

分散処理システムの最近の動向

Trends of Distributed System

分散処理システムは、最近クローズアップされてきたシステム形態であり、EDP処理量の増大、システムの広域化に対する一つの方向として注目され、今後着実に発展していくものと予想される。この分散処理システムでは、ネットワークアーキテクチャの定着、小形コンピュータの高機能、低価格化及び分散処理システムの維持管理を支援するソフトウェアなどが必要とされている。ここでは、分散処理システムの背景及び技術的動向を説明するとともに、昭和55年に発表したDPOSシステム、昭和56年2月に発表したECS/VTAM、ECS/NCP及び分散処理システムの集中管理ソフトウェアについて、その特長及び今後の方向について論述する。

池田俊明* Toshiaki Ikeda
兼子忠彦* Tadahiko Kaneko
檉尾次郎** Jirô Kashio
横山建夫*** Tateo Yokoyama

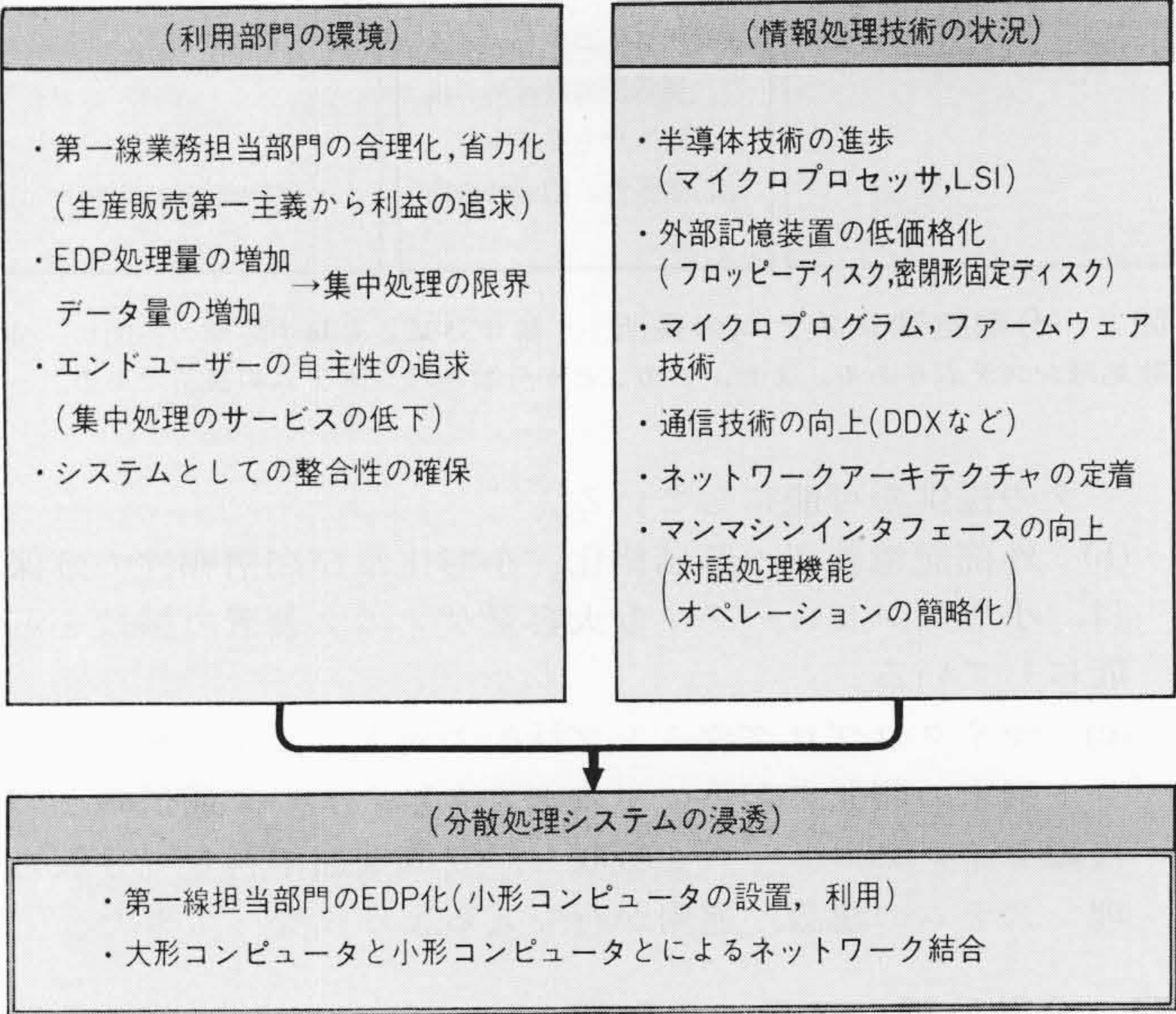
1 緒 言

数年前から各種論文、学会などで研究、報告されてきた分散処理システムは、近年現実のシステムとして具体化しつつある。

この分散処理システムが実現可能となった背景には、LSIに代表されるハードウェア技術の向上による小形コンピュータの高性能化、低価格化とデータ通信技術の向上、更にマンマシンインタフェースを改善したソフトウェアなどの出現が大きな要素となっている。

一方、利用面からみると分散処理システムは、増加するEDP (Electronic Data Processing) 処理をホストコンピュータで吸収していく集中処理の限界から、データ発生地点にある各々のコンピュータで処理を行なうことによって応答時間を短縮、エンドユーザーへのサービスを向上させる長所をもち、更にこれら複数のコンピュータをシステムネットワークとして有機的に結合し、システム全体の整合性をも確保できるという点で評価され、採用される傾向にある。

本稿では、分散処理システムが脚光を浴びてきた背景をまとめるとともに、分散処理システムを実現するためのハードウェア、ソフトウェア技術の動向について説明する。更に、日立製作所の分散処理システムでの中心的なソフトウェアの目的と特長について述べる。



注：略語説明
EDP (Electronic Data Processing) DDX (Digital Data Exchange)

