

解説

コンピュータ・コンプレックス*

川合英俊**

はじめに

コンピュータ・コンプレックスという呼称は、内容が明確でなく、複数の独立した計算機から構成されるシステムから複数のミニコンプロセッサからなるひとつの計算機までを意味する。

ここでは、コンピュータ・ネットワーク技術の観点から、コンピュータ・コンプレックスをとらえ、その相違点よりむしろ共通の技術的な課題にふれよう。どちらも複数の計算機ないしプロセッサが互いに結合したシステムである点では共通しており、LSI 技術やデジタル通信技術ならびに OS 作成技術の進展に支えられて、大きな社会的インパクトを生むものと期待されている。最初に特徴的なシステムの形態を想定して、広く共通する課題をさぐる。続いて計算機の結合の例を一べつし、最後にその効用と実現への要件をのべる。

1. コンピュータ・ネットワークとコンピュータ・コンプレックス

コンピュータ・ネットワークとコンピュータ・コンプレックスというふたつの言葉は、それぞれ広義には、複数の計算機が結合したものを言う意味で、同じものを指すことさえある。しかし最近では、前者が計算機間の結合に通信回線を用いた比較的粗なものを言い、後者はチャンネル、バス、マトリックススイッチなどで結合した密なものを言うことが多い。

1.1 特徴による分類

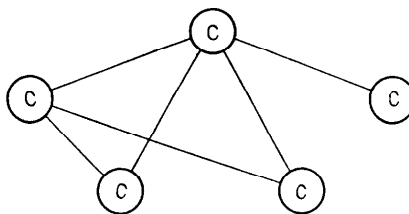
極端な分類をあえて試みてイメージを明瞭にする。

a. コンピュータのネットワーク

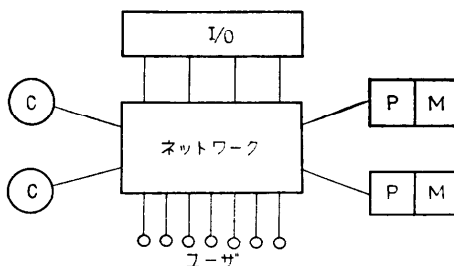
複数の計算機が通信回線を介して網状に繋がったも

の(図-1(1))。ネットワークを通して転送されるものには、信号、データ、メッセージ、プログラム、コマンドなどのいくつかのレベルがあり、それぞれ計算機にとっての意味は大幅に異なる。

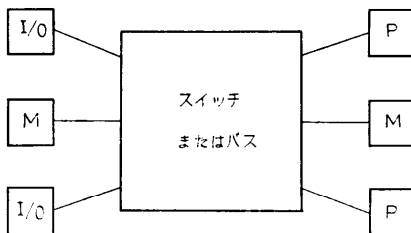
意味のある通信が成り立つためには、受信計算機の中で何らかの動作が惹起されることが、最低限の条件



(1) コンピュータのネットワーク



(2) コンピュータとネットワーク



(3) ホリプロセッサ

C: 計算機, P: プロセッサ, M: メモリ, I/O: 周辺装置

図-1 計算機の結合

* Computer Complex by Hidetoshi KAWAI (Computer Division, Electrotechnical Laboratory).

** 電子技術総合研究所

である。さらにシステム全体が外界に対して有意義にはたらくために、何をどこに転送すべきかを発信計算機が適確に選択できることと、転送されたものにこめられた相手の期待を受信計算機が理解できることの2点が肝要である。

b. コンピュータとネットワーク

これは処理機能と通信機能が結合したシステムの形態(図-1(2))であって、ネットワークは、ユーザと計算機、計算機と計算機、プロセッサと周辺機器の間に介在し、あるいはこれらが混在する。

