

# 国鉄座席予約システム“MARS 105”の開発

## Development of “MARS 105” Seat Reservation System

日本国有鉄道の座席予約システム“MARS”は、昭和35年我が国最初のオンラインシステム“MARS 1”以来急速に発展し、同45年には“MARS 102”、“同103”、“同104”で合計50万座席/日を発売していた。更に同47年9月には“MARS 105”が開発され、70万座席/日で運転を開始し、同49年10月には、新幹線博多開業に備えて140万座席/日まで収容できるように増強された。また、電話予約システム“MARS 150”及び団体予約システム“MARS 202”も並行して開発され、昭和50年春より運転を開始した。ここに、大規模、ハイトラフィックオンラインシステム“MARS 105”の処理能力及び信頼性などの特徴について概略を述べる。

竹井大輔\* *Daisuke Takei*  
 鴨川和正\*\* *Kazumasa Kamogawa*  
 元持一男\*\* *Kazuo Motomochi*

### 1 緒 言

日本国有鉄道の座席予約システム(Magnetic Electronic Automatic Reservation System以下、MARSと略す)は、昭和35年我が国最初のオンラインシステムである“MARS 1”以来急速な発展を遂げ、昭和45年には、“MARS 102”、“同103”、“同104”の3システムで合計50万座席/日を発売するまでに成長した。

しかし、山陽新幹線をはじめとする新幹線網の拡張により指定座席数は飛躍的に増加し、東北、上越の両新幹線開業時には140万座席/日の座席数が見込まれており、その量的拡大に対処する必要があった。

また、従来のMARSは指定券の大量発売に重点をおいて開発が進められたため、大量の指定券発売が可能となった反面、機能については融通性に欠けていた。そこで取扱い人数の増加、乗車券の一括発売などの機能を追加し、更に家庭やオフ

イスからプッシュホンで手軽に指定券を予約できるようにし、旅行の多様化にこたえて、「エック」のような企画商品を提供するなど質的にも拡充する必要があった。

このような質、量合わせての拡大に対処するために、新しい指定券発売システム“MARS 105”を開発した。本システムは昭和47年9月、1日の取扱い座席数70万座席で運転を開始し、同49年10月には新幹線博多開業に備えて140万座席/日まで収容できるように増強された(当初は100万座席/日が実装されている)。

また、昭和50年3月に電話予約システム“MARS 150”も同時に開発され運転を開始した。続いて従来の団体予約システム“MARS 201”も質、量ともに拡大されて“MARS 202”となり昭和50年5月に運転を開始した。このようにして、当初計画されたMARSシステムは、すべて完成した。

