

講演

コンピュータ・ネットワークと情報処理\*

坂井 利之\*\*

1. はじめに

「コンピュータ・ネットワークと情報処理」という標題でお話をしますが、ネットワークについての忠実な Survey をするという気持はなく、まだ一般に学会で定説化していない私見をかなり採り入れて話すこととお許し戴きたい。「コンピュータ・ネットワーク」というのは、既存のテレックス、各種方式のデータ通信を結合する「データ・コミュニケーション・ネットワーク」、データベース、データバンクを中心にして、それにアクセスし情報を検索する「インホメーション・ネットワーク」というネットワークの3つの分類の内の1つ<sup>1)</sup>である。何れもコンピュータ・コミュニケーションによってサポートされるデータ処理、情報処理を扱い、そのエレメントのコンピュータ、電気通信のあり方に大きい変化を及ぼすことになる。実際的な需要面から考えると、コンピュータ・プロセス間の高速度の通信は、当面の間はかなり少ないであろうということが、英国の調査<sup>2)</sup>で明らかにされている。

次に本学会の名前でもある「情報処理」が、コンピュータ・ネットワークが本格的に実現したときにどのように変貌するであろうか、あるいは情報処理がコンピュータ・ネットワークとどのような本質的な結びつきを持っているのかを時間のある限り詳しく考えて見たい。

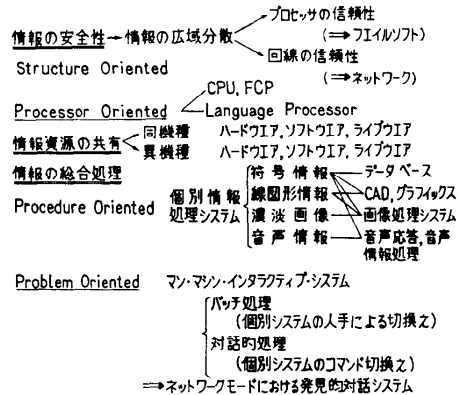
2. コンピュータ・ネットワーク形成のニーズとシーズ

コンピュータ・ネットワークを形成せざるを得ないようなニーズは何であったか、また、コンピュータ、通信の分野から技術の歩みとして、いつかはコンピュータ・ネットワークに達したであろうシーズは何であったかを表を用いて整理してみよう。

\* 情報処理学会創立15周年記念大会特別講演(昭和49年12月5日)

\*\* 本会関西支部長、京都大学工学部情報工学教室

表-1 コンピュータ・ネットワークのニーズ (Needs)



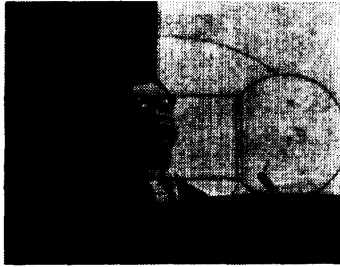
a) ニーズ

コンピュータ・ネットワークの発想は米国国防省の ARPA である。いかなる天災、人為的攻撃に対しても情報の安全性を守りたいという要求である。解決案は地理的に広域にまたがった情報の分散になる。これを技術としてプロセッサ、回線にわけ、それぞれ信頼性を向上させるには表-1 のカッコ内矢印のような方法で解決した。分散させたために、特殊化、機密性、保守力で利点が生れ、また権限の慎重な制限も可能となるであろう。情報資源の共有はコンピュータ・ネットワークの大きい目的であるが、現実的には同機種、同じファミリー内のトラフィックが多いことはよく知られている。

人工知能 (Artificial Intelligence, AI) における言葉を利用すると、上の2つは Structure Oriented なものであるのに対し、情報の総合処理は Procedure Oriented なニーズである。情報を人間の望む形に処理してゆく一連の手続きの中で、人間の環境、思考方法にマッチした情報媒体、つまり文字、図形、画像、音声などを適時使いわけることの必要性和、その利点が本質的なものか、便宜的なものかが問題となる。既存の個別情報処理システムとその実在の組合せが表-1

写真

講演中の筆者  
創立15周年記念大会



に示されている。マン・マシン・システムがどちらかと言えばオペレーショナルなレベルでの人間と機械の補完性の追求であるのに対し、ネット・ワーク・モードでは、より創造的、発見的なレベルで、理論が実験をリードするような先導的な役割が機械にも期待できるのではないかという風に話を進めたいと思っているので、この点は後で具体的に詳しく述べたい。

b) シーズ

コンピュータ・ネットワークに到達するシーズを整理すると表-2 となる。コンピュータの互換性 (Compatibility) は、ハードウェア単体ではファミリーシリーズとして解決され、コンパイラ言語のレベルでソフトウェアの互換性が達成されている。異機種間のオンライン網に対してはネットワークと名づけられ、これはビット系列の透過性ということで技術的には解が得られている。データ伝送網からは、マルチプレクサー (MPX)、コンセントレーターによる低速回線の集積化<sup>23)</sup>が1つの計算機に対して行われ、また TSS 計算機のトラフィックの状況から考えると専用線方式は高速回線では極めて非効率であるので、メッセージ交換という蓄積交換が出現してきた。TSS コンピュータのユーザとコンピュータとの通信は point to point で、しかもユーザの与える問題、TSS のコンピュータの負荷の状況によりコンピュータからのメッセージの

