

MARS-101 座席予約装置のシステムの設計

On Designing of the System for MARS-101 Seat Reservation Equipment

落 合 進* 高 橋 健 兼** 中 谷 信 夫***
Susumu Ochiai Takekane Takahashi Nobuo Nakaya

野 上 邦 茂**** 清 水 三重二****
Kunishige Nogami Mieji Shimizu

内 容 梗 概

国鉄 MARS-101 座席予約システムは、世界一のトラフィック密度をもつ旅客列車の座席が取り扱いの対象であり、そのサービス範囲は全国に及ぶものである。

本稿では、この大システムに要求される条件の分析、それに基づくシステム構成などシステム設計の概要について述べてある。

1. 緒 言

国鉄座席予約業務は、各列車の一つ一つの座席位置を指定して、あらかじめ切符を発行する方式でサービスを行なっている。この方式は航空機などで一般的にとられている便指定（定員確保）および前予約（電話予約）の方式と違っている。これを電子計算機を使ったシステムの対象としてみるときは、非常に大きな相違点になってくる。すなわち“座席位置を指定する”という方式のためには、対象となる全列車の座席の一つ一つを、旅客の乗降単位ごとに記録管理しなければならないということであり、大容量の記憶能力と、巧みな制御方式が必要になる。一方“切符を発行する”方式であるため、一人一人の旅客のサービス状況を、記録として残して管理することの必要性からのがれることができる。特に電話予約の場合には、システム外の不安定要素“人間の記憶誤り”がシステムの中に持ち込まれ、その処理に多くの努力が必要になるので、この方法をとらなくてよいことは、システム設計をやりやすくしている。

システム設計においては、このようなサービス上の基本的な条件に対応して、システム建設上生じる諸問題を予想し検討を加え、現在、可能な最高の技術の導入を図るとともに、将来の技術進歩、予約制度の改変、業務量の増加などに応じることができるよう柔軟性を考慮してある。

2. システム設計における基本的要求条件

この座席予約システムのシステム設計において、要求される基本的条件は次のとおりである。

(1) 迅速な予約サービス

全国どこが発売窓口からでも、どこを走る列車の座席でも、容易に迅速に座席指定券、寝台券などの切符が入手できること。

(2) 正確な予約サービス

乗客に対して、指定券などの誤りによる迷惑を防止するため、正確なサービス提供ができること、このため各種装置、特に窓口装置は取り扱いが容易で、操作誤りの少ないものであること。また、機械系自体には誤り検出機能をもたせ、予約結果を印刷し、切符として使用できるようにして、人手による転記の誤りを防止し、あわせて手数を省くこと。

(3) 予約業務の管理データの作成

予約状況をは握して、予約サービス計画立案のため、統計類の

作成が可能であること。

(4) 制度変更などに対する柔軟性

ダイヤ改正、料金改正、停止駅変更など制度変更が行なわれるとき、サービス停止などをせず対処できること。

(5) 経済的運用

全国的に配置される大規模なシステムであるので、システム各部の均衡がとれていて経済的な運用ができること。

(6) 高度の信頼性

予約の要求は多数の場所から任意の時間に発生して、トラフィック密度も高く、システムの停止は相当の混乱を引き起すので、十分な信頼性を保証できること。また収容座席のファイルは保守操作などによって損傷されないこと。

(7) 将来の業務の発展に対してシステムの増設ができること。

過去の実績からみても、予約業務の拡大にはめざましいものがある。システムの構成方式として、将来の業務拡大に対し、容易に応ぜられる方式であること。

3. システムの対象とする業務

国鉄で行なう指定座席に関する業務には、乗車券センターで予約台帳によって指定券類の発売を行なう業務と、営業局を中心とする管理部門において行なう営業計画とがある。この MARS-101 システムは、オンライン・リアルタイム処理で、前者の業務すなわち指定券類の発売を行ない、その発売データを一括処理方式によって分類集計して、計画部門にデータを提供する方式である。システム建設のためには、その手はじめとしてこれらの業務解析を必要とするが、特にリアルタイム処理系の業務を明確に定義し、端局装置（窓口予約装置）の機能決定を行ない、計画部門のためのデータ処理については、原始データとして端局装置のサービスデータを当てることにし、その様式などについては逐次必要に応じて決定することにしてある。

