

無手順形の計算機サービスを有効に用いる ミニ/マイクロコンピュータシステム

Mini/Micro Computer System which efficiently utilizes
Computer service with no specific protocols

小野 諭 ・ 原 島 博 ・ 宮 川 洋
Satoshi ONO Hiroshi HARASHIMA Hiroshi MIYAKAWA
東 京 大 学 工 学 部

Faculty of Engineering, University of Tokyo

〔あらまし〕 単一ユーザ用OSを持つミニ/マイクロコンピュータシステムに対し、電話網TSSなど特別な通信制御手順を持たない計算機サービスを有効に用いるため、さまざまな機能を持ったシステムNPS-11を設計・開発したので報告する。このシステムは、多種類のTSSをホスト計算機として接続することができ、端末との通信手順の差の吸収、端末の多重化/交換、文字ファイルの双方向の転送、ユーザにより直接制御可能なパイプライン形スプーリングなどの機能を提供する。これらの処理は、ミニコン/マイコンのOS下のローカル処理と並列に実行でき、TSSのホスト計算機とのプロセス間通信により、ユーザプログラマブルな形で、より柔軟性に富んだ処理を行うこともできる。このシステムを用いて、現在、4種類のホスト計算機および4台のミニ/マイクロコンピュータを含んだネットワークシステムが動作している。

〔1〕 はじめに

近年、マイコンシステムが安価になり、ユーザが専有可能な計算機として身近に利用できるようになってきた。他方、高速・大容量・多機能な大型計算機のTSS（時分割サービス）も、電話網を経由して、広く使用されている。

大型計算機は、

- ・ 豊富なソフトウェアの蓄積
- ・ 多くの利用者によるプログラム、データ、メッセージなどの共有や交換
- ・ 高価な周辺機器の利用
- ・ 大規模なプログラムのバッチ処理

などの点で優っているが、他方、マイコンも

- ・ 通信回線に束縛されないスルーポット
- ・ 周辺機器の専有による自由な利用
- ・ 容易なリアルタイム処理

などの長所を持っている。

両者と結合すれば、相乗的な効果を期待でき

るが、これには、通常のコンピュータ・ネットワークとは異なるいくつかの問題点がある。

① 通信制御手順の不明確性

TSSを提供するホスト計算機は、受信相手として、人間が使用している端末と想定している。このため、回線の多重化、フロー制御、誤り制御などの基本的なプロトコルが、全く規定されていなかったり、不明確になっている。また、全二重/半二重、文字抹消、出力の抑止など、端末制御に固有な特性が、ホスト計算機により大きく異なっている。

② 交信プロセスの不明確性

一般に、TSSでは、もっとも基本的なレベルとして、ホスト計算機に固有なコマンド言語を解釈・実行するコマンドプロセッサが存在する。この言語は、OSの設計思想を強く反映しているため、ホスト計算機ごとの差異が大きく、

その標準化は、ほとんど期待できない。また、ある特定のホスト計算機に限定しても、あるコマンドに対して可能なすべての応答を完全に記述することは、非常に困難であるといえる。コンパイラやユーティリティについても、同様なことといえる。

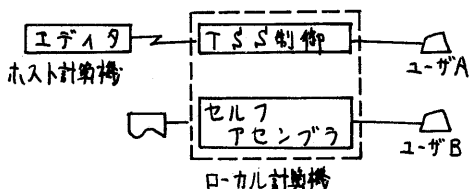
以上の問題点をふまへ、マイコンを用いてスーパーインテリジェントな端末システムを作成する試みがいくつか行われている。長谷部ら[10]は、タイムアウトを含む誤り制御を行う伝送制御手順を提案し、特定のホスト計算機にインポートしている。また、石田[12]は、文字ファイルの送受信を行うマイコンシステムの例について述べている。しかし、これらの主な着眼点はファイル転送にあり、TSSをマイコンの資源として生かすシステム構成に関する考察が十分ではなかった。

本稿で述べるNP&S-11は、TSS制御とマイコン（以下では、ホスト計算機に対応して、ローカル計算機と呼ぶ。）のOSによるローカル処理の並列実行により、利用者の多様な要求に応じることができるよう配慮したシステムである。

