

解説



● 国鉄マルスシステムと旅行会社システムとの コンピュータ結合について†

遊佐 滉** 剣重 寿和** 槻木 公一**

1. ま え が き

最近の旅行については、団体よりも個人、家族あるいはグループ化の傾向が強くなっている。また、コースの選択についても単純な目的地往復形だけでなく、各種の交通機関や宿泊設備を組み合わせた、やや複雑な形のものが好まれている。最近の経済事情から、高度成長を続けてきた旅行産業にも若干のかげりが見られるが、今後一層の発展が期待されている分野であることも事実である。

国鉄や交通公社をはじめとする旅行会社では、早くから各種の旅行商品（券片）販売のためのシステムを実用化しそれなりの成果を挙げている。しかしながら、旅行者が希望し会社にとっても付加価値の高い総合商品については、必ずしも十分なシステムであったとは言い難く改善が望まれていた。また、売上高の集計、清算、審査、統計等いわゆる一連の後方業務のシステム化についても、ごく一部が実施されていたに過ぎない。

一般によく知られているように“緑の窓口”のコンピュータ化として開発された国鉄のマルスシステムは列車の指定券や乗車券を大量に販売するための設備で、現在全国の700近い窓口で2,000台の端末装置をもっているオンラインシステムである。このシステムは1日あたり数十万枚の指定券をさばき、年間の売上高は5,000億にも達する。これに対して、たとえば交通公社のシステムは全国300箇所近い営業所で1,000台の端末装置を有するオンラインシステムで、主として旅館、航空機、船、バス等の予約を行っている。このようにそれぞれ異なった旅行商品の在庫管理を行っている2つのシステムを有機的に結合し、双方のシステ

ムに商品のアSEMBル機能を持って総合商品を販売することができれば、旅客サービスの向上に大きな貢献を果たすことができる。また、旅行会社で販売している券片のうち、70%を占める国鉄券に関する後方業務が大幅に省力化されることとなり、旅行会社の経営改善にも効果があると思われる。

2. 結合の概要

以上のような観点から、51年3月国鉄と旅行会社との間でコンピュータ結合を実施する方針が決定された後、約4年間にわたってシステム建設が進められ、55年8月1日に使用開始された。

今回の結合は、全国的なオンラインシステム同志の“密な結合”であり技術的にむずかしい問題もあったが、全体としてはほぼ計画通りの成果を収めている。

この結合の特徴と思われる点を列挙すれば次のようになる。

(1) 異なる企業における異なる機種間の結合である。

国鉄のマルスシステム（日立）と結合される旅行会社は、交通公社（IBM）、日本旅行（UNIVAC）および近畿日本ツーリスト（UNIVAC）であり、販売システムとしてのフィロソフィ、規模、機能等がすべて異なっている。したがってまず結合に先立って、双方における業務の詳細な検討が行われた。

(2) システム間のトラフィックがきわめて高い。

マルスシステムは1日百数十万のコールをさばく全国的なシステムであり、スループットは100コール/秒に達することもある。これに対し旅行会社システムも1日百万コール程度のコール数がありスループットは70コール/秒にもなる。結合後の最繁期には、両システム間でのトラフィックは1日数十万コールに達するものと推定され、しかも集中度が高い。

(3) システム間のリンク種別が多い。

† Computer to Computer Connection of MARS (the seat reservation system in J.N.R.) and Three Travel Bureau Systems by Hiroshi YUSA, Toshikazu KENJU and Koichi TSUKIGI (Information Systems Department, J. N. R.)

