

# 大形コンピュータシステムの技術動向

## State of the Art of Large-Scale Computer Systems

1990年代の大形コンピュータシステムは「広域・複合システム」形態で、データベースサービスなどの「サーバ」、全体システム管理などの「マネージャ」といった処理が、アプリケーションの高速実行とともに主要な役割となる。

これらの役割を果たすため、大形コンピュータにはより高いシステム性能が必要であり、特に「データへの高速アクセス能力」が重要である。

1990年に発表した新製品では、多重プロセッサや複数プロセッサを連携したホストと高速・大容量外部記憶装置を一体として、ソフトウェアの支援のもと、単なる装置レベルの性能だけに頼らず、システムのなくふうを凝らした機能を開発し、データアクセスの高速化を図っている。

池田俊明\* *Toshiakira Ikeda*

宇井 洋\* *Hiroshi Ui*

### 1 緒 言

日立製作所が汎(はん)用コンピュータ、HITAC MシリーズをHITAC 8000シリーズの後を受けて市場に出荷してから約15年を経過した。

この間、大形プロセッサのラインアップは、超大形プロセッサを例にとればM-180, M-200H/M-280H, M-68X, M-880と変遷してきた。

アドレッシングアーキテクチャとしては当初の「24ビットによる16 Mバイトアドレス空間」から「31ビットによる2 Gバイト空間」、そして「16 Tバイトのデータ専用空間の実現」へと推移してきた。

これにほぼ同期する形でオペレーティングシステムも強化、拡張してきた。

また、周辺装置については、例えば磁気ディスク装置の場合、当初HDA(Head Disk Assembly)当たり200 Mバイトの容量であったものが、現在では2.9 Gバイトになっていることに代表されるように、容量や速度面で大きく進化したほか、かつての製品範疇(ちゅう)になかった「キャッシュ付きディスク制御装置」やカートリッジ磁気テープを使用した「磁気テープライブラリ装置」など多様化が進んでいる(製品の変遷について図1に示す)。

一方、最近のワークステーションの進化、普及やネットワーク技術の進展は大形コンピュータシステムの情報システム中での位置、役割を変えつつある。

本論文では、大形コンピュータシステムの中央構成製品を中心に、これまでの進展を踏まえながら、これからの大形コ

ンピュータシステムに求められている役割、要件とそれに対しどのように製品群が互いに分担、調和しながら対応しているのかについて展望する。

### 2 1990年代での大形コンピュータシステムの役割

近年のワークステーションの普及やネットワーク技術の進展により、大形コンピュータシステムの、情報システムでの位置、役割は大きく変化してきている。

従来のハイトラフィックオンライン処理や大規模データベース検索業務は別として、組織の各部門内、地域内処理については部門コンピュータ、ワークステーションでのコンピュータ化が拡大している。

さらに、ワークステーションの性能価格比の向上を背景とした普及は、データ処理化されるデータ種を加速的に増加させており、各種の経営判断データや迅速な情報サービスのためのデータ蓄積量を増大させている。

この結果、組織内共用データの増加、部門間での情報の照会、転送が増加している。

これら大量の共有データの蓄積、管理、サービスは一元性をもって処理するとともに、高度のセキュリティ、バックアップ能力を備えねばならず、より高性能の大形コンピュータシステムが重要となっている。

また、これら共有データの流入や流出は、ネットワークを介して行われるが、ネットワーク網全体の制御、管理もコントロールセンタとしての大形コンピュータの役割として重要

\* 日立製作所 コンピュータ事業部

| 分類                   | 1974年 | 1975年 | 1976年   | 1977年 | 1978年                              | 1979年 | 1980年              | 1981年 | 1982年                                      | 1983年                                  | 1984年 | 1985年               | 1986年   | 1987年                                    | 1988年   | 1989年 | 1990年        | 1991年  |
|----------------------|-------|-------|---|-------|------------------------------------|-------|--------------------|-------|--|--|-------|---------------------|---|--|---|-------|--------------|--|
| 大形<br>プロセッサ          |       |       | M-180<br>M-170  |       |                                    |       | M-200H             |       | M-280H<br>M-260H                           | M-280Hタイプ2<br>M-260Hタイプ2               |       | M-68X<br>M-66X      |   | M-683H, M-684H, M-680D<br>M-662K, M-660D |   |       |              | M-880<br>M-680/660"E"  |
| 構成・方式                |       |       | 1.5 Mバイト/s<br>チャンネル   |       | 内蔵アレー<br>プロセッサ                     |       |                    |       | 3 Mバイト/s<br>チャンネル<br>光チャンネルアダプタ<br>(BLMPX) | スーパー<br>コンピュータ<br>フィールドアップ<br>グレードグループ |       | ダイアディック<br>CPU      | 6 Mバイト/s<br>チャンネル                                 | 3, 4ウェイ<br>プロセッサ<br>光チャンネル               |   |       |              | 分割可能2ウェイ<br>プロセッサ<br>9, 18 Mバイト/s<br>チャンネル<br>拡張記憶装置                         |
| アーキ<br>テクチャ          |       |       | Mシリーズアーキテクチャ<br>(24ビットアドレッシング)<br>Mシリーズ<br>チャンネル                        |       |                                    |       |                    |       | 実メモリ26ビット<br>アドレッシング                       |  |       | 31ビット<br>アドレッシング    |   | M/EXアーキテクチャ<br>拡張チャンネル<br>システム           |   |       | M/ASAアーキテクチャ | マルチプルデータスペース<br>(16 Tバイトデータ専用空間)<br>プロセッサ資源分割<br>管理機構(PRMF)                  |
| オペレー<br>ティング<br>システム |       |       | VOS2<br>(シングルバーチャル方式)   |       | VOS3<br>(マルチバーチャル方式)               |       |                    |       | VOS3システム<br>プロダクト SPn                      |  |       | VOS3/ES1            |   |  |   |       |              | VOS3/AS  |
| ストレージ<br>サブシステム      |       |       | H-8589-11<br>(200 Mバイト/SP)<br>H-8586<br>(70 Mバイト/モジュール)<br>(データモジュール方式) |       | H-8595(317.5 Mバイト/<br>HDA)(固定媒体方式) |       |                    |       | H-8598<br>(1,260 Mバイト/HDA)                 |  |       | H-6915-1<br>半導体記憶装置 | H-6585ダイナミック<br>クロスコール<br>H-8538-C3<br>キャッシュ付きDKC |  | H-6586 K<br>(1.89 Gバイト/HDA)<br>拡張クロスコール<br>(4バス制御)          |       |              | H-6587(2.92 Gバイト/<br>HDA)アクチュエータレベル<br>キャッシュ(ALC)<br>H-6581-C3<br>キャッシュ付きDKC |
|                      |       |       | H-8488MTS(6,250 bpi,<br>1,250 kバイト/s)<br>(フォーマットライトリリース, オートハブ)         |       |                                    |       | 大容量記憶システム<br>(MSS) |       |  |  |       |                     | AシリーズMTS<br>(3 Mバイト/s<br>圧縮機構)                    |  | H-6481-MTS<br>(38,000 bpi)(カートリッジテープ<br>使用, 圧縮機構, オートチェンジャ) |       |              | 高速ディスク<br>書き込み機能<br>H-6951<br>MTライブラリ装置                                      |