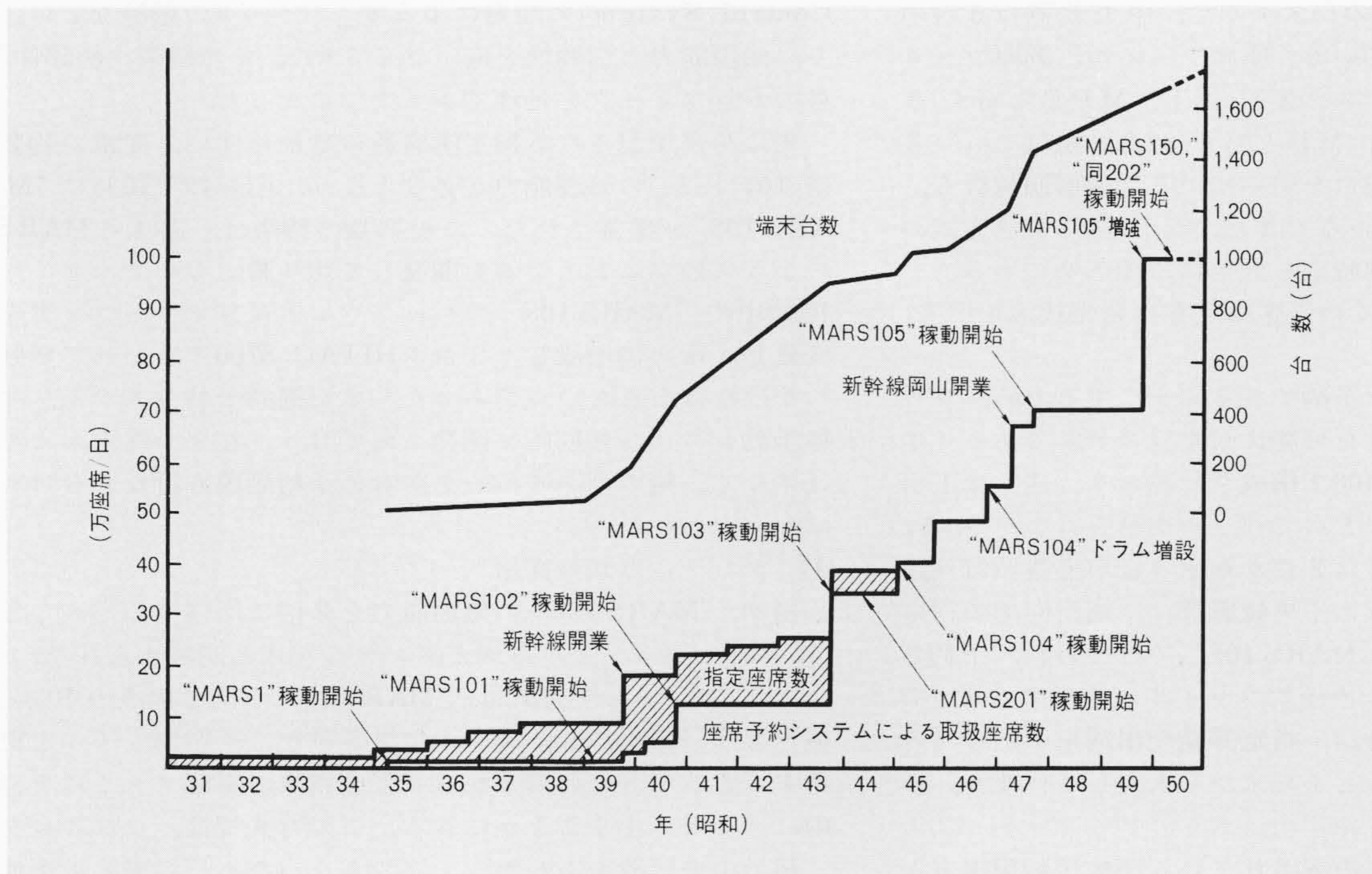


図1 座席数、端末数の推移とシステム稼働の経過 国鉄の座席予約システムは、“MARS 1”以来急速に発展したことを示す。

\* 日本国有鉄道電気局マルス課 補佐 \*\* 日立製作所神奈川工場

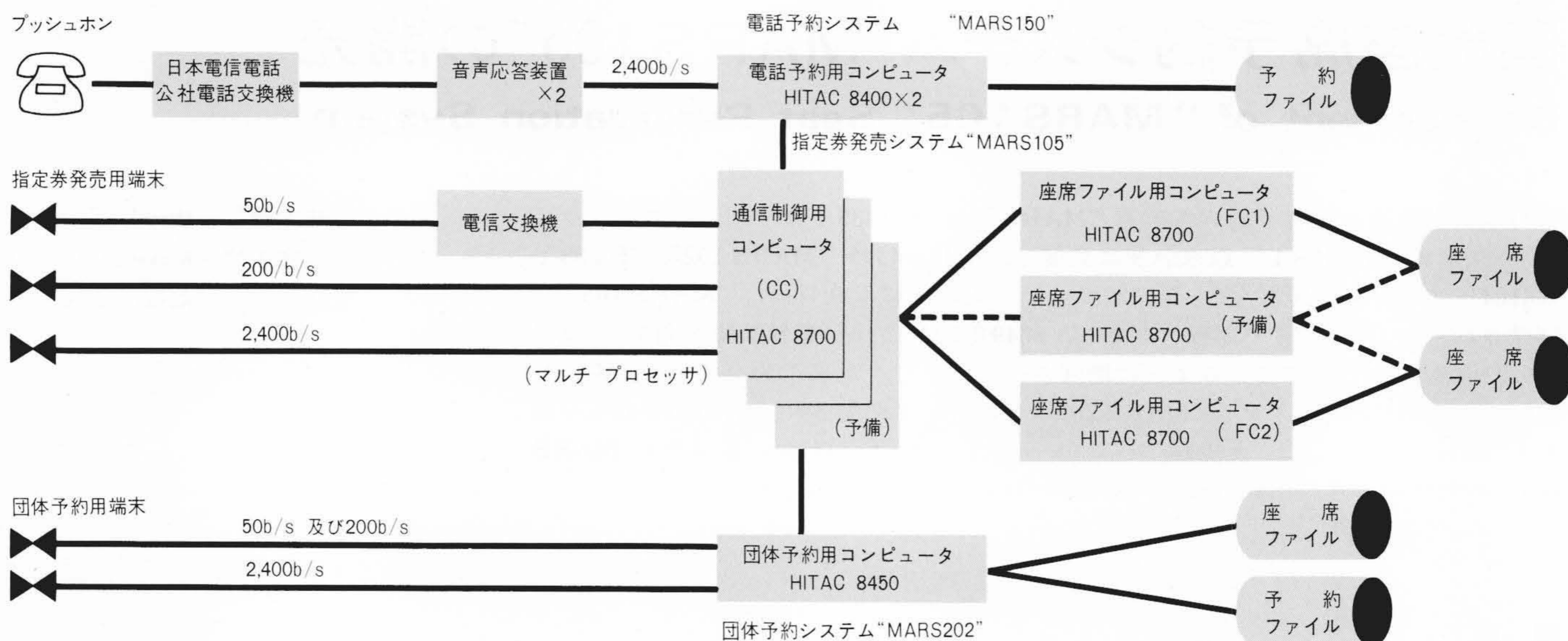


図2 MARSシステム構成図 指定券発売システム“MARS 105”を中心に、電話予約システム“MARS 150”、団体予約システム“MARS 202”が接続されている。

以下、大規模、ハイトラフィックオンラインシステムの例として、MARSの中核である“MARS 105”を取り上げ、その処理能力と信頼性を中心に述べる。

図1にMARSの座席数、端末数の推移及びシステム稼働経過を示す。

## 2 MARSの概要

MARSは“MARS 105”を中心に、これと有機的に結合した“MARS 150”及び“MARS 202”から構成されている。

図2にMARSのシステム構成を示す。

### (1) “MARS 105”

「みどりの窓口」に設置されている約1,700台の発券用端末が接続された指定券発売のシステムで、中央装置は6台のHITAC 8700で構成されている。座席ファイル、列車ファイルなどには、集団磁気ディスク装置(以下、MPDと略す)8台、磁気ドラム装置(以下、MDと略す)32台、磁気テープ装置(以下、MTSと略す)28台を用いている。通信回線数も、既に約1,000回線に至っている。また、ラインプリンタ方式の高速端末も開発され、印刷時間を大幅に短縮させている。