** 日本国鉄道情報システム部

各システムとも現在、多種多様の券片を販売しており、さらに各種の割引制度等があり各様の後方業務を行っているので、総合商品の組立てにあたって必要とされているリンク種別は数十種類となった。

(4) 有価証券を取扱うシステムである。

今回の結合では、双方の在庫ファイルからそれぞれ指定券や旅館券等の商品をアクセスしたとき、同時に代売金が確定した(実質的に商取引が行われた)ものと見なしシステムで清算するので、厳密なメッセージの管理が要求され異常処理も複雑になる。

(5) システムの独立性が要求される。

結合に際しては前述のように“密な結合”とせざるを得なかったが、反面システム間の“相互干渉”はでき得る限り回避しなければならない。特にマルスシステムは、システムダウンに関しては社会的影響が大きいので、現在でも年間の稼働率は99.98%(月に2分以内のダウンが1~2回ある程度)にも達しており、結合によって信頼度が低下してはならないという前提で設計を進めた。

次に、システム開発にあたり特に留意した点について述べる。

(1) 開発体制

国鉄と旅行会社の間で一元的な意志決定機関を設け、その下部機関としてそれぞれ、営業および技術的な問題を専門に検討する部会を設けた。また、スペックの決定、工程の管理、各種のドキュメントやライブラリの管理等はすべて一元化をはかった。

(2) 標準化

結合に伴う技術的な基本事項、たとえば伝送制御手順、データインタフェース、メッセージ管理方式、運転管理方式等は極力標準化を行い開発の能率化をはかった。

(3) ヒューマンリレーション

結合にあたって重要なことは、異なった企業間の共同作業によって事を決めることが多く、当事者間の信頼関係がプロジェクトの成否を左右するので特に留意した。

3. 結合における業務

3.1 販売業務

マルスシステムと会社システムを結合して実施する販売機能には次のものがある。

(1) 一般業務

会社システムからマルスシステムの持つ指定席等の

発売を行うことを一般業務という。マルスシステムでは会社システムを複数台の端末と同様に見なして座席の予約、発売、取消等の処理を行う。会社システムは通常の指定券の即売以外に、発売開始以前に受け付ける予約待ち管理や取消座席を求める取消待ち管理などの新しい機能をもつ。指定券以外にも乗車券、自由席特急券の発売、電話予約の発券、席番入力による指定券の発売ができる。また、マルス側も会社システムの宿泊商品の発売が可能である。

(2) 企画商品販売業務

企画商品とは、旅行行程があらかじめモデルコース化されていて、旅行に必要な指定券、乗車券、宿泊券、観光券などが1セットで発売されるものである。

従来、このような企画商品をシステムで販売するには必要な在庫とその取扱機能をすべて1つのシステム内に持つ必要があった。しかし結合によって必要な在庫を相手システムからオンラインで直接確保できるため、企画商品の種類、発売効率を大幅に改善することができる。今回の結合ではシステム間に新たな企画商品取扱機能を設け、双方のシステムで企画商品の取扱いを可能とした。

3.2 情報伝送業務

これは、システムの円滑な運用のために必要な各種の販売データや集計、審査・清算、統計用データをオンライン中に相手システムに伝送する業務である。送受されるファイルは磁気テープあるいは磁気ディスク上に設定され、マルスと会社システム双方向同時にも、またマルスより3社へ一斉に同一内容を転送することも可能である。

3.3 照合業務およびオフライン業務

結合によって自社の商品を他社が販売することになるので、相互の発売金額の照合は最も重要な業務の1つである。処理側システムおよび要求側システムでそれぞれ同一商品の発売結果を別々に管理し、1日分の発売枚数、発売金額を運転終了時にオンラインで相互に確認する。

オフライン業務には、オンライン用の各種ファイルの作成、維持、相互の清算や審査のために必要な各種資料の作成などがある。これらの情報はリストなり磁気テープ、あるいは情報伝送機能を使ってシステム間で交換される。また、オンラインでの照合が不一致になったり異常が発生して照合を実施することが不可能となった場合、オフラインの機能でこの照合業務を代行する。

