

N-1ネットワークにおける TIP/REPシステムの開発

An Experiment of TIP/REP System on N-1 Network

安永尚志 · 浅野正一郎 · 山本純二 · 斉藤 徹 · 高橋洋一

Hisashi YASUNAGA · Shoichiro ASANO · Junji YAMAMOTO · Toru SAITO · Yoichi TAKAHASHI

東京大学

Univ. of Tokyo

(株)日立製作所

Hitachi, Ltd.

1. まえがき

大学間のコンピュータ・ネットワーク実用化のためのN-1プロジェクト*は、昭和53年度をもって、予定した項目の実証実験を完了し、現在実証実験を通じて得られた成果をもとに、新データ網(DDX)のサービス開始と同時に業務サービス開始とするための準備が行われている。

実証実験は3期に分け実施された⁽¹⁾⁽²⁾。この間、N-1ネットワークのより有効な利用を計るために、大型計算機へのネットワーク機能の実現⁽⁴⁾⁽⁶⁾を基礎として、端末インタフェース・プロセッサ(TIP)の開発⁽⁹⁾、リモートエントリ・プロセッサ(REP)の開発⁽²⁾、及びゲートウェイ・プロセッサ(GWP)の開発⁽²⁾(京大 KUIPNET 接続用)等が行われた。ついで、これらのシステムは運用実験等を通して、充分実用に耐えうる事が実証された⁽¹³⁾⁽²²⁾。

このうち、リモートエントリ・プロセッサ(以下、REPという)は、次のような開発目標をもって導入されたシステムである。

第1には、現在大型計算機に固定的に接続されているリモートバッチ・ステーションの、N-1ネットワークへの收容方法の検討を目的として

いる。これは図1(A)に示すように従来の特定HOSTに固定的に接続されたリモートバッチ・ステーションを、同図(B)の形態に発展させたもので、任意のHOSTのRJEサービスを受けることを可能とする目的をもつ。

すなわち、REPは通常遠隔地に設置され、DDXを介してバッチジョブを任意のHOSTに送り、かつその処理結果を得ることを可能とする。

第2には、REPは研究室等内のミニコン、あるいは周辺装置をRJE端末として收容し、任意のHOSTのRJEサービスを仲介する機能をもつシステムを実現する。ここで、RJE端末は、論理的なリーダー/ライターを装備した簡易リモートエントリ用端末を想定している。すなわち、TIPと同等の概念をもったN-1ネットワーク有効利用を目的としたシステムである。

その他、各種の利用目的を考慮しているが、本論文では主として上記2点について考察した内容をのべる。とくに、従来のTIPにREP機能を付加し、さらに広範なネットワーク利用窓口を構成した点について報告する。

* N-1プロジェクト: 昭和49年度より文部省科学研究費補助金により、東京大学・京都大学・電電公社の協力にて進められたプロジェクトである。現在、東北大学の協力も得て、実用化のための試験研究(同科研費)が行われている。詳細は文献(1)~(5)参照。

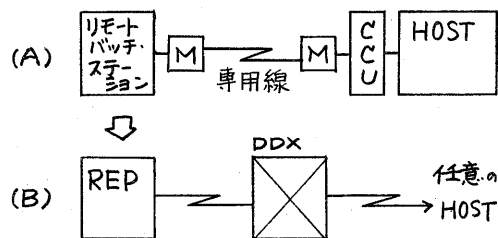


図1. REPの概念

2. REPシステムの構成

2.1 概要

REPシステムの構成形態として、図2に示すように2形態が考えられた。

1つは、複数のRJE端末を集線し、任意のHOSTのRJEサービスを仲介する形態である。すなわち、端末インタフェース機能をもつ形態で、TIPと同等の形態である。RJE端末の多く設置された地域に設置し(例えば大学構内)端末を收容し、高速回線によりDDXに接続される。後述するように、この場合RJE端末はリーダー、ライタの装備に加え、REPとの間でRJEジョブを授受するためのプロトコルを実現する必要がある。

