

異なる機種(OS)を結ぶ DEC ネットの構成とその使用経験

田辺正実(電通大), 関本荘太郎(東大医学部音声研)
長谷部紀元, 石田晴久(東大大型計算機センター)

I. まえがき

ミニコン・システムを大型計算機に NETWORK 的手法で接続する実例として、東京大学医学部情報処理室に設置されている PDP-11/70 を中心とする DECnet システムと東京大学大型計算機センターの HITAC 8800/8700 システム(以下 H-8000 システムと呼ぶ)を接続し、データを H-8000 システムに送ることを目的として以下の実験および検討を行なったので報告する。

- (1) DECnet と N1 ネットワークの Gateway と LSI-11 の可能性の検討
- (2) 異なる OS) IAS-DECnet と DECnet-RT 間のタスク間通信の実験。
- (3) 上の DECnet で 1 つの物理的リンクに併し、2 本のロジカルリンクを構成し、IAS 側の 2 つの独立なタスクから、アクセスする実験。
- (4) LSI-11 と H-8000 システムを会話型処理の入口である TIEP (Terminal Interface Processor) を介して接続する実験。

II. DECnet の概要

DECnet は DEC 社による汎用コンピュータ・ネットワークのためのソフトウェア製品の集合であり、多種類の OS のための版が用意されている。これらは利用者に次のような共通の機能を提供するソフトウェアである。

- (1) 利用者プログラム間通信 (Inter-task Communication)
利用者プログラムの内で、データの転送を行うことができる。
- (2) 会話的メッセージ転送 (THK-Talk)
この機能を使用して端末の利用者間で会話的にメッセージを交換するためのコマンドである。
- (3) ファイルや入出力装置の共用 (Remote File Access)
利用者プログラムから、他計算機システム内のファイルや入出力装置を使用することができる。この機能を使用したソフトウェアとして、次のものがコマンドプログラムとして用意されている。
- (4) ファイル転送 (NFT- Network File Transfer)
自己システムと他システムのファイルや入出力装置の間で、ファイルの転送を行う。ファイルの形式はソース (ASCII), バイナリー・データ, 実行可能プログラムなどが可能である。コマンド・ファイルであれば実行させることもできる。
- (5) ネットワーク管理
ネットワークの接続・使用状態の管理・確認を行う。

III. DECnet のプロトコル

1. 概要

DECnetは、DEC社によって開発されたネットワーク・アーキテクチャであるDNAに基づいた、ソフトウェア製品である。本章ではこのDNAのプロトコルを、公開されている資料[1, 2, 3]によって紹介し、検討を行うことにする。

DNAは次の3個のソフトウェア階層により構成されており、各々に対応したプロトコルが規定されている。

(1). 物理リンク制御層

回線接続装置ハンドラーを通して、物理リンク・レベルでの通信を制御する。

(2). ネットワーク・サービス層

論理リンクの管理と通信制御、網の方路制御を行う。

(3). 応用・対話層

論理リンクを使用して通信を行うアプリケーション。

各層毎の機能ははっきり分離されており、独立した構成となっている。

2. 物理リンク制御層のプロトコル—DDCMP

物理リンク制御層のプロトコルはDigital Data Communications Message Protocol (DDCMP)と呼ばれる。本プロトコルはDNAに先立って独立に開発されたように、現在でもDECnet以外の製品にも使用されている[4]。

2.1 物理リンク

DDCMPは次のように多様な物理的通信路をサポートしており、DECnetでもすべてを実際に使用している。

(1) 同期方式

バイト同期(SYNによる)、非同期式、バイト並行転送式のいふれもが可能である。(全ての8-bitパターンが転送可能となっている。)しかしビット同期式(フラグ・シーケンスによる)はまだサポートされていない。

