ(GR：General Register)に対応してアクセスレジスタ(AR：Access Register)と呼ばれる16個のレジスタを設けた。各アクセスレジスタは、命令語のベースレジスタ番号部で指定され、制御テーブルを使ったアクセスレジスタ変換によって任意のデータ専用の仮想空間を指定できる。

(a) データ空間

プログラムが格納されているアドレス空間から命令語で直接アクセスできるデータ専用の仮想空間である。この空間に大容量のデータを展開することで、データの高速処理を可能とした。このデータ空間により、大容量メモリを利用した新しい適用分野が大きく開けるとともに、データとプログラムを分離して別々の空間で処理するためデータの安全性がさらに向上する。

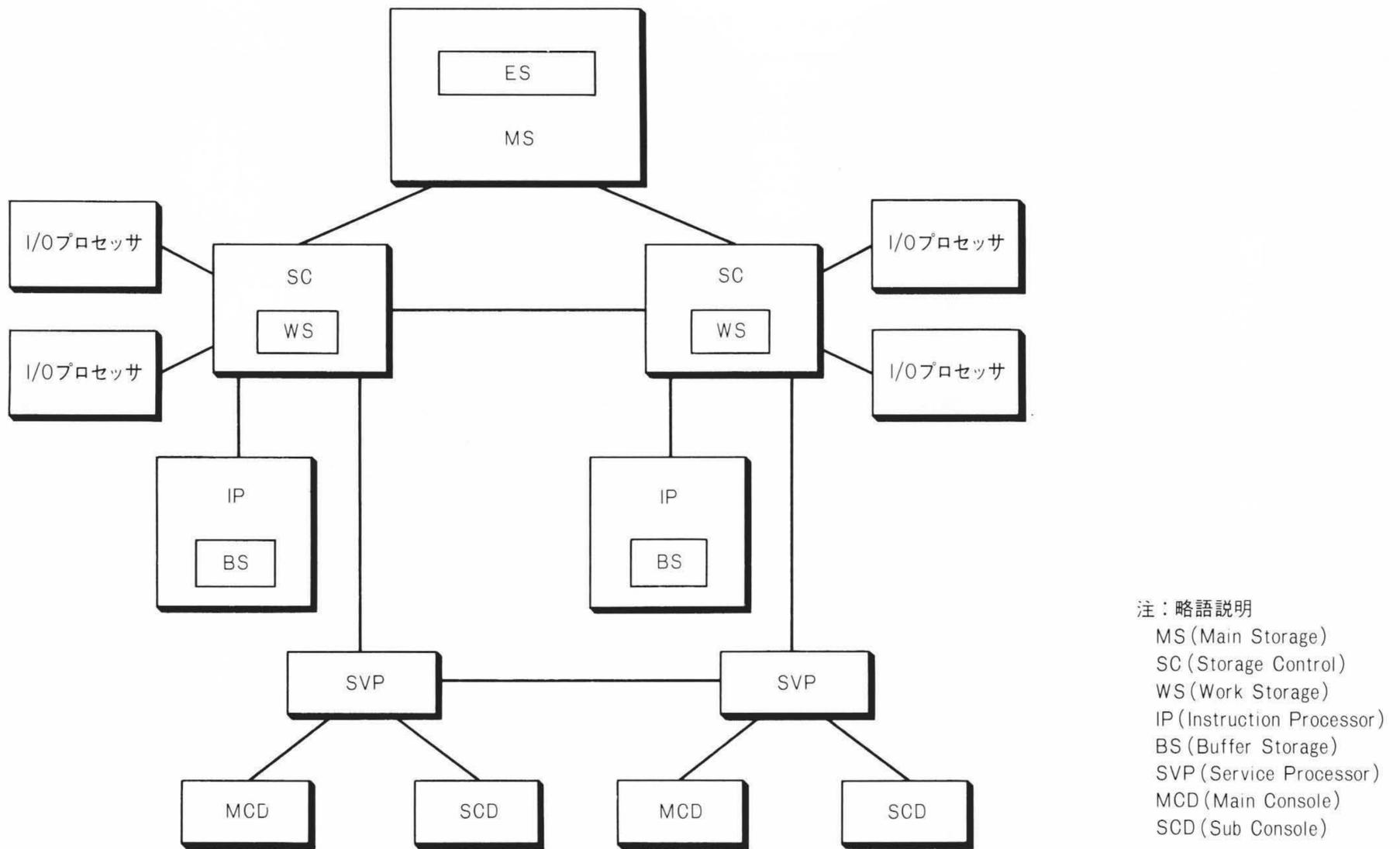


図4 M-680/220Eプロセッサ構成 セパレートシステムモード運転可能とするため、二つのSC(記憶制御装置)を持つ。

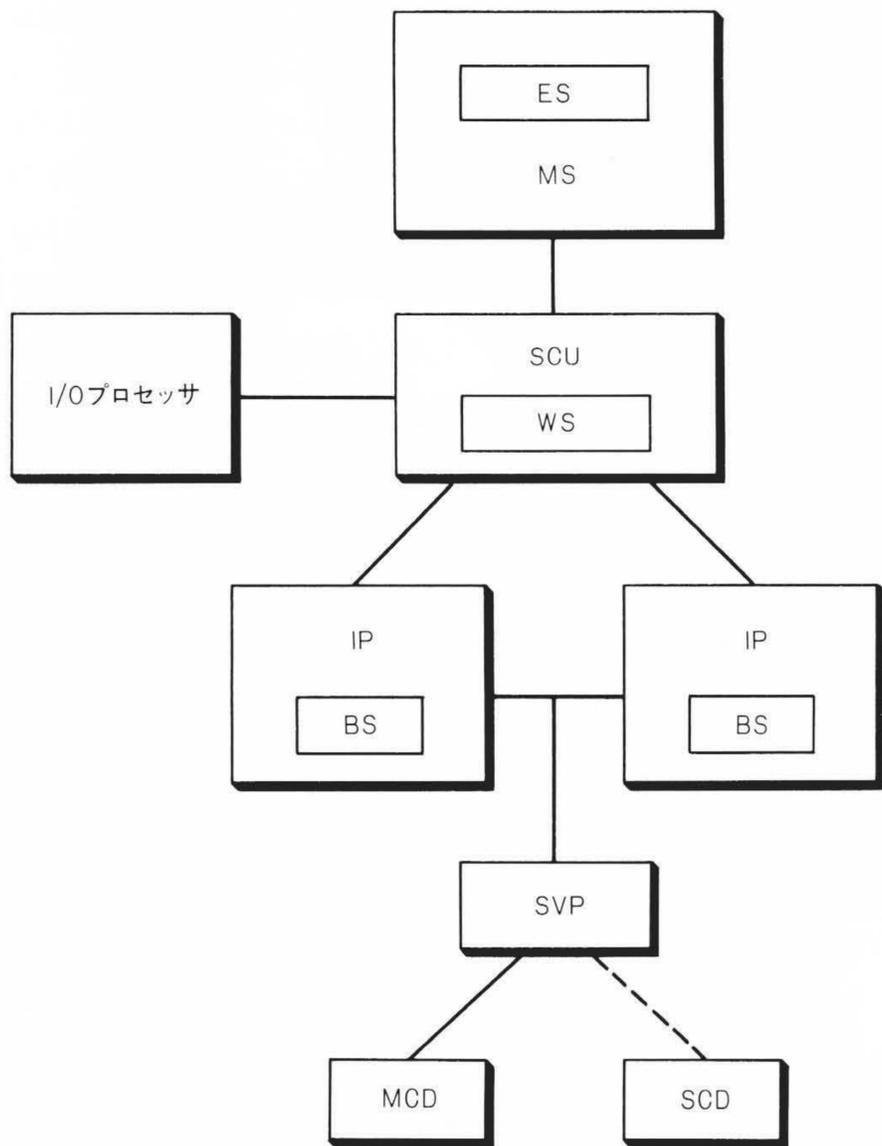


図5 M-660/280Eプロセッサ構成 2台の命令プロセッサでダイアデック構成としたM-660Eモデルの最上位機である。

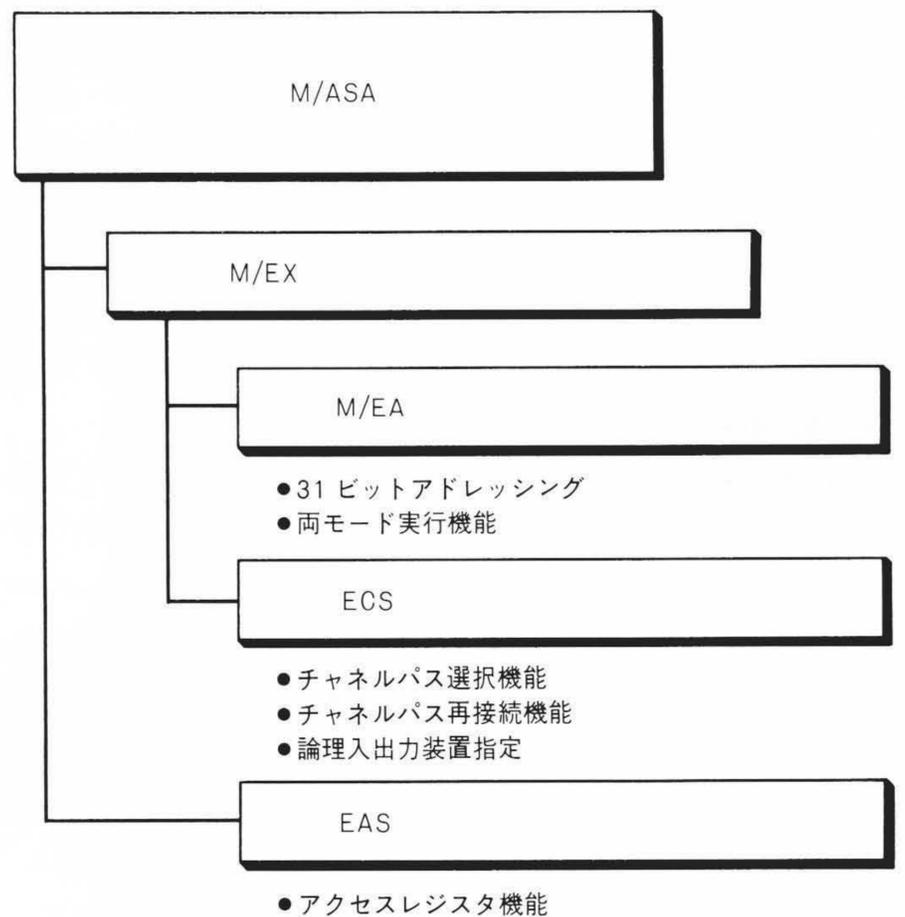


図6 M/ASA M/ASAでは、新しくEAS機能を新しく追加した。

(b) スーパー空間

