

# 大学間コンピュータ・ネットワーク (N-1プロジェクト)

## におけるRJE実証実験

猪瀬 博 坂井 利え

(東京大学 工学部) (京都大学 工学部)

石田 晴久 浅野 正一郎 長谷部 紀元  
渡辺 博 斎藤 洋男 丹下 藤夫

(東京大学 大型計算機センター)

北川 一 飯田 記子 金沢 正憲  
(京都大学 大型計算機センター)

### 1. プロジェクトの概要

学術の急速な進展にともない、大型計算機センターの提供する情報処理サービスに対する需要は、量的な増大をとげつつあるばかりでなく、質的にも多様なものとなりつつある。すなわち従来主体をなしてきたローカル・バッチセラリモート・バッチ、TSSへ、さらにはデータ・ベース、特殊周辺機器プログラムの共用へと高度化しつつあり、とくに集中化された汎用データ・ベース、分散配置された学術分野別のデータ・ベースの開発動向にともない、これらのネットワークを介しての利用には大きな需要が顕在化しつつある。

このような情報資源の高度の共同利用形態を達成するためには、全国的規模をもつ学術情報ネットワークともよぶべきシステムの実現が要請されている。この第一歩として、全国クカ所に散在する大型計算機センター相互間を接続する幹線網を建設しようとする計画が、昭和49年度より文部省特定研究の南発課題となり、この計画を推進する目的で、ネットワーク計画委員会(N-1委員会)が設立された。このようなネットワークの構成に当たっては、高度の学術研究ならびに教育の目的に対応できる多様なサービスを、随時しかも十分な経済的実現性をもって達成することに留意しなければならない。すなわち海外の例にみられるような専用回線によるネットワークの構成も一つの接近方策ではあるが、多種多様な需要は常時存在しても、そのトラフィックは専用網の経済性を支持するほど大きなものは見込めないこと、専用網を維持管理するためには多大の経費と人員を要すること、周波数分割方式にもとづく従来電話網に比してきわめて高性能の時分割方式にもとづく新データ網のサービスが近く提供されようとしていることなどを考慮すると、新データ網の利用はより適切な接近方策といえよう。

本プロジェクトは、ネットワーク計画委員会の略称に起因して、N-1プロジェクトと仮称されているが、図1に示すように大型計算機センター相互間を、回線交換およびパケット交換サービスを提供する日本電信電話公社新データ網を介して接続しようとするものであって、そのためのシステム構成、ハードウェアおよびソフトウェアの開発を行ない、実証実験を通じてその実現性を確認するとともに、問題

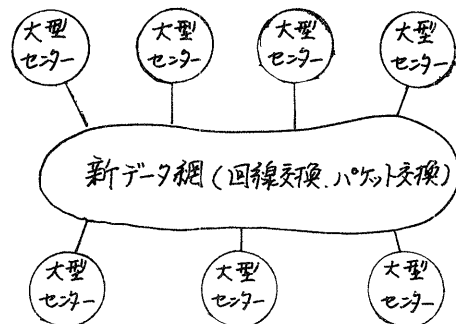


図1 大型計算機センター間コンピュータ・ネットワーク

点の抽出とその解決をはかることにより、実用的ネットワーク建設のための設計条件を確立しようとするものである。

コンピュータ・ネットワークによる情報資源の共用は多岐にわたっているが、これを負荷配分、ファイル転送、リモート・バッテなどメッセージ長の長い形態と、TSS、オンライン・ファイル・アクセスなどメッセージ長の短い形態とに大別することができる。前者については回線交換が、後者についてはパケット交換が有利であり、また将来音声、画像、物理学・化学・生物学的データなどのリアルタイム処理が行なわれる場合は回線交換が不可欠であるなどの理由から、本計画においては両交換方式を対象として開発を進めており、この点でもユニークな計画であるといえよう。実証実験は日本電信電話公社の新データ網開発計画と協調して、第一期は回線交換、第二期はパケット交換について行なうが、ハードウェアおよびソフトウェアの開発に当たっては、可能な限り両者に共通となるよう配慮している。