注：略語説明 VOS2 (Virtual-storage Operating System 2), VOS3 (Virtual-storage Operating System 3), VOS3/AS (VOS3/Advanced System Product) VOS3/SP21 (VOS3/System Product 21), VOS3/ES1 (VOS3/Extended System Product 1), BLMPX (Block Multiplexer Channel) M/EX (M Series Extended System Architecture), M/ASA (M Series Advanced System Architecture), PRMF (Processor Resource Management Feature), DMFISM (Data Management Facility Integrated Storage Management), HDA (Head Disk Assembly) ALC (Actuator Level Cache), MSS (Mass Storage System), DKC (Disk Controller), MTS (Magnetic Tape Subsystem)

図1 HITAC大形コンピュータシステム主要製品の変遷 近年の大形コンピュータシステム構成製品は、性能や容量の増大だけでなく、製品ラインアップの多様化や高性能化のための機構付与が顕著である。

度を増している。

このような環境のもと、現在の大形コンピュータサイトのプロセッサ処理能力需要は年当たり約30~40%で増加しており、今後も高性能大形コンピュータの能力需要は高いと予想される。

外部記憶装置の所要容量もほぼ同じ傾向で増加している。

以上を踏まえて、これからの大形コンピュータシステムの役割は図2のように整理できる。

今後重要なことは、情報システム構成要素、すなわちハードウェア、ソフトウェア、データで最も重要な構成要素はデータであり、データが情報システム部門を越えて、組織の最も重要な資産の一つになっていることである。

