

# オンライン高速発券システムにおける分散処理

梶木公一，劍重寿和，長谷川洋太郎（国鉄）

## 1. まえがき

国鉄の「緑の窓口」の座席予約システム(MARS)は稼働開始後10年余を経過し、現在、システムの全面更新を目指して次期システムの開発が進められている。従来のMARSは、指定券発売(MARS105)、団体予約(MARS202)、電話予約(MARS150)の用途別に分けられた3つのシステムから構成されているが、新しいシステムではこれらが統合再整理され、中央は機能別に分けられた3つのサブシステム(通信制御、座席管理、データ管理)から構成される分散処理形態となる。

販売機能面では指定券だけでなく、殆どすべての乗車券類を取扱うために発売効率(発売可能枚数、操作性、発券速度)の向上を目的として、新しい端末装置を開発するとともに、端末側でも一部処理を分担する中央・端末による分散処理システムともなっている。この部分は新しい端末の導入が急がれるため、次期中央システムの一部ではあるがひとまず独立したシステム(MARS-S)として開発され、現行システムと接続された。ここではこの高速発券処理方式について述べる。

## 2. 分散処理の目的

新しい端末装置では、発売効率の向上とともに発行券片の改善を行なった。現在のMARSから発行される券片の表示は、アレプリントもしくは限られた漢字以外はカナ表示を主としているが、新しい券片には多様な券種とするための各種サイズの漢字は勿論、地図などの図形情報の印刷、審査・精算・自動取消・自動出改札のために磁気化が行われる。そのための情報伝送量の増加という発売効率向上に対するマイナス要因が発生し、端末ハードウェアの性能、回線速度、操作性を向上させても限界があり、新しい発券処理方式の開発が求められた。

一般に、MARSのような在庫管理形のオンラインシステムでは、端末が中央に直結され、中央にすべての機能が集中する形態をとる。これは一括した在庫管理の必要性、発売収入管理、データメンテナンスの利便性などのためであるが、情報の伝送時間を定まらず必要とし、端末から見たシステムの応答時間の短縮には限界がある。

一方、スタンドアロン形の発売システムは、伝送時間が不要である上に専用に処理が行なえるため、応答時間は短くすることかこえるが、総合的な在庫管理は不可能であり、また発売収入管理やデータメンテナンスにおいては制約を受けざるを得ない。

そこでオンラインシステムの長所をそのままに、乗車券発売時間4秒以下という目標性能を達成するため、オンライン環境下で、中央・端末制御装置(TCE)端末がそれぞれ発券処理の一部を分担する分散処理形態の高速発券システムを開発した。