端局装置で扱う予約業務の制度は次のとおりである。

(1) 取り扱う指定券類

超特急券、特急券、特急寝台券、寝台券、座席指定券

(2) 予約期間

8日間（システム設計時は15日間であったが、制度変更により8日間になった。いずれにしても月の指定は行なわない）。

(3) 座席の表示方法

ブロック番号とA, B, C, Dまたは上, 中, 下の座標方式とする。

(4) グループ予約

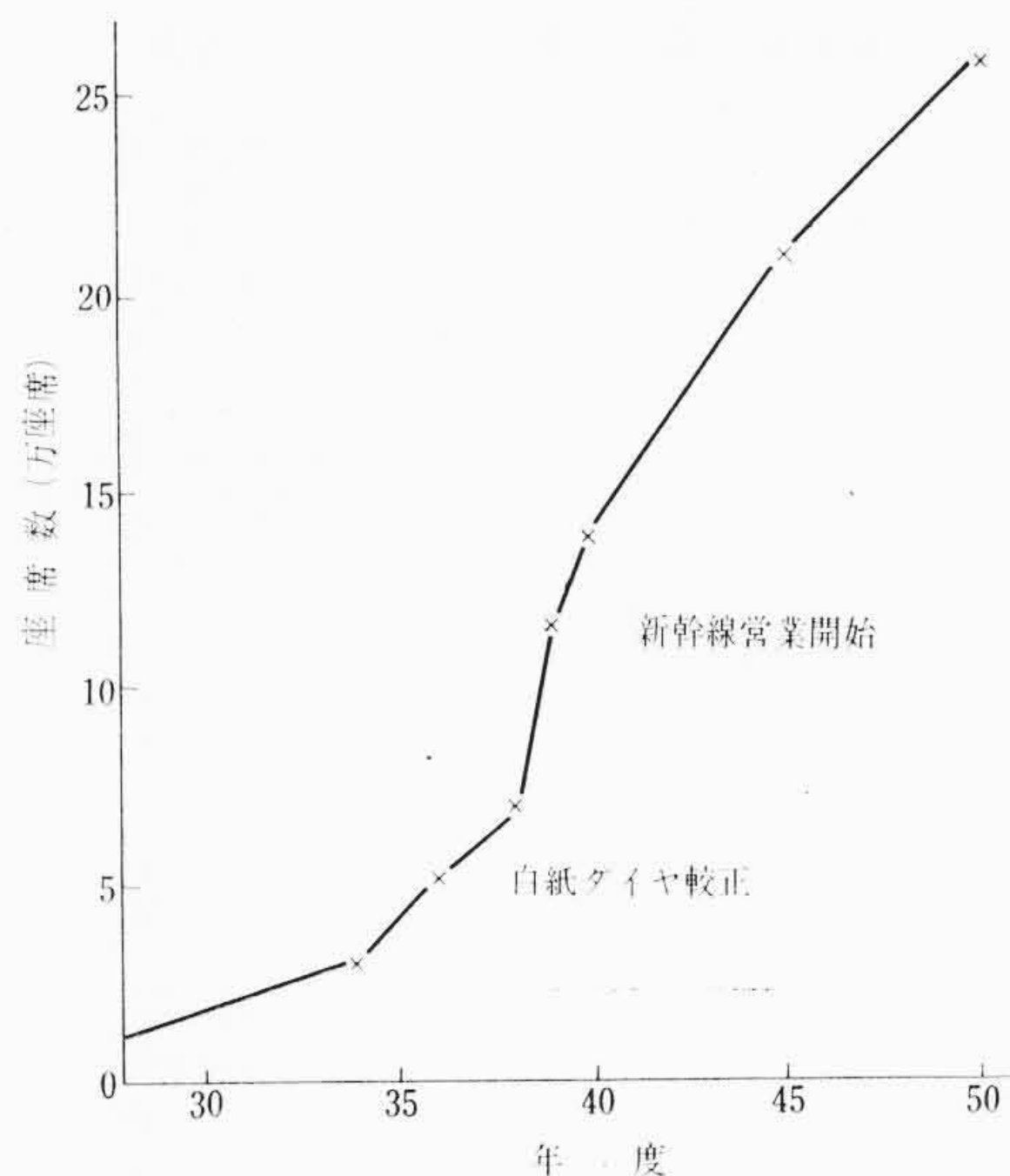
同時に4人まで隣接座席をサービスするようにする。

* 日本国有鉄道審議室

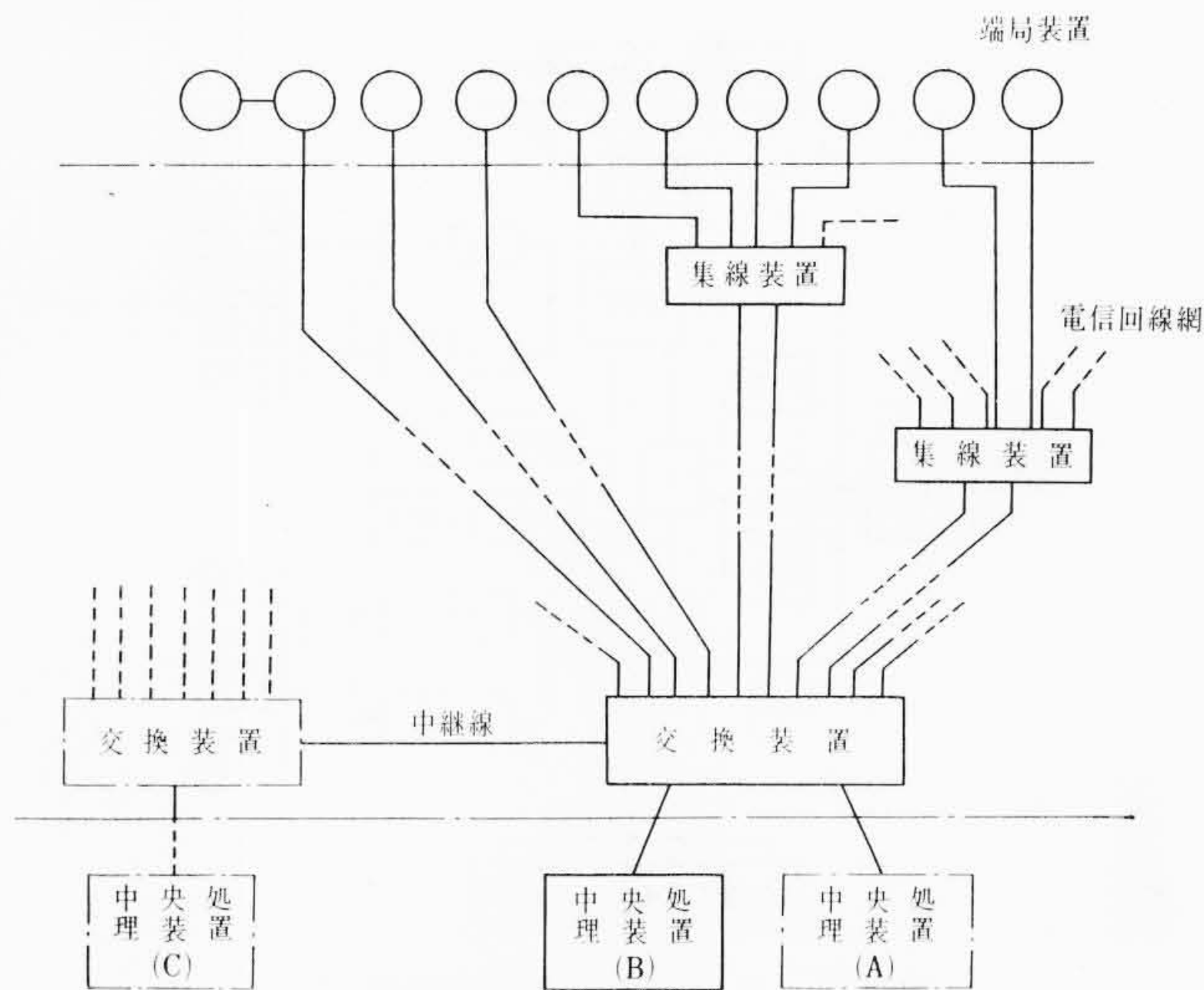
** 日本国有鉄道名古屋無線区

*** 日立製作所神奈川工場

**** 日立製作所本社



第1図 指定券類業務量



第2図 総合システム

(5) 料金制度

各指定券種の種別に応じた料金を券面に印刷する。ただし、端局装置からの情報としては等級種別のほか列車名を使用する。

4. システムの構成

指定券種の業務量を過去の実績から推定すると第1図のようになる。国鉄の座席予約業務は、主として回転する台帳と集中電話装置を用いて処理されてきた。新しく計画した今回の電子制御システムでは、このような既存する設備による業務量の一部をまず置き替え、逐次その規模を拡大する方法により建設することになった。したが