大形コンピュータシステムの要件も、極端に言えばプロセ

ッサ内データに対する処理命令能力よりも全体情報システムに対しての「共用データ蓄積容量、供給能力」が重要である。

大きな流れとしてシステムの中心が、プロセスから共用データへ移っていることの反映と言える。

### 3 データの高速アクセス

大形コンピュータシステムにとって、データの蓄積、供給、加工能力が最重要であり、その鍵(かぎ)となるのは所要データへの高速アクセス能力である。

大形プロセッサの能力目安である処理性能は、従来、命令の対象データがバッファ記憶または主記憶装置にある場合の命令処理速度であったが、今や重要なポイントは、

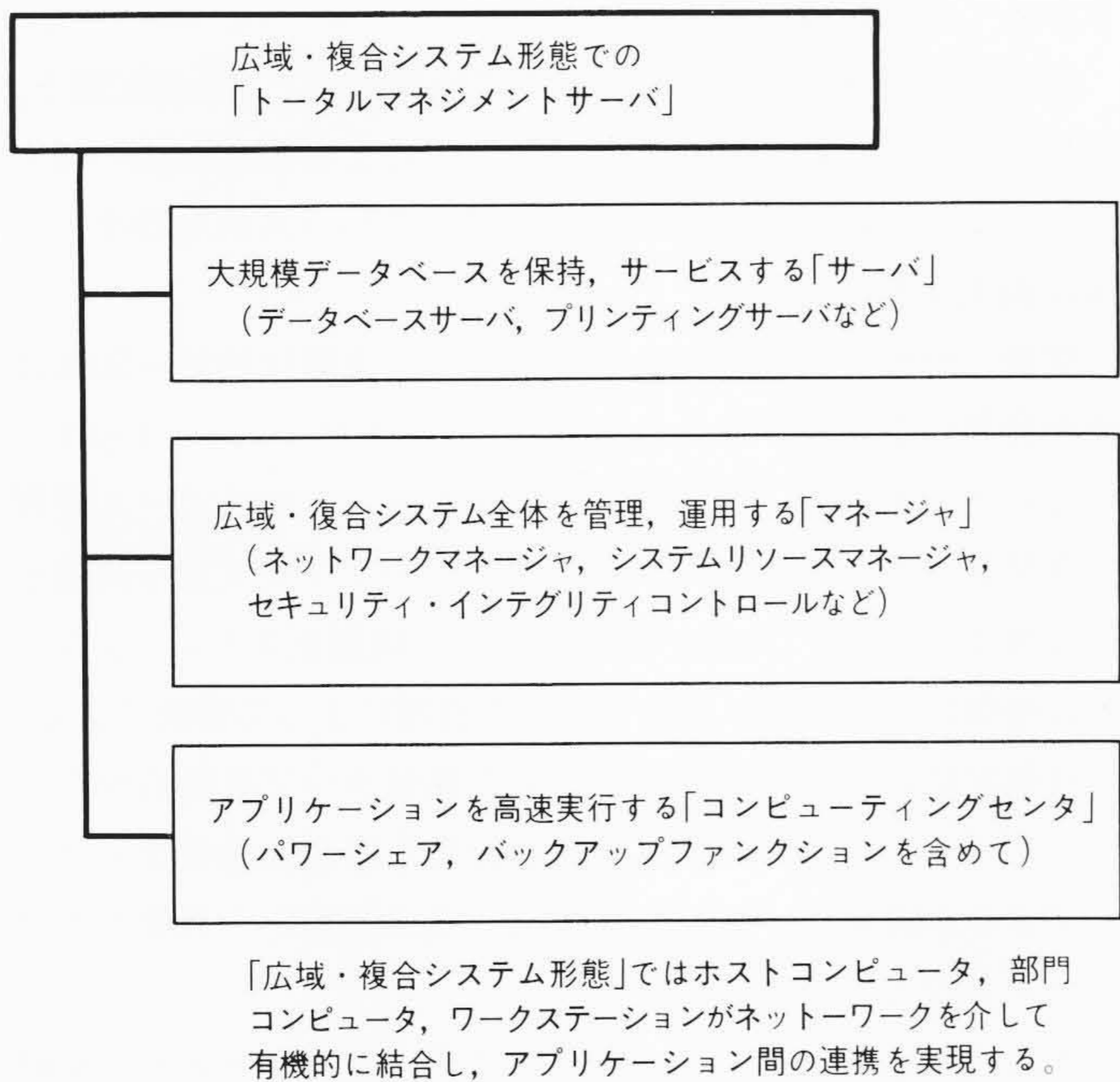


図2 1990年代の大形コンピュータシステムの主要役割 全体システムの一元的管理能力とともに、大規模共用データの蓄積能力と広域・複合システム各拠点間的高速・大容量データの高密度転送能力が重要である。

- (1) いかにより多くの、より必要度の高い操作対象データを主記憶に存在させておくか。
  - (2) 主記憶にない場合、いかに高速に外部記憶装置から対象データを主記憶装置に転送するか。
- にかかっている。

さらに、これらの過程での物理的な入出力回数削減、プロセッサの準備、後処理のための命令処理回数削減が、連続して高い密度でデータ供給リクエストの集中する高負荷環境下での高スループット実現には重要である。

外部記憶装置の大容量化、容量価格比の向上などによって、プロセッサから見えるデータ量は巨大化しており、抜本的な方策が要望されていた。

### 3.1 アドレッシングアーキテクチャの拡張

プロセッサの命令処理能力向上、実装記憶容量増大のもと、高速・高密度データアクセス能力の基本となるのは強力なアドレッシング能力である。

統一的なメカニズムでのデータアクセスには、広い仮想空間を備えておく必要がある。

今回、Mシリーズでは新アドレッシングアーキテクチャM/ASA(M Series Advanced System Architecture)を開発し、仮想空間のいっそうの拡大を図った。

仮想空間の強化で重要なことは、従来方式との互換性、併存性とともに、オペレーティングシステムの支援による「空間制御メカニズムのアプリケーションソフトウェアからの隠蔽(ぺい)」である。

### 3.2 プロセッサ記憶の階層強化

高速プロセッサとしての記憶装置は、大容量化と高速化を、製品としてのコスト性、生産性を前提に両立させる必要がある。

巨大容量の実現という観点からプロセッサ記憶は一般に大容量・低速記憶装置と小容量・高速記憶装置の階層構成をとっている。

Mシリーズ大形プロセッサでは、現在の所要記憶容量の急速な増大と、半導体記憶素子進化の発展を早くから予見し、M-68Xより、それまでの「バッファ記憶装置-主記憶装置」の組み合わせに対し、「バッファ記憶装置-大容量ワーク記憶装置-主記憶装置」の3階層構成を採用し、最下層の主記憶に高密度素子を使用可能とすることにより、最大実装主記憶容量の大容量化を実現してきた。

今回、M-880ではさらに主記憶装置の外側に拡張記憶装置(ES: Extended Storage)を使用可能とし、プロセッサ記憶装置の階層強化を図った。

この考え方は、日立製作所のスーパーコンピュータで超高速の演算器に膨大なデータを高速・高密度で供給する手段として、当初から取り入れられている。

拡張記憶装置のアドレッシング単位は主記憶装置と異なり、1Mバイト単位である。このため、実メモリ空間に関するバイト単位アドレッシングの影響を受けず、巨大容量の実現が容易である。

また拡張記憶装置は、チャンネル経由で接続する外部記憶装置と異なり、プロセッサへの転送帯域が広い。

これを利用し、主記憶装置の二次階層記憶としてだけでなく、その大容量性を生かして、ファイル的な特別の記憶装置として主記憶装置と並列的位置づけで使用できるような仕掛けもオペレーティングシステムの支援によって備えている。

### 3.3 外部記憶装置との融合、一体化

#### 3.3.1 外部記憶の階層構成

本来、外部記憶装置上のデータも、プロセッサ内記憶装置のようにRAMスピードでアクセスでき、かつシングルレベルストアのように、使用が容易なことが望ましい。

しかし、現実の主力外部記憶装置である磁気ディスク記憶装置を例にとれば、容量については約30%/年で進化しているが、アクセス時間に関してはプロセッサ演算性能とのギャップが広がる傾向にある。

現在ではプロセッサ記憶装置と同様に、RAMを使用した半導体記憶装置やキャッシュ付きディスク制御装置が製品化されているが、容量的には磁気ディスク装置よりもはるかに少ない。

また、磁気ディスク装置よりもスペース効率ではるかに有利な新しい記憶システムであるカートリッジテープライブラリは、アクセス時間では磁気ディスク装置よりもはるかに遅い。

