

日本国有鉄道座席予約発券用新端末システムの開発

Development of New Terminal System for JNR's Seat Reservation & Ticketing System

日本国有鉄道の「みどりの窓口」で親しまれているマルスシステムで、合理的な窓口統合を目指した総合予約発券システムへの移行が行なわれている。既設置端末装置の更新と従来の指定席券に加え、多様な乗車券類を1台の端末装置で発券するために、新しい端末システムの開発が必要となった。

端末制御装置によるローカル処理を採用し、中央システムとの適切な処理分担によって漢字化券片の高速発券を実現しながら、運用情報の中央一元管理と、運用変更などのシステム環境の変化に柔軟に対処できる端末システムを構築した。

本稿ではこの新端末システムの開発に当たって配慮した設計思想と、特徴的機能及び端末構成機器の全般にわたる性能概要について述べる。

劔重壽和* *Toshikazu Kenjū*
 蓮村 誠** *Makoto Hasumura*
 播本 寛*** *Hiroshi Harimoto*
 西牧武彦*** *Takehiko Nishimaki*
 鈴木重夫**** *Shigeo Suzuki*

1 緒 言

MARS(Magneto-electronic Automatic Seat Reservations System:日本国有鉄道のマルスシステム)は二十有余年の歴史をもち、全国約1,800台に及ぶ端末によって1日70万席の列車指定席を扱う一大オンラインシステムである。「みどりの窓口」で親しまれている全国の駅や旅行センターの窓口には、中央計算機に結ばれた予約発券用端末装置が配置され、指定券類の予約発券業務を主体に、旅行者の便を図っている。

これらの端末装置はその時代のニーズと裏付けされる技術によって、種々の形式が開発適用されて現在に至っている。しかし、過去に製作された最も新しい形式でも、開発後既に10年を経えており、中央システムを含め新しい技術を適用した時代の要求にこたえる高機能システムへの切替えが行なわれようとしている。

近年、旅行の方法や内容がバラエティーに富んだものとなり旅行客の様々な要求を満たすため、単に旅客の求める指定席券を発売するにとどまらず、発売側からの企画の売込みを含めた多様な券種の発売を可能にすることが求められている。また一方では、乗車券発売窓口との統合など合理的な窓口を構成するために、1台の端末装置で多種類の券片を発行可能とする要求がある。¹⁾

今回この従来端末の機能を吸収し、かつ装置の若返りを図るとともに複合高機能化した総合予約発券端末システムを開発したので、この端末システムの設計思想と構成上の特徴について述べる。

2 新端末システムの特徴的機能

2.1 要求された機能

中央システムの機能を十分に発揮し、従来の指定席券の発売に加えて、ほとんどすべての乗車券類を発行する総合発券端末装置を開発する。更にこの端末装置は、窓口業務に伴って発生する後方業務処理の改善ができることと、システム環境変化に対し柔軟に対処できるものであることが要求された。

表1に開発目的と要求機能及び実現に要する技術を示す。以下、これらの諸要求機能実現のために検討した設計思想と手法について述べる。

2.2 オンライン分散処理

この端末システムでは、中央集中処理とローカル処理の両長所を兼ね備えた、予約発券システムとして最適なオンライン分散処理システムを構築した。図1に接続構成を示す。

従来のシステムでは、中間に処理装置を介することなく端末装置が中央装置に接続され、すべて中央装置によって集中処理されていた。これは在庫問い合わせ形商品である座席の中央一元管理と、集計業務の中央管理を行なう上で優れたシステムを構成していた。しかし、この方式では予約を要さない乗車券や料金券を発売する場合でも中央処理となり、回線の伝送時間が長くなること、特に漢字券面のドット出力時は従来の出力データの数十倍のデータを伝送することとなり、この処理形態のままでは高速発券の要求を満たすことが困難である。

高速発券を実現するには、回線を伝送するデータ量を極力少なくすることが必要で、乗車券類の非在庫・口座登録形券片の出力データを端末側の口座ファイルに登録格納しておき、この口座ファイルから券面データを出力するローカル発売方式の採用が不可欠となった。一方、多様な券面を漢字出力するためには9種類に及ぶ文字サイズと、このうち主要な文字

表1 開発目的と要求機能 中央システムの機能を十分発揮する高機能端末が要求された。

開発目的	要求機能	必要技術
総合発券	漢字券面	漢字処理
	高速応答	ローカル処理
	入力の多様化	CRT入力、駅名キー
後方業務の改善	集計・廃札管理の単純化	中央一元管理
	回復操作の簡略化	通番制御方式
	自動取消し・自動改札	磁気化券の採用
柔軟なシステム	運用変更の容易性	TCEファイルのリモートメンテナンス
	ローカル色の付与	

注：略語説明 CRT(Cathode Ray Tube)
 TCE(Terminal Control Equipment: 端末制御装置)

