



コンピュータ・ネットワークの技法を用いた RJE システム*

瀬川 滋** 藤井 護***

Abstract

This paper describes a remote job entry system developed by applying several techniques, such as logical data links, virtual terminals and terminal tasks, in computer networking.

The followings are the features which the system was designed to contain.

- (1) Any configuration of a terminal computer is allowed. For example, remote terminals and secondary terminal computers can be easily connected to a terminal computer.
- (2) All input/output operations of terminal computers, remote terminals and secondary terminal computers can be executed concurrently.
- (3) Inquiries to the host computer and communications with the center operator from a terminal can be done during input/output operations of the terminal computer.
- (4) The front-end-computer was used to reduce the overhead of the host computer, to facilitate the test of a newcome terminal computer and to make the replacement of the host computer easy.

1. ま え が き

コンピュータ・ネットワークに関する研究開発は、各地で盛んに行われており、これまでその成果も数多く発表されている¹⁾⁻⁵⁾。わが国においても大規模なコンピュータ・ネットワークを構成するいくつかの計画が推し進められている^{6),7)}。そのうち、大学関係では、まず大型計算機センターと各大学の学内センターとを RJE 方式で接続していき、ある時点で大型計算機センター間を接続するという、“学術情報全国ネットワーク”構想がある⁸⁾。大阪大学大型計算機センターでは、これに備えて、コンピュータ・ネットワークの技法を用いることによって、従来にはない諸機能を持った RJE システムを、日本電気(株)と共同開発したのでここに報告する。

本システムは、論理リンク、仮想端末、ターミナル・タスクなど、コンピュータ・ネットワークにおける諸

概念を用いて構成されており、その主な特長は次の通りである。

- (1) 二次端末****や二次端末計算機****を接続できるなど、端末計算機****の機器構成は全く自由である。
- (2) 端末計算機の入・出力と二次端末(計算機)の入・出力をすべて同時に行うことができる。
- (3) ジョブの入出力中に、センターへの問い合わせやメッセージの交信ができる。
- (4) センター側には前置計算機****を用いているので、ホスト計算機の負荷が軽減し、前置計算機のテスト・システムで、端末設置時のテストの大部分をホスト計算機を用いずに行うことができ、また、ホスト計算機の世代の変遷に柔軟に対処できる。

本システムは、昭和 50 年 3 月に完成し、Fig. 1(次頁参照)に示すように 4 端末をもって運用しているが、今後は二次端末(計算機)を持った端末など、相当数の端末の増加が見込まれている。

2. 背 景

大阪大学大型計算機センター(以下センターと略す)は、全国で 7 ヶ所ある大型計算機の共同利用組織の一

* An RJE System Developed by Applying Computer Network Techniques by Shigeru SEGAWA (System Support Dept., Osaka EDP Systems Sales Division, Nippon Electric Co., Ltd.) and Mamoru FUJII (Computation Center, Osaka University)

** 日本電気(株)情報処理大阪システム部

*** 大阪大学大型計算機センター

**** 用語の意味は 4.1 参照

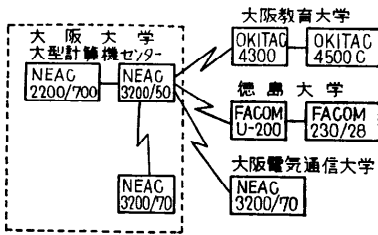


Fig. 1 Network Configuration, March 1976

Table 1 The Distribution of Users.

地 域	利用 者 数 (昭和51年3月)
大阪大学 (吹田地区)	424 人
大阪大学 (吹田地区外)	311
大阪大学以外	347
計	1,182

つで、国公立の大学などの学術研究機関の研究者が利用できるになっている。センターの利用者の分布は Table 1 のとおりで、センターのある吹田地区以外の利用者が半数以上を占めている。従来、遠隔地の利用者にはセンターまで出かけて利用するか、ジョブを郵送するかの2通りの利用方法があった。いずれの場合でもセンターでは優先的に処理されるが、前者は利用者にとって時間的にも経済的にもロスが大きく、後者は郵送時間のために待ち日数が長くなるなど、不便は避けられなかった。また、センター近郊の利用者はオープン・バッチ・サービス*などの便利なサービスを受けやすいのに対し、遠隔地の利用者は、地理的に不利で、これらのサービスを受けるのが困難であった。これらのことから、RJE システムの必要性は高かったといえる。