他の1つに、REP自体に装備されたリーダー、ライタから、任意のHOSTのRJEサービスを利用する形態がある。この形態は、開発期間を通じて、各種システムのプロトコル等の検証のためにデバグセンターとして機能したミニホスト⁽²⁾を背景とする形態である。この場合REPに他の情報処理機能を追加したローカルホスト(分散処理プロセッサ)の実現が想定されている。

REPを実現する場合に、後述の設計条件の1つである、HOST相当の論理機能をもつ必要がある。これは、ネットワーク内のサーバホストとの間に、N-1プロトコルに従った論理リンクを設定し、通信を行う必要性による。

また、2形態のREPを個別に実現するとしても、同一のシステム構成をもつよう設計する必要がある。これは、開発の重複を避け、極力既存のハードウェア、ソフトウェアの利用を計り、より効率的な開発を行うこと、あるいは両形態の複合されたシステムとして構成すること等の理由による。とくに、この場合の複合システムの構成は、利用者にとってより有効と判断される。

さらに、REPはN-1ネットワークにおいて、1つのロード・プロセッサとして機能するが、既存のTIPシステムにREP機能を付加する方法が考えられる。これを、TIP/REPシステムと仮称しているが、より広範でかつ有効なネットワーク利用窓口として機能することが期待される。

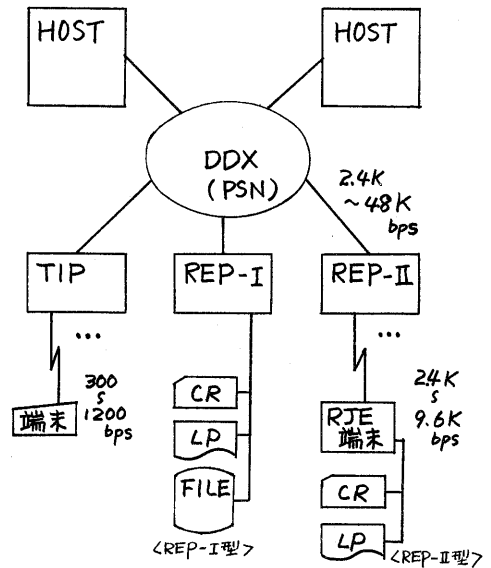


図2. REPシステムの構成形態

2.2 TIP/REPシステムの設計方針

TIP/REPシステムを実現することにより、次の点の効果が期待できる。

- (1) 利用者は、低コストで、任意のHOSTのTSS、RJEサービスを同時に利用することができる。
- (2) 開発者は、REP機能の1部分(RJEプロトコル・サポート等)を開発するだけであるから、大巾に開発工程等を省カ化できる。さて、REP機能をTIPシステムに付加するに当り、REPのHOST相当の機能に留意して、下記の設計方針を考慮した。

- (1) TIPのシステム構成を変更することなく、単に必要なモジュールの追加によることを原則とする。このとき、TIPの既存モジュールを極力利用する。
- (2) RJE端末の收容に当っては、標準化を考慮すること。また、TIPで実現したTIPユーザズ・コマンド⁽³⁾と同等なユーザ・インタフェースの設定を考慮すること。
- (3) 妥当な価格で設置できること。
- (4) 将来の機能拡張等に対処しうるシステム構成であること。
- (5) REPの追加により、著しいパフォーマンス

スの低下とならぬこと。

(6) 障害処理を含めて、システム管理・運用に充分配慮されたシステムであること。とくに、利用者にとって利用の容易な、また操作者にとって操作の容易なことは、実用化にとって最重点項目である。

(7) NVT及びRJEユーザタスクは、独立に動作し、かつ互いに他に影響を与えないこと。

その他、いくつかの設計要件があるが割愛する。以下、これらについてのべる。

2.3 TIP/REPシステムのハードウェア

N-1プロジェクトでは、3機種による4種のTIPシステムが開発された^{(8)~(12)}。また、REPシステムのプロトタイプが、1機種により、実験されている⁽¹²⁾。

図3に、TIP/REPシステムのハードウェアの構成例を示す。設計方針でのべたように、本構成では既存のTIPシステム(東京大学に設置されたHITAC-20によるシステム)に、REP機能追加のためのハードウェアを付加した構造となっている。また、本構成では図2に示した2形態のREPが装備されているが、これは実証実験上の理由による(もちろん、両形態同時に動作させることも可能である)。