* 日本国有鉄道新幹線総局 ** 日本国有鉄道情報システム部 *** 日立製作所旭工場 **** 日立製作所ソフトウェア工場

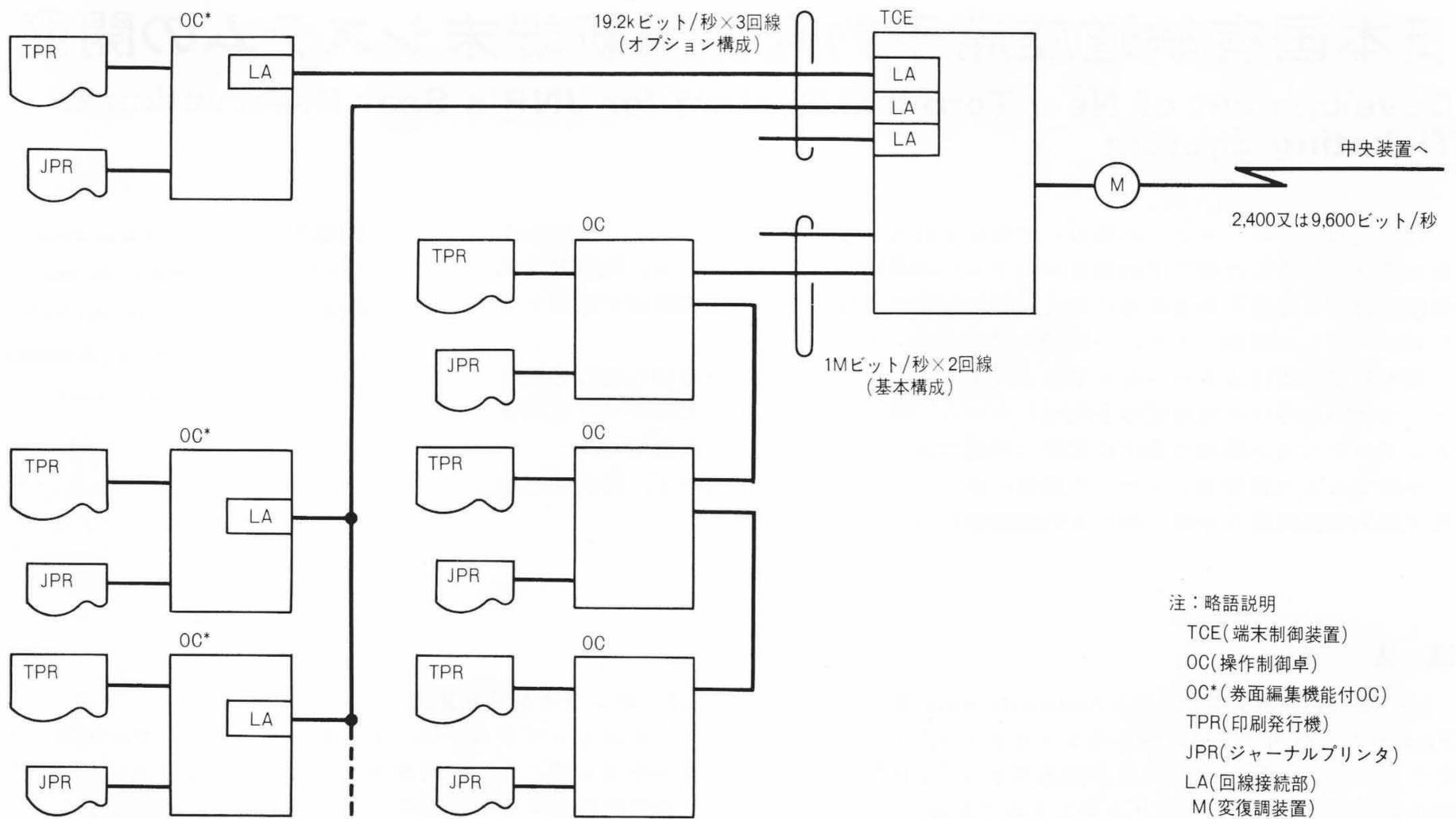


図1 端末システムの接続構成 1台のTCEで最大6台のOCを制御する。TCE~OC間は接続距離によって2種類の回線を選ぶことができ各回線には最大3台のOCを接続できる。

サイズについては各々2,000を超える文字を使用する本格的漢字処理が必要となる。しかし、この漢字処理とローカル発券処理には、相当のハードウェアリソースを必要とし、これを各端末装置に具備することはシステムコストの上昇を来し実現困難である。経済性を満たしながらこれを実現する手段として、窓口端末装置であるOC(Operating Console:操作制御卓)を複数台まとめて制御するTCE(Terminal Control Equipment:端末制御装置)を設け、ここにローカル処理用リソース

