

# 東京大学大型計算機センターにおけるリモート・パッチ端末の開発

斉藤忠夫、長谷部紀元、野本征子（東京大学）、石田三郎、鈴木隆行、高橋洋一、中台宏之、丸山幸雄、高橋範行、豊泉泰光（日立製作所）

## 1. はじめに

東京大学大型計算機センターでは昭和47年10月電子計算機システムを従来のHITAC5020からHITAC8800/8700に更新し、その処理能力は約10倍に増強された。これによつて処理件数には飛躍的な増大が予想され、センター運営のためのセンター・パッチの省力化が進められた。これと同時にリモート・パッチ・ステーションの増強も計画された。これは遠隔地の大学からの計算サービスを向上し、同時にセンターの省力化を行なうものである。

遠隔の大学にリモート・パッチ・ステーションを設置するに当つてはラインプリンタ・カードリーダーを含むかなりの投資が必要であり、リモート・パッチ・ステーションの機能の他に、小規模な処理は独自に行なう機能を持つことを要求されることが多かった。このため汎用ミニコンピュータを用いたリモート・パッチ・ステーションを東大センターに接続する要求が多いのは当然であつた。反面、任意のミニコンピュータに任意のソフトウェアを実装する場合には、ソフトウェアのバグその他の理由で、センターのサービスそのものに支障を与える可能性が憂慮された。

この問題を解決する一つの方策として、東大センターでミニコンピュータによるリモート・パッチ・ステーションのプロトタイプを開発し、開発経験を得ると共に、適切と判断される場合には、プログラムを公開して、誤りのないソフトウェアの開発に資することとした。<sup>\*</sup>

HITAC8800/8700のリモート・パッチ・ステーション接続方式には調歩同期2400ビット/秒を用いる方式Aと、SYN同期2400/4800ビット/秒を用いる方式Cとがある。

本稿ではこの両方式について開発されたシステムの概要ならびに処理能力について御報告する。本報告におけるリモート・パッチ・ステーション用のミニコンピュータとしては両方式ともHITAC10を使用している。

## 2. 伝送制御方式の概要

前述の方式Aおよび方式Cは、HITAC8800/8700のOS7のリモート・パッチ通信方式である。方式AはISO基本モードによる半二重通信方式によるものである。中央システムにおけるOS7のCCAM ( Conversational Communication Access Method ) を用いるリモート入力リーダーおよびリモ

---

<sup>\*</sup> 開発済み資料は端末ユーザに対して下記条件で公開する。

リモート・パッチ・ステーションを適正な予算に基づき申請し、東大センターとしても適当であると認め、かつ運営委員会にて適切であると認められた場合。

ート出力ライタとの通信に使用するものである。この方式は簡単なTSS用の端末に対しても使用できるようにするために、比較的簡単な通信方式となっており、そのため2400ビット/秒を採用している。

これに対して方式Cでは、端末にはやや高度の性能を持つことを想定しており、中央側においてはリモート・パッチ専用のRCAM ( Remote Computer Communication Access Method ) に用いるリモート入力リーダーおよびリモート出力ライタとの通信に使用する。この方式はIBMのHASP/RJE ( Remote Job Entry ) と互換性を有する半二重通信方式である。表1に方式Aと方式Cの特徴を列記する。

図1は方式Aの伝送制御手順を示す。この方式は基本的にはボーリング/セレクティングによる中央起動方式である。ボーリングは非接続時は約30秒おきに行なわれ、連続伝送の場合にはテキスト受信後即座に行なわれる。

テキストの後3の空白は捨てることはできるが、伝送制御を単純化しているため伝送効率はあまり高くない。

図2に方式Cの伝送制御手順の概要を示す。この方式はテキスト中に存在する連続する空白および同一文字を圧縮して送信すること(コンプレッション)、複数レコードをブロックして伝送できること、中央システムからの送信テキストおよび端末からの送信テキストがある場合には受信確認信号のみの送信は必要なくテキスト中に含めて送信できることなどの手段により、伝送効率が上がるよう工夫されている。

表-1 方式Aと方式Cの比較

| 項 目     | 方 式 A             | 方 式 C              |
|---------|-------------------|--------------------|
| 用 途     | リモート・パッチ<br>会話ジョブ | リモート・パッチ           |
| 回 線 速 度 | 2400bps           | 2400bps<br>4800bps |
| 通 信 方 式 | 調歩同期方式<br>半二重     | SYN同期方式<br>半二重     |
| 起 動 方 式 | 選択起動方式            | 交互起動方式             |
| 伝 送 コード | JIS 7ビット          | EBCDIC<br>透過モード    |
| 伝送制御手順  | I S O 基 本<br>モード  |                    |
| 誤り制御方式  | 水 平 垂 直<br>パリティ   | C R C              |

