

# 東北地区ローカル・コンピュータ・ネットワーク(TACONET) についての検討。

八重樫純樹 藤田勝美 野口正一 大泉充郎  
(東北大学) (岩手大学) (東北大学) (東北大学)

## 1. まえがき

近年、コンピュータシステムの高利用の形態として、広域にわたる情報資源の即時共同利用を目的とし、コンピュータのネットワーク化が進められてきており、各所で研究、実用化が計られてきている。

これは、各地に散在するコンピュータシステムを、それを用いた情報資源と見做すデータ通信回線を介し、有機的に結合するもので、散在している情報資源を1つの有機的な複合システムとしてとらえられるため、経済性の面からも、又その能力においてより大きな効果をもたらすものと考えられる。

従来このようなコンピュータ・ネットワークの研究、実用化は、米国のARPAをはじめとし、欧米において各程進められていたが、一部にわたるに商業化への検討が始まっている。わが国においても、この3年急に盛り上がり、素直、東大、JEPDをC等では、研究用ネットワークの完成を早くともするも、一般に、コンピュータ・ネットワークの形態は、それぞれの条件、目的、設計思想などの違いにより、トポロジカルな形態、データ交換方式、制御形態などで、それぞれの違いがあるが、トポロジカルには分散形、環状形、星状形、又データの交換方式としては、回線交換方式、パケット交換方式、メッセージ交換方式等に分類されるのであろう。

東北地区において、各大学研究室間の情報資源を共有化することを目的とし、昭和49年より東北地区大学間ローカル・コンピュータ・ネットワークの(TACONET; TOHOKU ACADEMIC COMPUTER ORGANIZATION NETWORK)研究、実用化が進められている。

これは、現在東北大学(工学部; 佐藤研究室, 大型計算機センター; 電気通信研究所; 野口研究室, 応用情報学研究所; 大泉研究室), 岩手大学工学部(情報工学科), 山形大学工学部(中津山研究室)が参加し、Working Groupを中心として作業を進めている。

このネットワークはデータ通信回線として一般の公衆電話通信網を介しており、1.200 BPS, 半双方向で通信を行うものである。

公衆電話通信網は、音声伝送を目的としており、又回線交換方式であるため、伝送速度及び制御の形態に制限を受けながら、設置の容易さ、取扱の簡便さ、又短時間通信に経済的な面もある。

本報告においては、これらの回線の問題点、経済性などと共に、現在進めている implementation について述べるものである。

## 2. システム構成

本ネットワークは、現在6つのノードから構成されており、各ノードは、NCU(network Central Unit)を介し、図-1の構成で公衆通信回線と接続される。公衆通信回線の回線交換方式であり、ノード間の通信は point-to-point の形態をとらざるを得ない。

