

HITAC E-800/E-600の開発と分散処理システム

Development of HITAC E-800/E-600 Distributed Systems

HITAC E-800/E-600システムは、分散処理時代に対応するために開発した計算機システムである。

HITAC E-800は、ホストシステムとの整合性を重視したトランザクション処理志向のシステムであり、トランザクション処理向けのハードウェア及び柔軟性、拡張性のあるソフトウェア構造を採用している。

HITAC E-600は、HITAC 10II/10IILの後継機であり、命令語の上位互換性を維持しながら、アドレス空間を拡大したハードウェア及び対話処理、オペレーティングシステムの部品化を重視したソフトウェア構造を採用している。

山田邦光* Kunimitsu Yamada
 岩本鉦二* Shôji Iwamoto
 高橋重捷** Shigekatsu Takahashi
 小川建夫** Tateo Ogawa
 神内俊郎*** Toshirô Kamiuchi

1 緒言

HITAC E-800/E-600システム(以下、E-800/E-600と略す)は、本格的分散処理時代に対応するために開発された計算機システムである。本論文は、E-800/E-600の開発思想、特長及び実現方式について述べる。

2 開発思想

分散処理の概念を広義に解釈した場合、一方の極には、ホストシステムでの処理形態をそのまま分散処理システムに適用する場合があります、他方の極には、ミニコンピュータやインテリジェント端末で分散処理システムを構成する場合があります。

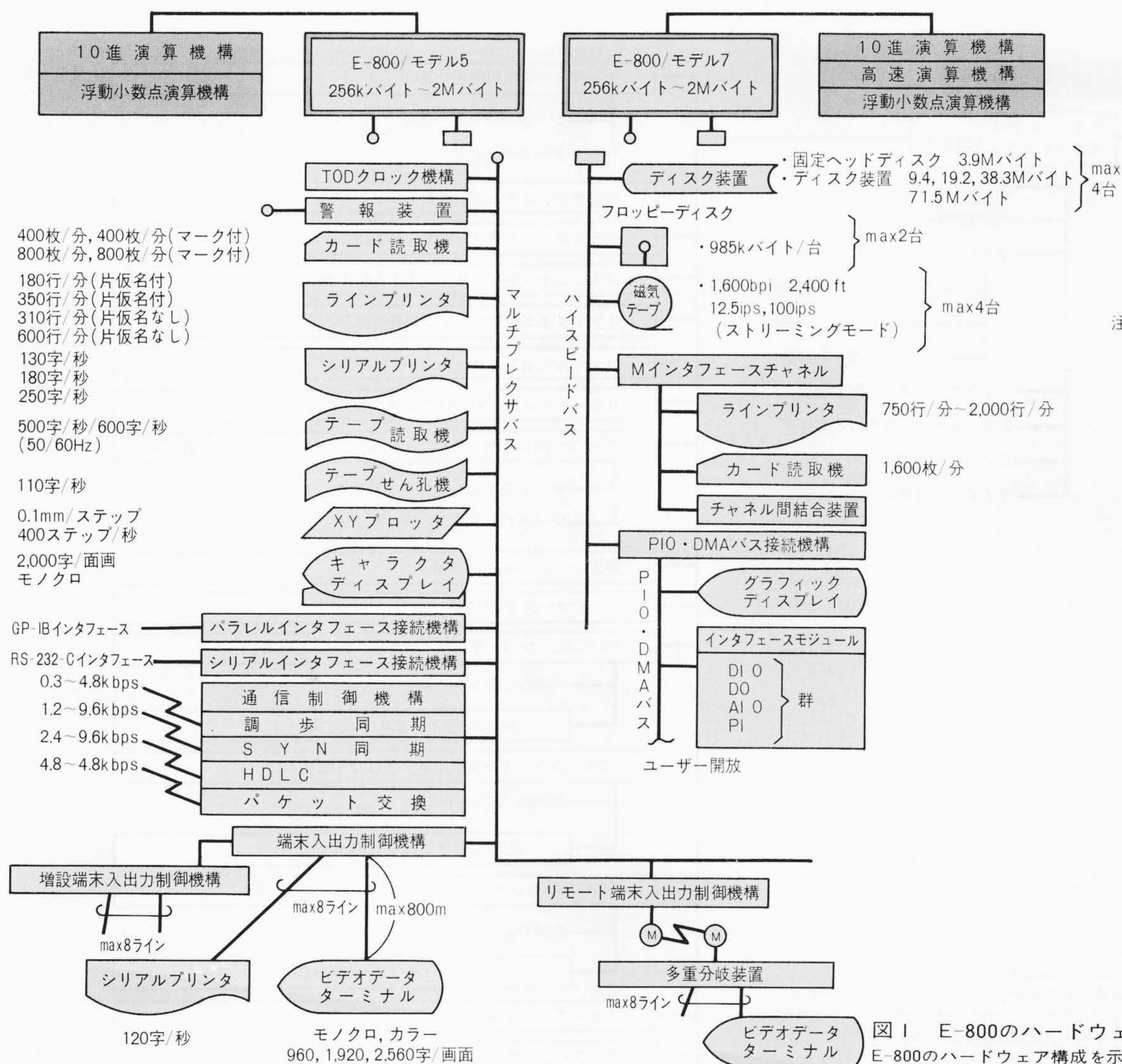


図1 E-800のハードウェア構成
 E-800のハードウェア構成を示す。

* 日立製作所旭工場 ** 日立製作所ソフトウェア工場 *** 日立製作所中央研究所

両極の間に多数の処理形態があるが、これらの分散処理システムに特に要求される機能は次のとおりである。

- (1) トランザクション処理向きであること。
- (2) ネットワーク支援機能が充実していること。
- (3) 非専門要員による取扱いが行なえること。

更に、分散処理システムに限らず、ミニコンピュータの課題として、

- (1) システムの拡張性
- (2) システム構築の生産性向上
- (3) RAS(Reliability, Availability, Serviceability)機能の充実

について、配慮する必要がある。

E-800/E-600は、ハードウェア技術の進歩を背景に、分散処理システム及びミニコンピュータの要求機能を満足させるために、ハードウェアとソフトウェアが一体となり開発したシステムである。

E-800は、ホストシステムとの整合性を重視したトランザクション処理志向の分散処理システムであり、比較的大規模なシステムを対象としている。E-600は、HITAC 10II/10IILの後継機であり、装置への組込みなど、比較的小規模の分散処理システムを対象としている。