データを高速処理するためのデータ専用の仮想領域で、アドレス空間またはデータ空間上の専用バッファを経由して、データの参照を行う。通常、スーパー空間は後述するES(Extended Storage: 拡張記憶装置)に置かれ高速化を図る。

各空間の関係を図7に示す。

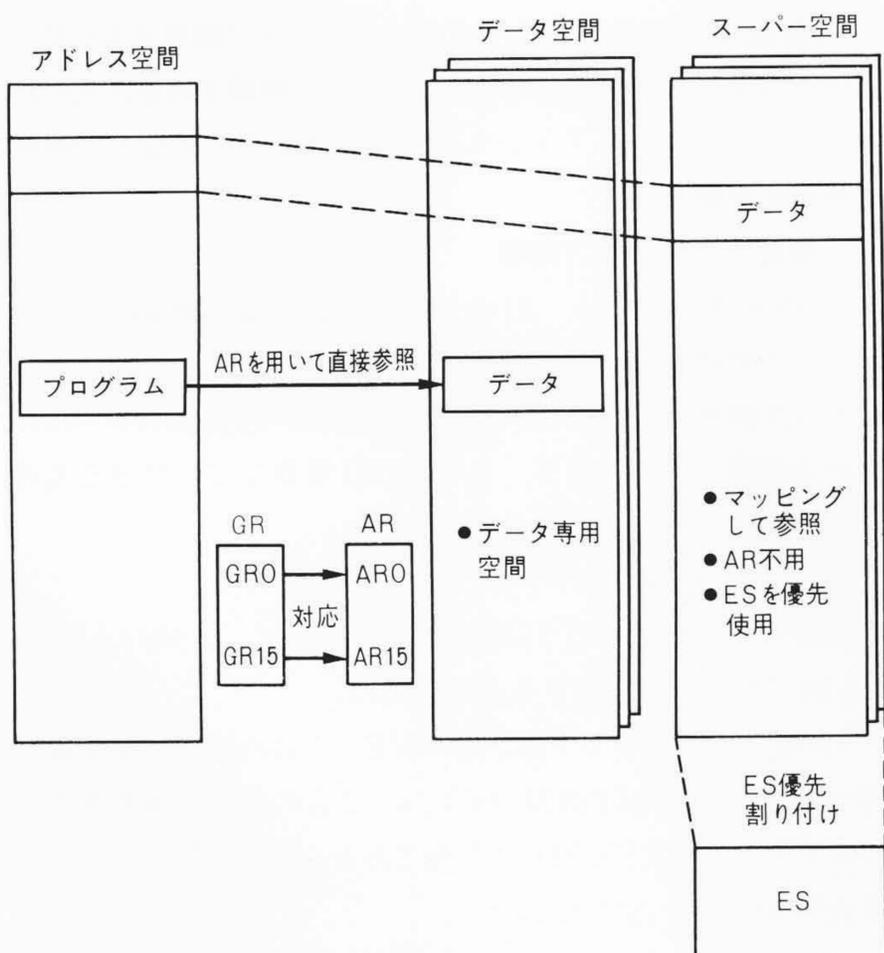
(2) ES

M-680E・M-660EモデルのESは、MS(Main Storage: 主記憶装置)と同じハードウェアで構成しており拡張記憶制御機構により主記憶の一部をESとして使用する。ESとMS間のデータ転送は命令プロセッサの命令に同期して高速に処理する。