〔2〕リモート処理とローカル処理の関係

TSS制御とローカル処理が並列に実行される場合、ホスト計算機によるリモート処理とローカル処理の相互関係により、次の2通りの場合が考えられる。

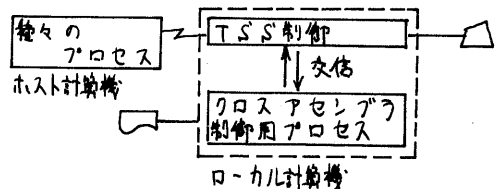
- ① ローカル処理は、リモート処理とは独立した処理を行う場合
 （例：ローカル処理として、セルフアセンブリングを、リモート処理として、エディタを実行する。図2.1を参照）



〔図2.1〕相互に独立な処理の例

- ② ローカル処理は、TSS制御およびホスト計算機内のプロセスと交信しながら処理を行う場合。

（例：ホスト計算機にソースプログラムを転送し、そこでクロスアセンブルを行い、その結果を、ローカル計算機のプリンタに印刷する。図2.2を参照）



〔図2.2〕相互に交信する処理の例

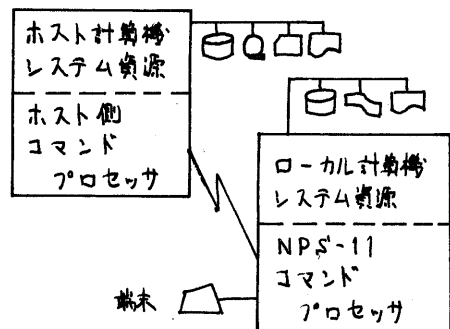
ここでは、前者の場合を独立端末モード、また後者の場合をプロセス交信モードと呼ぶことにする。

独立端末モードでは、TSSの利用者とローカル計算機の利用者が、同時にローカル計算機を用いることになり、システム資源が有効に活用できる。他方、プロセス交信モードでは、ユーザが、自分の目的にあった制御プロセスをプログラムすることにより、柔軟でかつ自動化したTSSの利用をめざすことができる。

〔3〕独立端末モード

〔3.1〕基本概念

独立端末モードでは、ローカル計算機に接続されたある端末が、TSS端末となる。TSS



〔図3.1〕基本概念

端末から与えられたデータは、通常、ホスト計算機に文字単位で送出され、ホスト側のコマンドプロセッサや実行中のプロセスにより処理される。一部のコマンドは、ホスト計算機ではなく、ローカル計算機内のコマンドプロセッサにより処理される。図3.1は、これらの関係を示したものである。

(3.2) NPS-11の特徴

独立端末モードでは、ローカル計算機は、デュアルユーザシステムとなる。NPS-11では、この点に考慮を払い、以下に述べるような特徴を持たせている。

- ①広範なホスト計算機に対応できる端末制御機能
- ②ホスト計算機とローカル計算機間の文字ファイルの送受信
- ③会話処理の特性を生かした、システムリスト出力装置に対する排他制御とスプーリング
- ④以上の機能を保持した上で、必要とするメモリ量の圧縮

①は、電話の交換網を経由して、多種類の計算機センタを利用するためには、必須の機能である。②もインテリジェントな端末として基本的であるが、会話処理で利用しやすいように注意を払っている。③は、デュアルユーザの資源要求の衝突に解決を与えるものである。④は、マイコンの狭いメモリの制限下での、インフラメント上の工夫について考慮したものである。以下、4節にわたって、これらの特徴について、詳しく説明する。

(3.3) 端末制御機能について

① 通信手順の標準化

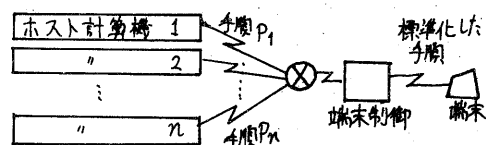
第1章でも述べたように、端末に対する通信制御手順は、ホスト計算機ごとにかなり異なっている。その属性には、