(2) 通信方式

全二重通信、半二重通信の両者が可能。

(3) 接続形態

ポイント・ツー・ポイント、マルチ・ポイントの両者が可能。

(4) 通信網

専用線その他、交換網(ダイヤルアップ)による接続が可能である。

これらのうち、(1)と(4)の左側の差異の吸収は回線接続装置ハンドラーに委ねるが、残りについてはDDCMPはそれぞれ制御を行う機能を有している。

2.2 エラー制御

DDCMPはCRC-16とメッセージ通番の順序チェックによってエラーの検出を行う。エラー回復の制御はHDLCに類似の手段(データ・メッセージ中のダブル・ランパリング)によって行う。つまりデータ・メッセージに付した通番(256を法とする)に対して、逆方向のデータ・メッセージまたはACK/NAKメッセージ。エラー発生の有無を応答する。この応答は一定時間内に複数メッセージについて一括して行えばよいので、全二重通信の場合には伝送効率の向上を計ることが出来る。またエラー発生を頻度を記録する機能が規定されている。

2.3 上位プロトコルとのインタフェース

DDCMP は上位プロトコル (DNA では NSP) に対して次のような機能を提供する。

- (1) 任意の 8-bit パターンからなるメッセージを、順序も含めて正しく転送する機能
 - (2) 物理リンクを起動し、相手からの起動と回線の状態を報告する機能
 - (3) 回復不可能なエラーの発生や、回復可能転送エラーの発生を報告する機能
- DNA ではこれらの機能を備えたものであれば、DDCMP に代えて物理リンク制御層のプロトコルとして使用することが可能である。

Field	Length	Significance	Field	Length	Significance
(SOH)	1 B	message identifier	rthdr	≤ 15 B	dst & src node name (optional)
count	14 b	length of data (byte)	msgflg	1 B	begin/end of message
flags	2 b	link control flags	dstadr	2 B	destination link address
resp	1 B	acknowledged mes. number	srcadr	2 B	source link address
num	1 B	transmit mes. number	acknum	2 B	acknowledged seq. number
addr	1 B	station address (multi point)	seqnum	2 B	transmit seq. number
blkck1	2 B	CRC-16 for header	data	n B	application data
data	n B	NSP segment			
blkck2	2 B	CRC-16 for data			

表2 NSP Application Message (Segment) Format

表1 DDCMP Data Message Format

3. ネットワーク・サービス層のプロトコル - NSP

ネットワーク・サービス層のプロトコルは、DNA の中核となるものであって、Network Services Protocol (NSP) と呼ばれる。

3.1 NSP の概念

一対の応用プロセスは、互いの論理リンクを通して、相互にデータを転送することができる。1 個の応用プロセスは複数の論理リンクを使用して、複数のプロセスと通信することができる。NSP は応用プロセスからのメッセージ (データ) を内部的に発生する制御メッセージとともに、物理リンク上のセグメントとして転送する。NSP を含む計算機システムをノードという。

3.2 論理リンクの設定

応用プロセスは、NSP を通じてリンク設定の要求と承認の制御メッセージを交換することにより、論理リンクを設定することができる。このときに交換される情報は

- ① ノード名, プロセス名
 - ② (オプション) 利用者名, パスワード, プロセス間情報
- である。プロセス名は太字として
- ① OS の提供するサービス・プロセスの種類番号

② 利用者プロセスの名称

の2種である。要求を受ける側がTSSなど機密性を要するプロセスである場合には、上の①のオプション情報を要求し、アクセス資格を確認することができる。論理リンクが設定されると、両端のノードでそれぞれに与えるリンク・アドレスが決定される。NSPは以後は論理リンクの識別とノード名とリンク・アドレスによって行う。

3.3 データ・フロー制御

応用プロセスは、一本の論理リンクを通して両方向にデータを転送することができる。データは、通常のメッセージ(任意の8-bitパターンが許される)を順序を保持して転送できる他、それに優先した順序で割込メッセージを転送できる。