ESは、仮想空間のページングやスワッピング用補助記憶装置あるいはファイル装置として利用することで、処理能力の向上が図れる。

(a) 補助記憶としての利用

新アーキテクチャM/ASAでは、従来のアドレス空間に加えて巨大なデータ専用空間を扱う。データ専用空間はアドレス空間と同様にMS、およびページング用の補助記憶に置かれる。ESをページングおよびスワッピング用補助記憶として利用することにより、従来に比べて外部記憶へのページングやスワッピング入出力時間を短縮できる。



注: 略語説明 GR (General Register), AR (Access Register)
ES (Extended Storage)

図7 各空間の関係 データ空間はARを用いて、命令で直接アクセスできる。

(b) ファイル装置としての利用

ES上にファイルを割り当てて使用する機能であり、システムを再立上げするまで、割り当てたファイルを保存する。ジョブ制御文またはTSSコマンドで、拡張記憶装置を使用する指定をするだけで、従来からのファイル操作を変えることなく、プログラムの変更なしに使用可能である。

ESの構成を図8に示す。

(3) PRMF (Processor Resource Management Feature: プロセッサ資源分割管理機構)

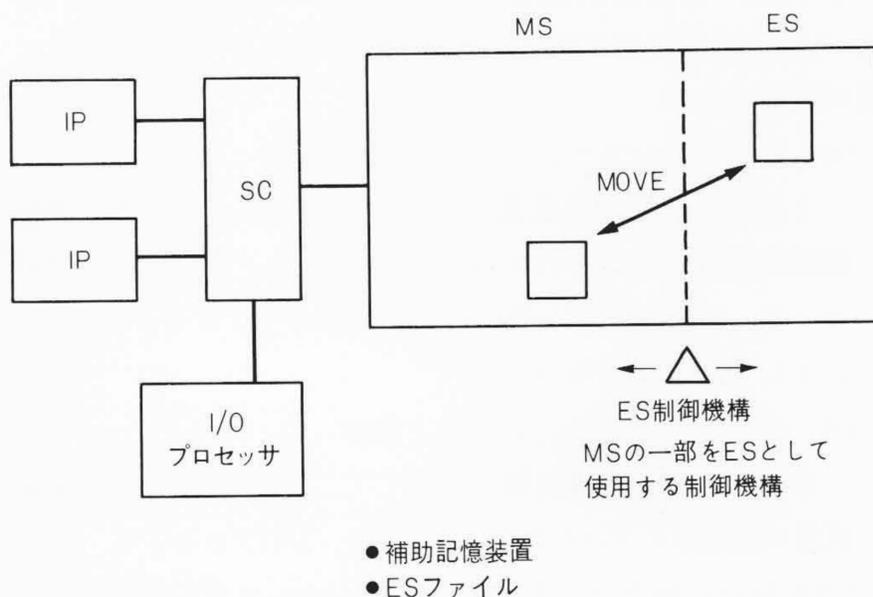
PRMFにより、プロセッサを構成するハードウェア資源(命令プロセッサ, MS, ES, I/Oチャンネルパスなど)を分割使用することが可能である。

仮想計算機システムとの主な違いは、仮想計算機システムが1台の実計算機システムのもとで、あたかも複数の計算機が存在するかのように制御されるのに対して、PRMFは、1台のプロセッサシステムを構成するハードウェア資源を分割割り当てすることにより、複数の分割プロセッサ環境を提供することである。つまり、PRMFでは、プロセッサ資源(MS, ES, I/Oチャンネルパスなど)を各分割プロセッサに分割割り当てし専有させることでオーバーヘッドを減らし処理能力を向上させている。また複数のOSの稼動環境はプロセッサの一機能として提供され、操作で仮想計算機システムのような新たな知識を必要としない。