3. 設計方針

本システムの開発に当り、予じめ課せられた制約は下記のとおりであった。

- (1) 予算の制約上、2,400 bps の通信回線を用いて 50 年 3 月末までに完成させること。
- (2) 端末の機種は、端末側の研究機関が自主的に決めるべきものであることから、どのメーカーの機種でも接続できること。
- (3) 伝送制御手順は、端末側の納期の都合上、在来手順を用いねばならないこと。

* 利用者自身がカード・デッキを直接システムに投入すると即座に処理が行われ、処理結果はその場でラインプリンタに出力される方式で、小さいジョブしか適用できないが、待ち時間は極めて短い。

** データ・ベースの利用、自動製図装置用の計算などを含む。

- (4) 従来のセンターのサービス体系に矛盾を生じさせないこと。

これらの制約のもとに、次のような設計方針をたてた。

(1) 回線の有効利用：回線を効率よく使うために、ジョブの入力と出力が同時に行えるようにし、通信データの形式上最後尾の連続するブランクは回線にのせないなど、きめの細かい配慮を払うこと。

(2) 二次端末（計算機）の接続：一地域に多数の研究機関（学部、研究所など）のあるところを考慮して、端末には容易に二次端末や二次端末計算機を接続できること。これらの端末は同時にすべてが入出力動作できること。

(3) 平等性：サービスの種類や待ち時間など、ローカル・バッチの利用者と RJE の利用者との平等性を計ること。具体的には、ローカル・バッチで利用できるのと全く同じサービス**を、RJE のジョブであることを記したジョブ制御文を追加するだけで利用できること。端末間でも特定の端末にサービスが集中しないように制御できること。

(4) 柔軟性：ホスト計算機（以下ホストと略す）の世代の変遷や、全国ネットワーク構想の実現に対処しやすいこと。端末の機器構成は全く自由であること。

(5) ホストの処理能力の維持：RJE によるオーバーヘッドをできるだけ少なくすること。

(6) 信頼性：端末の入出力装置に障害があるとき、任意の代替装置への切り替えが容易なこと。

(7) 問い合わせ機能：ジョブの入出力中にホストの混み具合や個々のジョブの処理状況を問い合わせることができること。

(8) 結果の返却方法の指定：計算結果を端末に出力するか、センターに出力して留め置くか、郵送してもらうかをジョブ制御文で指定できること。

4. システムの概要

システムの構成およびサービスの概要を次に示す。

4.1 システムの構成

本システムの設計主旨が最も生かされるシステム構成の概念図は Fig. 2 (次頁参照)の通りで、ホストを中心とする一種のコンピュータ・ネットワークといえる。このコンピュータ・ネットワークにおいて前置計算機、端末計算機(二次端末計算機)にはルーティング(経路選択)²⁾などの機能はないが、ホスト一端間のメッセージの中継を行っているので本稿では ARPA-

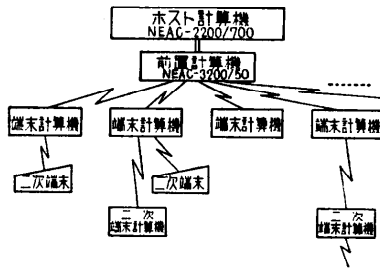


Fig. 2 Concept of System Configuration

NET¹⁾~³⁾ にならって前者を IMP (Interface Message Processor)²⁾, 後者を TIP (Terminal IMP)¹⁰⁾ と呼ぶこととする。これは前者が単にメッセージの中継を行っているのに対して、後者はホストの端末としての機能も有しているからである。なお、以下、二次端末計算機をサテライト TIP と呼ぶ。