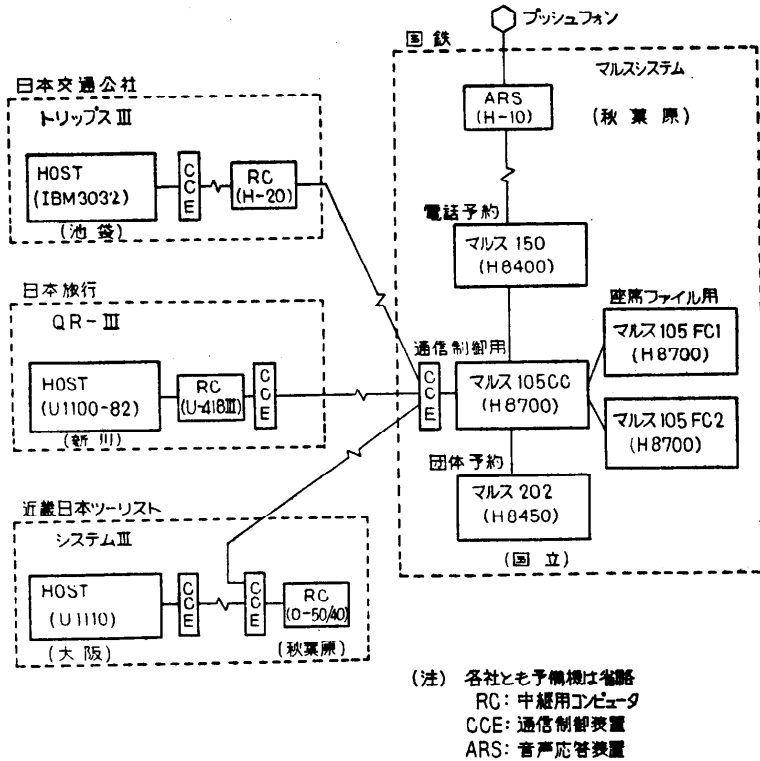


図-1 ハードウェア構成図

4. システムの接続

4.1 ハードウェア構成

各システムはメーカーの違いからソフトウェア、ハードウェアの機能が異なるため、接続インターフェースの整合用として中継コンピュータ経由の接続とした。中継コンピュータの主たる機能は、伝送制御と基本的なメッセージ管理機能であり、マルスシステムでは既設の通信制御用コンピュータ (マルス 105 CC) を利用した。図-1はその構成図である。

システム間は 9.6 kbps の全二重通信回線で接続し、信頼性と必要なトラフィック量を確保するため、各システム間それぞれ 2 回線以上設けてある。また、システムの障害時に対処するために回線はすべてオンライン系、オフライン (予備) 系切替が可能となる構成となっている。これを利用してオフライン系相互を接続し、システム間のテストを営業時間内に実施することもできる。

4.2 接続方式

4.2.1 伝送制御手順

大量のトラフィックを考慮してシステム間の伝送制御手順には HDLC を採用した。今では HDLC は伝送効率の良い方式としてコンピュータ間通信を主体に広く普及しているが、この結合のシステム建設当初はまだ ISO 標準化作業途中であり未決定部分も多くあったことから、業務の特殊性を考慮して独自に開発を進めた。

方式としてはマルスシステムを 1 次局、会社システムを 2 次局とした HDLC-ARM 方式とし、当時 IS 3309 に規定されたフレーム構成、DIS 4335 に準拠した手順要素を採用したが、以下の点をさらに考慮した。

(1) リンク確立の自動化

マルスシステムの営業時間は朝 5 時 30 分から夜 11 時まで、会社システムは朝 9 時から夜 7 時までとなっている。したがって朝 9 時にシステム間のリンクを確立し夜 7 時に解放することになるので、オペレータの負荷の軽減や接続時間帯の柔軟性を考慮し、会社システムが立上って接続可能状態になれば自動的にリンクが確立されるようにした。そのため、マルスシステム