図3に「みどりの窓口」での座席指定券の発売状況を示す。

### (2) “MARS 150”

利用者が手軽に指定券を予約できるようにするため、プッシュホンから指定券の予約を可能にしたシステムである。中央装置は2台のHITAC 8400で構成されており、通常は1台でオンライン業務を、他の1台でバッチ業務を行なっている。また、プッシュホンの応待は2台から成る音声応答装置により行なわれ、音声応答装置と中央装置間は、通信回線で結ばれている。座席の予約は“MARS 105”で行なわれ、予約された情報を“MARS 150”の予約ファイルに格納するようになっている。指定券の発行は、指定券発売用端末のある「みどりの窓口」で予約番号などを端末から入力して行なう。

### (3) “MARS 202”

旅行案内センターなどに設置されている団体予約用端末と接続され、5ヶ月前からの団体予約及び団体乗車券の発売、並びに企画商品の発売を行なうシステムである。

中央装置は1台のHITAC 8450で構成されており、座席取

容能力は従来の“MARS 201”の32万座席/日から90万座席((当方は60万座席を実装)へと大幅に拡大された。また団体予約用端末も新しく開発された。この端末はCRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイと分割プラテン方式ラインプリンタの複合端末で、高速回線を通して中央と接続され、団体予約をはじめとした複雑な入・出力操作に対処でき、拡張性に富んでいる。