- ・全二重/半二重
- ・水平タブのシミュレーション
- ・文字抹消/行抹消の方法
- ・大文字/小文字変換の必要性
- ・アラテン長と越す行の分割
- ・<CR>後のフィラーの挿入
- ・不要な出力の抑止法

- ・出力の停止/再開などのフロー制御
- ・伝送誤り時の処理

などがある。

端末制御では、サポートするホスト計算機ごとに、これらの属性に関するデータを保持し、ホスト間の差とできる限り吸収する。そして、システム生成時に決められる標準化した手順に変換して、端末と接続する(図3.2)。



(図3.2) 通信手順の変換

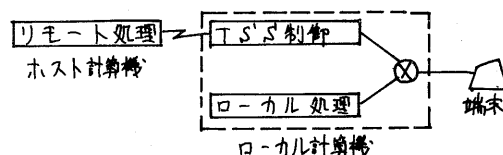
これは、コンピュータ・ネットワークにおける端末プロトコルが、ネットワーク仮想端末(NVT)にあわせて設計され、端末インタフェースプロセッサで、各ユーザの実際の端末にあわせたプロトコルに変換されるのとは、逆の対応になっている。

ホスト計算機によっては、複数の端末タイプをサポートしている。この場合、標準化した手順にもっとも近く、かつ回線の利用効率の高い端末タイプを選択する。

② 端末の多重化/交換

独立端末モードでは、リモート処理用とローカル処理用の2台の端末が必要になる。しかし、本システムでは、図3.3に示すように、1台の端末を切り換えるがらずに多重化して、両方の処理に用いることができる。

また、端末が2台あるとき、端末に対応する処理の関係は、実行時に変更できる。



(図3.3) 端末の多重化

(3.4) 文字ファイルの送受信について

タイムアウトを含めた誤り訂正を行う自動化したファイル転送は、文献[1]の手法などを用い、プロセス交信モードで行う必要がある。しかし、独立端末モードでも、簡単な手順による文字ファイルの送受信を行うことができる。

ホスト計算機から、ローカル計算機にファイルを送出するには、次の2つの方法がある。

①ホスト側に、ファイル送出力の補助プログラムを作成する。

②端末で、ユーザが必要に応じて、コマンドを入力する。

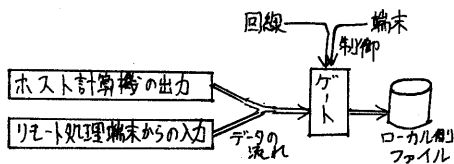
①の方法は、送りたい内容すべてが、あらかじめファイル上に存在している場合に適している。この補助プログラムは、次のことを行う。

- ・ファイル転送開始/終了コードの送出力
- ・ラインプリンタ行送り制御(VFC)文字の解釈と変換
- ・行の余白の削除
- ・連続した空白の、水平タブによる圧縮

これらの機能を持つ補助プログラムは、その大部分をFORTRANなどの高級言語で記述することができる。

TSBの利用者が、ホスト計算機との対話により計算を進めていく時、利用者の必要な部分をローカル側のファイルに書き込みたい場合が生じる。これには、②の方法を用いる。ホスト計算機からの出力と、端末からの入力、マージされて、ローカル計算機側のファイルに接続される。(図3.4)にあるように、両者の間には、端末または図線からのコマンドにより制御可能なゲートが存在する。ゲートが開いている時のみ、データがファイルへと書き出される。

ファイルへの出力はダブルバッファリングされており、フロー制御の必要はない。



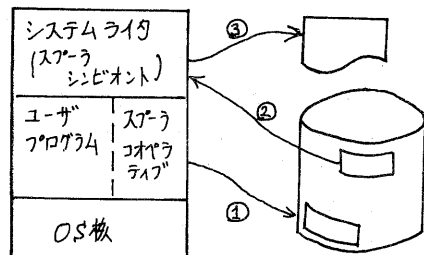
〔図3.4〕 文字ファイルの受信

ローカル計算機からホスト計算機への文字ファイルの送出力は、文献[2]と同様、ホスト計算機からのプロンプティングに同期しながら、一行ずつ送出力する方式をとっている。パリティエラー時の再送要求、ファイル終了時の終端(EOF)記号の送出力などの処理は、自動化されている。会話処理に便利および、端末に送出力内容を表示したり抑止する機能、ファイル送出力を端末からのコマンドで中断/再開する機能も備えている。