図1 分散処理システムの背景 利用部門からのEDP化の拡大とそれを支える情報処理技術によって、分散処理システムが浸透してきた。

2 分散処理システムの背景と動向

(1) EDP処理量の増大と分散処理システム

図1に分散処理システム建設の背景となるユーザーニーズの動向をまとめた。

作業の効率向上、サービスの改善は、大量データの集計、演算処理などのほかに、伝票発行など手作業で行なっていた仕事もEDP処理の対象となり、その範囲が拡大することになる。このため、専門のEDP部門だけでは、増加するEDP処理を吸収できず、利用部門が独自に小形コンピュータを設置し、EDP化を図る傾向にある。

しかし、この小形コンピュータによる独自のEDP化とともに、部門間でのデータ、プログラムの重複による作業の増大及び各々のデータの格納方式、並びに形式の不一致による混乱が、問題となってくる。

分散処理システムへの期待は、図2に示すすべての処理を

大形コンピュータでまとめて行なう集中処理システムと、先に述べた小形コンピュータによって、各部門で全く独自にEDP化する複数の単独システム (非集中処理と呼ぶ。) の両方の欠点を補った点にある。

すなわち、アプリケーション (処理) は分散させながら、複数のコンピュータがシステムネットワークによって、情報処理システムとしての整合性を保持するシステムを要求していることを示している。

(2) 情報処理技術の向上

図1に示したハードウェア、ソフトウェアの基礎技術の向上は、分散処理システムの実現を可能にした大きな要因である。主だったハードウェア技術は以下に述べるとおりであり、ソフトウェア技術の詳細は4章以降で説明する。

(a) 超LSI技術の進歩は、低価格、高性能な小形コンピュ

* 日立製作所ソフトウェア工場 ** 日立製作所システム開発研究所 工学博士 *** 日立製作所旭工場

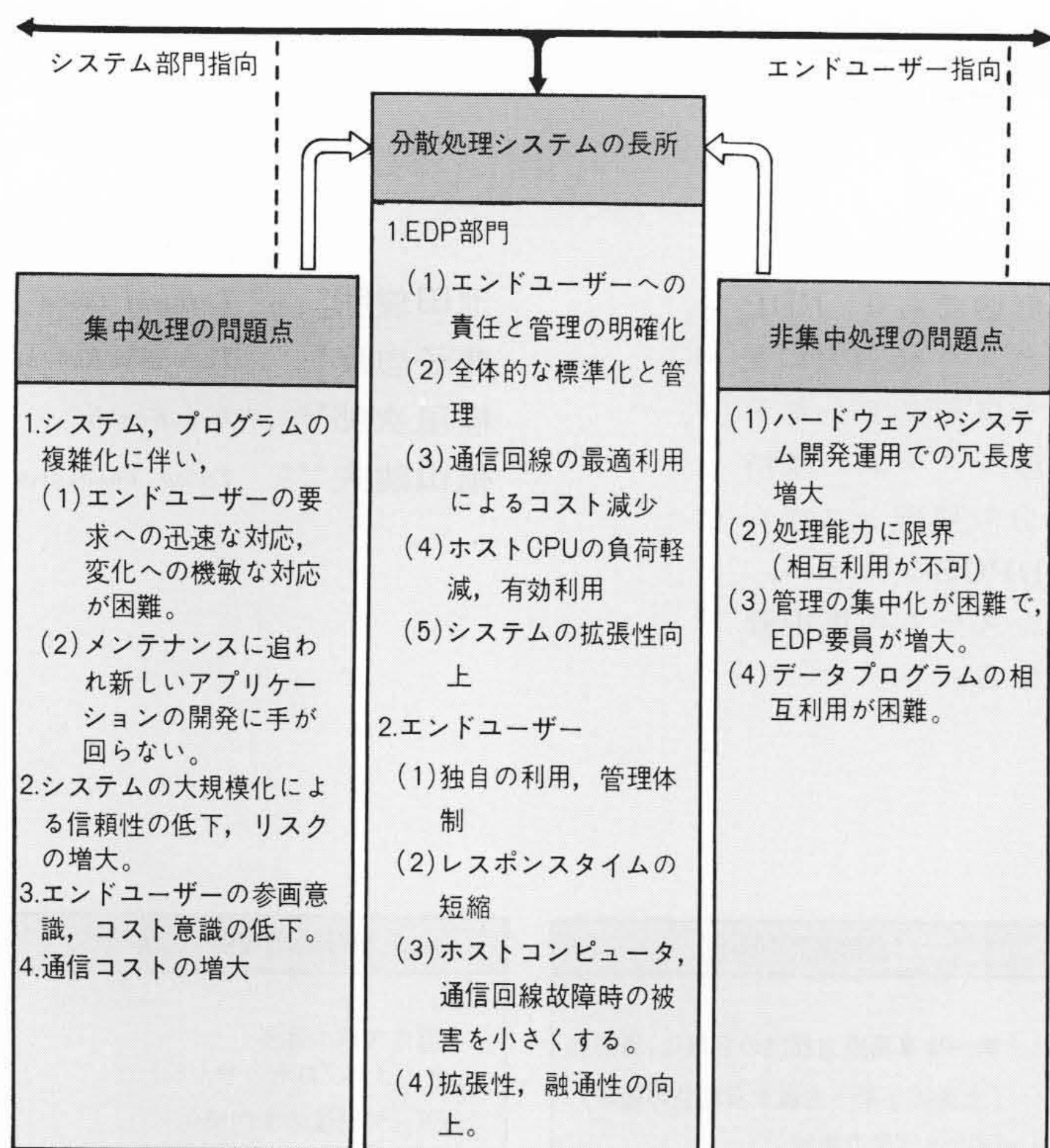


図2 分散処理システムの長所 集中処理と非集中処理の中間に、分散処理システムがある。また、このことが分散処理システムの長所である。

ータの提供を可能にしている。

(b) 外部記憶装置の低価格化、小形化及び高信頼性の確保は、小形コンピュータにも大容量ディスク装置の接続を可能にしている。

(c) マイクロプログラミング技術の向上は、インテリジェント端末の開発を容易にするとともに、データ通信網との複雑なインタフェースを吸収し、安価な通信料金で分散処理システムの建設、運用が行なえるようになってきた。