### 3. システム構成

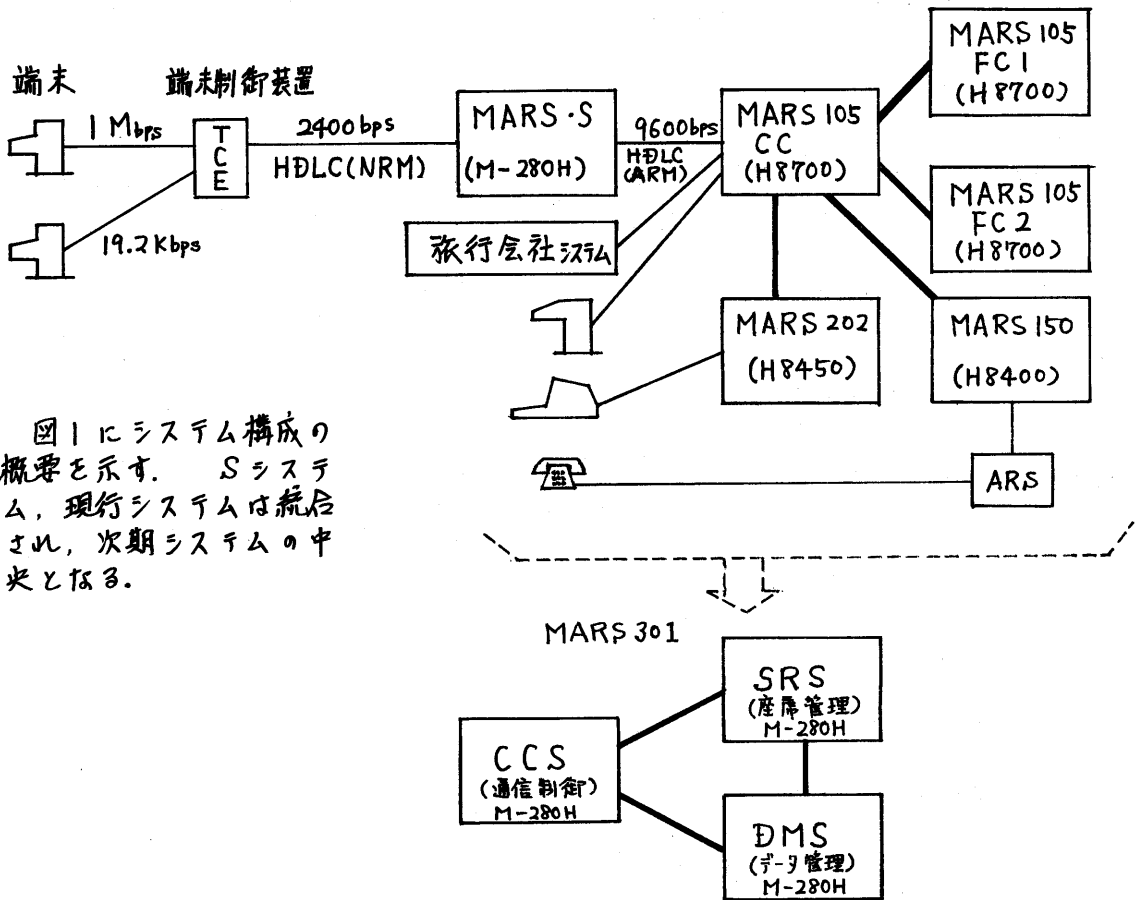


図1にシステム構成の概要を示す。Sシステム、現行システムは統合され、次期システムの中央となる。

図1 システム構成

### 4. 機能分担

開発した高速発券方式は、端末制御装置(TCE)の性能・機能レベルを強化し、使用頻度の高い乗車券などの非在庫商品(在庫管理を必要としないもの)を各TCEに分散収容するもので、発券処理がTCEに委ねられることにより高速発券を可能とする。勿論、指定券等や複雑な経路計算、割引計算を必要とするものは中央処理で支援する。この中央処理時についても、漢字、地図のドット情報は当然、フォーマット情報もTCEで保有管理し、中央からの情報伝送量を可能な限り圧縮している。

また、集計処理や審査統計などの後方処理はすべて中央で一括処理とし、障害管理も中央で支援することにより信頼度を向上させている。

全国各地に分散設置されるTCEが保有するテーブル、ファイル類のデータは現実の運用を考慮し、すべて中央で管理・メンテナンスをし、日替時もしくは必

要時に中央から送信するリモート・ローディング方式とした。

図2に主たる発券処理の流れの概要、表1にオンライン業務レベルにおける各構成要素の機能分担を示す。

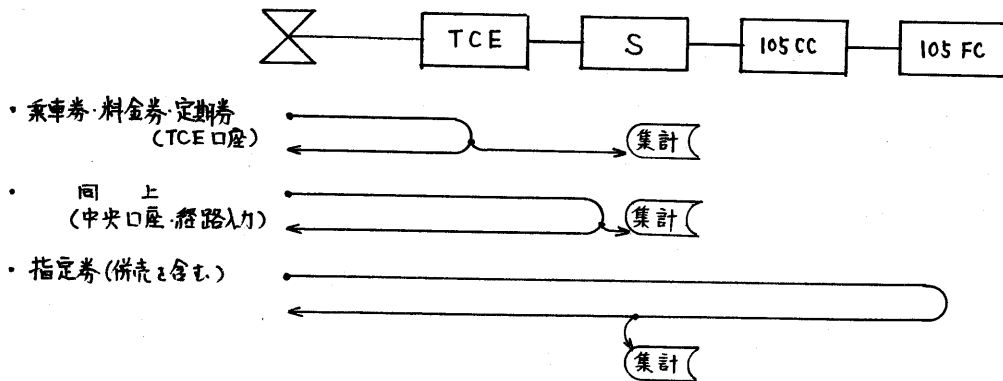






図2 機能分散処理の流れ

表1 オンライン業務における機能分担 (Sに係るもの)

