

解説

国鉄におけるオンライン・システムの開発*

稲田伸一**

1. はじめに

オンライン・システムと言っても、非常に範囲が広く、制御ループの一部に機構として組み入れられたマイクロまたはミニ・コンピュータまで入れると、まとまりがつかないので、ここでは大規模（と常識的に考えられている）システムに限定したい。

国鉄でのオンライン・システムの開発は歴史が古く、また、販売、製造（運転）の中核的な面に多く使用されている（表-1）。さらに、大きく分けると、予約を目的とした、いわゆる在庫管理と、プロセスのリアルタイム・コントロールの分野での利用が多いが、各システムの目的によって、システムの構成も、プログラム技術もかなり異なっており、なかなか包括して一般論をのべることは難しいし、筆者の経験も十分でない。ただ国鉄の開発・運用しているシステムについて特徴を2, 3あげると

- 業務の規模が大きいので、市販最大のコンピュータでも能力の足りないことが多く、ハード、ソフト上、新しく開発しなければならない要素が多い。
- 一方、一つのコンピュータを多目的に使用しないでも採算が合うので、単一目的の使用に限定で

きる場合が多く、開発上の制約が少ない。

- システムの停止が直ちに、安全や致命的なサービス低下に直結しているため、信頼性と稼働性に重点をおく設計となり、必然的に二重系（dual）または duplex）や三重系（triplex）構成を求められ、価格面だけでなく、ハード、ソフトの開発上多くの技術的問題を解決しなければならない。

などであろう。

ハードウェアの開発と異なり、システムの開発は、P. E. Rosove⁶⁾ が指摘しているように、単品生産であり、各システムごとに最も適した開発管理手法を、システムの開発前または開発と並行して、決定し採用しなければ本当によいシステムの開発は不可能といえる。事実、前掲の5つのシステムの開発管理手法を調べてみると、それぞれ異なっており、一般論はないといえる。われわれとしても、工期や品質に重大な影響をもつ管理方式を野放ししておくことはできないので、定型化できるものを研究している⁷⁾。この過程で、開発の歴史の古いシステムでは、独自の管理手法を定着させつつあること、管理方式としてとくに考慮しておかなければならない事柄は、人（組織）、時（工程）、紙（ドキュメント）であることなどが判ってきた。以下、これらを中心に国鉄のオンライン・システムの開

表-1 国鉄における代表的オンライン・システム

システム名(文献)	目的	業務規模	ハードウェア(中央)	ソフトウェアの規模	世代	現世代の稼働(第一世代)
MARS ¹⁾	座席予約	100万席/日	HITAC 8700×6 (予約) HITAC 8450×2 (団体) HITAC 8400×2 (電話)	約 600 kS " 450 kS " 300 kS	6	昭和 47 (34)
YACS ²⁾	貨車制御	4,400車/日	M 350-30×2 (制御) M-7500×2 (情処)	" 100 kS " 500 kS	4	" 49 (43)
COMTRAC ³⁾	運転管理	700列車/日	HITAC 8450×2 (情処) HIDIC 700×3 (制御)	" 500 kS " 250 kS	1	" 50 (47)
DACS ⁴⁾	データ交換	23,000件/日	NEAC 2200-375×2	" 50 kS	1	" 49 (49)
EPOCS ⁵⁾	コンテナ予約	10,000個/日	U-494×2	" 350 kS	1	" 50 (50)

註 kS: COBOL で組んだ部分も一部あるが、アセンブラ換算のキロステップを示す。

* On the Development of Online Systems in JNR by Nobukazu INADA (Dept. of Elec. Engr., Japanese National Railways)

** 日本国有鉄道 電気局

発管理について述べることにしたい。

2. 人(組織)の問題

国鉄の組織は、従来の業務の遂行に具合のよいように歴史の変遷をへて作られたもので、新しいシステムの開発に適合しているとはいえない。この状況は他の官公庁や会社でも同じであろうと思う。まず一般的な計画・立案をおこなう本社と、それを受けて、地域的な日常の業務運営をおこなう鉄道管理局(約30)と、建設工事を担当する工事局があり、その下部に業務を遂行する駅、運転区、工事区などが全国的に配置されている。

