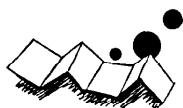


解説



分散処理技術†

関野 陽††

1. ま え が き

分散処理が注目を浴びてすでに数年になるが^{1)~5)}、今や分散処理は一部の研究者、技術者による試行錯誤的なシステム構築の段階から計算機の歴史における必然的発展方向として広く認められる段階へ入ってきた。従来から様々な意味に用いられてきた分散処理という言葉も、この過程の中でその意味するところがますます明確になってきたように思われる。今ではすべての計算機メーカーが分散処理を標榜した実用システムを提供しようという時代であり、また分散処理の研究者は先駆的研究で提起された種々の困難な問題に対して具体的な解決策を求められる時代である。

一般に、分散処理は複数台のプロセッサを含む計算機システムの上でシステム内に分散された各種資源を最適に利用しながらアプリケーションプログラムを実行させる計算機技術の総称である。分散処理システムと呼ばれるものには、大局的に見るならば、

- 1) 計算機室内においてシステム資源の最適な分散化をはかるもの
- 2) 通信ネットワークによって地域的にシステム資源の最適な分散化をはかるもの

の2種類がある^{1), 3)}。本稿では前者を分散形マシン、後者を分散形(計算機)ネットワークと呼ぶことにする。分散形マシンは従来1台のプロセッサで構成していた計算機を何台かのプロセッサから構成することによってシステムの効率的な構造化をはかろうとするものである。これには各構成プロセッサにアプリケーション業務負荷を平等に分散させようとする負荷分散形のもの、各構成プロセッサを実行機能別に専用化してアプリケーション業務の特定機能を各プロセッサに分散させようとする機能分散形のものがある⁴⁾。一方、分散形ネットワークにはその広がり的大小によって狭

域ネットワーク(例えば同一敷地内)、広域ネットワーク(地域的な広がりをもつもの)等があるが、システム構造の観点からみれば各構成プロセッサ(計算機)を縦形に配置するものと横形に配置するもの等に大別される⁵⁾。この場合、システムを利用する事業体の組織構造、業務構造に適したシステム構造をもたせることによってシステムの効率的な構成を行う。

これらのシステムについては以下本稿にて詳論するが、分散処理システムは半導体素子技術に代表される近年の著しい計算機技術の進歩の結果、価格性能特性の優れた効率的な計算機システムの形態が現在大きく変化しつつあるという事実を反映するものといえる。したがって、本稿の初めに、まず計算機の価格性能の歴史を大づかみに振り返ってみることは分散処理技術の現状と今後を考える上で有益であろう。さて、計算機の歴史をそこに用いられた主要素子技術の世代によって時代区分するならば、第1世代の真空管、第2世代の個別トランジスタ、第3世代のIC、第3.5世代のMSI/LSI(中/大規模IC)、そして今後の第4世代のLSI/超LSIによる計算機という具合に6~7年周期の世代交代をくり返してきたことはよく知られている。一方、計算機ユーザはこのような世代推移に伴って、増大する業務を一層高機能高性能の計算機へと移行させる必要があるため、このために計算機メーカーはほぼ同程度の販売価格でありながら3~4倍程度の高性能を出しうるような、より高機能の後継機を新世代計算機として開発してきた。このような計算機の歴史をとくに価格性能の観点から各種クラスの計算機についてまとめると例えば図-1のようになる*。

ここで注目すべき1つの点は新世代技術による計算機世代の交代のたびに新しいクラスの計算機が出現し

* 本図では計算機の価格及び性能をそれぞれ各クラスの計算機システムの買取価格帯(桁)及び1秒当りの平均実行命令数で表す。但し、計算機の命令機能の大きさはクラスによって一般に異なる点に注意が必要である。計算機ユーザは計算機の世代交代にさいして同一クラスの計算機を使用していくのが通常であるので(図-1の矢印)、使用される計算機の価格帯は変わらずにその機能と性能だけが向上することになる。

† Distributed Processing Technology by Akira SEKINO (Computer Engineering Division, Nippon Electric Co., Ltd.).

