

解説

コンピュータ・ネットワークの展望*

高月敏晴**

1. はじめに

データ通信が、急速な情報処理技術の進歩に伴って発展をとげ、電信・電話とならんで、第3の通信と言われているから何年たったろうか。現在では、情報処理装置の普及が一層進み、性能も飛躍的に向上しつつあり、デジタル交換技術、デジタル伝送技術、データ宅内装置技術の進歩・多彩化と結合されて、データ通信は第3の通信の位置を確立したといえよう。

データ通信を電気通信技術と情報処理技術の結合されたトータルシステムと定義づけをするならば、コンピュータ通信は、それを更に一歩進めた両技術の融合されたものとする。すなわち、コンピュータ通信では、データ通信の場合と同じく、データ宅内装置、デジタル伝送路、デジタル交換機および中央処理装置により構成されるが、コンピュータ通信の方がより、中央処理装置とデジタル交換機の間での最適機能配分が考え易いと思われる。

何故なら、データ通信がデータ宅内装置（プッシュホンも含めて）対コンピュータ間の情報伝達が中心であるのに対して、コンピュータ通信は、コンピュータ対コンピュータ間の情報伝達が中心と考えるからである。

現在の利用形態からみて、データ通信が電話など公衆通信と共用する場合と、専用とする場合があるが、コンピュータ通信では専用とする場合が多い。コンピュータ通信では、この意味からデータ通信に用いられる通信媒体を共用するケースが多いが、今後のトラヒック量とその質の変化によっては、コンピュータ通信の専用のシステムも十分考えられよう。

本文で取り上げているコンピュータ・ネットワークは、異なった場所にある複数のコンピュータを通信回線で接続した網で、具体的には専用のデータ通信システムを相互に接続する場合である。コンピュータ・ネ

ットワークの目的は、(1)プログラム、データなどの共用、(2)負荷の分配、(3)信頼性向上などであるが、前述したようにコンピュータ通信のための網である。情報処理に通信が組合わされることにより、通信の本質である“距離と時間の克服”が情報処理に加わったという点では、データ通信のための網と同じであり、(1)実時間性の向上、(2)利用区域の拡大、の利点があるほかに、新しく、(3)広域に存在する資源の共同利用による経済化、という利益が生じている。

本文では、コンピュータ・ネットワークの誕生の背景、効用、利用形態、さらに現状と将来動向について解説する。

2. コンピュータ・ネットワークの概要

2.1 定義と分類

コンピュータ・ネットワークの定義については、各種の文献において述べられているが、1970年のSJCC (Spring Joint Computer Conference. 現在では NCCE-National Computer Conference and Exposition と改称されている)において、L.R. Roberts と B.D. Wessler は ARPA ネットワークに関する論文の中で、「コンピュータ・ネットワークとは、お互いにその資源（ハードウェア、ソフトウェアおよびデータ）を共用し合うことのできるように結合され、それぞれ独立した機能をもつコンピュータ・システムの集まり」と述べているが、これをもって定義とするのが一般的であろう。

コンピュータ・ネットワークの言葉の中から、デジタル伝送路、デジタル交換機、コンピュータからなるトータルシステムを意識させるが、定義の仕方として、その物理的構成としてよりも、むしろ目的構成を述べている場合が多い。すなわち、二つ以上のコンピュータを結合する目的として、処理能力の向上、高信頼性、拡張性、負荷の分配および特殊処理のため、といった点があげられるが、電子計算機網は、その目的の中で、資源の共用を最大のポイントとしているところに特徴がある(図-1 次頁参照)。

* The prospect of Computer Network by Toshiharu TAKATSUKI (Plant Engineering division, Hokuriku Telecommunications bureau, N. T. T.)