仮想計算機システムとPRMFの違いを図9に示す。

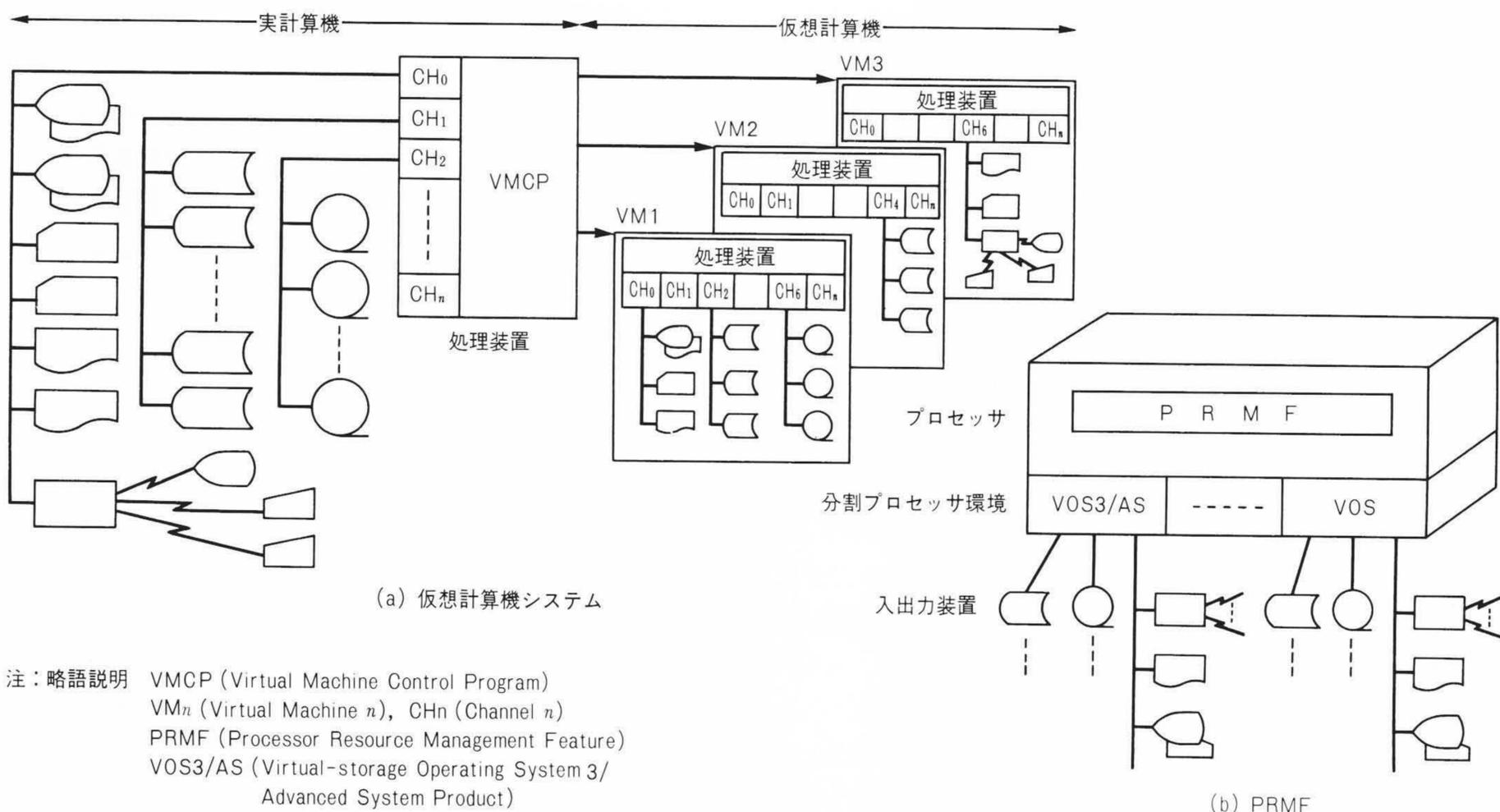
M-680E・M-660Eモデルは、付加機構としてPRMFを持っており、シングルシステムモード運転時最大7台、M-680Eモデルではセパレートシステムモード運転時最大14台の分割プロセッサで運転可能である。

それぞれの分割プロセッサ環境でOSを動作させることがで



注: 略語説明 SC (Storage Control), ES (Extended Storage)
MS (Main Storage)

図8 ESの構成 ESを補助記憶装置あるいはファイル装置として利用することで、処理能力の向上を図る。



注：略語説明 VMCP (Virtual Machine Control Program)
 VM_n (Virtual Machine *n*), CH_n (Channel *n*)
 PRMF (Processor Resource Management Feature)
 VOS3/AS (Virtual-storage Operating System 3/
 Advanced System Product)

図9 仮想計算機システムとPRMF 仮想計算機システムでは、実計算機とは別に全資源を仮想計算機として定義し使用する。PRMFでは、実プロセッサ資源を各分割プロセッサに分割割り当てして使用する。

き、次のような柔軟なシステム運用形態や新しいシステム稼働形態を実現することができる。

- (a) 現行業務システムと新規業務開発システムとの並行運転
- (b) システム移行を目的とした旧システムと新システムの並行運転
- (c) 業務別、目的別に複数のOSを選択し、これを並行稼働
- (d) 複数システムを1台のプロセッサに統合した業務処理の集約化

(4) プロセッサの物理分割

2系統の記憶制御装置を持つM-680/220E, M-680/320E, M-680/420Eモデルは、次の2種の運転モードを選択して運転可能である。

(a) シングルシステムモード運転

2系統の記憶制御装置を互いに結合して、それぞれの記憶制御装置に接続されている命令プロセッサ、入出力プロセッサ、MS, ESを1系統の密結合マルチプロセッサシステムとして運転するモード

(b) セパレートシステムモード運転

2系統の記憶制御装置を分割して、それぞれの記憶制御装置の接続されている命令プロセッサ、I/Oプロセッサ、MS, ESを互いに独立な2系統のプロセッサシステムとして分割運転するモード

1系統の記憶制御装置を持つM-680/160E, M-680/180E, M-680/210EモデルおよびM-660Eの全モデルは、シン

グルシステムモード運転だけ可能である。

プロセッサの物理分割構成を図10に示す。

(5) VM/ASA (Virtual Machine/ASA)