表-2 コンピュータ・ネットワークのシーズ (Seeds)

コンピュータの互換性の拡張、効率の向上 (Computer)

ハードウェア単体 → ソフトウェアレベル → コンピュータ・ネットワーク  
 (⇒ファミリー) (⇒コンパイラ言語) (⇒ビット系列透過性)

データ伝送網の効率、柔軟性向上 (Data Network)

伝送速度 → MPX による階層化、多重化

交換機能 { 専用線  
 時分割交換 (⇒パケット交換)  
 蓄積交換 (⇒メッセージ交換)

フォーマット変換 → バッファ、フロントエンド・プロセッサ  
 (⇒コンピュータ・コンプレックス)

マルチプル・コンピュータ (Multiple Computer)

通信接続手続  
 アルゴリズムの分解と並列処理  
 → バッファ記憶、資源共有

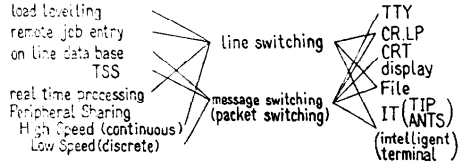


図-1 コンピュータの使用目的、ユーザ端末と交換機能

表-3 パケット交換 (Packet Switching) と回線交換 (Line Switching) の比較表

	パケット交換	回線交換
接続手順	NO	YES
ブロック長制限	有	無
伝送時間	可変, 1秒以下	固定, 極めて小
エラー率	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-6</sup>
ブロック消滅	有	有
ブロック複製	可能	不能

返ってくる時間はランダムである。この間、専用線を用いていたのでは低速の安価なものならいざ知らず、高速のものでは価格的に禁止に近い。そこで交換機能として電話のような回線交換と対比してメッセージ交換が論ぜられねばならなくなった。この2種の交換機能の選択は与えられた問題により、あるいは内容としての仕事にもよる。そこでコンピュータの使用目的、ユーザ側の端末との関連で交換機能の選択を概略的に図で示すと、図-1 のようになる。回線交換 (line switching) は一度接続が行なわれて、伝送 (通信) が行われ、終了すると、その2者間では当然通信要求がないような性格で、しかも通信量や時間が長いものに有利である。これに反し、メッセージ交換 (message switching) は同一組合せの送・受間に何回も通信があり、しかも通信量が少量のときに有利である。すなわち回線網<sup>3)</sup>としては、宛先は外箱に、内容は箱の中に入れて、小口荷物混載で輸送するように、高速通信回線でパケットというブロック伝送で送ろうとするものである。パケットは従って宛先、電文内容 (Text)、誤りチェックの3つのフィールドからなっている。さらにパケット交換、回線交換の重要な差異を示すと表-3<sup>4)</sup> のようになる。

3. コンピュータ・ネットワークの特徴と概略

コンピュータ・ネットワークのニーズ、シーズとしてあげた項目が実現されているのは勿論であるが、それよりも私は表-4 (次頁参照) にあげた1と2が極めて

表-4 コンピュータ・ネットワークの特徴 (Merits)

1. ユーザ指向の徹底  
 プロトコールによる通信の脱ハードの確立  
 (=>"virtual circuit", virtual terminal)
2. 文字、パケット単位での転送とアクセス  
 コンピュータ内部のソフトウェア } =>階層性の一致  
 通信網内部のプロトコール } =>アクセス単位  
 (=)"Datagram")  
 コンピュータ内、通信網内の転送単位の統一
3. ニーズ } 各項目の達成  
 シーズ }

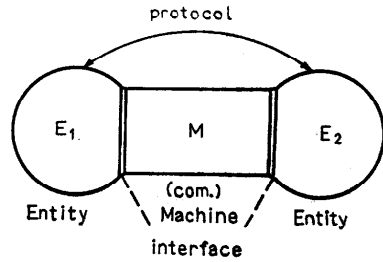


図-2 コンピュータ・ネットワークのプロトコル (protocol)

重要であり価値あることだと思っている。ARPA ネットワークの実験から、通信のプロトコルという概念に到達し、従来は実線レベルの通信 (FDM でも物理的、TDM でも同期的で強力な制限の下) であったのに対して、"virtual circuit", "virtual terminal"<sup>5)6)</sup>といわれるような脱ハードの思想が定着するようになった。すなわち、メモリとプロセッサが通信網の各所に入ってゆくことによって、コンピュータのようにユーザ・オリエンテッドで、よりソフト寄りになって、脱ハードが確立したことが最も大きいことだと思っている。ARPA 関係の人や、その後ヨーロッパを始め、多くの関係者の間で、プロトコルの標準化論議が盛んなのは当然である。