情報・制御システムは、これらの機関をネットワーク状に結んで、ある断面の仕事(たとえば、マルスによる指定券の発売)を統一的に扱うことを目的にしているから、従来の組織の業務執行形態とはなじまない。そこで、いわゆるプロジェクト・チームを組んで開発に当ることになり、チームの主査を本社内に指定し、システムの計画から機能の決定、ソフトウェアの作成、ハードウェアの設置工事、総合試験に至るまで、一貫して責任を持つと共に、従来の業務機関の枠を越えて担当システムの開発に関し、指揮・命令できるようになっている。しかし、このようなプロジェクト制と主査の役割が実際明確になってきたのは、ここ数年来のことで、種々の経験と苦い失敗例を通して定着してきたものである。各システムで若干名称などは異なるが、開発体制を図示すると、図-1に示すようになっている。

推進会議は本社内の関係個所の長で構成され、ここでシステムの目的・費用・効果などが総合的に審議される。以後、開発本部がシステムの開発を担当し、予算・工程など重要な変更のみ、推進会議にはかって承認を受けることになる。開発本部は各システムごとにおかれ、たとえばマルス開発本部と呼ばれ、主査のほか少数のスタッフで構成し、システムの計画、設計か

ら試験に至る一連の仕事を指揮すると共に、プロジェクトと関連する他の部内機関との折衝の役割を持つ。

チーム内の要員の配置は、開発時期によって流動的に変えられるようになっており、主査の判断で最大限の能率が発揮できるようにしてある。なお、国鉄の場合チームの要員は共同開発するメーカーの要員と込みで構成し、ソフトウェア作成の要員は原則として、同じ場所で共同で作業する。ドキュメントも同じものを使い一ヶ所で管理する。作業場所は通常計算機の設置してある所になるから、初期の段階、すなわち単体デバッグまでは、メーカーの工場へ国鉄の職員を派遣し、総合試験段階は最終的に計算機の設置する場所の近くに用意した建物内へメーカーの職員を派遣してもらう。コムトラックの開発では、ピーク時国鉄側約100名、共同開発した日立製作所から約100名が参加したので、ちょっとした民族大移動であった。チームは担当の仕事によって、多くのサブグループに分れるが、そのチームは、国鉄・メーカー両者の中から、経験や能力をもとに指名し、チーム内の指揮系統を一本にしてある。

勤務時間、給与条件の異なる組織を一本にして、チーム運営をすることは大変である。しかしきまったものを指示通り製作したり、設置工事をすればすむハードウェアと異なり、一つ一つが新しい仕様で作るソフトウェアの場合、ドキュメントだけでは不十分なチーム内の連携が密になるので、工程の短縮、ソフトウェアの品質の向上に役立っている。

オンライン・システムの開発に、このようなメーカーとの共同開発方式をとるようになったのは、昭和45年からで、マルス105システムの開発が先鞭をつけ、漸次他のシステムの開発でも採用するようになった。表-1に掲げる5つの代表的システムは、対象機種メーカーも異なり、若干のニュアンスの差はあるが、いずれも共同開発方式をとっている。

チーム内の組織は開発時期により流動的で、初期は開発本部と共にシステムの検討・設計に当たっているが、中期には分担してプログラム作成やマニュアル作成に当る。最終的にはまた組換えて、制御機器や端末機との組合せ総合試験を実施するオペレーションもおこなうことになる。

チーム内の指揮系統がタテ系に当たるとすれば、チーム内のグループ間、チーム外の業務との関連は各種会議で処理される。これがヨコ系に当る。プロジェクト・チームはシステムの設計・開発をおこなうといっても、主としてソフトウェアの開発・計算機の設置工

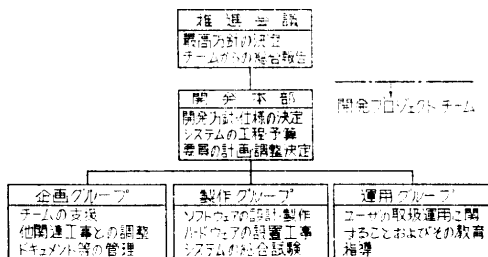


図-1 開発体制

表-2 マルス開発の会議一覧

会議名	審議内容
全国会議	システム内容の全国への説明、意見聴取 開発における全国的な問題の調整
運営会議	プロジェクトチームの運営に関する問題点の 検討、工程および技術的な総合管理
運用部会	システムの利用者側からみた機能の審議、決定
移行部会	105 および 201 の移行に関する問題点の検討
端末部会	端末の運用面、技術面での検討
データ部会	列車データの作成等の検討
工事部会	建物、電源、空調、回線等の工事関係の検討、 調整
システム管理部会	試験、訓練、保守等システムを動かすための 問題点の検討
障害管理部会	総合試験以降における障害の分析、対策
S C 部会	システムの運転方式およびシステムコンソールの 検討