†† 日本電気(株) コンピュータ技術本部

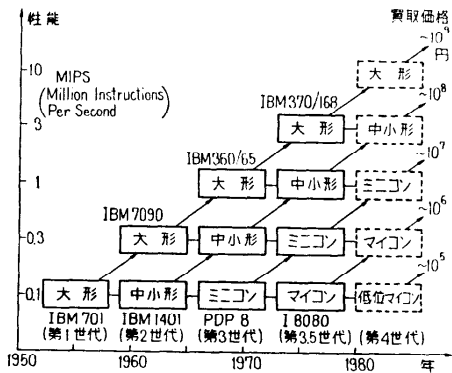


図-1 計算機の価格/性能の世代推移

てきたことである⁶⁾。例えば、第2世代には中小形計算機が、第3世代にはミニコン（ミニコンピュータ）が、第3.5世代にはマイコン（マイクロコンピュータ）が登場している。これは新世代技術の利用によって一世代前の最下位クラスの計算機とほぼ同レベルの機能性能をもつ新しい種類の計算機を1桁安い価格で提供することが可能になってきたからである。又、世代交代のたびに下位クラスの計算機がそれぞれ1クラス上位の計算機がもっていた機能性能を目標とした拡充をつみ重ねてきた結果、一定性能（例えば図-1で0.3 MIPS）に注目する場合、その性能を実現する計算機のクラスが世代ごとに下降してくるため、例えば第4世代のマイコンの中には第2世代の大形機にも匹敵する性能をもつものが現れるようなことになる^{**}。逆に、一定時点（例えば第4世代）に注目する場合には、機能及び性能が異なり、かつ価格が大きく異なるいくつかのクラスの計算機が存在することになる。

上述の計算機の歴史は、次の二点で今日の分散処理の必然性を決定づけていると考えられる。

- 1) マイコン等の超小形機の出現によって一昔前の中小形機並みの機能性能の計算機をきわめて安価に構成できるようになった。とくに、マイコンからそのCPUであるマイクロプロセッサだけを取り出してみると、それはことさらに安価であり（～10⁴円）、今や新しい電子機器構成上のシステムコンポーネントとして気軽に利用できる。
- 2) マイコン、ミニコン等の小形機ほどその価格性能特性が優れている。例えば図-1でいえば、今

日のマイコンの価格/性能比（買取価格/MIPS値）は大形機のそれよりも数十倍良い。

上記の1)の結果、マイコンは、かつてミニコンが工業応用という大きな計算機応用分野を切り開いた時と同様にきわめて広範な応用分野を開きつつある⁶⁾。又、2)の結果は、複数の小形機を用いたシステム構成が非常に効率のよいシステムを提供しうる可能性を示唆しているといえる。

これらのことから現在及び今後の計算機において小形機が従来以上に重要な役割りを果たすことが明らかであろう。この問題に関連して英国ケンブリッジ大学のM. V. Wilkesは、今後の計算機の構造に関する私見論文中で、多数の小形機からなる分散形マシンと分散形ネットワークの重要性を述べている⁷⁾。特に、分散形マシンでは主メモリを内蔵する多数の小形プロセッサを使用するアーキテクチャが有望であり、しかも多重プログラム制御を行うことは少なくなろうとしている。一方、従来からの単一プロセッサ（あるいは少数マルチプロセッサ）指向の大形機は今後はファイル/データベース機能、大量出力機能等に特徴のある計算機として使用されることになると述べている。

2. 分散形マシン

まず以下では、分散処理システムの中から分散形マシンをとり上げ、その出現の背景、その特徴と分類、更には実例、そして問題点等について説明する。

2.1 分散形マシンの出現と一般的考慮点

上に述べたように、小形機の価格/性能比が大形機のそれよりも格段に優れているのならば、小形機を多数使用して大形機を構成しようという発想が生れるのは当然である。こうして、ミニコンやマイコンを用いた分散形マシンの研究が始まっているが、まずこれらのシステムにおける主な考慮点を挙げてみよう^{8), 9)}。

- ① OSにおける多数プロセッサの制御方法
- ② ユーザジョブに対するプロセッサ割当ての方法
- ③ プロセッサ、主メモリ等のモジュール結合方式
- ④ プロセッサ間通信、プロセス間通信の方式
- ⑤ システム資源の平均的使用と競合の制御方法
- ⑥ システムの信頼性確保の方法
- ⑦ システムの拡張性提供の方法

分散形マシンでは一般にシステムのハードウェア、ソフトウェアの構造が著しく変化するものの、システムの構造が変わるだけであってユーザプログラムにまで対応する変更が生じることは少ないといってもよい。

^{**} 後述するように、第4世代のマイコンが第2世代の大形機と同様のアプリケーション業務に使用されるわけではないので、現実感覚としてこのように感じることは少ないかもしれない。

2.2 分散形マシンの分類

一般にいろいろな観点からの分類が可能であろうが、ここではとくに上記の①、②の考慮点を重視して次のように大きく分類することにする。

- 1) 負荷分散形 各プロセッサが同一機能をもっていて、ユーザジョブや OS が一様にどのプロセッサでも走行しうる形態のシステム
- 2) 機能分散形 各プロセッサがそれぞれ特定の計算機機能を実行するように専用化されている形態のシステム