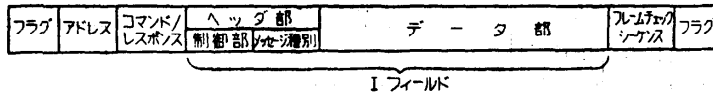


図-2 フレーム構成

は立上りから SARM 命令(リンク確立要求)を一定時間間隔で自動的に繰り返し送出し、会社システムの立上りを待つ。リンクの解放時は2次局である会社システムからの RD 命令(切断モードへの移行通知)によって、1次局のマルスシステムから DISC 命令(2次局の動作モードの終了)が発行される。

(2) 無通信監視

システム間で交換する情報がない場合、一定時間間隔で RD 命令(受信準備完了および正常受信完了の通知)を発行し、回線状態を把握するタイムパトロール機能を設けた。

(3) 回線テスト機能

回線の障害箇所を検出するため、また伝送品質管理上の誤字率測定のため、UI 命令(無通番データの転送)を利用した回線のテスト機能をもつ。

そのほかにも伝送制御手順としては障害処理の規定、双方の受信ビジーにおけるハングアップ状態の解消策などが含まれている。

またシステム間は、信頼性およびトラフィック量を考慮して複数回線(2ないし4本)で結ばれ、各回線ごとにデータリンクがあるマルチリンク方式となっているが、ユーザプログラムからは個々の回線ではなく会社単位の回線群で送受信を要求することが可能となっている。

4.2.2 データインタフェース

HDLC によるデータ伝送では、図-2 に示すフレームが送受される。システム間で必要な情報はデータインタフェースと呼ばれ、すべて I フィールドに含まれている。I フィールドはさらに制御部とメッセージ種別コードから成るヘッダ部、メッセージ種別に対応した情報を含むデータ部より構成される。

メッセージの種別としては、システム間の制御に関するシステム間制御情報と、オンライン業務に関する情報伝送情報、販売業務情報とに大別される。

(1) システム間制御情報

各システムの運転制御プログラム間で送受されるメッセージで、システムの運転開始・終了、一時的な受付停止、システム相互の異常回復、運転モードの変更等に使用される。

(2) 情報伝送情報

情報伝送業務のために使われ、伝送の開始・終了、異常回復に対処する制御用メッセージと、磁気テープ、ディスク上のファイルを伝送する伝送データ用メッセージがある。

(3) 販売業務情報

マルスおよび会社システムでそれぞれ販売している商品に対し、発売、予約、照会等の処理を依頼する要求情報メッセージと、その結果を送り返す回答情報メッセージがある。処理内容を区分するリンクコードは数十種類にも及ぶ。

4.2.3 メッセージ管理方式

今回の結合では1つのメッセージが複数台のコンピュータ間を通過するため、いずれの箇所でも決してメッセージが失われることのないように、各システムで統一的管理を行う必要がある。マルスシステムはそれ自体がすでにコンプレックス構成であり、メッセージ管理に関し1つの確立された方式をもつ。この結合においても検討の結果、マルスの管理方式を基礎としたメッセージの交換、回復、トレース方式を開発した。

(1) 交換方式

要求側システムには要求呼を発生させる標準化された窓口を一定数設定する。この窓口は擬似端末(PST; Pseudo-Terminal)と呼ばれ、従来マルスシステムで採用されてきた概念である。処理側システムではこの擬似端末を自システムの直結端末と見なして処理する。(図-3参照)