事、特殊な端末機器の開発に当るだけで、機器室の建築や電源設備の工事、システムの一部であるが、開発要素の少ない信号機器や端末機の設置工事などは仕様を提示して、従来の組織に工事を依頼する。この調整は全て会議で決定して仕事を進める。参考までに、マルスの開発時に設置された会議一覧を表-2 に示しておく。

プロジェクト・チームは開発の必要に応じて構成されるので、チーム員はそれぞれ旧来の国鉄の部門や、会社の工場などに所属していて、人事管理はそこでおこなう。国鉄での製作グループの大部分は、主としてシステム開発を担当する東京第二電気工事局（昭和44年発足）に要員母体をもっており、各システム間での要員の調整をおこない、ピーク時の作業スムーズにいくように配慮している。

3. 時（工程）の管理

システムの稼働開始または旧システムからの切替は、企業戦略上効果の最大な時点で設定される。国鉄でも全く同様で、マルスの場合はダイヤ改正時、ヤードの場合は新設ヤードの使用開始、コムトラックでは新幹線の延伸時期に合わせて工程を定める。バッチシステムや、情報処理だけを対象にしたシステムでは、当分人手作業と併存することが多く、若干工程に柔軟性があるが、制御システムでは対象システムの完成と共に、完全に動作することが至上命令となる。たとえばコムトラックの工程が間に合わず、新幹線の開業が数日遅れたら、影響は計り知れないだけでなく、100億

円近い収入減となり、コンピュータ・システムの1つや2つは楽にまかなえる損失となる。従って、プロジェクトの主査は開発の全段階において、進捗状況を正確に把握し、大巾なずれの生じる前に、要員の投入・組織の変更、必要最小限の機能にしばるなど、計画修正を早めに講じる責務をもっている。

しかし、何が何でも期日に間に合わせることをだけを目標に、特攻精神でチーム運営をおこなうと、粗末な機能で使えないとか、ダウンばかりしているなどの不完全なシステムをリリースして、不評を買うだけでなく、将来手戻りが多い。したがって、目でみえない、ソフトウェアの工程進捗を定量的に管理するために、現在、われわれが用いている方法を簡単に述べておこう。

a) 作業量の見積り

これまでの開発の経験から、要員1人当たり、

- オンラインプログラム 5~10 steps/day
- サポートプログラム 10~20 steps/day
- バッチプログラム 20~30 steps/day

位の目安で要員算定をする。新人が6割程度入っており、管理者まで含めて、全期間を通しての平均であると考えてよい。

問題はシステム全体の所要ステップ数の推定である。すでに一度作られたシステムなら、機能が或程度変更されても、かなり見当がつくが、最初のシステムでは設計が相当進捗しないと判らない。しかし、ファイル仕様とジェネラル・フローチャートの完成段階で経験者が推定すると、かなりの確度で見積れるので、ここで一度要員規模と機能を再調整する。要員をつぎ込んで、マシン使用時間に限界があるので、むしろ機能を縮小する方向で工程計画をたてるのが主査の役割となる。場合によっては、2段・3段のリリースで順次機能をあげる方向でまとめることもあり、それに応じて、運用体制も変更するので、前述の推進会議に提出される重要な議題である。

b) 進捗度のチェック

現在、各プロジェクトで進捗管理に用いている工程表は若干の相違はあっても、重要なものは次の3つに集約できる。

○総合工程表：システムに関連する各工事を一枚に集約したもので、計算機ハードウェア、建物・電源、関連制御機器設置、機能別の大きなソフトウェア、試験、訓練、教育などをバーチャートで表わしている。相互関連を見るもので工程チェックには余り使用

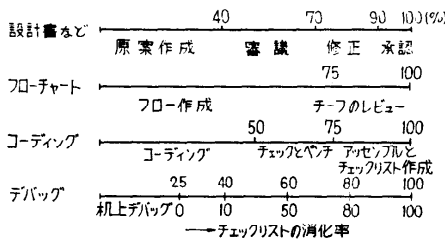


図-2 進捗度評価基準

しない。

○中工程表：各工事ごとにまとめたもので、ソフトウェアの場合、主として機能ごとにまとめられ、一項目が10~15kステップ程度でチームの主査が月2回程度チェックし、必要な手段（要員の移動など）を講じる。