そこでストレージ関係の装置を階層構成とし、データ参照の局所性を利用してデータを階層間に最適配置させる。

これにより、アクセス速度、スループットはプロセッサ記憶に近く、容量、コストは磁気ディスク装置などの大容量記憶装置レベルを目指すことが可能となる(現行製品でのプロセッサを含めた記憶階層を図3に示す)。

記憶階層を実効的に実現するためには、記憶階層を構成する全装置を統一的に管理、制御し、ユーザーや応用プログラムから物理的な階層構造意識やデータの階層間上下操作を不要とするシステムが必要である。

オペレーティングシステムVOS3/AS(VOS3/Advanced System Product)ではDMFISM(Data Management Facility Integrated Storage Management)と総称して関係プログラムプロダクトを体系化した。

外部記憶装置のシステムソフトウェアによる統一管理、制御は大規模システム運営上も重要である。

サイト当たりのデータ保有量は30~40%/年で増加しているとみられており、しかも外部記憶装置の製品種は多様化しているため、データセット、装置ごとのユーザーによる管理は

きわめて困難になってくる。

DMFISMのねらいはデータの論理的属性による最適配置と、論理的手段によるアクセス・リストアによる管理工数の効率化にある。これにより外部記憶装置のスペース利用効率も大幅に向上する。

従来、外部記憶装置の全容量のうち、実際は約30~50%は使われていないか、または割り当て(アロケーション)られていないと言われる。これは、データセット、ボリューム管理の容易さの追求や、同一ボリュームへのアクセス集中回避が主な理由である。DMFISMでは、この問題をストレージシステム全体による性能を考慮した集中管理によって解決できる。

外部記憶装置で取り残されていた磁気テープ装置のマウント・デマウントについても、自動倉庫と言える磁気テープライブラリを開発し、DMFISMにより他の装置と一体化したサポートを行っている。

また、ライブラリ方式でない通常タイプのカートリッジ磁気テープ装置についても、新しい省スペース形モデルではドライブ当たり最大12巻のカートリッジ自動交換機構を設け、磁気ディスク装置のバックアップなどの効率向上を図った。

### 3.3.2 プロセッサと外部記憶装置間のパス強化

トータルシステムとして見たときの「データアクセス能力」は、プロセッサと外部記憶装置間のデータ転送能力に大きく依存する。

データ転送能力の基本項目であるチャンネル性能については、今回、M-880プロセッサグループで大幅に強化され、それ以前の最大6 Mバイト/sから9 Mバイト/s、18 Mバイト/sに引き上げられた。

また、装置の機械的動作時間(データアクセス機構の位置づけ時間、回転待ち時間など)も不断の改善が図られている。

こうした中で、データアクセススループットの決定要因として、クローズアップされてきたのが転送パスの問題である。

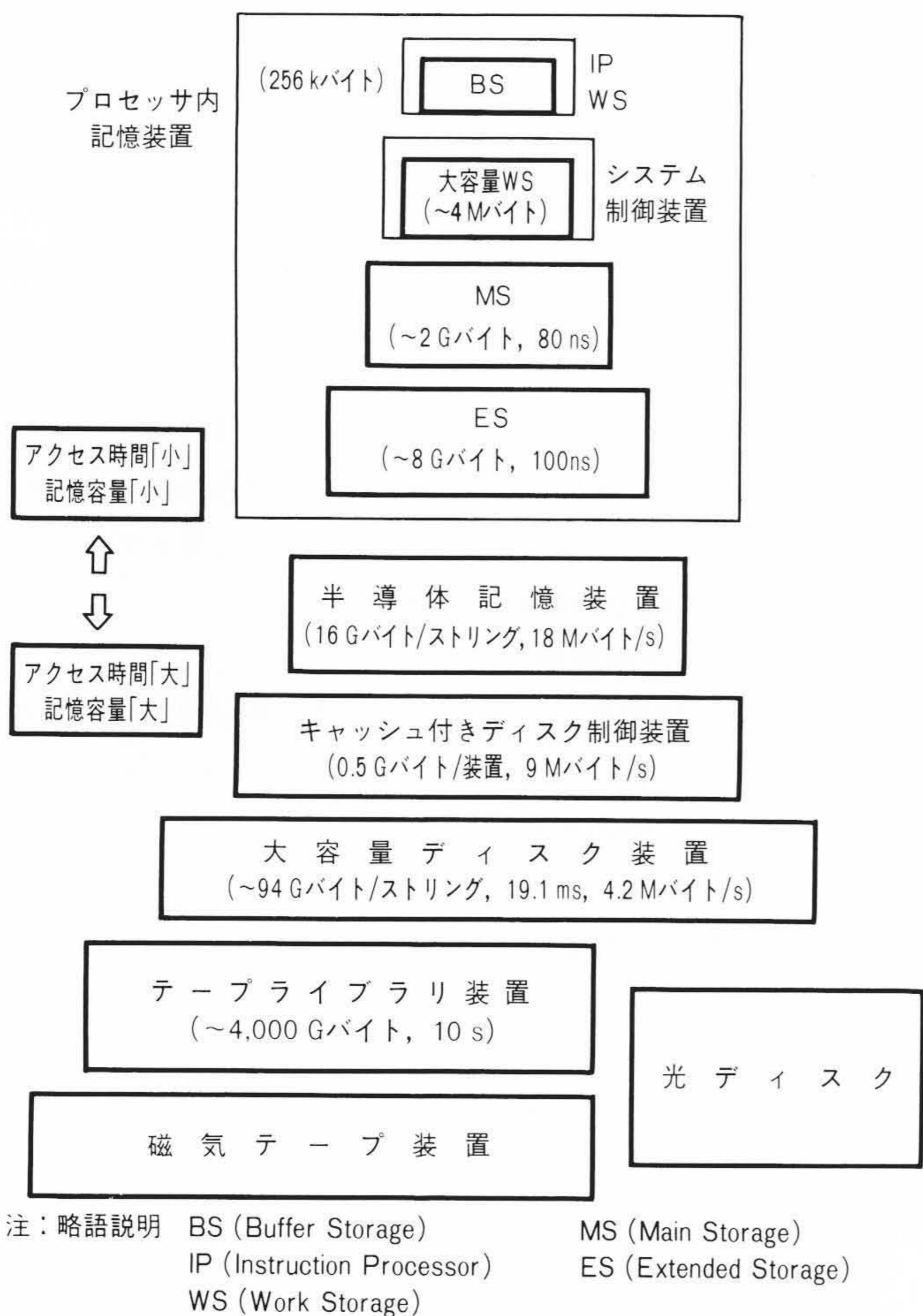
例えば、データは送れる状況なのにパスが空いてない、パスが空いているのにプロセッサまたは記憶装置、制御装置がデータを送る状況でないなどに起因する時間的ロスが、大規模構成の重負荷環境では問題である。