を集中し券面編集とローカル発券業務を分散処理するとともに、対中央回線の有効利用を図るための集配信制御を行なう方式を採用した^{2),3)}。この分散処理による要求機能の実現方法について図2により説明する。

(1) 高速応答

TCEとOCを同一駅構内に設置する場合には、両装置間は先の図1に示したように同軸ケーブルによる1Mビット/秒の高速伝送路で結ばれる。OCから発信された要求電文は、TCE

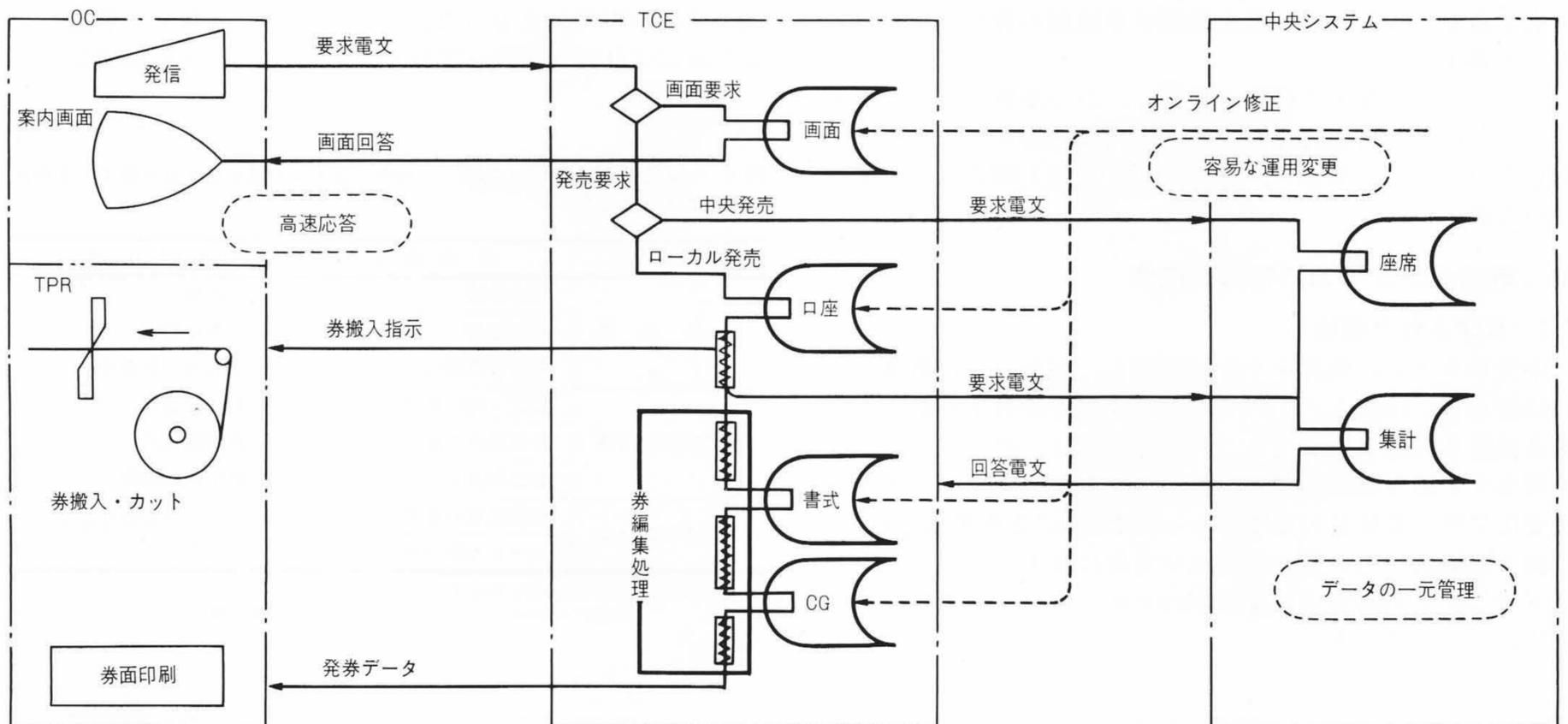


図2 TCEによる分散処理 ローカル処理による高速応答と中央によるオンライン集中処理の両特長が生かされ、最適な予約・発券システムとなっている。

で要求内容が判定され、案内画面の要求のときはTCEに格納している画面ファイルから直ちに画面データをOCのCRT (Cathode Ray Tube)表示部へ出力する。電文が発売要求であるときは、更にローカル発売か否かを判定し、ローカル発売の条件を満たす場合は直ちにローカル発売処理を行なう。すなわち、ローカル口座ファイルから発券データを読み出した後、OCに接続されたTPR (Ticket Printer:印刷発行機)に対し、まず券片を印字位置へ搬入する指示信号を出力し、続けて口座から読み出した発券データと、券面編集用の書式とCG(Character Generator)データによって券面のドット編集を行なう。TCEとOC間的高速回線が対中央回線の400倍の速さで接続されていることと、発券までの処理がすべてTCE内で処理され、更にTPRの券搬入動作と券面編集が並行処理されるため、口座をもつ乗車券類の高速発券が可能となる。また中央発売の場合にも、券面様式情報(書式)をTCEの書式ファイルに格納しているため、発券用回答データは書式にはめ込む漢字コードだけでよく、中央~TCE間の電文短縮による発券時間短縮に寄与している。図3に中央発売とローカル発売の発券タイムチャートを示す。

