

コンピュータネットワークにおける パケット交換の役割

Role of Packet Switchings in Computer Networks

コンピュータのオンラインシステムは成熟期となり、コンピュータネットワークも進展期にある。この時にパケット交換方式が実用化され、従来の電話系の伝送路に比べ格段の高機能、高品質の通信路が得られることは、コンピュータシステムを構成する立場にとって大きな福音である。

特に、高速スイッチ機能、高品質回線、多数の速度種別と異速度装置間通信、論理多重機能などは多様化するコンピュータ応用システムの分散化と広域化傾向、更にネットワーク化には必須の条件とも考えられる。また一方、高度の機能の標準的実施は目標と可能性を明確に与え、コンピュータシステムの建設促進に役立つ。更に、情報伝送量に応じた課金方式は、地域格差解消と新しい応用面を開くことが期待される。

櫻尾次郎* *Kashio Jirô*
 加藤孝雄** *Katô Takao*
 田巻正彦*** *Tamaki Masahiko*
 大島信幸**** *Ôshima Nobuyuki*

Ⅰ 緒 言

コンピュータがオンラインで使用されだしてから15年以上もたち、最近では大形コンピュータシステムの大部分はオンラインシステムとしての機能を保有しており、コンピュータネットワークも次々と実現している。しかし、そこに使われている通信路は電話系のアナログ回線の専用線、交換回線が主体である。オンラインシステムの発展の途上でデータ通信に好適なデジタル回線やパケット交換方式の提案も行なわれたが、実際にデジタル通信回線とパケット交換方式を単なる技法としてでなく実在のシステムモデルとして身近に感じたのは1970年のARPA NET(Advanced Research Project Agency Network)以来である。

コンピュータ応用の面から見れば、現在はオンラインシステムの成熟期であり、コンピュータネットワークへの進展期でもある。従来の電話系の通信路を工夫に工夫を重ねて使いこなし、オンラインシステムやネットワークシステムの技術蓄積が行なわれてきたが、この時点でのパケット交換方式の導入は更にシステム構成を容易にする大きな要素になり、この分野では画期的なことになると思われる。

以下本稿では、コンピュータ応用の面、システム建設の面から、パケット交換方式を活用する立場でその位置付けを考え、応用とその意義を思考した。更に、日立ネットワークアーキテクチャ(HNA)でどのようにパケット交換方式に対処しているかについて記した。

Ⅱ コンピュータ応用の面から見たパケット交換の特徴

コンピュータの応用で、パケット交換はオンラインコンピュータシステムの通信系の構成要素として位置付けられる。従来に比べパケット交換は表1に示すような特徴をもっている¹⁾。同表の機能の一部はパケット交換以外の回線でも実現できるが、パケット交換によってより効果的に実現できる。以下同表に従いその特徴を整理してみる²⁾。

(1) 交換機能

コンピュータネットワークはますます大規模化、高度化へ

向かいつつあるが、その発展のためにまず基本となるのが交換機能であり、その主要な役割は、

- (a) 不特定多数間通信
- (b) システム拡大の柔軟性
- (c) 総合的通信コストの低減

などであるが、これらは国家的規模での交換機能の導入によってのみ達成される。(a)はDendenkosha Digital Data Exchange(以下、DDXと略す)パケット交換サービスそのものであり、(b)は端末～網間インタフェースの国際的統一[国際電信電話諮問委員会(CCITT)勧告X.25³⁾]に根ざしており、(c)としては図1に示すパケット交換サービスの適用領域が報告されている。これからのコンピュータの普及及び大衆化は、業務量の少ない事業所のオンライン化に結びつく。すなわち、同図のパケット交換適用域に該当する端末が増えることになる。

(2) 論理多重

コンピュータは、パケット交換網とのインタフェースをパケット多重インタフェースとすることにより、物理的には1本の加入回線を通して同時に多数の端末と通信することがで

表1 コンピュータ応用から見たパケット交換の特徴 (パケット交換を利用する立場から、パケット交換の長所と短所を一覧で示す。)