○小工程表：各サブグループごとにチーフが管理し、ルーチン（1~2kステップ）単位で、また個人別に管理できるようになっている。ハード工事には使用しない。このほか、必要に応じて、試験工程表や切替移行工程表なども作っているが詳細は省略する。

これらの工程表をもとに進捗度のチェックをおこなうが、何を基準に達成度を評価するかが問題で、できるだけ管理者の主観が入らない方法を講じる必要がある。マルス及びコムトラックの開発では図-2に示すような基準を用いたが、比較的実情に即しているように思えるので、今後他のシステムへ広げたいと考えている。

なお、マシン・デバッグに入ると、グループごとにバグの生長曲線とチェック項目の消化傾向をグラフに書いて管理する。これはシステムの安定時期を判断する目安として使用できる。過去の開発例から種々検討した結果、成長曲線またはゴンパーツ曲線を用いてコムトラックの開発に応用し、好成績を得た⁸⁾。

4. 紙（ドキュメント）の管理

システムの開発とはドキュメントの作成と同義語といえるかも知れない。20人位までのチームで開発だけを目的にするなら、相当ドキュメントを省略しても、曲りなりにも動くシステムを作れるが、長期間使用するシステムでは、必ず機能の追加・修正があるので、ドキュメントなしでは運用できなくなる。さらに30人以上のチームでは、開発途中でもチーム員相互間の約束、意志疎通に不可欠のものである。大体全作業量の35~40%をドキュメント作成の作業量（フロチ

ャートは除く）として見積って要員を考えている。

ドキュメントの種類は各プロジェクトで独自の体系を作っているようであるが、大別すると、開発用と管理用に分けられる。前者はさらに図-3のような関連（三角形の重りは記述の重複を示す）がある。もっともプロジェクトごとに若干様子が異なり、システム設計書をプログラム編、データ・ベース編などに細分して作成している場合もある。管理用は開発の成果ではなく、工程表、ドキュメントの整理、マシンのスケジュールや使用実績、障害報告や整理など開発の管理上必要となる文書である。

国鉄でも過去には、ドキュメントの不備から、総合試験段階でインターフェイスの不統一で大巾な工程遅延を生じた例や、開発は完了したが後のメンテナンスができず、経験者の転任ができなかったなど、数々の苦い経験を生かし、現在は相当良くなってきた。ちなみに歴史の古いマルスを例にとると、大小23種類のドキュメントを用い、開発上・運営上、大きな成果をあげている。また、各システム間で共通したフォーマットの標準化への努力もおこなっているが、システムの目的の相異がドキュメントに反映するので、これはかなり困難な要素が多い。

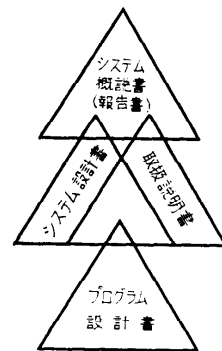


図-3 主なシステム開発のドキュメント

5. あとがき

国鉄のオンライン・システムの開発に関することをトピック的に記述したので、障害対策、リカバリー方式、開発後の運営（オペレーション）組織など紙数の関係で省略した。われわれの経験が何らかの参考になれば筆者の望外の幸である。

情報システムの開発は、国鉄の近代化の大きな柱になっており、今後もいくつかの新しいオンライン・システムの開発が計画されているが、開発・運営要員の

確保，教育・訓練が今後の大きな課題である。

なお，第3章の記述は文献7)をかなり引用したことを付記して関係者に謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 尾関他：マルス105システム，(1)(2)(3)，情報処理，No. 6, 7, 8, (1974)
- 2) 石丸他：武蔵野ヤード自動化システム概要，鉄道サイバネティックス論文集第8回，(1971)
- 3) 保原，稲田：鉄道の運転管理システム，信学会誌，No. 2, (1972)
- 4) 松尾他：DACSの現状と将来，鉄道サイバネティックス論文集第11回(1974)
- 5) 星屋他：コンテナ情報システムの設計思想，鉄道サイバネティックス論文集第10回(1973)
- 6) P. E. Rosove: Developing Computer-Based Information Systems, Wiley 1967
- 7) システム管理方式に関する報告書，東京第二電気工事局，1975
- 8) 信号保安協会：運転情報総合処理システムの研究報告書，(1974)，(1975)
(昭和50年7月16日受付)