

鉄道輸送の最近のニーズに応える 輸送計画・管理システム

Transport Planning and Management System Meeting Current Railway Transportation Needs

立石 彰吾 池田 克己

■ TATEISHI Shogo ■ IKEDA Katsumi

主な鉄道事業者では、輸送計画と輸送管理業務のシステム化が既に進められているが、最近のニーズの変化とハードウェアの進歩によって、新たな機能が要求され始めている。

東芝は、輸送計画と輸送管理（輸送計画・管理）業務のシステム化において、従来の運転曲線作成、ダイヤ作成、車両運用、乗務員運用などの機能に加え、これから注目されると思われる時隔^(注1)策定、車両運用整理、及び乗務員運用整理の機能を開発した。また、これらの機能を備えるマシンに搭載可能なOS（基本ソフトウェア）を増やし、ニーズに応えられるようにした。

Planning and management operations for railway transportation services, which are already systematized in major railway enterprises, are required to have additional functions as users' needs change and hardware capabilities advance.

Toshiba has developed a system providing three new functions in addition to conventional functions such as the preparation of run curves and service diagrams, and the planning of train routings and train personnel assignments. These new functions, which have gradually come to be required in the railway transportation sector, are the determination of interval times between trains, the readjustment of car allocations, and the readjustment of train personnel assignments. We have prepared various versions of this system so that it can be run on any operating system used by the customer.

1 まえがき

近年の主な鉄道事業者においては、商品となる“ダイヤ”を作成するにあたり、輸送計画・管理業務にコンピュータを導入して、専門職の業務をシステム化する動きが進められている。また、システム化に際して、鉄道事業者の要望も多様化してきており、新たな業務に対するシステム化の要望や、処理速度の向上、ヒューマンインタフェースの改善、新規帳票の追加といった、従来システム化されてきた業務に対する改善要望など、様々である。

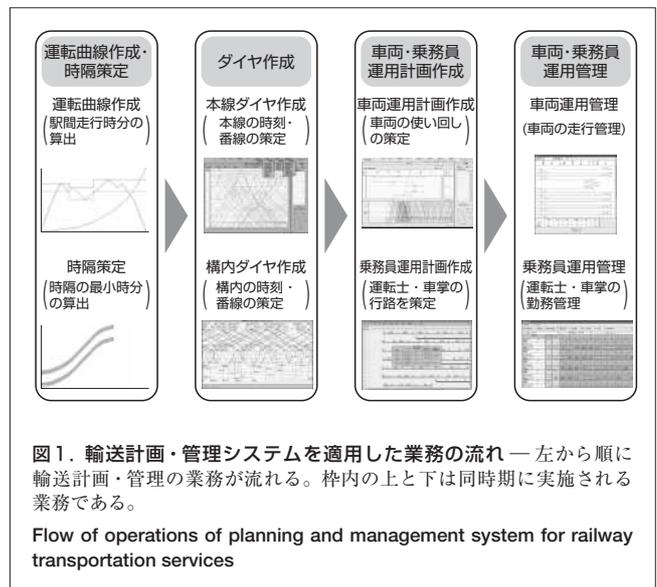
ここでは、輸送計画・管理業務のシステム化について、従来の機能やシステム構成がどのように変化してきているかを最新の開発機能を交えて紹介する。

2 輸送計画・管理システムの機能

輸送計画・管理システムには、運転曲線作成・時隔策定、ダイヤ作成、車両運用計画と車両運用管理（車両運用計画・管理）、乗務員運用計画と乗務員運用管理（乗務員運用計画・管理）、車両運用整理、及び乗務員運用整理の機能がある。

東芝はこれらの各機能について、最適な運用計画や運用

(注1) 列車と列車の運転間隔のことを言う。



管理の検討を行うユーザーの業務を支援することを主目的としており、個々の業務ごとにシステムを提供している。

輸送計画・管理システムを適用した業務の流れを図1に示す。

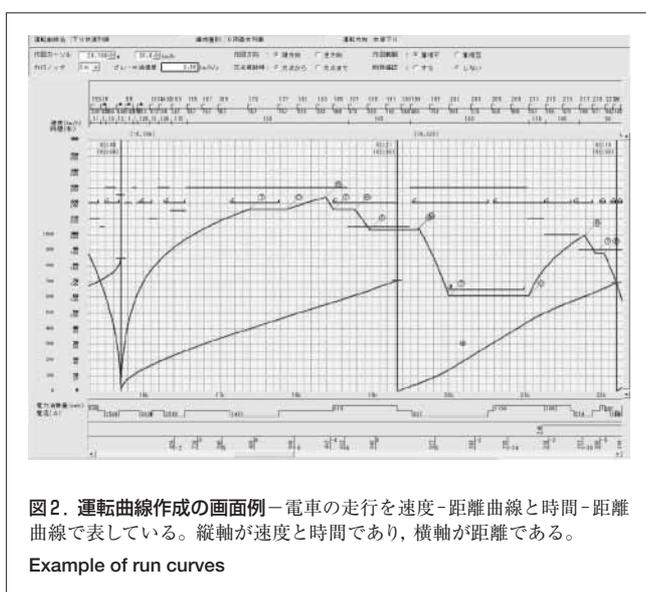
2.1 運転曲線作成・時隔策定

運転曲線作成とは、路線条件として入力されたこう配、曲率、制限速度などのデータに基づき、列車の走行をシミュ

レーションするものであり、結果は速度-距離曲線と時間-距離曲線のグラフで表示する。路線条件などを考慮しながら、駅間の運転時分が最小になるように、加速位置やブレーキ位置などのタイミングを自動で計算する自動作成機能や、それらを手動で設定しながら作成する手動作成機能がある。運転曲線作成の画面例を図2に示す。