項番	長 所	項番	短 所
1	交換機能	1	網内遅延
2	論理多重	2	パケットプロトコルのオーバーヘッド
3	従量料金		—
4	高 品 質		—
5	異速度間通信		—
6	PAD機能		—
7	多種接続形式 (VC, PVC, FS/DT)		—
8	各種サービス拡大の可能性		—

注：略字説明 VC=バーチャル・サーキット
 PVC=パーマメント・バーチャル・サーキット
 FS=ファースト・セレクトディング
 DT=データグラム

* 日立製作所システム開発研究所 工学博士 ** 日立製作所戸塚工場 *** 日立製作所神奈川工場 **** 日立製作所ソフトウェア工場

き、コンピュータ内部での多重処理との親和性を高くし、かつコンピュータの回線インタフェース用ハードウェアの量を削減することができる。

(3) 従量料金

既存電話交換網の料金は距離と通信時間によって細かく規定されており、ほぼ従量制の料金体系となっている。一方パケット交換の場合には、センタや端末の所在位置や通信時間にはあまり影響されず、速度にさえも関係しない完全な情報量比例料金が提供されるので、データ通信にとって新たな可能性を秘めるものとして期待されている。

(4) 高速度・高品質

パケット交換網では網内で誤り回復を行なうことにより、高品質、高速度の回線が全国的規模で交換機能を伴ってサービスされる。これは、コンピュータシステムの立場からは何よりの福音であり、運用の面からも極めて歓迎されることである。

(5) 異速度間通信

パケット交換は網内でデータをいったん蓄積するため、速度の異なる端末間通信も可能である。このため、リモート端末(支店)の業務量変化(伝送速度変化)があっても、それに応ずるためのセンタ側工事が不要となる。

(6) PAD(Packet Assembly and Disassembly)機能

パケット交換サービスにはパケットの組立と分解のPAD機能が具備されるので、既存端末や簡易端末などパケット送受機能のない端末も収容できる。これはスムーズな世代交替のために極めて望ましい機能と言える。

(7) 接続形式の多様化

バーチャル・サーキット、パーマネント・バーチャルサーキット、ファーストセレクト/データグラムと多種の接続形式が用意されており、データ通信システムのトラフィック特性に応じて最適の接続形式を選択することができる。

(8) 各種サービスの拡大(将来)

パケット交換サービスは、将来、電話網間接続、国際接続、網内蓄積サービス(同報通信、網代行受信)、付加サービス(符号変換、手順変換)などのサービスの拡大が計画されており、コンピュータネットワークの地域的拡大、質的向上にとって期待すべきものと思われる。

一方パケット交換の短所としては、網内遅延とパケット・プロトコルのオーバーヘッドを挙げることができる。

(1) 網内遅延

パケット網を利用するに当たって、網内遅延は避けられないものと考えて、高速加入者インタフェースを利用

することにより、その影響を小さくすることが重要である。

(2) パケット・プロトコルのオーバーヘッド

これも本質的に避けることのできないものであるが、ハードウェア的にはX.25を実現するLSI(大規模集積回路)の出現、ソフトウェア的には標準ソフトウェアパッケージの開発などによりその影響を十分小さくできるとの見通しもあり、その実現の努力が必要である。

3 コンピュータ・ネットワークでのパケット交換の適性分野

オンラインシステムの処理形態やアプリケーションは、多様化の一途をたどっている。処理形態の面では、メッセージ交換、問合せ応答、TSS(Time Sharing System)、RJE(Remote Job Entry)、ファイル転送、データ収集など数多くの処理形態が挙げられるが、なおその上に、一つのオンラインシステム内で複数の処理形態が混在する形態が一般的になりつつある。

応用面では製造業の生産管理・在庫管理システム、流通業の販売流通管理システム、銀行オンラインシステム、気象情報システムや公害監視システムのような公共情報システム、大学間情報処理ネットワーク、企業内経営情報システムなど用途が多様化するとともに、ネットワークの大規模化、複雑化の傾向が著しい^{4),5)}。