ってシステムの構成もこの建設の各段階に適合できるように考慮されている。

4.1 総合システム

総合システムは、第2図に示すように複数の中央処理装置と、全国主要地に配置される端局装置群からできており、その両者の間を電信回線網で結合する。電信回線網には回線能率を高めるために集線装置が用いられ、いずれの中央処理装置にむかうか方路を決定するために交換機が使用された。

中央処理装置は将来の業務量の増大を見越して複数にしたもので、一個所で数万座席を処理することにした。複数の中央処理装置がいずれの端局装置にも統一したサービスを提供するために第1、

第1表 送信符号構成表

送出番号	符号番号	内 容	操 作 種 別						
			照会	予約	車指定	指予約	取消	座表示	試験
0	①	局選択符号	○	○	○	○	○	○	○
1	②	予備符号	○	○	○	○	○	○	○
2	③	端局装置番号 A けた	○	○	○	○	○	○	○
3	④	端局装置番号 B けた	○	○	○	○	○	○	○
4	⑤	端局装置番号 C けた	○	○	○	○	○	○	○
5	⑥	操 作	○	○	○	○	○	○	○
6	⑦	等 級	○	○	○	○	○	○	○
7	⑧	割 引	—	○	○	○	○	—	○
8	⑨	座 席 数	○	○	○	○	○	—	○
9	⑩	局選択符号	○	○	○	○	○	○	○
10	⑪	列車番号	○	○	○	○	○	○	○
11	⑫	列車番号 10 位けた	○	○	○	○	○	○	○
12	⑬	列車番号 単位けた	○	○	○	○	○	○	○
13	⑭	乗車駅 100 位けた	○	○	○	○	○	○	○
14	⑮	乗車駅 10 位けた	○	○	○	○	○	○	○
15	⑯	乗車駅 単位けた	○	○	○	○	○	○	○
16	⑰	降車駅 100 位けた	○	○	○	○	○	○	○
17	⑱	降車駅 10 位けた	○	○	○	○	○	○	○
18	⑲	降車駅 単位けた	○	○	○	○	○	○	○
19	⑳	日 付 10 位けた	○	○	○	○	○	○	○
20	㉑	日 付 単位けた	○	○	○	○	○	○	○
21	㉒	車両番号 10 位けた	○/—	○/—	○	○	○	○	○/—
22	㉓	車両番号 単位けた	—/—	—/—	○	○	○	○	—/—
23	㉔	ブロック番号 10 位けた	—/—	—/—	○	○	○	○	—/—
24	㉕	ブロック番号 単位けた	—/—	—/—	○	○	○	○	—/—
25	㉖	座席位置 若 番	○/○	○/○	○/—	○	○	○	○/—
26	㉗	座席位置 老 番	—/—	—/—	—	○	○	—	—/—
27	㉘	確 認 符 号	○	○	○	○	○	○	○
備考	座席寝台別	寝座	寝座	寝座	寝座				寝座
		台席	台席	台席	台席				台席
備考	構成長短別	長	短	長	短	長	長	長	長
		短	長	短	長	短	短	短	短