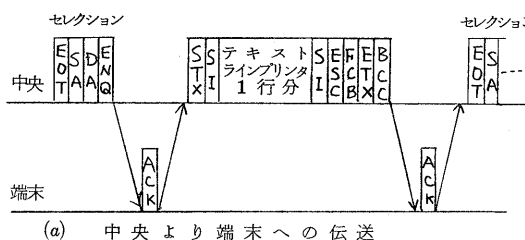
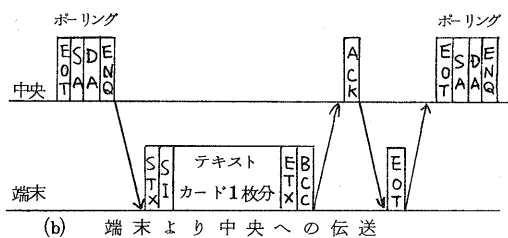


図. 1 方式Aによる伝送制御の例

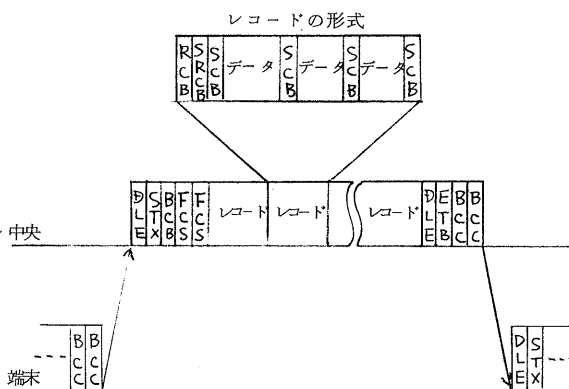


図. 2 方式Cによる伝送制御の例

方式Cでは端末から中央へはカード一枚分、中央から端末へはラインプリンター行分の情報をレコードと呼ぶ。これにレコードの型などを示すRCB (Record Control Byte)、この補助情報を示すSRCB (Sub Record Control Byte)を付ける。さらに圧縮のためスペース文字列、同一文字列あるいは通常文字列を示すSCB (String Control Byte)が付けられる。SCBは文字列の文字数を持っているため、31文字以下のスペース列はSCB1バイトに、同一文字列はSCB1バイトとその文字自身1バイトに圧縮され、通常文字列は逆に63バイト以下毎にSCB1バイト分が余分に付加される。このようなレコードを複数個並べてブロックが形式され\*1、さらにBCB (Block Control Byte: ブロックの種別やブロック・シーケンスを示す。)およびFCS (Function Control Sequence)を付けて、テキスト・ブロックを形式する。伝送はこれにDLE・STXとDLE・ETB・BCCを付けて行なう。DLE・STXとDLE・ETBの間のテキストは、2重DLE法によりトランス・ペアレント・モードで伝送される。

### 3. 方式Aによるリモート・パッチ・ステーション

リモート・パッチ・ステーションの基本的機能をミニコンピュータを使用して実現することを目的とし、図3の構成により実現した。

ソフトウェアの開発方針として、システムの機能の追加、修正が容易なモジュール構造をとり、しかも必要コア容量を最小限に押えることとした。リモート・パッチ・ステーションでは伝送制御、入出力機器の制御等を並行して進める必要があり、リアル・タイム・モニタを必要とする。このためにはHITAC10Ⅱの標準ソフトウェアであるIOPS\*2を使用することとも計画したが、必要コア容量を最小限にするため、この目的で東大大型計算機センターでミニコン用に開発されたMINEX (Mini Exective)を使用することとした。MINEXはBlock (一時停止) Wake Up (起動) 方式のモニタであり、そのプログラム量は約120ステップである。