3 分散処理システムの形態

分散処理システムのシステムネットワーク構成は、図3に示す3形態(A, B, A+B)に分類できる。

これらの形態は、ネットワークアーキテクチャとの関連が深く、以下の要因で区分できる。

- ① システムネットワークでの回線、端末などの構成要素の起動、停止及び状態管理を行なうホストコンピュータが1台(Aの形態)か、複数台(Bの形態)かの違い。
 - ② 分散処理システムによって、広い範囲に散らばったプログラム、ファイルなどの資源の変更維持管理を1台のホストコンピュータに集中する(Aの形態)か、しない(Bの形態)かの相違。
 - ③ アプリケーション(処理)の分散方法とその関連性
- (1) 階層形分散処理システム(垂直分散処理システム)

このシステムは図3のAに示す形態であり、この形態では、分散された小形コンピュータで各部門の独自の業務を行ない、高度なプログラムが必要な業務は、データ通信網を使用して、ホストコンピュータに依頼するケースが多い。

更に、ホストコンピュータと小形コンピュータ間のデータの関連性が強く、ホストコンピュータで作成したファイルを、小形コンピュータで使用する処理形態が多い中央集権的な要素が残ったシステム形態である。

各小形コンピュータに、専門のEDP要員を配置できない場

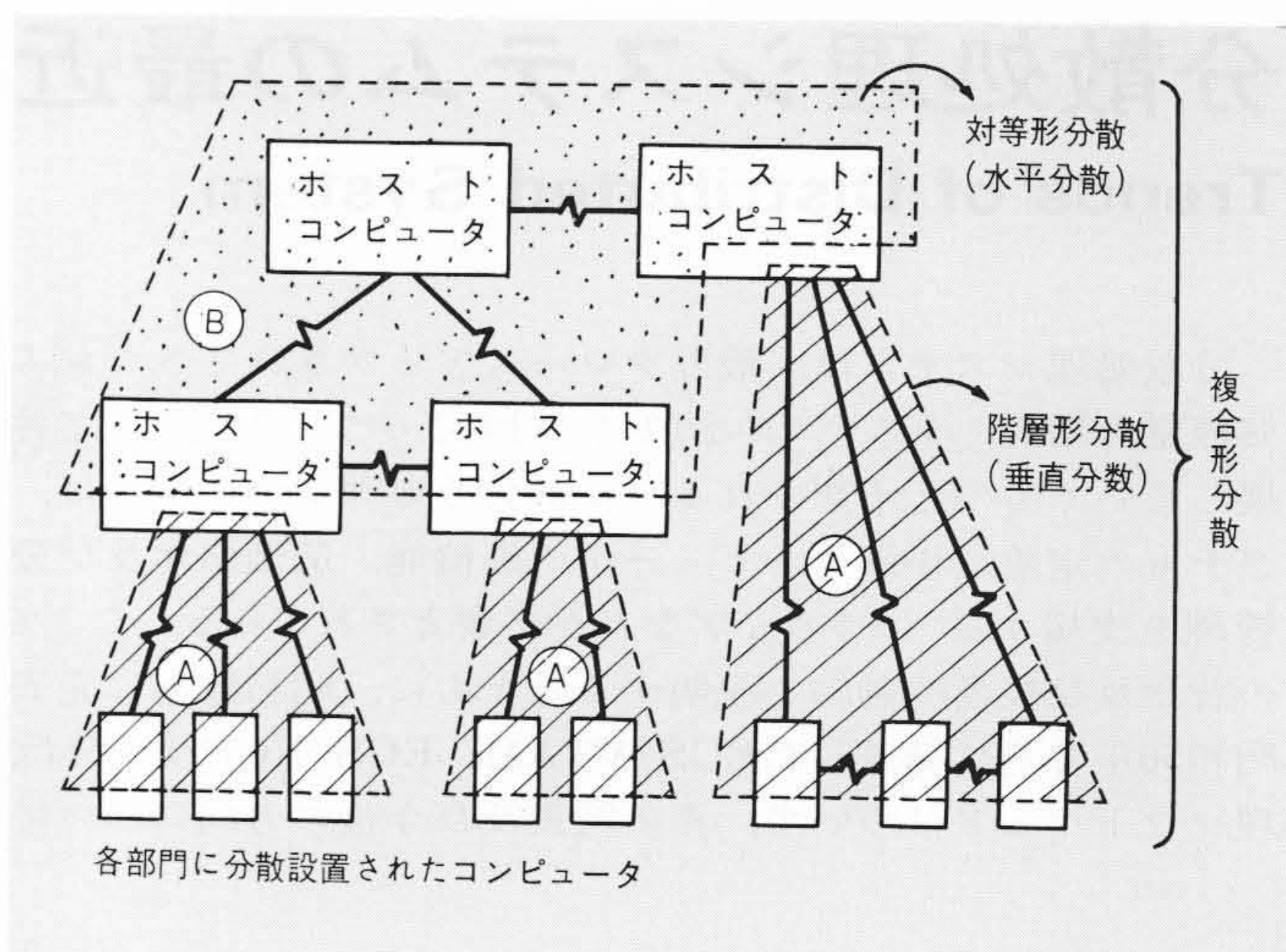


図3 分散処理システムの形態 分散処理システムの形態は、大きく三つ(A, B及びA+B)に分類できる。

合が多く、ホストコンピュータによる集中運用が望まれる。この集中管理は、小形コンピュータの運転制御、プログラム、ファイルなどのホストコンピュータによる変更維持管理などである。

また、ネットワークアーキテクチャの構成からみると、単一システムネットワークとしてとらえることができ、ホストコンピュータに、分散された小形コンピュータ及び通信回線の起動、停止、状態管理を集中化した形態である。

(2) 対等形分散処理システム(水平分散処理システム)