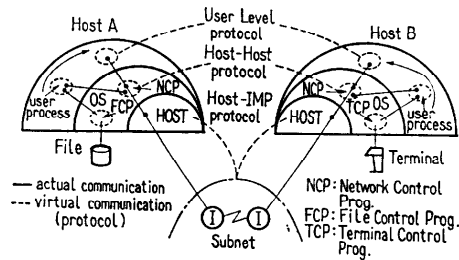


図-3 プロトコルの階層構造

virtual circuit (V.C) というのは ARPA の実験を検討し、英の EPSS<sup>7)</sup>、仏の Cyclades<sup>8)</sup> のパケット交換で狙っている 1つの考えで、在来の回線交換網の接続でされているように、同種のサービスがある期間可能となるもので、両端のスピードに差があってもよいし、V.C が幾つかつながった V.C も可能である。virtual call というのは 2つの port<sup>6)</sup> (Host コンピュータの中でデータ変換をする機能部) の連結中は、この 2者間でのみパケット交換をするもので、パケットの順番がユーザ間で保障される。

ARPA における TIP (Terminal Interface Message Processor) では、パケットに目が奪われて、文字単位のメッセージが忘れられかけていたが、文字単位、パケット単位の転送とアクセスが大切<sup>7)</sup>であることが見出されて来た。データ通信の定義では、送 (source),

受 (sink) の何れかが少なくとも機械であった。しかしコンピュータ・ネットワークでは、図-2 に示すようにプロトコルで 2者間を結びつける実体 (Entity)<sup>4)</sup> が表-5 のように機器であったり、プログラム(プロセス)であったりする。そこで表-4 に示すように通信網内の階層性はコンピュータのレベルと一致して来たのである。電信の所産としての商品が電報 (telegram) であったのと同様、コンピュータ・ネットワークのパケット通信交換網の所産が "Datagram"<sup>5)</sup> である。つまり、網の内部に立入ることなく、グローバルには、コンピュータ・ネットワークはデータグラム (data-gram) の carrier として見る事ができる。"virtual circuit" という回線交換に相当するものに対して、message circuit というメッセージ交換に相当するものがパケット通信網内に内容的には存在し、さらにこれを詳細に各階層に分解することができる。表-5 に現われる言葉で、プロトコル (Protocol) とは「協同のための Entity 間の通信規則」と定義できる。プロトコルの階層は図-3 のように<sup>1)</sup>、ユーザレベル、Host-Host レベル、Host-IMP (NCP ネット) レベル、Subnet レベルにわかれ、それぞれのレベルにおける Communication Machine の分析をすると次のようになる<sup>9)</sup>。

表-5 コンピュータ・ネットワークのスケルトン

プロトコル (Protocol)	Entity: 端末, プロセス, ファイル, 周辺機器
	Communication Machine: ローカル, リモート
	Interface: ユーザ・プロセス, OS, 通信 Subnet, 通信伝送
階層 (Terminal)	階層: ユーザレベル, Host-Host, Host-IMP, Subnet
	{ 文字 { 人とのマッチング
	{ レイアウト { 通信網上の形式
	伝送技術
	交換技術

Subnet レベルでは単一パケット伝送が主目的とな

り伝送インターフェース、パケット長、同期、透過性、誤り検出など。

NCP ネットレベルでは link 制御が主目的で、エラー検出、線路使用効率、local flow control などの項目がある。

Host-Host レベルでは Network Facilities が問題となっていて、最大データ長、メッセージ・パケット間の分解・合成、アドレッシング、virtual call、delivery priority など。

ユーザレベルの項目としては伝送並に交換、ターミナル制御、Host 計算機インターフェース、モニター(OS) と制御などがある。

表-5 に於て、残っている言葉の Interface の定義は “the set of means whereby two entities act on one another” とされている。これから明らかなように、Entity, Interface, Protocol はソフトウェア、ハードウェアの Architecture 思想と相似している。Protocol Architecture には、①インターフェースの安定性のため function の分離、②各レベルのプロトコールの並列、独立生成と作業の保障、③modularity の配慮が要求されるのである。

次に端末について述べよう。人間が操作しモニターするときは、テレックスのスピードでは遅すぎて 30 ~100 文字/秒 が妥当である。文字単位で送る形式とパケット単位となるよう既に生成され符号化された情報、あるいは音声、画像のように A-D 変換して大量に生ずる生データとは考え方が異なる。

パケットを形成するヘッダーに対しては、各種のコンピュータの word を考えると次のようなものが、最小公倍数になる。

$$\begin{aligned} \text{ヘッダーとして } 72 &= 9 \times 8 \quad 6, 8, 12, 18, 24, 36 \\ 96 &= 12 \times 8 \quad 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48 \end{aligned}$$

が、検討されている。

特にコンピュータ・ネットワークは private なものから発展していること<sup>9)</sup>、CCITT, ISO, IFIP, OECD など各種の標準化の努力がされているが、究極的には単一の規格達成は論理的にも目的別にも、政策的にも無理であろうから、これら PSN Packet Switched Networks) の間での自動的な通信のため catenet<sup>10)</sup>における Gateway の検討が行われている。つまり1つの PSN と他の PSN との接点となるノードの Host が Gateway で、global な外部へのメッセージの伝送のためヘッダーの形式と可変長さが問題にされる。

