

国鉄におけるデータ交換システムの建設*

鈴木 耀夫** 小又富士夫***

Abstract

It was in Nov., 1968 when the designing of a message switching system was made a start in order to apply the system mainly to the freight information processing system in JNR. And it was put into operation in May, 1970. In this paper, the procedure of designing the system is described and the contents of the system are briefly presented.

1. はじめに

昭和43年11月よりシステム建設を始め、昭和45年5月より正式使用開始をした、国鉄のデータ交換装置のシステムについて、システムの建設の手順を追いながら概説してみた。

2. システム建設の目的

コンピュータシステムを建設していく場合、まず、その建設の目的を明確にしておかなければならない。今回の建設目標としては2つある。その1つは地域間急行貨物情報処理システムを拡大すること、ほかの1つは、国鉄の情報処理の体系の中で、将来大きな比重を占めるであろう中央データ交換装置のシミュレーションを実施することである。

前者の地域間急行貨物情報処理システム（以下地急システムと呼ぶ）は、地域間急行貨物列車という国鉄では、新しい輸送方式で設定された急行貨物列車に対して、荷主から貨物の輸送要請があったときに、即座に、輸送可否の判断をくだして、荷主に対して輸送日時の明確化（到着日時の明確化も含む）をはかり、サービスを向上させようとして建設された情報処理システムである。昭和42月6日よりシステム建設を始め翌年3月に完成させ、同年4月より急行列車7本を用いてシステムの試行をし、順調であることを確認し、若干の改良を加えて、同年10月より86本の列車に拡大し、本使用に移した。昭和45年5月のシステム切替直前の列車本数は103本にまでなっていた。しか

し、このシステムのために使用されたコンピュータ（U-490、ユニバック社製）では、コア容量の制約で端末装置の接続が大幅に増大できないために、列車本数にして約100本程度が限度であった。そこで、この解決策として種々検討した結果、コンピュータの処理能力には余力があるので、列車処理（ファイル処理）はそのままとして、端末装置を制御するためとして、前段にコンピュータを設置して少数の高速回線で、その間を結ぶことが最良の方策であると考えられた。

国鉄の中では、すでに1日約50万座席を処理する大型の座席予約システムが稼動しているし、近い将来にこれら旅客、貨物の関係システムのほかに、列車運転に関するシステムや、経理、資材、設備保全、工場、工事などに関するシステムが大型のものとして建設されてくることが予想される。そして、それらシステム

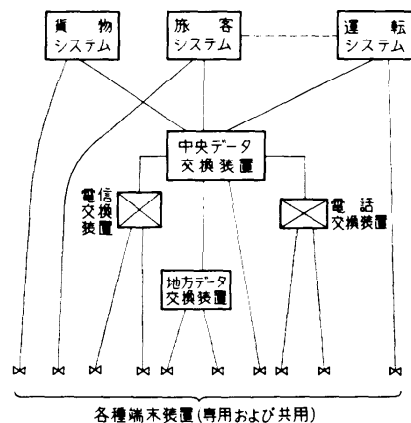


図1 国鉄におけるデータ処理用ネットワーク構成(案)
(Fig. 1 JNR Data Processing Network Envisioned.)

* Design and Outline of Message Switching System of Japanese National Railways, by Akio Suzuki (Computerization Dept., JNR) and Fujio Komata (EDP First Sales Division, NEC)

** 日本国有鉄道本社コンピューター部補佐

*** 日本電気株式会社情報処理営業第一本部システム課主任

が互いからみ合ってくるほかに、共用に使用される端末装置が多くなることが考えられ、データ交換装置はどうしても必要欠くべからざるものとなるであろう(図1)。

そこで、今回の地急システムの拡大は単に、コンピュータを2台結合させたものという考え方ではなく、一方がデータ処理用のコンピュータ、そして他方が汎用性をもったデータ交換装置であるということにして、将来を想定しての試験的なシステムをつくりあげることとした。

3. 取扱情報の種類と流れ

次にどんな情報を取り扱うかを考えた。今回のシステムでは、システム運用のために必要となる情報を除くと、大きく分けて2種類ある。まず、システム建設の第1目標からいって、地急システムで、すでに扱われている情報がある。そして、第2の目標としての汎用のデータ交換装置の試行のために取り扱うこととし

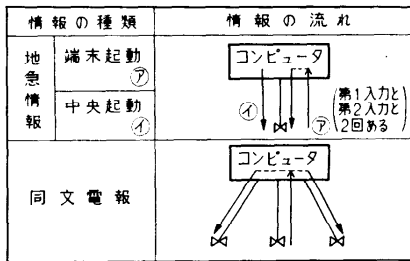


図2 情報の流れ
(Fig. 2 Flow of Messages)

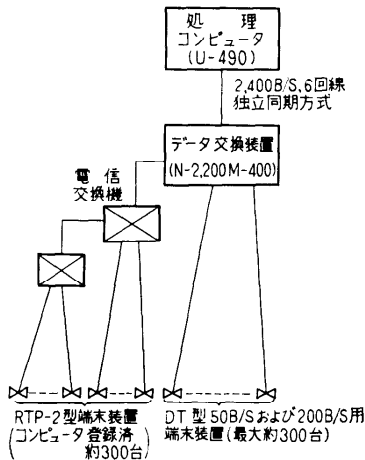


図3 ネットワークの構成
(Fig. 3 Communication Network)