注1. 各符号はチェック用 1 ビットを含む 5 ビット構成とする。

注2. — は 0 で送る。斜線は送らない。

第2-1表 受信符号構成表

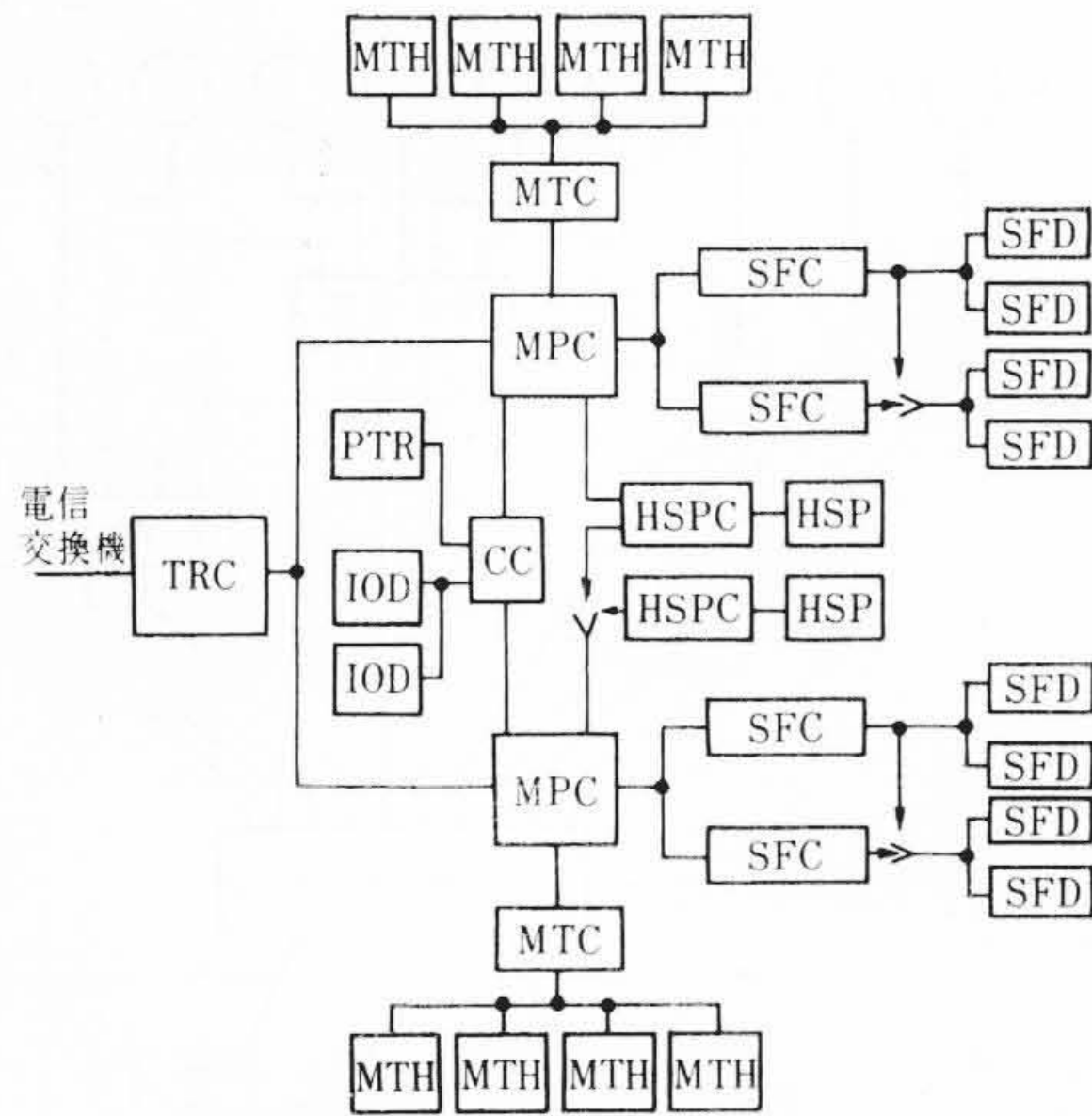
操作	照 会	予 約	車指定予約	指定予約	取 消	座席表示	試 験
解答 送出 順序	YES NO YES, NO 以外	YES YES 以外	YES YES 以外	YES YES 以外	YES YES 以外	YES YES 以外	YES YES 以外
	0	0	0	0	0	0	0
1	①	①	①	①	①	①	①
2	②	②	②	②	②	②	②
3	③	—	③	③	③	③	③
4	④	—	④	④	④	④	④
5	⑤	—	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
6	⑥	—	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
7	⑦	⑦	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
8	⑧	—	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨
9	⑨	—	⑩	⑩	⑩	⑩	⑩
10	—	—	⑪	⑪	⑪	⑪	⑪
11	—	—	⑫	⑫	⑫	⑫	⑫
12	—	—	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬
13	—	—	⑭	⑭	⑭	⑭	⑭
14	—	—	⑮	⑮	⑮	⑮	⑮
15	—	—	⑯	⑯	⑯	⑯	⑯
16	—	—	⑰	⑰	⑰	⑰	⑰
17	—	—	⑱	⑱	⑱	⑱	⑱
18	—	—	⑲	⑲	⑲	⑲	⑲
19	—	—	⑳	㉑	㉑	㉑	㉑
20	—	—	㉒	㉒	㉒	㉒	㉒
21	—	—	㉓	㉓	㉓	㉓	㉓
22	—	—	㉔	㉔	㉔	㉔	㉔
23	—	—	㉕	㉕	㉕	㉕	㉕
24	—	—	㉖	㉖	㉖	㉖	㉖
25	—	—	㉗	㉗	㉗	㉗	㉗
26	—	—	㉘	㉘	㉘	㉘	㉘
27	—	—	㉙	㉙	㉙	㉙	㉙
28	—	—	㉚	㉚	㉚	㉚	㉚
情報 区別	2	2	1	3	4	5	1
備 考							

第2-2表 符号内容表

符号 番号	内 容
◎	第2 応答
①	予備符号
②	解 答
③	車両番号 10 位けた
④	車両番号 単位けた
⑤	ブロック番号 10 位けた
⑥	ブロック番号 単位けた
⑦	残座席数
⑧	座席位置 若番
⑨	座席位置 老番
⑩	料金 A 1,000 位けた
⑪	料金 A 100 位けた
⑫	料金 A 10 位けた
⑬	料金 B 1,000 位けた
⑭	料金 B 100 位けた
⑮	料金 B 10 位けた
⑯	料金 C 1,000 位けた
⑰	料金 C 100 位けた
⑱	料金 C 10 位けた
⑲	料金 D 1,000 位けた
㉑	料金 D 100 位けた
㉒	料金 D 10 位けた
㉓	要求番号 100 位けた
㉔	要求番号 10 位けた
㉕	要求番号 単位けた
㉖	空席位置 1
㉗	空席位置 2
⋮	⋮
㉙	空席位置 25

注 1. ◎ 内の番号は符号番号を示す。

2. 情報区別は端局装置の受信情報長の判別種別を示す。



第3図 中央処理装置接続系統図

第3表 中央処理装置機能

略号	品 名	操 作
CC	制 御 卓	中央処理装置全般の制御操作および監視を行なう。
IOD	入 出 力 装 置	印字、サン孔または印字サン孔を行ない、また統制処理装置へ情報を送出する。
PTR	光電式テープ読取機	サン孔テープを読み取って統制処理装置に情報を送出する。
MPC	統制処理装置	電子制御系の中心となって座席ファイル制御装置を制御し、情報を総合的に演算処理する。
SFC	座席ファイル制御装置	磁気ドラム装置を制御して座席のサーチングを行なわせる。
SFD	座席ファイル用磁気ドラム装置	座席ファイル制御装置から指令を受けて座席の書込み、読み出しおよび消去ができる。
MTC	磁気テープ制御装置	磁気テープ装置の制御および磁気テープと統制処理装置間の情報の授受を行なう。
MTH	磁気テープ装置	磁気テープ制御装置から各種制御信号を受けて、情報の書込み読み出し消去の動作を行なう。
HSPC	高速度印刷機制御装置	統制処理装置の命令により高速度印刷機を制御する。
HSP	高速度印刷機	高速度印刷機制御装置からの情報より印字を行なう。
TRC	送受信制御装置	電信交換機からの要求情報を統制処理装置に送り、回答を統制処理装置からとり出して返送する。