また通信 subnet レベルでは、同期式、デジタル

表-6 コンピュータ・ネットワークの現状

米 国	ARPAnet, TYMNET, MERIT, GENet, (Telnet), WU International (IDDS), Bell Network, ALOHA (DATRAN)
カナダ	Datarouts
英 国	EPSS, NPLnet
フランス	CYCLADES, RCP→(TRANSPAC), (HERMES)
スペイン	CTNE
ヨーロッパ	EIN, SITA, SWIFT, BINS
日 本	KUIPNET

伝送網による回線コストの低下をねらう実験ならびに商用テストが各国で行われ、1975~1985 年には世界的に普及すると思われるがここでは述べない。

コンピュータ・ネットワークの当面の加入サイトは、大学、研究所、政府機関、大企業などであり、 $10^{12} \sim 10^{13}$  bit の data bank の利用が最も近い用途と考えられている。公衆通信網内におけるユーザグループの作成、つまり public なネットワークの中における private network の問題は、security, priority なども関係するが今後検討を要する重要な問題である。

#### 4. コンピュータ・ネットワークの現状と代表例

現在コンピュータの主な使用は、符号化された数字、文字を基幹として、TSS 計算機の科学用、ビジネス用の利用である。従って画像、音声など人間の日常生活に近い情報処理を意図したコンピュータの使用は極めて少ない。

表-6 は各国のコンピュータ・ネットワークの中からサービス中、実験中、計画中のもの<sup>3)5)11)</sup>、そして公衆、私用、国内、国際、構内のものなど拾い上げたものである。アンダーラインのあるものは代表例として説明する積りのものである。米国の場合は ATT<sup>12)</sup> と他の会社との競争が問題となるの対し、他の諸国は PTT や国家機関の動きが主流となる。アメリカでは ARPA net (Advanced Research Projects Agency) の経験を入れて Telnet などが FCC の許可を得、国内用サテライトを用いて 1975 年よりサービス開始を計画している。Tymeshare 社の TYMNET は米国内のみでなく、パリ、ロンドンにもサイトがあり、Value Added Network を考慮しているパケットスイッチングのネットワークである。ARPA に続いてフランスの CYCLADES<sup>9)</sup>、英国の EPSS<sup>3)5)7)</sup> は意欲的であり、相互の連絡も密である。ヨーロッパのはほぼ全域にまたがる EIN (European Informatics Networks)<sup>13)</sup> の計画は、1973~78 年にわたる 5 ケ年のプロジェクト

表-7 コンピュータ・ネットワークの代表例

	ARPANET (アメリカ)	EPSS (イギリス)	RCP (PTT) (フランス)	CTNE Real Time サービス (スペイン)	Cyclades (IRIA) (フランス)	EIN (ヨーロッパ)
ユーザ入力	メッセージ	パケット Virtual Call	Virtual Call	文 字	パケット	パケット
ユーザ・インタフェース	多線式	CCITT	CCITT	CCITT	CCITT	CCITT
ユーザデータのブロック長	8064ビット, ネットワーク内パケット1008ビット迄	2040ビット (1パケット)	2048ビット (1フレーム内) (パケット複数可)	文字よりパケットヘアセンブル (2048ビット迄)	2040ビット (1パケット)	2040ビット (1パケット)
エラーチェック法	24ビット 多項式チェック	CCITT 勧告 V41 (16ビット多項式)	16ビットのフレーム保護	多項式チェック	EPSS と同じ	EPSS と同じ
動的ルート変更	可	可	不可	不可	可	可
その他特徴	remote host インタフェースは1008ビット, パケットまで取扱可	文字よりパケットヘアセンブル	左 (EPSS) に同じ	real time サービス拡張予定	trace, echo 機能可能	trace, echo, sequencing 機能追加可能

トで、将来国際的な高度ネットワークに育て上げる予定のもので、スイス、フランス、イギリス、イタリア、ユーゴ、ノルウェー、スウェーデン、Euratomなどが参加している。Privateなものとしては<sup>11)</sup>、TY-MENET, GE net, SITA, SWIFT<sup>9)</sup>などが有名であり実用化されている。パケット網として現在商用になっているのは、スペインのマドリード、バルセロナ間のCTNEのみで、PTTによって運用されていて、専用線であり、電話網ともつながる。200 端末がついている。いくつかの代表的ネットワーク<sup>3)</sup>とその規格を表-7 に示し、更に詳しい説明も試みよう。

## [ARPA]

1974年6月現在の各種データ

ノード分布: ノード数 48, サテライトでハワイへ,

英国, ノルウェーにも電話回線で延長,

ホスト分布: PDP 10 19 台, PDP 11 20 台, IBM 360 8 台, IBM 370 4 台, Iliiac IV 1 台, UNIVAC 1108 1 台, CDC 6600 1 台, CDC 7600 1 台, その他.