図4に本システムのソフトウェア構成を示す。

プログラムはMINEXモジュールと、その制御下で走るタスク群、それに入出力装置の制御を行なうI/OCS群で構成されている。通常モニタと言われるも

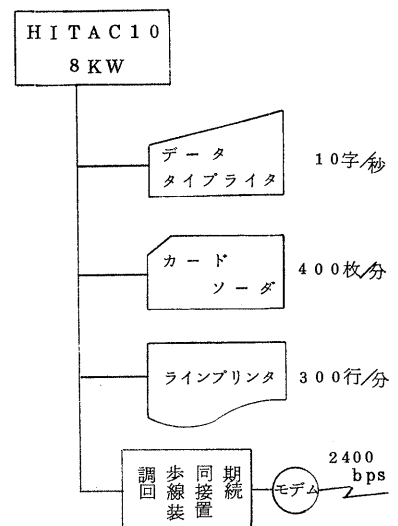


図 3 方式A端末のハードウェア構成

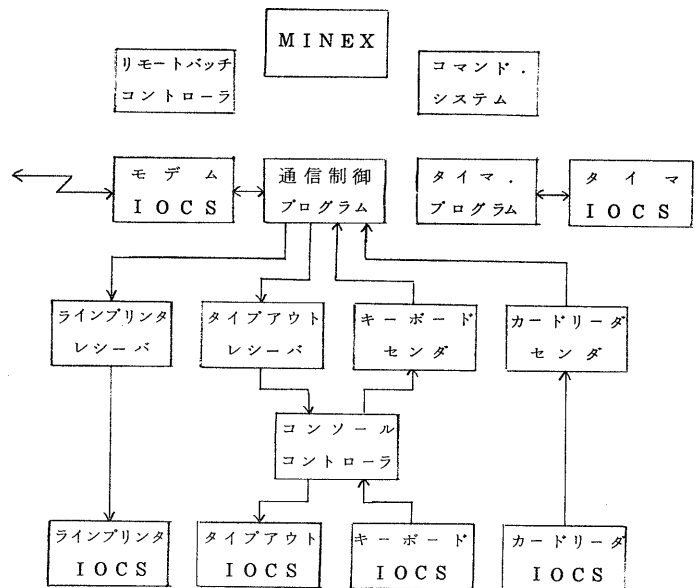
\*1 センター側ではブロック長の最大長は4800ビット/秒で634バイト、2400ビット/秒では410バイトに制限している。

\*2 IOPS (Input Output Processing System) はHITAC10Ⅱ用のコントロール・プログラムであるが、開発計画段階でHITAC10でも動作させることを考慮した。

のはこのMINEX、IOCS群およびシステム・タスクとしてのコンソール・コントローラ、コマンド・システム、タイマ・プログラムの機能を含めた構成となつてゐるが、本システムのソフトウェアはモニタ自身もモジュール構造化してゐると言えよう。

表2には各モジュールの機能の概要を示した。

リモート・バッチ・ステーションはデータタイプライタのキーボードによつて全て制御できるようになつてゐる。リモート・バッチ・ステーションの始動時には、カード・リーダー・セン



図・4 方式A 端末のソフトウェア構成

表2 方式A 端末のソフトウェアの主要モジュールの機能

| 分類   | モジュール名             | 機 能                               |
|------|--------------------|-----------------------------------|
| モニタ  | M I N E X          | 入出力割込みの処理。タスク管理。タスク・コントロール・マクロの処理 |
|      | コマンド・システム          | 起動・終了時およびエラー回復時のオペレータ・コマンドの処理     |
|      | タイマ・プログラム          | タイマ動作を管理し、各タスクに時間監視機能を与える。        |
|      | コンソール・コントローラ       | データタイプライタの入出力要求を受付け実行する。          |
| IOCS | I O C S 群          | 各入出力装置の制御を行なう。またエラー回復処理を行なう。      |
| タスク  | 通信制御プログラム          | 伝送制御手順に従つて中央とのデータ送受信動作を行なう。       |
|      | センダ群               | 入力装置よりデータを読み込み、通信制御プログラムへ送信要求を出す。 |
|      | レシーバ群              | 通信制御プログラムより受信データを受付け、出力装置に出力する。   |
|      | リモート・バッチ<br>コントローラ | リモート・バッチ処理を行なう上でのインテリジェンス機能を持つ。   |

ダ、ラインプリンタ・レシーバ、リモート・バッチ・コントローラ、通信制御プログラムをキーボードから初期化した後に、キーボードから中央システムに対して割込みをかける。この割込みコードはセンターからのポーリングによつて中央に送られる。センターはこれによつてコマンド要求のメッセージを送信し、これがタイプアウト・レシーバによつてタイプライタに印字される。次にオペレータはリモート・バッチ・ジョブを行ないたい旨のコマンドをタイプライタにキーインし、これに対してセンターからはリモート・バッチ処理動作状態が確立した旨のメッセージを送ってくる。

この後センターはカードリーダーに対してポーリングを行なう。これより先にカードリーダー・センダは初期化を行なった際に、入力バッファの容量までのカードを先き読みを行なっており、読取ったデータを送信フォーマットに編集し、通信制御プログラムを通して送信を行なう。