2-1, 2-2表のような標準符号を用いて符号通信を行なうことにした。このような標準符号を用いれば、逐次増設されるシステムは相互に結合ができ、この条件のもとに進歩した技術の採用も可能である。この実施計画は電話交換網の建設に似ており、ダイヤル符号を用いて、ステップバイステップ方式、クロスバ方式、電子交換方式などが、技術の発展状態に応じて各種、地域別に混在しているようなものである。ただし座席予約システムにおいては、符号通信の全部（数百ビット）が共通語として使用されるものであることに注意を要する。

4.2 中央処理装置の構成

中央処理装置については別に詳述されているので、ここでは概括的に述べることにする。

座席予約システムの中央処理装置としては、リアルタイム処理の発売業務と管理資料のための分類集計による一括データ処理の機能が必要である。この機能を遂行するため割込処理機能を有するディジタル電子計算機を使用することにし、その周辺に国鉄座席予約業務に特有の情報処理を行なうためのテーブルコンピュータ、座席ファイル制御装置を付加する方式が採用された。また高トラフィック密度に対応するため並列プログラムにより処理速度を高めるとともに、信頼性を高めるため、並列運転方式を採用した。

中央装置の構成および各装置の機能概略を第3図、第3表に示す。

4.3 端 局 装 置

端局装置は直接旅客に接する場所に設置され、その要求をシステムの中に取り入れ、回答を切符として印刷して提供する装置であっ

第4表 端局装置操作および回答表

操 作 種 別		予 約	照 会 (縮切)	指 定 予 約	号 車 指 定 予 約	取 消	座 席 表 示	試 験
		A B C 形	A B C 形	B C 形	B C 形	B C 形	B C 形	A B C 形
操 作 種 別	操 作 種 別	○	○	○	○	○	○	○
	車 番	○	○	○	○	○	○	○
	ブ ロ ッ ク 番 号	○	○	○	○	○	○	○
	座 席 位 置	○	○	○	○	○	○	○
	列 車 名 (縮 切)	○	○	○	○	○	○	○
	乗 降 車 駅 名	○	○	○	○	○	○	○
	乗 車 日 付	○	○	○	○	○	○	○
	乗 車 種 別	○	○	○	○	○	○	○
	上 下 車 種	○	○	○	○	○	○	○
	座 席 引	○	○	○	○	○	○	○
回 答 制 御	回 答 表	○	○	○	○	○	○	○
	車 番 表	○	○	○	○	○	○	○
	ブ ロ ッ ク 番 号 表	○	○	○	○	○	○	○
	座 席 位 置 表	○	○	○	○	○	○	○
	列 車 名 表	○	○	○	○	○	○	○
	乗 降 車 駅 名 表	○	○	○	○	○	○	○

て、全システムの構成の中でシステムの顔ともみられる部分である。また機械系からみれば、人間と機械系とが話しをする部分であり、しかも多数の係員によって操作されるので、機能を決めるに当たっては一般の電子計算機の入出力機器を意識しないで、システムに適合する新しい装置を開発する方針をたて、次のような基本事項を満足させる方式にした。

- (1) 窓口で行なう予約サービスに必要十分な機能をもたせること。
- (2) 操作が容易で取り扱いに際し誤りの介入する余地の少ないものであること。
- (3) 出力として旅客に提供できる切符を印刷するものであること。
- (4) 窓口事務の流れの中にはいつて迅速に業務処理が行なえるものであること。単位処理時間は30秒内外にすること。
- (5) 価格はサービスコストを下げ得るものであること。

指定券類の発売窓口には、これらの端局装置を設備して直接旅客にサービスするものと、たまにしか指定券類の発売を行なわないので、これらの端局装置を設備するに至らないものがある。この後者の直接座席台帳を参照する能力のない窓口に対しては、電話によって問い合わせを行なわせ、これを受け付けて予約操作を行なって回答を通知する中継業務を行なう予約センタを設けることにした。これらの普通窓口用と、中継業務用両者の機能を全部の端局装置に持たせることは経済的でないので、形式をA, B, Cの3種に分け、それぞれ必要な機能のみを持たせることにした。各形式の機能概要は次のとおりである。また操作ならびに回答事項は第4表に示すとおりである。

(1) A 形

一般発売窓口用で、予約、照会（縮切）および試験（集計）操作が可能であり、出力として切符を印刷する。この形式は一番多く使われるものである。このように機能を限定した結果、第6図にみられるように非常に単純な形になり、システムコストの低減にも役だっている。

(2) B 形

A形の機能のほかに、座席位置を指定して予約、車両番号を指定した予約、および解約の機能をもったもので、中継業務または解約業務も行なう場所で使用するものである。

(3) C 形

中継業務専用で、操作種別はB形と同じであるが、切符が不要であるので、回答には普通のタイプライタを使用し、一行に一回答を印刷する。

4.4 伝 送

伝送網は50ボアの専用電信回線で構成することにした。第1, 2表のように伝送情報量を整理したので50ボアの速度で一つの呼当たり5秒内外の保留時間である。このように保留時間が短いために次のような特長のある伝送網を構成することになった。

(1) 回路使用方式、

複流の半2重方式

(2) 接 続 監 視

送受信線の転極により回線接続の監視を行なうが、端局装置と中央装置との間の情報伝送監視のため1けたの確認信号を使用する。

(3) 交 換 方 式

3ビットの局選択信号により方路決定を行なう。接続は自動待合せ方式とし、平均待合せ時間を平均保留時間の1/10以下に構成し、時間監視によりロックアウトを行なって無効保留を防ぐようにする。

(4) 符 号 構 成

4ビットの情報と1ビットのパリティ信号により1けたの符号を構成する。

(5) 伝 送 情 報 群

1伝送単位に1対のスタートおよびストップ信号を付加した群調歩式を採用し、各けたのスタート、ストップ信号を省略する。

(6) 誤りの訂正

符号群の中のパリティおよび情報長を判定して誤りが検出された場合は、群全部を再送する方式とする。なお再送訂正は中央装置に対する要求信号を再発信とし、回答情報を自動再送方式にした。