3 E-800システム

3.1 ハードウェアの構成

E-800のハードウェア構成を図1に示す。

3.2 ソフトウェアの構成

E-800を支援するオペレーティングシステムDPOS (Distributed Processing Operating System)は、全プログラムがプログラムプロダクトとして提供される。図2にDPOSプログラムプロダクトの一覧を示す。

3.3 DPOS開発のねらい

DPOS開発のねらいは、分散処理時代に適したトランザクション処理志向のオペレーティングシステム(以下、OSと略す。)の実現である。すなわち、データの発生現場で即時に入力し処理するのに適した応答性能(レスポンスタイム)重視形のOSの開発である。このような分散処理向きOSに要求される事項を以下に示す。

- (1) 現場で入力されたデータを、ネットワークを通してE-800やHITAC Mシリーズでデータ処理するための、効率良く拡張性のある、豊富なネットワーク支援機能。
- (2) ネットワークを往来するコードやデータの形式の統一だけでなく、分散処理機とホストシステムとの間のコンピュー

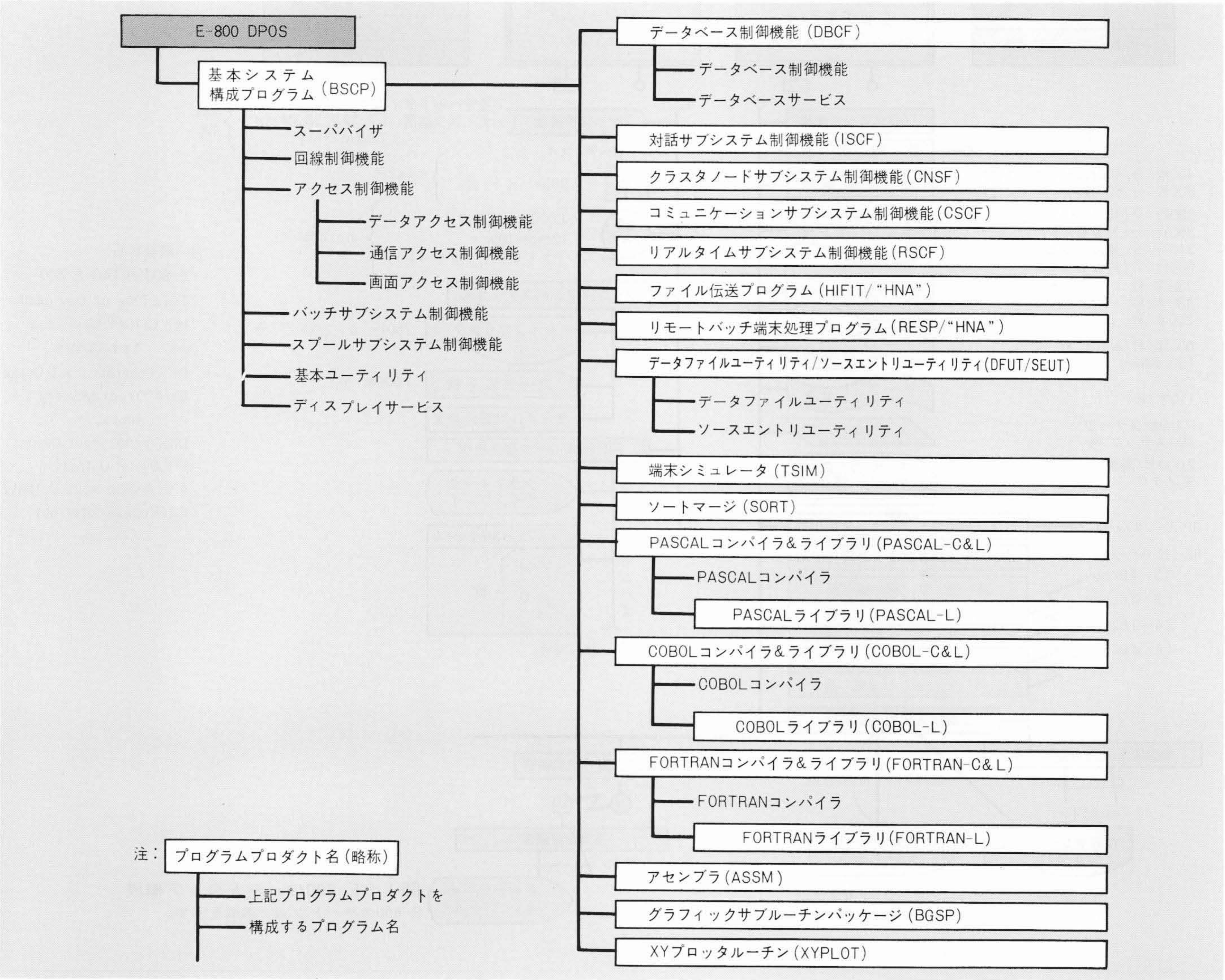


図2 DPOSの構成 E-800 DPOSプログラムプロダクトの構成を示す。

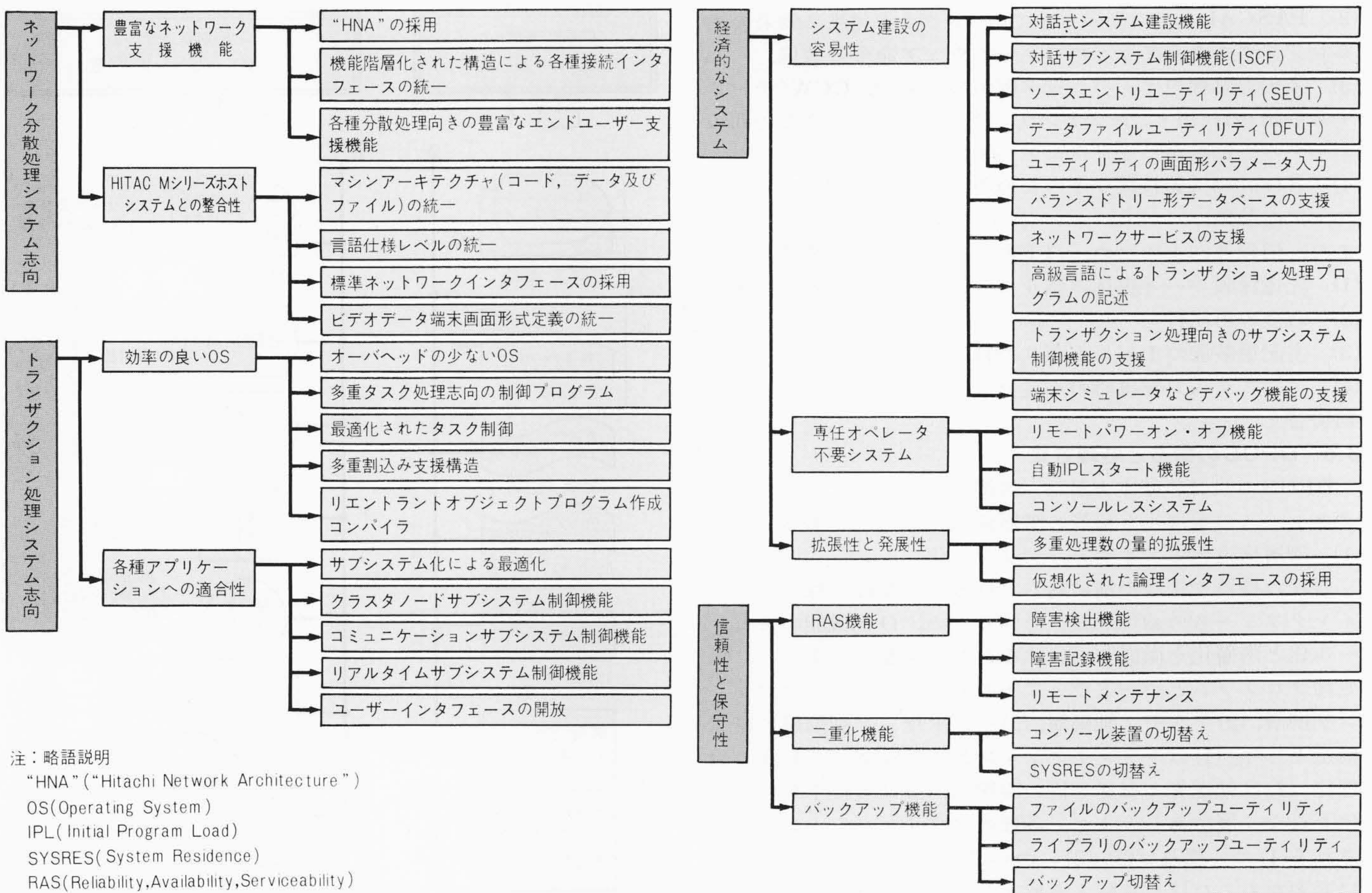


図3 DPOSの開発目的と特長 DPOSの開発目的と特長を3段階に分けて、左から開発目的、その実現に必要な事項及びDPOSが採用した機能と特長の順に示したものである。

タ要員の交流や教育を含めて、効率良くシステムを運営できるためのホストシステムとの整合性。

(3) 多量のトランザクションに対し、効率良く並列処理できる多重処理形の、オーバヘッドの少ない効率の良いOS。

(4) 経済的なシステム、すなわち、システム建設の容易性、専任オペレータ不要なシステム及びシステムの変更に対処しやすい拡張性と発展性のあるOS構造。