** 日本電信電話公社 北陸電気通信局施設部

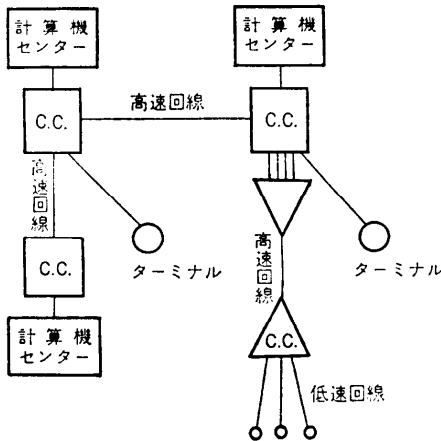


図-1 コンピュータ・ネットワークのイメージ

本文で述べているコンピュータ・ネットワークでは、地理的に離れたコンピュータを通信回線で結合する場合で、しかも単なるコンピュータの複合体ではないとしている。

通信回線を介さないで、コンピュータあるいはコンピュータ・サブシステムを結合することによって、より優れたコンピュータ・システムを構成する場合、これを広義のコンピュータ・ネットワークに含める場合がある。これは、インハウスであり、コンピュータ・コンプレックスとよばれるべきかも知れない、東京大学元岡教授が昨年の電気四学会連合大会で発表されたポリプロセッサシステム（主記憶を、多種多様のプロセッサが共有するシステム）などが、その例としてあげられよう（図-2 参照）。

一方、コンピュータを端末としてしか意識しないで、デジタル情報の経済的伝送を目的としたデータ交換網がある。コンピュータ・ネットワークでは、このデ

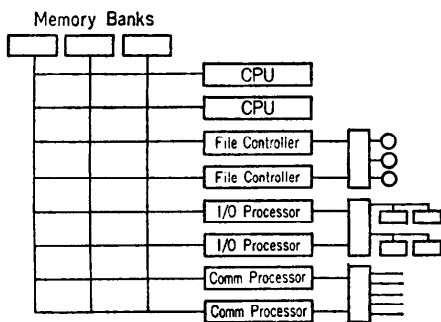


図-2 コンピュータ・コンプレックスのイメージ

ータ交換網を手段として利用することは十分考えられる。

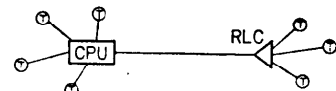
IBM チューリッヒ研究所データ通信センターの Dr. M. C. Andrews は、MUIINN (Multi-User Intermediate Node Network) を「多種・多様の端末に接続し、しかもコンピュータ間に通信機能をもつシステム構成のデータ伝送網」としている。多くのデータソースとして多種・多様のユーザがあり、データルートは共用され、通信機能として用いられる技術はパケット交換、もしくはメッセージ交換である。したがって、MUIINN とはデータ交換網(パケット交換網)と計算機網の両方を含むものと考えてよからう。

すなわち、コンピュータ・ネットワークの定義については、そこで用いられる技術上の問題と関連させて、次の二つの方向、すなわち

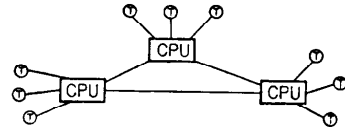
- 情報処理機能が、通信機能と結合することによって、空間的に広域に広がるもの
- 複数の処理装置が、単一負荷を能率よく処理するために、相互に通信しながら並行に動作するものであると考えるべきであろう。

コンピュータ・ネットワークの発展形態を図-3 に示す。

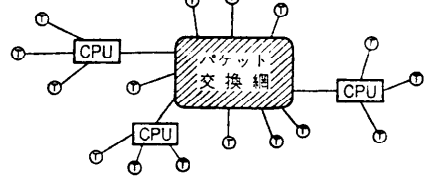
まず、RLC (遠隔集線装置: Remote Line Concentrator) を介して、専用線での端末—計算機間通信が、次に計算機間を専用線で結び形態に発展し、最後に交換網を介しての通信が行なわれるようになる。データ交換網が、電話用電子交換機の延長線上にあるパケット交換網なのか、汎用のミニコンピュータを交換機と