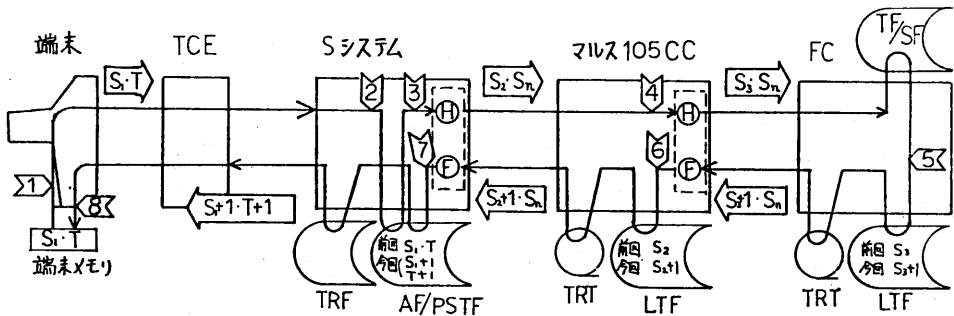
構成項目	制御機能	メッセージ管理機能	アプリケーション機能等
 現行 マルスシステム		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sシステムよりの内部控除時に関する処理</li> <li>最新有効番号、システム通番の記録と管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在庫更新商品の在庫管理発売と併売される非在庫商品の発売</li> <li>上記に伴う運賃料金計算</li> <li>在庫管理に関する案内</li> <li>列車統計業務</li> </ul>
 マルス Sシステム 中央	<ul style="list-style-type: none"> <li>TCEに対する制御</li> <li>M形端末に対する制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対現行マルシステム要求時の要時における内部控除時の送受</li> <li>最新有効番号、券片通番、システム通番の記録と管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信速度変換 (9600 bps ↔ 2400 bps)</li> <li>非在庫商品の発売と運賃料金計算</li> <li>在庫更新商品要求時の中継 (要求インタカスの作成と回答情報の変換)</li> <li>全要求回答情報のフィルタ取得</li> <li>全発売時の集計管理と審査・清算業務</li> <li>全要求時の端末およびシステム統計業務</li> </ul>
 TCE	<ul style="list-style-type: none"> <li>M形端末に対する制御</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>通信速度変換 (2400 bps ↔ 1 M bps)</li> <li>回答メッセージの分解/組立</li> <li>券面印字情報の編集処理 (書式による券面編集と漢字コードのドットパターン変換)</li> <li>CRTフォーマット案内情報の端末への送信</li> <li>非在庫商品のローカル発売処理</li> </ul>
 M形端末	<ul style="list-style-type: none"> <li>端末各部に対する制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発売時の時向監視</li> <li>各種ランプの点滅制御</li> <li>最新有効番号、券片通番の記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>集計情報の記録と管理</li> <li>釣銭計算</li> </ul>

### 5. メッセージの管理

オンラインシステムはいかなる障害時においてもユーザレベルのメッセージが不用意に欠落または重複しないよう構築されている。分散処理形態をとればさらに徹底したメッセージ管理が必要とされる。具体的な方式についてはアプリケーションの現状に応じてシステム毎に相違が見られるが、MARSでは換金可能な切符の発行、座席在庫の発売のための、メッセージの欠落・重複防止に因しては特に注意してその方式を開発した。これはPST(擬似端末)の概念を使用し、隣接システム間を1つの基本管理単位とするもので、現行のMARSの中央の複合システムの構築に開発し、旅行会社システムとの結合において改善を加えた系府に更なる方式を基本としている。

図3に中央処理時として指定券発売メッセージの流れの概要を示す。

1つのメッセージについて、全システムを通しての識別子としてシステム番号( $S_n$ )が要求発生源のシステムで与えられ、続いて各システム間での処理識別子として個々のPST単位にとられる最新有効番号( $S_1, S_2, S_3$ )が、各要求元システムでPSTが確保された時に付与される。システム間を転送される際にはファイル(LTF, AF/PSTF)上への退避により1段ずつ確実に転送される。



1. 最新有効番号  $S_i$  (端末  $S$  向) 券片通番  $T$  を 端末メモリ から付与
2. システム通番  $S_n$  を付与
3. 最新有効番号  $S_i$  ( $S$ -CC向) 付与
4. 最新有効番号  $S_i$  (CC-FC向) 付与
5.  $S_i$  を更新 ( $S_i \rightarrow S_{i+1}$ )
6.  $S_i$  を置換,  $S_2$  を更新 ( $S_2 \rightarrow S_{i+1}$ )
7.  $S_2$  を置換,  $S_i \cdot T$  を更新

凡例 メッセージ  
 PSTホ-ル  
 PSTカ-  
 LTF: ラストトランザクションファイル  
 TRT, TRF: トランザクションファイル  
 AF: 集計ファイル  
 PSTF: PSTファイル