図2は第一期の実験計画におけるハードウェア構成図を示すものであって、東大および京大の大型計算機センター所属の計算機(HOST)に、フロント・エンド・プロセッサ(FEP)、FEP・HOST間インタフェース機器などが設置され

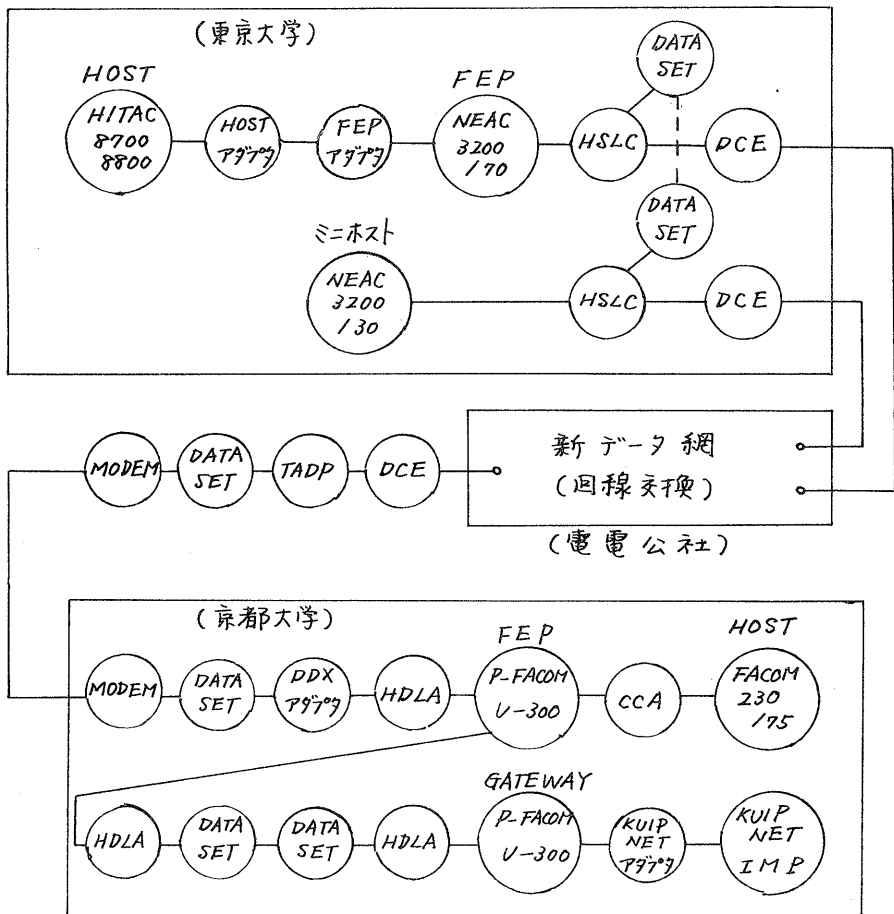


図2 第一期実験計画ハードウェア構成図

ている。図3は昭和51年度の東京-名古屋間の新データ網の現場試験に対応するもので、名古屋-京都間は専用線 (FDM 48 Kbps) を介する必要があるためデータセットがその両端に設置されている。これに対応し東京側は加入者線を用いる48 Kbpsのベース・バント伝送によって直接新データ網に収容される。なお図3に示すように、新データ網に接続する以前にデバッグと機能の確認を行なうため、東大側、京大側ともローカル・テスト用のいわゆるミニホストが設置されているが、京大側のそれはインハウス・ネットワーク KUIPNETである。これらのもとに第一期における実験は回線交換に適切と考えられる、リモート・バッテリ処理を中心に実施する。