VM/ASAは、新アーキテクチャM/ASAで動作するVMのオーバヘッドを低減するためのVM高速化機構である。主に特権命令の直接実行、アドレス変換用ハードウェアなどで処理の高速化を図る。

(6) 高速データベース処理

M-680Eモデルでは、RDB (Relational Data Base) 処理をベクトル処理によって高速化する内蔵データベースプロセッサを付加機構として持つ。内蔵データベースプロセッサは、ソート演算、集合積演算、集合和(差)演算などの処理を高速に処理する。

(7) 高速データ転送

高速データ転送を行うI/O装置に対応して、6 Mバイト/s, 4.5 Mバイト/sの高速チャンネルを持つ。

トータルスループットは、M-680Eの1台の記憶制御装置を持つモデルでは最大288 Mバイト/s, 2台の記憶制御装置を持つモデルでは最大576 Mバイト/sである。M-660Eモデルでは、最大96 Mバイト/sである。

また、光チャンネルを接続すれば最長2 kmまでI/O装置を離して設置することも可能とした。

3.3 システム運転支援装置

新システム運転支援装置は、M-680E・M-660Eモデルなど

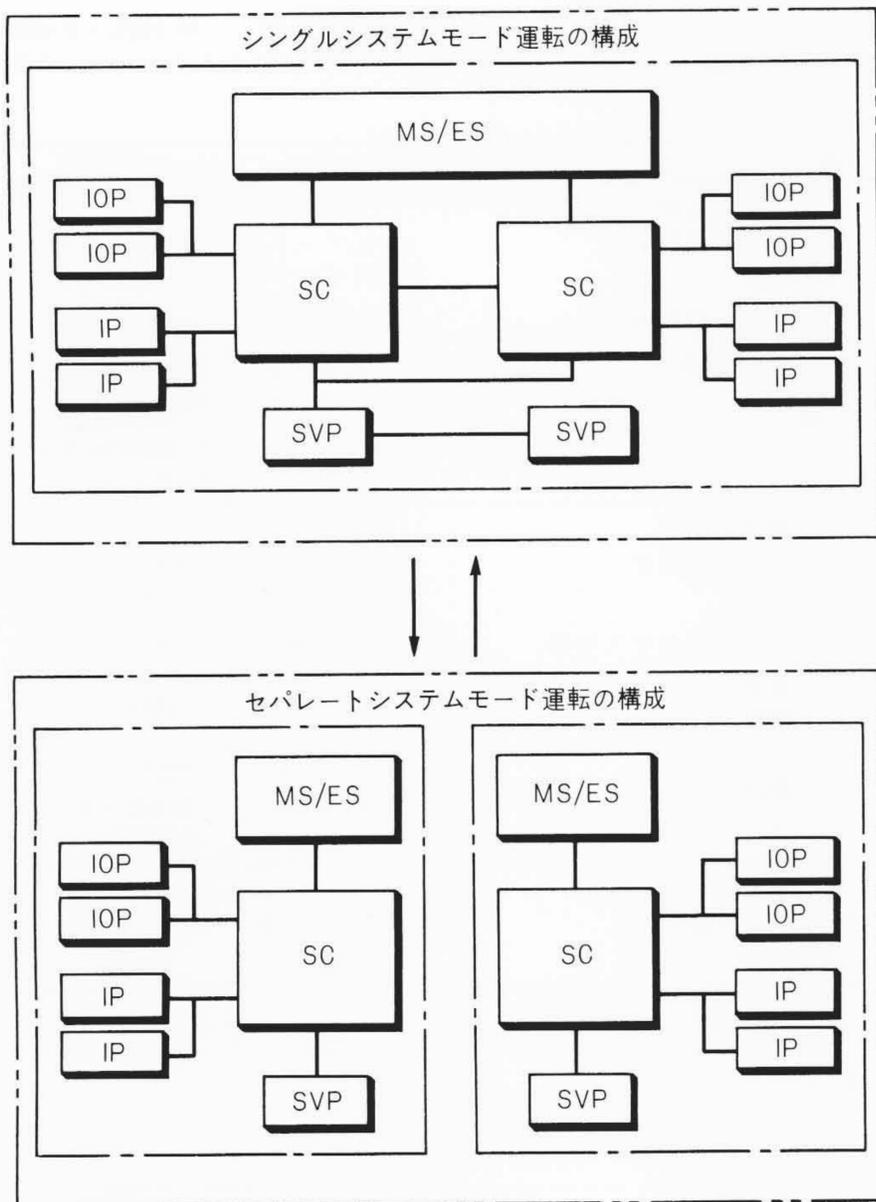


図10 プロセッサの物理分割(M-680/420Eの例) M-680/420Eの例を示しSC(記憶制御装置)単位に物理分割可能である。

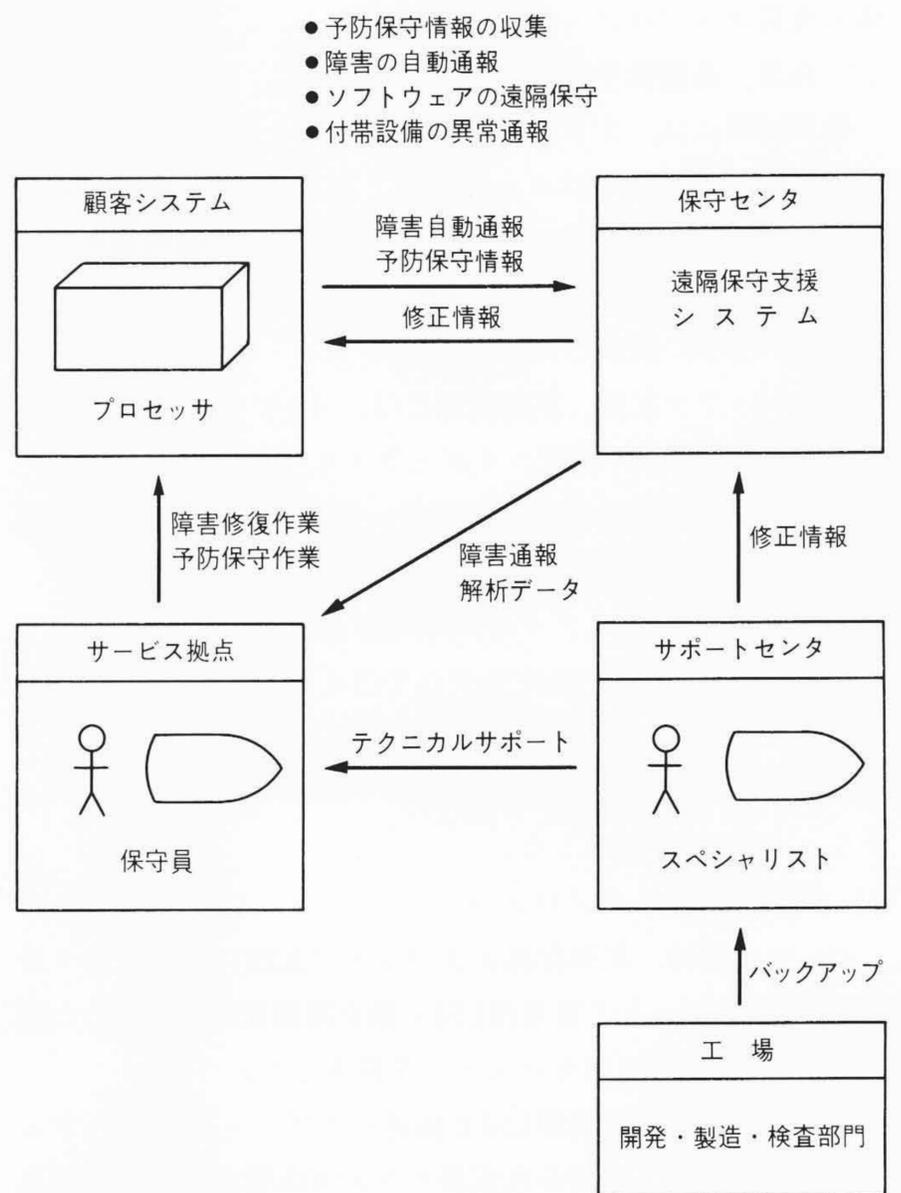


図11 遠隔保守サービス 電話回線で保守センタに接続し、迅速かつ的確な保守サービスを提供する。