## 3 “MARS 105”の処理能力

昭和47年9月に稼働を開始した“MARS 105”は、2台のHITAC 8700によるマルチプロセッサシステムの採用、専用オペレーティングシステムであるRTCS(Real Time Control System)の開発によるオーバヘッドの縮減などにより、処理能力と信頼性を向上させてきた。その結果、約50件/秒のトラフィックを処理できるまでになった。

更に将来予想される指定座席数の増加に伴い、従来の約2倍(101件/秒)の処理能力が必要となり、昭和49年10月に“MARS 105”が強化された。この強化の特徴は、過去のMARSのように独立にシステムを開発して切り替えるのではなく、稼働中の“MARS 105”のハードウェア及びソフトウェアを変更し、新たに増設した3台のHITAC 8700と合わせて強化しなければならない点であった。また電話予約システム、団体予約システムも同時に開発されており、在来の端末からだけでなく、他のコンピュータからの予約処理も行なわなければならない。

### (1) タンデム方式の採用

当初、“MARS 105”の処理能力を2倍に増強する方式として、ファイルシェア方式とタンデム方式とが考えられた。

ファイルシェア方式は、“MARS 105”と同じ構成の中央装置をもう一組用意し、両方の中央装置から座席ファイルを更新する方式で、どの端末からでも全列車の座席ファイルを自由にアクセスすることができる。この方式では、ファイルを二組の中央装置からしかシェアできないため、将来の拡張性に欠けていること、またファイルに障害が発生したときのソフトウェアの処理及び運用が非常に複雑となる欠点があった。

一方、タンデム方式は中央装置を直列に接続し、片方を座



図3 国鉄「みどりの窓口」 国鉄「みどりの窓口」における座席指定券の発売状況を示す。

席ファイルの管理及び予約業務を担当するファイルコンピュータ(以下、FCと略す)、他方を端末との通信制御処理及び複数のFCへの呼の流れを制御するコミュニケーションコンピュータ(以下、CCと略す)とする方式である。

この方式は、CC、FCとも中央装置を並列に増設することにより比較的容易に拡張できる。また、将来考えられる他のコンピュータとの接続、新端末の開発に対し、CCのソフトウェアだけの修正で対処できるなどの柔軟性がある。

これらの2方式を検討した結果、将来の拡張性、融通性に優るタンデム方式を採用することにし、CCとFCの接続は応答時間を短縮するためチャンネル結合方式とした。

そのタンデム方式をFCとCCとに分けて詳述すると、FCは、オンライン処理をFC1、FC2の2台のシングルプロセッサで行ない、それらの共通予備及びバッチ処理用として1台の演算処理装置(以下、BPUと略す)が設けられている。ファイルとしては増強前のシステムの座席ファイル、列車ファイルをそのままもち、端末管理を除いてオンライン業務をそのまま受け継いでいる。すなわち、CCからの要求に対し空座席の探索、運賃料金の計算などを行なっている。

次にCCは、端末との通信制御処理のほかに、電話予約システム、団体予約システムとの処理の流れを制御する機能をもっている。また、“MARS105”に接続されている端末の管理(端末集計など)もCCで行なっている。処理方式は、FCとの能力をバランスさせ、且つ101件/秒の処理能力を満足するという点から、またCCの障害はMARSのすべての機能に影響を与えるため、高い信頼性が要求されるという点から2台のBPUによるマルチプロセッサシステムを採用している。

#### (2) マルチプロセッサシステムの採用

CCでは一つのコントロールプログラムの制御のもとで、主記憶装置を共有する2台のBPUを実行させるマルチプロセッサシステムを採用している。この処理方式の場合、コントロールプログラム内における待合せ、衝突、メモリアクセス時の衝突などにより、処理能力はシングルプロセッサの2倍ではなく、約1.5倍と推定されている。