以上のa,bともにコンピュータ・ネットワークの両極端である。aのうち、パケット交換網(フランスのCIGALE¹⁾やARPANETのサブネット)は、コンピュータ・ネットワークの肝要な構成要素ではあるが、情報処理サービスを提供しないので不完全なコンピュータ・ネットワークである。同じように、bのうち計算機が1台しかないものは、もしそれがマルチプロセッサでも、計算機間通信にもとづく網特有のサービスをユーザに与えられないので、コンピュータ・ネットワークとは言わない。

c. インハウス・ネットワーク

同一建物内に収められているコンピュータ・ネットワークを言うが、建物をはみ出ても大学とか工場などの同一敷地内程度(大略数km)の広がりまではこう呼ぶことが多い。ネットワークとは言っても、ループを含む網構造というより、むしろ簡単な木構造の接続形態をとるところに特徴がある上、制御方式にも階層性がみられるので、コンピュータ・コンプレックスである。より広域のものをアウトハウス・ネットワークと呼んでおく。

d. ポリプロセッサ

複数のプロセッサを結合して、形成された、1台の計算機(図-1(3))。狭い意味では、異種プロセッサが主記憶や周辺装置を共有するものをいい、4章で言及する垂直的分散の手法である。

c,dともにコンピュータ・コンプレックスの両極端を言っているが、実は後述するようにこれらの区別は明瞭でなく、特に最近注目されているミニコンネットワークには、中間的な性格のものが多い。狭義のコンピュータ・コンプレックスを、コンピュータ・ネットワークとことさら区別すれば、網特有のサービスをユーザに提供しないものを言うことになる。cのうち結合形態がループを含むような網構造のものや、制御形態つまり資源の割りつけが計算機間通信の結果で決ま

るものは、コンピュータ・ネットワークという。

コンピュータ・コンプレックスは、それぞれ独立したOSをもつ複数の計算機が結合したものをいう。主記憶や周辺装置が各プロセッサに個有でなく、すべてを複数のプロセッサが共有している1台の計算機は、コンピュータ・コンプレックスというよりも、マルチプロセッサである。全体が単一のOSで制御されるからである。

3. コンピュータ・ネットワークとコンピュータ・コンプレックスに共通の課題

コンピュータ・コンプレックスの内容は複雑で、多くの人がそれぞれ適当な着目点から分類整理を試みているが、すっきりしたものはまだない。そこで、ここでは図-2のような関係を念頭においてみる。共通の課題を同時に解決したシステムは現実にはまだ存在していない。

a. マルチミニとユニマックス

マルチミニとはマルチミニプロセッサ(multi-mini-processors)の略で、俗にミニコンマルチともいう。これと似たものにミニコン・ネットワークがある。今後、ミニコンのプロセッサを複数個結合してきてい

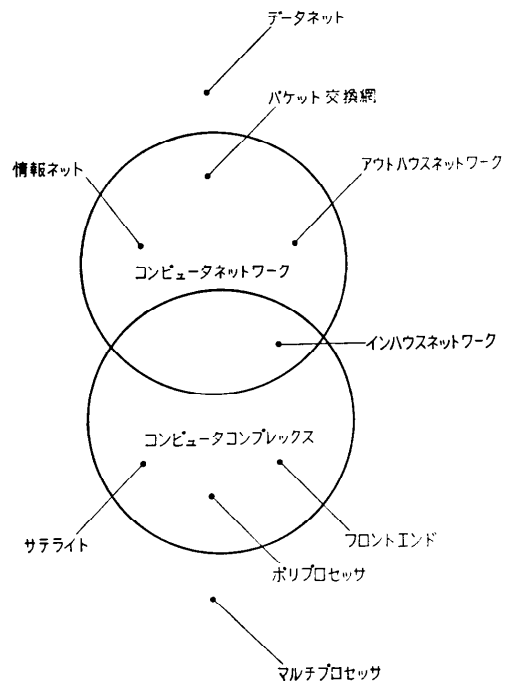


図-2 コンピュータ・ネットワークとコンピュータ・コンプレックス

るひとつの計算機を前者のようにいい、後者は個有の主記憶や周辺装置をもつミニコンピュータシステム複数個がさらに結合したものをいうように言葉を使い分けるようになると思われる。もしそうならば、前者とユニマックスは、1つのOSで制御される1台の計算機なので、コンピュータ・ネットワークではない。

ユニマックスとは、超大形機をもじったつもりであるが、並列化による高性能化をはかっている点ではマルチミニと同じである。ただ、並列化のレベルが、マルチミニのようにジョブやタスクにあるのではなく、プログラム文（たとえば ILLIAC IV や CDC-STAR）またはマシン命令（たとえば IBM 360/91 や CDC-6600）にある。ユニマックスはプロセッサが結合したものであるというより、一台の並列処理用プロセッサと呼ぶ方がふさわしい。