(1) REP-I型に対しては、リーダー/ライターとしてカードリーダー/ラインプリンタが標準装備されている。その他、磁気テープ装置、フロッピー・ディスク装置が装備され、これらもリーダー/ライターとして使用可能としている。

(2) 一方、REP-II型に対しては、多重通信制御装置(MCU)が装備され、SYN同期方式の専用線を集線している。この場合、4800bpsの専用線を4回線分収容可能なMCUを用いている。RJE端末は、同一建物内に設置されたミニコン(HITAC-10II, 32KW)に、通信機構を装備して実験を行った。リーダー/ライ

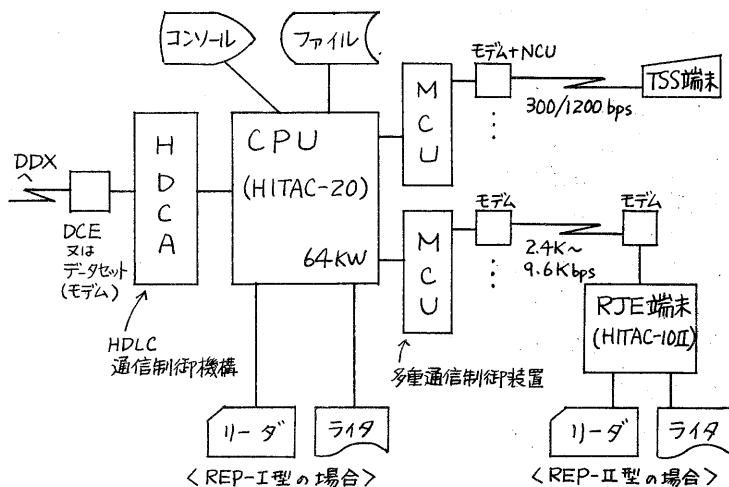


図3. TIP/REPシステムのハードウェア

タとして、カードリーダー/ラインプリンタが実装されている。

また、残りのハードウェアはTIPシステムとして用いられていたものである。

CPUは、主記憶64KW(128Kバイト)を装備した標準的汎用ミニコンである。HDLC通信制御機構(HDCA)によりDDXに接続される。電気的インターフェースは、X、Vいづれも可能である。

ファイル装置は、アカウントデータの収集、あるいはプログラム・ローディング等に用い、コンソール装置は、オペレータ・コンソールとしてシステム管理・運用に用いる。

以上のシステムは、ミニコンとしても大規模な構成であるが、これは実証実験を効率的に実施するためである。実用化に際しては、利用者の要求により、自由な構成が計れるよう考慮されている。

なお、TIPシステムが用いるMCUは、現在交換型の回線を、300bps 12、1200bps 4回線収容している。

2.4 TIP/REPのソフトウェア

TIPは、TSS端末を収容時、その実仕様を仮想端末(NVT)仕様に変換する。また、サーバホストとの間に、N-1プロトコルに基づく論理リンクを設定し、通信を実行しなければならない。

ならない。図4に、TIPのソフトウェア構成例を示す。すなわち、N-1ネットワークは、物理制御レベルからプロセス制御レベルまで階層化されたプロトコル体系をもっており、サーバホストと通信を行うTIPは、HOST相当の論理機能をもつ必要がある。

REPにおいても事情は同一である。そのソフトウェア構成も図4に示すように、TIPのそれと全く同一の構成とすることができる。

さらに、TIP/REPにおいては、HOST/HOSTプロトコルを制御するNCP (Network Control Program) 以下、回線制御を行うNLP (Network Line Program) までの各モジュールは、NVT, RJEの両アプリケーションに対して、共通かつ独立な構造をもつ。逆に、NVT, RJE両アプリケーションは、NCPに対して共通のインタフェースをもつが、それぞれ同時に、かつ独立して動作することが必要である。