一方センターからの出力は、センターからのセレクトィングに対してACKを応答した後に送信される。通信制御プログラムはセレクトィング・シーケンスで指定されたデバイスに対してラインプリンタ・レシーバあるいはタイプアウト・レシーバを通して印字を行なう。

なおタイプライタについてはセンターからのメッセージと、リモート・パッチ・ステーション内でのローカルなメッセージの出力が重複する可能性があるため、コンソール・コントローラがこれを一括して管理する。

図5はリモート・パッチ・ステーションにおける上述したデータの流れの概要を示したものである。

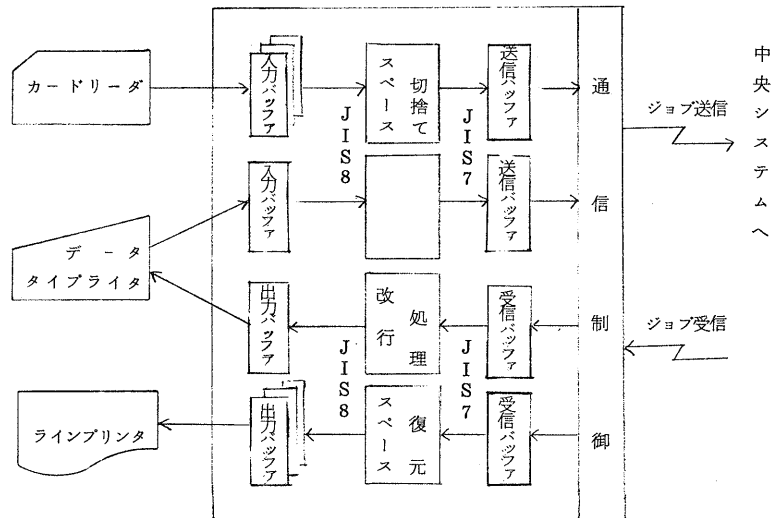


図 5 方式A 端末におけるデータの流れ

#### 4. 方式Cによるリモート・パッチ・ステーション

方式Aは会話型の処理とリモート・パッチ処理を同一の端末から実行することができるが、伝送方式上回線効率が低く、リモート・パッチ処理の高能率化には若干の問題がある。このため、HITAC 8800/8700のシステムにはリモート・パッチ処理専用の高能率化を狙った方式Cが開発された。

これに対するリモート・パッチ・ステーションは方式Aのハードウェアおよびソフトウェアのモジュールを基に、これに必要な追加、変更を行なって作成した。方式Cではカード入力だけでなく、紙テープ入力も処理できる機能を追加した。また伝送回線の高速化に伴って、通常のミニコンピュータのラインプリンタでは出力ネックが生ずるので、ラインプリン

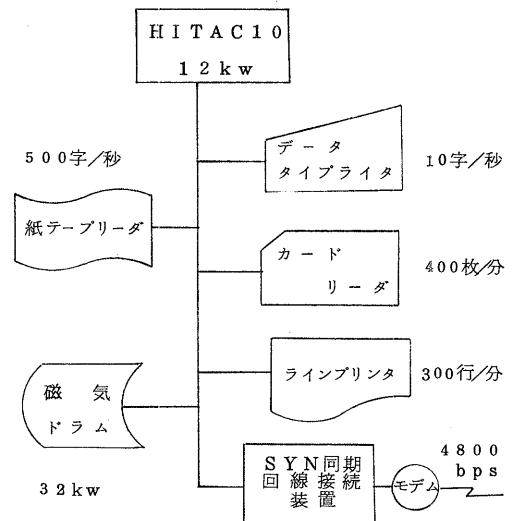


図 6 方式C 端末のハードウェア構成

タに対する出力には磁気ドラムをバッファとして使用する方式を試みた。

これに伴ないラインプリンタへの出力の間にタイプライタへのメッセージが生じたときに、これを分別して処理する機能が追加された。また端末オペレータ・コマンドの強化、入出力装置の障害時の自動復旧など、リモート・パッチ・ステーションのオペレータの端末の装置に対する操作を簡易化するように考慮を払っている。

図 6 には方式 C のリモート・パッチ・ステーションのハードウェア構成を示し、図 7 にはそのソフトウェア構成を示している。図 7 に示された各モジュールの大部分は方式 A のモジュールをほとんどそのまま使用しているが、新たに追加されたモジュールあるいは大幅に変更したモジュールについて表 3 に示した。