(5) 長時間の連続運転に対処できる信頼性と保守性を保つためのRAS機能、二重化機能及びバックアップ機能。

以上の要求について、開発目的とその実現に必要な事項及びDPOSが具体的に採用した機能と特長の3段階について体系化したものを図3に示す。

3.4 トランザクション処理志向のハードウェア

効率の良いシステムを実現するために、OSの構造及び処理方式の設計と並行して、ソフトウェアからみて効率の良いハードウェアがどうあるべきかについて検討し、次の結論を得た。

回線中継やクラスター端末処理などの分散処理に用いられている既存のハードウェアは、一般的にミニコンピュータをコンポーネントとしているものが大部分である。一般にミニコンピュータは、演算レジスタを介した語単位のデータ処理を中心とした命令形式を採用しているが、分散処理機のデータ処理は、むしろビット又は可変長桁数のバイト単位の処理が中心となる。分散処理機としてのE-800の開発に際し、望ましい命令アーキテクチャの決定のために、既存のモデルとして、金融業務用クラスター端末処理ソフトウェアを解析した。その結果、図4に示すように従来のミニコンピュータの命令

で作成されたソフトウェアを、可変長のバイトの移動や比較機能が強いHITAC Mシリーズ命令に置換すると、約35%の実行ステップ数を削減できることが判明した。広いアドレス空間と、ホストシステムとの整合性及びトランザクション処理に強い命令形式の3点が、HITAC Mシリーズアーキテクチャに準じたE-800アーキテクチャ採用の理由である。

上述の命令アーキテクチャのほかに、従来のミニコンピュータと比較して下記のハードウェアを装備することにより、高いトランザクション処理性能を発揮できるシステムを実現している。

(1) I/O(入出力装置)を含めたアドレス変換機構のハードウェア装備と、ディスクへのオンデマンドページングを排した、アドレス再配置方式の論理アドレスから物理アドレスへの変換。