5. システムの処理能力

5.1 中央処理装置の処理能力

最終的には第1図に示した業務量を処理する能力が必要であるが、中央装置1式で処理する能力は、3万座席から7万座席程度で処理するものと考え、トラフィックの変動を勘案して1秒間に20件程度とした。トラフィック条件は次のとおりである。

a : 一つの呼で発売される切符の平均枚数	1.5 枚
b : 一つの座席が分割発売される平均枚数	1.5 枚
c : 最繁時集中度	0.3
d : 無効呼率 (切符を発売しない呼/発売する呼)	1.0
e : 中央装置の最繁時能率	0.6
t_0 : 平均処理間隔	
N : 収容座席数	

処理能力は

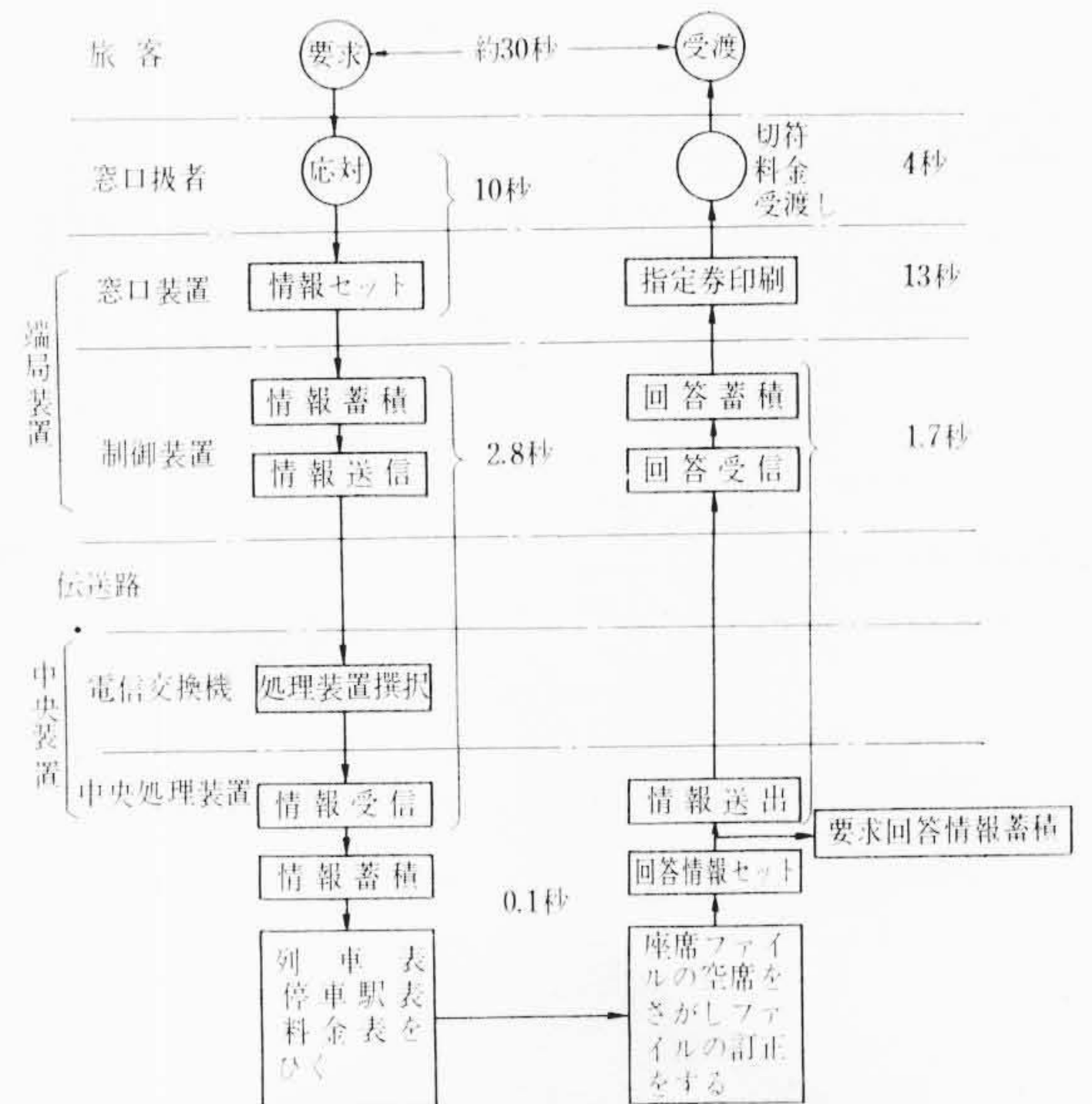
$$t_0 = \frac{3,600 a \cdot e}{(1+d)b \cdot c \cdot N} \dots \dots \dots (1)$$

仮定を入れると

$$t_0 = 5,400 / N \dots \dots \dots (2)$$

収容座席を7万座席とすると、約80msに1件の割合で処理する能力が必要になる。

座席予約業務においては、季節的にトラフィックが変動することがわかっているが、その大部分が無効呼の増大という形で現われる。(1)式で明らかなように、呼の増大に対して処理能力に限度がある場合には能率 e が増大し、結果として呼の待ち行列の延長となる。



第4図 自動化後の業務の流れと処理時間の配分

このために中央処理装置のリアルタイム業務処理方式では、各処理単位ごとにバッファ・メモリを用意して、待合せ制御を行なっている。

5.2 端局装置の処理能力

端局装置の処理能力、性能を決定するに当たっての設計目標は次のような考慮に基づいて行なわれた。

(a) 発売に要する時間的条件

指定券の発売に要する時間は、単なる乗車券発売より時間がかかることはやむを得ないが、発売窓口で台帳を持って発売するよりも短いことが一つの目安となる。

(b) 待合せ時間の許容

端局装置の処理時間を決定するに当たり、現在の技術レベルから端局の入力から出力までの処理時間を仮定して(約30秒で1枚発売と仮定した)この程度であれば数人の待ち合わせが出るとは許容できると考えた。