(3.5) 資源管理とスプーリング

独立端末モードでは、システムに2人の利用者が存在し、資源要求の衝突が生じる。とりわけ、ローカル計算機のリソース装置(たとえば高速シリアルプリンタやLP)に対する衝突は重大である。

一般に、このようなマルチユーザシステムでは、効率の良い運用のため、スプーリング(Simultaneous Peripheral Operation On-Line)が行われている。その概念を(図3.5)に示す。



〔図3.5〕 スプーリングの概念

ユーザプログラムの出力は、スプーリング・コントロールプログラムにより、一旦、システムが管理する一時ファイル上に出力される(論理的出力)。システムは、ジョブあるいはジョブステップ終了後、これを、システムライタと呼ばれる出力プログラムの待ち行列にのせる。システムライタは、オペレータあるいはユーザからの要求により、この一時ファイルの内容を、システムリソース装置に印刷する(物理的出力)。

スプーリングの利点として、

- ・物理装置を割り当てることなく、ジョブやジョブステップの入スケジュールができる。

・ユーザプログラムの実行速度が、物理装置の速度に束縛されない。

・計算と入出力の並列処理が容易になる。

などがあげられる。

しかし、本システムに、このようなキューイングを用いたスプーリング方式（以下、キューードスプーリングと呼ぶ）をそのまま導入すると、以下のような問題点が生じる。

・会話処理では、印刷結果を直接手に取りながら、処理を続けていきたい場合が多い。この場合、ユーザに必要なのは、一時ファイル上への論理的出力ではなく、物理的出力である印刷結果の方である。

・リモート処理のジョブやジョブステップの概念は、ホスト計算機側のものの概念に過ぎない。ローカル計算機側から眺めると、このような正切りは存在しない。

・キューードスプーリングは、既に終了したジョブやジョブステップに対して行われる。リモート処理のためのスプーリングでは、論理的出力に対応するホスト→ローカル計算機間のデータ通信が、回線速度の束縛を受けがあるので、スプーリングによるリモート処理の入ル・パットの上昇は少ない。回線速度と印刷速度の差があまり大きくない場合、ターンアラウンド時間を短くする立場から、同一ジョブステップ内での論理的出力と物理的出力の並列処理が必要になってくる。このようなスプーリング法を、パイプライン形スプーリングと呼ぶことにする。（図3.6）は、両スプーリング

方式の違いを図示したものである。

・通常の計算機システムでは、ユーザとは別にオペレータが存在し、システムライタの起動/停止、エラー発生時の回復などを行う。しかし、本システムでは、オペレータに相当する人間がいなく、ユーザ自身でこれらを行えるようになっていなければならない。

以上の問題点を解決するため、NPS-11では、次に述べるような、変形したスプーリングシステムを採用した。

・論理的出力は、いずれのユーザも同時に行うことができる。

・資源管理により、物理装置は、一方のユーザに排他的に割り当てられる。

・スプーラは、物理装置を持つユーザに対して、スプーリングのサービスを提供する。スプーラは、ユーザプログラムと並列に動作する。そして、物理装置を持つユーザにより制御される。ユーザは、コマンドにより、スプーラの起動・停止・再開、エラー回復、再出力などを指示できる。

・ローカル処理に対するスプーリングは、従来と同様に、キューードスプーリングで行う。

・リモート処理に対するスプーリングは、前述したパイプライン形スプーリングで行う。

(3.6) 必要とするメモリ量の圧縮

マイコンは、メモリ容量が小さいため、本システムのようなマルチプログラミングでは、メモリ必要量を少なくすることが、重要な課題となる。NPS-11では、

①ファイル受信部とスプーラコオペラティブの併合。

②ファイル管理に関する2種類の実行モードの設定と、実行中のモード変更

の2つの手法を、このために採用した。

【①について】

【図3.7】は、スプーラおよびファイル転送制御のうちのホスト側からの受信部を示したものである。これを見るとわかるように、スプーラのコオペラティブ（論理的出力を行う部分）と、ファイル受信部は、同一の構成になっている。