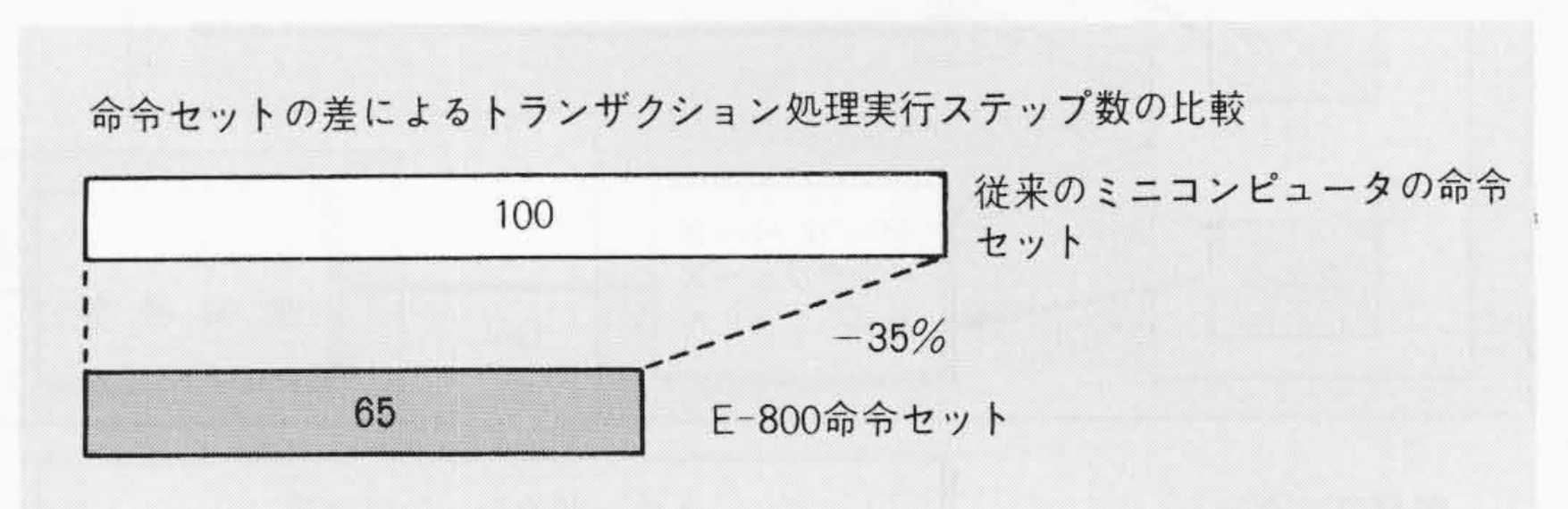


図4 トランザクション処理向き命令セット 語単位の処理が中心の従来のミニコンピュータ命令セットで作成された金融業務用クラスター端末ソフトウェアを、E-800が採用しているバイト処理に強い命令セットを用いて書き換えると、実行ステップ数が約35%削減される結果を得た。

- (2) PASCALなどの高級言語でのプログラム記述に効果のあるレジスタスタックなどのファームウェア命令の装備。
- (3) 入出力処理のオーバーヘッド削減のための、CCW(チャネル命令語)の採用と、最大1シリンダに及ぶディスクとの間のデータの一括転送ハードウェアの装備。

- (4) 各種計測機器接続などのための多重レベル割込みハードウェアの装備。

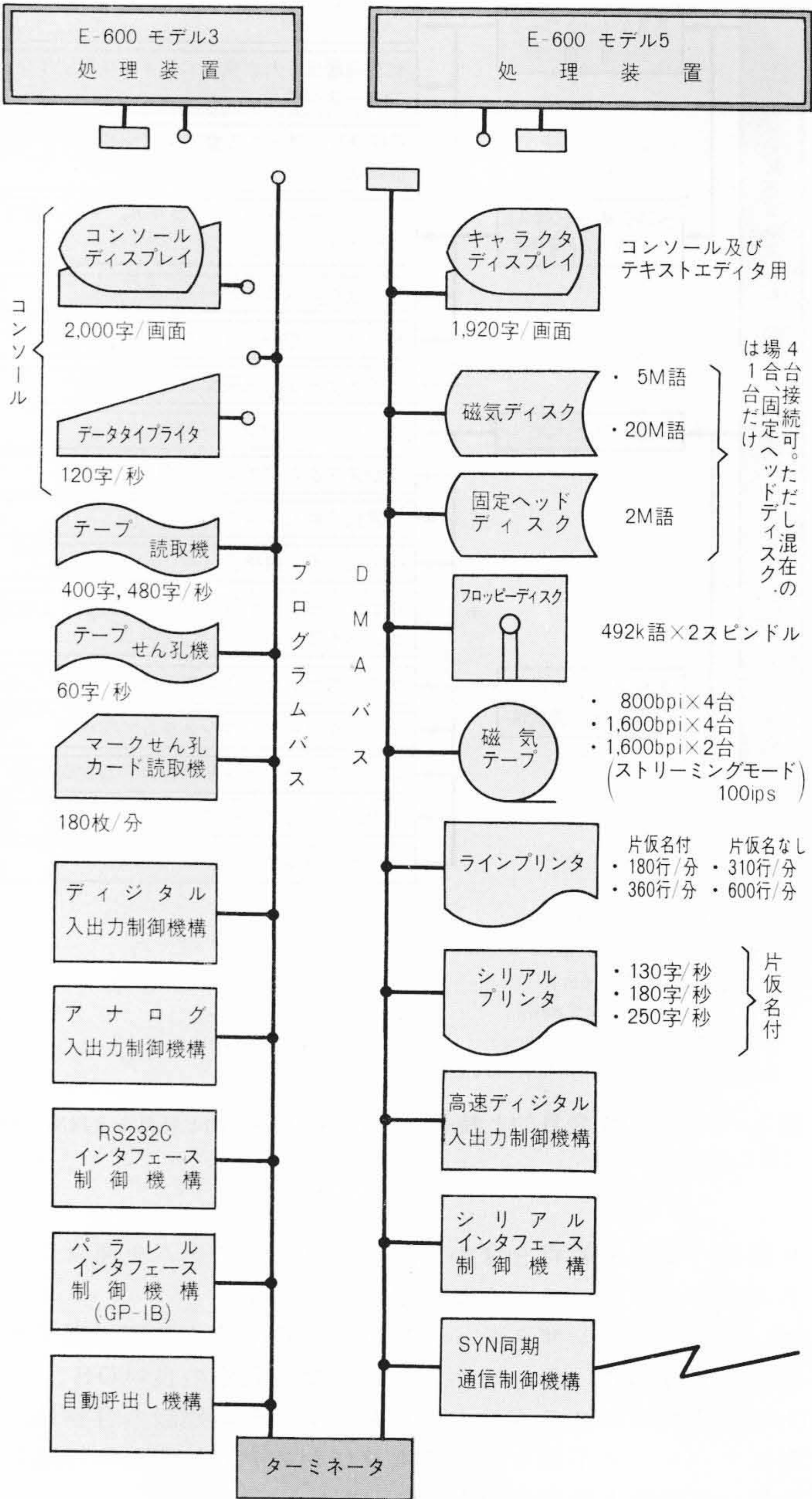
- また、信頼性向上のため、以下のハードウェアを装備した。
- (1) 記憶保護キーと書き込み禁止フラグによる2層の記憶保護
- (2) 命令の再試行
- (3) 主記憶装置の1ビット誤りの自動訂正
- (4) ディスク入力障害時の不良セクタから交代セクタへの自動切替え