以下にパケット交換網のもつ機能が特に期待される適性分野について述べる。

(1) 交換機能によるメッセージ交換

交換機能はパケット交換網や従来の電話交換網自身のもつ基本的機能であるが、パケット交換網は従来の電話交換網に比べて、接続時間の大幅短縮とアドレスコードのデータ内挿入を図っている。特に短電文の送信では接続時間に起因する効率の低下が減少し、コンピュータの使用効率の向上に寄与する。

(2) 交換及び論理多重機能による複数相手との同時交信

業務量の増大により複数のホストシステムに業務を分散したい、あるいは独立に開発された複数のオンラインシステムを統合したいといった要因で、複数ホストシステムが増大しつつある。この場合、同一端末システムから複数のホストシステムと交信する機能が当然要求される。従来の電話交換網では回線単位に同時に交信できる相手は、一つのホストシステムに限定される。一方、クラスタ形端末システムや分散処理コンピュータのように、多数のオペレータステーション、周辺装置及びファイル装置を接続したシステムでは、**図2**、**3**に示すように1本の回線を用いて同時に複数の業務処理を行ないたいという要求が強い。

そこで業務が分散された複数ホストシステムと多目的なクラスタ端末システムとを組み合わせるような場合、パケット交換網の交換及び論理多重機能が極めて有効となる。すなわち、**図4**に示すように、各クラスタ端末及びホストコンピュータはそれぞれ一つの加入者線でパケット交換網に加入すればよいという極めて大きな利点が得られる。

(3) X.25プロトコルの標準化

端末と網とのインタフェースX.25の標準化も重要な利点である。

各種金融機関の為替交換システム、運輸業と旅行業との業務提携による座席・旅館予約システム、共同利用を目的とした大学間ネットワークなど各企業体システム間の接続も増加の傾向にある。これら各企業体システム間の接続では必ずし