NSPは論理リンク毎のデータ・フロー制御を

① 通常データ・メッセージ

② 割込データ・メッセージとリンク・サービス・メッセージ(NSPが生成する)の2個のサブチャンネルに併して独立に同様の方式で行う。

受信側NSPはバッファの準備状況によって送信NSPに併して送信メッセージ数の加算を指示する(リンク・サービス・メッセージ)。送信NSPは要求数が非0の場合にのみメッセージの送出を行うことができる。通常データ・サブチャンネルについては別にコントロール・スイッチがあり、受信NSPからこれを制御してすでに(要求数が非0でも)送出を停止させることができる。

さらにNSPはメッセージに併して、セグメント単位でHDLC類似の半段(ダブル・ナンバリング—4096を法とする)で通常のチェックを行う。これはDDCMPの方式と同様であり、機能的に重複しているようにも考えられるが、上の要求数による制御と実施するためには削除できないようである。(VLSネットワークでも類似の構造となっている[6])。通常のチェックの応答は一定時間(3秒程度)内に一括して行えばよいので、要求数を大きくすることにより、効率的な全=重通信が実現できる。

メッセージを細かなセグメントに分割して転送するオプションは、セグメント当りの伝送エラー率の低下と、バッファの節約により、システムの効率的な運用を計ることができる。

3.4 網管理と方路制御

NSPでは一本のノード間の物理リンクは高々1本である。隣接ノード(物理リンクで直接に結ばれたノード)との間の通信は該当物理リンクによって行う。非隣接ノードとの通信は中継機能を有するノードを経由して行う。

NSPはノードを記号名で識別する。非隣接ノードへセグメントを転送する場合には、自己と相手のノード名を示すルーティン、ヘッダをつけて行先を示す。

現行のNSPでは、phase IIのDECnet製品の機能を反映して、網内の中継ノードの数は高々1個に制限されている。

4. 応用・対話層のプロトコル—DAP

応用・対話層のプログラムは元来、利用者プロセスに属するものであるが、

DNAでは他ノード内のファイルの使用を容易なものとするため、Data Access Protocol (DAP) をこの層のプロトコルの一つとして用意している。これは DECnet では NBT で使用されている。

次のような機能を持つ。

- ① 他ノード内のファイルや入出力装置との間のデータ転送
- ② 他ノード内のファイルの作成・消去・改名
- ③ 他ノード内のファイルや入出力装置の形式や秘密保護など諸属性の指定と確認
- ④ 他システムへのコマンド・ファイルの転送とそこでの実行

ファイルの形式(編成やレコード形式)や秘密保護方式は、個々の OS の内部構造に密接に関連するものであって、完全な一般性を持ってこれらの機能を詳細なレベルまでプロトコル化することは、実際上不可能なことであろう。その意味で DAP も完全とは言えないことは当然である。設計方式としては DEC 社製の OS と IBM 流のもの (ISAM など) を包含するようであり、一応の汎用性はあるといえよう。また拡張性に富んでおり、特定の OS の機能を特定ノード内のみでサポートすることは、比較的容易であると考えられる。

5. メインテナンス機能

DCCMP はメインテナンス・モードで動作するとき、転送されるメッセージに付したエラー処理を抑制する。このレベルでのプログラムは簡単なもの (ROM に実装可能) で済むので、ブート・ストラッピングやダウンス・ライン・ローディングに使用される。これらのためのプロトコルは、DNA とは独立した Maintenance Operation Protocol [5] としてまとめられている。

6. まとめ

DNA のプロトコルは、一般的な普及を目指して開発されたものではなからうが、DEC 社製の構造の異なる種類の計算機システムや OS の上にインプリメントされているように、一応の環境独立性を有していると考えられる。しかしながら DECnet の製品レベル (現在は Phase II) で不必要な部分は定義されていないなど、メーカーに依存した形のプロトコルの不完全さは存在する。