3.5 DPOSの構造と処理方式

DPOSの設計の基本方針は、性能を原点とした上でのインタフェースの論理化と機能の階層構造化の追究である。

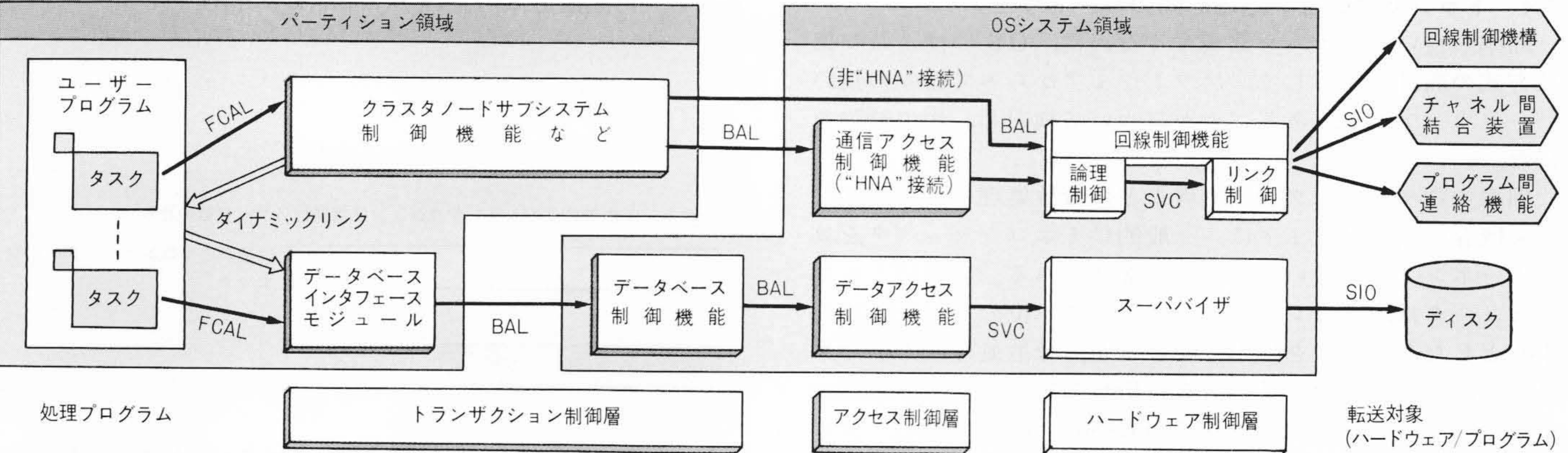
(1) 階層構造化とダイナミックリンク化

各種の機器や接続機構に対し、OSの拡張性を保ちながらインタフェースの論理的統一を図るため、OS機能のモジュール化と階層化を徹底した。すなわち、図5に示すように、処理プログラムとハードウェアとの間を、(1)トランザクション制御層、(2)アクセス制御層、(3)ハードウェア制御層で結ぶ構造とした。(1)はトランザクションとしてのデータ形式の論理化、(2)は転送先と転送単位の論理化、(3)は接続手順の論理化を行なう層である。また、各種のアプリケーションで共用される(1)の一部及び(2)、(3)については、OSのシステム領域に必要なものだけを常駐する形とし、メモリ占有量の最適化とOSと処理プログラムの分離による保守範囲の局所化とを図った。個々のアプリケーションにより異なることができる(1)は、処理プログラムと同一のパーティションに存在する方式としたが、前項で述べた2層の記憶保護ハードウェアを用いて、トランザクション制御プログラムの保護を行なっている。また、処理プログラムとトランザクション制御層との間の結合は、実行時に行なわれるダイナミックリンク方式とした。以上の結果、1パーティションでの1アプリケーションの実現と記憶保護及びプログラムの分離保守の問題を解決した。更に、図5に示すように、階層間のインタフェースとして、OSオーバーヘッドが介在するSVC(Supervisor Call)マクロを1経路で原則として1回で済むようにし、それ以外はFCAL(Firmware Call)命令、BAL(Branch and Link)命令によ



注：略語説明 GP-IB(General Purpose Interface Bus)

図6 E-600のハードウェアの構成 E-600のモデル3，モデル5ハードウェアの機器構成を示す。



注：略語説明 FCAL(Firmware Call)命令，BAL(Branch and Link)命令，SVC(Supervisor Call)マクロ，SIO(Start I/O)命令

図5 DPOSの階層構造とインタフェース DPOSは階層化されたOS構造により、システムの保守性及び発展性と、インタフェースの論理的統一を図っている。また、OSオーバーヘッドを最小化するため、階層間インタフェースにOSオーバーヘッドが介在するSVCマクロを発行するのを1経路で1回を原則としている。

る制御の直接移行方式を採用し、オーバーヘッドの最小化を図った。

(2) システム機能と構成のテーブルファイル化

OSをロードモジュール形式で提供するのを基本構造とし、かつ基本プログラムやハードウェアの機能と構成、各種のサブシステム制御機能の機能と構成を、各々構成定義ファイルの形でテーブルファイル化する構造を採用した。システムの立上げ、サブシステム制御機能の起動時に、この構成定義ファイルに基づきOS自ら機能と構成の稼動条件を決定する。この構造は、下記に述べるような利点をもっている。

- (1) 各種のアプリケーションに対応した標準的な構成定義ファイルを提供することにより、ユーザーにとって複雑なゼネレーションが不要となる。
- (2) 対話端末から対話形式で構成定義ファイルを作成、修正するだけで、システムの作成及び変更ができる。
- (3) 分散処理機としてのE-800のディスクに、中央システムから構成定義ファイルを送信することにより、いちいちプログラムを送り直すことなく、各地のシステムの構成の変更と管理を中央システムで一括して行なうことができる。

3.6 適合分野

DPOSは、トランザクション処理を中心に、スプーリング機能を含めたバッチ処理まで並行して実行できるシステムであり、ネットワーク分散処理、センサベースと技術計算、対話形処理及びこれらの混合システムを主な適合分野としている。

4 E-600システム

4.1 ハードウェアの構成

E-600のハードウェア構成を図6に示す。

4.2 ソフトウェアの構成

E-600を支援するOSのPS1(Programming System the 1)は、全プログラムがプログラムプロダクトとして提供される。図7にPS1プログラムプロダクトの一覧を示す。