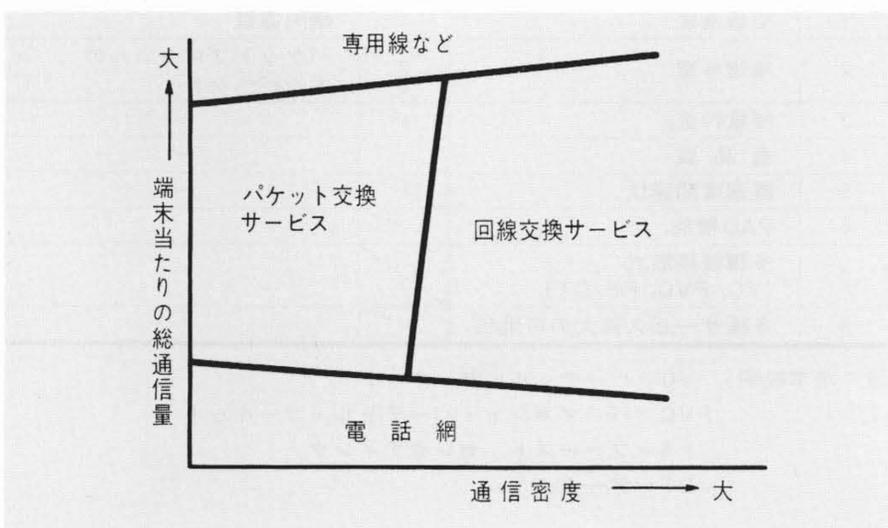


図1 各サービスの有利な領域 パケット交換サービスは端末当たりの総通信量及び通信密度が比較的小の場合に有利である。

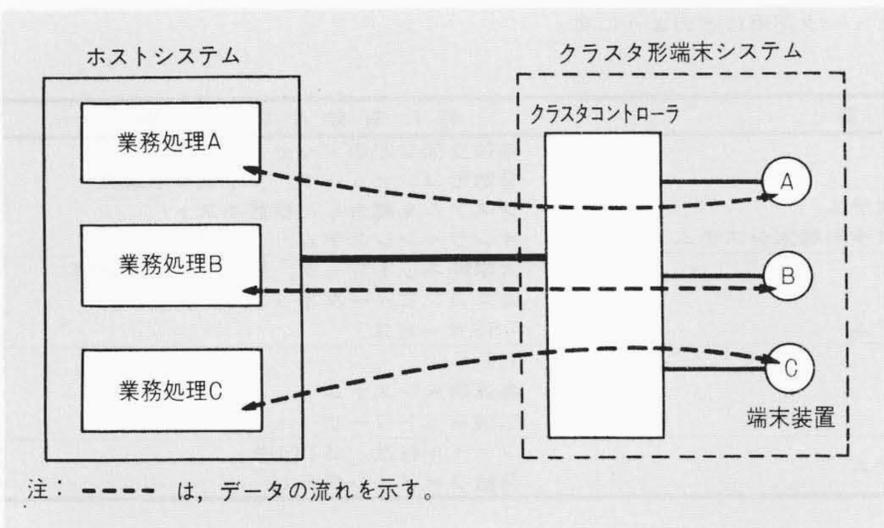


図2 クラスタ形端末システム クラスタ形端末は集合形なので、親コンピュータの複数の業務処理プログラムと同時に平行して通信動作を行なう。

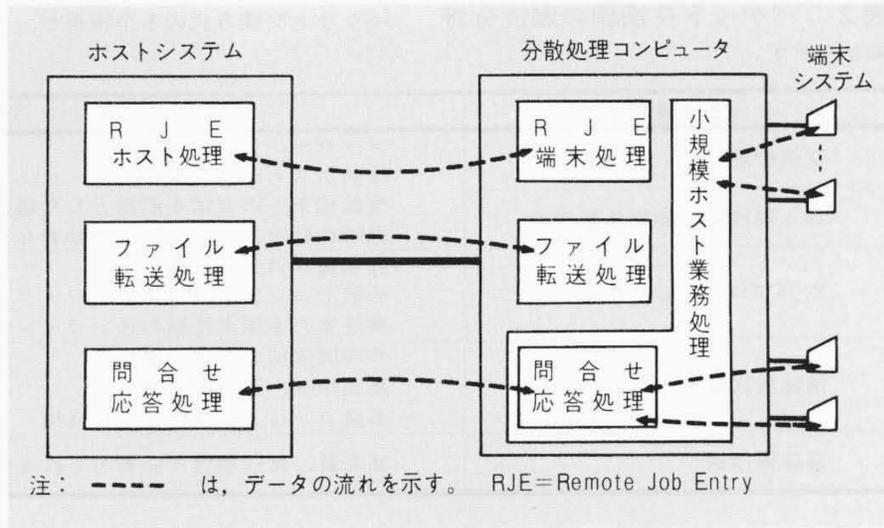


図3 分散処理コンピュータ コンピュータ間の通信も内部的には複数の業務同士が同時に通信動作を行なう。

も同一機種の間接とはならず、異機種コンピュータ間接続のケースも多い。また、それぞれの目的に最適な機種を選定したいという要求の強い分散形コンピュータネットワークにも同じことが言える。

パケット交換網では網とのインタフェースX.25プロトコルさえ守ればよく、従来のような異機種コンピュータの速度及び制御手順の相違による労力が不要となる。

(4) 情報量従量料金制度

従量料金が情報量比例であり、回線保留時間に依存しないため、問合せ応答、TSSなどの長保留少量データ伝送の処理形態にも真に好適である。また従量料金は回線速度にも依存しないために、伝送の高速化は回線料金上の拘束がなくなり促進されよう。更に、全体を通じて距離の依存性が極めて小さく、長距離のデータ伝送でパケット交換は有利となる。データ量にもよるが、ネットワークの広域化に伴いパケット交換網の有利な範囲が増加するであろう。