#### (3) 専用オペレーティングシステム(OS)の採用

101件/秒のハイトラフィックを処理するため、効率の良いOSが必要となった。このため、専用OSとして開発されたRTCSをすべてのMARSシステムに採用した。このOSはオーバーヘッドを極力少なくするために、走行ステップ数が大幅に削減されている。更にCC、FCでは、コントロールプロ

グラムの中で頻繁に使用される部分(1件の走行ステップ数の約20%に相当)のファームウェア化を図り、処理能力を向上させた。

## 4 “MARS105”の信頼性

国民生活に密着した鉄道輸送という業務の性格上、MARSシステムが異常に陥ったときの社会的影響は非常に大きい。従って、システム異常による影響を最小限に抑える必要があった。そこで、“MARS105”では、信頼度を向上させるため次の手法を用いた。

### 4.1 機器構成面における信頼性

#### (1) フォールバックモードによる運転

“MARS105”は、CCとFCが直列に接続されているが、CC側は、3台のBPUで構成され、通常はそのうちの2台によりマルチプロセッサを構成し、オンライン処理を行なう。そして、残り1台のBPUが予備及びバッチ処理用となっている。3台のBPUのうち2台が故障となった最悪の場合には、シングルプロセッサとなり、フォールバックモードでオンライン運転が可能である。

次にFC側は、FC1、FC2の2台のBPUから成り、それぞれシングルプロセッサとしてオンライン処理を行ない、それらの共通予備及びバッチ処理用として1台のBPUが設けられている。FC1、FC2のいずれかのBPUが故障したときは、予備のBPUに切り替えて、オンライン処理を続行する。

#### (2) デュアルアクセス、ファイルの二重化

“MARS105”のファイルには、MPD、MD、MTSがある。これらのファイルへのアクセスルートは、すべて2系統にし、入出力処理装置(以下、IOPと略す)やデバイス制御装置(以下、CEと略す)が障害となった場合でも、正常なIOP、CEを通じてファイルへアクセス可能とした。

また、ファイルはすべて二重化し、ファイル異常時のデータの破壊を防止し、且つ迅速な回復ができるようにした。すなわち、二重系のうちの一方のファイル(列車情報、座席情報)に異常が発生した場合には、一時、そのファイルをアクセス禁止とし、残りの正常なファイルから異常ファイルに内容をコピーすることにより、ファイル内容の回復を行なっている。

その後、ファイルを二重系にしてからアクセスを許可している。

なお緊急時には、片系のファイルでも、オペレータの指示により運転が可能となっている。

### 4.2 ダウン時間の短縮

#### (1) 自動回復機能

障害が発生し、それがハードウェアによるエラー再実行機能によって回復できない場合には、そのままの構成で自動的にプログラムを再ロードし、運転再開に必要な処理を連続実行する自動回復機能を設けてダウン時間の短縮を図った。この自動回復処理では、1分以内という短時間で回復できるようにした。自動回復を行なっても回復しないハードウェアの異常は、ソリッドエラーとみなし、その回復処置にはオペレータを介在させることにした。

また、特定の機器にインタミットドエラーが集中し、自動回復が多発しているような場合には、その機器を異常とみなし、自動的に切り離して処理を続行するようにした。

#### (2) システムコンソールパネル(SCP)

自動回復できないときは、オペレータが回復処理を試みる。システムダウン発生時には、ダウン原因の判別、回復処置の決定など複雑な操作を短時間でこなすことが必要となる。こ