特に、最近のデータが複数プロセッサから共用(シェア)される環境では深刻な問題である。

1984年12月に発表した拡張チャンネルシステムは、パス選択、再接続のハードウェアによる動的化という面で画期的な進展であった。

今回、さらに各装置からの対チャンネルパス数を大幅に拡大している。

今後の記憶階層にとって重要なキャッシュ付きディスク制御装置では、対チャンネル、対デバイスマイクロプロセッサ数を制御装置当たり最大12個とし、またチャンネル側マイクロプロセッサとデバイス側マイクロプロセッサの非同期処理を可



能とし、装置から制御装置間のパス数4パス機能(拡張クロスコール機能)と相まって大きくバス能力を向上させている。

さらに、磁気ディスク装置のバスネックによって引き起こされる回転待ち時間、いわゆるRPS(Rotational Positioning Sense)ミス減少のため、新開発の大容量ディスク装置では装置内にALC(Actuator Level Cache)という小容量のキャッシュを設け、所要データを先読みさせておくことにより、バスが空き次第転送することを可能としている。

プロセッサ～磁気ディスク装置間の重点強化項目を図4に示す。

#### 4 大形プロセッサ性能需要への対応

大形プロセッサの命令処理能力需要は、前述のように年当たり30～40%で伸びているが、今後トータルマネジメントサーバとして、大規模サイトではいっその能力が必要になると予想される。