また、一般にコンピュータネットワークは通信相手先が多数となり、その中の二つのサイトで見るとその通信量は平均的に少なく、専用回線の設定は経済的に極めて不利であり、このようないわば密度の薄いトラヒックにはこの従量料金制度は極めて望ましい。

(5) 高品質伝送

パケット交換網の高品質性が極めて望ましいことはもちろんであるが、ダイナミックな交代パス機能により回線の信頼性が従来の通信回線よりも大幅に向上が期待される。例えば、ファイル転送、あるいはMT(磁気テープ)伝送のような大量データの一括伝送の処理形態では、再送による回線効率低下が減少できるための効果は大きい。特に、ファイルなどの同時更新を必要とするシステムや大量データ伝送が、次の時点での

システムの運営の条件となる場合などでは、回線の障害は全システムの稼動にまで影響をもつ。

また、これらのことは地域による回線品質の格差がなくなり、サービス性が均一化されることにもつながる。特に、雪害など自然環境が悪い地域での品質向上の効果が期待される。

以上、述べたパケット交換網の適性分野を表2にまとめて示す。

4 “HNA”でのパケット交換サポート方式

“HNA”とは、HITAC Mシリーズホストコンピュータシステムを中心として、コンピュータ・ネットワークを建設するための標準的なアーキテクチャであり、“HNA”ではDDXパケット交換網を標準的にサポートする⁶⁾(図4)。

ホストコンピュータシステムは、パケット形態端末として接続され、X.25のプロトコルは前置形通信制御処理装置内に内蔵される通信制御プログラムNCP(Network Control Program)により制御される。

また、分散処理コンピュータ、クラスタ形端末システムも複数業務同時処理を前提としており、パケット形態端末として接続される。

パケット機能をもたない既存端末システム、既存のホストシステムのパケット交換網への接続の要求も強く、これら非パケット端末の接続方式も重要な検討課題である。

また、通信データ量が多く、新データ網の従量料金制に不適な場合には、専用線をベースとして新データ網DDXと全く同じ機能を提供する“HIPA-NET”(日立パケット交換ネットワークシステム)を用いて、同一企業内で私設パケット交換網オンラインシステムを形成することが“HNA”では可能である。