前者は大形機におけるいわゆる密結合形少数マルチプロセッサ（通常 1～4 台）の思想を受け継ぐもので、アプリケーション業務の負荷が多数（例えば 10 台）のプロセッサに平等に分散されるため負荷分散形と呼ばれる。システム内に多くのプロセッサを含むため、与えられたユーザジョブを互いに並列走行可能な複数サブジョブに分解することによって単一ジョブに対して複数のプロセッサを割当てようとするシステムもある¹⁰⁾。全体的には、システム内のいずれのプロセッサに障害が発生してもシステムの縮退構成による継続動作が容易であるという特徴をもつ。一方、後者は、計算機の諸機能が特定機能専用のプロセッサに分散されるため通常機能分散形と呼ばれる⁹⁾。この形の計算機では計算機機能のプロセッサへの割当てかたがもっとも重要な点になるが、各プロセッサを特定機能専用に特殊化することによって汎用的な使い方以上に価格性能比を改善することができるという特徴をもつ。

これらの計算機では、システムを構成するプロセッサ、主メモリ等の多数のモジュールをどのような方式

で結合するかがプロセッサ間通信、プロセス間通信の性能を大きく決定する重要点となる。ハードウェアレベルの結合方式としては、図-2 に例を示すように、(1) バス方式、(2) マトリックススイッチ方式、(3) マルチポート方式等があり、要求される性能特性、構成上の柔軟性、コスト等に従って適切な方式が選択される¹¹⁾。

2.3 負荷分散形マシン

この形の計算機としてもっとも有名なのは、1970 年頃から研究が開始された米国カーネギーメロン大学の C. mmp システムであろう¹⁰⁾。これは簡単にいうならば、16 台のミニコン (PDP-11/モデル 20 及び 40) をマトリックススイッチ方式で最大 32 MB の共用主メモリと密結合構成し、大形機並みのシステム性能をもつ価格/性能比の優れた計算機を実現することをねらったシステムである。このために、Hydra と呼ばれる階層構造的特徴的な OS が開発されている。

その後、この数年間のあいだに国内外でいくつかのシステムが試作されている⁹⁾。これらのシステムでは、同形の多数の小形機の利用によって、システムとしての価格/性能比の改善、スループットの向上、システム構成上の柔軟性と信頼性の確保等を追求するのであるが、実際には以下のような困難な問題があり全般的に成功しているとはいえない。例えば、

- ① 大形機並みの機能性能を実現するには小形機の機能が適切でない場合が多い。
- ② 多数のプロセッサと共用主メモリを結合するスイッチでのアクセス遅延及び共用主メモリにおけるアクセス競合に起因する性能低下が大きい。
- ③ ユーザジョブの一般的な並列分解がむづかしい。

特に、C. mmp システムのように、ミニコンクラスの計算機で 2 クラス上位の大形機の実現をねらうような場合 (図-1 参照)、ミニコンの語長が 16 ビットであつたりするとデータ表現上の桁数とか主メモリのアドレス可能範囲等が問題になる。C. mmp システムでは PDP 11 のアドレス可能範囲 (64 kB) を拡大するためのハードウェア機構を準備したが、それでもプログラム走行時の性能低下への影響は大きいようである¹⁰⁾。この点に関連して、IBM 社の A. L. Scherr は図-3 を用いながら、計算機はその機能に適したアプリケーション業務に使用しないと本来の価格/性能比を発揮できないことを強調している¹²⁾。例えば、ミニコンは中規模以下のアプリケーション業務では本来の

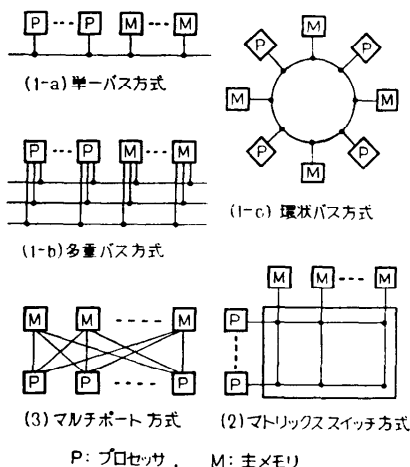


図-2 代表的なモジュール結合方式

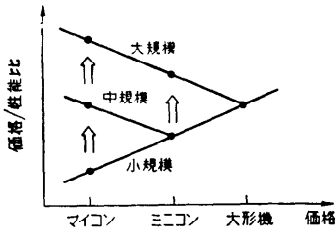


図-3 アプリケーション業務の規模と各種クラス計算機の価格性能比

価格/性能比を発揮するが、大規模なアプリケーション業務ではそうは行かないということである。負荷分散形マルチプロセッサ構成の妥当性は使用される構成プロセッサと実現目標となる計算機のクラスが近くない限りかなり困難になる。最近、カーネギーメロン大学では、C.mmp システムでの経験をふまえて、個別主メモリをもつ多数のマイクロプロセッサによる Cm* システムの開発へと研究を進めている。