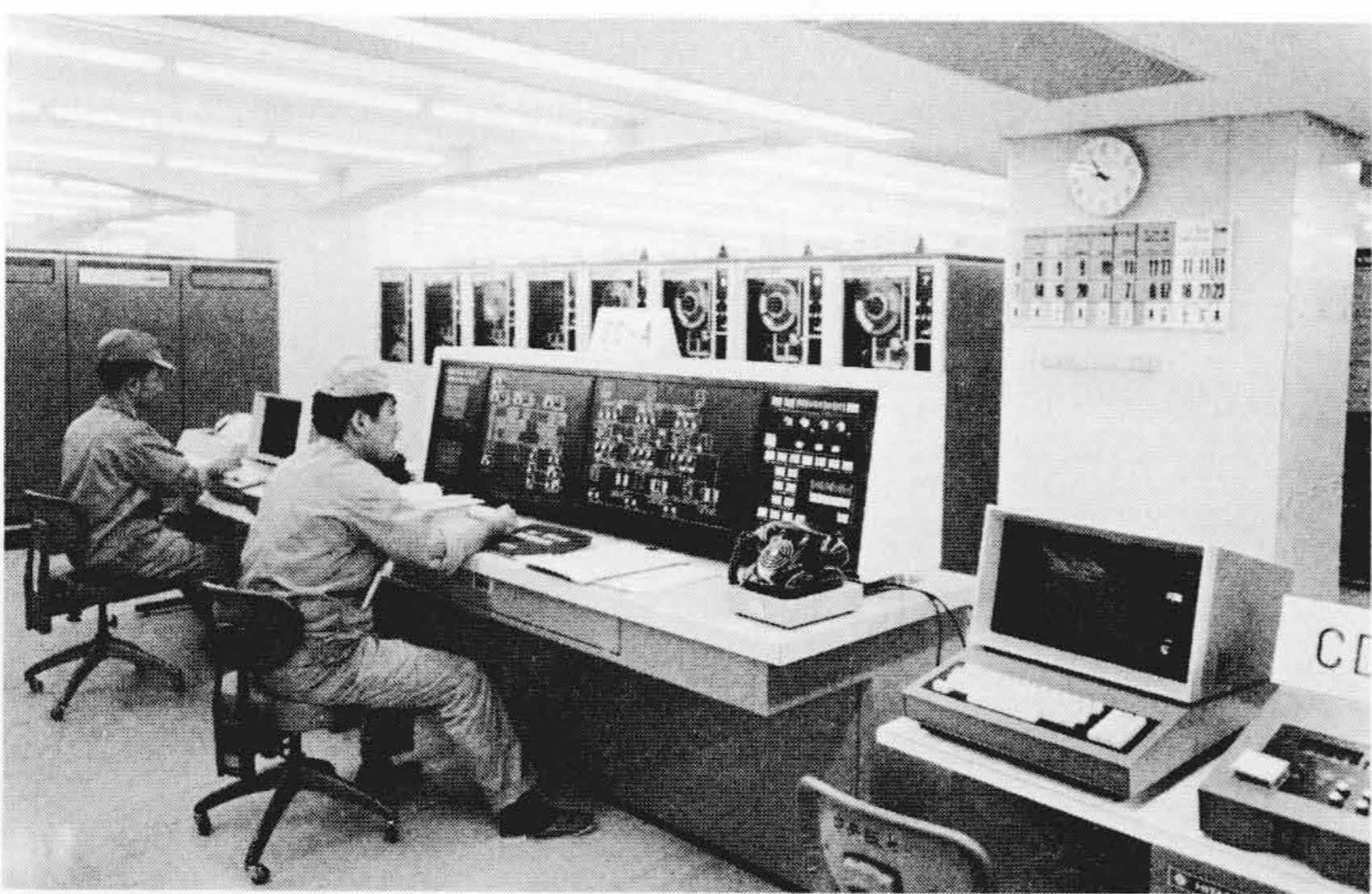


図4 システム コンソール パネル 右側にプログラムへの指令操作部、中央に構成制御部、左側に電源制御部をそれぞれ配している。

の際、生じやすい誤操作を防止し、且つ回復所要時間を短縮するために、CC、FCに、それぞれ1台ずつSCPを設けた。

図4にSCPの外観を示す。

このSCPにより、システムの運転開始、終了及びダウン時の回復処置がワンタッチオペレーションにより実行可能となった。また、障害発生時の障害種別、障害個所の表示も行なうようにした。更に3台のコンピュータの接続、切り離しについても、このパネル上での構成制御操作により簡単に行なえるようにした。

また、“MARS 150”、“MARS 202”にもそれぞれ専用のSCPを設け、ダウン時間の短縮を図っている。

## 5 結 言

我が国におけるオンラインシステムの先駆的役割を果たし、昭和50年春には初期の構想が、ほぼ完遂されたMARSシステムの概略を、“MARS 105”を中心に述べた。

“MARS 105”をはじめ、“MARS 150”、“MARS 202”は順調に稼動しており、今後は稼動状態を常時把握、分析し、その結果をシステム改善にフィードバックさせ、目標稼動率の達成に、なおいっそうの努力を払っていきたい。