(2) データの一元管理

指定席券の発売など予約を必要とする場合は、要求情報を中央システムに送信し、中央で一元的に管理される座席ファイルにアクセスして予約を行なった後、回答データをTCEに受け、発券データについてはTCEの書式とCGデータを使ってTCEで券面編集を行なう。

もう一つの中央集中管理を要するデータとして、集計データが挙げられる。これは各OCごとの発売や取消操作に伴って発生する一定期間の発売枚数や発売金額であり、中央で一元的に管理され営業上の数値として活用されるほか、窓口の係員引継などに際し端末に出力され、窓口の収受額との照合などに使われる。中央発売時はもとよりローカル発売に当たっても、TCEの処理に並行して要求電文が中央に送信され、中央で集計値が更新される。そして、その結果が端末側に出力される。

TCEやOCは、中央から渡された集計値を以前の値に上書きするだけで独自に集計値の加算・減算を行なわないが、ローカル処理による集計結果も含めて常に中央と端末の集計値の一致がとれる仕組みになっている³⁾。

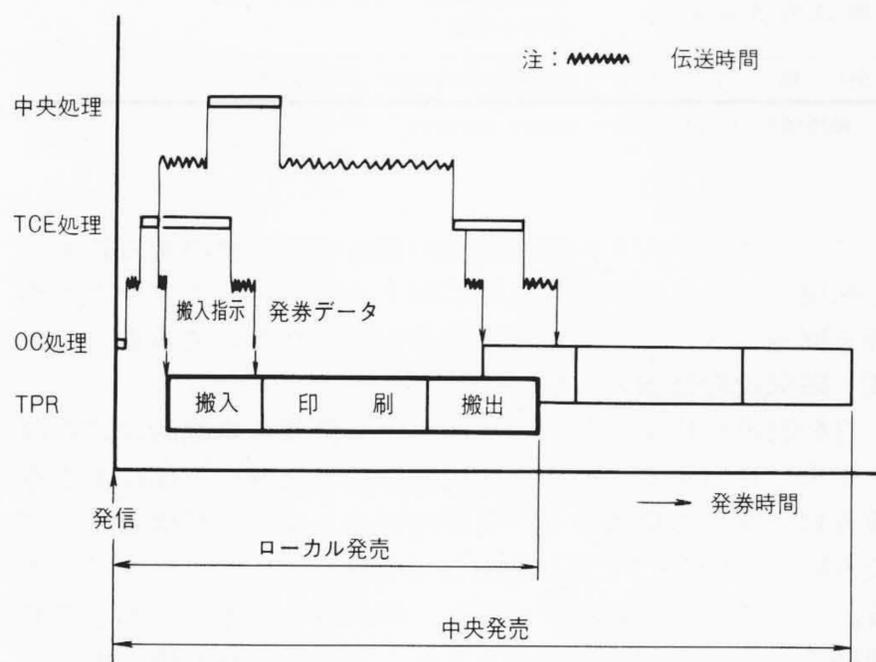


図3 発券処理タイムチャート 予約を要さない乗車券類はTCEのローカル発売による高速発券が行なわれる。

(3) 運用変更への柔軟性

TCEで保有するデータファイルのうち、業務運用に関するファイル類はすべて中央システムとの間で、回線を経由してメンテナンスする手順を決めた。例えば、図2に示す画面・書式・CGを格納するファイルについては、中央システムで行なわれる毎日の日替り処理をきっかけにし、TCEのファイルバージョンと中央のファイルバージョンの照合がなされ、この結果不一致が検出されると、中央から新たなファイルデータが回線を通して自動的にロードされる。したがって、これらのファイルの改訂を要する場合は、中央であらかじめファイルのバージョンを更新するだけで、すべてのTCEのファイルが日替り処理をきっかけに一斉に更新される。