図3のBの形態であり、ネットワークアーキテクチャの構成からみると、複数システムネットワークが必要となる。

この形態では、複数ホストコンピュータの類似性を利用して、負荷分散(ロードシェア)を図りながら、相互のデータ、プログラムなどの資源を共同利用するケースが多い。

システム運用は、各ホストコンピュータごとに最適化を図っており、独立していると言える。

(3) 複合分散処理システム

図3のAとBが共存する形態である。

4 ネットワークアーキテクチャの動向

4.1 分散処理システムとネットワークアーキテクチャ

ホストコンピュータと端末装置を通信回線で結合したオンライン形態[図4(a)]では、次の三つを定めればホストコンピュータ内の適用アプリケーションと端末装置との通信方式が規定できた。

- (a) フィジカル制御：モデムなどのDCE(回線終端装置)との電気、物理インタフェースと信号線の制御
 - (b) データリンク制御：ノードとそれに隣接するノードまでのデータ転送制御(データ伝送手順)
 - (c) プレゼンテーション制御：キーボード入力形式やディスプレイ画面定義といった端末装置入出力データ形式
- しかし、分散システムを指向したシステムネットワークでは、ホストコンピュータと小形コンピュータ間での各種アプリケーションの実行、データの関連性の保持及びシステムの運轉管理のため、異なった形式のデータを交換することになり、次の制御を追加する必要があるが生じた。

- (d) セッション制御：複数台の端末を制御する端末コントロールや小形コンピュータとホストコンピュータの間では[図4(b)]、データリンク制御のほかに、各アプリケーション

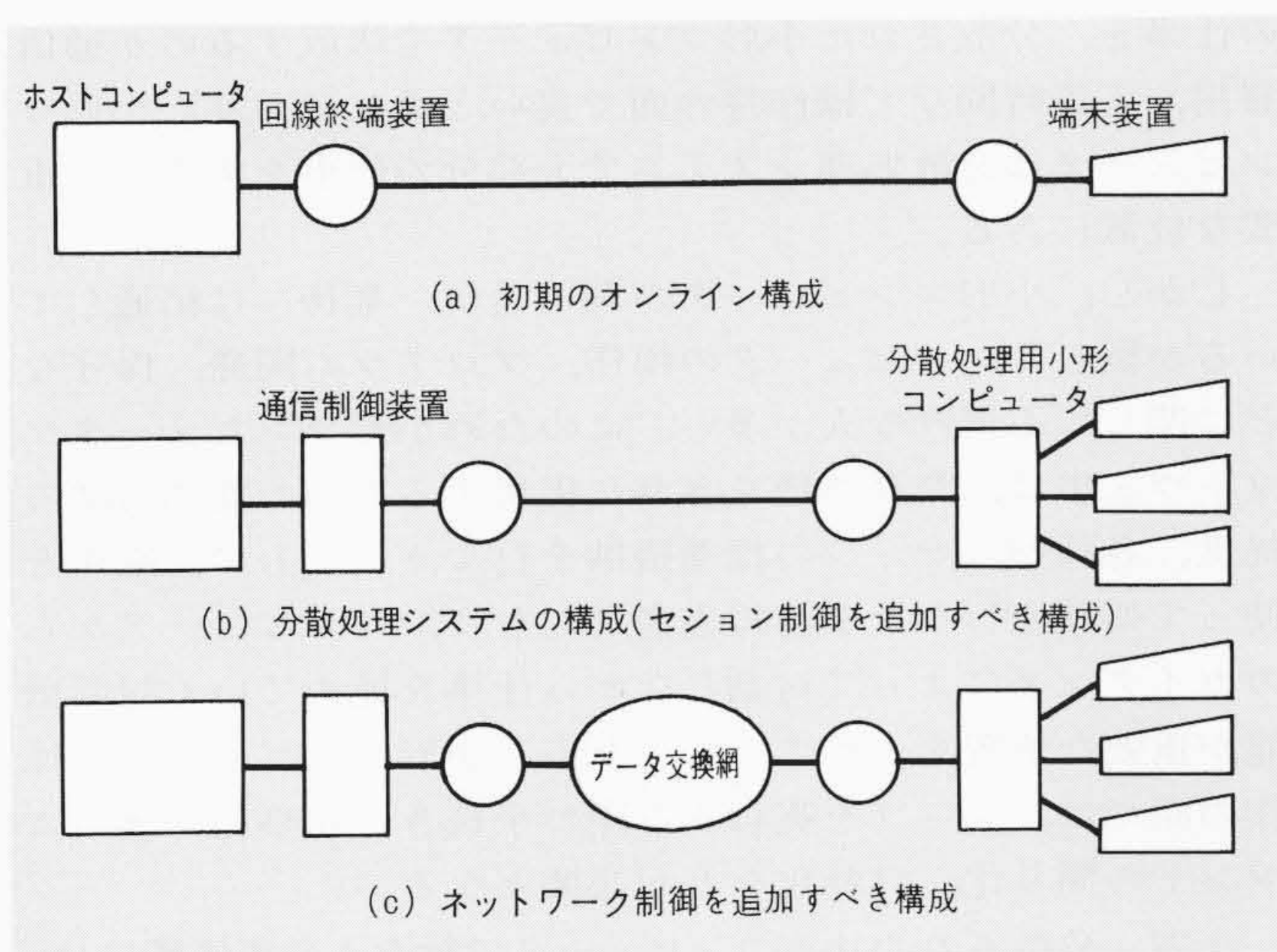


図4 ネットワーク構成の発展に伴う制御機能の追加 ネットワーク構成が図の(a)から(b)、(c)へ発展するに伴い、セッション制御、ネットワーク制御が必要になってきたことを示す。

ンごとにセッションと称するコネクションを設け、送信制御、流量制御、応答制御及び同期制御を行なう必要がある。もしこの制御がなければ、各々のアプリケーションは、相互に干渉の度合を少なくして、それぞれのデータを交換できなくなる。

“HNA”(“Hitachi Network Architecture”)では、この制御を更に転送制御と経路制御に分けている。

(e) ネットワーク制御：公衆パケット交換網を使用したり、複数の中継ノードを経由して、最終の目的ノードまでデータを送る場合〔図4(c)〕には、最終の目的ノードまでの接続を行なうための経路制御などが必要となる。