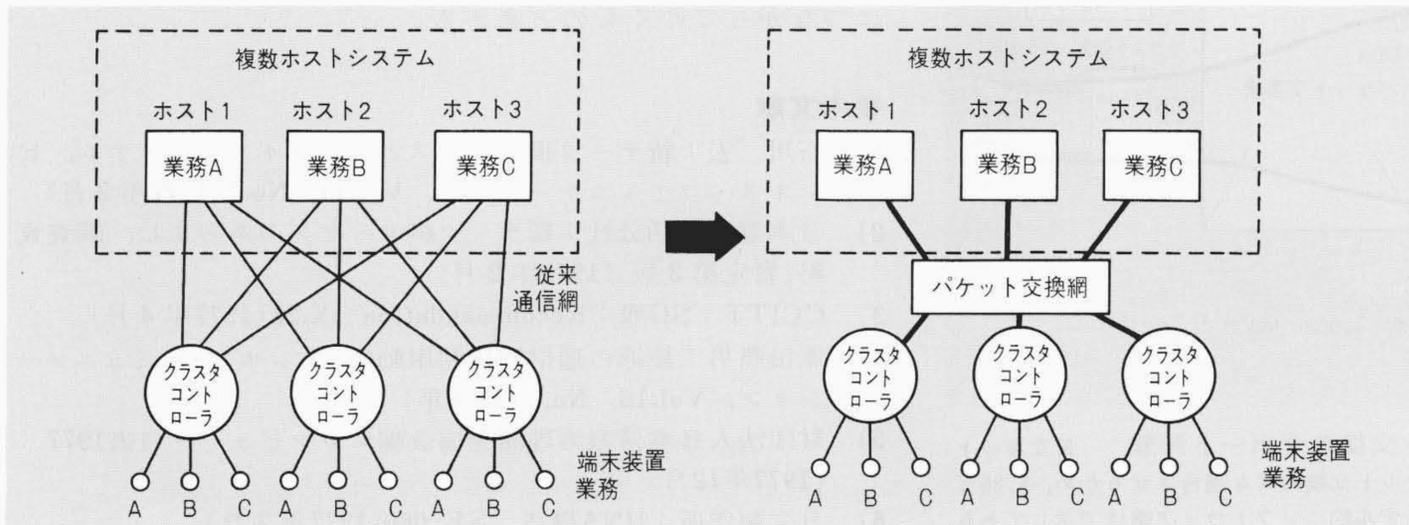


図4 複数ホストシステムとクラスタ形端末システム 複数のホストシステムとクラスタ形の端末間では、多くの通信が同時に行なわれねばならぬが、パケット交換機が間に入ることによりスムーズに行なわれる。

表2 パケット交換網の適性分野 パケット交換方式のもつ特長が、コンピュータ応用にどのように有効を示す。

パケット交換網の特徴	適性分野	特に有効な応用分野
交換機能	メッセージ交換システム 複数ホストシステム	為替交換などのメッセージ交換 分散形コンピュータ、クラスタ形端末 システムを結合した複数ホスト オンラインシステム
加入者線での論理多重機能	複数相手との交信を前提とした端末システム 同時に複数相手との交信が必要なクラスタ形端末システム	大学間ネットワーク、計算センタ間接続 ミニコンピュータネットワーク TSSサービス
X.25プロトコルの標準化	異機種システム間接続 分散形コンピュータネットワーク 異速度の多端末接続のオンラインシステム	TSS 高速端末システム 広域ネットワーク
情報量従量料金制	長時間保留少量データ伝送 高速伝送、長距離伝送 多数コンピュータ間低密度交信	ファイル転送/MT伝送 分散ファイルシステム
高品質伝送	高品質、高信頼性が要求とされるシステム	

5 パケット交換網のもつ社会的な意義

これまで主として技術的な立場で種々述べてきたが、ここで社会的な観点からも一考してみたい。

5.1 標準化の意義

現在いわゆるパケット交換方式と呼んでいるものは、日本電信電話公社の新データ網を含め、世界的にすべてCCITTのX.25方式に準拠するものと考えてよい。

そして、この標準化こそパケット網ユーザーの最大の期待であるし、また、交換網への加盟条件が目標として示され、そこに与えられた条件を満たしさえすれば網に加盟できるという意識がゆきわたり、ユーザーに安心感が与えられる。これが非常に意義のあることである。更に、これは、網に加入する装置の開発にも強い刺激となって作用する。

5.2 加入方式のもつ意義

新データ網は加入方式で従量料金で実施される。ユーザー側には、このことが建設リスクの軽減及び初期投資負担の荷軽減となって作用してくる。小さいシステムから発足し、徐々に大きなシステムにしてゆくにはこのことがいかに重要であるかは経験者のよく知るところである。

5.3 地域格差の排除

パケット網は、各国とも距離にほとんどリンクしない情報量比例課金制が採られる傾向にある。これは地域格差をなくすことに直接作用する。一般的に言えばコンピュータなどによる情報サービスでは、情報の価値は地域に無関係であることが望ましい。このため、これまでの距離にリンクする料金の回線系を使用しているシステムでは、自分のシステム内で距離リンクコストを均一化すべき消化を行なっているの

り、システム運営者には大きな負担になっているのが現実である。ここで回線系が距離に無関係になることは、この負担を取り除くことであり、これは情報化社会化に対し大きく貢献することになる。

6 結 言

以上述べてきたように、パケット交換方式の特長、すなわち、高速スイッチング機能をはじめ、高品質回線、多数の速度種別と異速度装置間通信、論理多重機能などは、多くのコンピュータと端末間を自由に広く交信する形式のネットワーク、及びオンラインシステムには必要不可欠のものである。