図3は本計画におけるプロトコルの構成を示している。HOST/HOSTプロトコルは、両者の間のリンクの確立および解消と、リンク上のデータ転送ならびにフロー制御を行なう。HOST/FEPプロトコルは両者の間の転送制御を、またFEP/FEPプロトコルは障害通知を行なう。DLCプロトコルはHDLCダブルナンバリング方式に準拠した伝送制御手順である。FEP/NETプロトコルは、回線交換時にX-21信号シーケンスにもとづき、フェーズ1およびフェーズ5の制御を行なう。これらにもとづいて、ハイレベルプロトコルとしてRJEプロトコルが設定されており、リモートホストからのジョブ入力・出力を可能としている。なお、図4は本計画のプロトコルの各階層で名称が定められているデータ送受信単位を示している。これらのデータ長は、採るハイレベルプロトコルをも考慮してプロセスの取扱い易い単位で、しかもパケット交換時に網とのインタフェースが適切で、かつシステム全体の効率が適切なものとなるように選定したものである。

次節以降に、本計画のRJEプロトコル並びにその実現について述べる。

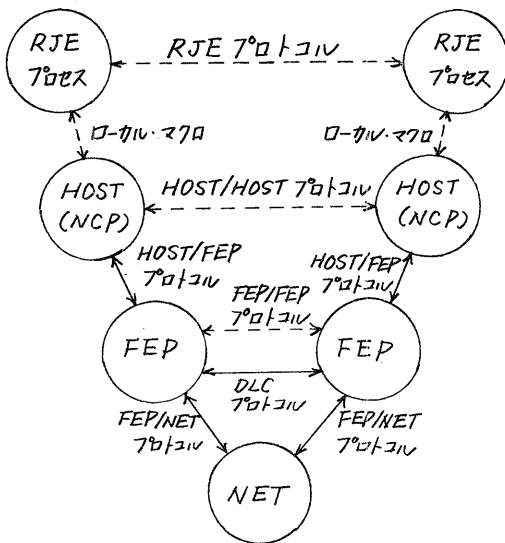


図3. プロトコル構造

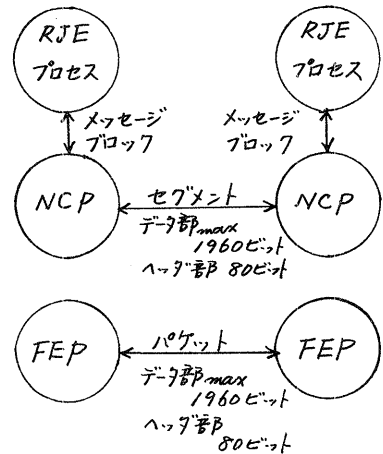


図4. データ送受信単位の名称

## 2. RJEプロトコル

### 2.1. 概要

RJE(リモート・ジョブ・エントリ)の具体的な内容は、それをサービスするホストのオペレーティング・システムに依存するところが大きく、個々のホストごとの差異を避けがたい。この典型的なものには、利用者の管理方法、ファイル(特にジョブの出力のためのファイル)の取扱いに見ることが出来る。このような部分までをプロトコルとして規定することは、ホストシステムに大きな制約となることから、現状では適当なものとは考えられない。これから、本プロトコルにおいては、RJEサービスを提供・利用するに当たって最低限必要と考えられ、かつ多くのホストにとって受け入れが容易であると考えられる事項についてのみ規定することとし、個々のホストごとに変化することが予想される事項については、本プロトコルの枠の中で自由度をもたせることとした。この意味において本プロトコルは一般的なものであり、ホストごとに決定される具体的なプロトコルの基準とも考えられるものである。従って、各ホストはRJEサービスを提供する場合には、本プロトコルに基づいてその詳細を決定し、ネットワーク全体に公表する必要はある。それに対して、RJEサービスを利用する側では、個々のホストごとに異なる部分を意識する必要はあるが、これが決定的に利用者の不便とならぬよう考慮を払い、例えば同一のプログラムによって任意のホストのサービスが受けられるよう構成することが可能となっている。

RJEは、ジョブ処理を依頼するホストにジョブを転送(入力)し、その処理結果を返送(出力)することが基本である。ここで、ジョブを処理するホストをサーバ・ホストと呼び、ジョブを転送し、その結果の返送を依頼しているホストをユーザ・ホストと呼ぶ。サーバへ入力するジョブは、現在のところサーバ・ホストで特別な変換・翻訳等の処理を行なうことなく実行可能なものとしている。将来は、必要な場合にはユーザ・ホスト側でジョブ制御等サーバ・ホストに適合した形に変換することも考えている。またジョブの出力は、ジョブを入力したユーザ・ホストからの指示でサーバ・ホストが出力するのを基本としているが、異なるユーザ・ホストが出力指示を行なうことも可能となっている。また、RJEジョブでなくサーバ・ホストのローカルなジョブの出力指示を、ユーザ・ホストが行なうことも可能である。