算定は、旅客が窓口に対してはランダムに到着するとの仮定で、平均行列長さを3人としたとき(1人の客の処理時間の3倍待ち合わせる)1日の処理呼数は、別途計算によれば1端局最大約500件である。

(c) 地域的分散と能率

指定券類の発売で繁忙な窓口と閑散な窓口が地域的に分布しているが、これらの分布形を実績から推定し、全発売量の約90%を直接窓口から予約できるように端局装置を配置することにした。

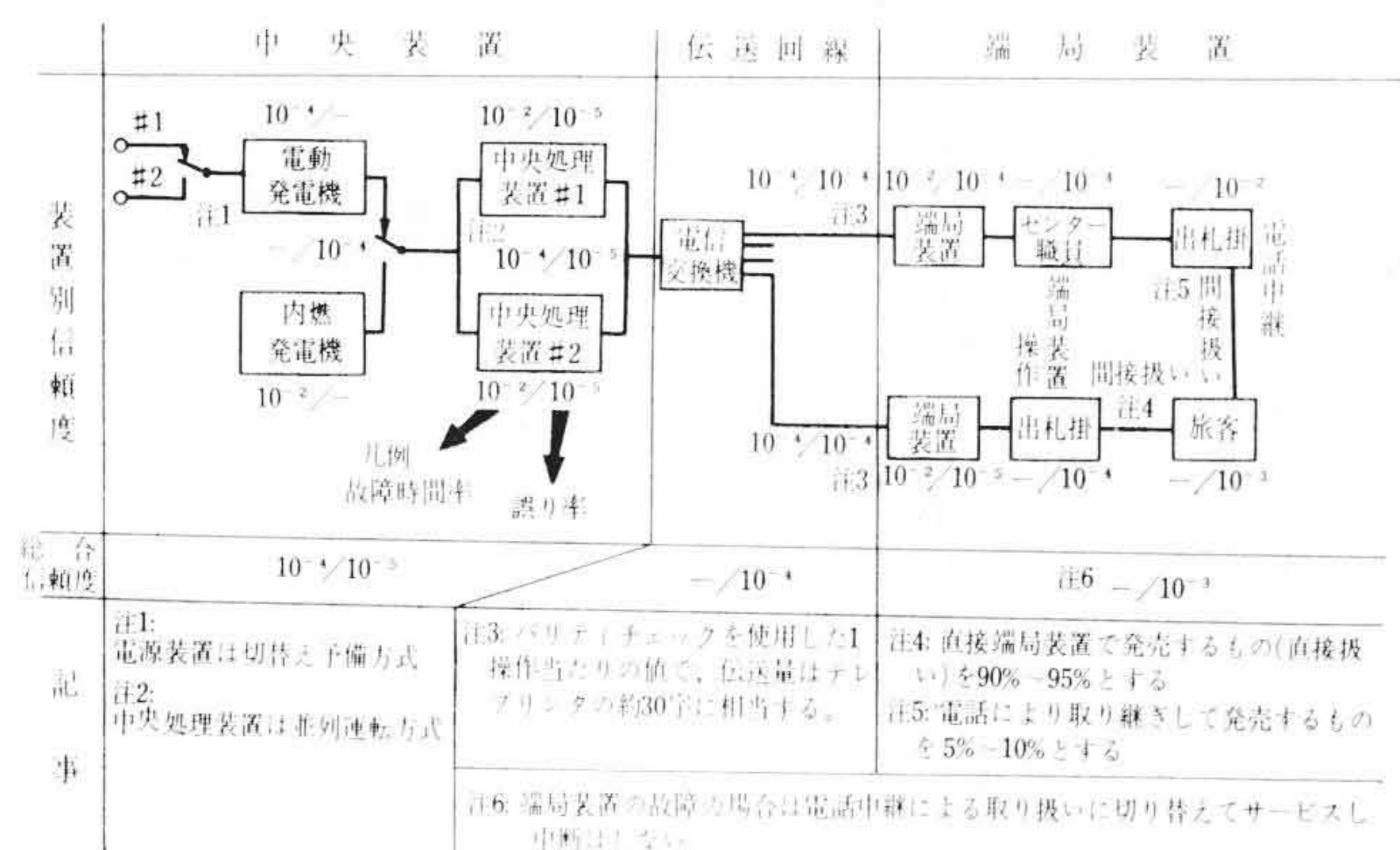
このように端局を配置した場合、端局装置の平均能率は約70%である。

この場合、処理時間のシステムにおける配分を図示すると第4図のようになる。

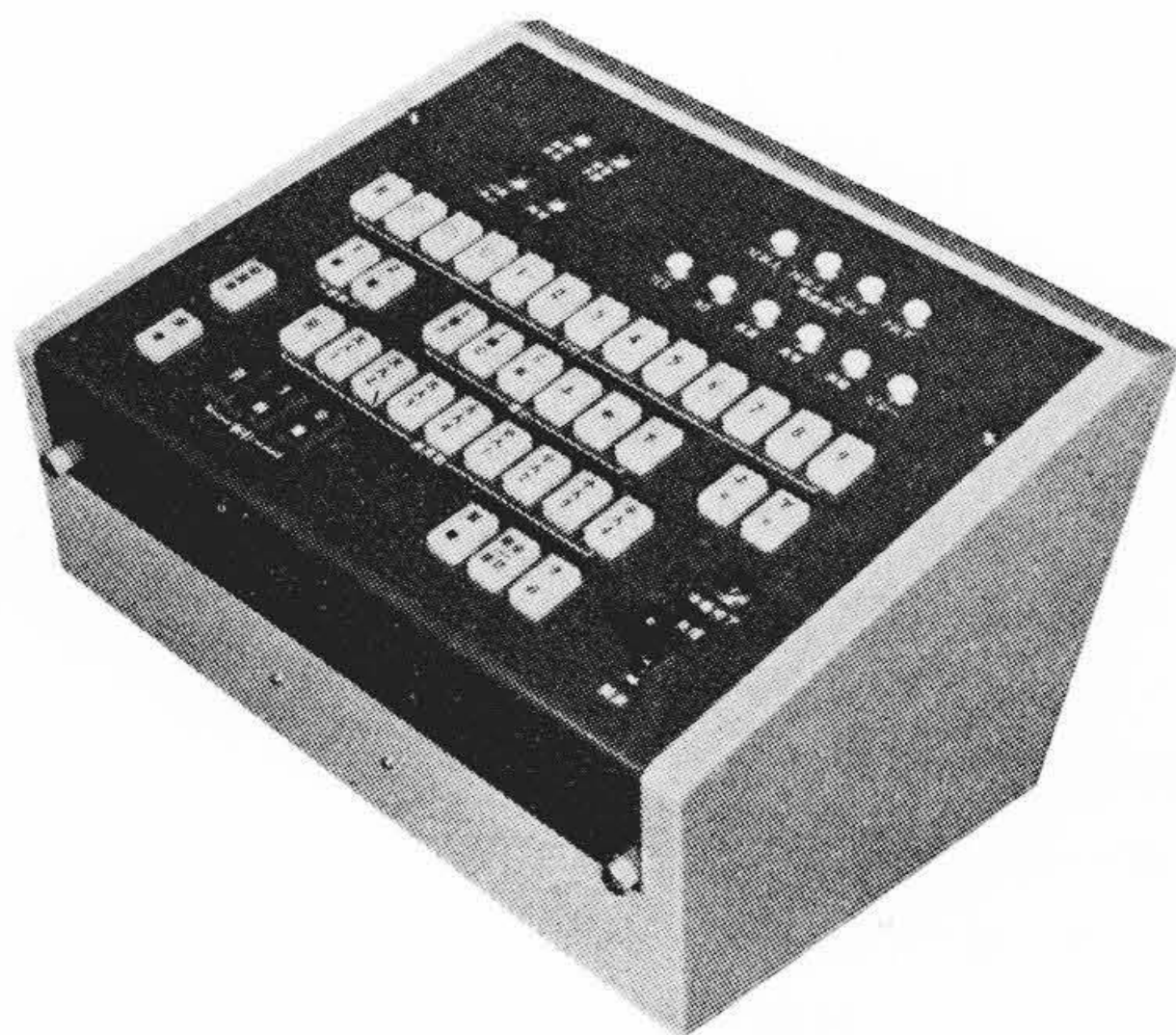
6. システムの信頼性

国鉄座席予約の業務のようにトラフィック密度の高いシステムの場合には、その信頼性が大きな問題となってくる。

システムの信頼性を論ずる場合に、機器故障を対象に論ずる場合と誤りに対して論ずる場合とがある。前者については機能が満たされるか満たされないかで故障を定義することによって、システムをモデル化して計算を行ない、冗長度を付加すればいくらかでも信頼性を上げることができるといわれている。誤りの検出訂正についても同様に理論化が行なわれている。しかしシステム設計の立場からみ



第 5 図 座席予約システム信頼度配分図



第 6 図 A 形端局装置操作盤

ると、それらの理論がそのまま設計の中にとり入れられるには、まだ複雑なシステムへの適用性の点からいろいろの問題がある。そこで過去における類似システムの信頼度から各構成機器の期待し得る信頼度を想定し、各段階における冗長系のあり方を決定した。その配分を第 5 図に示す。各段階の冗長系の考え方は次のとおりである。

- (1) 受 電 系 熱予備自動切替方式
- (2) 安定電源装置 冷予備自動起動、手切替方式
- (3) 中央処理装置 並列処理随時保守方式
- (4) 交 換 装 置 多重経路方式
- (5) 端 局 装 置 随時保守方式とし、機器故障時は他経路(電話系を使用)によりサービスを行なう方式

なお図中に示した数字は期待値であり、保守能力とも関連して実績により統計値が得られると思われるので、将来の機器増設においては、より精密な値に基づいてシステム設計が行なわれ得るようになるであろう。