ローカル発売に使用する口座ファイルは、OCへの回答データを中央からの回答データと同一フォーマットで格納しているが、このファイルについても運用上の変更に対応できるように設計してある。すなわち、OCのデータキーやページ入力の内容によって、どの口座ファイルのデータを出力するかを定義づけるテーブルは、書式ファイルなどと同様に中央からロードされる。したがって、各OCのキーやページ入力と発券内容の対応はこのテーブルによって各OCごとに任意に定義・変更ができるから、端末の設置場所ごとにローカル色をもったユニークな盤面を作ることができる。また、口座ファイルの生成は、当該口座による最初の発券の際に中央へデータを要求し(オンデマンド)、口座に登録してゆく方式を採用している。更に口座もバージョンをもち、TCEと中央のバージョンに不一致があると、TCEの既登録口座データを無効処置して、新たにオンデマンドで中央から登録のやり直しを行なう。運賃改定や券面出力に変更が生じた場合など、中央のバージョンアップを行なうだけで自動的にTCEの口座を書き替えることができ、システム環境の変化に柔軟に対処できる⁴⁾。

3 端末装置の構成

3.1 接続構成

先の図1に示したように、TCEとOCの接続には2種類の回線構成方法がある。TCEとOCが同一駅構内など比較的近距离に設置される場合には両者間を1Mビット/秒の高速回線で接続し、一方、TCEリソースの有効利用のために隣接駅に設置されるOCを接続する場合は、既設通信回線を利用して19.2kビット/秒の回線速度で通信を行なう。19.2kビット/秒の通信回線を使う場合は、回線速度の低下による能力低下を避けるため、分散処理を更にOCにまで広げた券面編集機能付OCを使用する⁵⁾。

各OCには券面出力用のTPRと発券以外の印字出力に使用するJPR(ジャーナルプリンタ)を接続する。

3.2 TCE(端末制御装置)

本装置はOCの集配信機能に加えて、前述の設計思想に沿った分散処理機能をもつ。この制御や処理に用いるファイル類の格納のため、外部記憶装置として2台のディスクユニットをもつ。制御部の構成はTCE全体の制御を行なうグローバルプロセッサと、対中央及び対OCの各回線制御部に各々専用のローカルプロセッサをもつマルチプロセッサ方式を採用している。

端末側回線は、基本構成として、同一構内設置OCを接続する高速回線を2回線もち、これに加えて隣接駅設置OC用の回線制御部を、変復調機能をもつ回線接続部とともに最大3回線分まで増設付加できる。いずれの回線も最大3台のOCを接続できるが、中央回線を含めた処理能力から、1台のTCEが

表2 TCEの主要性能 TCEは前方1面保守を考慮した独立筐体に収容される。

項目	性能
制御方式	マルチプロセッサ方式
メモリ容量	1.5Mバイト
外部記憶装置	フレキシブルディスク：1Mバイト×1台 ディスク：20Mバイト×2台
通信方式	対中央：全二重通信 対OC：半二重通信
通信速度	対中央：2,400又は9,600ビット/秒 対OC：1Mビット/秒又は19.2kビット/秒
伝送制御手順	対中央：HDLC(NRM) 対OC：HDLC(NRM)に準拠
収容回線数	対中央：1回線 対OC：1Mビット/秒2回線 19.2kビット/秒 オプション最大3回線
OC接続台数	1回線最大：3台 1TCE当たり最大：6台
外形寸法	幅750×奥行500×高さ900(mm)

注：略語説明 HDLC(High-level Data Link Control), NRM(Normal Response Mode)

制御するOCの台数は最大6台としている。TCEの主要性能を表2に示す。

3.3 OC(操作制御卓)

オペレータが直接操作する装置であり、より優れた操作性を求めて試作評価を行なってきた。総合発券端末装置として、多様な入力を容易に設定できるCRT入力方式を新たに採用する一方、従来の予約端末装置の優れた操作性を継承して、ページ入力やフルキー入力・テンキー入力は従来の盤面に近い配置で実装している。図4に窓口端末装置の外観を、表3にOCの主要性能を示す。

制御方式はマイクロプロセッサによるプログラム制御方式を採用し、制御プログラムは電源投入時TCEから自動ローディングを行なう。

TCEとの伝送制御手順はHDLC(High-level Data Link Control)手順に準じ、送受信メッセージフォーマットや処理手順の統一に合わせてOCでの業務関連処理を極力排することによって、システム機能の追加変更はTCEより上位で柔軟に対処する思想を貫いている。以下に入出力制御に関する特徴的事項について述べる。

(1) CRT表示

各操作種別ごとに入力案内画面が定義され、画面要求キーのワンタッチ操作でTCEからCRT表示部に表示出力される。表示された画面に従ってキー入力し、発信することによって入力情報がTCEに送信される。3種類の大きさの文字を使用し漢字出力による見やすい画面となっている。回答表示は案内画面のあらかじめ設計された回答表示エリアに出力される。回答表示とともに領収額表示がなされ、この表示と入金額のキー入力による釣銭計算機能をもつ。