計算

ジョブA	ジョブB	ジョブC	ジョブD
------	------	------	------

印刷

ジョブA	ジョブB	ジョブC
------	------	------

(a) キューードスプーリング

計算

ステップAの 論理的出力	ステップBの 論理的出力
-----------------	-----------------

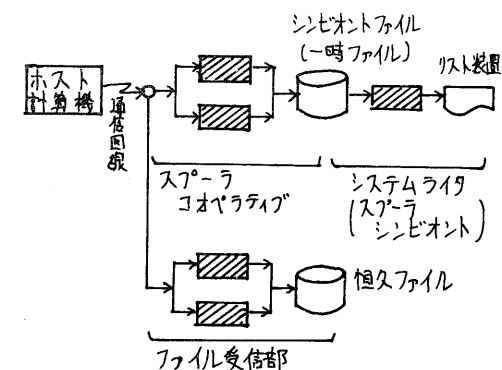
印刷

ステップAの 物理的出力	ステップBの 物理的出力
-----------------	-----------------

(b) パイプライン形スプーリング

【図3.6】 2つのスプーリング方式の比較

る。本システムでは、スプーラは、ユーザにより直接制御できるので、ファイル受信部をスプーラに併合することができる。



(斜線は、ブロッキング用のメモリバッファ)

〔図3.7〕 スプーラとファイル受信部の構成

両者を併合した場合、シンビオントファイルは、放棄することも可能な恒久ファイルとなる。もし、ファイル受信が目的ならば、スプーラシンビオントは停止しておく。もし、スプーリングが目的ならば、シンビオントファイルは、印刷終了後に削除してしまう。

この手法により、メモリバッファ2つ（ダブルバッファリング）と関連ルーチンを削減できた。

〔②について〕

ファイル管理は、ファイルのオープン・クローズなど、ファイルディレクトリを操作するOSのプログラムである。リモート処理が、本システムの全機能を利用するためには、ファイル管理がメモリ中に常駐していなければならない。しかし、通常のTSSの用法では、ファイル管理を必要とする時間は、まわめて少ない。このため、別の実行モードとして、ファイル管理

ローカル処理用	ファイル管理	NPS-11	OS核
---------	--------	--------	-----

(a) ファイル管理常駐モード

ローカル処理用	NPS-11	OS核
---------	--------	-----

(b) ファイル管理非常駐モード

〔図3.8〕 2種類の実行モードのメモリ分割

非常駐モードを用意した。この実行モードでは、リモート処理に対するサービスは、一部制限されるが、〔図3.8〕に示すように、ローカル処理のためのメモリが増大する。実行モードの変更は、プロセス受信モードにおいて、ローカル処理からのプリミティブにより行う。NPS-11は、ファイル管理非常駐モードにおいて、リモート処理が制限されたコマンドを出した時は、エラーを報告する。

〔4〕 プロセス受信モード

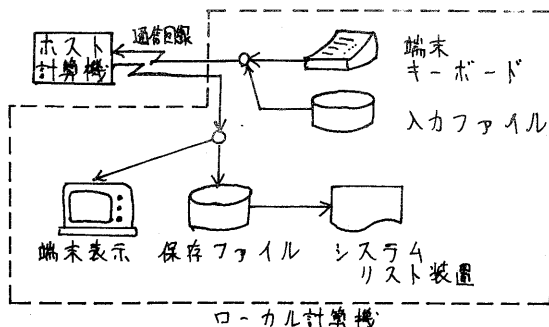
第3章に示したように、独立端末モードで、ホスト計算機を用いた会話処理に必要な大部分の機能を提供できる。より高度な制御を望む場合は、ローカル処理を用いてTSS制御を行うプロセス受信モードを用いる。