その他、網の種別の相違を吸収してデータを透過に転送するトランスポート制御(“HNA”では経路制御という。)の追加、アプリケーションや端末種別の増大に対するプレゼンテーション制御の拡充が必要になってきた。

すなわち、このように多くの制御が必要になると、それぞれの制御の範囲と方式を明確にし、階層的に整理したネットワークアーキテクチャを定めておかなければ、ネットワーク構成を拡張した場合、膨大なソフトウェアを何度も作り直さなければならない。“HNA”は、この目的を果たすために設定したネットワークアーキテクチャである¹⁾。この“HNA”に沿ったハードウェア、ソフトウェア製品を採用することによって、以下に述べる効果がある。

- (1) システムネットワークを構成するハードウェア、ソフトウェア及び通信媒体のインタフェースを整理、標準化しており、システムのネットワーク化が容易となる。
- (2) ネットワーク資源を有効に利用できる。
- (3) ネットワーク構成に左右されないプログラムの開発が可能であり、システムの拡張性が向上する(透過性の確保)。
- (4) 標準的なネットワーク管理機能の提供により、分散処理システムの信頼性、保守性及び安全性が向上する。

4.2 ネットワークアーキテクチャにおける標準化の動向

ネットワークアーキテクチャは、IBM社をはじめとして、国内外のコンピュータ各社から発表され、それぞれのアーキテクチャに沿ったハードウェア、ソフトウェア製品を提供している。

しかしこれらのアーキテクチャは、コンピュータメーカー各社内に閉じた規定であり、異機種間での分散処理システム

建設に当たっては、それぞれのネットワークアーキテクチャのもつインタフェースを変換するソフトウェア、ハードウェアが必要となる。このため、ネットワークアーキテクチャの適用範囲を拡大するため国内、国際間で各種の試みと検討が行なわれている。この代表的な例として、日本電信電話公社を中心にして、仕様を公開し、開発推進中のDCNA(Data Communication Network Architecture)、及びISO(国際標準化機構)で研究中の開放形システム間接続(基本参照モデル)がある。これらのネットワークアーキテクチャの検討状況を、“HNA”と関連づけて説明する。

(1) DCNA

DCNAは日本電信電話公社と、株式会社日立製作所、日本電気株式会社、富士通株式会社、沖電気工業株式会社の共同研究(第一期昭和52年～54年度、第二期昭和55年～57年度)により定められるネットワークアーキテクチャである。制定された接続規定は逐次DCNAプロトコルマニュアルにより公開されている²⁾。DCNAは昭和55年7月にサービスが開始されたDDX(Digital Data Exchange)パケット交換網の有効利用を重視している。日立製作所では、“HNA”とDCNAの基本部分を融合させながら製品開発を進めている。

(2) 開放形システム間接続(基本参照モデル^{3),4)}

ISOのTC97(コンピュータと情報処理を扱う技術分科会)でも異種システムの相互接続の重要性を認め、昭和52年新たに開放形システム間の接続(OSI:Open Systems Interconnection)の標準化を検討する分科会SC16を設けた。

SC16では、まずネットワーク制御全体をどのような階層構造に分ければよいかを議論し、昭和55年11月に、図4に示す七つの階層から成るOSI(基本参照モデル)が標準化草案(Draft Proposal)としてまとめられた。

しかし、アプリケーションに近いトランスポート層、アプリケーション層の国際標準プロトコルは含まれてなく、SC16で検討中である。したがって、“HNA”とISO基本参照モデルとの対応づけを確認することは現時点ではできないが、およそ図5に示すように関連づけられる。

4.3 ECS/VTAM, ECS/NCP

“HNA”では、これまでVTAM(Virtual Telecommunication Access Method)、NCP(Network Control Program)で1台のホストコンピュータによる単一システムネットワークを支援してきた。