た、国鉄の中の業務電報のうちの同文電報(1つの電報が複数の箇所に送達される)がある。

取扱情報の種類が明確になると、次にそれら情報の流れ方について考える必要がある。地急情報と同文電報について、その流れに重点をおいて図示すると図2のようになる。

4. ハードウェアシステムの構成

データ伝送用のネットワークの構成としては図3に示すとおりである。この図の中で、データ交換装置に直結させた端末装置群は、主として地急情報を取り扱うためにあり、電信交換機(クロスバ式)は、国鉄の業務電報のおもなものがこの系で取り扱われているために結合されたものである。しかし、電信交換機の結合は今回のシステムにとっては、単に同文電報の取り扱いが便利になるだけでなく、次のような別な意味もある。つまり、ヤードとか組成駅とか呼ばれる貨物の輸送上の必要となる駅には、従来より、その必要性により電信交換機に加入した端末装置が設置されている。そこで、この端末装置を使うことにより、直接コンピュータから輸送に関する地急情報をとることができるようになる。

5. 処理能力および機能に対する要求事項

システムを建設する場合には、システム建設の目的のほかに、それにそってのさらに細い処理能力の目標を設定しなければならない。システム建設に参加する人達は、この目標達成をはかるために、各種の処理方式を検討する。今回のシステム建設にあたっての能力目標を以下に示す。

(1) 32KCのコア容量をバックグラウンド・バッチ処理用として割りあて、リアルタイム処理とコンカレントに処理させる。これにより、コンピュータの能力の有効利用をはかれるようにする。

(2) 最繁時においても、90%以上のトランザクションの応答時間(ここでは、データ交換装置のみに限ってみた時間)が3秒以内である。

(3) 端末装置は直結するもの約300台、電信交換機系にあってコンピュータとデータの送受信可能なもの約300台とする。

(4) 直結する端末装置は50ボーおよび200ボーでISO準拠のタイプライタ式の新設計のものとし(DT型とよぶ)、電信交換機系のは50ボーで国鉄標準コードのRTP-2型のものである。

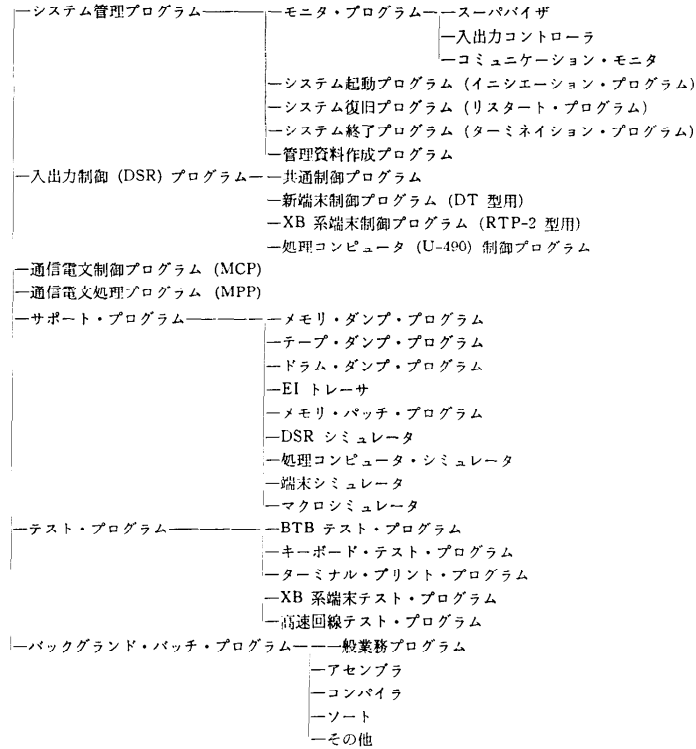


図 4 ソフトウェア構成図
(Fig. 4 Composition of Software)

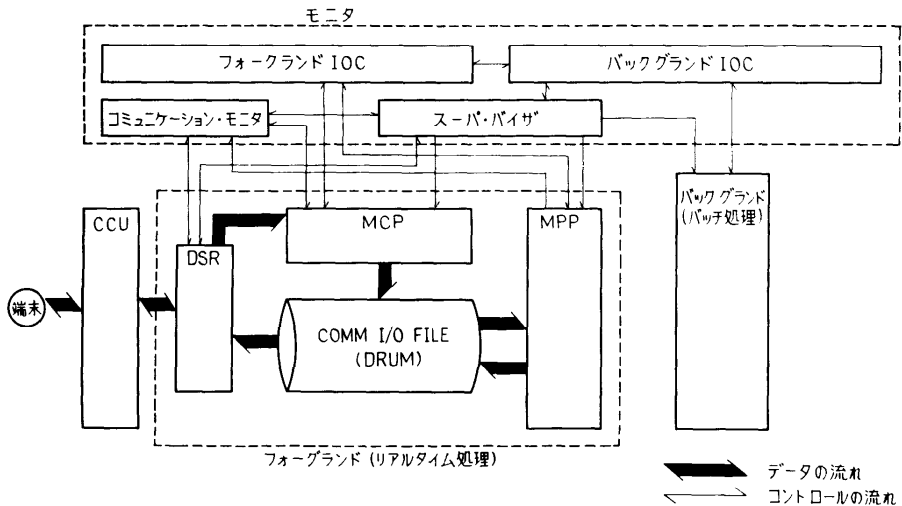


図 5 プログラム関連図
(Fig. 3 Relations of Routines.)