(2) ページ入力

乗車券の発売範囲の拡大に伴い、従来10ページであった乗降駅名ページは各20ページに倍加し、そのうちの所定のページ数をローカル駅名に割り当てている。開かれているページ及び座標の認識方法は、従来のリードスイッチとマグネットプラグ方式に代えて、プラグをページ穴に差し込むことによ



図4 窓口端末装置の外観 CRT画面による入力案内と回答表示が採用され、総合発券端末として多様な券種の発売に対処する。

表3 操作制御卓の主要性能 TCEと中央のデータによって、ページやキーパネルに装置設置箇所に合わせたユニークな駅名を設定できる。

項目	性能	
制御方式	マイクロプロセッサ方式	
プログラムメモリ	RAM(TCEからロード)	
CRT CG	96kバイト	
収容回線	1回線、1Mビット/秒又は19.2kビット/秒	
通信方式	半二重通信	
対TCE接続延長距離	1Mビット/秒：最大1.5km 19.2Mビット/秒：最大11km	
CRT表示	14in モノクロCRT 60字/行×17行=1,020字/画面	
ページ 列車名 乗降駅名	縦横ページ 5穴×16穴×10：1面 10穴×16穴×20：2面	
キー入力	操作キー	159キー(ランプ付136キー)
	タイプキー	69キー(ランプ付3キー)
	キーパネル	150キー(全数ランプ付)
高速発券制御部	券面編集機能付OCのCGなどの収容を行なう。	
外形寸法	幅800×奥行660×高さ1,315(mm)	

注：略語説明 RAM(Random Access Memory)

ってクロスポイントの電磁結合の粗密の差を検出する新方式を採用した。これは磁気化券に対するマグネットプラグの影響を回避することと信頼度向上をねらったものである。

(3) 磁気読取情報の送信

自動取消操作に際し、券裏面の磁気情報を自動的に読み取り中央に送信する。操作は印刷発行機の発券口上部にある券挿入口に券片を挿入する。発券時のエンコード機構を使って読み取り、OC・TCEを経由して中央装置へデータを送信する。中央で正しく処理されると、挿入券片の表面に赤色で処理終了を証する印字出力がなされ、発券口へ券を排出する。

(4) 発券出力

TCEに1Mビット/秒で接続されるOCの場合は、券面デー

タはすべてTCEでドットデータに編集されOCに受信する。OCは受信した印字情報をそのまま特に加工処理することなくTPRに出力する。

隣接駅設置OCの場合は、回線伝送量を極力減ずるため出力データは漢字コードのままOCに出力し、OCがドットデータに編集する。OCに格納しているCGデータは、比較的使用頻度の高い文字を選んであるが、券面によっては必要なCGがOCにない場合があり、この場合には必要なCGをTCEに要求(オンデマンド)して券面編集を行なう。図5に券面印字例を示す。

(5) 通番・集計の記憶更新

発売操作の1件終了ごとに操作通番(S#)が、券1枚の発券ごとに発券通番(T#)が受信データによって更新される。この通番は集計情報として操作回数や発券枚数を端末側に通知す

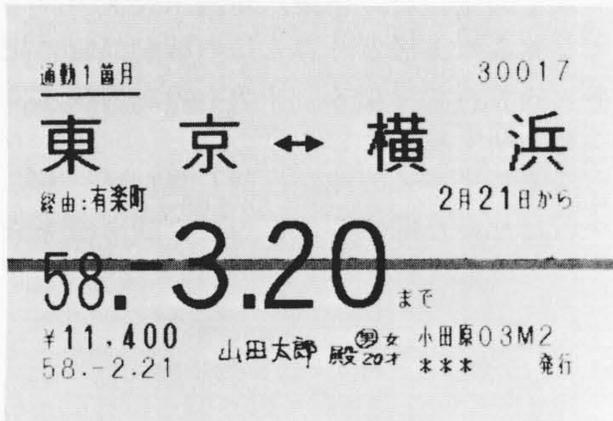
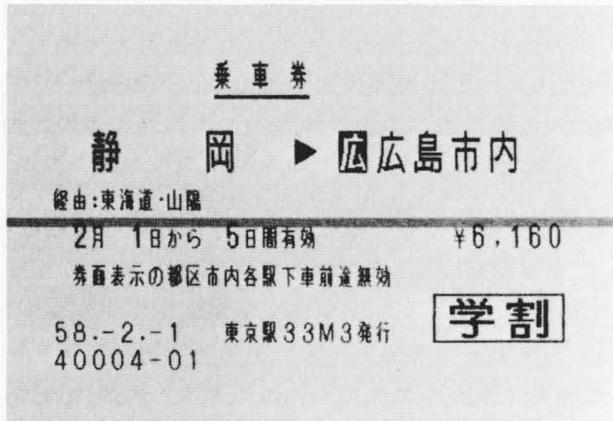
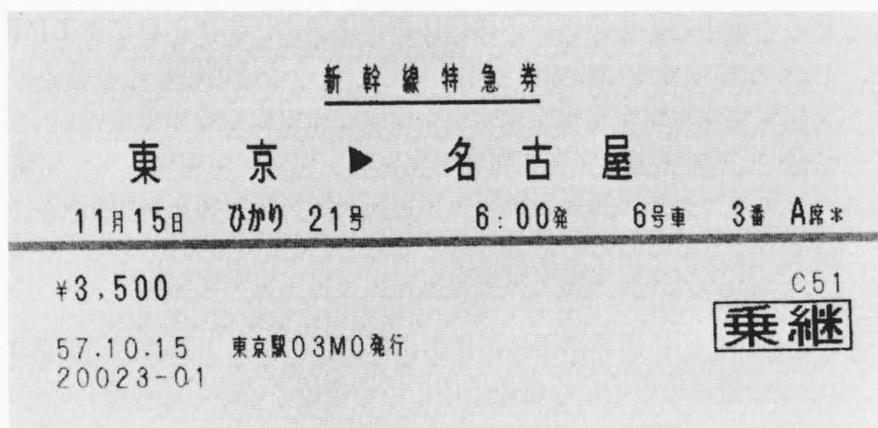