今回、大規模ネットワーク構成へ対応を強化したECS(Ex-

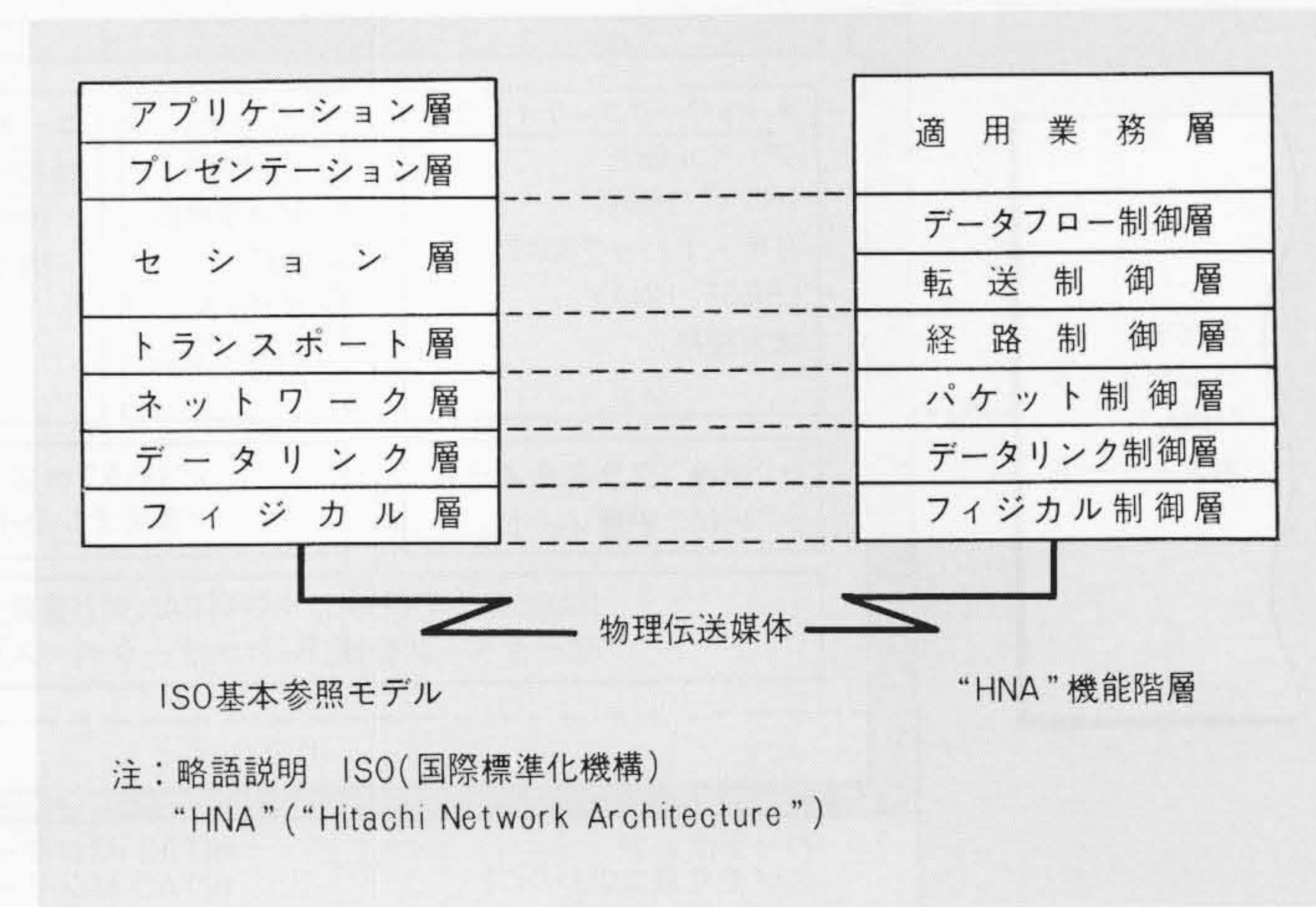


図5 ISO基本参照モデルと“HNA”機能階層との対応 ISOの現時点での検討の経緯から判断すると、基本参照モデルと“HNA”との機能階層は大体図に示す対応づけが可能である。

tended Communication Support)/VTAM, ECS/NCPの提供により、複数のホストコンピュータから成る対等形分散処理システム(複数システムネットワークともいう。)の建設が可能になった。

ECS/VTAM, ECS/NCPの複数システムネットワーク機能は、大規模システムネットワークで効率の良いデータ伝送、ネットワーク資源の共用利用範囲の拡大などを図っており、分散処理システムでの中核製品として重要な役割を果たしている。

また、今回新たに開発したNTIP(Network Terminal Interface Program)は、既に設置済みの無手順端末を改造することなく、“HNA”システムネットワークに組み込む機能を持っており、複数ホストコンピュータで動作するTSS(Time Sharing System)を任意に選んで会話ができるようになった。

これらのECS/VTAM, ECS/NCP, NTIPを使用すると更に以下の効果を得ることができる。

- (1) DDXなどのデータ通信網を使用でき、通信費用を削減できる。
- (2) 通信制御装置を複数ホストコンピュータで相互利用できる。
- (3) コンピュータ間のデータ通信網を使用したデータ送受信と同様に、単一コンピュータ内の複数アプリケーション間のデータ交換ができ、システムネットワークのテストを容易にするとともに、アプリケーションの結合の自由度を増している。
- (4) 障害復旧機能、障害発生機器の状態表示機能を充実して、システムネットワークの信頼性の向上を図るとともに、ネットワーク管理者の操作性を向上している。

なお、以上のソフトウェア及びその長所は、HITAC Lシリーズ及びVOS 1 (Virtual Storage Operating System 1) システムで動作する“HICOP”(“HNA Subhost Communication Program”)及びDPOS(Distributed Data Processing Operating System)システムと結合することによって、階層形分散処理システムにも適用できる。

5 小形コンピュータソフトウェア

5.1 小形コンピュータに要求される機能

分散処理システムは、EDP化範囲をよりエンドユーザーまで拡大し、作業の効率化及びサービス向上を図ることにある。一般に階層形分散処理システムでは、システム全体の8割

の仕事を、分散された小形コンピュータで吸収するのが通信費用、応答時間など操作性の面で良いとされており、小形コンピュータは分散処理システムで大部分の仕事を実現する重要な位置にある。

しかし、小形コンピュータの利用者は、業務には精通しているが概してコンピュータの操作、プログラム開発、保守などに関して不慣れな人が多い。このため小形コンピュータソフトウェアは、業務処理を容易に実現するための簡易言語の提供、各種パッケージの標準提供を行なうとともに、端末を使って処理を行なう業務担当者に対して、コンピュータからのガイダンスによって対話しながら仕事を進めていく対話機能が重要な位置を占めている。更に、小形コンピュータの操作の面では、ジョブを実行する際の手続きの簡略化、運用コマンドの簡易化、自動化などが必要となる。

一方、分散された小形コンピュータで行なう業務処理には、従来大形コンピュータで行なっていた処理と同質の事務処理と、現場に設置された各種ハードウェアからリアルタイムに行なう情報収集処理、特殊機器によるデータエントリ業務など、異質な処理が存在する。このため、従来の小形コンピュータの分野では、ハードウェア、ソフトウェアとも目的に合わせて最適化を行ない、専用システムを構築する傾向にあった。しかし、近年のLSI技術の向上、マイクロプログラム開発技術は、これら異質な処理を汎用の小形コンピュータシステムで吸収できる高性能と、低価格化を実現している。更に、これらのハードウェア技術は、設置スペースの縮小化、設置条件の面での改善を果たし、一般オフィス、作業現場へのコンピュータの設置を可能にしている。