図3 中央処理時(指定券発売時)のメッセージの流れ

TCE処理時(ローカル処理時)のメッセージは、図4に示すように、完全に中央から独立した形ではなく、あくまでもメッセージ管理の基本部分は中央に依存している。ローカル処理時はTCEで処理後、端末へ回答が戻されると同時に、中央へも要求時を送出し、TCE・中央で同期をとる。そのため、TCE・S間でのメッセージの損失を防ぐため現在のところは一世代分おける要求情報をTCEファイル(TMQF)とへ退避している。

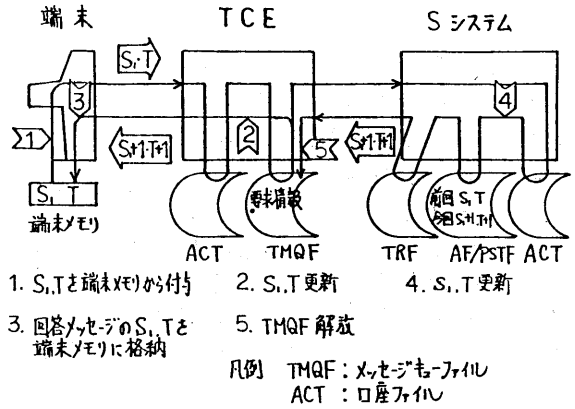


図4 TCE処理時のメッセージの流れ

障害が発生した場合、基本的な回復方式は、システム間の最新有効番号を用いて、隣接システム間で1つずつメッセージを確保していく。まず、ダウンして回復したシステムに対し、メッセージの要求元システムから、再度同じ最新有効番号を使用して要求が出される。この要求にはメッセージの種類、システム間の取り決めによって、処理を完了させるもの(再製形)と処理を戻すもの(控除形)があるが、いずれも要求元システムで、そのシステムのLTF等に保存された対応する最新有効番号と比較し、処理結果のステータスを判断し、適切な処理が行なわれる。

端末においても、回復指示ボタンの押下により、不揮性の端末メモリに格納されたS<sub>i</sub>、T番号が自動的に送り出される。

図5に105.CCで障害が発生した例を示す。CCに対してメッセージを送出したPSTはタイムオーバでロックされ、端末へはその旨連絡される。その後回復終了まで、CC・FCでの処理は不可となるが、Sでクローズする処理は再開される。図において、同じS<sub>i</sub>番号で乗車券が発売され、S・CC間での先程のメッセージに対しては、処理を戻す控除時が回復まで時間超額で送出される。CCが回復すると、この要求時に対する処理が行なわれ、SではロックされたPSTが解放される。

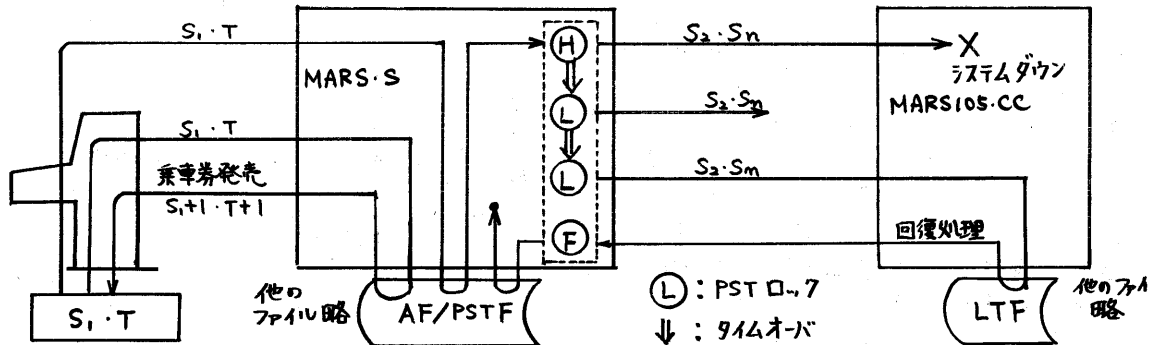


図5 回復処理の1例

## 6. TCEにおけるローカル発表処理方式

高速発表を目的とするローカル処理は、端末の機械動作、TCE処理、中央処理の3つの処理が並行して行われる。図6に示すように、まず要求呼がローカル処理可能なものであることがTCEで判定されると、直ちに印刷券片の先行搬入指示が端末に送出され、動作が開始する。同時にTCEでは、口座読出し、編集処理を並行して行ない、搬入終了時には通帳券面印刷情報が完成しており、連続して印刷動作に入る。TCEでは次に要求呼を中央へ送信するため、一旦TMOFに退避した後、中央へ送信、一方TMOF退避を確認して券片の搬出指示とCRT表示情報の作成と送出を行なう。