RJE情報伝送は図5に示すように、それぞれのホスト内のネットワーク制御プログラム(NCP)の機能を利用して通信する、ユーザ・ホスト内のプロセス(RJEユーザ)とサーバ・ホスト内のプロセス(RJEサーバ)との間で実行される。RJE実行のシーケンスの概要は、

1. RJE利用者がユーザ・ホスト内でジョブを発生し、このジョブがRJEユーザプロセスを起動する。
2. RJEユーザプロセスは、サーバ・ホスト内のRJEロガーとの間に論理的通信路を確立する。これと同時にRJEロガーがRJEサーバプロセスを起動させ、このプロセスの論理的名称を上記通信路を通してRJEユーザプロセスに通知する。この名称に基づいてRJEユーザ・RJEサーバ間に改めて論理的通信路(以降リニクと呼ぶ)を確立し、不必要となったリニクを切断する。このシーケンスをRJE初期接続(Initial Connection)と呼んでいる。

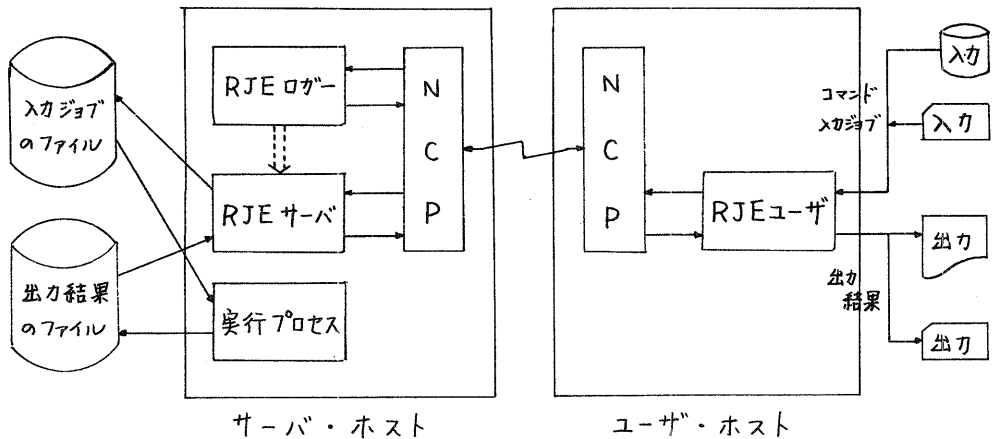


図5: RJE サービスの概念

3. RJE ユーザと RJE サーバは、処理すべきジョブと処理結果の転送を行なう。この時、転送の制御を行なうために、また種々のユーティリティ機能を実現するために RJE コマンド (コマンド) と RJE リプライ (リプライ) を交換する。
  4. RJE 処理終了後、RJE ユーザ・RJE サーバ間のリンクを切断する。RJE 利用者のジョブが終了する。
- のようにまとめられる。

### 2.3. RJE コマンドと RJE リプライ

#### 2.3.1 概要

コマンド並びにリプライは、前述のごとく、RJE 処理を実行し同時にユーティリティ機能を実現するためのものである。ここで両者は、コマンドが相手に対してリプライを要求するのに対して、リプライはさらに相手にリプライを要求しない点で区別される。

コマンドはその性質によって、RJE ユーザあるいは RJE サーバから発せられる。コマンドは、前記の RJE ユーザ・RJE サーバ間のリンクを通して伝送されるが、このリンクの上には同時に入力あるいは出力データも伝送される。従ってデータとコマンド/リプライを区別するために、コマンド/リプライ伝送の場合には、テキスト長のメッセージブロック (エスケープ・ブロックと呼ぶ) を付して送ることとしている。この概要を図6に示している。