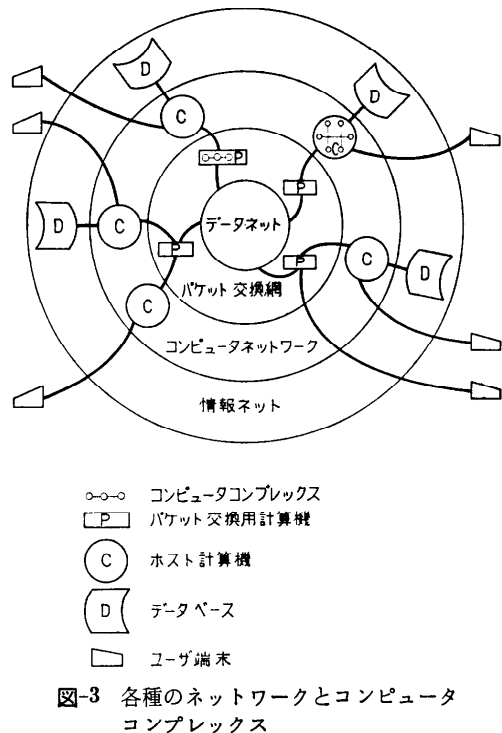
b. データネットと情報ネット

データネットの特徴は電話網が音声による通信機能を提供しているのに対して、端末装置とか計算機が発するデジタル信号による通信機能を提供するところにある。通信経費を下げる、転送速度を速くする、発信受信端に必ずしもオペレータが居なくてもよいようにするなどの課題がある。伝送、多重化、交換などの制御に計算機能力を用いていても、計算機間通信にもとづくサービスを直接提供しないものは、コンピュータ・ネットワークとはいえない。

通信網の制御にあたって、ルーティング、誤まりの検出/回復、同期をとるためのバッファリングなどに計算機能力を用いるものは、VAC²⁾ (value added carrier) などとも呼ばれ、コンピュータ・ネットワークの構成要素である。計算機間通信処理によって動作が決まるパケット交換網はこのよい例で、用途はメッセージの交換に限られている点で不完全ではあるが、それ自身が特殊用途のコンピュータ・ネットワークであるといえよう。

情報ネットとはインフォメーションネットワーク (information network) のことで、ここでいう情報とは自然言語による文書のことである。ホスト計算機のもつデータベースのサービスを、ユーザがコンピュータ・ネットワークを介して受けるものが情報ネットである。

データネット、パケット交換網、コンピュータ・ネットワーク、情報ネットの相互の包含関係を図-3に示した。ここで若干説明を要するのは、パケット交換網とホスト計算機との論理的なインタフェース（たとえ



ば ARPANET の H-I インタフェース) についてである。

パケット交換網がこのインタフェース機能を含むとき（たとえばアメリカの TELNET²⁾）、その外側はインハウス・ネットワークと見なすことができる。したがって、メッセージは常に到達するものと仮定すれば、コンピュータ・ネットワークの技術的課題はコンピュータ・コンプレックスのものと大同小異であろう。異なる点は、インハウス・ネットワークはそれぞれ個有の方式で通信機能を実現しなければならない分だけ余分である点である。パケット交換網がこのインタフェースをもたないとき（たとえば ARPANET や多くの VAC）、各ホスト計算機はネットワーク制御プログラムを持たねばならず、その実装レベルによって、コンピュータ・ネットワークがユーザに提供できるサービス内容が限られる。

c. ネット特有のサービス

図-3において、パケット交換網をブラックボックスとして一点に縮約してみると、複数のホスト計算機がメッセージスイッチを介して星形に接続していることになる。このスイッチを特定のホスト計算機（たとえば電総研の EPICS 主計算機）に集中すると図-4のよ

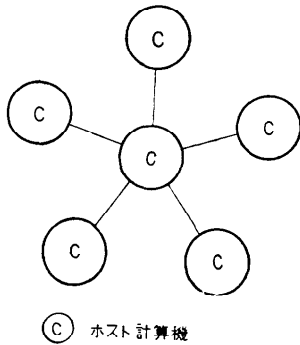


図-4 計算機間通信制御機能の集中

うになる。各計算機は互いに通信することはできるが、相手の状態や性格に応じて通信相手を選択することはできない。主計算機が都合によってダウンすれば、このインハウス・ネットワークは動作しないのである。網特有のサービスとは、これを超えた所にある。