すなわち、REP機能はTIPに単に必要なモジュールを追加することにより実現される。

以下、図4を基に各モジュールについてのべる。表1に、各モジュールの主機能をまとめた。

2.4.1 回線制御部(NLP)⁽⁴⁾

回線制御部(NLP)は、DDX(パケット

交換網)、すなわちCCITT勧告X.25インタフェースを実現するモジュールである。NLPは、図4、表1に示すように4モジュールより構成される。MCNT(モジュール制御部)は、各モジュール間の連絡情報の制御を行い、各モジュールは直接通信管理とのインタフェースをもたない。すなわち、各モジュールの構造は、プロトコルの変更等に対し、他に影響を与えずに、変更が行いうる独立した構造としている。このことは、例えば同一構内のHOSTへの通信は、専用線を用いる場合、あるいは利用分野によっては回線交換を用いる場合でも、容易に独立したモジュールを追加できる構造とする必要性による。

なお、MCNTを必ず介するためにはNLP全体としてのオーバーヘッドが高くなるという欠点がある。しかし、運用実験を通じてみる限り支障とはなっていない⁽⁴⁾。

2.4.2 NCP

HOST/HOSTプロトコルに規定された論理リング制御を実現する。本NCPは次の3機能の制御を行う。

(1) 通信管理とのインタフェース制御

NCPは、通信管理に対する回線I/O処理

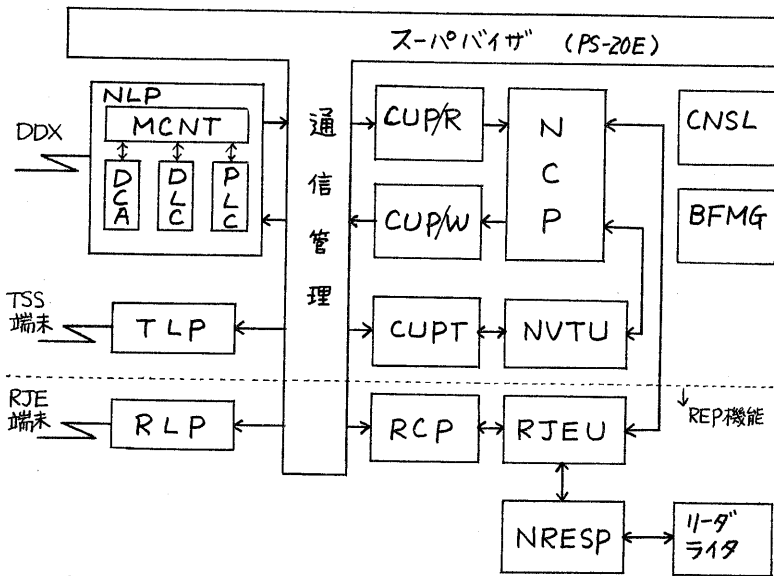


図4. TIP/REPのソフトウェア

<注>

NLP: Network Line Prog.
X.25インタフェースをサポート

MCNT: 共通制御部
{ DCA: X.25レベル1をサポート
DLC: X.25レベル2
PLC: X.25レベル3

CUP/R,W: 通信管理と
NCPとのインタフェース

NCP: Network Control
Prog., HOST/HOSTプロ
トコル制御

NVTU: NVTユーザ

CUPT: NVT⇄実端末変換

TLP: 回線制御

RJEU: RJEユーザ

RCP: RJE端末と
RJEUとのインタフェース

RLP: 回線通信制御

NRESP: 直結11-9/11-9
RJEUとのインタフェース

CNSL: コンソール制御

BFMG: バッファ管理

表1. 各モジュールの主機能

システム名 及び分類	略称	名称	主 要 機 能	概略 容量	
NLP	ライン プロ グラム	DCA	HDCA制御部	HDCAのI/O制御, すなわちX.25レベル1の制御	1K
		DLC	HDLC制御部	HDLC-ABM方式, すなわちX.25 LAPBに準拠した伝送制御	3.7K
		PLC	パケット制御部	X.25 パケット・レベルの制御	4.7K
		MCNT	モジュール制御部	DCA, DLC, PLC等各モジュール間で, 共通的に連絡情報の 制御を行う。また, 上位のCUP/R,Wとのインタフェース機能をもつ	1.3K
NCP	タスク	CUP/R CUP/W	セグメント受信部 セグメント送信部	NLPに対しリードマクロを発行しセグメントを受信する。NCPへキューとす。 NCPよりキューされたセグメントを, ライトマクロでNLPへ送信する。	0.8K 0.8K
	タスク	NCP		HOST/HOSTプロトコルの制御, ユーザプロセス(NVTU, RJEU)とのインタフェース制御	4K
NVT (ユーザ プロセス)	タスク ライン	NVTU	NVTユーザ	NVTプロトコル制御, NVT変換, TIPユーザコマンドの解析	4K
		CUPT	NVT端末制御部	端末の種類に応じた伝送制御, 書式制御	2K