メイン・センダ、メイン・レシーバは各センダあるいはレシーバの共通の機能であるコード変換および情報圧縮とブロックの機能を実行するものである。

メイン・レシーバはしコード中の R C B ・ S R C B

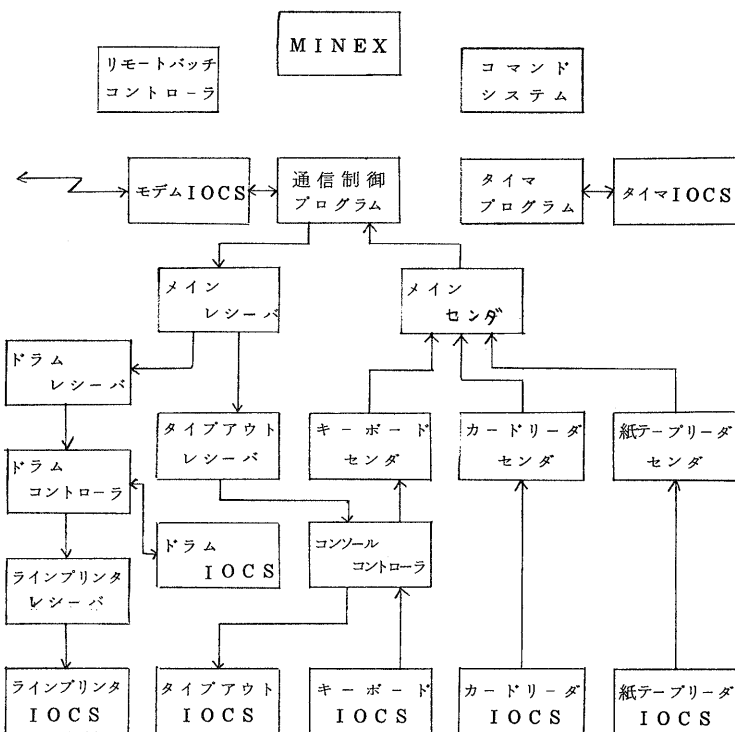


図 . 7 方式 C 端末のソフトウェア構成

表 3 方式 C 端末のソフトウェアの主要モジュールの機能

| 分類                  | モジュール名             | 機能                                                                                    |
|---------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| タ<br><br>ス<br><br>ク | メイン・センダ            | 各センダ群の管理。J I S 8 → E B C D I K コード変換。<br>コンプレッション。ブロック。入力装置の切換え。<br>用紙変更メッセージによる自動応答。 |
|                     | メイン・レシーバ           | 各レシーバ群の管理。デブロック。デコンプレッション。<br>E B C D I K → J I S 8 コード変換                             |
|                     | 通信制御プログラム          | 伝送制御手順に従って、センターとのデータ送受信制御を行なう。メイン・センダより受信要求を受け、メイン・レシーバへ受信テキストを受渡す。                   |
|                     | リモート・パッチ<br>コントローラ | 各タスクの自動開始、終了処理。                                                                       |
|                     | ドラム・レシーバ           | 磁気ドラムへ受信レコードの格納と同時に、格納データをラインプリンタに出力する。                                               |

によつて出力装置を決定し\*、出力装置がラインプリンタであるときにはレコードをドラムに送り蓄積する。ドラムはラインプリンタが空き次第、それに格納されているデータを一行分ずつ送出する。ドラム内のデータはラインプリンタにそのまま印字できるフォーマットで格納されている。