2.4 機能分散形マシン⁴⁾

この形の計算機は一般には 1960 年代に商用機で通信制御機能を中央処理装置 (CPU) から切出して通信制御プロセッサ (CCP) を構成したときに芽ばえたとされている。しかし、最初の本格的なシステムといえるのは 1969 年頃に開発が開始された米国 BCC 社の BCC-500 ではないかと思われる。このシステムは商業的に失敗し、その後ハワイ大学で 1 台稼働しているにすぎないが、スケジューリング、入出力制御、補助メモリ制御、通信制御等を各々つかさどる専用プロセッサを含むものであった⁴⁾。別の例としては、Fairchild 社による SYMBOL 計算機も高級言語を直接実行する機能分散形計算機として有名である。最近では、一般の商用大形計算機でも図-4 に一例を示すように、通信制御ばかりでなく、入出力制御、アレー計算、保守診断等の諸機能を各々専門に実行する入出力プロセッサ (IOP)、アレープロセッサ (ARP)、サービスプロセ

ッサ (SVP) が使用されるようになってきた (CCP は IOP に接続)¹³⁾。近い将来には、データベース機能を専門に受けもつデータベースプロセッサ (DBP) が出現すると考えられる。以上と同様に、中小形計算機の領域でも IBM 370/115, 125 等にみられるように機能の分散化の傾向が強まっている。

これらのシステムでは各構成プロセッサはそれぞれの特定機能にだけに専用されるため、Scherr がどのようなプロセッサ機能とその実行機能の間の不適合といった事態を避けやすい。しだがつて、それだけシステムとしての価格性能特性を改善しやすく、商用機でも機能分散形のものが比較的成功している。しかしながら、例えばつぎのような問題点がある。

- ① 各プロセッサへの機能割当てが適切でないとジョブ実行時にプロセッサ間通信のオーバーヘッドが過大になる。
- ② 各プロセッサの選択の仕方によっては機能別プロセッサ間での負荷の不均衡を生じる。
- ③ 構成プロセッサの専用化技術の使用経験が少ないため、十分に専用プロセッサとしての価格/性能比を発揮できないかもしれない。

特に、最初の点は重要であり、このようなシステムにおいても各プロセッサ間での通信回数が多くなるような機能割当てを行ってしまうと、いくら結合インタフェースが高速であっても性能上の大きな問題をきたすことになる*。次に、システム内の各プロセッサを同一機に統一するか、各機能の特殊性に合せて異なるものにするかという問題がある。各構成プロセッサにかかる機能負荷の大きさは一般に実行ジョブの性質に大きく依存するためプロセッサ間の負荷がある程度不均衡になるのはしかたがない。しかしながら、各プロセッサへの機能割当てに当っては、割当てられた各機能が可能な限り独立していることと各プロセッサ間で平均的な意味での負荷の均衡がある程度成立することが必要である。一般には、適当な独立機能を多数見出すことは容易ではないので、通常機能分散形マシンではせいぜい数種類の専用プロセッサを含む程度になっている。最後にプロセッサ専用化技術の問題であるが、これにはソフトウェア技術も含めて種々のものがある。しかし、LSI 技術の特徴を最大限に活用するという意味で特にハードウェア及びファームウェア

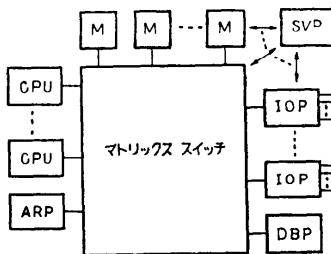


図-4 機能分散形大形機の構成例

* 今日比較的うまくいっている専用プロセッサには、価格性能特性の改善をとくに性能向上によって実現するものが多いのもこの点に関係していると思われる。なお、この問題は大型機ほど困難な問題になる傾向が強い。

技術が重要であり、プロセッサのコストを上げることなく専用化を行うための技術が広く研究されている¹⁴⁾。実際のシステムの構成に当って、これらの技術をどのように組合せて採用するかが重要な問題となる。

3. 分散形ネットワーク

つぎに、地域的な広がりをもつ分散処理システム、すなわち分散形（計算機）ネットワークについて、その出現の背景、特徴と分類、そしてアプリケーション形態について述べることにする⁵⁾。

3.1 分散形ネットワークの出現と一般的特徴

最近では、計算機を使用するのに遠隔地から端末を介して中央の計算機にアクセスするオンライン利用が広く一般化している。この結果、計算機のユーザは中央の計算機を管理するデータ処理部門から離れて各部門に散在しているのが普通である。1967年以來の米国 ARPANET の研究に代表されるように以前より国内外で計算機ネットワーク技術の研究が進められてきたが、分散形ネットワークではこれらの新技術を利用して、地域的に散在する多数のユーザに対して従来のオンラインシステム以上に機能性能面で一層効果的なデータ処理サービスを提供しようとするのである。国内では丁度本年から電電公社 DDX 網のサービスが開始することもあって、商用機による分散形ネットワークは今年ぐらいから実用期に入るものと考えられる。