結合形態がループを含む網状をなしていることの利点は、ホスト計算機がシステム状態に応じて通信相手を自動的に選択できるところにある。

つまりコンピュータ・ネットワークにおける網特有のサービスとは、ユーザの要求に対応するため、コンピュータ・ネットワークが自律的にシステム資源を複数の計算機にわたって割り付けることである。この意味で、通信相手の選択をユーザに委ねているコンピュータ・ネットワーク（たとえば ARPANET）は、ホスト計算機間通信によるコンピュータ・ネットワーク特有のサービスをユーザに提供しているとは言えない。

コンピュータ・ネットワークが自律的にシステム資源を割り付けようとするとき（たとえば日本情報処理開発センター JIPNET⁴⁾、ユーザとのインタフェースを司るホスト計算機のプロセスと、割り付けられた資源を駆動するプロセス（たとえば JIPNET や ARPANET/RSEXEC⁵⁾ の server）との間にプロセス間通信（たとえば EPICS の JOB-JOB 交信³⁾）が可能でなければならない。それに伴って、ファイルやプログラムの互換性の実現とともに、ホスト計算機間相互のプロセスの起動と監視、ファイルやデバイスの動的な割付けの実現が要件になる。多くの VAC が米国で開業しようとしているが、プロセス間プロトコルを実装していないことは、これらの課題を解くことの困難さを物語っている。

この困難な問題が、コンピュータ・ネットワークとコンピュータ・コンプレックスに共通の、技術的課題で

ある。注意しておくが、コンピュータ・ネットワークとコンピュータ・コンプレックスとの関係は、パケット交換網をブラックボックスとみて同一視できるだけでなく、パケット交換用計算機（たとえば ARPANET の SUE⁶⁾）やホスト計算機（たとえば ARPANET の BCC-500）のような、コンピュータ・ネットワークの構成要素がそれ自身コンピュータ・コンプレックスであるという階層性も見られることをつけ加えておく。図-3にはこの事情も合わせて記入しておいた。

4. 機能の分散と計算機の分布

複数の計算機が結合する動機には、空間的地域性にもとづくものと、性能や信頼性を向上するために負荷の分散を図るものがある。それらの理由とコンピュータ・コンプレックスに見られる結合形態の例を紹介する。

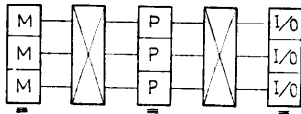
a. 垂直的分散と水平的分散

計算機を結合する理由は2つある。地域的に分散しているユーザグループがそれぞれ個々の計算機を使用しているとき、全体の業務を総合化するためにオンライン化し計算機間通信機能を実装するものがそのひとつである。もうひとつは、業務全体を局所的な部分に分割し、それぞれ別々の計算機に分担させて、業務とシステムとの適応を図るものである、これらを水平分散とよぼう。

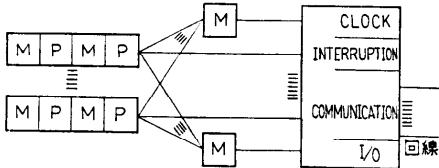
一方、一台の計算機の果している、計算処理、通信制御、ファイル管理、入出力処理、端末制御などの諸機能を、それぞれ専用の装置ないしプロセッサに分散して性能や信頼性を上げるものがある。これを垂直的分散と名付けよう。図-5（次頁参照）の(5)、(6)がそのよい例である。

水平的分散も垂直的分散も、計算機の結合をまねくが、ここで、諸機能の分散と計算機間通信制御機能の分散との違いに注意しなければならない。コンピュータ・ネットワークが網特有のサービスをユーザに提供するためには、計算機間通信制御機能が水平に分散していなければならない。この機能が垂直的に分散していても水平的に集中しているものはコンピュータ・コンプレックスである。