メッセージ・パケットの定数:

最大メッセージ長

8095 ビット, 32 ビットリーダー (宛先),

最大データ長

8063 ビット (7パケット 1008 ビット)・  
(1パケット 1007 ビット)・チャンネル平均使用率<sup>14)</sup>:

1974年5月, 46 IMP における1週間のデータ

1文字パケットのとき 平均使用率 1%.

full size パケットのとき " 80%.

結論として 50 kbps 専用線でオーバーヘッドを除くと実効 10 kbps 位の稼動.

パケット・プロトコル等:

Subnet 内: Subnet パケットの内 49% はサブネット制御用, その内更に RFNM (Request for Next Message) が 88.7%.

Host-Host 制御メッセージ中, NCP (Network Control Program) 用が 41%, その内更に ALL (Allocation Command) が 70%.

Subnet を通りメッセージが目的 Host につかないのが 100 中 1 ヶ位. つまり INCTRNS プロトコルが驚くほど多い.

以上の状況に鑑み, ARPA net の network measuring center である UCLA の Prof. Kleinrock は Design Goal として次のように言っている.

①RJE (Remote Job Entry) で代表されるようなジョブのスループットの向上.

②Real Time Service たとえばスピーチの伝送のようなサービスの可能性.

③Low Delay の追求によるインタラクティブシステムの実現.

[CYCLADES]<sup>8)</sup>

1972~75 年のプロジェクトで, パリ, レンヌ, ツールーズ, グルノーブル, IRIA を結ぶ国立機関の連合的プロジェクトで, 公衆網と結ぶ計画はない. 一方公衆用には 1975 年実験開始の RCP<sup>15)</sup> (パリ, レンヌ, リヨン) があり, ノード間を 9.6 kbps 回線で結んでいるが, これを TRANSPAC に 1976~77 年移行の予定である. CYCLADES の Subnet は CIGALE と呼び, IMP は MITRA 15 でパケット交換, Host 数は 16 で 4 つの都市にあり, IBM 360/67, CDC 6600 などである.

目標:

短文メッセージの高速伝送 (100~500 ms の delay).

10<sup>-10</sup> 以下のビット誤り (ISO 16 ビットの cyclic code によるチェック).

Multiple link, Availability 98% 以上の達成.

特徴:

パケットスイッチング, アダプティブ・ルーティング, Congestion コントロール.

サービス

switched calls, user club, hot lines などのサービス可能を考え, data storage, inquiries, broadcasting などが内包される.

(EPSS)<sup>9)7)</sup>

イギリスの BPO (郵電公社) が中心となっている Experimental Packet Switched Service で, パケット網の実験を目途とし, 1975 年後半に稼働予定. ロンドン, マンチェスター, グラスゴーの 3つのノードで, 文字ターミナル 166 ヶ (50, 110, 300 bps), パケットターミナル 84 ヶ (2.4, 4.8, 9.6, 48 kbps) を備え, "datagram", "virtual circuit" のサービスを行なう予定. ノード間は 48 kbps の専用線で結ぶが, 将来デジタル伝送に変更するよう配慮している. オーバヘッドを少なくするため individual and group response, first packet と subsequent packet で形式を違えている. PSE (packet switching exchange) で文字ターミナルからの通信をパケットに合成したり分解したりすることができる. 48 kbps は, 64 kbps の回線で 8 bit 文字の調歩式伝送のため, 8 割に落ちたもので, 高速回線は 32×64 kbps で 2048 kbps を考えている. 回線は電話と共用し, 交換機は P.S と C.S と別個にするようである. ちなみに, デジタルな同期伝送になると情報伝送は次のようになる.

50 kbps: 磁気テープ一巻なら 30 分, A 4 1 頁のファクシミリ伝送 4 秒.

1.5 Mbps: 磁気テープ一巻なら 1 分, A 4 1 頁のファクシミリ伝送 8 頁/秒.

48 kbps デジタル, 同期伝送はヨーロッパでは, 1980 年頃には標準になると思われる.

(KUIPNET)<sup>16)</sup>

構内用のコンピュータ・ネットワークで情報処理研究を主目的として京都大学で開発中のもので, 図-4 のようにミニコン Host, 中型 Host など 5 台が IMP に星形につながり, 3 台は常に結合されている. 情報資源共有, 特にハードウェアとしてのファイル, 特殊