一般に分散形ネットワークではユーザの組織及び業務の全体構造に最適化されたシステムの構造が追求される⁵⁾。この結果、各主要ユーザ部門に実務的な遠隔計算機を配置して、これらを中央のデータ処理部門の中央計算機と通信結合する場合が多い。前述のように安価で価格／性能比の優れた小形機が入手できる今日、大量の業務データを発生／使用するユーザ部門に遠隔計算機を導入し、実務の遂行効率を上げることは、高騰する人件費とそれ程安くならない通信回線コストに今後とも上手に対処していく有効な方法であるといわれている。各ユーザ部門の遠隔計算機はユーザ業務の多様性に当然答えるものでなければならないが、ユーザ部門別に見ればすべての処理を中央計算機で実行する従来のオンライン処理（すなわち集中形ネットワーク）に比較してデータ処理の一様性が強い。したがって、遠隔計算機としての小形機の利用は小形機の優れた価格／性能比を発揮できる可能性が大きい。参考までに、一般に集中形ネットワークと分散形ネット

表-1 集中形ネットワークと分散形ネットワークの利害得失

項 目	集中形ネットワーク	分散形ネットワーク
機 能	・画一的な諸機能のサポートに止まりやすい。	・より好ましいエンドユーザ機能をサポートしやすい。
構 成	・システム構成上の柔軟性に限界あり。	・システム構成上の柔軟性が高い。
性 能	・性能面に限界あり。	・システムのスループット及び応答性が改善される。
信 頼 性	・信頼性には限界があるが、障害時の対応技術が一応確立されている。	・信頼性の向上が期待できるが、リモート保守／回復手順などの検討必要。
運 用 性	・システム運用が中央でなされるので比較的容易。	・ユーザによるエンドユーザ機器の運用管理が必要。要員教育に配慮必要。
コ ス ト	・データ処理機能の集中によるコスト低減に期待。	・エンドユーザ向き中小形各種装置の価格低下に期待。
開発期間	・大形オンラインシステムでは3年以上が必要といわれる。	・開発期間の短縮が期待できるが、分散処理諸技術の確立が先決。

ワークの利害得失とされるところを表-1 にまとめておこう。

3.2 分散形ネットワークの分類

分散形ネットワークとして構成される計算機システムは普通その巨視的構造の差異から次のように大分類される^{2), 5), 12)}。

- 1) 独立形分散システム
- 2) 縦形分散システム（垂直形、階層形ともいう）
- 3) 横形分散システム（水平形ともいう）
- 4) 縦横形分散システム（複合形ともいう）

独立形分散システムとは、組織内の各ユーザ部門で互いに独立に小形計算機（ミニコン、オフィスコンピュータ、個人用計算機等）を利用するような形態である。これに対して、縦形分散システムは、図-5 に例を示すように、エンドユーザ向きの特定機能をもつ各種データ処理装置を各ユーザ部門に配置し、これらを組織及び業務の構造に合せて通信手段で縦形に統合するものである。全体として、ユーザ部門での会話形処理を主体とした現場業務の実行と本社データ処理部門

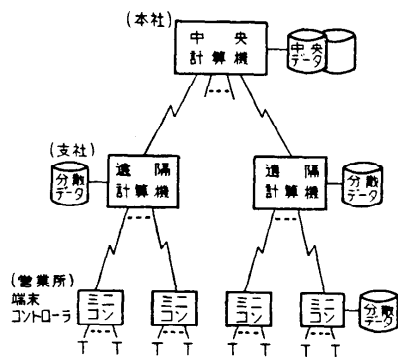


図-5 縦形分散システムの一例

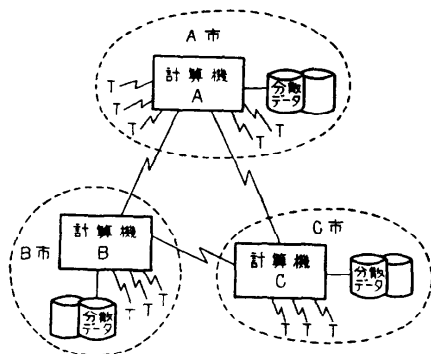


図-6 横形分散システムの一例

でのバッチ処理を主体とした経営情報の処理（データベース処理等）を可能にする⁵⁾。そして、横形分散システムは、図-6 に例を示すように、各々論理的に対等な計算機間を情報資源等の共用を目的として対等関係で通信結合するものである。最後に、縦横形分散システムは複数の縦形システムを横形に結合したものである。一般に、当初独立形分散システムであったものが次第に縦形分散システムに成長し、更には縦横形分散システムに発展するようないことが少なくない。又、縦形分散システムは個々の事業組織内で使用されることが多いのに対して、横形分散システムは複数の事業組織にまたがって使用されることが多いという特色がみられる。