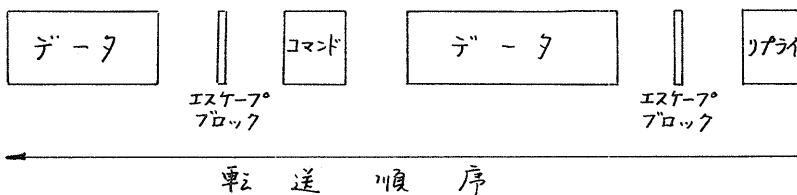


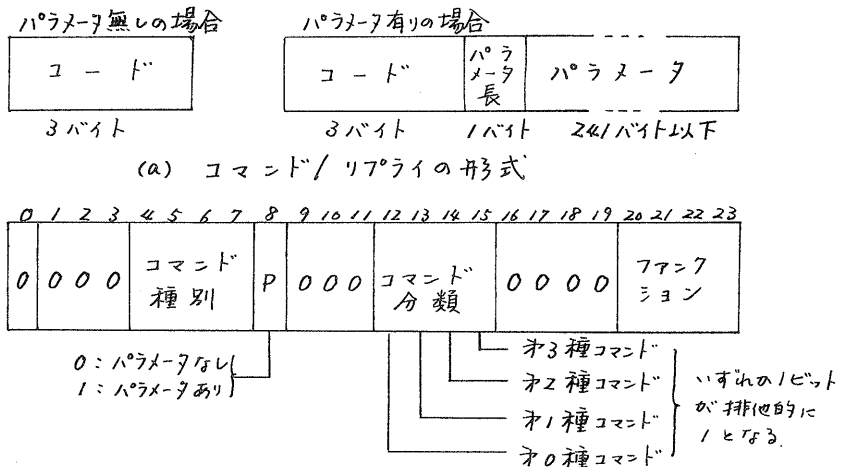
図6. コマンド/リプライの転送

本方式のように、コマンド/リプライとデータを同一のリンクを通して伝送し、この両者を別々のリンクを通して伝送しない理由は、コマンド/リプライとデータの同期を厳密に保つことが必要であることによる。

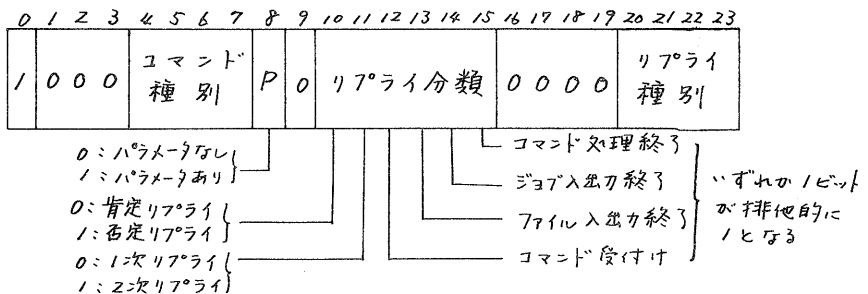
コマンド並びにリプライはともに固定フォーマットにコード化されており、コマンド種別等の判定が容易であるよう考慮されている。尚これらの長さは8bit(バイト)の整数倍となっている。またコード化された部分を除く部分は、EBCDICコードによる文字列としている。図7にフォーマットを示している。

### 2.3.2 RJEコマンド

コマンドは相手に何らかの処理を要求するために発行される。これは、コマンド種別によって基本的な機能を指し示し、ファンクションによって具体的な機能を指定する。コマンドは、表1にも示すごとく本プロトコルによって10種のものが定められているが、ファンクションはRJEサーバごとにそのホストシステムの機能に従って決定・定義されるものである。またファンクションごとに必要によってパラメータを付加・使用することができる。