IV. システム構成

医学部情報処理室にある PDP11/70 と大型セリターにある LSI-11 とは COMLINK II を介して 2400 baud の専用線で接続されている。一方 LSI-11 は FIX と FLOAT の 2 台のカートリッジディスク、TIP へは 1200 baud の 2 本の専用線で接続されており、実験用として 1200 baud モデム、300 baud の音響カップラがそれぞれ接続されている。IAS 側の構成については後述する。従って、PDP11/70 (IAS システム) と LSI-11 (RT-11) システムとで DECnet を構成し、DECnet の機能を利用してデータ転送を行ない、RT-11 と H-8000 システムとは TIP を介して、会話的端末の機能を利用して、データ転送を行なうことにした。次に医学部計算機システムを DECnet を中心として、紹介する。

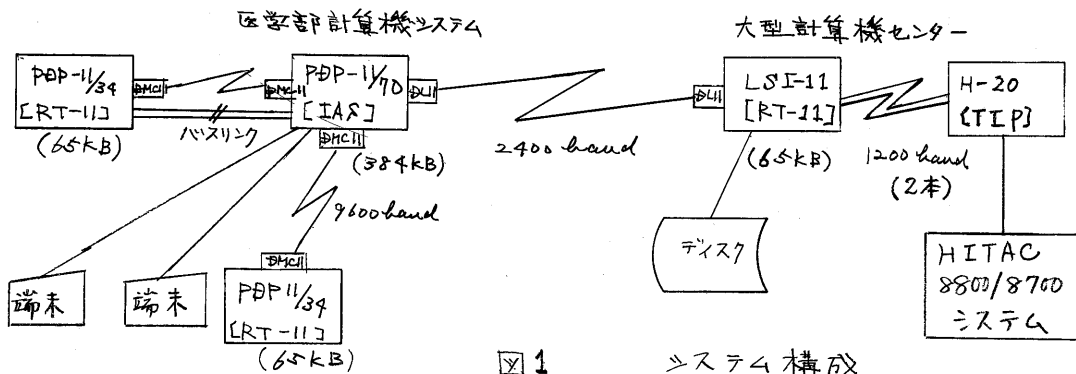


図 1

システム構成

図1のうち()内はメモリ容量, []内は使用しているOS名である。中央計算機 PDP-11/70 に対して、4台の衛星計算機 PDP-11/34 および 本研究に用いた大型センターの LSI-11 が接続されている。本システムは主として、生体情報処理、医療情報処理、医学図書館情報処理、等に用いられ処理の分散が行われている。

中央計算機と4台の端末計算機とはそれぞれ、専用電話回線およびモデムを介して 9600 band で接続している。これらの計算機の回線インターフェイスには、DMC-II と呼ぶ、マイクロプロセッサ内蔵のインターフェイスを用い、ハードウェアレベルのプロトコル DDCMP の処理を行っている。

この LSI-11 とは専用回線モデムを介して 2400 band で結んでいる。インターフェイスは、現在、通常の調歩同期インターフェイスを用いており、ハードウェアレベルのプロトコル制御はソフトウェアで行っているが、これも DMC-II に変更する予定である。この場合 LSIバスには DMC-II は直接には接続できないので、LSI-11側は、同期式インターフェイスに取り換え、ハードウェアレベルのプロトコル制御はソフトウェアで行なう。LSI-11 と中央計算機間の伝送速度が 2400 band と遅いのは、LSI-11 における DECNET ソフトウェアの処理速度の限界に起因するものである。

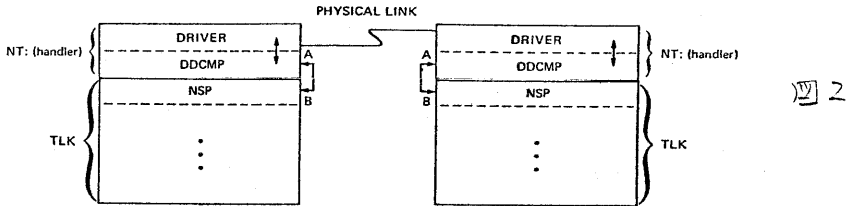
次にここで使っている DECnet の機能を紹介する。DECnet のプログラム機能には、Inter-task の機能と File Access の機能がある。File Access の機能は、H-8000 システムと DECnet システムでは、ファイル構成が違うのであって、FORTRAN の Inter-task の機能について サブルーチンの一覧をあげておく。