全体の構成は図-1の通りであり、各ノードの機器構成は表-1に示す。

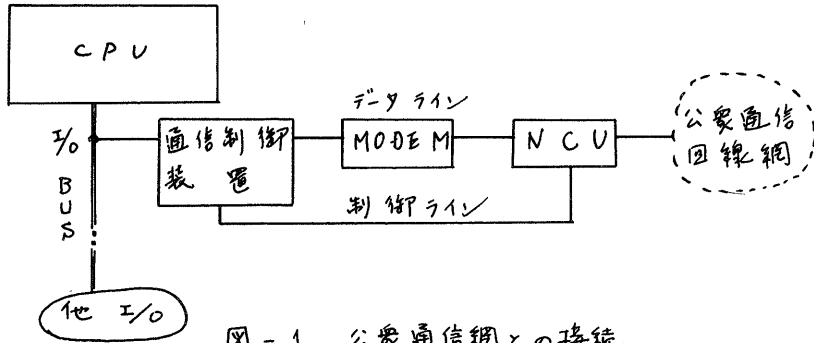


図-1. 公衆通信網との接続

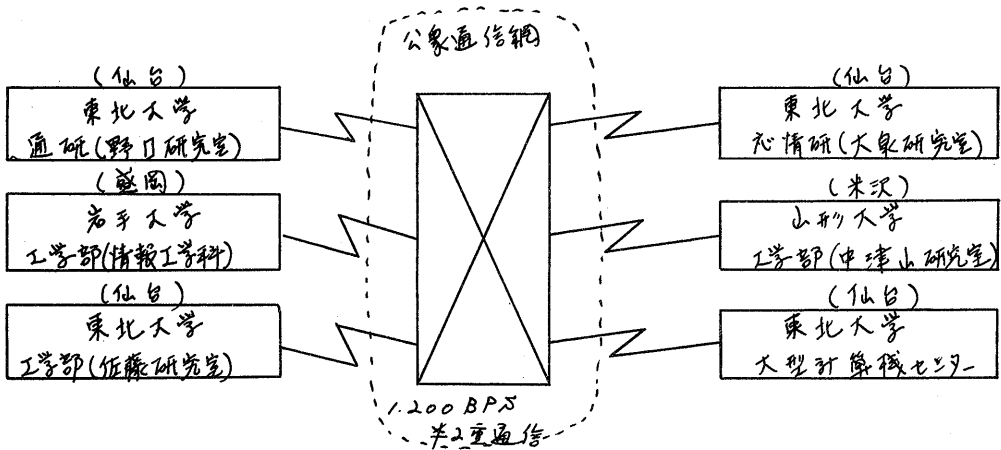


図-2. 構成図

Node	工 題 目	C P U	周辺装置	外部記憶装置	N C U
東北大学 通研(野口研究室)		ZACOM U-200 (32 KB)	PTPR TTY	M-DISK (262 KB)	AA型-D (1 channel)
岩手大学 工学部(情報工学科)		OKITAC-4300S (16 KW)	PTR TTY	CMT x 2	AA型-D (1 channel)
東北大学 工学部(佐藤研究室)		OKITAC-4500C (24 KW)	PTR, LP TTY, G-Display	M-DISK (2.5 MW)	AA型-D (1 channel)
東北大学 通研(大泉研究室)		OKITAC-4300C (24 KW)	PTR, LP, MCR TTY, PTP	M-DISK (2.5 MW)	AA型-P (1 channel)
山形大学 工学部(中津山研究室)		TOSBAC-40C (48 KB)	MCR, TTY x 2 PTR, LP	M-DISK (2MB x 2)	AA型-D (1 channel)
東北大学 大型計算機センター		OKITAC-4300C (16 KW)	PTR, LP TTY	M-DISK, CMT x 2 (2.5 MW)	CA型 (3 channel)

D: dial type  
P: push type

表-1 各ノードの機器構成

通信上の規約の次の通り.

- ・変調方式: FSK
- ・通信速度: 1,200 BPS
- ・通信方式: 半双工通信
- ・同期方式: 調歩同期式

- ・使用コード: JIS 7 準 + 110 リテラビット
- ・制御手順: パーツウモード

### 3. 公衆通信網の問題点

公衆通信網上の問題として次の点に留意する必要がある。

- ・回線の経済性
- ・伝送上の問題
- ・回線制御上の問題

#### 3-1. 回線の経済性

東北地区の場合、各大学間の距離が遠く、専用回線を布設するのは、経済的にかなりの負担となる。

図-3 に 0-5 規格の回線の経済性(使用時間に対する)についての比較を示す。

この図で示すように、平均 2 時間以下の場合の使用において公衆通信網が経済的でありことがわかる。

今後使用頻度が向上するにつれ専用回線の必要が生じてくるであろう。

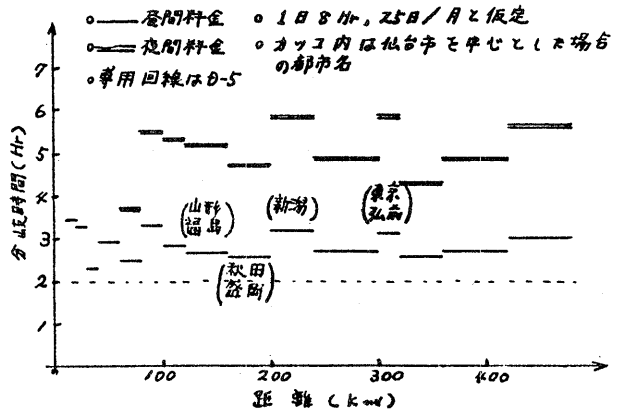


図-3. 回線の経済性

#### 3-2. 伝送上の問題

1) エラー発生への傾向

公衆電話回線上で、データ通信を行う場合、データの品質に与える各種特性として次のものがあげられる。

- ① 回線損失, 変動
- ② 減衰ムダ
- ③ 雑音 } 回線雑音  
インパルス性雑音  
誘導雑音
- ④ 受話者エラー
- ⑤ 群伝搬時間と群遅延ムダ

④ 瞬断.