図8には方式Cにおけるリモート・パッチ・ステーションのデータの流れを示している。

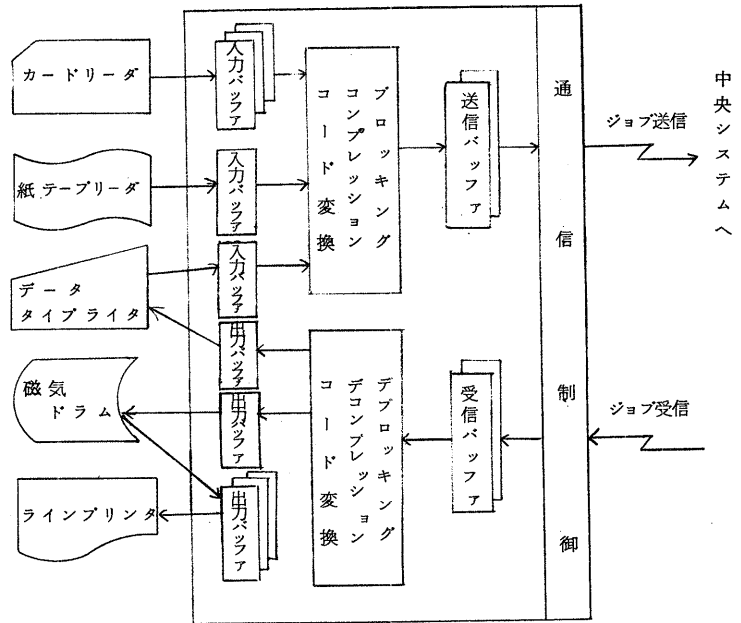


図. 8 方式C端末におけるデータの流れ

## 5. 性能評価

リモート・パッチ・ステーションでは回線の情報伝送能力と入出力装置の能力がよくバランスしたシステムを設計することが重要である。このためには伝送方式、平均的ジョブでのカード入力枚数、ラインプリンタ出力行数、伝送中のデータ圧縮比等がこのバランスに与える影響を知る必要がある。

システムの設計に当つてはこれらの正確な値を予め知り、バランスのとれた設計を行なうべきであろう。本システムの場合その設計の初期にはこれらの値を知ることができなかつたため、システムを実現した後これらの値を測定してその性能を評価した。

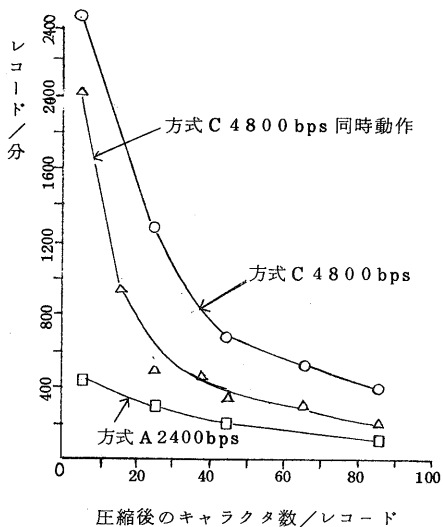
### 5. 1 回線の伝送能力

回線の伝送能力は、(1) 回線の伝送速度、(2) 伝送制御手順、(3) 入出力データの圧縮比、(4) ブロック長、(5) 回線の誤り率などによつて決定する。

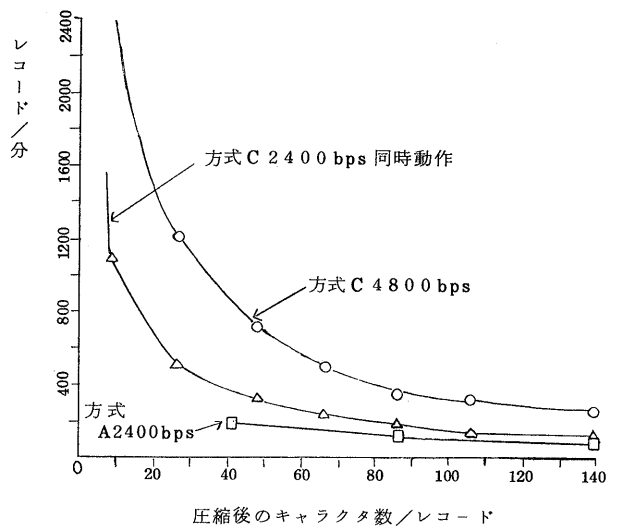
本研究では方式Aおよび方式Cについてこれを測定して主として伝送制御手順の影響を調べた。測定のためには、あらかじめ圧縮された後のデータ長が知れているレコードを多数用い、単位時間当りの転送レコード数としての伝送能力を求めた。なお本測定では入出力ネックを防ぐため、メモリからの送信あるいはドラムを出力用に利用した。測定結果として入力伝送能力と出力伝送能力をそれぞれ図9、図10に示す。

図9には2400ビット/秒の場合の方式Aおよび4800ビット/秒の場合の方式Cについて1レコード当りの圧縮後のキャラクタ数を変化してリモート・パッチ・ステーションからセンターへの入力伝送能力を示している。方式Cについては、入力

\* タイプライタへのメッセージのうちラインプリンタの用紙変更メッセージはドラムに一時格納し、用紙を変更する時点でタイプライタに出力するようにしている。



図・9 入力伝送能力



図・10 出力伝送能力

のみの場合と入力・出力が同時動作している場合を示しているが、このときには出力のレコード当りのキャラクタ数は60キャラクタとしている。

図10ではセンターからリモート・パッチ・ステーションへの出力について同様のデータを求めた。入出力同時動作の場合のキャラクタ数は40キャラクタとしている。

これらの図から、方式Aと方式Cでは仮に同一伝送速度のデータ伝送回線を使用した場合としても伝送能力では約2倍後者が有利であることがわかる。

伝送シーケンスの中のデータ伝送時間(制御バイトを含む)を $\tau$ 秒、伝送制御キャラクタ等を除く実際の情報伝送時間を $\tau_i$ 秒、オーバーヘッドを $\Delta$ 秒とすると、次のように回線効率、情報効率、有効回線速度、回線伝送能力を定義する。