ABINT	Abort a logical link
ACCNT	Accept a logical link connection request
BFMTX	Build a format destination descriptor
CLSNT	End a task's network operation
CONNT	Request a logical link operation
DISCNT	Disconnect a logical link
EXISTNT	Exit from the network
GNDNT	Get network data
OPENNT	Access the network
RECNT	Receive data over a logical link

REJNT	Reject a logical link request
SNDNT	Send data over a logical link
WAITNT	Suspend the calling task
XMINT	Send an interrupt message over a logical link

次に上の機能を使った、DECnetの機能について紹介する。

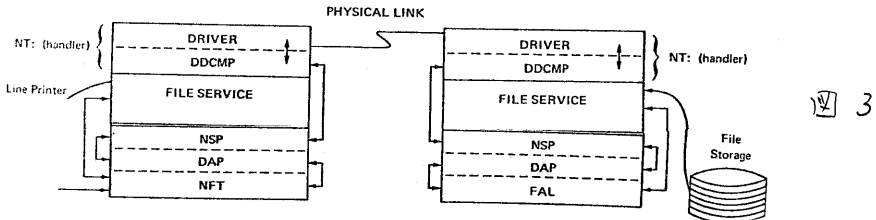
TLK (Terminal Communication Utility) RT-11, IAS
 TLKには、2つのモードがある。on-lineモードとdialogueモードである。
 オンラインモードは、一行のメッセージを送る場合で、もう一つは、会話的に、
 交互にメッセージの交換を行なうことができる。



NFT (Networks File Transfer), RT-11, IAS

FAL (File Access Listener), RT-11のみ

remote, local mode 相互間でファイルの転送, 消去等を行う。DECnet/RT
 では、ファイルを取扱うmodeではFALをオペレータが起動させておかなければ
 ならない。



NIP (Network Information Process) RT-11, NCP (IAS)

* DDCMP (Digital Data Communications Message Protocol) エー
 ムメッセージのリストを表示したり、リセットしたりする。

* ローカルモードとリモートモードの名及びパスワードのチェックを行なう。

すなわちNIPは、フジカルレベルでのプロトコルの状態を知りたい場合には、便
 利な機能である。

我々の実験ではPDP-11/70とLSI-11とでは異なるOSを使用しているが、
 それに従い、それぞれDECnetのソフトウェアは異なっている。現在、PDP-
 11/70では、DECnet-IAS V2.0を、RT-11ではDECnet/RT V.1.0を用
 いている。

DECnet-IASでは、DECnetのすべての機能をサポートしているが、DECnet
 -RTでは、single-JOBであるというOSの制約のため、そのsubsetしかサポ
 ートしない。表3には、DECNET-IASとDECNET-RTとの組合せのもとで現在
 作動している機能を示す。→はその方向へのアクセスが可能であり、
 ×はその方向へのアクセスが不可能であることを示す。0, Xは、そのシステム自体で実行可能あ

バ不可能な機能を示す。現在、隣接ノード間しか通信機能が動作しない。従って DECnet-IAS を中継ノードとして DECnet/RT 内通信を直接には行なうことができない。

	DECnet- IAS		DECnet- RT
Task-to-Task	○	↔	○
Intersystem File Transfer	○	↔	○
Command/Batch File Submission	○	←	○
Command/Batch File Execution	○	← Batch File Only	×
Remote File Access	○	↔	○
Down-Line System Loading	○	—X—	×
Down-Line Task Loading	○	—X—	×