の複数台のプロセッサで構成された複合システムに対する自動運転、統合運転、ホットスタンバイ運転などを実現するために開発した。

新システム運転支援装置の特長は、

- (a) セキュリティ機能の強化、日本語ガイダンスの採用などの操作性向上
 - (b) システム規模の大形化に対応するため、制御台数の拡大(CPUは最大16台)と接続距離延長などの制御範囲の拡大
 - (c) 頻繁なシステム構成変更に対する構成情報変更ツール強化などの柔軟性の向上
- などである。

3.4 信頼性向上

M-680E・M-660Eモデルは、遠隔保守サービス機能の強化、高信頼のハードウェアテクノロジーの採用などで信頼性向上を図っている。

特に遠隔保守サービスについては、電話回線で保守センタと結び、迅速かつ的確な保守サービスを可能とした。

主な遠隔保守内容を図11に示す。

(a) 予防保守情報の収集

システムが動作中に採取、診断することによって稼働状

況をきめ細かく把握し、安定した稼働を提供する。

(b) 障害の自動通報

万一、システムに障害が発生した場合は、自動的に状況をいち早く収集分析し、迅速かつ的確に修復作業を行う。

(c) ソフトウェアの遠隔保守

システム上で動作するソフトウェアに関して、遠隔地のスペシャリストによる診断が可能である。

(d) コンピュータ付帯設備の異常通報

電源設備、空調設備などコンピュータ付帯設備に異常が発生した場合、その状況を自動的に通報することにより、迅速な対応が可能である。

(e) 機密保護対策

システムの情報を完全に保護するためにコールバック、パスワードチェック、ファイルアクセス制限など、ハードウェア、ソフトウェアでの保護機能を持ち、さらに運用面でも操作者の限定、モニタリングなど万全の対策を施している。