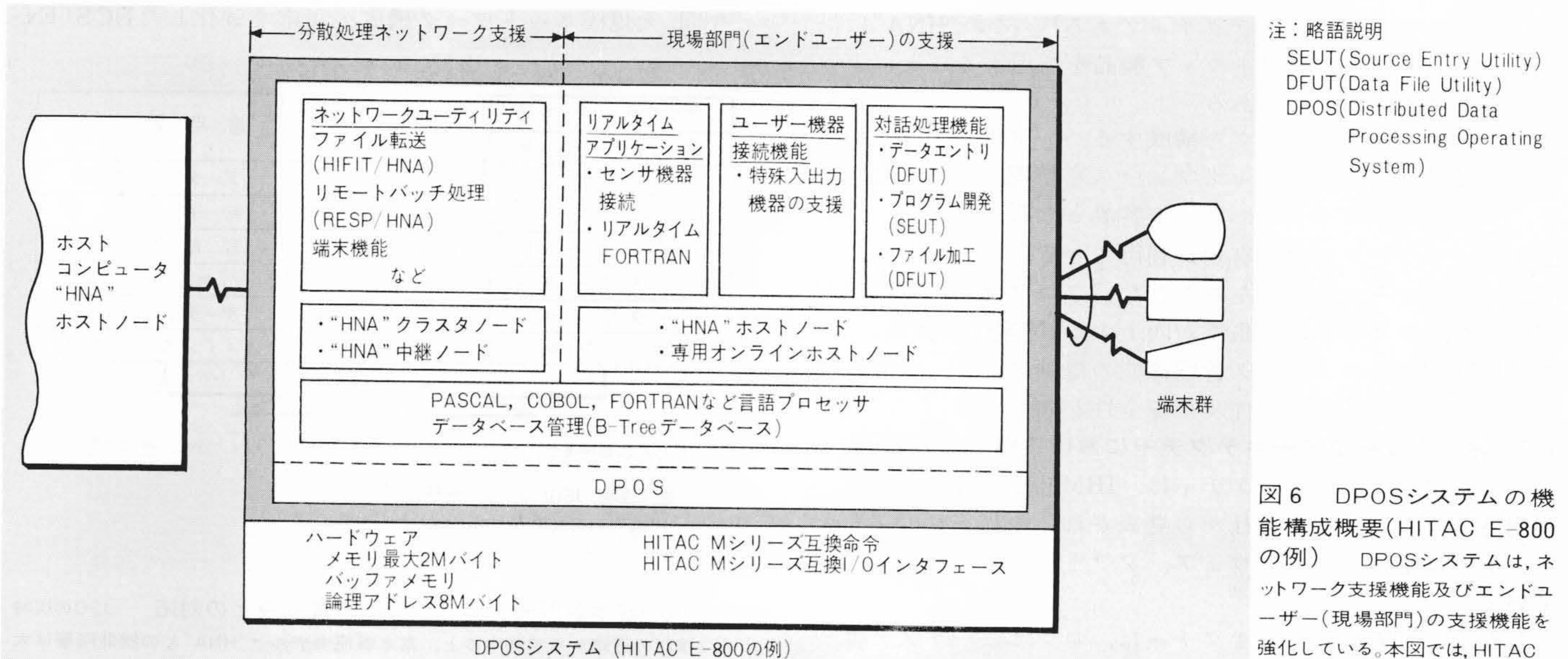
5.2 DPOSシステム

HITACの分散処理システムでは、既にHITAC Lシリーズコンピュータシステムを提供してきた。今回更に、DPOSシステムにより、多様化する分散処理システムへの対応を強化した。DPOSシステムは図6に示すネットワーク支援機能を強化するとともに、5.1で述べたエンドユーザー向け機能及び現場部門の各種機器を制御する機能を提供している。

本章では、このDPOSシステムの特長を中心に説明する。

(1) ネットワーク支援機能

DPOSシステムは、“HNA”ネットワークで以下に述べる三つの形態をとることができ、柔軟なネットワーク構成を組む



ことができる。

(a) HITAC Mシリーズホストコンピュータのクラスタ装置^{*1)}となる。

(b) DPOSシステムがホストコンピュータシステムとなって、各種制御機器、端末からのデータを処理する。

(c) データ送受信処理の中継を行なう。

特に前記(a)の形態で、ホストコンピュータと結合した場合が階層形分散処理システムでありDPOSシステムでは、VOS0 (Virtual Storage Operating System 0)～VOS1で実績のある^{*1)}、図7で示すリモートバッチワークステーション機能、ファイル転送機能などが利用でき、ホストコンピュータのリソースを使用して高度なデータ処理を実現したり、DPOSシステム内のファイル、データをホストコンピュータに転送し、処理したのち再度受け取ることができる。

またDPOSシステムでは、小形コンピュータシステムの特徴を保持しながら、データ形式、データ処理命令形式、アドレッシング方式、言語仕様などについてHITAC Mシリーズホストコンピュータとの整合性を考慮しており、ホストコンピュータの財産を、容易かつ有効に使用することができる。

(2) エンドユーザー(現場部門)支援機能

DPOSシステムは、対話処理機能によって、最大64台のワークステーションから、日常発生する業務を直接指示し実行する機能を提供している。この機能によって、エンドユーザー業務をホストコンピュータとは独立に行なうことができる。

一方、第一線業務部門の広範な仕事を実現するために、従来ミニコンピュータが支援していた計測器、制御盤、自動化機器などの制御機器を接続したリアルタイム制御機能も充実している。更に、特殊なハードウェアを容易に接続するためのインタフェース(ユーザー機器接続機能)を提供しており、柔軟性に富んだシステムを建設できる。

プログラミング機能の面では、PASCAL, COBOL, FORTRANなどの豊富な言語処理プログラムとデータベース管理機能を用意しており、幅広く各種のシステムを容易に建設できる。