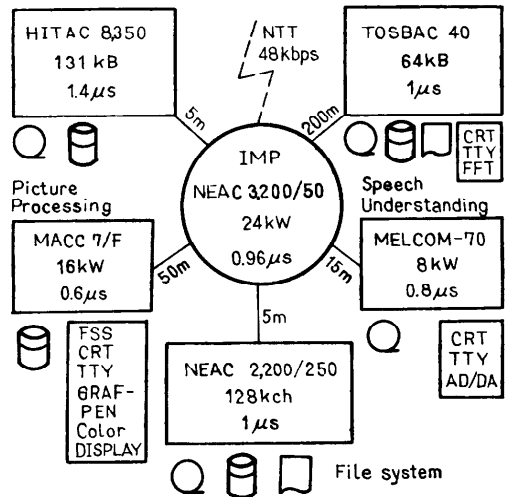


図-4 KUIPNET の構成

I/O 装置の共有が行なわれていて, 言語プロセッサをミニコンからネットワークモードで利用可能である. IMP には音声などの real time で, しかも constant delay の伝送が可能ないように, packet switching でありながら circuit switching に実質的になるよう特殊ハードウェアを追加した. これはバイト単位で priority の順位が命令で可変にできるもので, 測定によれば, 340 kbps のスループットが得られ, PCM 音声 (10 kHz サンプリング, 10 ビット PCM) がネットワークを忠実に通っている. 中型 Host NEAC 2200/250 の OS もこれに対応して, ネットワークにふさわしい priority と処理が可能なるよう多重プログラミングのものが, ほぼ出来上っている. 資源共有としては NEAC 2200 のディスクファイルを画像用, 音声用のミニコン Host より共有すること, 音声スペクトルを MELCOM より MACC のカラーディスプレイに出し, この画像を利用することなど高速, 便利に使われつつある. 情報処理とコンピュータ・ネットワークとの関連については後述する.

## 5. コンピュータ・ネットワークと情報処理

今後情報処理を本格的に展開するについては, 現在のマン・マシン・システムを更に発展させ, コンピュータ機能を人間の性格 (環境, 思考方法) にマッチさせることを論ずる必要がある. それらの具体的検討項目が表-8 (次頁参照) に挙げてあって, 情報媒体の自由な選択を情報処理の手続きの任意の段階で可能にすることの効果, 質問応答能力 (Q & A) や, AI の,

## 表-8 コンピュータ・ネットワークと情報処理

コンピュータと人間の補完性の追求……→マン・マシン・システム	
情報資源の共有の追求……→コンピュータ・ネットワーク	
コンピュータ機能を人間の性格にマッチさせる……→情報媒体の自由選択	
	データベースの確立
{Computer Network は有利か?	Q&A, AI (抽象, 推論)
{Computer Network でないと	コミュニケーション機能
できないことがあるか?	
パターン情報の処理の必要性和機能仕様……→画像情報	音声情報の情報量
{Computer Network は有利か?	処理時間の制限
{Computer Network でないと	発見的, 能率的手法の探索
できないことがあるか?	知能端末の効用

特に抽象や推論機能を機械に獲得させること、及び、マンとマシンとが社会科学でいう意味でのコミュニケーション機能をもつとどのようになるか。これらの項目が性格マッチの項目である。

次に量の問題もある。数値情報の処理に対して、画像とか音声の龐大な情報量は、人海戦術では如何ともし難いものである。縦横 1000×1000 のメッシュ、1 絵素 5 ビットとして 1 枚の濃淡画像は 500 万ビットとなる。キーパンチャー、1 日 4 万ストロークの労働量にすれば 125 日の作業量である。音声 20 kHz サンプリング、1 サンプル 10 ビットは 200 k ビット/秒となる。これらの大量の情報を今後我々はさけて通れるだろうか。また処理速度が速くならなければ、実質上有効な統計データも手法もでてこない。高速な処理システム、人間と機械が相互作用的に発見的な過程をふんでゆかなければならない問題のみが残された課題である。これらがパターン情報処理の必要性である。

情報の洪水の世の中では不必要なものは寄せつけない事である。変化のない情報、既知で新しいものを含まない情報はよせつけないことである。特に画像や音声のように大量情報を扱う時は、通信線へも乗せないこと、計算機へのメモリへも入れないことである。この global な判断つまり ON, OFF 的な情報の判断を知能端末にさせる必要が生ずるのである。

コンピュータ・ネットワークの存在によって、画期的に情報処理に影響を与えると思われるのを示すと表-9 のようになる。

まず知能端末についてふれよう。エネルギー・信号的に passive, active なフィルターというのではなく、情報内容的な情報フィルターで、情報に関するパラメータ抽出、記述言語、学習などと評価・判断基準の記述、変更規則などが必要である。

次に実験に入っている computer conferencing について説明しよう。この conferencing には放送機

## 表-9 情報処理の新展開

<u>Computer Conferencing</u>	
知能端末 (情報フィルター)	ON, OFF 制御
(Intelligent Terminal)	
パターン理解システム	パターン認識
(Pattern Understanding)	コミュニケーション
	マン・マシン・インタラクティブ・システム
例 音声, 画像 (KUIPNET)	
<u>ネットワーク・モードにおける発見的対話システムの可能性</u>	
客観的世界と観測⇔Robotics 世界とコミュニケーション,	
“ ”と行動・制御	
数式モデル, シミュレーションモデル	⇔発見的対話システム
(記述, モデル化, 学習)	(方向づけ: 指針, 指示の対等な交換)

能、ファクシミリ伝送が必要で、これと同格なものに Network Message System (例えば ARPA の NIC-Network Information Center), Network Editing Service, Value Added Network<sup>11)</sup> などがある。Computer Conferencing には multi-destination, ファクシミリ, グラフィックス, データファイルなどが必要であるが、これの本質的な長所と弱点を列挙しよう。