3.3 分散形アプリケーションの形態

今日の社会における分散処理システムの必要性を広く調べてみると、上記の分類でいう縦形分散システムの必要性がもっとも大きいようである。現在このためのアプリケーション技術を確認することが当面の急務であるといわれている。それで本節ではとくに縦形分散システムに焦点をあて、それが従来のオンラインシステムの延長上でどのようなアプリケーション形態を

もつのかについて述べよう。

従来のオンラインシステムではリモートバッチ（RJE）、TSS、トランザクション処理、実時間制御等を主要機能としている。これらはいずれもユーザのいる遠隔地から入出力を行うだけであって実際の処理は中央計算機で集中して行われている。これに対して縦形分散システムではユーザ業務は大部分手許の遠隔計算機上で処理されることになるが、遠隔計算機への機能の分散化の程度にしたがって表-2 のようにアプリケーション形態を分類することができる⁵⁾。まず分散形データ収集／一括転送システムとは、ユーザ部門に簡単なプログラム機能をもった知能端末装置を配置し、ここで各種業務データを収集し、エラー検出／フォーマッティング等の単純処理を施し、処理済みのデータが適当量たまるとに中央計算機に一括的にデータ転送するようなシステムのことである。次の分散形処理システムとは、ユーザ部門に中小形計算機あるいはミニコンを遠隔計算機として導入して、ここで会話形を中心としたローカルなファイル処理や各種計算を行うものである。必要に応じて、この遠隔計算機を介して中央計算機へもアクセスすることができるのが普通である。この形態が更に発展して、遠隔計算機のデータベースを中央計算機のデータベースと論理的に一体化するようになると分散形データベースシステムと呼ぶ。この場合には、ユーザは物理的なデータの記憶場所（中央／遠隔）を意識することなくユーザ部門でデータベース処理を行うことができる。現在、とくに上記の分類でいう分散形処理システムが商用機ベースで本格化しようとしている段階である。今後、分散形データベースシステムも徐々に重要な存在になろう。

4. 分散形ネットワークの技術

まず図-7 に分散形ネットワークの構成の一例を示

表-2 分散形アプリケーションの諸形態

形 態	ユーザ部門の装置	主要なアプリケーション	特 徴
分散形データ収集／一括転送	・集合形知能コントローラ ・単能／知能端末	・分散形データエントリ ・POS ・データ収集	・入力データの検証 ・入力データの編集 ・一括的データ転送
分散形処理	・中小形計算機、ミニコン ・オフィスコンピュータ ・集合形知能コントローラ ・単能／知能端末	・ローカルな各種データ処理（会話形、バッチ形） ・ローカルな実時間制御 ・オフィスの自動化 ・ホストオンライン処理	・ローカルなシステム運用 ・ローカルファイルの照会、更新 ・ローカルな計算 ・ホスト機能へのアクセス
分散形データベース	・同 上	・同 上 ・分散形データベース	・同 上 ・各種業務情報の一体化

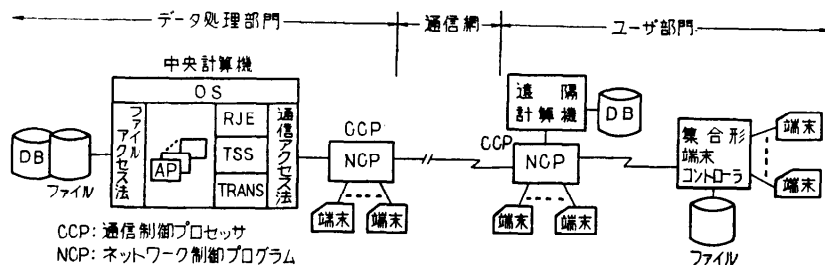


図-7 分散形ネットワークの構成例（縦形分散システムの場合）

すが、このようなシステムでは今日の計算機技術とネットワーク技術が駆使される。以下では、その中から特に、ネットワークアーキテクチャ、遠隔計算機の技術、中央計算機の技術、通信接続の技術を取り上げ、それぞれの概要と問題点について述べる。

4.1 ネットワークアーキテクチャ^{15),16)}

分散形ネットワークでは、まず第一に、柔軟性の高いシステム構成能力と多種多様なエンドユーザ機能のサポート能力が要求されるため、従来のOSの複雑多様化への対処の場合と同様に、システム構造の階層化が行われる¹⁵⁾。すなわち、まずシステム内の各計算機や諸端末等の装置の機能をすべて同様の階層構造でとらえる。通常上位からユーザレベル、機能レベル、ネットワークレベル、リンク制御レベル、物理レベルの諸階層とするが、これらの機能階層の各レベルでそれぞれ仮想化を重ねることによって、階層の上位レベルでは下位レベルでの詳細情報を必要としないような構造にすることができる。次に、装置間で通信を行うには、両装置の同一階層レベルの間で互いにあらかじめ決められている通信規約¹⁶⁾に従って通信をする形式にする。このようなネットワークアーキテクチャをとることによって、物理的なネットワークの構成が変化してもシステムにおける変更量が小さくてすむとか、1台の端末から計算機内の任意の応用ソフトウェア機能(RJE, TSS, TRANS等)を利用することができる等の柔軟性が生じる。今後各メーカーの相異なる計算機や端末を自由に相互接続することを可能にするように、下位レベルの通信規約から順次国際標準化作業が進められている^{16),17)}。しかし、上位レベルの規約ほど各計算機のOS構造との関係が密接になるので各メーカーのネットワークアーキテクチャを全面的に標準化するのは困難であろう。