7. 保 守 方 式

システムの機能を維持するためには、国鉄職員による常駐保守(中央処理装置)と巡回保守(端局装置)の方式がとられることになる。一般的には保守作業は機能維持の役割りをもつとされているが、MARS-101 の場合はリアルタイムシステムであるために、従来の電子計算機の保守とは異なりより即時性が要求され、一刻も早くサービスを再開することに意識を集中することが必要となってくる。冗長系をもつ場合、サービスを再開することとその状態を保存して故障点を追求するということは、矛盾した面をもつので、その調和については、実績と熟練によるよりほかないと考えられる。この面については運用後の実績報告を期待したい。

8. 結 言

国鉄の座席予約システムは、昭和 32 年“事務近代化通信網調査研究委員会”において重点的に討議検討が行なわれて以来、諸先輩の非常に大きな努力の集積のうえに、直接には阪本捷房先生を委員長とする“座席予約通信系の研究委員会”の討論結果に基づいて、穂坂衛先生のご指導を得て国鉄電気局、鉄道技術研究所自動制御研究室、東京電気工事局、そのほか国鉄関係者多数と日立製作所コンピュータ事業部および通信機事業部の担当者の密接な協力の結果完成したものである。ここに深く感謝の意を述べさせていただく次第である。

参 考 文 献

- (1) 落合進, 岸本利彦, 高橋健策, 清水三重二, 小川茂: 座席予約システム, 鉄道通信 第 12 卷 12 号, 第 13 卷 1~6, 8~12 号
- (2) 鉄道技術協会: 座席予約通信系の研究報告書
- (3) 日本国有鉄道仕様書 電 12800 号
- (4) 穂坂衛, 井上晴雄, 安部城一: MARS-101 における割込処理方式, 昭和 38 年度情報処理学会全国大会予講
- (5) 日本国有鉄道仕様書 電 12801 号
- (6) 日本国有鉄道仕様書 電 12811 号
- (7) 岸本利彦, 清水三重二, 小川茂, 平子叔男: リアルタイム処理系の交換方式の一例について, 昭和 37 年度電気通信学会全国大会予講
- (8) 川崎義人: 信頼性技術の現状, 電気通信学会誌 第 47 卷 1 号
- (9) 鉄道技術協会: 電子装置保守方式研究報告書
- (10) 坂田龍範: 新座席予約装置の保守体制について, 鉄道通信 第 15 卷 第 2 号