(5) 処理コンピュータとデータ交換装置間は2,400 B/Sの独立同期方式のデータ伝送回線を用いる。

(6) コンピュータの障害からの回復時間は30分以内とする。

6. ソフトウェアの体系

リアル・タイム・ジョブと1バッチ・ジョブを同時並行処理するため、オペレーティング・システムとして、MODI EXTENDEDを採用した。システム要求にあわせ、第11章で述べるように、モニタ・プログラムにも改造を行ない、メモリの節約および処理時間の短縮をはかった。ソフトウェアの構造としては、図4のとおりである。オンライン・プログラムが働いているときの常駐プログラムの構成ならびにデータとコントロールの流れは図5に示すとおりである。スーパーバイザはMCP, MPPおよびバックグラウンド・バッチの3つのタスクをコントロールする。3つのプログラムの処理の優先度は、MCP, MPP, バックグラウンド・バッチの順である。なお、MCPは地急情報を処理するプログラムであり、また、MPPは同文電報および運用電文の処理をする。モニタ・プログラムの概要は

(1) スーパーバイザ

- 割込みの解析
- プログラムのスイッチング
- オペレータとの会話
- プログラム・ロード

(2) 入出力コントローラ (IOC)

通信制御装置を除くすべての周辺装置のコントロールを行なう。なお、フォージランド・プログラムが使用する周辺装置に対しては、優先的に処理するため、フォージランド・プログラム用のIOCをもつように考えた。

(3) コミュニケーション・モニタ

これはフォージランド処理専用のモニタで、通信回線を介して中央処理装置に接続されている端末装置と電文を授受するプログラム (DSR) と、そ

の電文を処理するプログラム (MCP, MPP) との中間をする機能をもっている。

7. 取扱いデータ量の予測

データの種類と流れが明らかにされると、次にデータ量の予測をし、処理能力の検討に使用できるように準備した。データ量の予測は、システム使用開始予定時点と、システムの規模が最大になる時点とに分けて行なった。地急情報については、昭和44年2月における実績調査をもとにして、季節変動を考慮に入れたうえで、列車本数に比例させて推定した。また同文電報については、当初は電報の発信箇所を東京のみに制限し、実績をみながら、全国に発信を許す方式をとることを前提にして、地急情報と同時期における実績調査をもとに、推定することにした。この結果を表1に示すが、全体の取扱情報は地急情報をもとにそれに定数をかけることで求めることにした。これは、各種の運用情報や、誤り情報があるために、それらを一括して含めたためである。

8. システムの機能

システムの建設を始めるときに、そのシステムにどんな機能をもたせるかを明確にしなければならない。データ交換システムの建設であることからして、一般にどんな機能が検討の対象になるかは、参考とすべきいくつかの事例が存在する。そこで、まずこれらについて表2に示す。そして、今回のシステムはどれをもつべきかを検討した。この結果についても同じく表2に示すことにした。以下、今回のシステムがもつことにした機能について説明をする。

(1) コード変換 直結した端末装置 (DT型) の使用コードは、垂直パリティをもった8単位の国鉄コードであり、電信交換機系の端末装置 (RTP-2型) の使用コードは6単位の国鉄標準コードである。また、コンピュータ間は6単位の国鉄標準コードに垂直パリティをつけた7単位を使用している。これら相

表1 取扱情報量の予測
(Table 1 Estimation of Volume of Transactions)

		システム開始時 (45/5)				システム最大時点			
		取扱件数/日	最繁忙時集中率 (%)	最繁忙時件数	最繁忙時平均到着間隔 (ms)	取扱件数/日	最繁忙時集中率 (%)	最繁忙時件数	最繁忙時平均到着間隔 (ms)
地急情報	販売関係	36,500	30	11,000	327	44,500	30	13,400	269
	輸送関係	15,000	10	1,500	2,400	22,000	10	2,200	1,636
	合計	51,500	24	12,500	288	66,500	24	15,600	231
全体	(同文電報を含む)	61,800 (=51,500×1.2)	22	13,800 (=12,500×1.1)	261	79,800 (=66,500×1.2)	22	17,300 (=15,600×1.1)	209

表 2 システムの機能一覧表
(Table 2 Functions of System)

システムの機能	今回のシステムがもつか	記 事
1 各種電文の交換	○	
2 伝送速度の変換	○	
3 電文のコード変換	○	
4 通番の管理	○	今回のシステム用としての通番を考えた
5 複数のあて先へ送出	○	同文電報を取り扱う
6 あて先のパターン化	○	
7 代行送信	○	指定した代行方式と自動的な代行方式をもつ
8 端末への送出一時待合せ	○	軽障害の場合および運用上の理由で一時的に送出をまち合わせる
9 代表送信	○	XB 系と高速回線とで用いる
10 優先処理	○	電文種別別の優先処理をする
11 入力電文の誤り処理	○	電文型式のあやまり、同文電報のあて先あやまりなどの処理をする
12 電文照会	×	照会用としてのランダムアクセス・ファイルを使用しない
13 電文のロギング	○	重要電文のみ全体を磁気テープにロギングする
14 システムレポートの作成	○	キューの数、処理件数などについて毎分にとる
15 回線・端末装置の状態管理	○	障害端末装置・回線を正常なものと区別する
16 回線・端末装置の試験	○	正常か否かについて試験する
17 加入者別使用料金計算	×	鉄道業務用であるので不用である
18 バッチ業務併行処理	○	バックグラウンドで処理する

互の間のコード変換をする。

(2) **電文の伝送速度変換** 端末装置は50ボーと200ボーとがあり、コンピュータ間は2,400 B/Sを使用しているので、これら相互のデータ通信のために必要な速度変換をする。

(3) **優先処理** 地急情報と同文電報とは処理レベルを分け、早いレスポンスを必要とする地急情報を優先的に処理する。また、地急情報の中でも端末起動の情報を中央起動の情報より優先的に取り扱うようにした。これは、インクアイアタイプのものがより早いレスポンスを必要とするからである。

(4) **パターン処理** 同文電報の処理では、複数のあて先をもつが、ある種の電報については、着信箇所が決まっている。これらについては、着信箇所を1つ1つ指定することをせず、あて先のパターンを設定し、パターン入力により必要箇所に送信する。

(5) **代行送信** 回線とか端末装置が故障した場合、該当端末行の電文が送信されずに残ってしまうことを防ぐために、代行端末装置を指定することができる。重障害の場合で代行端末装置が指定されていないときは、自動的に局内端末装置に代行されて出力される。