一般にエラーの発生率は平均して、80% の Call に対し、 $10^5$  bit と言われているが、図-4 に、仙台(東北大学 応用研) - 盛岡(岩手大学 情報工学科) におけるエラーの発生傾向を示す。バースト性については表-2 に示す。

伝送の単位がキャラクタであるため、誤り率を平均キャラクタ誤り率で示す。仙台側では、平均キャラクタエラー  $PCC = 1.96 \times 10^5$  が得られる。

図-4 (a), (b) の違いは、モデルの出カレベルの差により生じているものと推察される。モデルの出カレベルについては、種々トラブルの原因となっていることから留意する必要がある。

又、伝送ビットのバースト性エラーについて、今後検討の必要が生じていると



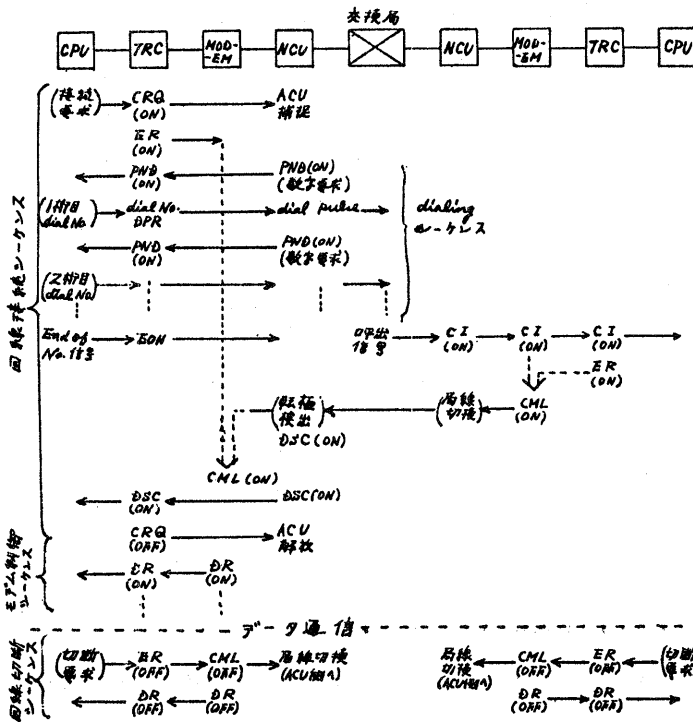


図-5. 回線制御シーケンス

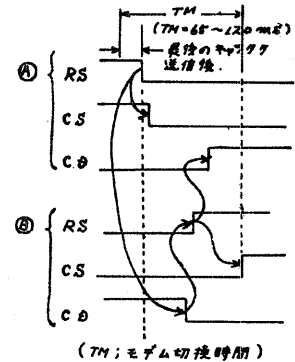


図-6. モデム切替シーケンス

#### 4. 伝送系についての検討.

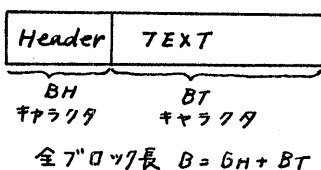
上記の形態において、回線利用効率とパケットのテキスト長、及びエラー発生率等の関係を探る。

伝送ブロックと制御シーケンスは、図-7(a), (b) にあり、キャラクタ誤り率の受信側で検出可能な誤りとし、回線は full load で、両方向のバッファサイズは無限、再送ブロックと再応答ブロックの誤りは無視するものと仮定すると、回線利用効率(LUE)と、それを最大とする BT (ブロックテキスト長) の関係は、