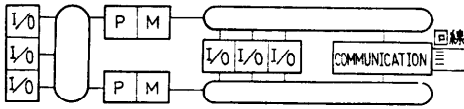
垂直的分散は、具体的には OS のハードウェア化であり、論理機能の周辺分散である。分散する機能の単位は、以下の理由から大形化高度化する傾向があり、モジュール化された装置は専用プロセッサとなりさらになかば独立した計算機に置き換えられ、水平的分散



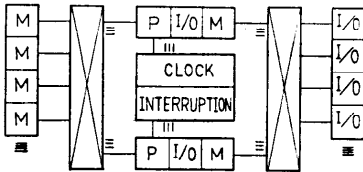
(1) PRIME



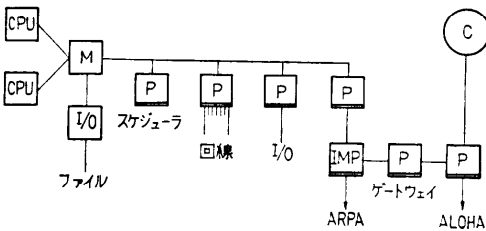
(2) SUE



(3) C-System

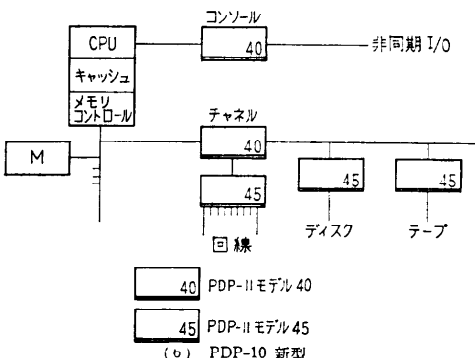


(4) C:mmp



P ミニコンピュータ (I/Oなし)
C ALOHAのホスト 計算機

(5) BCC-500



40 PDP-II モデル 40
45 PDP-II モデル 45
 (○) PDP-10 新型

図-5 マルチミニ/ポリプロセッサにおける結合例 (概念図)

をうながす。

(1) ファイル管理は論理的には集中制御でなければならないが、物理的にはファイルを水平に分散した方が信頼性が向上する。

(2) データベースの保守は、地理的に局在化した専門家グループによってのみ個々に可能であり、ユーザと保守者は互いに独立に水平に分散している。

(3) 周辺の端末は、システムから速く離れてユーザの手元に引き寄せられ、高度化してパーソナルコンピュータを指向し、水平に分散する。

(4) 特殊なハードウェアやソフトウェアは、他の計算機のユーザにも共有された方が経済的である。もっとも、商品として安く出廻るまでの時期に限られる。

b. 計算機間結合の例

結合方式は、マルチミニはメモリバス方式、アウトハウス・ネットワークは通信回線による端末インタフェース方式におおむね限られる。インハウス・ネットワークにはバス、チャンネル、通信回線レベルの結合方式がみられ、また混在もしている。

マルチミニないしポリプロセッサには図-5に示したような結合例がある。

(1) 同種プロセッサ、メモリ、入出力制御のモジュールが複数個ずつあって、互いに個々の所属関係のないもの。カリフォルニア大学(バークレイ)のPRIME⁷⁾では、全体の制御は特定のプロセッサが司っている。

(2) 個々のメモリをもった同種プロセッサが複数個あり、その他に共用メモリと共用の入出力制御があるもの。ARPANETで計画中のsuper IMP SUEでは、タスクのスタック制御は共用のモジュールにあり、そのバスカプラは専用モジュールのバスカプラと結合している。

(3) 個有メモリをもったプロセッサが、入出力機器を共有するためリング結合しているもの。米国のコリンズ・ラジオ社のデータ網専用C-System⁸⁾は、計算機ならびに高速機器間(32Mbps)用と低速機器間(1.2Mbps)用との2種のリングで結合している。

(4) 個々のメモリと入出力装置をもった同種プロセッサが複数個あり、その他に共用メモリと共用の入出力装置があるもの。カーネギメロン大学のCmmp⁹⁾では、全体を制御する特定のプロセッサはなく、プロセッサはクロックと割込み機構を共有しているに過ぎない。

(5) 同種プロセッサのうちのいくつかにオプショ

ンをつけたり、マイクロプログラムを入れ替えたりして性格付けるもの。ハワイ大学の BCC-500 は、演算用プロセッサが浮動小数点演算のオプションをもち、他の各プロセッサはマイクロプログラムで性格付けされており、全体は特定のプロセッサで制御される。