		TLP	多重通信制御部	複数回線(電話型)制御	1.4K
RJE (ユーザ プロセス)	タスク ライン タスク	RJEU	RJEユーザ	RJEプロトコル制御, エンドプロセスとのインタフェース制御	2.7K
		RCP	RJE端末制御部	RJE端末(HITIC争順)とRJEプロトコルの変換制御	4.4K
		RLP	RJE端末回線制 御	通信制御(SYN同期方式)	1.3K
		NRESP	N-RESP	REP-I型のリード/ライトのRJE制御 (RESP仕様)	3.5K
システム 管理 運用	タスク	CNSL BFMG	コンソール制御 バッファ管理	システム状態の表示, 管理機能 統一的なバッファ管理機能(静的割当)	2.5K 1.2K

を, 図4, 表1に示すように, CUP/R, Wに分散している。

(2) HOST/HOSTプロトコル制御

NCPの主たる機能で, NCP間の論理リンクの設定・解放制御及びセグメント転送, フロー制御等を行う。実現は制御マトリクスを用い, ある状態で発生したイベントに対応する制御モジュールへ飛ぶ方式としている。

(3) ユーザプロセスとのインタフェース制御

ユーザプロセスは, NVTユーザ, RJEユーザの2種存在する。このため, NCPとユーザプロセス間に簡便で汎用的なインタフェースを設定した。ユーザプロセスからNCPへの要求マクロを表2に, 一方NCPからユーザプロセスへの情報を表3に示す。

2.4.3 REP機能モジュール

N-1ネットワークでは, リモートジョブの転送・実行・結果の受取り, 並びに簡易なファイル転送の制御を定めたRJEプロトコルを定めている⁽⁵⁾。RJEサービスは, サービスを提供するサーバホストと, それを利用するユーザホスト間の処理であり, それぞれのHOSTは,

表2. NCPへの要求マクロ

要求マクロ	意 味
GETPORT	ポートの確保
INIT	論理リンクの確立要求
LISTEN	相手からの論理リンク確立待ち
RECEIVE	データ・セグメントの受信
HALTR	RECEIVE要求の解除
SEND	データ・セグメントの送信
CHECK	データ・セグメントの到着確認
INT	相手プロセスへの割込要求
CLOSE	論理リンクの解放要求
FREEPORT	ポートの返却

表3. NCPからの情報

連絡情報	意 味
INT受信	相手プロセスから割込受信
CLOSED	論理リンクが解放された

NCP機能を使用して相互に通信を行う。すなわち, REPはユーザホストとしてNCPとローカルマクロでインタフェースをとり, 相手サーバホスト(RJEサーバ)との間で, RJEコマンドに従いデータの授受を行う。

(1) RJEユーザ

RJEユーザは、RJEプロトコル制御を中心として、NCPとのインタフェース制御、並びにエンドプロセス(後述のように2種)とのインタフェース制御を行う。

また、実現上RJEプロトコルは、HOST毎に異なる部分を有するために、RJEユーザをHOST単位に生成されるタスクとした。本方式により、新規HOST追加の場合でも単にテーブルの追加によるだけでよい。現在、東京大学、京都大学の両HOSTが登録されている。

RJEサービスの起動は、エンドプロセスからの要求によりRJEユーザ・タスクを起動し、RJEユーザはサーバホスト内RJEロガーに対し、初期接続要求を出すことにより行われる。次いで、RJEロガーにより起動されたRJEサーバ(ロガーと同一ホスト内)に対し、RJEユーザから入力データ(バッチジョブ)を送る。RJEサーバは、入力されたジョブを処理し、結果をRJEユーザの要求により返送する。