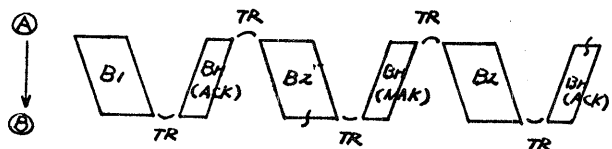
$$LUE = \frac{(BT+BH) \cdot \{1 - (BH+BT) \cdot PCC\} \cdot (1 - BH \cdot PCC)}{BT + 2 \cdot (BH + TR \cdot fM)} \quad \dots (1)$$

$$BT = -2 \cdot (BH + TR \cdot fM) + \sqrt{(BH + 2 \cdot TR \cdot fM)^2 + \frac{(BH + 2 \cdot TR \cdot fM)}{PCC}} \quad \dots (2)$$

TR: 送受切替時間 ( $TR \div TM$ ) ,  $fM$ : 回線の最大速度 (1,200 BPS) 約 95 mS.  
BH: ブロック、ヘッダ長



(a) 伝送ブロック構成



(b) 伝送制御手順

図-7 モデル

これを後述の図-11の10ケット長に適用すると図-8, 図-9が求められる。

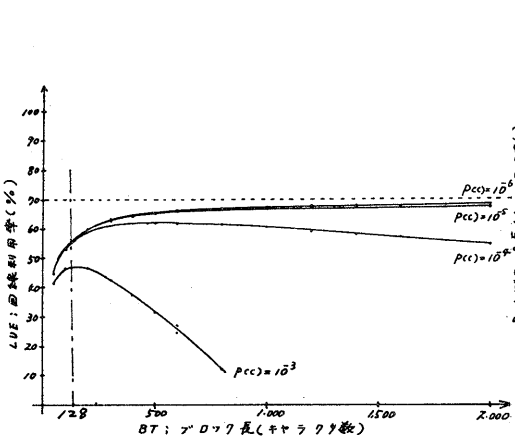


図-8. LVE:回線利用率-BT:プロットテキスト長

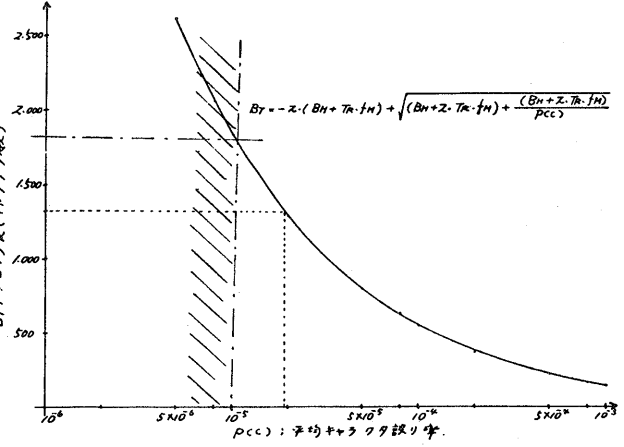


図-9. BT — PCC

5. プロトコル

プロトコルは、IMP-IMPプロトコル, HOST-HOSTプロトコル  
2-レベルのプロトコルに、階層的に決められている。

- IMP-IMPプロトコル  
通信回線制御. 相互にデータ伝送, 10ケットの編集等を行う。
- HOST-HOSTプロトコル.  
プロセス間の接続及び制御。

論理的な構成は図-10の通り。

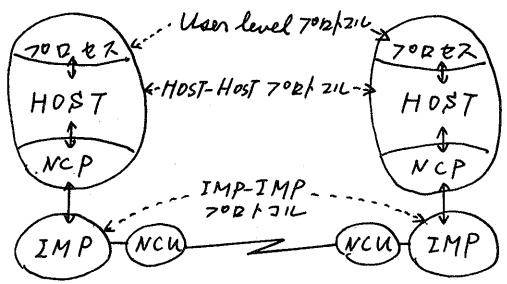


図-10. 論理構成

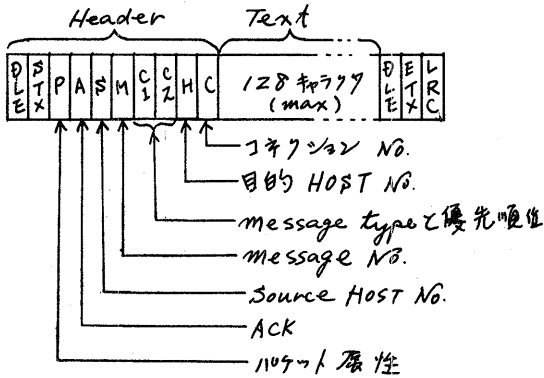
HOST: 固有の OS をもった  
コンピュータシステムで,  
Batch 処理, interactive  
処理を独自に行う。  
IMP: 通信回線網と HOST との  
インターフェイス。  
NCP: プロセス間通信をサポート  
するためのソフトウェア。  
NCU: Network Control Unit

5-1. IMP-IMP.