Type 1. 例: DEMOS, DRESS その他多数



Type 2. 例: 全銀システム等



Type 3. 例: ARPA ネットワーク

図-3 コンピュータ・ネットワークの発展段階

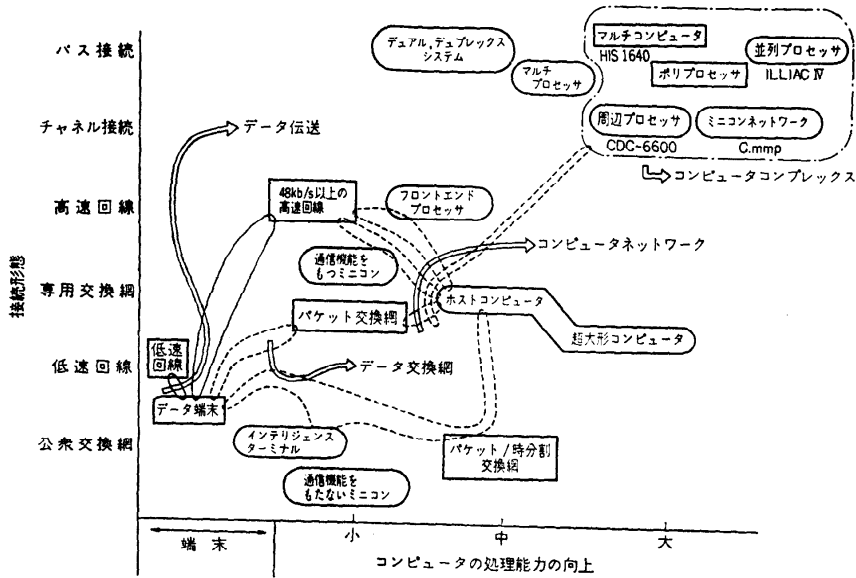


図-4 コンピュータ・ネットワークの位置づけ

する網なのかについては、今後の検討課題である。

2.2 網構成

コンピュータ・ネットワークについて、網形態で分類すると次の四つに分類されよう。

- (a) 集中形
- (b) 非集中形
- (c) 環状形
- (d) 分布形

(a)~(d)の形態を図-5に示している。

このうち、非集中形とは集中形をベースとし、それらを相互に結合したものである。

分類としては、これら網形態によるほかに、複数のコンピュータが同種であるか、異種であるのか、ある

いは、網内の交換機が、回線交換か、パケット交換か、また、それが、電話交換機を共用するのか、データ専用交換機とするのか、コンピュータ・ネットワークか、などでも分類されようが、ここでは網形態について述べてみる。

(a) 集中形 (非集中形も含む)

これは複数のコンピュータが、その中心にあるコンピュータ (新たに中央制御用のコンピュータを設置する場合もある) に結合され、そのコンピュータが交換などの制御を集中して行なう網である。

中央のコンピュータには、分散したコンピュータからの情報を中継する中継交換機能が必要であるが、情報は中央のコンピュータに集められ、トラヒックの大群化が行ないやすいため、回線のトラヒック処理率は高い。

しかし、信頼性からみると、中央のコンピュータや回線の障害が広範囲に影響する欠点をもっている。

一般に集中形は、コンピュータが広域に分散され、しかも、個々のコンピュータ間トラヒック量が比較的多い場合、あるいは交換経費に比べて、回線経費が高く、そのトラヒック処理能力が問題となるような場合などに適している。