4.2 遠隔計算機の技術

一般に遠隔計算機には価格性能特性の優れた中小形

汎用計算機、ミニコン、オフィスコンピュータ、各種汎用／専用集約形端末コントローラ等様々なものがあり、多数多種類のエンドユーザ向き端末を接続して会話形サービス(例えばデータエントリ、照会業務等)を主体としたデータ処理を行う。しかし、バッチ形サービスも必要である。更には、遠隔計算機の端末からその遠隔計算機を介して中央計算機のリモートバッチ、TSS、トランザクション処理、データベース処理等の諸機能を利用する能力やネットワーク内でのメッセージ通信、ファイル転送等の機能が必要である。これらの機能を十分に果たすために、遠隔計算機は適当な容量のファイル装置をもち、自分自身のOSによって充実したデータ管理機能をサポートする。又、中央計算機や他の遠隔計算機と通信接続するための通信機構だけでなく、遠隔計算機自身の周囲の多様な端末を狭域ネットワークとして構成するための各種構内通信設備をもつ。ユーザ用言語としては、COBOL, FORTRAN, BASIC等のほか、実務向きの高級エンドユーザ言語でプログラム開発ができるようにすることも少なくない。今後は遠隔計算機として単独にファイル／データベース機能をもつだけでなく、中央計算機のそれと論理結合した分散データベース機能を実現することが重要な課題であるが、まだ技術的に問題が多い。又、漢字入出力等の日本語情報処理機能の充実も今後の課題である。

4.3 中央計算機の技術

遠隔計算機の場合とは対照的に、分散形ネットワークの構築に当って中央計算機に新たに要求される技術は比較的少ない。しかしながら、システムに遠隔計算機が加わることによって、中央計算機には遠隔計算機に対する各種の制御機能が必要になる。例えば、遠隔計算機を含めたシステム全体の構成制御、中央計算機による遠隔計算機の特定プログラムの起動／停止や電源投入／切断、更には遠隔計算機に障害が発生した場

合の中央計算機によるリモート保守診断／システム再構成等の諸機能が要求される。又、遠隔計算機をもつユーザ部門でプログラム開発を行わない場合もありうる。データ処理部門での集中的な遠隔計算機用プログラム開発を可能にする手段も必要である。このためには、中央計算機で動作する遠隔計算機用のクロスコンパイラ等のクロスソフトウェア技術と開発済みのプログラムを中央計算機から遠隔計算機にプログラムロードする機能等が必要となる。分散形ネットワークでは遠隔計算機が地域的に広く分散するので、とくに障害発生時のシステム制御機能にはまだ問題も少ない。

4.4 通信接続の技術

分散形ネットワークで各種装置を相互に通信接続する手段には、(1) 従来から利用可能な特定通信回線(専用線)／公衆通信回線(電話網等)、(2) 本年から利用可能になる DDX 網(回線交換／パケット交換)¹⁷⁾、(3) メーカーが提供する構内通信用の各種通信設備(各種回線、データハイウェイ等)がある。実際の通信接続に当っては、これらの中から各々の用途にもっとも適したものが選択されるが¹⁸⁾、計算機をパケット交換網に接続する場合等には交換網及び計算機側相互の通信規約の整合性に注意を必要とする場合がある。特に相異なるメーカーの計算機を相互に接続するような場合には、上位レベルの通信規約までが互いに整合されることが必要になるので問題が多くなる。これらの問題点を解決するためには、通信規約の国際標準化の検討を含めて、今後の通信規約に関する互換技術の研究開発がきわめて重要である。又、衛星通信等の新しい通信技術による今後の通信コストの低減も大いに期待されている。

5. む す び

以上、分散処理システムには分散形マシンと分散形ネットワークがあることを述べたが、いずれも半導体技術等の著しい技術進歩によってもたらされた安価で価格性能特性の優れた小形機の活用によって、今や計算機の歴史に新しい一頁を開こうとしている。分散形マシンの中では機能分散形のものが特定処理機能の高速化、システムとしての価格性能特性の改善、構成上の柔軟性等の点で商業的にも比較的成功を収めている。今後のプロセッサ専用化技術についての一層の研究結果によっては、現在ではまだ研究レベルにしかないマルチマイクロプロセッサ技術⁸⁾がこの分野で大き