(6) 異種の専用プロセッサをもつもの。PDP-10 新型は、演算用プロセッサだけは別種である。他のプロセッサ群は PDP-11 ファミリーのもので、プログラムは中央からロードされるものもある。

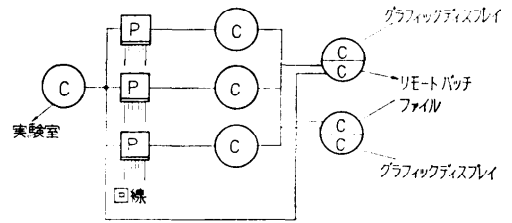
インハウス・ネットワークには図-6 のような結合例がある。

(1) チャネルレベルの結合で、異種計算機間通信の制御機能を特定のホスト計算機に集中したもの。電総研の EPICS³⁾ は、ヘッダー付データブロックの転送 (2 Mbps)、セマファやプログラム起動などの JOB-JOB 交信を計算機間で行なっている。高次プロトコルとしては、ファイル管理と双方向のリモートバッチとがある。ファイルやデバイスは動的に割り付けるが、資源の再配分はユーザプログラムに委ねている。TSS にはミニコンも回線結合している。

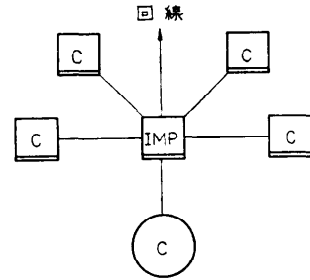
(2) チャネル結合で、計算機間通信制御も分散しているもの。米国ローレンス・リバモア研究所の OCTOPUS¹⁰⁾ は、回線の多重化、計算処理、ファイル管理、リモートバッチ処理をそれぞれ異種計算機で分担している。初期には計算機間通信制御を特定の計算機に集中していたが、開発途中で信頼性が落ちたことから分散形に切替えた。転送速度は速く (12 Mbps)、大形機のマルチプロセッサも混合させて結合している。

(3) チャネル結合で、計算機間通信制御を専用の計算機に集中したもの。京大の KUIPNET¹¹⁾ は、異種計算機間通信制御を別の専用計算機に集め、速度 1 Mbps の特設インタフェースで星形に接続したものであり、制御の論理的レベルは端末回線制御である。この専用計算機は外部からの通信回線に対するパケット交換機能ももてるので、このコンピュータ・コンプレックスはもっと大きいコンピュータ・ネットワークのホスト計算機の役割も演じられる。

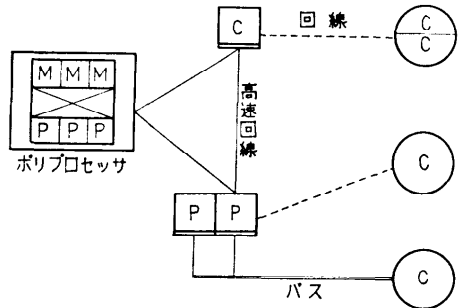
(4) バス結合、回線結合を併用したもの。東大の TECNET¹²⁾ は各種レベルの結合方式を併用したものである。あるホスト計算機は、それ自身ポリプロセッサで、プロセッサは共有するメモリとマトリックススイッチを介してバス結合している。このポリプロセッサは他の 2 つのミニコンと回線結合 (200 kbps) する。



(1) OCTOPUS



(2) KUIPNET



(3) TECNET

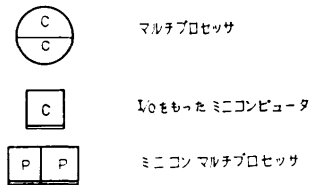


図-6 インハウス・ネットワークの結合例 (概念図)

その片方のミニコンはそれ自身マルチプロセッサで他のホスト計算機にバス結合 (20 kB/s) し、同時に一方では大形機に回線結合 (2.4 kbps) している。その特徴は、ファイル管理機能が網内の異種計算機群に分散している点で、ユーザは特定のホスト計算機を指定することなく網内のファイルを論理的に指定できる。またプロセス間プロトコルの実現も試みられている。