多段に結合される場合は、隣接システム間にこの方

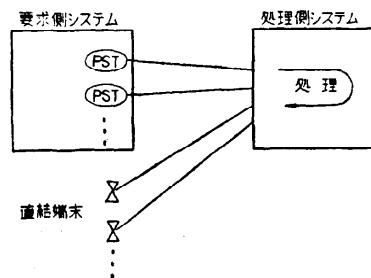


図-3 PST (擬似端末) の概念

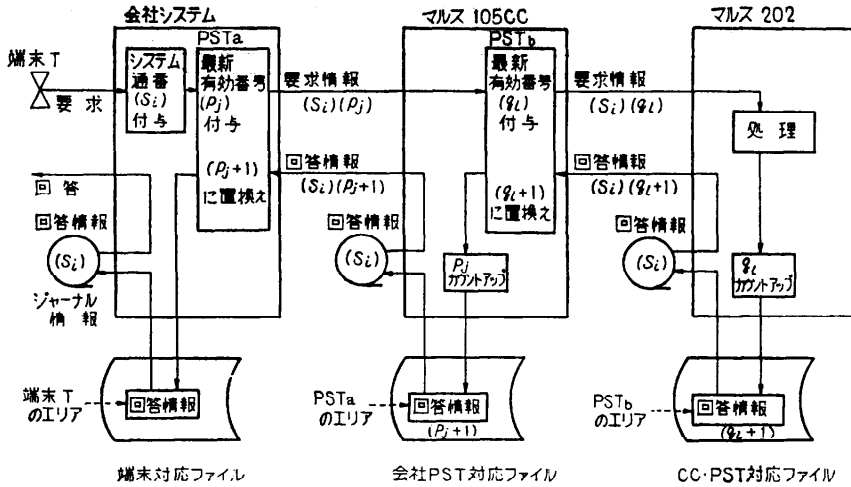


図-4 メッセージの流れ

式を使用し順次リンクする形態とした。したがって、隣接システム間ごとに独立してメッセージを交換することになる。

(2) 回復方式

処理側システムから一定時間内に回答が得られないときは、何らかの障害が発生したと見なし、回復処理を行う。要求側システムは、回答を得られないPSTを使用して処理側の状況を問合わせると同時に、回答情報の再送を要求する。処理側は送信可能となった時点で処理結果を再送する。したがって、処理側では要求情報に対して常に処理を終了させる回復措置が基本となる。これを内部再製方式といい、要求側での操作および処理上の手戻りはないが、回答が得られるまで入力した端末が使用不能になる恐れがある。この対策は各システムでそれぞれ個別にとる。

(3) トレース方式

最初の要求システムで要求情報単位に固有の通番(システム通番)を与え、それ以降の各システム間においてもその通番を持ち回る。もし障害によって要求元のシステムに回答が戻らなかった場合、その要求情報のシステム通番を各システム内で追跡して異常箇所あるいは脱落した情報を見つけ出す。

4.2.4 メッセージの流れと異常処理

具体的なメッセージの流れについて、会社システムからマルス202への要求呼を例として図-4に示す。会社システムの端末Tから入力された要求情報には、まずシステム通番 s_i が与えられる。次に、マルスCC

向けのPSTの中からPSTaを使用すると仮定すれば、PSTaのもつ最新有効番号 p_j がさらに付加され、マルスCCへ向けての要求情報のIDは $s_i \cdot p_j$ となる。マルスCCからマルス202へは p_j に代って q_l が与えられる。

回答情報は、逆にマルス202-マルスCC-会社システムと流れるが、この時のIDは s_i 以外に、マルス202-CC間は q_l+1 、マルスCC-会社間では p_j+1 となる。この p_j, q_l のカウンタアップは処理側システム内で行われ、この値に基づいて要求側の各PSTにおける最新有効番号も変更される。

次に、障害が発生し会社システムがマルスCCから正常に回答情報を受信できなかった場面を想定する。会社システムは一定時間後、IDとして $s_i \cdot p_j$ をもつ要求情報を送信したPSTaを使用し、マルスCCに対し p_j をIDとして内部再製を要求する。マルスCCは会社PST対応ファイルを調べ、 p_j がすでに p_j+1 に変更されているならばマルス202より正常に回答情報を受信しているので、このファイルの中から p_j+1 の最新有効番号をもつ回答情報を再送する。 p_j の値のままであればマルスCC内部の処理を調べ、まだ要求情報がマルス202へ送られてなければ、会社システムに対しマルス内処理無効通知を回答する。送出後であればその旨会社システムに回答する。