4.2 サービス機能

以下に本システムが持っているサービス機能を示す。

- (1) ジョブ入出力の遠隔制御: 端末からジョブの入力, センターで処理した結果の出力, ジョブのキャンセルや出力制御が行える。
- (2) 問い合わせ: 端末からセンターの混み具合, 入力ジョブの処理状況などの問い合わせが行える。
- (3) メッセージ交信: センターから全端末への一斉通報メッセージやセンターのオペレータから特定端末へのメッセージが送信でき, 逆に端末よりセンターへメッセージを送信することもできる。

5. ターミナル・タスクと TIP

TIP にはカードリーダからのジョブの入力とラインプリンタへの結果の出力との同時処理, サテライト TIP や二次端末からのジョブの入出力との同時サービスを可能にするため, ターミナル・タスクや仮想端末の概念が導入されている。以下これら TIP に関する概念について述べる。

5.1 ターミナル・タスク

リモート・バッチのサービスでは, 端末よりホストに対してジョブの入力依頼, 結果の出力要求, システムの状態の問い合わせなどを行うと, ホストは要求に応じた機能を実行した後, その結果を端末へ返送する。これらのやりとりは会話的に行われるが, この会話は端末からの開始要求に始まり, 終了要求が出されるまで続く。本システムではこれをセッションと呼ぶ。通常の RJE 端局では, ハード的な面などから,

端局 1 つに対してセッションは 1 つしか許されていないので, センター・端局間の回線は半二重でしか利用されていない。また, もしその端局に二次端末が接続されていても, それが同時にセッションを行うことができないし, ジョブの入出力中にシステムへの問い合わせも行えない。本システムではソフトウェア端末を前提としているので, TIP で複数個のセッションの同時実行を可能にすることによりこれを解決している。すなわち TIP 上ではその時実行されているセッションの数だけのプロセスが対応するホストのプロセス (セッション・プロセス) との間で独立にセッションを行えるようになっている。この TIP 上のプロセスをターミナル・タスク (以下 TT と略す) と呼ぶ。ジョブを入力する TT では入力する前にそのジョブの処理結果を出力する TT を指定することができ, 各 TT は並行して実行できるのでジョブの入出力同時動作が可能である。同時にサテライト TIP や二次端末用の TT を実行すれば, それらのセッションも並行して実現できる。またシステム問い合わせ用, メッセージ交信用の TT を別に設ければ, ジョブの入出力と同時にこれらも行うことができる (Fig. 3 参照)。端末からの入出力やシステムの問い合わせなどはオペレータが TIP の TT を介して行うことができるが, セッションの開始・出力 TT の指定・定期的なシステム状態の問い合わせなどはオペレータの直接のアクションによらずに, TT が自動的にホストと会話してもよい。

5.2 仮想端末

各 TT にはホストと会話するためのタイプライタのほかタスクの内容によってカードリーダやラインプリンタなどの入出力装置が必要となる。この場合たとえば TT の個数だけのタイプライタを TIP に接続しなくてもよいように仮想端末の概念が導入されている。これにより各ハードウェア機器をどの TT にも自由にアサインすることができる。TT は 1 対 1 に対応している仮想端末を用いてセッションを行うが, 1 つの仮

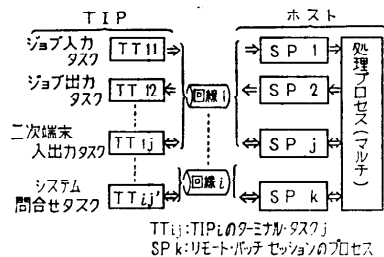


Fig. 3 Processes in TIP and HOST

想端末に複数のハードウェア機器がアサインされている。1つのハードウェア機器が複数の仮想端末にアサインされていることもよく、その構成は TIP の設計者に委ねられている。TIP の TT とハードウェア機器の対応例を Fig. 4 に示す。図で TT 1 はシステム問い合わせ・メッセージ交信用、TT 2 はジョブ入力用、TT 3 は結果出力用、TT 4 はファイルを用いたのジョブ入出力用、TT 5、TT 6 はそれぞれ二次端末、サテライト TIP を用いたのジョブ入出力用と6つの TT が用いられているが、TT 6 はサテライト TIP で行われるセッションの中継ぎをするだけなので仮想端末はサテライト TIP 側にある。