アウトハウス・ネットワークにおける結合は、回線結合に限られ、その転送速度は 1~50 kbps の程度であり、各ホスト計算機は他のホスト計算機のユーザをあたかも端末ユーザのように取り扱っている場合が多い。

5. 計算機結合の効用とその実現

a. 計算機を結合することの効用

コンピュータ・コンプレックスに見られる機能の垂直的分散から、計算機の水平的分布にいたる各種の形態を比較すると、複数の計算機を結合することの際立った効用は次のようにまとめられる。

(1) パケット交換網は事業として成立する。互いに遠く離れた数多くのホスト計算機が、不特定の相手計算機と通信するために必要である。特にホスト計算機の種類や数は時とともに増加するから、専門業者が互換性のあるパケット交換を分担しなければならない。

(2) データ源が地理的に分布している業務のオンライン化が可能となる。特に流通機構のような地域性のある業務や、プラントの制御系のような空間配置性のあるシステム負荷の処理が可能となる。

(3) 異種のデータ・ベースを総合的に使用できる。データ・ベースの高度な保守は、局地的な専門家グループの手によらざるを得ない。さらに、データ・ベースやファシリティの開発の過程で、サービスを中断しなければならないとき、それぞれのグループのテリトリ内の独立した計算機内に中断の影響範囲をとどめるため、システムを論理的に切断して信頼性を上げなければならない。

(4) ユーザがシステム資源選択の自由を得る。ユーザは複数の異種計算機システムから、任意のハード/ソフト資源を選択することにより、幅の広いサービスを受けられる。その選択方法は論理的レベルの高い間接的なものになり、しまいには日常言語に近いものになると考えられる。

(5) 負荷分担/資源共有によって、計算機能力をユーザの協同作業に利用できる。ユーザ間のコミュニケーションを助けるような知能的なサービスは、コンピュータ・ネットワークという柔軟なシステムで始めて可能になる。

b. 計算機結合の要件

計算機間の結合が有効にはたらくためには、次のような3つのレベルが充実していなければならない、それ

ぞれ異質の困難な問題に満ちている。この3レベルのどれも同じように重要である。

(1) 計算機が繋がっていること。

計算機間には何らかの通信経路が必要で、かつ両計算機の OS 間で通信が成立しなければならない。回線結合のとき、端末レベルで繋がっていて (たとえば、CYBERNET の look like 機能¹³⁾ または ARPANET の TELNET プロトコル¹⁴⁾)、相手計算機の端末になりすまして通信するのが、常套手段である。チャンネル結合では相手計算機をシーケンシャルファイルとみなし、バス結合ではレジスタとみなすのが一般的である。

パケット交換網にも、ロックアップを避けるためのバッファ制御とか、実効的転送速度を上げる点 (ARPANET では IMP を 2 台経由すると、シングル・パケットの実効伝送帯域幅は 20% に落ちる¹⁵⁾) に困難な問題がある。

(2) ホスト計算機がサービスを提供できること。

コンピュータ・コンプレックスの制御上の困難な問題は、複数の計算機が互いに同期をとってプロセスの発生/消去ができることと、資源とプロセスとの関係に正しい保護機構を適用できることにある。

ホスト計算機が要求されたサービスを相手計算機に提供するとき、要求にもとづくサービスプロセスを発生させる。つまり機能的に高次のプロトコルが実現されなければならない。高次プロトコルの基本はバッチ処理、ファイル転送、インタラクション処理 (たとえばタイムシェアリング処理) であろう。したがって、プログラム、ファイル、コマンドは、異種計算機間で、なんらかの互換性がなければならない。

(3) 網特有のサービスを提供できること。

ユーザは、特定のホスト計算機ではなく、複数の計算機全体を使用するのである。ここに2つの問題が生ずる。ひとつは使用手続きが計算機の種類によって異なる点であり、他の問題はサービスプロセスをどのホスト計算機が発生すべきかという点である。

複数の計算機全体を巨視的に計算機資源とみてユーザが使用できるためには、計算機の種類を差を吸収する機能が、システム側に必要である。現存するコンピュータ・ネットワークは端末ユーザを、ユーザが指定したホスト計算機固有の端末ユーザに仕立てるものであって、一度対象ホスト計算機と繋がってしまえばコンピュータ・ネットワークは無きに等しい。計算機の差異を吸収するものとしては NAM (Network Access Machine¹⁶⁾) が提案されているが、まだ着想の段階で