な役割をしめるようになるかもしれない。このようになれば、ミニコンあるいは中小形機の領域に大きな影響を及ぼす新しい計算機の応用分野が開けることになる。

一般に分散形マシンでは、計算機室内でのシステム構造の最適化のレベルにとどまるので、この結果ユーザ及びユーザプログラムに対して機能上の大きな変更を生じることにはまずない。これに対して、分散形ネットワークでは地域的に大きく計算機システムの構造を最適化するので、例えば遠隔計算機を手許に新しく導入するユーザにとっては従来とは計算機の利用法が大きく変ることになる。しかしながら、このような広範にわたる計算機システムの最適構造化を行って初めて、システム全体の効率、引いてはユーザ組織としての全体的な業務遂行効率の飛躍的な向上という社会的意義につながるのである。現在とくに縦形分散システムを中心とする技術検討が進んでおり、従来のオンラインシステム以上に柔軟で高性能のシステムの実現へ向っている。今後これらの努力が結実するためには、とくに異機種接続技術及び分散データベース技術の進展に期待がよせられる。また、分散処理システムに対する諸アプリケーション業務の適合性について経験的な技術をより多く蓄積することも当面重要であろう。

分散処理技術にはまだ未熟な点が少ないことから、一部では 1980 年代の技術ともいわれてきたが、最近の国内外における先駆的研究開発の多大な成果のもとに、本稿に述べたように分散処理は今や本格的な段階を迎えようとしている。計算機応用の歴史を振り返ってみると、かつてのミニコンによる工業応用分野の開拓、端末指向オンラインシステムによる広範なエンドユーザ層への浸透、そして本稿で述べた分散処理システムによるビジネス応用システムや社会情報システム等への進出という具合に限りない応用開拓への挑戦がみられる。とりわけ、分散形ネットワークは既に今日の社会に大きな影響を与え始めており、例えば、企業等でのビジネス応用システムには組織構造的になじみやすい縦形分散システムが、広域的な社会情報システムには横形分散システム等が各方面で広く計画されている。こうして、計算機システムと社会活動が徐々に一体化されていくに従って、計算機科学というよりは社会科学的な幅広いシステム検討が必要になってくる。そして今後分散処理技術は一般の家庭生活にまで大きな変革をもたらす技術へと発展していくであろう。

参 考 文 献

- 1) Joseph, E. C.: Innovations in Heterogeneous and Homogeneous Distributed-Function Architectures, Computer, Vol. 7, No. 3, pp. 17-24 (1974).
- 2) Booth, G. M.: Distributed Information Systems, Proc. NCC, Vol. 45, pp. 789-794 (1976).
- 3) Liebowitz, B. H., et al.: Tutorial on Distributed Processing, Compcon Fall (1977).
- 4) 相磯秀夫: 機能分散型計算機システム, 情報処理, Vol. 18, No. 4, pp. 325-333 (1977).
- 5) 関野 陽: 分散処理アーキテクチャと計算機システム技術, 電子通信学会誌, Vol. 61, No. 3, pp. 261-269 (1978).
- 6) 石井 治: マイクロプロセッサ技術の展望, 電子通信学会誌, Vol. 60, No. 2, pp. 119-125 (1977).
- 7) Wilkes, M. V.: Beyond Today's Computers, Proc. IFIP 77, pp. 1-5 (1977).
- 8) 飯塚 肇: マイクロプロセッサ複合体の技術, 電子通信学会誌, Vol. 60, No. 2, pp. 125-135 (1977).
- 9) 村上国男, 他: コンピュータアーキテクチャの最近の進歩, 電子通信学会誌, Vol. 60, No. 6, pp. 669-680 (1977).
- 10) Wulf, W. A., et al.: Reflections in a Pool of Processors—An Experience Report on C. mmp/Hydra, Proc. NCC, Vol. 47, pp. 939-951 (1978).
- 11) Anderson, G. A., et al.: Computer Interconnection Structures: Taxonomy, Characteristics and Examples, Computing Surveys, Vol. 7, No. 4, pp. 197-213 (1975).
- 12) Scherr, A. L.: Distributed Data Processing, IBM Syst. J., Vol. 17, No. 4, pp. 324-343 (1978).
- 13) パネル討論会: 専用プロセッサの動向, 情報処理, Vol. 18, No. 9, pp. 958-967 (1977).
- 14) 飯塚 肇: 応用指向計算機の構成技術, 情報処理, Vol. 18, No. 4, pp. 334-343 (1977).
- 15) Gray, J. P. et al.: IBM's Systems Network Architecture, Datamation, Vol. 21, No. 4, pp. 51-56 (1975).
- 16) 田中英彦: プロトコル (通信規約), 電子通信学会誌, Vol. 61, No. 10, pp. 1105-1113 (1978).
- 17) 高月敏晴: 公衆データ交換網, 情報処理, Vol. 18, No. 9, pp. 933-941 (1977).

(昭和54年1月16日受付)