会社システムはこの回答の種別によって、再度要求情報を送出するか、正常に受信できるまで再製要求を繰り返すかの処置をとる。

5. 処理形態

ここでは多様な処理形態の中から、特徴のあるものを二、三紹介する。

5.1 指定券発売機能

会社システムからの列車の座席の予約、発売などの要求呼は、マルスシステムの直結端末からの要求呼と同様に見なされ処理される。駅名コード、列車名コードはマルスシステムのN型端末装置に使用されているコードで統一されていて、会社システム内で変換して送出される。処理結果は会社システム内で定められた券片様式に印字発売される。

5.2 企画商品発売機能

企画商品とはあらかじめモデルコース化された旅行商品で、旅行に必要な指定券、宿泊券、観光券などを一括して予約、発売する。そのためには経路、列車名、旅館名、取扱範囲、発売時期などのインデックス情報をもつモデルコースファイル(MCF)と、列車の指定席や旅館の室などを管理する在庫ファイルが必要となる。マルスシステムでは団体予約用のマルス202がこの機能をもつ。

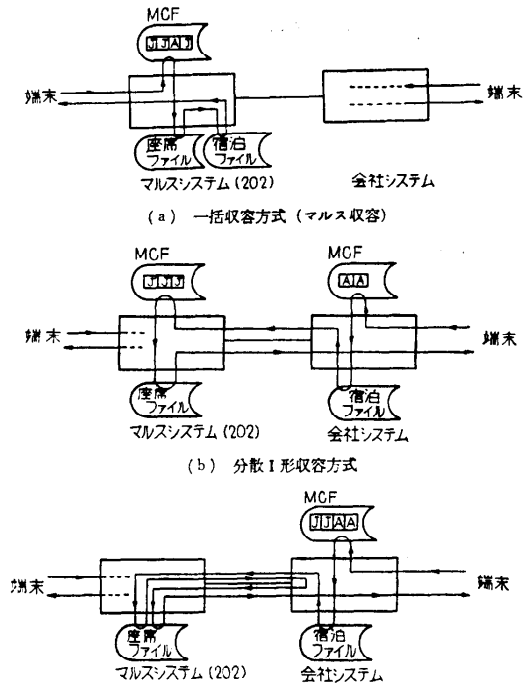
企画商品の在庫の収容形態には、在庫の種類や処理効率、制限事項等を考慮して基本的には次の3種類の形態がある。

(1) 一括収容方式

企画商品に必要な在庫をすべて1つのシステムでもつ方式である。(図-5(a))自システムに収容したものは、当然ながら結合されていなくても発売可能である。この方式は、在庫商品の取扱時期をそのシステム内で任意に設定できる長所があり、また相手システムへのアクセスがないので処理効率は良い。その代り、自システムでは通常取扱わない在庫に関する特殊な割当て機能が必要となる。

(2) 分散I形収容方式

モデルコースに必要な情報をもつMCFを、それぞれのシステムの在庫に関係する部分に分割して持つ方式である。すなわち、基本的には図-5(b)のように会社システムには宿泊に関するMCF、マルスシステムには列車に関するMCFをもつ。ここで会社システムでの取扱いを考えれば、マルスシステムへは1度のアクセスで複数列車の指定席を予約することができ処理効率が良い。また(1)とは異なりそれぞれのシステムの管理する在庫を利用するので、結合の有効性を十分に活用できる。



注: MCF: モデルコースファイル

[T]: 列車行程

[A]: 宿泊行程

・マルス側はマルス105CCを省略してある。

(c) 分散II形収容方式

図-5 企画商品の収容方式

(3) 分散II形収容方式

MCFは1つのシステムで管理し、相手システムに収容された在庫が必要となるときには1行程(1列車とか1旅館)ずつ要求する方式である。図-5(c)のように会社システムにMCFがある場合は、列車の指定券や乗車券が必要となるごとに、単なる指定席発売要求としてマルスシステムへアクセスする。この収容方式では、機能的には相手システムとは独立して企画商品を設定することが可能であるが、システム間のアクセス回数が行程数に比例して多くなるため処理効率は悪くなる。