集中形の例としては、同系統のコンピュータを、集中的に通信制御する別のコンピュータに、集中形に接

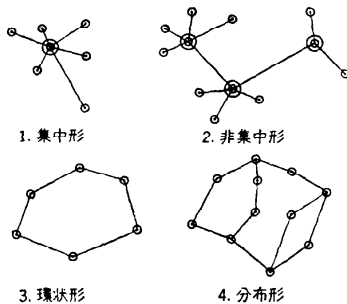


図-5 網構成

続した、アメリカ・ノースカロライナ州の2大学（三つの場所）による TUCC (Triangle Universities Computer Center) がある。また、異種のコンピュータを 40.8kb/s の回線で中央のコンピュータに接続し、相互のデータ変換も合せて中央で行なっている。IBM T.J. Watson Research Center, NETWORK/440 がある。

(b) 環状形

これは、コンピュータがループ状に結合された網であり、その中の一つのコンピュータに網制御を集中するような網もあるが、一般には各コンピュータに制御が分散している。その意味で環状形は分布形の中に含むことができる。

この網は多段中継による回線共用をねらいとしたものであり、回線経路長も短くてすみ、線路の建設の面で有利である。集中形と比較したとき、各コンピュータ当りのトラフィックが少ない場合に所要総線路長の点で有利となるが、回線を共用しているので、トラフィック量が多い場合には不向きである。また、環状形では情報の流れは一方向であり、ルーティングの必要がなくオーバーヘッドを軽減し、各コンピュータの独立性を高める。さらに、環状網では、他の環状網と NODE を通じて接続可能で拡張性に富んでいる。

この網形態の例として、アメリカ・カリフォルニア大学アービンの DCS (Distributed Computing System) がある。

(c) 分布形

この形態には、マスタユニットがなく、通信制御機能が網に加入している各コンピュータに分散している。制御が分散しているので、一つの障害が網全体に影響することはなく、信頼性は高い。

特長としては、ルーティングが必要であるということであり、一般に最終目的のコンピュータに到着するまで、メッセージはいくつかのユニットを経由していく。網内の各ユニットは少なくとも他の二つのユニットと接続され、障害時の迂回接続が可能である。

この形態の代表例として、同系統のコンピュータ網として、アメリカ Lawrence Radiation Laboratory の OCTOPUS。アメリカ CDC 社の CYBERNET がある。また、既存のハードウェアを生かすために、1種類の通信制御計算機をそれぞれのユニットのサイトに前置して、通信制御とデータ処理を分離する例で、異機種のコンピュータ網として、アメリカ・ミシガン州の MERIT (Michigan Educational Research In-

formation)。アメリカ国防省の ARPA (Advanced Research Project Agency of the Defence Department) がある。

2.3 効用

コンピュータ・ネットワークの効用を、実現性、利便度、経済的利益、社会的意義などを尺度として、重要度の大きいものの順からとりまとめてみると、次のようになる。

(a) 地理的に分散した組織の実時間集中管理

既に多くのオンラインシステムが存在している。

(b) データ・ベースの資源の共有

同じファイルを複数個所に設けるという二重投資をさけることができ、座席予約、住民情報など一元的管理の必要なファイルが多いことから、必要性が非常に大きいと考えられる。

技術的には専門化したデータ・ベース、ダイナミック・ファイルアクセスの方向に進むものと思われる。

(c) 複数システムへのアクセス

例えば、クレジット・カードのペリファイを行なうとする場合、それぞれのクレジット会社のシステムにアクセスしなければならないが、それぞれのシステムがコンピュータ・ネットワークに加入していれば、ホームシステムが相手システムにアクセスすることもあるし、網が相手システムを選択することになろう。

(d) ハードウェア資源の共有

ハードウェア資源を複数の利用者で共有し、経済化をはかることである。

(e) ソフトウェア資源の共有

ソフトウェア開発の二重投資をさけ、経済化をはかることである。他のシステムにあるソフトウェアを利用するために、必要なデータを送り込まなければならないが、そのとき一般に必要なデータの変換は、プログラムの変換に比べてはるかに容易であり、かなりよく用いられるであろう。

このようにソフトウェア資産がネットワーク内に蓄積されることは、社会の知識が集積されることを意味する。

(f) 信頼性の向上

ある処理システムがダウンした場合、他のシステムに収容がえすることが考えられる。また、非常災害時用のファイルバックアップ専用のシステムを網中に何か所か設けることが考えられる。