長所: 正確さ, 地域制限なし, 時間的制約少なし, グループ構成可変, コンピュータパワーとデータベース利用可能なこと。

弱点: タイプ必要, タイプに座っていること必要, feeling 伝送不能, 限られた人へのみフィードバック可能。

実験例として, IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) で CCITT のシミュレーションをした。議長, 秘書, 参加者, オブザーバーなどがいて, 日本からも参加していた。

## 6. 情報処理の新展開

a) パターン理解システム<sup>12)</sup>

パターン認識とは、機械による特定のパターンの高確度の認識を意図するものであるが、特定のものでなく、しかもパターン自体時間的に変化し、人が充分な経験とか知識を持たないパターンを処理するにはマン・マシンの対話システムで行なう必要がある。しかし従来の対話は人間による物理的パラメータの制御のようなものであって、パターンに含まれる情報内容に関するものではなかった。

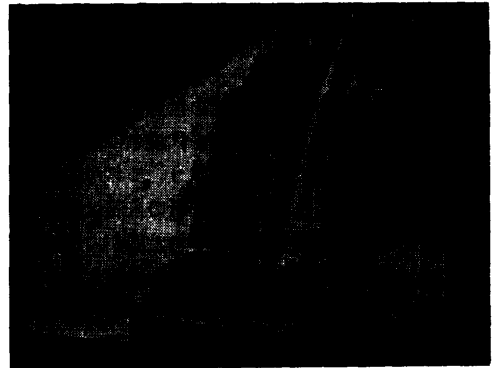
我々が例えば画像パターンを見るときを考えよう。写真フィルムになっているとすれば、それ全体の濃淡の分布が、黒レベルから白レベルまであって、どちらかに片寄っていないければ露出適度と言う。しかし、我々の興味のある対象物が、かなり白っぽいものであれば、そして、それをより詳しく調べたいならば、その

部分のみを拡大し、その部分のコントラストがより多く出るような白黒レベルの変換を希望することになる。つまり、画像パターンと人間との対話は、人間がパターンをモニターで見て、その中の興味のある、調べたい対象を指示する。これは通信結果により態度、行動を変えるのでコミュニケーションになっている。指示された対象から最大の情報量を得るようにマン・マシン画像処理システム<sup>18)</sup>のハードウェア、ソフトウェアを高速にインタラクティブに可変にして、望むものが得られるように対話の上で決定してゆくのが好ましい。

このような実例として、音声理解システム (Speech Understanding System) の研究がある。KUIPNETにおいて、日本語文章の分析をネットワーク・モードでスペクトルのカラー表示をして便宜を得ている。また、マン・マシン・インタラクティブ・システムとしてリモートセンシング画像の処理、医学、生物写真などのカラー表示においてその威力をみせている<sup>19)</sup>。単なるカラー・エンハンスメントでなくて、目的とする対象パターンを最適の大きさに最大の情報量を与えるようにディスプレイし、そのデータを観測、記憶することができる。パターン理解システムの構造、ならびに知能端末、パターン認識、人工知能、ロボティクスとの関連とその位置づけについては述べる余裕がないので文献 17) を参照載きたい。ただコンピュータ・ネットワークという環境の中にあることが、かなり重要であるように思われる。

#### b) ネットワーク・モードにおける発見的対話システム

コンピュータが背後になければ出来ないような仕事、そして人海戦術では不可能に近い仕事を、マン・マシン・インタラクティブ・システムを使って、研究の方向づけ、指針を得る例として、リモートセンシングの写真処理を挙げよう。リモートセンシングというのは、人工衛星、飛行機などから地球、国土をマルチ・スペクトルバンドの写真で撮影した多数の白黒濃淡画像の情報処理を行って、国土上の建物、樹木、畑、河川、岩石、温度、構造物などの存在と、その性質を知ろうとするものである。医学写真でも解剖所見と写真の対照、その経験の蓄積によって専門医は写真から病状を理解することができる。国土の写真に対しても本質的に調査対象に対して同様な手順が必要であるが、地域が広く、しかも未経験で複雑、大量な実地調査、分析、処理を伴うので著しい困難がある。従っ



(a) 航空機からのマルチバンド写真の false カラー合成 (赤外線カラー風)



(b) テーマ別クラス分け (8テーマ)

図-5 パターン理解システムのためのテーマ別クラス分け

て、望む解が得られる方向で先見性よく発見的に能率よく手順が進められる必要がある。古くは実験に対する理論の先見性、指導性、新しくは計算機によるシミュレーションのような役割を画像処理の面で発見的対話システムにすれば得られるであろう。図-5は、その例である。赤外線、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の4つのバンドの写真の内3つを選んで、あたかも赤外線カラー写真のようにしたのが、同図の (a) である。