システムでは仮想端末の標準的な機器構成として、ホストとの会話用の仮想タイプライタ、ジョブの入力用の仮想カードリーダ、ジョブ出力用の仮想ラインプリンタ・仮想カードパンチャ・仮想汎用出力装置を想定しているが(Fig. 5)、これらの仮想的な装置を使うか使わないか、それをどのハードウェア機器と対応づけるかは TIP の自由である。ここで仮想汎用出力装置は1つのセッションでラインプリンタ・カードパンチャ以外の出力装置(例えば紙テープパンチャ)に出力

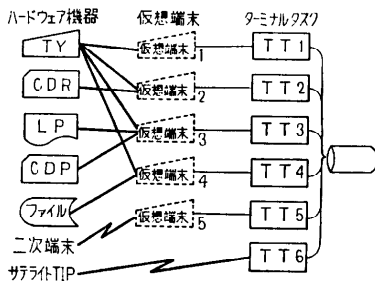


Fig. 4 Terminal Tasks, Virtual Terminals and Devices

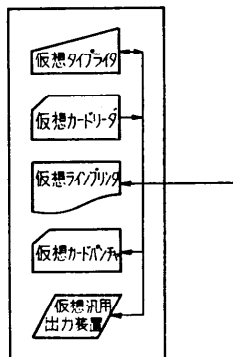


Fig. 5 A Virtual Terminal

したいような場合を考慮して設けられたものである。ホストではジョブの入力は TT によって仮想カードリーダより読み込まれたとして処理しているが、データ形式さえ合致しておれば実際にはどんな入力装置から読まれたものであってもさしつかえない。また出力情報についても同様である。

6. 論理リンク

TIP では複数の TT が独立に各々対応するホストのプロセスとセッションを行っている。TIP とホストの間で論理的には同時に実行しているセッションの数だけのメッセージが並行して行き来する必要がある。しかし、物理的には1本の全二重回線しか存在していないので、本システムではセッションごとに1本ずつの論理的なデータ・リンクを考え、複数の論理的なデータ・リンクが物理的な1回線上に共存することを可能にしている。この論理的なデータ・リンクを論理リンクと呼ぶ。TT はセッションを開始する前にホストに対して論理リンクの割当てを要求し、ホストより受け容れられて始めてセッションを開始することができる。サテライト TIP が接続されている場合、サテライト TIP は直接ホストと論理リンクで接続される。

ホストのセッション処理用のプロセスの個数は有限なので、特定の TIP にセッションが集中することを避け、各 TIP に均等なサービスを保証するために、ホストは接続されている TIP 単位に論理リンクの本数を制限できるようになっている。許された数だけの論理リンクを既に全て利用している TIP より、新たに論理リンクの割当てを要求してもホストからは拒否され、セッション中の TT のいずれかがセッションを終了し、論理リンクが解放されるまで待たなければならない。TT と論理リンクおよびホストのプロセスの関連を Fig. 6 に示す。

IMP は1本の物理回線が特定のセッションに集中

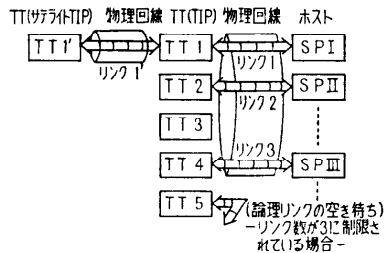


Fig. 6 Logical Links

して用いられて実質的に論理リンクが1本しかアサインされていないというようになることを防ぎ、その時設定されている論理リンクに対して均等にサービスするような制御をしている。すなわちホストより複数の論理リンクに対して同時に伝送要求があれば、1つの論理リンク上のデータを集中的に伝送するのではなく、要求のある論理リンクを順次、物理回線に割当てており、また TIP の各 TT から送られてきたものを論理リンク単位に編集している。この結果、論理リンク単位では会話的に半二重で伝送されていても、物理回線上に複数の論理リンクが設定されていれば、データは全二重でやりとりされる。このようすは Fig. 7 によって理解することができる。