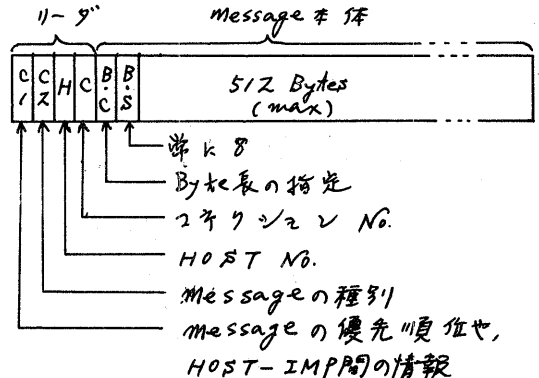
IMPの構造は、大別して、回線制御監視部, 10ケット編集構成部, Command  
解部, TASK制御部, バッファ部により構成される(6~8KB)  
IMP-IMPの10ケット(図-11)を単位とし(キタクタにより構成される)  
IMP-HOST間のメッセージ(図-12)を単位とする。

- 制御はCommandにより、確立される。
- IMP-IMP間 command は次の①~③で、"Here" command によりリン  
クが成り立、"Terminate" command で終了する。(P1, P2 は 10ラック)
- ① Here P1, P2 ; 目的 IMP の確認。
  - ② Terminate P1 ; 通信回線の切断予告。

- ③ Status P1 ; ②線接続時の状態設定。
- ④ Echo Comment ; Comment部返送要求。
- ⑤ Type Comment ; Comment部をタイプライターへの出力依頼。
- ⑥ Check P1 ; error check方式の変更指定。
- ⑦ Error P1 message ; 受信110ケットの論理的エラーを送信IMPに通知。
- ⑧ Report P1 ; 統計情報の報告を求め子。



(単位: 8 bit 単位)  
 図-11. 110ケットの形式



(単位: Byte)  
 図-12. Messageの形式

Commandは、110ケットを用いた形式をとる(図-13)。

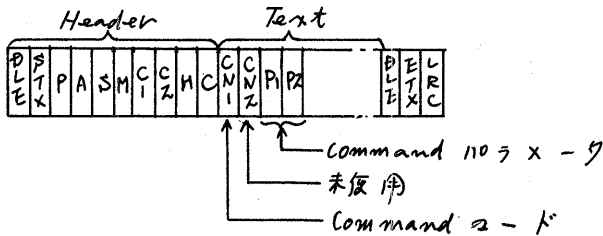


図-13. IMP-IMP Commandの形式

### 5-2. Connectionの確立.

700セス間のConnectionはTELNETを介し、確立される(ICP)。

ICP(Initial Connection Protocol)は、2-サ700セスとNCPとのCommunicationを行うための2-サ700セスとNCPとの間のCommunicationを行うための2-サ700セスより成る。

1) 2-サ700セス Command.

- INITIATE (local part, remote part, byte size)
- LISTEN (local part, byte size)
- SEND (local part, address where data is)
- RECEIVE (local part, address where receive data is stored)
- CLOSE (local part)
- ACCEPT (local part, remote part)

2) 2-サ700セス Command.

- RTS (local part, remote part, byte size)

- STR (local part, remote part, byte size)
- CLP (local part, remote part)
- RRQ (Connection No.)
- ERR (error code, data)
- INP, INR (制御用)