(6) **代表送信** 電信交換機系に中央起動で送信する場合には、20本の回線をむだなく使用するよう管理する。コンピュータ間ではデータ交換装置から処理コンピュータへ送信される(上り方向)場合には、2本の回線を平等に使用するよう管理する。

(7) **データのロギング** ロギングは通過電文の管

理や通過状況の管理に使用するほかに、システム・ダウンが発生した場合に、未送出電文をロギングテープからさがし出し、送信できるようにするためにも使用する。今回のシステムでは処理時間を短縮するために、電文をすべてロギングすべき情報と一電文の一部分のみしかロギングしなくてよい情報とに区別した。一部分のみしかロギングしない情報は、再度発信箇所が入力することになるが、それだけの手間をかけても一応さしつかえないと考えられるもの(たとえば、地急情報で処理にいたらない入力電文など)のみとした。

(8) **システムレポートの作成** キューの数、NAKの数、処理番号などを毎分にテープにダンプし、将来のシステム建設の資料としたり、今回のシステムの改良に役立てたりするために使用する。なお、このシステムレポートの作成は、やめにすることも、毎分以外の任意の時刻にすることも、コンソールからの指示により適当にできるようにし、必要なデータの獲得と処理能力を有効にいかすように配慮した。

(9) **番号管理** データ交換装置では電文の紛失をさける必要があるが、今回のシステムでは、コンピュータ管理の番号体系を採用することにし、端末側の負担を軽減するように配慮した。地急情報の番号体系と、同文電報の番号体系とに分け、地急情報については、最終回答のみ処理番号を付し端末側に出力する。同文電報については、発信電文ごとに処理番号を付し、発信側へ通知するとともに、着信側へ出力するときも同じ処理番号を付して送信する。

(10) **バックグラウンド処理** コンピュータのあき

時間を有効に利用するために、フォアグラウンドでリアルタイム処理をし、バックグラウンドでバッチ処理をする。フォアグラウンドがあいたときのみバックグラウンドにコントロールがわたるように、優先処理のレベルを設定した。

以上が今回のシステムの機能の概要であるが、一般的なデータ交換装置としては、表2にも示してあるように、照会の機能が欲しいところである。しかし今回は、インクアイアリの処理システムが中心であることと、データを保存すべき媒体として、ランダムアクセスファイルを使用しないことにより、過去に扱った電文の内容照会に対しては応じないようにした。これからのシステムはさらにこの点につき考慮する必要があると考えられる。

9. コンピュータとその機器構成

今回のデータ交換装置として使用するコンピュータは、次のような考え方で決定された。

(1) 今回のデータ交換装置は将来中央に設置されるであろうデータ交換装置のモデルとするが、その大きさは、将来の地方データ交換装置に相当するものとし、転用がきくようにする。

(2) 地方データ交換装置は、現在地方で処理しているバッチ処理業務程度は、コンカレントで処理できることとする。

(3) 後で述べる理由で、今回のコンピュータシステムは、デュプレックス方式を採用するが、予備機として使用するコンピュータの有効利用を考えておく必要がある。

以上のような考え方で、コンピュータとしては、NEAC 2200 モデル 400 程度が適当な大きさであろうし、こうすれば、すでに導入されバッチ処理用として使用されている東京南鉄道管理局の同型のコンピュータを予備機として使用できる利点がある。こうして今回のシステムでは、コンピュータを周囲条件から先に決めた。

次にコンピュータの機器構成であるが、リアルタイム処理システムでは、障害によりシステムが使用停止になることを極力さげなければならぬので、今回は以下に述べるような対策をとることとした。

(1) **基本的な考え方** 第5章で述べたように、障害発生から回復するまでの時間は30分以内であるとの条件から考えて、障害にそなえて必要な機器については、予備機をもつデュプレックス方式で十分である

と考えられる。

(2) **コンピュータ本体** 東京南鉄道管理局のコンピュータを予備機として、本体の障害時には、切替装置によりこの予備機と切替使用する。

(3) **通信制御装置** 通信制御装置は大きく回線対応部分と共通部分とに分けて考えられるが、一応、共通部分については、MTBF が十分高いものと考えられるので、予備機をもたない方針をとり、回線対応部分については、若干のあき部分を設定して、予備用とした。今回のシステムでは、収容予定回線数が約300と多いので、256 ch 用と128 ch 用と2台の通信制御装置を使用することにしたので、地域的な分散を考えて、最少限どちらかの装置が稼動していれば、なんとかシステムの運用は続行できるようにも配慮した。

(4) **磁気ドラム装置** 主として処理待ち、送待ちのために電文を一時記憶するために用いるが、第5章の条件に示されたように、応答時間を短くするため必要があるために、平均アクセス・タイムの小さい磁気ドラム装置を使用することにした。周辺装置としての重要性と、この装置についての MTBF が不明確であったので、制御装置とドラム装置とを同数の予備をもつこととした。

(5) **磁気テープ装置** 主として、電文のロギング用とシステム回復用に用いる。使用目的の重要性から、二重のロギングを可能とするように磁気テープ装置を2台使用し、さらに、それぞれがスワップ可能なように2台の予備機をもつこととした。制御装置の障害の場合には、予備用としてのバッチ処理コンピュータに切り替えし、すでに設備されている磁気テープ装置を使用することにした。

なお、磁気テープ装置については、バックグラウンド・バッチ処理のために、さらに4台設置することにした。今回のコンピュータの機器構成を図6に、またおもな機器の性能を表3に示す。

10. 処理時間の予測とシミュレーション

周囲条件によりハードウェアが先に決められたので、実際にデータ処理能力が十分にあるかどうかについては、厳密にチェックする必要があった。また、今回使用することにした OS もシステム建設前には完成していなかったため、この点からも処理能力のチェックが必要であった。