(b) コマンドコードのフォーマット



(c) リプライコードのフォーマット

図7. コマンドとリプライ

表1 RJE コマンドの一覧

名称	コード	種別	発行元	機能
USER	1	1	ユーザ	RJE サービスの利用者名を通知する。
INPUT	2	2	ユーザ	データの入力を要求する。
OUTPUT	3	2	ユーザ	データの出力を要求する。
FILE	4	1	サーバ	出力データファイルの属性を通知する。
CANCEL	5	1	ユーザ	ジョブまたは結果のキャンセルを要求する。
BYE	6	0	ユーザ	RJE サービスの終了を要求する。
ABEND	7	0	サーバ	RJE サービスの異常終了を通知する。
STATUS	8	1	ユーザ	ジョブの処理状態を問い合わせる。
E O F	9	1	ユーザ・サーバ	データ/ファイルの転送終了を通知する。
MESSAGE	A	3	サーバ	メッセージを送出する。

コマンドはその期待するリプライの形式等によって次の4種別に分類されている。

(1) オ1種コマンド

受信側が受け付けのリプライを返すと同時にRJEサービスの終了となるもので、リプライは1次だけである。これに属するコマンドは、オ1種並びにオ2種コマンド発行後のタイミング制限にかかわらず発行可能である。

(2) オ1種コマンド

受信側は処理終了のリプライを返すまでは次のコマンドを受け付けず、また自からコマンドを発行することもないもの。この種のコマンドに対するリプライは1次のみである。

(3) オ2種コマンド

受信側は受け付けのリプライを返したあと、処理終了のリプライを返すまでの間に、他のコマンドの受け付けが可能となり、また自からコマンドを発行することができるもの。この種のコマンドではリプライは1次と2次がある。

(4) オ3種コマンド

受信側はいつでもリプライを返さず、直ちに次のコマンドの受け付けと自からコマンドを発行することができるもの。

第1種のコマンドとオ2種のコマンドの大きな差異は、該当コマンドの処理中に他のコマンドの処理を開始することが可能か否かである。オ2種コマンドはデータ転送に関するコマンドであるが、この処理途中に他の処理を開始することが可能であることから、データの入力と出力を同時に行うことができる。

これらのコマンドの内、ホストによっては省略可能なものがある。これにはUSER, CANCEL, ABEND, STATUS, MESSAGEが該当する。

2.3.3 RJE リプライ

リプライは、コマンド受信側が、その受理ないし拒否に関する情報、実行に関する情報、処理の終了に関する情報などを発行元に通知するためのものである。リプライはその中のコマンド種別のフィールドでどのコマンドに対する応答であるかを示し、リプライ分類のフィールドで意味の大別を行なっている。

リプライ分類は次の3つの要素より成っている。

(a) 1次/2次

これはオ0, 1種のコマンドとオ2種のコマンドでは多少意味が異なるが、どちらの場合にも1次リプライを受信するまではコマンド発行側は次のコマンドを発行することはできない。オ0, 1種コマンドに対しては1次リプライのみが使用され、実行情報ないし処理の正常/異常終了を通知する。一オオ2種のコマンドに対しては1次、2次の両者が使用される。この場合の1次リプライはコマンドの受理又は拒否を示し、2次リプライがコマンドの実行情報と処理終了の通知となる。

(b) 肯定/否定

肯定はコマンド受理、正常終了に関わりリプライに付され、否定はコマンドの拒否、異常終了に関わりリプライに付される。

(c) 処理段階

ジョブ出力に際して、出力ジョブがいくつかのファイルから構成されている場合に、処理が、①コマンド受理レベルにあるか、②ファイルの1つの処理レベルにあるか、③ジョブ全体の処理完了レベルにあるか、④コマンド処理の完了レベルにあるか、をリプライに付して通知している。

## 2. 4. 入出力データの形式

### 2. 4. 1 入力データ

入力データはINPUTコマンドに対して受理の1次リプライが返送されたときに送出可能となり、最後がEOFコマンドで区切られる1個のファイルである。1個のファイルの中には複数個のジョブを含ませることが可能であるが、ジョブ制御文などジョブの構成法はサーバホストの規定に従うものとする。

レコード長は、カード一枚相当の80バイトで固定であり、現在はブランクの圧縮は行っていない。1メッセージブロックに3レコードまで入れることができる。

### 2. 4. 2 出力データ

データの出力はOUTPUTコマンドに対して受理の1次リプライが返送されたあとで開始され、コマンド終了の2次リプライが返送されてくるまで続行される。この間、ジョブの単位ごとにジョブ出力終了の2次リプライによって区切りが指示され、またジョブの中もFILEコマンドで開始されEOFコマンドで終了するファイルの区切りが明示されている。