企画商品の予約、発売は、端末からはコース番号の入力によって行われ、収容方式のいかんにかかわらずすべて同じ操作である。

企画商品発売機能は、このような“密な結合”を軸としているため、一部の予約ができない場合の戻し処理、さらには異常時の回復処理が非常に複雑になり、今回の結合の大きな特徴となっている。

6. オペレーション管理

6.1 独立性の維持

マルシステム、会社システムともそれぞれ自社独自の主要機能があり、接続状況のいかんにかかわらずこの機能は保証されねばならない。そのため、回線もしくは相手システムの異常が自社システムに波及することを極力防止し、システムの独立性を相互に維持する必要がある。

この結合では、システムの運転状態を相互に確認して、無駄な情報あるいは不適切な情報の交換を禁止、防止するとともに、常にヘルスチェック呼を流し異常事態の早期検出を行っている。障害が発生すれば、発生システム側で必ず発生直前の状態まで回復した後、定められた運転再開を行い相手システムへの影響を最小限にする。

6.2 運転スケジュール

システム間の独立性維持と共に、相互に相手商品を発売するため、販売情報の交換、売上集計額の相互照合、審査統計データの送付などではシステム間で協調のとれた運転が要求される。

結合システムの運転開始時には、各システムの定数の初期値やメッセージ制御に必要な情報を含むインチャライズ情報が交換される。次に、販売業務の開始の可否を処理側システムへ確認した後、相手商品の発売が可能となる。その後、各商品の予約、発売、取消などの販売情報が交換される。

1日の販売業務が終了すれば販売業務を禁止状態にして、要求側と処理側システムそれぞれ別個に累計した売上金額が一致するかどうかを確認するオンライン照合が行われる。これら一連の流れの概要を示したのが図-6である。

その他、システム定数の変更、オペレータ間通信メッセージの交換は任意の時点で可能である。また情報伝送は、送付先システムの受付可能状態を確認すれば、

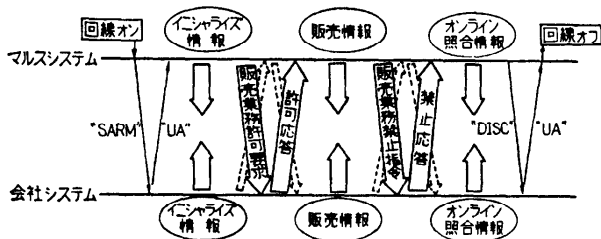


図-6 情報交換手順の概要

販売業務の状況とは全く独立して実施できる。

6.3 トラヒック量の制御

マルシステムには、発売開始時に2,000台近い端末から一斉に処理要求呼が集中する。マルシステムから見れば、今回の結合はさらに多数の高速端末が接続されたのと同様であるため、呼の集中時にはシステムの処理能力を超過する危険性がある。また、諸々の事由により適正な呼の配分が必要なことも考えられ、システム間のトラヒック量の制御が必要となる。

マルシステムと会社システムとの間はPST(擬似端末)を用いてデータが送受されているので、会社システムのPSTの設定数を制御して過負荷時に対処することにした。これをフローコントロールといい、いわばデータの流れるパイプの太さを調整することになるので、会社システムからの呼の総数を制御することができる。

しかし、多客時には特定の列車に予約呼が集中する現象が見られるので、フローコントロールによって会社システムからの呼の総数を制御するだけでは不十分である。このために、予約時期や予約箇所に応じて座席数を割当てる目的別数量管理機能(枠管理という)を増強し、効率的な販売を可能とした。

7. システムの開発

7.1 標準化の推進

今まで述べたように、システム開発の容易さと今後の運用を考慮し、伝送制御方式、運転制御方式をはじめとした各システム間の処理方式および各種のコード類などについて各社協力して標準化を進めた。