6 ホストコンピュータ集中管理ソフトウェア

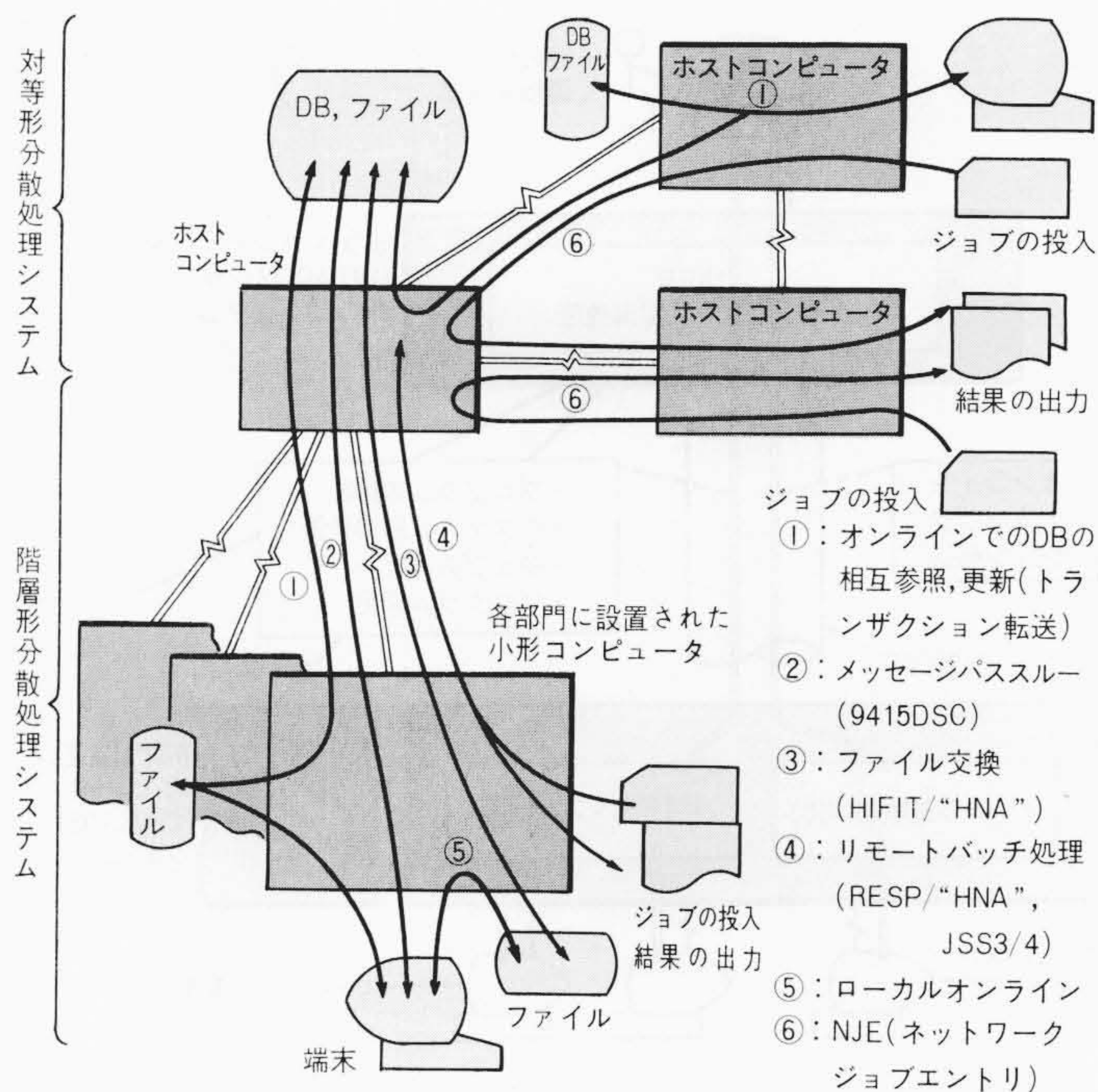
4章で説明した小形コンピュータの利用環境から、階層形分散処理システムでのホストコンピュータには、以下に述べる機能が必要となる。

- (1) 小形コンピュータシステムのオペレーションをホストコンピュータから行なうための運転管理機能
- (2) 分散設置された小形コンピュータシステム群に必要なプログラム、ファイルといった資源を、ホストコンピュータが配布、収集、管理する資源の集中維持管理機能
- (3) プログラムの集中開発のための機能

“HNA”による階層形分散処理システムで、ホストコンピュータが実現する分散機の運転管理機能と、分散処理システムの資源の集中維持管理機能について説明する。

6.1 運転管理機能

図8はホストコンピュータがVOS3システムで現場部門に設置されたDPOSシステムないしはVOS1システムの場合を



注：略語説明

DB(Data Base)
 HIFIT(High Level File Transmission Program)
 RES(Remote Batch Work Station Program)
 DSC(Data Stream Compatibility)
 JSS(Job Spooling Sub System)

図7 アプリケーションの分散を支援するネットワークユーティリティ “HNA”の提供するネットワークユーティリティの機能を情報転送の流れで示す。

示している。

図8の対話制御機能を実現するHCCF (Host Command Control Facility)は、ホストコンピュータに接続されたビデオディスプレイ端末からオペレータが直接DPOSシステム、又はVOS1システムのコマンドを投入したり、対話的にプログラムを診断、変更を行なって、各部門に分散された小形コンピュータの運転を管理でき、小形コンピュータを利用するエンドユーザーは業務処理だけに専念できることになる。

ホストコンピュータのオペレータが、このHCCFによって操作できる機能には、以下のものがある。

- (1) システム制御コマンド(DPOSシステムだけ)の投入
- (2) 対話処理用コマンドの投入
- (3) コンソール画面の検索
- (4) プログラムの対話による修正、開発
- (5) オンライントランザクションの投入
- (6) 仕事の実行、結果のチェック

6.2 資源の集中維持管理機能

階層形分散処理システムでは、各コンピュータに関連性の強いプログラム、ファイル、ジョブや保守情報などが、各々存在している。これらの情報、資源の維持、管理を、各部門ごとに実施した場合、プログラム世代の不一致、修正漏れなどが発生したり、保守に伴うEDP要員の増加を招くことになる。また、分散処理システムの責任者であるホストコンピュータのシステム管理者(EDP室)の負担が非常に大きくなる。

図9に示す分散処理システム用資源管理プログラムDISM (Distributed Systems Manager)は、これらの各種資源をホストコンピュータで管理し、指定時刻、若しくはホストコンピュータのオペレータの起動によって、あらかじめ決められ小形コンピュータに、配布・収集する機能を提供する。

※1) クラスタ装置：一次局であるホストコンピュータに対して二次局の役割をもつ装置を言う。特に、端末装置と区別するのは、リモートバッチ、ファイル転送、メッセージ転送など複数の処理をホストコンピュータに依頼したり、ホストコンピュータから受信することができる機能をもっている装置の場合である。