OS の中核となるコントロール・プログラムの原型

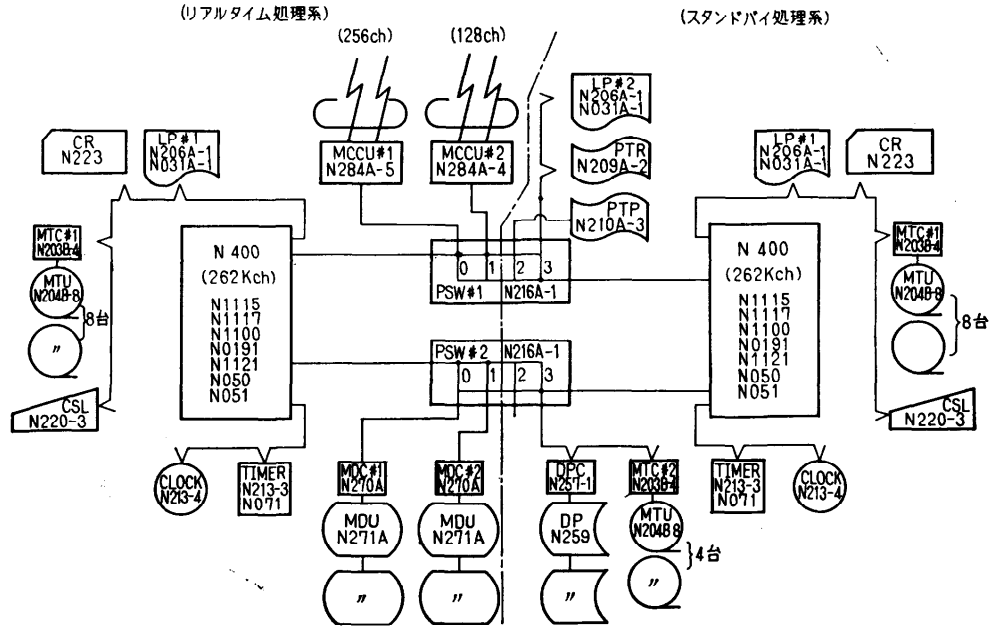


図 6 データ交換装置の機器構成
(Fig. 6 Configuration of Equipments)

表 3 おもな機器の性能
(Table 3 Features of Main Equipments)

機器	おもな性能			
コン本 ビ休 ネ	内部記憶容量	262 kch,	命令形式 可変長, 2アドレス方式	
	主記憶速度	1 μs/ch,	読出書込チャネル数 8	
	キャラクタ・マシン	6 bits/ch		
磁気置 ドラ ム	記憶容量	343 kch		
	移送速度	76.8 kch/s		
	平均アクセスタイム	8.6 ms		
磁気装 置	記録密度	800 ch/in		
	移送速度	64 kch/s		
通信 制 御 装 置	チャネル 種別	チャネル数 (実装/容量)		
		256チャ ネル用	128チャ ネル用	
	2,400 B/S 用	3/8	4/8	独立同期式, 7 bits/ch 水平垂直 パリティ付, 半二重方式
	200 B/S 用	8/8	40/40	調歩同期式, 8 bits/ch 垂直パリティ付, 半二重方式
50 B/S 用	200/200	40/40	同上	
電信交換機 用	16/16	34/40	調歩同期式, 6 bits/ch 半二重方式	
要話交換機 用など	0/24	0/0	将来の拡張用	

ができたのはシステム建設を開始してから四、五箇月後であった。この時点でトランザクションを処理するときのオーバーヘッド・タイムを含めての処理時間を試算した。この結果は表 4 に示すとおりであるが、データ量に比して、きわめて大きな処理時間を要することがわかった。そこで、これに対して各種の対策を検討

表 4 平均的な地急情報の処理時間
(Table 4 Processing Time of a Typical Transaction on Freight)

CPU 占有時間	(ms)	360
磁気ドラム I/O 実行時間	(ms)	100
磁気テープ I/O 実行時間	(ms)	80

することになった。この作業は大きく分けて2つに分類される。第1に処理能力に限界があるとすれば、なんとかしてデータ量(特に最繁忙集中率)を下げる方法がないかということ、第2にデータ量を減少させ得ないとすれば、コントロール・プログラムを大幅に作りかえて、オーバーヘッドを減らさなければならない。

第1の方法としては、(1)地急情報のエコー(入力方式)ミスを防ぐために端末側に入力データを一度返送するをやめる。(2)地急情報の始発日の申込開始時刻をずらせる。(3)地急情報の取扱開始時刻を早めるなどの方法が考えられる。(1)が実現すれば、データ量が一挙に半減するので望ましいが、端末装置取扱者の習慣上、および会話形式の取扱手順を育てるためにも、この方法はとらないことになった。(2)および(3)の方法を実施したとしても、最繁忙集中率を5%程度しが減少できないことが推定されたので、結局、あまり有効な方法とはいえないことがわかった。そこ

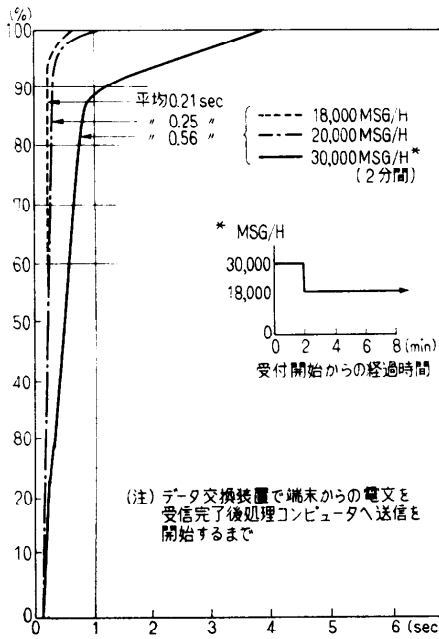


図7 処理時間累積分布 (CPU 時間 120 ms)
(Fig. 7 Results of Response Time Simulation No. 1)