これは Command により 702 を開いた connection の確立シーケンスを図-14 に示す。

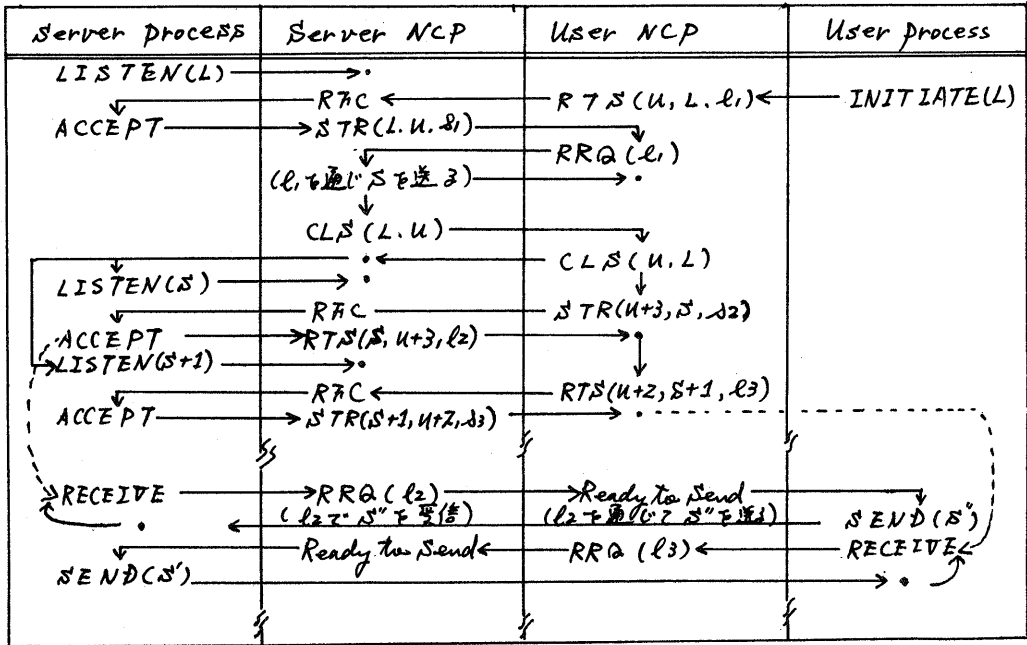


図-14. コネクション確立シーケンス

### 5-3. file transfer について

コンピュータネットワーク化によりこの1つの意味の、互いの資源を共有化することになり、1つの目標として、研究機関の情報資源(文献、図書、etc 情報) file の共有化を円滑に行うことを目指す。

基本的な概念は図-15に示し、以下、制御シーケンス、制御 command について記す。

#### 1) 制御シーケンス

- ① User Interpreter が TELNET Connection を確立する (l1)
- ② User の Initiation により、standard FTP (File Transfer protocol) command が User Process Interpreter に生成され、TELNET connection をへて、Server process に転送 (l2)
- ③ Server process Interpreter から User Process Interpreter へ TELNET connection をへて command への standard reply が送られる。
- ④ User の指示に従って operation の性質、転送モード、file の構造等の情報を



転送.

- ⑤ ④の定義に従い、File System process間でデータの送受が行われる(④)
- ⑥ 終了後 File System processからZ0を送り、data connectionを解消。(④)
- ⑦ Userの指示に従い、FTP間のconnectionを解消(②, ③)
- ⑧ linkの解消(②)