回線効率  $e = \tau / (\tau + \Delta)$ 、情報効率  $\rho = \tau_i / (\tau + \Delta) = e \cdot \tau_i / \tau$ 、有効回線速度  $\ell = L \cdot \rho$  (バイト/秒)、回線伝送能力  $S = \ell / R$  (レコード/秒)。

ここで  $L$  は回線の伝送速度 (バイト/秒)、 $R$  は圧縮後のレコード長 (バイト) である。

測定結果から求めた回線効率、情報効率、有効回線速度を表4に示した。

表4 有効回線速度と効率

| 方 式         | 回線効率    | 情報効率   | 有効回線速度       |
|-------------|---------|--------|--------------|
| 方式A 2400bps | 50~70%  | 40~60% | 120~180バイト/秒 |
| 方式C 2400bps | 90~100% | 85~95% | 255~280バイト/秒 |
| 方式C 4800bps | 90~100% | 87~97% | 520~580バイト/秒 |

## 5・2 平均的ジョブの測定

有効回線速度よりジョブ中の圧縮の効果がわかれば、回線の伝送能力は求まる。また1ジョブ当りの平均カード枚数とラインプリンタ

表5 平均的ジョブ

| 項 目         | 結 果            | 備 考                |
|-------------|----------------|--------------------|
| カ ー ド 枚 数   | 約 400枚         | 東大センタの統計による        |
| ラインプリンタ有効行数 | 約 1,300行       | 同 上                |
| カード圧縮       | トランケート 46.8バイト | 後3のスペースを切捨て(約2万枚)  |
| レコード長       | コンプレス 39.2バイト  | 途中のスペースも圧縮(約2万枚)   |
| ラインプリンタ     | トランケート 88.7バイト | 後3のスペースを切捨て(約10万行) |
| 圧縮レコード長     | コンプレス 73.8バイト  | 途中のスペースも圧縮(約10万行)  |

の出力行数がわかれば、端末側の最大処理能力とターン・アラウンド・タイムを求めることができる。東大センターでのバッチ・ジョブに対しシミュレーションを行ない測定した結果を表5に示す。

### 5・3 回線速度にバランスした入出力速度

平均的ジョブの圧縮の効

果により回線速度にバラン

スした入出力速度を求める

と表6を得る、カードリー

ダ、ラインプリンタの性能

は有効回線速度を圧縮後の

レコード長で除して得られる。同時動作の場合は、入出力のために伝送される圧縮後のキャラクタ数は同一として、有効回線速度の1/2を入出力時の圧縮後の各レコード長で除して、それらを加えて算出した。

この表によると、本研究で使用した入出力装置では入力のみあるいは出力のみの動作では能力不足で、同時動作を行なう場合にはバランスがとれていることがわかる。

表6 回線速度にバランスした入出力速度

| 方 式         | カードリーダ     | ラインプリンタ    | 同時動作          |
|-------------|------------|------------|---------------|
| 方式A 2400bps | 200枚/分     | 100枚/分     | 140レコード/分     |
| 方式C 2400bps | 400~500枚/分 | 200~250行/分 | 300~350レコード/分 |
| 方式C 4800bps | 800~900枚/分 | 400~500行/分 | 600~700レコード/分 |

### 5・4 リモート・バッチ・ステーションのジョブ処理能力

これらの結果から本方式のリモート・バッチ・ステーションの処理能力を1日当りの処理可能ジョブ数、ユーザにとつてのターン・アラウンド時間で求めてみよう。

1日のうちで端末を利用できる時間を $T_u$ 分とする。また端末装置の入出力速度をそれぞれ $S_{in}$ および $S_{out}$ レコード/秒、ジョブ当りの入出力レコード数をそれぞれ $N_{in}$ および $N_{out}$ レコード、圧縮後の入出力レコード長をそれぞれ $R_{in}$ および $R_{out}$ バイト/レコードとする。付録で示すようにこの場合1日の処理可能件数は、

$$\text{最大ジョブ件数 } m = \frac{T_u}{\frac{2N_{in} \cdot R_{in}}{\min\{S_{in} \cdot R_{in} + S_{out} \cdot R_{out}, \ell\}} + \frac{N_{out} \cdot R_{out} - N_{in} \cdot R_{in}}{\min\{S_{out} \cdot R_{out}, \ell\}}}$$