レコード長、ラインプリント出力の際のフォーマット制御文の有無などのファイルの属性はFILEコマンドで指定されるが、その方法はサーバホストごとに異なる。レコード長は最大245バイトとし、入力の場合と異なり1メッセージブロックには1レコードだけ含まれるものとしている。

以上の例として、図8にRJE手順例を示している。



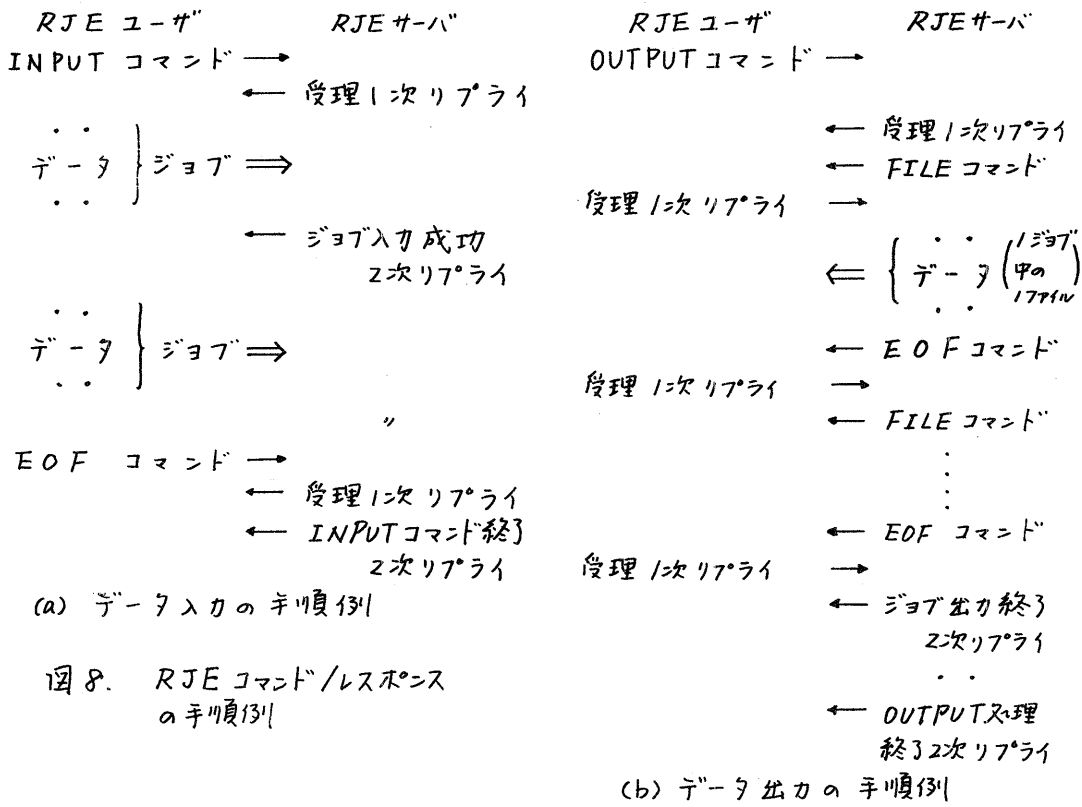


図8. RJE コマンド/レスポンスの手順例

3. 東京大学に於ける RJE の実現

東京大学ホストにおいては、RJE サーバプログラムは OS が本来持っているリモートバッチ処理の機能を改造・修飾して使用している。OS のリモートバッチ処理は、あらかじめセンターに登録されている固定の番号を有する端末に対するものであり、結果の出力ファイルはこの端末番号ごとに保存されていて、取出しはその端末からのみ可能であった。ネットワーク向け機能変更にあたっては、ネットワーク出力の出力ファイルを共通に作成し、この中から利用者名又はジョブの通り番号を手掛かりにファイルの取出しを可能にし、端末番号に依らないようにしている。