(2) エンドプロセス

RJEユーザとエンドプロセスとの接続仕様は、ローカルな仕様に依存しない標準仕様となるよう留意した。これは、エンドプロセスとしてRJE端末を接続する場合に、バッチジョブ転送のプロトコルが必要となるが、これに依存しないことを前提としている。接続仕様は、次の3点の手順を定める。すなわち、RJEサービスの開始/終了要求、データの送信、及びデータの受信の手順を定めている。

さて、図2に示した2形態のエンドプロセスを実現するに当り、上記接続仕様に従ってローカルなプロトコルを設定した。これは、次の点を考慮している。①開発作業を軽減し、かつ実現の容易で信頼のあること、②現在の東京大学大型計算機センターの動向と、各メーカーによって出来る限り標準的に受け入れられること等である。そこで、今回の開発では、実験上の諸環境も考慮して、東大標準方式Cを参考としたリモートバッチ・ステーション・プログラム(RESP)によることとした。なお、RESPの伝送制御手順はHITIC手順(日立)である。

なお、N-1ネットワークとしては、RJE端末の仮想化も含め、標準プロトコルの設定及びTIPユーザコマンドの如き、標準化され

たユーザ・インタフェースが必要と考えている。

(3) NRESP

NRESPは、エンドプロセスとして周辺装置をリーダ/ライタとする(REP-I型)RJEサービスを制御する。これは、標準RESPを一部改造し実現した。データの出入力、オペレータとの会話処理を行う。なお、NRESPは1個のタスクとし、かつ同時に複数HOSTと接続しない。また、伝送制御手順をもたない。

(4) RCP, RLP(RJE端末接続)

RJE端末をサポートするために、図4に示したようにTIPと同一形態をもった、RCP, RLPが実現された。RCPは、RJE端末通信制御プログラムで、HITIC仕様である。すなわち、前述の接続仕様に従ったRJEユーザとのインタフェース処理、RJE端末(RESP端末である)のデータ入出力処理を行う。

一方、RLPはRJE端末ラインプログラムで、特定通信回線のSYN同期方式による伝送制御を行う。

RCPは、RJE端末の接続、切断手順を、RJEリンクの設定、解放手順に置換え、また入出力データの圧縮、伸張処理を行ってRJE端末の手順をRJEプロトコルに置換えている。