表 3

タスク間通信の例としてユーザプログラム間で、どのような手順でタスク間通信を行なうかを説明する。

- (1) タスクが DECnet を使うことを宣言する。すなわち network を OPEN する。
- (2) 相手のタスクに対して connect request を出してロジカルリンクの確立を要する。
- (3) connect request を出されたタスクは、reject するか、接続するかを決める。
- (4) connect request が受け入れられた場合、ロジカルリンクが確立し、タスク間で通信することが出来る。
- (5) ロジカルリンクの切断は、どちらかのタスクが disconnect を出すことにより、行われる。

V. DECnet の使用経験にもとづく DECnet へのコメント

次に OS が異なるために生ずる 2, 3 の問題点について述べる。

(1) OS 内でファイルのフォーマットが異なる。従って、ファイルにアクセスする場合常にファイル変換プログラムが動作するため転送効率が下がる。これは IAS 側の負荷となっている。

(2) IAS が multi-task / multi-user の OS であるのに対し、RT-11 が single-user / single-job の OS であることによる問題点 (システム間の一貫性を欠く。)

[2.1] IAS の Task では user 識別コードが付加されているが、RT-11 の Task ではそれが無い。そのため、相手側の記述法が両システム間で異なる。

[2.2] IAS の Task では個々に Task 名があるのに対し、RT-11 では Task 名が存在しない。従って、RT-11 ではジョブの Task 名を付加するルーチンを利用しなければならない。

[2.3] File 識別名が異なる。IAS では user 識別コードが File 名に付加されるが RT-11 にはそれが無い。

(3) TASK 名に関して別の問題点がある。IAS の TSS Task の TASK 名は、Job が投入された時点で、JOB 番号が Task 名となるため、予め TSS Task 名を知る

ことができない。従って TSS Task と RT-11 側との間で Task 間通信を行なう場合、常に TSS の Task 側から network を Open しなければならない。

(4) お互いのファイルシステムの構造が違っているので、ファイル転送(NFT)で問題が生じた。NFT で、ASCII モードで IAS から RT-11 にファイル転送を行なうと、ファイルの最後に余分な符号が入ってしまう。又 binary モードでファイル転送を行なったがうまく行かなかった。

TLK は会話的に使えて便利ではあるが、RT-11 内では、各ノードのオペレータが前もってよく打合せをしておかぬといけない。DECnet/RT から IAS DECnet の IAS 側の端末に対して TLK で呼びかけることが出来るため、IAS での使い勝手が良い。

(5) DECnet/RT でファイルの転送をしようとする場合、まず、RT 側が主権を握るかどうかで、NFT, FAL のいずれかを選択しなければならない。NFT を選んだ場合は問題はないが、FAL を実行させた場合、ファイル転送の終了を RT-11 側が知る手段がないので、NFT 側から積極的に RT 側のターミナルに対して、メッセージを送らなければならないという不都合が生じる。

一般的に言って、RT-11 での DECnet/RT はシステムが大きすぎるため、DECnet/RT を使うとき、オペレータの介入しなければならないことが多い、使い勝手が悪くなっている。