4.3 PS1開発のねらい

PS1開発のねらいは、分散処理時代に適したコンパクトな対話処理志向のOSの実現と、ミニコンピュータの課題であるシステムの生産性、拡張性の向上である。

4.4 対話処理志向システムの実現

対話処理を効率良く実現するために、シンプルなプログラム構造をとるとともに、強力な対話モニタ、ファイル構造及びテキストエディタに重点を置いて開発した。

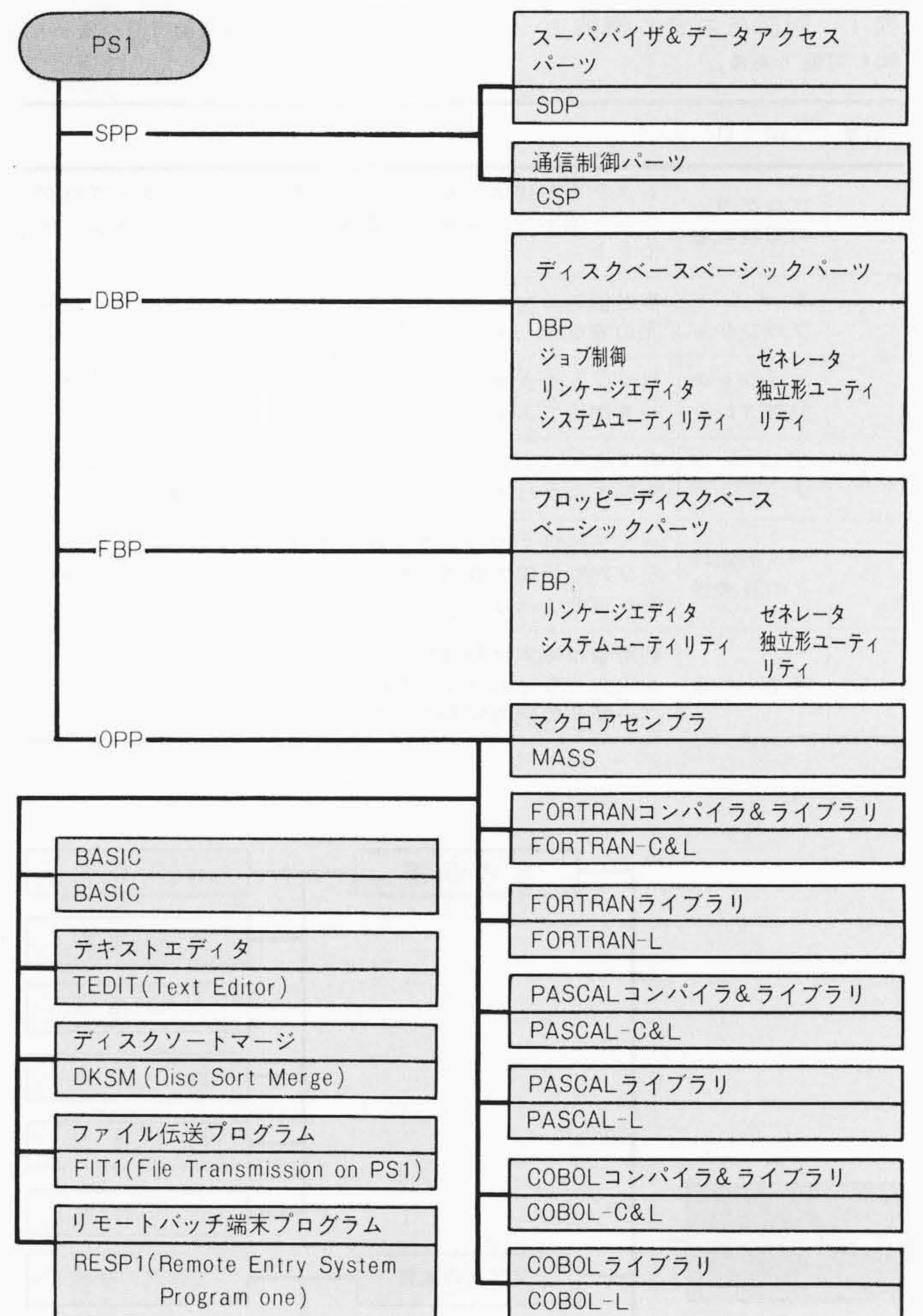
ファイル構造は、図8に示す構造をもち、ディレクトリがユーザー対応に作成できる。更に、対話モニタ使用時は、アクセスを開始するディレクトリの指定ができるので、目的のデータセットを効率良くアクセスすることができる。

対話モニタは、表1に示す機能をもち、どの対話端末からも実行を指示することができる。

テキストエディタは、図9に示す機能をもち、かつ対話端末のCRT(Cathode Ray Tube)を画面として使用するタイプのものである。テキストエディタの処理対象ファイルは、ソース、マクロ及びデータファイルである。テキストエディタは、複数の対話端末から同時に使用することができる。

4.5 システムの生産性、拡張性の向上

従来の16ビットミニコンピュータは、メモリに対するアドレス能力の制限により、OSに多くの機能を付加できず、システムとしての生産性、拡張性に問題があった。E-600システムでは、HITAC 10 IIとのアーキテクチャ上の互換性を維持しながら、メモリに対するハードウェアのアドレス指定能



注：略語説明
 PSI(Programming System the 1)
 SPP(System Parts and Package)
 DBP(Disc Base Basic Parts)
 FBP(Floppy Disc Base Basic Parts)
 OPP(Optional Program Parts)
 TEDIT(Text Editor)
 DKSM(Disc Sort Merge)
 RESP1(Remote Entry System Program one)
 SDP(Supervisor and Data Control Parts)
 CSP(Communication Support Parts)
 MASS(Macro Assembler)