また、複数の論理リンクを用いてセッションを行っていて、その内の1つのセッションでデータ出力中、たとえばラインプリンタの障害など TIP の都合でその出力のみ中断したいようなことが考えられる。この場合、そのセッションを行っている TT から中断符号を送ると IMP はその論理リンクの出力のみ中断して、他の論理リンクに対するセッションはそのまま継続するような制御を行っている。出力を中断した論理リンクに対して対応する TT より再開の指示を与えると、その論理リンクでのセッションが再開され、中断していたデータ出力を続行することができる。

7. プロトコル

本システムでは、ホスト・IMP・TIP の各プロセスの相互間に、データの形式や授受のタイミングなどに関する規約が設けられており、これをコンピュータ・ネットワークにならってプロトコル¹¹⁾と呼ぶことにす

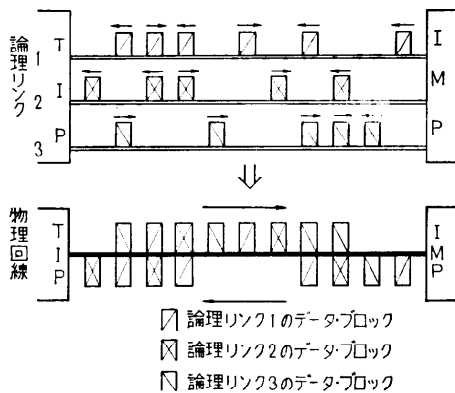


Fig. 7 The Relation between Logical Links and a Physical Link

る。以下、このプロトコルについて述べる。

7.1 プロトコルの体系

本システムのプロトコルは次に示すように低位から高位に向って4レベルに階層化されている。

- (1) 物理伝送レベル: ホスト-IMP プロトコル, IMP-TIP プロトコル, ローカル・プロトコル
- (2) 論理リンクレベル: 論理リンク・コントロール・プログラム-TT (LLC-TT) プロトコル
- (3) 仮想端末レベル: セッション・プロセス-仮想端末 (SP-VT) プロトコル
- (4) 利用者レベル: セッション・プロセス-利用者 (SP-UR) プロトコル

これらのプロトコルとホスト・IMP・TIP との関連を Fig. 8 に示す。図中 LC は通信回線制御 (物理データ・リンク制御) を表わしている。

7.2 データの体系

本システムで扱うデータの体系は次の通りである。

a. セッション・データ

リモート・バッチのセッションで、論理リンクの設定から解放までの間に端末・ホスト間でやり取りされるメッセージ (b. 参照) の集まりをセッション・データという。

b. メッセージ

端末よりホストに対するリモート・バッチの持つ機能の実行要求メッセージ (コマンド・メッセージ)、コマンドに対するホストよりの応答 (システム・メッセージ)、入力ジョブ、ジョブの処理結果を各々メッセージという。すなわち、ホスト-IMP (TIP) 間の論理的な伝送単位を指している。これらのメッセージにはその種類に応じてメッセージ ID が定められており、ホストのプロセスと TIP の TT 間の通信に用いられる。

c. セクション

メッセージの内、入力ジョブとジョブの処理結果の

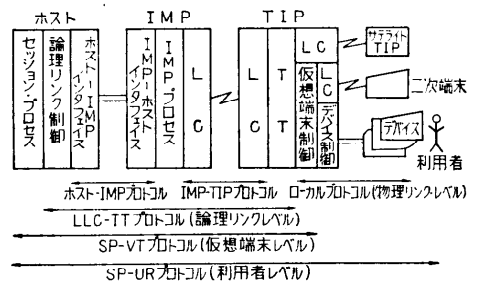


Fig. 8 The Protocol Hierarchy

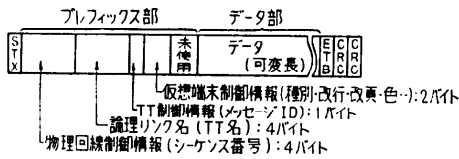


Fig. 9 The Data Block Format

メッセージ長は非常に長い。この単位でホスト—IMP間で一度に伝送するとIMPに非常に大きなバッファが必要であり、逆に小さく刻んで行くとホストへの割込回数が増加してスループットの低下を招くので、適当な単位に区切って伝送する必要がある。本システムではこの単位をセクションと呼び、カード・イメージの場合で10枚分、ラインプリンタ・イメージの場合で10行分を単位としている。