特に、コンピュータシステムの多様化傾向は、複雑性と経済性という矛盾する事柄を要求するが、これを解決するにも、整理された高度機能としてのパケット交換方式が一つの手段として期待されている。

コンピュータシステム建設の立場、換言すればパケット網を活用する立場からは、この大きな技術インパクトを受け止め、その特性を正しく評価し、この新方式を活用できる技術の確立を図ることが当面の課題である。その意味からは、パケット網接続用インタフェースのLSI化、ファームウェア化、通信管理ソフトウェアでのX.25サポートとその充実などの一連の技術確立が急がれている。もちろん本稿で述べた“HNA”のX.25サポートもこの一環である。

そして、このような一連の当面の課題が解決された時点には、恐らくこの新方式も使いこなされ、使い勝手もノウハウとして蓄積され、不足な機能、性能などが把握されるであろう。もちろん現在でも将来の技術進歩を見越して、網にインテリジェント性を与えて、接続するコンピュータ内のプロトコル/インタフェース変換を行なうことや、画像系の導入、その他いろいろと提案されている。パケット網を使用する立場の人は、これらのことを整理し、今後使用実績を積み重ねるとともに実感としてとらえ、適切な時点でパケット網の強化改善要望を出してゆくことが、この技術分野での進歩発展につながってゆくものと考えられる。

参考文献

- 1) 石川 宏：新データ網サービスとオンライン・システム、ビジネス・コミュニケーション、Vol.14, No.3(1977年3月)
- 2) 日本電信電話公社：新データ網サービスのあらまし、調査資料(暫定第3版)(1978年2月)
- 3) CCITT SGVII：Recommendation X.25(1977年4月)
- 4) 原田照男：最近の通信回線利用動向、ビジネス・コミュニケーション、Vol.15, No.2(1978年)
- 5) 財団法人日本情報処理開発協会編：コンピュータ白書1977(1977年12月)
- 6) 日立製作所：HNA概説、SE-080(1977年2月)

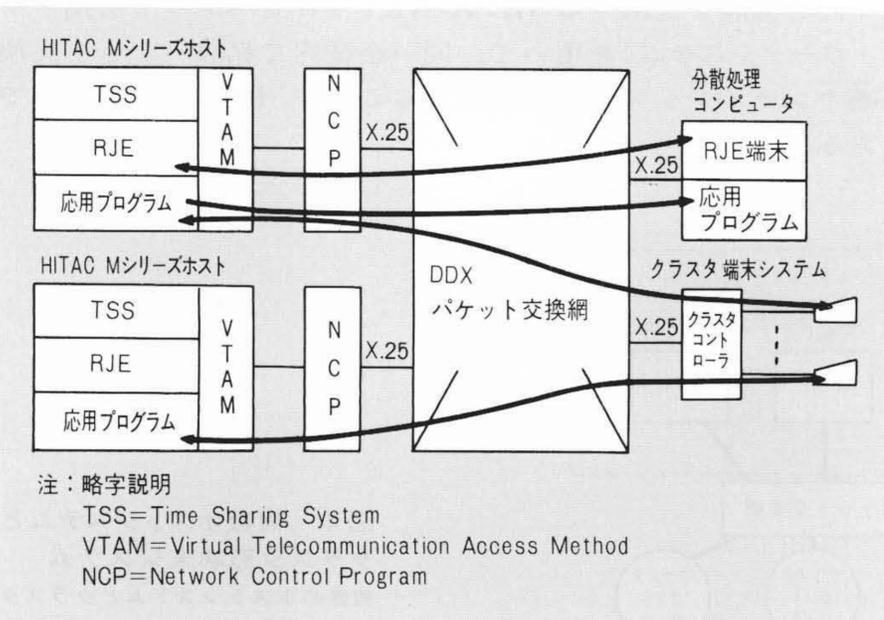


図5 “HNA”におけるパケット交換のサポート形態 日立ネットワークアーキテクチャ“HNA”に、パケット交換方式を適合させるため、X.25インタフェースで接続できることを、モデル的にソフトウェア構成で示してある。