超大形プロセッサの場合、エンジンとも言うべき命令プロ

セッサの命令処理性能の進化は、ほぼ年当たり15～20%でありユーザーサイトの需要を単一プロセッサだけでは全面的には満たせない。

このため、エンジン性能向上以外の方策が重要である。

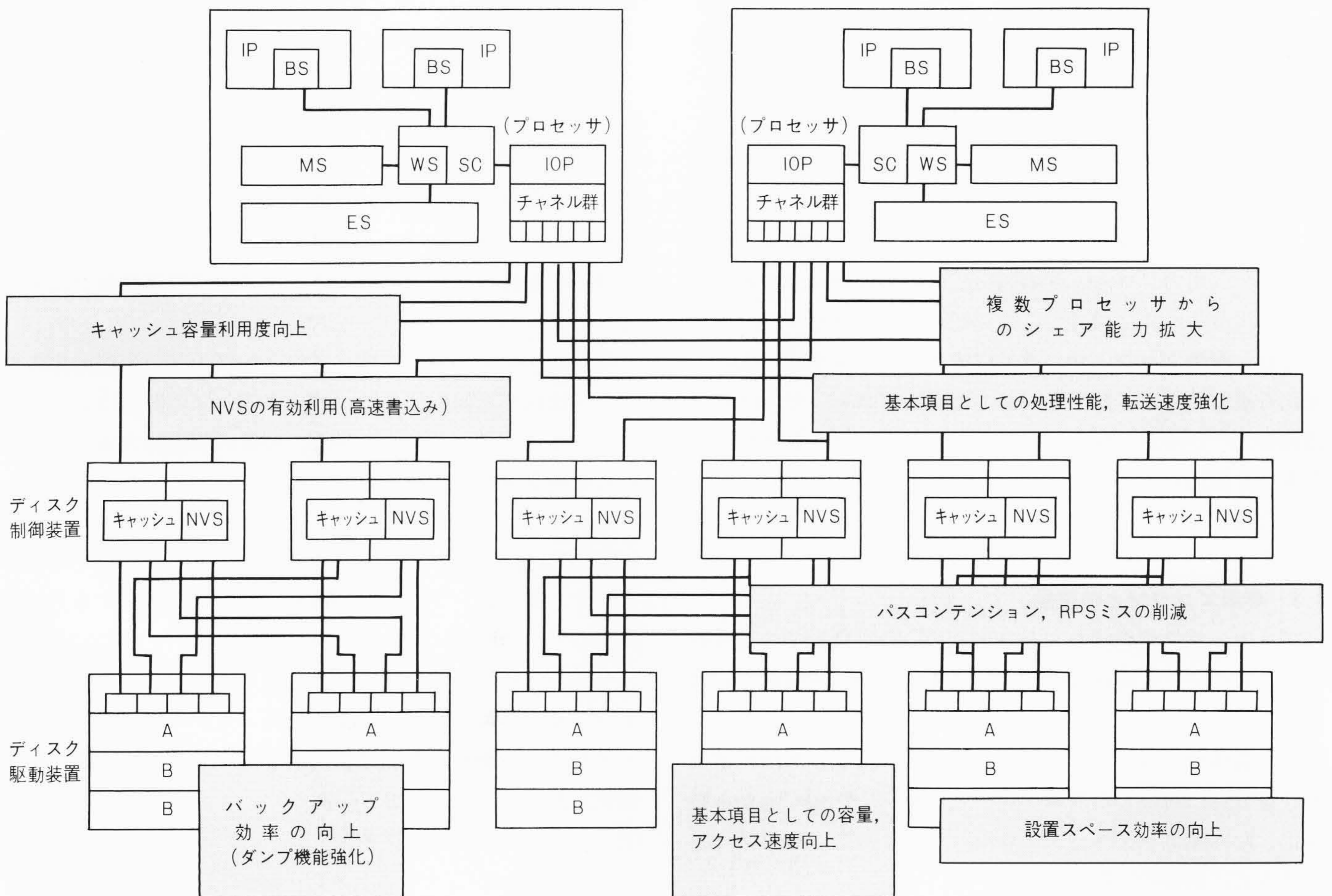
#### 4.1 多重プロセッサ方式の強化

1セットのオペレーティングシステム下でシングルシステムとして性能を向上させる主要な手段が、多重プロセッサである。

今や多重プロセッサは、かつてのシングルプロセッサの代替、補完の立場から脱し、マルチエンジンのメリットを積極的に活用する時代になってきている。

このため、近年は開発段階の当初からプロセッサグループ編成にあたって多重プロセッサ構成前提で設計を進めている。

しかし、これは一般に命令プロセッサ以外のプロセッサ構成要素にも、多重プロセッサ構成前提のデータ転送能力を持つため、低多重構成やシングルプロセッサでは、そのままでは構成規模、コスト面でアンバランスとなりかねず、ラインアップ編成や性能・規模トレードオフ設定に注意を要する。



注：略語説明 SC (System Control), IOP (Input Output Processor), NVS (Non Volatile Storage), RPS (Rotational Positioning Sense)

図4 記憶階層での重点強化項目 大規模構成では機械的速度、装置レベルのデータ転送速度向上に加えて、複数プロセッサからのシェア能力、装置～プロセッサ間のバス競合削減、ディスク回転待ち状態の削減のための機能が重要である。

しかし、多重プロセッサ成否の要因は、DB/DC(Data Base/Data Communication)を含めてのソフトウェアの並列実行可能構成にもあり、VOS3/ASやDB/DCソフトウェアのXDM(Extensible Data Manager)、TMS-4V/SP(Transaction Management System 4V/System Product)では並列実行可能部分の拡大、並列実行構成部分の細分化、リソース競合回避の強化などを図っている。

#### 4.2 複数プロセッサの連携

多重プロセッサの性能をさらに越えた能力需要への対応や、運用上複数システム構成をとりながらも1システムイメージで運用するためには、複数プロセッサ連携機能の充実が重要である。

データセット共用機能やプールデータセットの共用機能の充実はもとより、前述の周辺装置側のチャンネルパスの強化やプロセッサ間連絡機構の強化が必要である。

さらに、大規模構成ではプロセッサの数とシェアする周辺機器の数が多いため、プロセッサのチャンネル収容能力とプロセッサ～周辺機器間の距離が問題となる。

光ファイバの使用は、この問題を解決する有力な手段である。

Mシリーズでは1987年2月、いち早く磁気ディスク装置のデータ転送能力にも対応できる「高速光チャンネルサブシステム」を発表し、高速周辺機器のプロセッサからの遠隔設置を実現した。さらに、M-880プロセッサグループでは、18 Mバイト/sの光チャンネルを搭載した。

プロセッサに多数の高速チャンネルを搭載可能とするためには、今やケーブルの太さが問題となってきており、この面でもメタルケーブルよりもはるかに細いチャンネルが望ましい。M-880の入出力プロセッサの開発では、当初から多数の光チャンネル搭載を前提に設計しこの問題の解決に当たった。

なお、複数プロセッサの連携構成では、システム運転の一元化も重要であり、Mシリーズでは複数プロセッサとその周辺機器を一か所から統合運転可能とした「システム運転支援装置」を開発している。

統合運転とともに、複数プロセッサ構成の自動運転も可能である。

#### 4.3 専用エンジンとの連動

プロセッサの処理能力向上にとって、特定分野での高性能化をコンパクトな構成規模で実現する付加的加速機構も効果がある。

日立製作所では、スーパーコンピュータに至る高速科学技術計算分野に対応した内蔵アレープロセッサやM-68Xから製品化した内蔵データベースプロセッサによって、専用プロセッサ方式に積極的に取り組んできた。

専用エンジンではホストプロセッサ、主記憶装置とのデータ転送能力が重要であり、この面ではホストプロセッサとチャンネル結合するよりも直接ホストの主要構成要素と結合した

方式が有利である。

#### 4.4 広域複合システム

今後の全体システム形態としては、地理的に分散している大形プロセッサどうしの連携処理、データベース共用が増加してくる。このため、主要データベースソフトウェアの分散データベース機能を強化し、「データの物理的存在場所を意識しないシングルイメージアクセス」を目指している。

### 5 大規模システムの運用、管理

大形プロセッサ、多数の高速・大容量周辺機器から構成される大規模システムでの大きな問題点は、大規模ゆえの運用、構築の複雑さ、非柔軟性であろう。

現状のトレンドのままでプロセッサの性能規模、保有データ量増加が進むと、この問題はよりいっそう深刻になる。

#### 5.1 ラージシステムエフェクトへの対応

ラージシステムエフェクトとは、規模や量の増大がもたらすネガティブインパクトである。

これまで述べた「新アーキテクチャによるアドレッシング空間拡大」や「複数プロセッサの連携、統合運転」、「光チャンネル化推進による周辺機器設置の自由度拡大」、「外部記憶階層のDMFISMによる統合管理」などもラージシステムエフェクトに対する有効な手段である。