d. ブロック

IMP—TIP間でのメッセージの伝送単位である。ブロックは制御符号ブロックとデータ・ブロックとに分けられ、前者は伝送制御符号(ACK・NAK・EOT・ENQ・DC1・DC2)のみで成り立つブロックであり、後者はデータを伴うものである。データ・ブロックはタイプライタ・イメージ1行分、カード・イメージ1枚分、ラインプリンタ・イメージ1行分を単位としており、その形式はFig. 9に示す通りである。ブロックの大きさは通常600ビット程度で、1,200ビットを超えることはなく、ARPANETのパケット²⁾にほぼ相当する。IMPはホストとの転送単位であるセクションとブロックとの間の組立・分解を行っている。

7.3 ホスト—IMP プロトコル

ホスト—IMP間の主なプロトコルを次に示す。

- (1) セクション・データの転送に関する規約
- (2) 物理データ・リンクの接続・切断に関する規約
- (3) 診断情報収集に関する規約
- (4) IMP起動(ホストよりIMPへのプログラム転送を含む)に関する規約
- (5) IMPのメモリの内容のホストのプリンタへのダンプに関する規約

7.4 IMP—TIP プロトコル

IMP—TIP間のプロトコルにはJIS基本型データ伝送制御手順(原案)¹²⁾に、中断・休止(WABT)シーケンスなどを追加した手順を採用している。物理データ・リンクの確立・終結は論理リンクごとに行うのではなく、どれかの論理リンクに送出すべきデータが

あれば物理回線のリンクを確立し、一定時間どの論理リンクからもデータ送出要求がなければ物理回線のリンクを終結している^{*}。したがって場合によってIMP—TIP間で論理リンクが設定されているのに物理データ・リンクが切断されていることもあり得る。

7.5 ローカル・プロトコル

TIPにおける仮想端末とハードウェア機器や二次端末との間のプロトコルで、TIP側で自由に設計できる。

7.6 LLC—TT プロトコル

ホストの論理リンク・コントロール・プログラムとTIPのTTの間のプロトコルの主なものを次に示す。

- (1) 論理リンクの占有・解放に関する規約
- (2) ホスト—端末間の会話シーケンスに関する規約
- (3) TT制御情報(メッセージID)に関する規約

7.7 SP—VT プロトコル

ホストのセッション・プロセスとTIPの仮想端末制御プログラムとの間のプロトコルで次のものがある。

- (1) 仮想端末種別の識別に関する規約
- (2) 仮想タイプライタに関する規約
- (3) 仮想ラインプリンタに関する規約
- (4) 仮想カードリーダー・パンチャに関する規約
- (5) 仮想汎用出力装置に関する規約

7.8 SP—UR プロトコル

RJE利用者とホストのセッション・プロセスとの間のプロトコルで、コマンド、システムメッセージ、ジョブの入力データ、処理結果のやりとりに関する規約である。本システムで用いられているコマンドの一覧はTable 2(次頁参照)の通りである。

8. テスト・システム

本システムの開発用に種々のテスト・システムを作成したが、ここでは今後端末計算機が増設される場合、できるだけホストの処理に影響を与えないで接続テストができるようなテスト・ツールについて述べる。

(1) 回線テスト・システム

セッションを行いながら、IMPで任意のメッセージの送信・受信、送受信割込みのトレース、ブロック・データの表示が行える。また、ホストと切り離れたとき、IMPは回線上の種々の異常状態をソフトウェアで作り出して相手に送ったり、受信に対して任意の異