最後に、システム開発とその実現に対し、長期にわたり御指導及び御協力をいただいたMARSプロジェクトチームリーダーである日本国有鉄道佐川調査役をはじめ、MARSプロジェクトチームの関係各位に対し、厚くお礼申しあげる次第である。

## 参考文献

- (1) 佐藤ほか「MARS105システムの設計思想」第9回鉄道におけるサイバネティックス利用国内シンポジウム(1972)
- (2) 竹井ほか「マルス105システムの増強方式」第11回鉄道におけるサイバネティックス利用国内シンポジウム(1974)
- (3) 尾関ほか「マルス105システム(1)」情報処理 Vol.15, No.6 (1974-6)
- (4) 林ほか「国鉄座席予約システムMARS 105の信頼性設計」日立評論 56, 387 (昭49-4)

## 論文抄録

# 気象用静止衛星からの画像のマッピング手法

日立製作所 柏岡誠治・山本真司・江尻正員, 気象庁気象研究所 村山信彦  
情報処理 15-5, 342 (昭49-5)

最近、我が国においても全地球同時観測、及び広域気象通報の計画に基づき、静止衛星Geostationary Meteorological Satellite(GMS)を打ち上げる予定である。この衛星により地球の可視赤外面画像を撮影し、オンラインで結ばれた地上のデータ処理センタで処理する。最も重要な処理である風解析は、画像中から測定に有効な雲を検出し、30分程度の間隔で得られる複数の画像間でその雲の移動から風向、風速を推定するものである。このために、二次元相関演算や雲の検出などの画像処理を行なうが、陰にかくれた重要な問題は、画像中での位置と地球表面での位置との対応関係を精密に求めるマッピングの手法である。なぜならば、衛星の軌道姿勢のずれから雲の移動と同程度に地球も画像中で移動するため、地球の移動量を考慮する必要があるからである。従来方法は、2枚の画像の地平線円周と数個所の海岸線部分のずれを求め、その結果を基に平行移動、回転、拡大・

縮小などによって重ね合わせようとするものであった。しかし、本来画像のひずみは非線形であるため、このような方法で全画面を一致させることは無理であり、画像ひずみの原因に戻って計算する必要がある。

まず軌道の赤道面からの傾き角 $\lambda_1$ から球面三角法により衛星直下点の位置を求める。これは1日周期の南北に長い8の字となる。更に衛星は自転により画像をスキャンするが、この自転軸の傾きによって地球から見てこまのように首振り現象を起こす。そこで、自転軸と公転軸のなす角 $\lambda_2$ から球面三角法によりピッチ、及びヨウの量を求める。標本化された画像の位置指標から対応する地球上の位置への変換をM変換と呼び、直交座標と極座標との変換、ピッチ・ヨウ、及び衛星直下点のずれを補正する回転行列を用いて計算する手順を明らかにした。また、逆M変換も同様に行なえる。衛星の公転軸、自転軸の変化は非常に緩慢であり、この二つのベクトルを基本要素として、任

意時刻でのM変換に必要な衛星の位置姿勢が計算できる。地球上の精確な位置が既知である海岸線に対する標準パターンにマッチングする画像中位置を求めることをランドマーク マッチングと呼ぶが、従来のように単に2枚の画像を合わせるためではなく、基本要素の誤差を修正するために用いるところが今回の方法の特長である。

さて風解析の処理単位となる二次元切出しエリアの中心が、用いる3枚の画像で地球上同一地点となるよう受信前にエリアの画像中位置を計算しておくこと、ディスク転送処理を最小限に抑えることができる。検出された雲の移動前後の位置は、各地球上の位置にM変換した後、風向、風速に変換すると原理的に誤差は生じない。提案した基本要素とM変換を用いる計算法は、原画像に海岸線地図を重ねる処理、原画像をナルカール図法、及びポーラステレオ図法に変換する際にも有効に活用でき、衛星画像処理の多様なマッピング計算を統一的に扱えるようにしたものである。