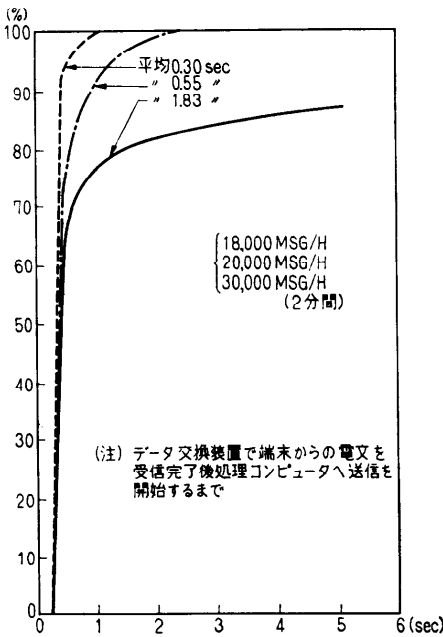


図8 処理時間累積分布 (CPU 時間 150 ms)
(Fig. 8 Results of Response Time Simulation No. 2)

で全精力をかたむけて、第2の方法をとることにした。次章でこの方法について述べることにするが、さてどれだけの処理能力をもてばよいかを決めなければならない。このために GPSS-III を用いて、シミュレーションを実施することにした。これについては、標準的な地急情報の1件のトランザクションを処理するのに要する時間をいくとおりか (CPU 占有時間で 120 ms, 150 ms など) 仮定し、それに合うように、各ルーチンに時間を割りあてシミュレーションした。この結果、平均到着時間の約半分程度の時間で、CPU の処理が完了できれば第5章の条件に合い望ましいことがわかった。処理時間短縮の目標時間は、そこで、CPU 占有時間が約 100 ms 程度、大きくても 150 ms 程度と設定した。なお、図7、図8での 30,000 MSG/H は電文数が、1日のシステム取扱開始時点では各端末装置が一斉に入力することにより極端に増大した場合の値で、このようなピーク状態は2分程度の間が発生し、以後平均化されるとの推定のもとに設定した。

11. ソフトウェア・システムの改造

CPU 占有時間の短縮および効率を上げるため下記に示す改造を実施した。また、コアメモリの使用効率を上げるため、種々のバッファをダイナミックに使用するように合わせて変更することにした。

(1) 処理の流れの変更

図9で示すように、最もデータ件数の多い地急情報は、すべて MCP で処理することとした。(改造前では地急情報も MPP で処理することになっていた)。これにより、DRUM の I/O 回数、割込回数、マクロコール回数が大幅に減少した。

(2) モニタ・プログラムの改造

(a) スーパーバイザの改良

いわゆるオーバーヘッド・タイムを短縮するため、割

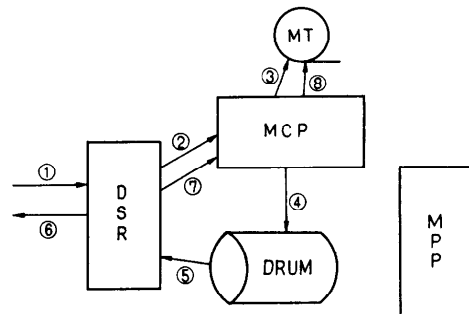


図9 地急情報の処理の流れ
(Fig. 9 Flow of a Transaction on Freight)

表 5 処理コンピュータ行の電文 (200字) の平均 CPU 占有時間予測
(Table 5 Estimation of CPU Time of a Typical Transaction on Freight)

割込処理	2.6 ms	15.4 回	41 ms
DSR 処理	4 ms	9 回	36 ms
IREQ マクロ	1 ms	3 回	3 ms
GTBF, PTBF マクロ	0.6 ms	10 回	6 ms
PUT, RTRV マクロ	4 ms	2 回	8 ms
MT WRITE マクロ	4.5 ms	0.2 回	1 ms
MCP 処理			15 ms
合計 CPU 占有時間			110 ms

込解析, ディスパッチャを改良した。

(b) コミュニケーション・モニタの改造

本システム専用のコミュニケーション・モニタを新規に作り, 処理時間を短縮した。また, ダイナミックバッファをコントロールするルーチンも新たに作り, 種々のバッファの使用効率を高めた。

(c) IOC の改良

リアルタイム・プログラムが使う機器 (DRUM, MT など) に対する専用の IOC を作り, 処理時間を短縮した。

これら改良を加えたときの電文処理時間の予測は表 5 のとおりである。これはシステム建設完成の約 1 年前の予測の数値である。

12. コントロール方式

(1) 2 ジョブ・コントロール

リアルタイム・ジョブのデータは不定期に発生し, コンピュータの処理能力からみて, データの発生量が少なくなったときは, CPU のあき時間が生れる。そのあき時間を利用して, バッチジョブに割り当て, CPU を有効に使用しようという概念である。リアルタイム・ジョブのコントロールはコミュニケーション・モニタが行ない, バッチジョブのコントロールはスーパーバイザが行なっている。

(2) ダイナミック・バッファ・コントロール

当システムのように収容回線数の多い場合, ラインバッファなどは, 回線固有に用意するよりも, 共通の目的で用いられるバッファは, 一括プールしておき, バッファの使用要求の発生につど, バッファをプールより貸し与え, 使用が終了した時点で, プールに返却する方式のほうが, メモリの使用効率が高くなる。このようなバッファ・コントロール・ルーチンにより, 種々のバッファを一括管理している。プーリングされているバッファの種類は, 次のとおりである。