となる。またセンター計算機の処理のターン・アラウンド時間を $T_{center}$ とすると最も短いターン・アラウンド時間は、

$$\text{ターン・アラウンド時間 } T_A = \frac{N_{in} \cdot R_{in}}{\min\{S_{in} \cdot R_{in}, \ell\}} + T_{center} + \frac{N_{out} \cdot R_{out}}{\min\{S_{out} \cdot R_{out}, \ell\}}$$

となる。1日8時間使用の端末で算出した値が表7である。

一般にステーションの性能は以上の通り求めることができ、回線伝速能力を一旦測定しておけば、要求され

るシステムのジョブ件数および圧縮の効果を調べることによつて、コスト・パフォーマンスを最大にする最適構成を得ることができる。

表7 ステーションの性能

| 方 式         | 最大ジョブ件数 | ターンアラウンド・タイム         |
|-------------|---------|----------------------|
| 方式A 2400bps | 約 32ジョブ | 約14.9分+ $T_{center}$ |
| 方式C 2400bps | 約 68ジョブ | 約 7.0分+ $T_{center}$ |
| 方式C 4800bps | 約105ジョブ | 約 5.3分+ $T_{center}$ |

$T_{center}$ は東大センターの場合では最小約5秒。

## 6. むすび

以上の方式のうち方式 A は昭和 48 年 3 月開発を完了し、方式 C は昭和 49 年 11 月開発を完了して、東大大型計算機センターのリモート・バッチ・サービス用の試作機としての当初の目的を達成した。

現在東大センターによるリモート・バッチ・サービスのネットワークは東大内部をはじめ各大学に多数利用され、計画中のものを含めると、24 端末にも及んでいる。

最後に本研究に当り御指導いただいた東京大学猪瀬博教授、石田晴久助教授、千葉大学計算機センター小沢清二助手ならびに日立製作所ソフトウェア工場藤中恵副技師長に感謝の意を表する。

### (参考文献)

1. 東京大学 H-8800/8700 リモート・バッチ・システム通信仕様書 (方式 A)
2. 東京大学 H-8800/8700 リモート・バッチ・システム通信仕様書 (方式 C)
3. 情報処理学会第 14 回大会講演予稿集 P、505~506
4. 情報処理学会第 15 回大会講演論文集 P、97~98
5. 情報処理学会第 16 回大会講演論文集 P、31~32
6. 東京大学大型計算機センター年報 Vol、3
7. 東京大学大型計算機センター年報 Vol、4
8. 東京大学大型計算機センター年報 Vol、5

### (付 録)

#### ○ 処理可能ジョブ件数の算出

1 日に処理可能なジョブ件数を  $m$  とする。

一般にリモート・バッチ・ステーションでは入力時間が出力時間より短いから、このうち  $(m-x)$  件については入出力同時動作が行なわれ、 $x$  件については出力動作のみが行なわれるものとする。ここで入出力同時動作中の入出力のために伝送される圧縮後のバイト数を等しいとすれば、

$$N_{in} \cdot R_{in} \cdot m = N_{out} \cdot R_{out} \cdot (m - x)。$$

従って

$$x = \frac{N_{out} \cdot R_{out} - N_{in} \cdot R_{in}}{N_{out} \cdot R_{out}} \cdot m$$

である。この  $x$  を使用すれば、 $m$  件の処理に要する時間は、すなわち

$$T_u = \frac{N_{in} \cdot R_{in} \cdot m + N_{out} \cdot R_{out} \cdot (m-x)}{\min\{S_{in} \cdot R_{in} + S_{out} \cdot R_{out}, \ell'\}} + \frac{N_{out} \cdot R_{out} \cdot x}{\min\{S_{out} \cdot R_{out}, \ell\}}$$

である。

ここで  $\ell'$  は入出力動作時の有効回線速度 (バイト/秒) であり、 $\ell' = \ell$  であるので、1 日の処理可能ジョブ件数は

$$m = \frac{T_u}{\frac{2 N_{in} \cdot R_{in}}{\min\{S_{in} \cdot R_{in} + S_{out} \cdot R_{out}, \ell\}} + \frac{N_{out} \cdot R_{out} - N_{in} \cdot R_{in}}{\min\{S_{out} \cdot R_{out}, \ell\}}}$$

となる。