ある。

ユーザの要求に応ずるシステム負荷を処理するためのサービスプロセスを、どのホスト計算機の資源を用いて発生すべきかを、システム側が判断するアルゴリズムはまだわかっていない。わずかに、カリフォルニア大学（アーバイン）のリングネットワーク¹⁷⁾で、ネットワークとプロセッサ間で問い合わせを行なっているにとどまる。ホスト計算機がシステム負荷をたらいまわしにすることを避けることは、コンピュータ・コンプレックスとコンピュータ・ネットワークとに共通な最も困難な問題だと思われる。

6. おわりに

コンピュータ・コンプレックスとは、計算機間の接続形態が網目状でなく木構造をしているものを指している。したがって、その制御には階層性がみられる。パケット交換網はそれ自身ひとつのコンピュータ・ネットワークで、実用上解決すべき多くの問題を含んでいる。パケット交換網をブラックボックスと見れば、コンピュータ・ネットワークはコンピュータ・コンプレックスと同じように、ユーザに複数の計算機の資源全体を巨視的に提供するという課題があり、またそこに効用がある。その具体的な手法はまだ未熟で、わずかに、コンピュータ・コンプレックスにおけるセントラルローディング（中央の計算機が周辺の計算機へプログラムをロードすること）とか、コンピュータ・ネットワークにおける分散ファイル（ファイル構造が複数の計算機にまたがっていること）が試みられている。しかし、いずれも異種の計算機が負荷を自由に肩がわりできるまでに、データもプログラムもネットワーク透過性を獲得するに至っていない。負荷を自由に移動できるようにすることが、コンピュータ・コンプレックス・ネットワークの窮極の目標である。

参考文献

- 1) L. Pouzin: CIGALE, the packet switching machine of the CYCLADES computer network, Proc. IFIP, pp. 155~159 (1974).
- 2) I. Cohen: U. S. Value-Added Carriers, INWG #68, (1974).
- 3) 川合: パターン情報処理研究システム: EPI-CS, 情報処理, Vol. 16, No. 2, pp. 145~158, (1975).
- 4) コンピュータ・ネットワーク・システムの研究開発, 48-S 001, (財)日本情報処理開発センター, (1974).
- 5) R. H. Thomas: A resource sharing executive for the ARPANET, Proc. NCC, pp. 155~163, (1973).
- 6) F. E. Heart, et al.: A new minicomputer/multiprocessor for the ARPA network, Proc. NCC, pp. 529~537, (1973).
- 7) H. B. Baskin, et al.: PRIME—A modular architecture for terminal-oriented systems, Proc. SJCC, pp. 431~437, (1972).
- 8) R. L. Sharma, et al.: C-System: Multiprocessor network architecture, Proc. IFIP, pp. 19~33, (1974).
- 9) W. A. Wulf and C. G. Bell: Cmm—A multimini-processor, Proc. FJCC, pp. 765~777, (1972).
- 10) J. M. Burk and J. E. Schoonover: Computer system maintainability at the Lawrence Livermore Laboratory, Proc. FJCC, pp. 263~272, (1972).
- 11) 坂井ほか: インハウス・コンピュータ・ネットワーク KUIPNET について, 電子通信学会電子計算機研究会資料, EC 73-56 (1973-12).
- 12) 田中, 元岡: 研究用電子計算機網 TECNET, 電子通信学会計算機研究会資料, EC 73-57 (1973-12).
- 13) W. J. Luther: Conceptual bases of CYBERNET, Computer Networks, edited by R. Rustin, Prentice-Hall, Inc., pp. 111~146, (1972).
- 14) TELNET Protocol Specification, NIC 18639, (1973).
- 15) V. G. Cerf: An Assessment of ARPANET Protocols, INWG #70, (1974).
- 16) 弓場: Network Access Machine の設計, 電総研報, Vol. 38, No. 11, pp. 654~665, (1974).
- 17) D. J. Farber, et al.: The distributed computing system, COMPCON, pp. 31~34, (1973).
(昭和50年4月14日受付)