(a) SHORT LINE BUFFER

コンピュータと端末間での電文の送受信のバッファとして用いる。

(b) LONG LINE BUFFER

コンピュータ間での電文の送受信に用いる。

(c) QUEUE CONTROL BUFFER

出力電文のキューに関する情報を作成するために用いる。

(d) DEALLOCATE CONTROL BLOCK BUFFER

ドラム・アドレスの返却を容易にする目的に用いる。

(e) FCB CONTROL BUFFER

ドラム・アドレスをコントロールするルーチンが, ドラムにアドレス情報を入力するために用いる。

(3) トラヒック・コントロール

システムに対する負荷は, 端末のオペレーションの状態および処理コンピュータの状態により可変である。しかし, コンピュータ・システムの各種のリソースは有限であり, 必ずしも, いかなるトラヒックにも対処しうだけ用意されているわけではない。そこで, 各種のリソースの状態をプログラムで監視し, ある種のリソースが不足になろうとしているとき, 事前に入力を一時止めさせるようにして, リソース不足のためにシステム・ダウンにならないようにしている。トラヒック・コントロールの対象となるリソースの種類は, 次のとおりである。

(a) SHORT LINE BUFFER

(b) LONG LINE BUFFER

(c) QUEUE CONTROL BUFFER

(d) ドラム・エリア

(e) ドラム入出力エンキューエリア

13. 電文形式と標準化

データ交換装置では, 一般に各種の情報を取り扱うので, 電文の形式をあらかじめ標準化しておかなければならない。形式をつくるにあたって, 特に端末とデータ交換装置との間にあっては, 端末側の取扱者にとってはん難なものであってはならないので, (1) 汎用性があること, (2) 取り扱われるひん度の高い項目を前に出すこと, (3) 不要な項目は省略すること, (4) 端末側の取扱者が記憶しやすいことなどを考慮に入れて, 電文形式の基本形式を作成した。それを表 6 に示す。また, それをもとにして, 今回のシステムで必要最少限の項目にのみ限って採用した形式を表 7 に示す。

表 6 端末とデータ交換装置間の基本的な電文形式
(Table 6 Basic Format of a Message Transmitted from Terminals)

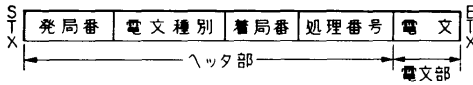


表 7 データ交換装置を中心とした電文形式
(Table 7 Format of Message)

処理コンピュータ側	U S O H	電文種別	発局番	端末種別	ラインナンバ	S T X	電文	F T X	
	U S O H	電文種別	着局番	端末種別	再送識別	S T X	電文	F T X	
端末側	DT型	最大5個まで(同報のみ) 電文種別(着局番:-----:着局番)					CL RF	電文	F T X
	RTP型	最大5個まで(同報のみ) 中段 △発局番:電文種別(着局番:-----:着局番)					CL RF	電文開放 または終	
側	DT型	S T X	発局番	電文種別	着局番	処理番号	CL RF	電文	F T X
	RTP型	中段 △発局番:電文種別:着局番:処理番号							CL RF

14. 端末装置と標準化

従来国鉄の貨物用として使用してきたオンライン端末装置は、6単位3段シフトの国鉄標準型の端末装置(RTP-2型アダプタ付)であった。この装置は垂直パリティなどの誤り制御機構をもっていなかったので、

返送照会方式によりデータの送受信の信頼性を保つようにしてあった。しかし、これではコンピュータの負担やデータ伝送上の設備面の増があるので、将来を考えた場合大きな問題となる。そこで、新しく ISO の伝送制御手順を取り入れた 8 単位のタイプライタ式端末装置の開発をすることにした。この端末装置は、けん盤配列の基本を、従来の国鉄型のもと同様にして、端末装置取扱者の便宜をはかったことと、使用コードは制御コードのみを ISO (新 JIS) に同じくして、伝送制御装置を汎用のものが使用できるようにし、データ・コードそのものは、従来の国鉄コードを基本として、それにマークビットと垂直パリティを付し、3 段シフト方式そのままとし、従来の系との互換性がとれるように配慮した。この型を DT 型とよぶ。新型の端末装置は、ISO の伝送制御手順で会話型の手順が明確にされていないときに設計されたものであったので、このことも含めて将来はさらに改良を加えていく必要がでてくるであろうと考えられる。図 10 に地急情報(端末起動)を取り扱った場合の手順を示す。

15. 高速回線の伝送制御手順

高速回線はコンピュータ相互間に使用されているが、ここに使用する伝送制御手順についても、将来を考慮して標準化しておく必要がある。コンピュータ間については、人間が介在しないので、取り扱い上の問題とか、従来の習慣とかとは離れて考えることができる利点がある。伝送制御手順を考慮するとき、なるべくむだがないことと、脱電文が発生しないことを重

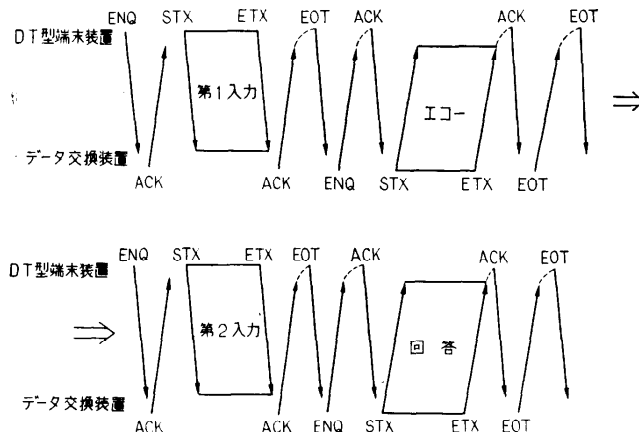


図 10 DT 型端末装置からの入力手順 (地急情報の場合)
(Fig. 10 Freight Message Transmission Procedure Originated from DT Terminal)