中央でも正常終了するとTMOFが解放され、次の要求呼が受け付けられる。何らかの障害により、中央との間が正常終了しない時は、TMOFから要求呼が繰り返して中央へ送出され、中央での集計の一致をよめる。TMOF異常は端末障害となり、印刷中の券片等には廃棄マークが押印される。障害に備えて、AFの二重化、端末不揮発メモリへの最小限の集計情報の格納、中央指示によるTCEローカル処理の全面停止機能等が実装されている。

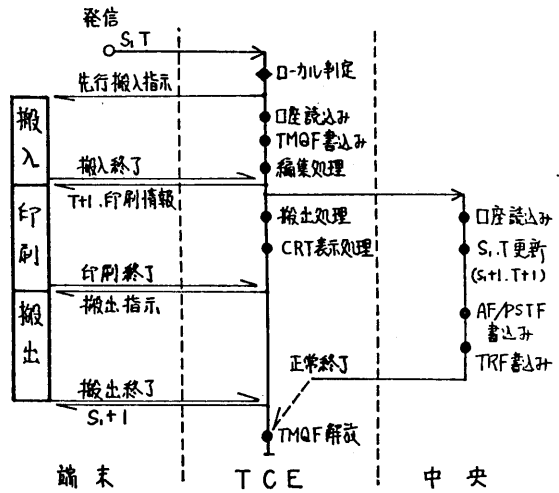


図6 ローカル発表処理

## 7. ローカル口座の保守

TCEは地域的に分散して設置されているため、TCEに保有する口座ファイルをはじめ各種のテーブル類のデータメンテナンスについては、中央からのリモートローディング方式としている。運賃・料金情報をもつ口座ファイルは容量が大きいので、貸取等を使用するファイルのバージョンが異なれば一度にすべての中味を一括送信する方式ではなく、必要時(最初の発表要求時)に、個々のデータ要素単位で分割して送信するオンデマンド方式を開発した。

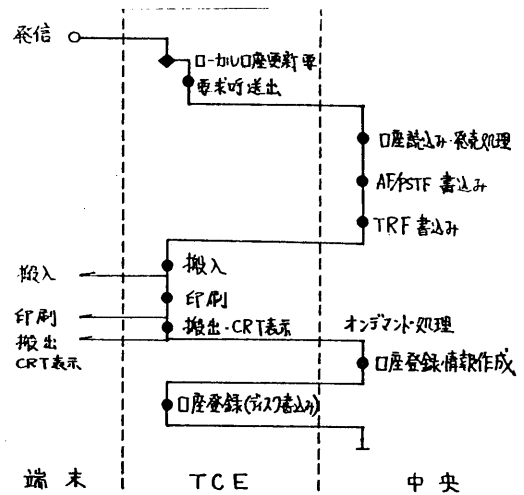


図7 オンデマンド・メンテナンス方式

図7に示すように、口座ファイルの更新が必要である旨が判明すれば、TCE処理ではなく中央処理時として中央(S)へ送信し、回答を受信すると次に続けて中央より新しい口座情報を受け取り、TCEの口座ファイルを更新していく。口座ファイル以外のテーブル、ファイル類については、真夜中の日替り時に、日替処理を行ない、この時のTCE保有バージョンと中央バージョンが異なることが判明すれば、TCEより必要ファイルの情報送信の要求時を送出する。

その他、TCEにおける各種の設定情報、制御情報、置換情報をテーブル化してプログラムとデータの独立を徹底し、TCEのプログラムの直捷メンテナンスを極力避ける工夫をしている。

8. 券面編集処理

券面にドットで構成される漢字、地図等を印刷するために多量のビット情報を端末に与える必要がある。そのため、TCE-端末間は主として1Mbpsの回線速度としたが、TCE-S間が2400bpsとならざるを得ないため、中央からの送信情報量は可能な限り圧縮する必要がある。

従って、ここではTCEに漢字、地図のドット情報をもつだけでなく、固定情報とすでに含んだフォーマット情報もTCEにもつことにより、中央からは若干の制御情報と変更情報の送信で済む方式とした。この概要を図8に示す。

9. あとがき

本システムはオンラインシステムにもかかわらず高速発券を可能とし、所定の性能目標に到達することができた。これにより、次期システムの基幹部分が確立・実証され、今後の開発が大きく前進することが期待される。関係者一回の努力に深く感謝する次第である。