ここでは、それ以外の地味ではあるが使用者にとって身近なラージシステムエフェクト解消機能について述べる。

##### (1) バックアップ、ダンプの増大

実装主記憶容量の増大、磁気ディスク容量や数の増大はボリュームバックアップ、ダンプの量の増大につながる。

最近の24時間運転指向は、バックアップ取得機会を圧迫する。

磁気ディスクの記録密度と磁気テープの記録密度進化のギャップは広がる傾向にあり、バックアップの問題はシステムのボトルネックになりつつある。装置の転送能力強化だけに頼らないシステムのなくふうが必要である。

Mシリーズでは、ハードウェアとソフトウェアが連動した「差分ダンプ機能」により、常時フルボリュームダンプするのではなく、前回ダンプ分からの差異部分だけダンプする方式を開発してこの問題に対処してきた。

今回さらに、キャッシュ付きディスク制御装置を利用し、オンライン処理の入出力の合間をぬってダンプ出力する「アイドルダンプ機能」を開発し、バックアップ問題への対応を強化した。

##### (2) システム生成の負荷増大

システム生成(システムゼネレーション)は時間、工数ともに多大に要する。システム規模の拡大、ネットワーク、端末、周辺機器の増設頻度増加に、よりいっそうの負荷となってきている。

システム生成では、システム生成結果のテストは一般に全

システム構成機器を必要とするため、24時間運転、1週7日運転指向のなか定常業務処理への影響も多大である。

このため今回VOS3/ASでは、業務処理実行中のゼネレーションなどシステム生成の簡易化をはじめ、システム生成回数の減少化、システム定義情報設定のシステム生成からの一部分分離などを図った。

### (3) データベース規模の増大

データベースの増大に対応してデータベース再編成時間の短縮や大量ジャーナル処理技術が重要であり、ジャーナル取得装置側の操作性向上を含め種々の機能強化が行われている。

また、論理的には一つであるデータベースシステムを分割して、一つのプロセッサで複数データベースシステムを連携稼働させる「マルチDB/DC機能」を開発した。

## 5.2 プロセッサの分割

大形プロセッサを、処理させる業務内容や運用形態に合わせて分割し、複数システムとして分割使用することもシステム形態によっては有効な手段である。

Mシリーズでは、プロセッサの分割手段として次の3種を用意している。

- (1) プロセッサ分割管理機構による論理分割
- (2) 仮想計算機システムVMS(Virtual Machine System)による論理分割
- (3) システム制御装置を2式装備しているマルチプロセッサモデルを、システム制御装置単位に独立したプロセッサに分割する物理分割

このうちプロセッサ分割管理機構PRMF(Processor Resource Management Feature)による論理分割は、主記憶装置、チャンネルを実プロセッサが実装している量の範囲で分割し、また制御のハードウェア主導化などによって高い性能を実現している。

これらの分割は、論理プロセッサ単位での最適化・チューニングが可能であり、他ジョブ、他サブシステムからの干渉が排除できる。

また、他サブシステムからのソフトウェア的独立により、保全性の向上も得られるという特長がある。

## 6 今後の展望と課題

大形コンピュータシステムのトータルマネジメントサーバとしての役割は、今後ますます増大していくと考えられる。

今後の強化動向として次のような部分があげられる。

### (1) 多重プロセッサのいっそうの進展

多重プロセッサ方式は高い目標性能と幅広い性能範囲を、開発速度、生産性、拡張性を維持しながら実現する手段として今後ますます重要度を増す。

また、障害時の停止・要修復範囲の縮小、構築可能構成の柔軟性の高さ、分割構成の多様性などの面で高いポテンシャルを持つ。

ルを持つ。

ただし、ソフトウェアの並列実行可能部分はまだ現在拡張途上の部分も多く、既存ソフトウェア資産の活用といった事情もあり、超大形プロセッサ分野では、当面は比較的高速な命令処理プロセッサによる粒度の粗い多重プロセッサが主流である。

したがって、命令プロセッサの高速性確保、高速同期動作時間維持など相変わらず高い素子・実装技術が基盤として必要である。

現在の物理分割方式は、システム制御装置単位の静的分割であるが、今後構成プロセッサ数の増加とともに、分割の細分化や動的構成制御が重要になってくる。動的構成制御は、「ジョブ実行と保守の並行化」の面の効果も大きい。

より高い多重度、例えばパラレルプロセッサと呼ばれる領域で「汎(はん)用」で「複数ジョブを同時実行する」大形システムを実現するには、一つのジョブを自動並列展開する言語システム、開発支援システム、チューニングシステムはもとより、「大規模システム用機能を伴ったパラレルトランザクションシステム」実現には課題も多い。

もちろん、構成要素間的高速連絡・交信方式、負荷の各プロセッサ群への展開方式などの基本となる部分の高速性確保もいっそうの発展が望まれる。

比較的高多重プロセッサ方式の適用しやすい領域での「専用システム」としては早期実現も期待できる。市場では超大規模ではないが、いくつかの製品がすでに商用化されている。

大形プロセッサの役割がサーバ的になり、複数プロセッサの連携方式が進展する今後は、付加プロセッサ方式を含め専用システム化は特に期待できる。形態としては、汎用プロセッサの付加プロセッサや対等結合方式の専用エンジンなど多様な構成が考えられる。

一方、同種の汎用命令プロセッサで多重プロセッサを構成するのではなく、用途別にプロセッシングエレメント作り、各種プロセッシングエレメントの複合体で命令プロセッサを構成するといったアプローチも、汎用エンジンの限界克服の一手段としての可能性を持つ。逆におのおの独立した専用マシン群をシステムの用途、負荷分布に合わせて複数結合し(ルーズリーカップルの)、全体としてホスト系システムを構成する方式も、考え方としては以前よりある。