(g) サービスの大量生産、サービスの新しい道具

例えば、医療、教育の分野での応用が考えられる。

(h) 負荷の分担

ある処理システムの負荷が100%であるとき、新たにジョブを、他のシステムにネットワークを通じて転送することである。

プログラムやデータを、ホームシステムから、空きのあるシステムに送らなければならないが、このとき、I/O 処理、前処理、後処理を行わなければならない、I/O ネットとなっているシステムでは、利益は得られないであろう。さらに、プログラムの転送には変換が必要となるが、システム間の差異が大きい場合、事実上不可能である。

また、日本国内に限った場合、アメリカにおけるような時差の利用はできない。

(i) 超大形機、特殊システムの経済的成立

ILLIAC IV のような超大形機、あるいは特殊なシステムが、ユーザ数の拡大により、経済的に成立するようになる。

国際的視野で考えると、可能性はいくぶん高くなるが、日本国内のみで考えた場合、可能性は低いものと考えられる。

(j) 能力・機能の結合

異種あるいは同種のシステムを、ネットワークを介して結合し、一種のコンピュータ・コンプレックス(複合大形計算機システム)を構成し、大規模な問題を解こうとするものである。

技術的困難さの割には、得られるところは少ないと考えられる。

(k) 問題に適したシステムの選択

特殊なシステムあるいは装置が、ネットワーク内にある場合、解こうとする問題の一部をそれに適したシステムに送りこんで解くことにより、経済化をはかることができる。

(1) 共同作業の手段

例えば、全国の大学の計算センタを結ぶことにより、共同研究が推進されよう。

(m) コンバージョンの容易性

現用の小規模システムを拡張する場合、ネットワークに接ぎこみ、遠隔パッチ端末とすることにより目的を達成できる。

以上とりまとめた効用は、コンピュータ・ネットワークの効用であるが、前述のコンピュータ・コンプレックスの効用ともいえるものに (f), (g), (j) がある。

2.4 利用形態

コンピュータ・ネットワークの効用については、前節で述べたとおりであるが、現在での利用形態としては、プログラム、データなどの共用という本来の利用形態よりは、メッセージ転送などのデータ通信システムにおける計算機間通信の形態が多い。

利用形態をとりまとめてみると次のようになる。

- a) データ転送…気象情報の定時転送など
- b) データ照会…残高の問合せなど
- c) メッセージ交換…為替交換など
- d) ファイルの更新・処理…代理店システム経由の
座席予約など
- e) 情報検索・データベース…車のナンバーから所有者を知る
- f) データを送り、処理してうけとる
- g) プログラムの取得…他センタで作成されたプログラムの取得

技術的にみて a)～d) は既存技術で対応できるが、e) についてはデータベース技術が確立されている必要がある。e)～g) については、OS が異なる場合には、ファイル構成変換方法、プロトコル (Protocol: コンピュータ間の相互規約をいう) を決める必要がある (図-6)。

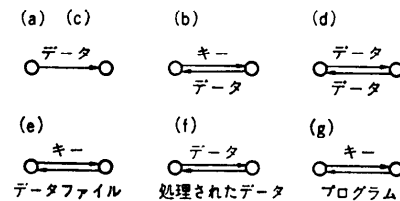


図-6 コンピュータ間の通信形態

- h) Remote Job Entry…プログラムを送り、処理してうけとる
- i) ロードシェア…負荷が多いときに他のシステムで処理する
- j) 資源の共有…ARPA など

h)～i)については、異種計算機間の場合、プロトコルなどが検討されねばならない。また、i)～j)については、さらに、ネットワーク用通信制御プログラム、ネットワーク管制センタシステム、ネットワーク情報センタシステムの検討が必要になる。

(昭和50年4月21日受付)