一般に4バンドでは、 $C_3$ の組合せ方、R.G.Bの色強度レベルのミキシングの度合も複雑である。これをカラー写真の技術、印刷でハードコピーだけでやっていたのでは、自分の望むものが得られる迄の時間と材料の浪費は甚だしい。そこで図-5(b)に示すように自分の知っている地点、興味のある項目の地点、それらを興味、分類のカテゴリーのテーマ<sup>19)</sup>によって1つまたは幾つかをサンプルとして、 $C_3$ の内の1つが描



き出されているカラー TV 上のモニターパターンで指示する。これらの人間からの指示が終るとコンピュータは与えられた4枚のマルチバンドの写真のデータ・ファイルを用いて、4次元の世界で代表点に対する夫々の濃度を計算し、全絵素を代表点の何れかのカテゴリに属するよう分類を行なう。これが数10秒のオーダーである。これを見て研究者の人間は既知の代表点のカテゴリと同じに分類された所が、どのような詳しい feature で似ているのか、相異があるかを調べることができる。また研究者は同じと思っていたものが異なったカテゴリに入った理由など、コンピュータからの応答によって次に調査、分析しなければならない項目を発見するのである。この例はコンピュータの画像処理能力、ファイル能力、高速対話能力なくしては、他の手段では不可能に近い位の処理量になるものであり、しかも単にコンピュータが補助的なものでなく、ある意味では研究者に対して嗅覚のすぐれた訓練犬が「ここ掘れ、ワンワン」という程度の指導性をもっているとも言えるだろう。

表9で Robotics 世界とコミュニケーション、Robotics 世界と行動・制御と書いたのは、上述の例のように既に完了してしまった事象のフィルムというのではなく、観測状況の最中に、上のような手続きで照明とか、撮影場所、撮影条件などの制御を行って最速の望む情報を得るようにした real time の世界における情報処理を意味するものである。このような他の例として、都市の災害時に於て、予め調べられている都市の燃焼に対する構造的データに、現在の real time 発火地点、気象条件を入れた数分後、数十分後の燃焼状況のシミュレーションなどは、消火活動に対する Robotics 世界でのコンピュータの寄与となり、データ通信網によって real time に遠隔の所に指令を送れる点で画期的なものとなる。

## 7. おわりに

コンピュータ・ネットワークと情報処理の2つの単語の単なる論理和でなく論理積、更には新しい領域＝情報工学＝の基礎と応用に関する論議を行なう余裕がなくなりました。御静聴有難うございました。

## 参考文献

- 1) 坂井：コンピュータ間通信網，昭和49年度電気四学会連合大会，No. 232.

- 2) Post Office Datal Services "Possible Features of a New Data Service", Data Fair, 29 March-2 Apr., 1971.
- 3) G. Allery: Data Communications and Public Networks, Proc. IFIP 74 Part I, Computer Hardware II, p. 117-122.
- 4) M. Elie, M. Zimmermann: Towards a Systematic Approach to Protocols on a Computer Network—Application to the Cyclades Network, Proc. AFCET Congress, 7-9 Nov., 1973
- 5) D. Davies: The Future of Computer Networks, Conference on Computer Communication Networks, IIASA, 21-25 Oct., 1974.
- 6) CCITT Study Group VII, Temporary Document No. 25-E.
- 7) Experimental Packet Switched Service (EPSS), Issue 2 Nov., 1972.
- 8) L. Pouzin: Cigale, the Packet Switching Machine of the Cyclades Computer Network, Proc. IFIP 74, Computer Network II, p. 155 ~159.
- 9) P. Hughes, D. Mann: Private Computer Networks, IIASA-ibid 5).
- 10) L. Pouzin: A Proposal for Interconnecting Packet Switching Networks, Proc. Eurocomp., p. 1023, 13-17 May, 1974.
- 11) P. Kirstein: Public Data Networks, The Next Decade, INDRA, No. 384, IIASA-ibid 5).
- 12) C. Struehrk: The Bell System's Dataphone Digital Service, Proc. 2nd ICCS, p. 279, 1974.
- 13) D. Barber: Progress with the European Informatics Network, Proc. 2nd ICCS, p. 215, 1974.
- 14) L. Kleinrock, W. Naylor, H. Opderbeck: A Study of Line Overhead in the ARPANET, IIASA-ibid 5).
- 15) R. Depres: RCP, The Experimental Packet-Switched Data Transmission Service of the French PTT., Proc. 2nd ICCS p. 171, 1974.
- 16) 坂井, 田畑, 大西, 北沢: インハウス・コンピュータ・ネットワークと Host コンピュータ, 情報処理, Vol. 15, No. 12, 1974.
- 17) 北川, 島内編: 巨大学術情報システム p.948, 東京大学出版会, 第15節パターン理解システム, 昭和50年1月(「東芝レビュー」100年記念号, 昭和50年予定).
- 18) 坂井: コンピュータ・ネットワークにおける画像処理, 「画像技術」Vol. 5, No. 12, p. 51, 1974.
- 19) 坂井, 金出, 大田: リモートセンシング用マルチバンド画像の対話的計算機処理, 情報処理学会第15回大会, No. 148, 昭和49年12月.