今後の要素間結合ハードウェア・ソフトウェア技術の発展により、汎用大形システムとしての有効性が実現されるよう期待したい。

### (2) プロセッサ間連携の普及

今後の大規模システムの実現は、上記多重プロセッサ方式による一システムの高性能化とともに、おのおの独立な複数プロセッサを連携させて、一システムイメージで運用する「ローカル複合プロセッサ」方式が重要であることはすでに述べ

た。いわゆる水平方向への拡張である。

この方式は、各プロセッサが情報システムの要件に対応して適度な独立性を保てること、全体システムを構成するプロセッサ種が同一でなくてもよいなど、柔軟なセンタ構成を実現できる点でトータルマネジメントサーバとしてきわめて重要である。今後は結合プロセッサ数の拡大、プロセッサ間通信手段の高速化、全系のリソース、データを掌握・管理するソフトウェアの機能向上はもとより、アクセス法、データベースシステムの連携システム向け拡張が拡大していく。外部記憶装置の共用・排他機能もいっそうの向上が必要である。

システムの中心が大規模の外部ストレージで、それを複数システムが共用するという形態は、ストレージ管理拠点を障害対応機能を含め、ストレージ側に持つ比重を増やしていく必要がある。ストレージサブシステムの自立化である。

また半導体の進化を考えると、半導体メモリの高速性を生かしてのファイル的分野への応用はますます広がる。半導体メモリを「チャンネル結合で、ディスク装置のシミュレート方式で使う」以外に、「高速な専用転送路を持ち、複数プロセッサから共用可能な外部半導体メモリ」も今後重要になってくる。

さらに同一サイト内だけでなく、回線を経由する遠隔地のシステムとの連携機能も、分散データベース機能の強化と同時に、より向上が望まれる。

### (3) 記憶階層の柔軟性強化

現在の記憶階層は、主記憶装置、拡張記憶装置はプロセッサの直接管理下にあり、また揮発性である。一方、外部記憶装置群はチャンネル結合で、また一般に複数プロセッサ間でシェア可能である。外部記憶装置では半導体記憶装置のように、半導体を使用しても電源断によるデータ揮発に対する対応機構が組み入れられている。両者の長所を融合させ、組み合わせた製品を考えていく必要がある。将来的には、半導体技術の進展により、プロセッサの実装可能記憶容量はますます増大可能であり、プロセッサ内のファイル、ブロック形式に加えアドレッシング形式など、プロセッサ内アーキテクチャまで含めての記憶系管理の一元化が期待される。あわせて、複数システムにまたがっての記憶階層の一元イメージ化を進めていく必要が出てくると考えられる。真のシングルレベルストレージへの接近である。

チャンネルについても、現行のチャンネル転送速度進化は、プロセッサの処理性能進化に対して大きく遅れている。複数経路並列転送、データ圧縮化などの対応手段を越えた、レコード形式、データ送受方式まで含めた新方式開発が必要になってきている。こうしたチャンネルアーキテクチャとしての改革は、ソフトウェアに強く関係するためソフトウェアとの機能分担、従来ホスト内で行われていた機能のオフロード方針などを、従来方式との併存性、互換性を含めながら検討していく必要がある。このとき、複数プロセッサ連携形態の増加、

外部専用エンジンの登場など、システム形態の変化に対応できることが肝要である。特定分野については、いわゆるチャンネル結合とせず、プロセッサのストレージ制御部から直接接続する高速転送方式も必要になるであろう。

システムの大規模化とともに、このままの傾向で接続周辺機器数が増大していくと、周辺機器のシステムへの追加、削除の頻度も増大する。こうした環境下でシステムの円滑な運用のためには、周辺機器構成の動的再構成機能の充実が重要である。大形コンピュータシステム運用の隘(あい)路のひとつとなってきたシステム生成(システムゼネレーション)作業の削減のための重要課題でもある。

外部記憶装置自体の性能については、基本的なアクセス速度向上が第一であるが、プロセッサ性能との速度ギャップは当面縮まらない。基本機構の速度向上だけでなく、最近話題のアレーディスク方式のようにサブシステムとしてのくふう、一括更新方式の応用のようにシステムのくふうによる克服が必要である。保存用媒体としての磁気テープ系は、他の外部記憶装置に対し、さらにデータ転送能力進化が緩やかであり、記録密度、記録方式面での抜本的改善が要望される。

## 7 結 言

大形コンピュータシステムは、1990年代の情報処理システムで、広域・複合システムの拠点での「トータルマネジメントサーバ」としてますます大規模・高性能化が必要になっている。

大形コンピュータシステムは、このような環境下では、システムとしての能力は「大規模・大量データの高速アクセス能力」に大きく依存することを中心に製品動向を論述してきた。

今後は性能、容量、機能はもとより、大規模システム構築、運用の改善のため、ハード構成の論理化の促進、複数構成要素のより一次元的なシングルイメージ化を進める必要がある。

大形コンピュータシステムとしては、今回は触れていないが、システム信頼性、障害対応機能、ネットワーク構成技術、ソフトウェア開発支援、セキュリティ技術、大規模データベース技術などもますます重要度を増している。

これらについては、本特集号を含め他論文を参照願いたい。

### 参考文献

- 1) 和田, 外: 大形プロセッサの技術動向, 日立評論, **73**, 2, 117~122(平2-2)
- 2) 吉澤, 外: 大形システム用基本ソフトウェアの技術動向, 日立評論, **73**, 2, 123~134(平2-2)
- 3) 野沢, 外: 大形システム用ストレージ製品の技術動向, 日立評論, **73**, 2, 135~140(平2-2)
- 4) 安部, 外: 超大形プロセッサグループ“HITAC M-880”の論理方式技術, 日立評論, **73**, 2, 141~148(平2-2)
- 5) 柴宮, 外: 大形オペレーティングシステム“VOS3/AS”, **73**, 2, 165~174(平2-2)