* この機能は、将来回線交換網によるサービスを行うことを考慮して、回線の接続時間を節約することを試みたものである。

Table 2 RJE Commands

分類	コマンド名	機能
セッション管理	HELLO	セッションの開始
	BYE	セッションの終了
ジョブ管理	TRANPOSE	ジョブ出力用 TT の指定
	INPUT	ジョブ入力許可要求
	RECEIVE A	ジョブの出力要求
	CANCEL	ジョブの実行取消し
	CENOUT	ジョブのセンタ出力要求
	BREAK	ジョブの出力要求取消し
出力中断再開制御	RESTART	指定箇所よりの出力再開
	SKIP	1ジョブスキップして次のジョブより出力再開
	END	出力要求終了
情報交換	RECEIVE B	センタよりの一斉通報受信
	SEND	センタオペレータへの情報伝送
問い合わせ	SYSTEM STATUS	センタの混み具合問い合わせ 入力ジョブの処理状況問い合わせ

常応答を返すことができる*。

(2) ホスト・シミュレータ

ホストのセッション・プロセスを IMP でシミュレートするもので、端末計算機のソフトウェアが仕様通りに作成されているかどうかをホストなしである程度テストできる*。

(3) データ・トレース・システム

端末より入力したデータや、端末へ出力したデータをホストのプリンタ（または磁気テープ）にトレース出力するシステムで、ホストでセッションを行いながら端末計算機の異常がチェックできる。

9. あとがき

設計開始から完成までの期間がかなり厳しく限られており、3.に示したような種々の制約条件があったが、ほぼ満足すべきシステムが得られた。センターでは、高速回線やハイレベル伝送制御手順の採用などを計画している。これにより、本システムの能力は充分に発揮できることになろう。

謝辞：本システム開発の機会を与えて頂いたセンター長高木修二教授および適切な助言を下された伊澤喜

* この機能は、センター内の NEAC 3200/70（通常は端末として利用している）を用いても行えるので、RJE サービスを中断しなくてもよい。

三男助教授に感謝する。また、開発に尽力されたセンターの橋田尊法業務掛長はじめ業務掛の諸氏および日本電気(株)情報処理大阪システム部福本真憲マネージャ、滝正博リーダはじめ同部の諸氏に感謝する。とくに同部宮地輝雄、佐々木宮吉両氏は設計当初から開発に努力を惜しまれなかった。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) L.G. Roberts & B.D. Wessler: Computer Network Development to Achieve Resource Sharing, Proc. SJCC, Vol. 36, pp. 543~549 (1970)
- 2) F.E. Heart, et al.: The Interface Message Processor for the ARPA Computer Network, Proc. SJCC, Vol. 36, pp. 551~567 (1970)
- 3) C.S. Carr, et al.: Host-Host Communication Protocol in the ARPA Network, Proc. SJCC, Vol. 36, pp. 589~597 (1970)
- 4) B. Combs: TYMNET, A Distributed Network, DATAMATION, Vol. 19, No. 7, pp. 40~43 (1973)
- 5) L. Pouzin: CIGALE, The Packet Switching Machine of the CYCLADES Computer Network, Proc. IFIP 74, pp. 155~159 (1974)
- 6) 山本欣子: コンピュータ・ネットワーク JIP NET, 情報処理, Vol. 16, No. 7, pp. 638~644 (1975)
- 7) 名和小太郎ほか: ACT システム, 情報処理, Vol. 16, No. 7, pp. 645~649 (1975)
- 8) 文部省学術国際局研究助成課: 大学における電子計算機の設置・利用状況及び整備計画, 学術月報, Vol. 27, No. 5, pp. 282~303 (1974)
- 9) 石田晴久: 大学間コンピュータ・ネットワークの実験システム, 大阪大学大型計算機センター・ニュース, No. 17, pp. 1~14 (1975)
- 10) S.M. Ornstein, et al.: The Terminal IMP for the ARPA Computer Network, Proc. SJCC, Vol. 40, pp. 243~254 (1972)
- 11) S.D. Crocker, et al.: Function-oriented Protocols for the ARPA Computer Network, Proc. SJCC, Vol. 40, pp. 271~279 (1972)
- 12) JIS 原案作成委員会: 日本工業規格基本形データ伝送制御手順（原案）(1974)

(昭和50年10月2日受付)

(昭和51年11月24日再受付)