プロセス受信モードでは、端末と通信回線は必要に応じて切り離され、ローカル処理の制御のもとで、これらの機器に対する入出力が行われる。ローカル処理では、ファイル入出力や時間計時などOSが提供するプリミティブ、端末回線やスプーリングなど、NPS-11が提供するプリミティブの両方を用い、一連の処理を自動的に行うことができる。

ただし、第1章で述べたように、ホスト⇄ローカル計算機間のプロセス間通信には、さまざまな困難な点がある。このため、ローカル処理では、特定のホスト計算機を対象にして、ファイル転送、クロスアセンブル等の定形化した処理用のプログラムを、個別に作成していくことになる。

〔5〕 構成

NPS-11のTSS制御は、データの族に注目すると、〔図5.1〕のようになる。端末のキーボードと、ローカル計算機上にある入力ファイルが、ホスト計算機への入力となる。ホスト計算機の出力は、端末表示部やローカル計算機上の保存ファイルに送出される。保存ファイルは、ファイル受信時の恒久ファイルと、スプーリングのためのシンビオントファイルを兼用している。もし、システムリスト装置をリモート処理側が持っているならば、スプーラにより、



(図5.1) TSS制御部のデータの流れ

保存ファイルの内容を、リモート処理に並列動作して印刷できる。

これらのシステム構成要素は、それぞれ独立して並列動作する。たとえば、全二重通信回線を用いるホスト計算機では、ローカル計算機からファイルを送出し、そのエコーバックを含むすべてのホスト計算機の応答を保存ファイルに書き込み、それをシステムリスト装置に印刷するなどのことを同時に行える。

NP5-11内には、これらの機能を実現するための次のプログラム群が存在する。

① 端末制御

端末制御は、ハードウェアの割り込み処理レベルのアクティビティである。これは、リモート処理用端末の入出力を制御する。端末からの入力のうち、制御コードの一部は、NP5-11に依存するコマンドとして解釈される。端末制御は、自分で実行できないコマンドの場合、それを実行するアクティビティの発生や、プロセスの起動を行う。

② 通信回線制御

ホスト⇄ローカル計算機間の通信回線は、ここで制御される。ここでは、ホスト計算機の差の収収、受信バリエーション検出の報告、ホストからの再送要求の処理などを行う。ホスト計算機より与えられたNP5-11に対するコマンドの実行では、端末制御と同様にする。

③ ファイル転送/スプーリング制御

3.6節で述べたように、NP5-11では、ファイル転送とスプーリングは、同一の機構で扱われている。ここでは、ホスト⇄ローカル計算機間の文字ファイル転送、保存ファイルからシス

テムリスト装置への印刷などが制御されている。

④ 資源管理

システムリスト装置の非他制御、端末の多重化/交換、実行モードの管理をする。

⑤ フォアグラウンドファイル管理

ファイル管理非駐モード時に、NP5-11が使用するすべてのファイルのディレクトリ操作を行う。

⑥ ジョブ間通信制御

ローカル処理とNP5-11間のプロセス間通信を扱い、ローカル処理からのプリミティブ実行に必要な処理を行う。

(6) コマンド/プリミティブ

NP5-11は、以下のコマンド/プリミティブを受け入れる。ここで、◎印は、ファイル管理非駐モードでは実行できないものである。

① 端末/回線関係

- ・端末と回線との接続/切断
- ・端末/回線への入出力
- ・端末表示の抑止/再開
- ・エコーバックの抑止/再開
- ・制御コード解釈の禁止/解除
- ・端末接続処理の切り換え
- ・ホスト計算機の指示

② 入力ファイル(送信用)関係

- ◎入力ファイルの変更
- ・ホストへの送信開始/中断
- ・ファイルのリワインド

③ 保存ファイル(受信用)関係

- ◎保存ファイルの変更(恒久化または削除)
- ・書き込みの開始/中断/終了

④ スプーリング関係

- ・システムリスト装置の獲得/解放
- ・スプーリングのキューイング
- ・印刷の開始/中断
- ・エラープロットからの再出力
- ・先頭からの再出力
- ・スプーリングのステータスの問合せ