図5 発行券面の印字例 各券面に最適な大きさの漢字を使った、見やすい券面となっている。

るだけでなく、端末障害や回線障害などで1件の操作が正常終了しなかった場合に重要な意味をもつので、障害中にOC電源が切られることも考慮し不揮発性メモリに書き込む。障害回復後、通番を中央へ送信することによって中央の値と照合され必要な券片を再製し出力される。発売金額も通常1件の操作終了時にOCに出力されるので、同様に不揮発性メモリに記憶し受信のつど更新を行なう。通番や集計の読出しは所定のキーのワンタッチ操作でCRTとJPRに出力でき、かつ障害からの回復時には単に「回復」キーを押下するだけで券片の再製、中央装置との状態の回復操作が可能となった。

3.3 TPR(印刷発行機)

券面ドットデータをOCから受信し、券面の印刷を行なうとともに、券面データに続けて受信する磁気データを券裏面の磁気面にエンコード出力する。

印刷方式は汎用高速形の間接転写サーマル印字方式と専用形のワイヤドット印字方式の2形式があり、両者の仕様諸元を表4に示す。

(1) 券片の自動カット

発行券片は裏面に磁気材料をコーティングした媒体を使用する。TPRはロール状に巻かれた連続用紙をプリンタ機構部に格納し、乗車券は85mm、指定券や周遊券は120mmの長さに自動カットして発券する。

定期券の発行機能を付加するときは、あらかじめ所定の寸法に作られたカード紙をホッパに収納しておき、この媒体を繰り出して発券を行なう。

ロール紙とカード紙の選択及びロール紙のカット寸法の指定は発券データの一部としてTPRに出力される。

表4 印刷発行機の主要性能 ロール状の連続用紙から2種類の長さ(85mm, 120mm)の券片を自動カットして印刷する。

項目	形式	サーマル形	ワイヤドット形
印字方式		転写サーマル印字方式 縦264ドット全行一斉印字	シリアルドットプリント方式 24ドットヘッド改行印字
印字エリア		85mm券 縦43.8mm×横71.8mm 120mm券 縦43.8mm×横107.8mm	縦41.8mm×横68.4mm 縦41.8mm×横102.7mm
用紙	ロール紙	外径：320mm 長さ：250mm 幅：57.5mm 厚さ：0.20mm 材質：上質紙157g/m ² 裏面磁気塗膜	左記に同じ
	カード紙	幅：57.5mm 長さ：85mm 厚さ：0.24mm 材質：ポリエステル	
磁気記録		記録方式：NRZ-I 記録密度 定期券・IDカード：19.1ビット/in 1クロック 乗車券・指定席券：24.2ビット/in 2クロック トラック数：10トラック	
外形寸法		幅400×奥行750×高さ740(mm)	

表5 ジャーナルプリンタの主要性能 1行2回の重ね印字によって、大形の漢字印字を行なう。

項 目	性 能
印 字 方 式	シリアルドットプリント方式 8ワイヤドットヘッド 1行2回重ね印字
行 当 たり 印 字 数	最大52字/行
印 字 ビ ッ チ	2.54mm
改 行 ビ ッ チ	8.47mm(1/3in)
文 字 フ ォ ン ト	横12×縦15
印 字 用 紙	7in幅連続折たたみ用紙
複 写 枚 数	オリジナルを含め3枚
印 字 色	黒
外 形 寸 法	幅400×奥行400×高さ165(mm)