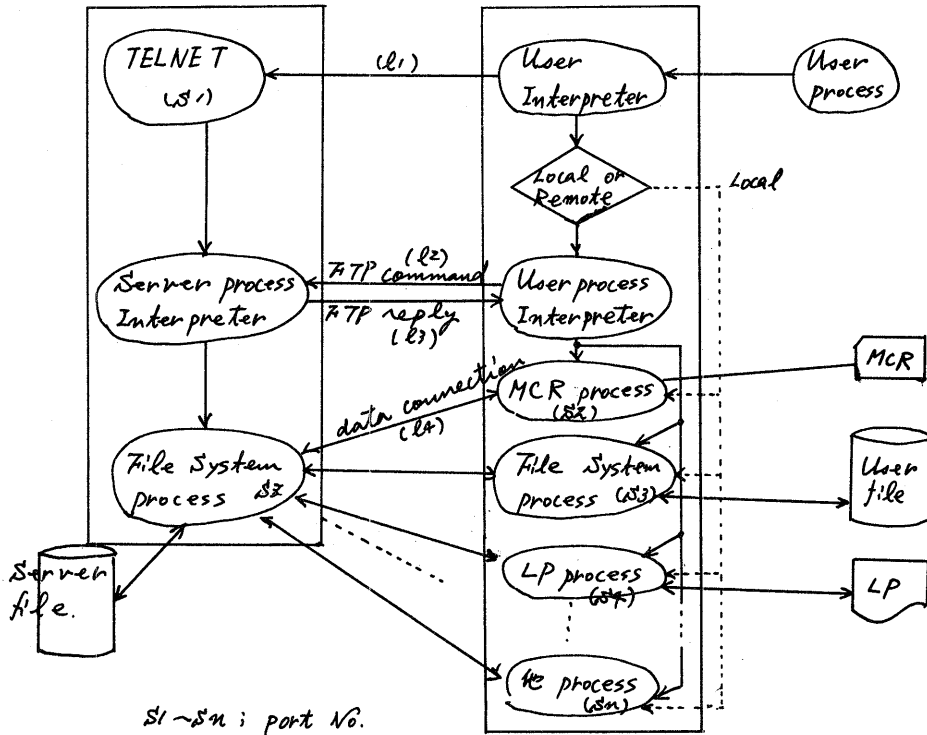


図-15. file transfer 概要図

上記シーケンスを確立するなどの command は下記になります。

(2) Command.

- ① アクセス制御 Command
  - o USER < User name > CR
  - o PASS < password > CR
- ② データ転送 Command
  - o SOCK < Host portNo > CR
  - o STRD < F, R, B > CR
  - o TRAN < T, B, PTR > CR

- ③ サービス Command
  - o RETR < path name > CR
  - o STOR < " > CR
  - o LIST < " > CR
  - o DELETE < " > CR
  - o ALLOC < " > CR
  - o REN < F1, > F2 > CR

6. おまけ

東北地区ローカル・コンピュータ・ネットワークの、公衆電話網を通信路としており、データ通信のため、種々問題が生じます。

- ① 速度の遅いこと
- ② エラーの発生率が高いこと。

- ①) 回線接続のオーバーヘッド時間が長く、かつ回線交換方式で、point-to-point 通信となるため reconnection 等ができず、ロックアップ現象を生じない。
- ②) かつ、合理的な問題が生じているが、今後、何等かの対策が必要である。(CRC check 方式, 多重伝送)。
- 又、①) のことから file transfer 等の大量データ転送には、時間がかかりすぎる。file transfer については、現在、東北大学野口研究室と大泉研究室の間で、(U-200 ↔ O-4300) 複線を造る。デバック中であるが、高速伝送路として file transfer line として、伝送制御方式とインタフェイスの標準化について検討を行なっている。
- 既存 OS とネットワーク制御用プログラムの適合性のことから種々のトラブルに遭遇した。
- 今後の、デバック終了次第、file の応用形態について検討を進める。

## 7. 謝辞

日頃熱心に討論をいただいた、野口研究室及び大泉研究室 並びに、特定研究(1) A-1 班の working group の皆さんに感謝いたします。

特に、大泉研究室 田平、海老原 君の、種々アドバイス により、感謝いたします。

## 8. 参考文献

- 1) 植田 毅明 ; "データ通信のための回線利用法" 227
  - 2) 猪瀬博, 山本 徹 ; "データ通信"
  - 3) Saul Stimler ; "A Methodology for Design and Cost/performance Analysis"
  - 4) F.E. Heart et al. ; "The interface message processor for the ARPA computer network"
- AFIPS SJCC 1970
- 5) S.M. Ornstein et al ; "The Terminal IMP for the ARPA computer network"
- AFIPS SJCC 1972
- 6) Stephen D. Crocker et al ; "Functional-oriented protocols for the ARPA Computer network"
- AFIPS SJCC 1972
- 7) 特定研究(1), A-1 班 Working Group 打ち合わせ報告書 1975.
  - 8) 海老原 義彦, F.F.KVD ; "ARPA NET と ALOHA NET の結合について"
  - 野口 正, 大泉 亮郎 ; 東北大学通研シニホジウム論文集 1975年3月
  - 9) 高橋理, 竹山寿夫, 大泉亮郎 ; "東北地区 D-カル. コンピュータネットワークについて"
  - 東北大学通研シニホジウム論文集 1975年3月
  - 10) 八尾 隆 純 他 ; "公衆通信網を利用したコンピュータ・ネットワークの研究"
- 信学会電子計算機研究会研究. 1975年6月