各社とも独自部分については、機能改修程度から新規開発までそれぞれ異なった開発内容であり、各社の機能書、設計書の内容は当然異なる。しかし、システム間の結合に関して最小限守るべき条件を記した結合条件書、処理方式とデータインタフェースを詳細に記述したインタフェース仕様書は共同で作成、管理している。

7.2 開発の進め方

システムの開発では衆知のように、ドキュメントの書き方からコーディング、テスト方法などについて統一的なルールを定め開発を進めていく。この一定のルールを集約したものをシステム管理手法というが、この結合システムの開発においても共同で1つのシステム管理手法を定め実施した。

(1) 会議体系

開発段階ではユーザ、開発部門、運用部門がそれぞれの立場で関連してくる。開発が1社内であればプロジェクトチームとして通常1つの組織を作ることができるが、今回の結合では全く独立した4社が関係するため、この間での意見調整や事柄の決定は、1つの会議体系によることにした。この体系は詳細な検討を行う分科会、関連各所ごとの部会、すべての会議の最高決定機関である合同部会から構成される。

(2) システム管理グループの編成

各システムごとにシステム管理グループが編成され、このグループが工程（スケジュール）管理、ドキュメント管理、テスト管理、障害管理、ライブラリ管理、データ・ファイル管理などを専任で行った。

7.3 テスト方式

開発したソフトウェアのテスト段階として、単独テスト、連動テスト、総合テストの3つのフェーズに区分し、テスト結果を厳密に検討評価して順次、テストステップを進めた。単独テストとは、プログラムの最小単位における機能確認のための単体デバッグと、自システム内での総合機能確認までの結合デバッグである。連動テストは、システムを接続してシステム間の大きな機能単位で実施するテストである。総合テストでは、各システムおよびシステム間の最終的な機能確認を行い、主として夜間に本番機を使用して実施される。その他、営業訓練、ハイトラヒックテスト、性能評価確認テストも行った。

これらのテストの中で、最も重要でまた苦勞したのが連動テストである。各システムの設置場所は遠く離れ、電話一本の連絡手段という不便さの中で、システム間で協調のとれたテストを実施する必要があった。そのため、テストの準備に充分な時間をかけることに

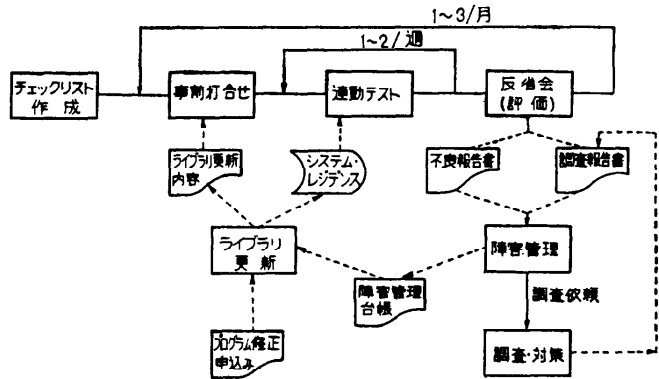


図-7 連動テストの実施手順

し、チェックリストの共同作成、綿密な事前打合せ、テストの実施、反省会という 図-7 に示す一連の作業サイクルを急がず守ったことは、結果として非常に有効であった。

8. あとがき

4年以上にわたり開発を進めたこのシステム結合は、たとえばインタフェース仕様書約1,500頁、連動テストのチェックリスト項目約15,000項目（1社あたり）にもなる大規模な開発となり、完成までの道は決して平坦なものではなかった。特に、各社ともすでにオンラインシステムの開発経験をもち、また社会的背景やシステムに求める価値観に相違があって、当初いくつか調整に手間どる場面もあった。

しかし、この難工事をようやく終えることができたのは、最終段階で厳密なシステム管理を各社一致して実施したこと以上に、開発を通して育った各社の担当者間の、会社の枠を超えた信頼感のお陰であると思う。

長い間苦勞された関係各位に深く感謝する次第である。

(昭和55年7月3日受付)