2.4.4 システム管理・運用

(1) コンソール制御

TSS端末、RJE端末の接続・切断、あるいはDDXの状態の通知を行う。

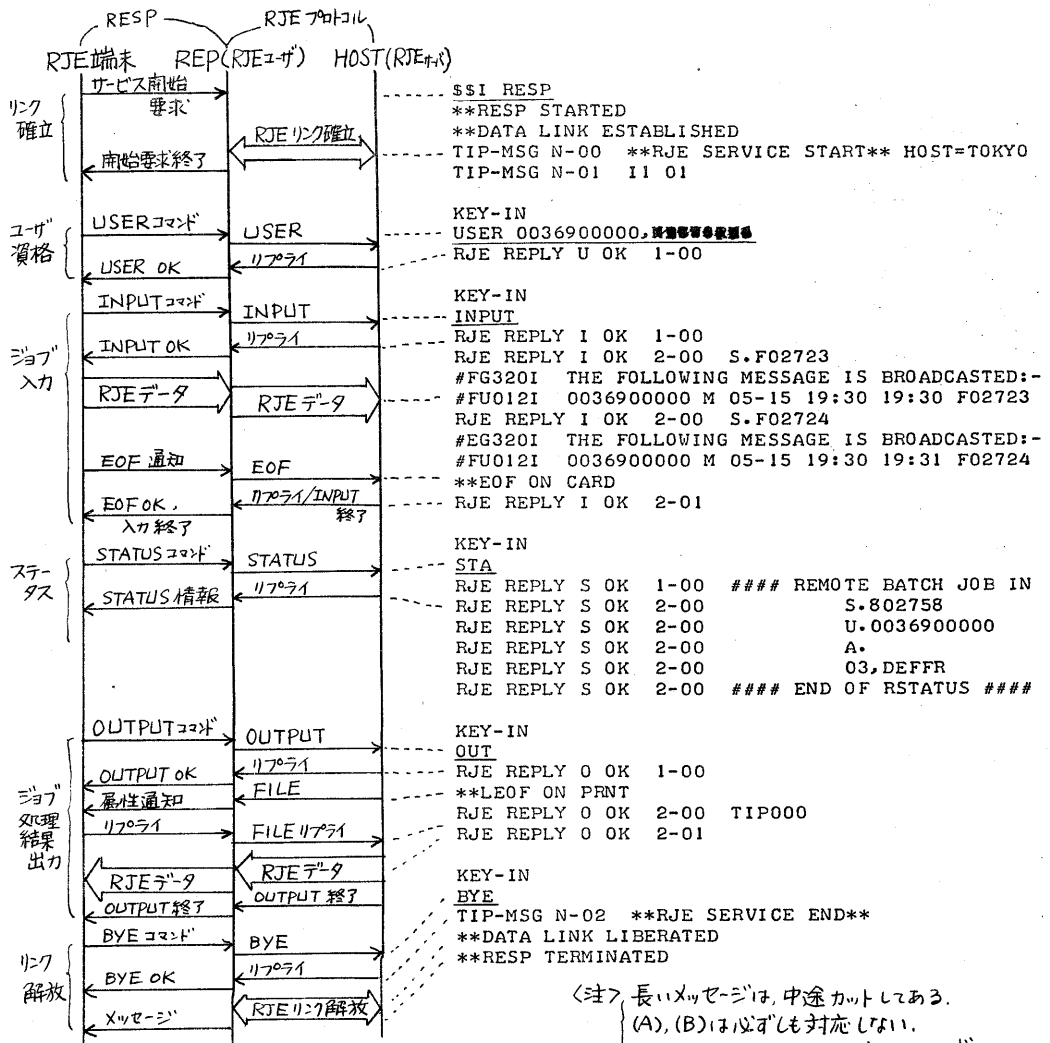
(2) バッファ管理

TIP, REP共に同一バッファで一括管理される。バッファにはデータ用(288バイト)とコマンド用(60バイト)を設け、各タスクよりのマクロで貸与、返却処理を行う。

2.4.5 まとめ

エンドプロセスに、RESPを用いたため前述のように開発作業は軽減された。反面、既存システムとのインタフェースがやや複雑となった。例えば、RESPがもつマルチストリーム処理、データ圧縮処理等は、N-1 RJEプロトコルには規定されていない。また、フォーム変更メッセージのように、HOSTの差異によるものもある。

また、各モジュールは構造上、独立なモジュール化を計っているので、開発、保守にすぐれているが、システム交差化には注意がいる。



(A) シーケンスの 1 例

(B) オペレーションの 1 例

図5. RJE 端末の オペレーション例とシーケンス例

3. REP のオペレーション

REP を用いて、RJE サービスを利用する場合の典型的な使用例を、図5に示す。図5は、RJE 端末からの操作例で、利用者は RESP JCL で与えられたジョブデック (サーバホストの RJE 仕様に従ったジョブ) を、リーダーから入力する。このとき、コンソールから INPUT コマンドを投入する。処理結果の出力は、同様に OUTPUT コマンドにより、ライタに得ることができる。

RJE 端末での操作は、RJE プロトコルのコマンドの発行が主であり、極めて簡易化が計られ、利用容易な操作となっている。これを、さらに制御カードに埋込む方法も考慮されている。一方、REP の周辺端末からの利用の場合にも、殆んど同様の操作が実現されているが、REP のコンソールと共用であるため、多少の慣れが必要である。なお、実験システムであるため、出力メッセージが繁雑である。これは、実用化に際して簡略化の予定である。

<注> 長いメッセージは、中途カットしてある。
 (A)、(B) は必ずしも対応しない。
 — は、コンソールよりの入力コマンド

4. 実験結果

N-1ネットワーク第3期の実証実験において、TIPシステムの⁴⁹⁾実証実験が完了している。TL2(パケット交換第2次試験網)を利用しREPシステムの動作確認を行った。さらに、TIP/REPシステムとして総合的に実証実験が行われた。