図7 PS1の体系 E-600のソフトウェアシステムPS1の構成図を示す。

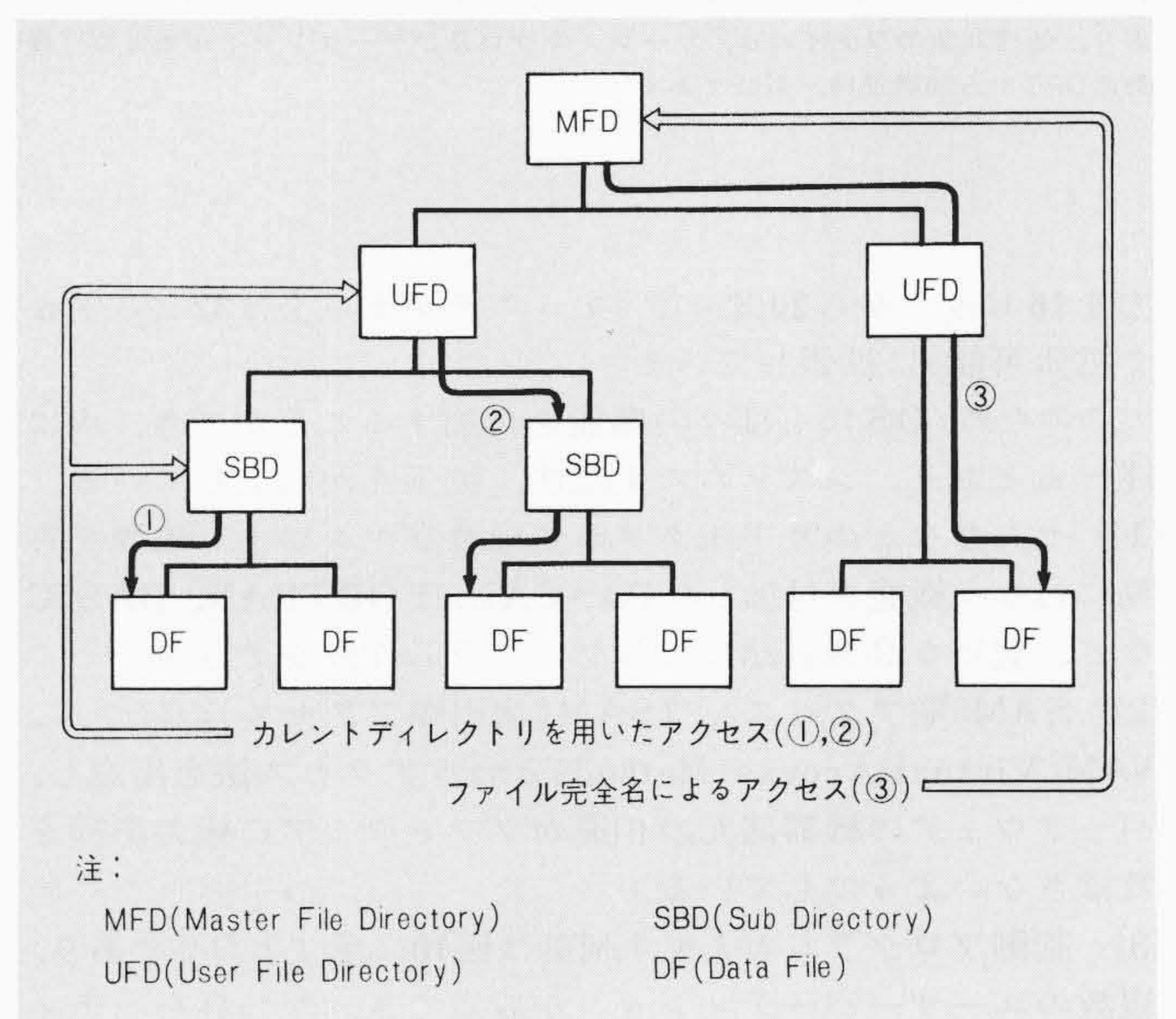


図8 ファイル構造の概念図 PS1のファイル構造は、ディレクトリがユーザー対応に作成でき、目的のデータセットを効率良くアクセスできる。

表1 対話モニタの機能 コマンドのカatalog化、連続実行及び実行制御も可能である。

項番	項 目	概 要
1	プログラムの即時起動	システムが提供するコマンドのほかに、ユーザープログラムを端末からコマンドで直接呼び出し実行することができる。
2	コマンドプロシジャ	複数個のコマンドをカatalogすることができ、これを一回の呼び出しで実行することができる。
3	コマンドの制御フロー	コマンドカatalog時、IF-THEN-ELSEなどの制御フローを使用できる。
4	プロンプティング	利用者が入力したコマンドに指定項目の不足がある場合、対話モニタは不足部分の項の再入力を要求する。
5	バッチ処理との互換性	バッチ処理で作成したプログラムの対話処理での利用、及び対話処理で作成したプログラムのバッチ処理での利用が可能である。
6	機密保護	利用者は端末使用開始時、LOGONコマンドでパスワードを入力しなければならない。これにより、対話モニタはユーザーの機密保護を行なう。

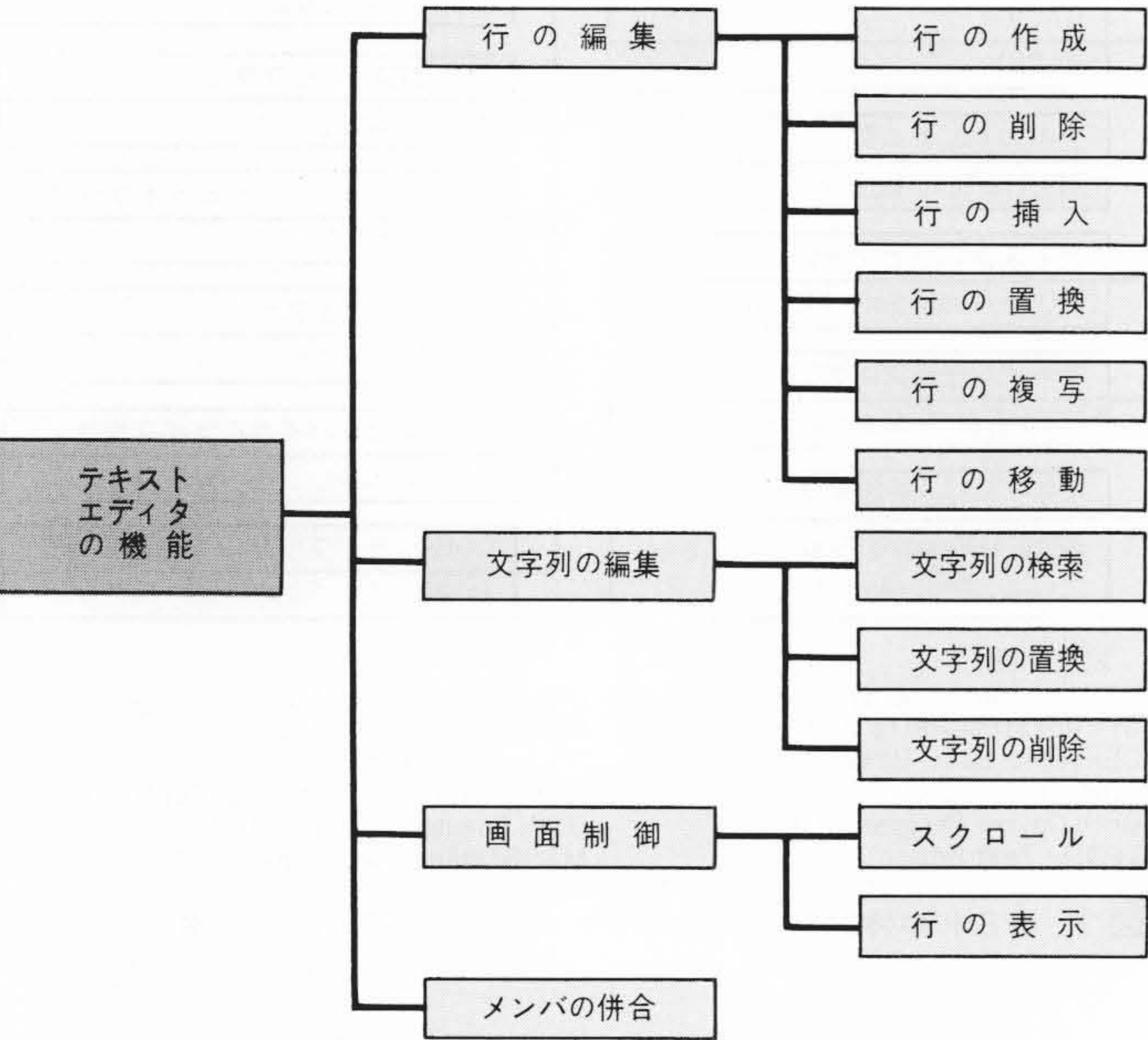


図9 テキストエディタの機能 フルスクリーンタイプのエディタであり、処理対象のファイルは、ソース、マクロ及びデータファイルであり、複数のCRTから同時使用が可能である。