(2) 磁気データの記録と読取り

発行後券片の自動取消しや自動改札での券片情報の機械読み的手段として、券裏面に磁気記録を行なう。TPRはこの磁気データの書込みと読取りの両機能を備えている。

(a) 書込み

OCから出力される8ビット単位のデータを所定の記録トラックへ振り分け、読取り用のタイミング信号であるクロックビットを付加して10トラックのデータにエンコード後、磁気記録面に書込みを行なう。

(b) 読取り

書込みを行なった後、直ちに読取りを行ない正しく記録されたことを確認する。自動取消操作に当たっても、発行済み券片をTPRの発券口上部に設けた券挿入口に入れることにより、この読取り機構部を使って発行時に記録されたデータを読み取りOCを経由して中央に送信する。

3.4 JPR(ジャーナルプリンタ)

システム運用上必要な諸情報の印字出力を行なうための印字装置であり、通常印刷発行機の上に置いて使用する。8ワイヤドットの印字ヘッドを備え、1行を上下2回に分けて重ね印字を行なう方式によって漢字印字を行なう。

表5にJPRの主要性能を示す。

4 開発結果の要約

(1) 最適発券システムの実現

- (a) 文字サイズ9種、約1万文字にのぼる本格漢字処理と書式によるローカル券面編集方式を確立した。
- (b) 口座形乗車券の発券時間を、従来の中央発売で要した発券時間に比べ大幅に短縮した。
- (c) ローカル発売分を含めた集計の一元管理と、中央によるTCE保有データのリモートメンテナンスを可とする予約発券システムとして最適なオンライン分散処理を実現し、運賃改定などにも柔軟に対処できるシステムとした。

(2) 端末構成上の特徴点

- (a) 分散処理用ハードウェアリソースとして1.5Mバイトの主メモリと、20Mバイトのディスクユニット2台を搭載したTCEを開発し、最大6台のOCを制御する構成とした。
- (b) TCEの効率的利用のため隣接駅設置の券面編集機能付OCを、既設通信回線によって接続する技術を確立した。
- (c) OCは入力が多様化に対応して新たにCRT入力方式の採用と磁気化券に影響のない新ページ入力を採用した。
- (d) 券面印字用印刷発行機は、高速発券用の転写サーマル

形と専用のワイヤドット形の2種類の印刷発行機を開発し、磁気化券の発行と自動取消し機能を付加した。

以上、新しい各種技術を積極的に適用して、要求された総合発券端末システムを開発し納入が開始された。

(3) 保全機能の向上

端末装置の高機能化に併せ、システムを安定に稼働させるために保全機能を充実することが重要であり、この端末システムには下記の配慮がなされている。

(a) 自動回復機能

複数台のOCを制御するTCEには故障を検出して自動的に再立上げを行なう機能と、2台のディスクユニットの故障時の交互自動切替え機能をもつ。2台のうち片方のディスク障害時には、もう一方のディスクによる正常運転状態で故障ディスクの交換修理が可能である。

(b) 障害情報の早期把握

TCEは自己の運転状態を、内蔵する接点ループの開閉によって遠隔監視システムに出力するとともに、OCやTPRを含めた端末装置の障害情報を発生したと中央システムへ送信する機能をもつ。また、各装置には二桁の状態表示器を備え、障害部位と原因を表示する。

これらにより障害の発生とその内容が的確に把握でき、障害の復旧・保全に効果的に活用できる。

(c) 保守操作性の改善

各装置とも通常の保守操作は装置前方向1面から可能とし、設置スペースの有効利用と保守操作性の改善を図っている。

(4) 今後の課題

総合発券システムとして更に機能の充実を図るため、中央システムを含めて種々の機能拡張が計画されている。端末側の対応としては下記の懸案がある。

- (a) 団体企画乗車券の発売業務への対処
- (b) 地図式(イメージ)券面データ適用の拡大

5 結 言

中央システムとの連携によって、より高い機能を発揮する予約発券端末システムを開発した。今後、新端末装置のフィールドへのスムーズな導入の支援と、導入後の稼働品質の把握・向上に努め、本システムがマルスシステムの主力端末として安定稼働することを期する考えである。

終わりに、今回の端末システムの開発に関し長期にわたって御指導、御協力をいただいた関係各位に対し深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 望月, 外: 旅客販売総合システムの全体構想について, 鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, 19, 31~35(昭57-11)
- 2) 坂巻, 外: マルスSシステムの基本設計, 同上, 19, 40~44(昭57-11)
- 3) 槻木, 外: マルスSシステムの発券方式, 同上, 19, 50~54(昭57-11)
- 4) 渡辺, 外: マルスSシステム運転方式, 同上, 19, 36~39(昭57-11)
- 5) 劔重, 外: マルス新販売端末装置, 同上, 19, 55~59(昭57-11)