この結果、RJEプロトコル、各REPの構成モジュール及びそのインタフェース等の動作は正常であった。また、TIP/REPの同時運用においても、初歩的なバグ等を除き機能障害等は発生していない。このことは、TIP、N-1プロトコル並びにRESPが、すでに相当の実績を有するものであることによると思われる。

実験を通じ、次の改善点が指摘されている。

- (1) 現在、障害処理をTIP、REP個別に行っており、一方のタスクの異常が他に影響を与える。これは、TIP/REPとして統一的に管理することを検討中である。
- (2) 各レベルのタイム値の相関、各タスクの優先度の設定等に、若干の問題があった。現在、運用実験等を通じ改善を検討している。

5. むすび

N-1ネットワークの有効利用を考慮して、TIP/REPシステムを構成し、実証実験を行った。実証実験を通じ、動作の正常なことが確認された。また有効なシステムであることを実証するために、現在利用者に使用を解放する運用実験を計画中である。操作性については、現在のRJE端末のコンソール操作を止め、利用者は単にカードデッキをリーダーにのせるだけでよいとする方式の提案があり、検討中である。

TIP/REPの複合システムの構成は、実装されるメモリ容量により機能制約となる。利用者には、目的に応じた機能構成を提供することを考慮する必要がある。実験したシステムでは、フルシステムの構成であるが、パフォーマンスの低下はみられなかった。但し、タスクの優先度の割当て、現在の静的なバッファ割当て方式から動的な最適割当て方式を考慮中である。これらの点を踏まえて、性能測定を計画している。

また、バッチジョブのような大量データを転送する場合、データ圧縮等を盛込んだN-1プロ

トコルの改善により、パケット交換でも大巾に低料金で回線が期待できる。また、回線交換専用線もサポートされているので、選択が可能である。

さいごに、本プロジェクト委員長、東京大学猪瀬博教授、同副委員長京都大学坂井利也教授並びに電電公社武蔵野通研加藤統括役を始めとする、関係各位のご指導、ご協力に深謝する。

〈 参 考 文 献 〉

- (1) 「広域大量情報の高次処理」、総合報告、東大出版会、(昭51)
- (2) 「情報システムの形成過程と学術情報の組織化」、各年次報告、総括班(東大中心)、(昭51, 52, 53, 54)
- (3) H. Inose, T. Sakai et al.: Networking for Inter-University Computer Centers in Japan, 3rd ICCC, (1976)
- (4) H. Inose, T. Sakai et al.: Experimental Network for Inter-University Computer Centers in Japan, ISS, (1976)
- (5) H. Inose, S. Asanono, et al.: User Level Protocols for and Field Trial on the Experimental Inter-University Computer Networks in Japan, 4th ICCC, (1978)
- (6) 猪瀬, 坂井他: 大学間コンピュータネットワークの実証実験, 信学会交換研資, SE76-71 (1976)
- (7) 猪瀬, 坂井他: 大学間コンピュータネットワークにおけるRJE実証実験, 情報学会, CN研資, CN7-4 (1976)
- (8) 猪瀬, 坂井他: 大学間コンピュータネットワークにおけるTELNETプロトコル, 情報学会, CN研資, CN9-2 (1977)
- (9) 浅野, 田畑他: N-1プロジェクトにおけるTIPシステムの開発, 情報学会, CN研資, CN13-1 (1977)
- (10) 猪瀬, 浅野他: N-1プロジェクトにおける東大TIPの実現方式, 情報学会, CN研資, CN14-2 (1978)
- (11) 金澤, 飯田他: 大学間ネットワークにおける京大TIPシステム, 情報学会, CN研資, CN14-3 (1978)
- (12) 安永: N-1ネットワークにおけるTIPシステム(1), (2), 東大大型センターニュース, 11, 3/7 (1979)
- (13) 安永, 浅野他: N-1ネットワークにおける運用実験, 情報学会, CN研資, CN15-3 (1978)
- (14) 安永, 浅野他: N-1ネットワークにおけるパケット交換網利用技術の検討, 信学会電算機研究会(発表予定) (1979.11)
- (15) 浅野: 大学間の実験的コンピュータネットワーク, 情報学会誌, 20, 4 (1979)