VI. 実験の内容

医学学部の IAS システムと大型セラーの RT-11 で DECnet を構成し Fortran の Inter-task Communication utility を使ってデータ転送を行う。両システムは COMLINK II を介して 2400 baud の専用線で接続し、その物理的 link に対して、2本の logical link を張る。その2本の logical link に対して IAS 側では、2つの独立な、プログラムからアクセスできるようにする。そして RT-11 は IAS と TIF (Terminal Interface Processor) に対しての中継の機能だけとす。RT-11 と H8000 システムは TIF を介して接続する。RT-11 と TIF は 2本の専用線で接続し、TIF 側は 1200 baud 2本の専用線を受け入れる様にシステムを自立の TIF 開発担当の方々に作成して頂いた。又、RT-11 は TIF が動いていない場合実験用として 300 baud 音響カプラー、および 1200 baud モデムに接続できるように System Generation を行なった。次に H-8000 システムの TSS を使用することになるので、BREAK の処理が問題となる。RT-11 と TIF 内では DL の line を RT-11 のプログラムから、一定の時間 on, off することにより BREAK 信号を発生させる。IAS, RT-11 間、すなわち DECnet では XMEANT というタスク間のロジカルリンクを通して割込みメッセージを送るルーチンを用いることにする。IAS に繋がっている端末と、H-8000 システムの TSS として使う場合は、端末と IAS との間で BREAK 信号に相当するコード(例えば CTRL/Z)を割当てて、おこななければならない。以上で IAS システムと H-8000 システムはソフト的に接続したことになる。従って IAS 側のユーザは H-8000 システムに対してどのような、データを送信又は受信したいかによって、IAS 側のプログラムを作成しなければならない。我々の実験では、IAS の 2台の端末を H-8000 の TSS の端末として使うことを試みた。

次に H-8000 システム への入口として TSS を使うことによりデータ転送の誤り制御をどうするかという問題が生ずる。そこで扱々はミニコンピュータ(マイクログル)をインテリジェントな端末と規定して、H-8000 システムと TSS を通して誤り制御を行い、相互間のファイル転送を可能にする簡単なファイル転送方式を考えた。現在は実験中であるが、いふれ実用化する予定である。

VII. おわりに

DECnet を介してミニコン・システムと大型計算機システムを接続する実験は一応の成功を収め、ミニコンの制御下にある複数の端末から同時に大型機の TSS ショブを実行できることが確認できた。

扱々はさらに、DECnet と VLS ネットワークを接続するためのゲートウェイの実現について検討を行った。DECnet の NSP と VLS ネットワークの HOST-HOST プロトコルはほぼ同等の機能を備えている。しかしながら基本的な概念の構成に少なからぬ差があり、両者と機械的に変換することは可能でない。結局双方のプロトコルを同時にインプリメントする必要がある。これを経済的に実現するには多くの努力を必要とすることが判明した。

一方、最近のコンピュータ・ネットワークに関する規約の国際標準化の進行は多くの成果を挙げている。その結果としてこれをマイクログル・コンピュータでインプリメントし、ミニコンや端末を容易に網に接続するための前置プロセッサとした製品が既に発表されている。DECnet-RT の機能は、ポイント・ツー・ポイントの専用線にサポートする DDCMP-ハンドラ、中継機能、通信量数によるフロー制御、セグメント分割の機能を持たず単一のプロセスをサポートする NSP、単純なファイルをサポートする DAP よりなるが、その入力はそれぞれ 1.5KW, 4.5KW, 4.3KW (16ビット/ワード) である。これはコンピュータ・ネットワークの将来の使用形態を示唆するものと考えられ、扱々はこの種のものの利用の可能性を検討しはじめている。

(参 考 文 献)

- [1] DDCMP Specification Version 4.0, DEC (1978)
- [2] NSP Functional Specification, Version 3.1, DEC (1978)
- [3] DAP Functional Specification, Version 4.1, DEC (1978)
- [4] Using the LSI-11 As a Remote Node in A Computer Network, DEC (1976)
- [5] MOP Functional Specification, Version 2.0, DEC (1978)
- [6] 猪瀬他: 大型計算機セリター向コンピュータネットワークの構成に関する研究 (A, B), pp 69~180, 文部省科研費による特定研究「広域大量情報の高次処理」総合報告 (1976)
- [7] 情報処理室報告 II, 東京大学医学部 (1978)
- [8] RSX/IAS DECnet User's Guide, DEC (1978)
- [9] RT-11 DECnet/RT User's Guide, DEC (1978)
- [10] Systems and Procedure Manual for RSX and LSI-X.25 Cableshare, 20 Enterprise Drive, London, Ontario, Canada (1978)