〔7〕 インフルメンテーション

NP S-11 は、現在、DEC 社の 16 bit ミニ/マイクロコンピュータシリーズにインフラメントされている。使用する OS は、RT-11FB である。これを用いて、〔図 7.1〕に示すネットワークが動作している。図中、A-2, A-3, A-4 のコンピュータがローカル計算機となり、他のすべてのコンピュータがホスト計算機となる。

NP S-11 ロマクロアセンブラで、補助ソフトの大部分は Fortran で記述され、全体で 4kstep ほどである。

ファイル送信時には、フロー制御のため、回線の利用効率が低下する。〔図 7.2〕に測定結果を示す。

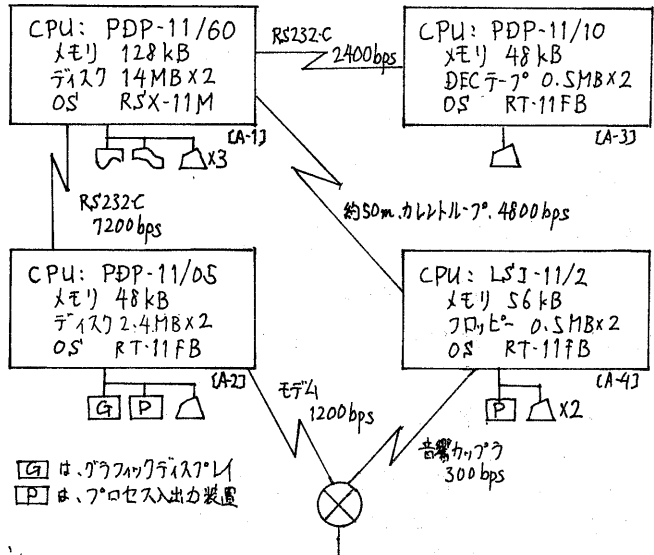
〔8〕 おわりに

通信制御手順の不明確な T S S' とマイコンを結合するシステム NP S-11 について述べた。このシステムは、従来のインテリジェント端末に比べ、マイコンの処理能力を生かすよう配慮されている。特に、T S S' 制御とローカル処理の並列処理、パイプライン形スプーリングにより、T S S' 制御の柔軟性とシステム資源の利用効率を高めている。

〔謝辞〕 日頃、御討論頂いた、宮川・原島研究室の皆様にご挨拶いたします。

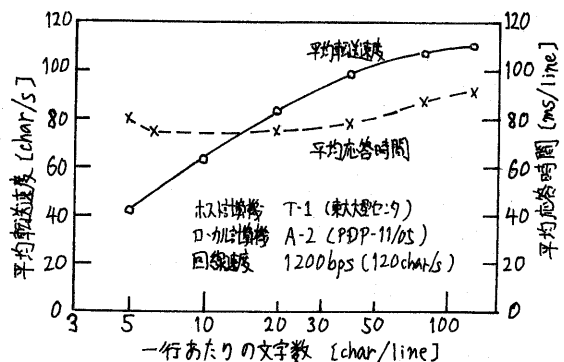
文 献

- 〔1〕 長谷部、田辺：無制御手順会話端末での誤りなしデータ転送、東大大型計算機センター報告 pp. 45-49 (1979)
- 〔2〕 石田晴久：インテリジェント T S S' 端末としてのマイクロコンピュータ、東大大型計算機センター報告 pp. 59-66 (1979)
- 〔3〕 小野、原島、宮川：EMLCOS にあがったデータ端末機能について、昭 33 信学 8 通信大 462



東京大学大型計算機センター HITAC 8700/8800 (OS'7)	〔T-1〕
東京大学教育用計算機センター MELCOM COSMO-900 (UTS/VS)	〔T-2〕
東京大学工学部オンライン実験用計算機センター MELCOM COSMO-700 (UTS/VS)	〔T-3〕
東京大学医学部情報処理室 PDP-11/70 (IAS)	〔T-4〕

〔図 7.1〕 NP S-11 を用いたコンピュータ・ネットワークの構成例



〔図 7.2〕 ファイル送信時の回線利用効率