点に考えることにした。むだを防ぐためには、データリンクの確立と解除のフェーズを用いることをやめにし、データ転送フェーズのみとした。脱電文の防止のためには、正常応答符号として、ACK 1, ACK 2 を用いて、交互に使用することにした。このほかに回線管理上、否定応答に NAK 1, NAK 2 の 2 種類を設定した。NAK 1 はパリティエラーなどの回線上の障害による否定応答であり、NAK 2 はバッファ不足などの運用上の理由による否定応答である。これにより、否定応答に対する処置を区別して考えることができるし、将来のシステム建設や、現行システムの改善に役立てることができる。

16. システム回復方法

2 台のコンピュータを使用しているので、コンピュータの障害が発生すると、その処置は一般的には複雑になりやすい。そこで、この対策を考えるにあたって、なるべく簡単な手順になるようにつとめた。

それには、障害を発生したコンピュータのみが、それがもつ回復方法により回復しさえすれば、システムの運用が続行できるのが最も望ましいと考えられる。そこで、処理コンピュータが障害の場合には、処理コンピュータの回復方法で回復し、その後端末と処理コンピュータとの間で用いられている処理番号の最新の処理コンピュータから送出させ、これにより、処理コンピュータが正常に処理したトランザクションの最後のものを明らかにする。この場合、データ交換装置は処理コンピュータが障害の間は、処理コンピュータ行き電文を止めるほかは、通常取り扱いをそのまま続行すればよい。また、データ交換装置が障害の場合には、機器障害の場合には、予備系に切り替え、以下に述べる回復手順により回復させ、それ以外の場合には、同系でロギング用の磁気テープを用いて回復をはかる。この場合重要電文のみ、送出確認情報とつき合わせて、未送出になっている電文をさがし出し、もしあれば、システム回復時点にその分を送出する。この場合高速回線では、データ交換装置が重要情報を受け取り、ロギングを完了すると、ロギング完了通知を処理コンピュータに送出しているため、これにより、データ交換装置が、ロギング完了していても、まだロギング完了通知を送出していない場合は、システム再開時点に処理コンピュータにその通知を送出するし、処理コンピュータは、ロギング完了通知のこない場合には、その分の情報を再度データ交換装置にむけ送出す

る。こうすることにより、脱電文は完全に防ぐことができる。なお、端末側の取扱者には、いずれのコンピュータが障害であったかは関係ないことであるので、データ交換装置が障害から回復した場合でも、処理コンピュータの最新の処理番号が端末側へ通知されるように配慮した。

17. システム建設経過

第 2 章～第 4 章で述べた事柄が決定したあと、国鉄と日本電気(株)とでシステム建設のためプロジェクトチームを結成した。国鉄側約 15 人、日電側約 10 人の構成で、途中若干の増減があったが、最終段階までほぼこの人数で作業が進められた。チームの中の作業は数グループに分けたが、原則として各グループでは国鉄と日電との共同作業とした。

システム建設には約 1 年半かかったが、その内訳はシステム設計書作成に約 5 箇月、明細条件書作成およびプログラム・コーディング約 7 箇月、プログラム単体テストから室内総合テストまで約 5 箇月、および総合テスト(準本番)に約 1 箇月であった。

今回のシステム建設をふりかえって、国鉄にとっても、日電にとっても、いくつかの貴重な経験を行うことができた。

- (1) 大きな情報量を処理するために、コントロール方式を改良し、コンピュータの処理能力を大幅に上げた。
- (2) 端末装置の台数が多いことにより、コアメモリ上のテーブル、バッファ類の有効利用をはかった。
- (3) 処理能力の検討のために GPSS-III を利用したシミュレーションを実施した。
- (4) 国鉄としては最初の ISO 準拠のタイプライタ式端末装置の設計およびその実用化をはかった。
- (5) システムテストを有効に実施するために、通

表 8 おもなプログラムモジュールの大きさ
(Table 8 Sizes of Main Program Modules)

プログラム・モジュール名	キヤラクタ数 (kch)	
スーパーバイザ	8.1	
コミュニケーション・モニタ	15.4	
I/O コントローラ (バッチ用を含む)	15.3	
伝送制御プログラム (DSR)	共通ルーチン	4.7
	高速回線ルーチン	7.8
	DT 型端末装置ルーチン	11.7
	電信交換機系ルーチン	12.9
処理プログラム (MCP)	8.9	
処理プログラム (MPP)	15.2	

常のデバッグ・エイドのほかに、処理コンピュータシミュレータおよび端末装置シミュレータを作成した。

- (6) ソフトウェアのテストを実施する前に、伝送回線、端末装置および通信制御装置などのハードウェアをテストするプログラムを作成し、有効に利用した。
- (7) ドキュメントの標準化とその実施がほぼ完全にできた。

こうしてシステム建設の作業は、処理能力の面でも、作業担当者一同の努力により、予測を大きく上まわりCPU占有時間が表5に示した値の半分以下にすることができるなど大きな成果をおさめることができた。

参考のため表8に完成した各プログラムモジュールの大きさを示す。

18. おわりに

データ交換装置のシステム建設を手順を追って述べてきたが、ここに述べた内容で建設されたシステムは、実際に稼動して約半年たつ現在、大きな問題もなく順調に稼動している。このことは、システム建設において考えてきたことが間違っただけでないことを示しているものとして、システム建設担当者として心強く感じることができる。

末尾ではあるが、このシステム建設にあたり、強力にご指導をくださった国鉄の尾関前通信課長をはじめ、国鉄および日本電気(株)の関係者一同に深く感謝する次第である。

(昭和45年12月17日受付)