3.5 半導体・実装技術

M-680E・M-660Eモデルでは、従来のM-68X・M-66Xの半導体・実装技術をベースとし、さらに信頼性を高めた半導

体・実装テクノロジーを採用した。

(1) 高速・高集積半導体テクノロジー

論理回路には、チップ当たり2,000ゲート遅延時間200 ps, 5,000ゲート遅延時間250 psの高速・高集積LSIを全面的に使用している。I/Oプロセッサのチャンネル部分の論理回路には4万ゲートの超高集積CMOS LSIを採用し、最大128チャンネルをコンパクトに実装した。

高速バッファ記憶、制御記憶には、4 kビット/チップ、アクセス時間4.5 nsの高速バイポーラメモリ素子を採用した。

大容量ワーク記憶には、バイポーラ素子の高速性とCMOSの高集積・低消費電力性を合わせ持つBiCMOSメモリ素子、64 kビット/チップ、アクセス時間12 nsを採用した。

MS, ESには、M-680Eモデルでは4 Mビット/チップのダイナミックRAMを採用し、最大1 Gバイトの主記憶容量をコンパクトに実装した。M-660Eでは1 Mビット/チップのダイナミックRAMを採用した。

(2) 高密度実装テクノロジー

バッファ記憶、制御記憶およびワーク記憶には、メモリ素子8個と700ゲートの超高速LSI 1個を高密度に集積化した高速ハイブリッドRAMモジュールを採用した。

パッケージには、論理LSIと高速ハイブリッドRAMモジュールを合わせて、72個混在実装できる導体層20層の大形高集積パッケージを採用した。

プラッタには、導体層20層の超高密度プリント基盤を採用した。このプラッタにパッケージを三次元的に実装することにより、信号遅れ時間を飛躍的に短縮でき高速処理を可能とした。

M-680E・M-660Eモデルで使用したハードウェア技術一覧表を表2に示す。

表2 M-680E・M-660Eのハードウェア技術一覧 M-680E・M-660Eでは、大容量ワーク記憶にBiCMOSを、MS, ESには4 MビットDRAMを採用した。

項番	ハードウェア技術	M-680E	M-660E
1	高速バイポーラLSI (1) 集積度	2,000ゲート/ 5,000ゲート	2,000ゲート/ 5,000ゲート
	(2) 回路遅れ	0.2/0.25 ns	0.2/0.25 ns
2	高集積高速CMOS LSI集積度	24,000ゲート/ 40,000ゲート	24,000ゲート/ 40,000ゲート
3	ロジックインメモリ集積度	1,200ゲート+ 7 kビット	1,200ゲート+ 7 kビット
4	高速RAM (1) 集積度	4 kビット/ 64 kビット	4 kビット/ 64 kビット
	(2) アクセス時間	4.5/12 ns	6/25 ns
5	高速・大容量MOS RAM集積度	4 Mビット	1 Mビット
6	高速ハイブリッドRAMモジュール集積度	700ゲート+ 32 kビット/ 512 kビット	700ゲート+ 32 kビット/ 512 kビット
7	高密度パッケージ (1) 集積度	100,000ゲート	100,000ゲート
	(2) プリント板	20層	20層
8	配線技術 (1) コネクタ(ピン・パッケージ)	1,776	1,776
	(2) 高速ケーブル遅延時間	4.0 ns/m	4.0 ns/m
9	冷却	強制空冷	強制空冷

つ幅広い運用に対応可能な高性能マシンとして開発できた。

新プロセッサ開発で得られた新アーキテクチャM/ASAに関する技術をはじめ、開発にあたって得た貴重な技術は、今後の製品に生かしてより良いシステムの開発に努力する考えである。

4 結 言

以上、大形プロセッサグループM-680E・M-660Eモデルについて開発のねらいと特長について述べた。

M-680E・M-660Eモデルは、ラインアップの強化、先進のシステムアーキテクチャM/ASAのサポート、柔軟な運転形態サポートなどにより、大容量データの高速処理を実現し、か

参考文献

- 1) 若井, 外: HITAC M-680H/M-682H処理装置, 日立評論, 67, 987~992(昭60-12)
- 2) 住本, 外: HITAC M-66Xプロセッサの開発, 日立評論, 69, 1177~1182(昭62-12)