RJE サーバプログラムは、RJE ロガー、RJE アタプタ、リモートリター/リモートライタから成っており、その位置付けは図9に示すごとくである。ここで、

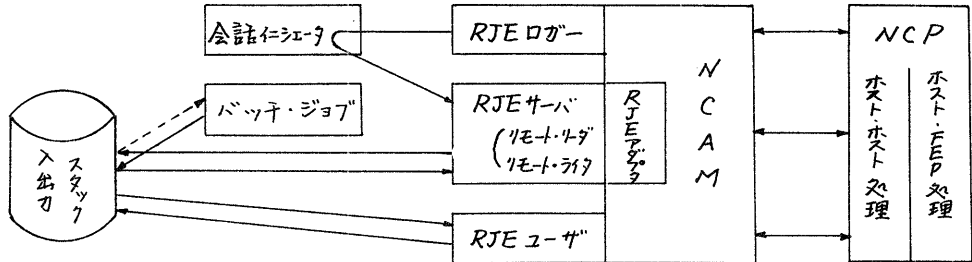


図9. 東大ホストシステムの構成

RJEロガーは、前記のごとく初期接続段階でRJEサーバを起動する役を果たしネットワークRJEで不可欠なものである。RJEアダプタは、OSの既存プログラムであるリモート・リーダ/ライタをネットワークを通して利用可能にするためと、RJEプロトコルのインタプリタの役目とを果たしている。

一、RJEユーザプログラムは東大センターの利用者が、ネットワークを通してRJEを容易に行なうことができるように、新たに開発したプログラムであり、利用者が東大ホストで実行するジョブの制御コマンドで起動される。RJEユーザプログラムは次の特徴を有している。

- (1) 任意のホストのRJEサービスが利用可能  
これは、RJEプロトコルのコマンド/リプライの形式を有効に活用して、RJE処理段階の遷移を、個々のホストに依存する点を最小にした形で記述したことによる。
- (2) ファイル転送  
RJEの入力データをファイルから取り出すことと、RJE出力データをファイルに格納することができる。従って、レコードの意味がカードイメージのものに対してファイル転送の機能が実現できることになる。
- (3) 汎用性  
本RJEユーザプログラムは、東大センターでのローカル・バッテリ処理からの他、東大センターに接続されているリモートステーションや会話端末からも使用が可能であり、会話型処理のユーティリティと共に会話的に有効に利用できる。

図10に示すのはRJEユーザの使用例であり、簡単な制御コマンドを京大へのジョブの始めと終りに置くことで、京大へのRJEが実現できることを示している。

// JOB	東大でのジョブ開始
// NRJE KYODAI	RJEユーザの起動
// NUSER (ユーザID等)	京大へのユーザID登録
// NINPUT	ジョブの入力開始
¥ NO	} 京大へのジョブ
¥ KJOB	
¥ END	
// NOUTPUT (, ジョブ名)	ジョブの出力開始
// NBYE	RJEユーザの終了
// NEND	東大でのジョブ終了

図10. RJEユーザの使用例

#### 4. N-1プロジェクトの今後

本文で御報告したRJEに続いて、現在TELNETプロトコルの開発とその実現を進めている。これは簡易な端末を用いてネットワークを利用できるように考慮しており、ネッ

トワークの形態も、多くの端末を制御する目的のプロセッサの開発、端末からのメッセージ長に適合した新データ網パケット交換網の利用というように順次拡大の方向にある。これらについては、改めて御報告申し上げる。

#### 5. 参考文献

- (1) 昭和50年度情報処理学会全国大会、No.1~No.10
- (2) H. Inose, T. Sakai and M. Kato: Experimental Network for Inter-University Computer Centers, Proc. PACNET SYMPOSIUM, pp.131-136, Sendai, Japan (1975)
- (3) H. Inose, T. Sakai, M. Kato and S. Asano: Networking for Inter-University Computer Centers in Japan, Proc. ICCO, pp.286-291, Toronto, Canada (1976)
- (4) 文部省科学研究費による特定研究「広域大量情報の高次処理」総合報告、東大出版会