力を16ビットから20ビット(アーキテクチャ上は32ビットまで拡張可能)に拡張している。

このため、OSにも種々の機能を付加することができ、次に述べるとおり、システムの生産性、拡張性が向上している。

(1) センサなどのリアルタイム処理及びオンライン処理を容易に行なう機能を付加したPASCAL, FORTRAN, BASICなど、豊富な高級言語によりプログラム作成ができる。

(2) SAM(順アクセス), ISAM(索引順アクセス)のほかに、VAM(Virtual Access Method)というアクセス法を用意し、ハードウェアの機器諸元の相違がソフトウェアに極力影響を及ぼさないようにしている。

(3) 制御プログラムのメモリ制御は図10に示すとおりであり、複数のユーザーパーティションが設定でき、かつ各パーティション内で一つのプログラムと複数のタスクが同時動作でき、システムの拡張性、利用率向上に富んでいる。

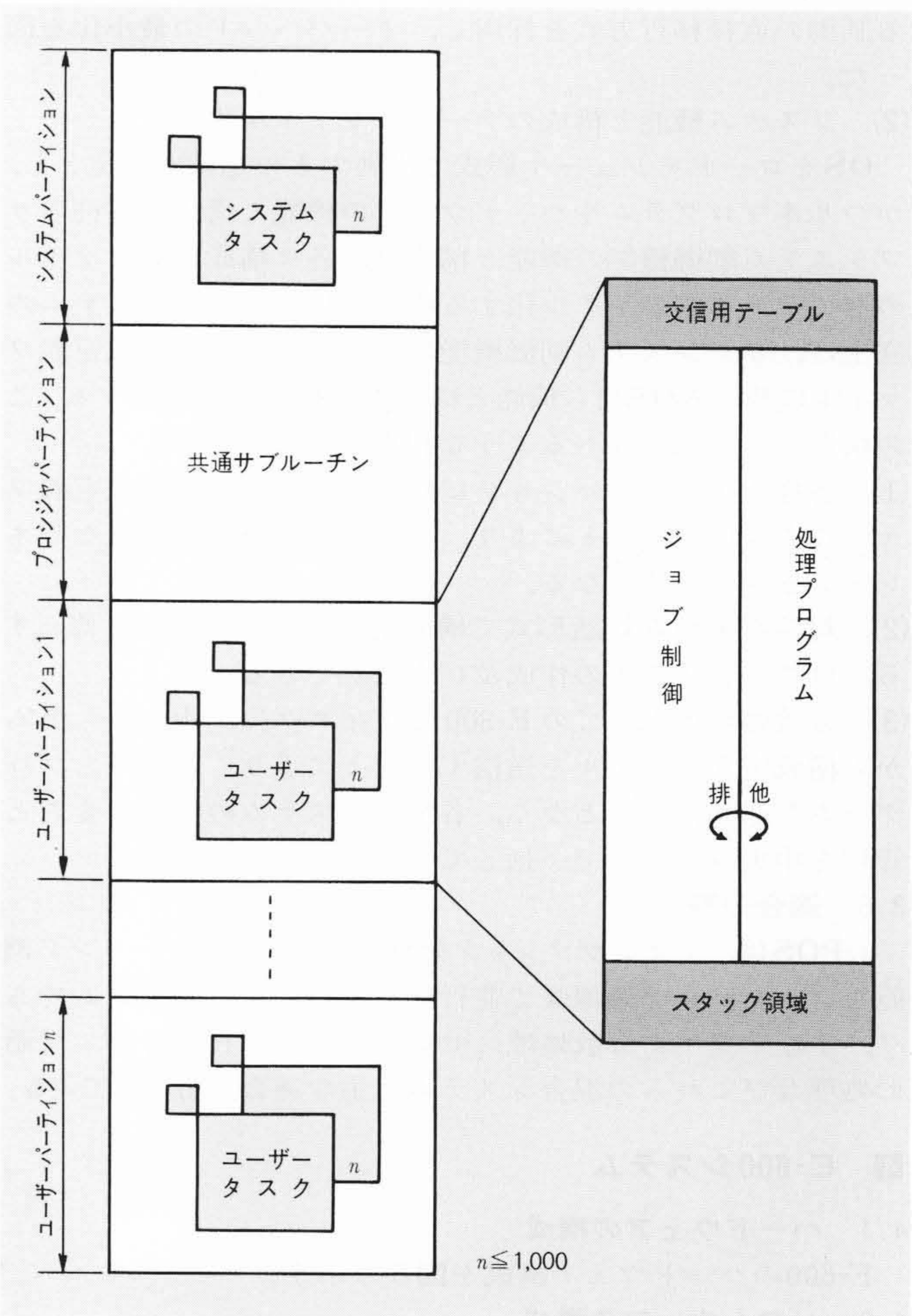


図10 メモリ分割の例 システムパーティションとユーザーパーティションに分かれ、各パーティションでは1本のプログラムと複数のタスクが同時動作が可能である。

(4) 以上述べたほか、オンラインプログラムの作成を容易にするための各種のプログラムも具備され、システムの生産性を向上している。

4.6 適合分野

コンポーネントミニコンピュータとして、OEM(Original Equipment Manufacturer)市場向けにハードウェア、ソフトウェアをモジュール化、パーツ化して、目的に応じた効率の良いシステムが構築できるようにしていると同時に、OEM、エンドユーザーでプログラム作成が容易になるよう高級言語、テキストエディタなどを完備した。また、分散処理ネットワークとしては、ネットワーク内の非“HNA”端末を支援するシステム内補間的なコンポーネントとして利用できるファイル伝送プログラム、リモートジョブエントリプログラムを標準装備している。

5 結 言

分散処理志向のシステムとして、以上述べた設計思想、特長をもつE-800/E-600の2機種を開発した。今後、分散処理システムの拡大、多様化に対処するため、両機種のエンハンスを実施していく考えである。

両システムの開発に当たり、終始種々の御指導をいただいた関係各位に対し、深く謝意を表わす次第である。