時隔策定とは、影響する2列車間の関係と信号機現示(注2)展開を表示することにより、追込み時隔、開通時隔、交差時隔、別線追込み時隔、別線開通時隔、最小運転時隔、追抜き時隔、及び区間表示時隔を策定し、運転時隔策定の支援を行う。

これらの機能で得られた駅間走行時分(時間)や運転時隔は、ダイヤ作成時の基本データとして使用される。



2.2 ダイヤ作成

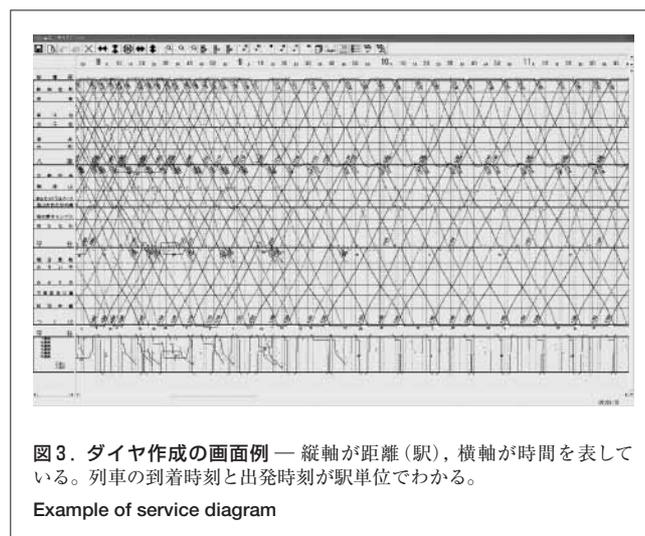
ダイヤ作成とは、駅名、駅間距離、路線条件、及び前節の機能で得られた運転時隔などの基本データに基づき、走行する列車の種別ごとに、始発駅から終着駅までの着発時刻や番線などを定義するものである。作成したダイヤは、様々なサイズでプロッタに出力されたり、時刻表形式でプリンタに出力されるほか、運行管理システムなどの関連システムへ渡され、各々の制御や情報処理に用いられる。ダイヤ作成の画面例を図3に示す。

2.3 車両運用計画・管理

車両運用計画は、作成されたダイヤスジ(注3)に使用する編成車両を割り当てたり、また、車両の出庫や入庫、駅での留置を決める機能である。車両運用を計画する場合は、効率

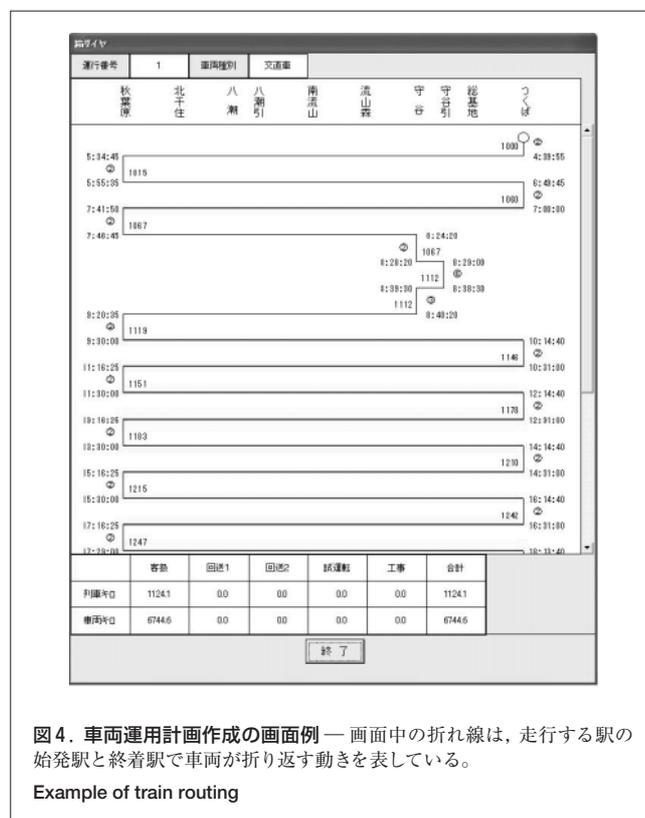
(注2) 信号機の色の種類のこと、例えば、赤、黄、緑の3現示や、赤、黄・黄、黄、黄・緑、緑の5現示などがある。

(注3) ダイヤ上で列車を表す斜めの線を言う。



的な運用を行うためにダイヤに回送列車を計画するなど、前述のダイヤ作成と連携した機能になる場合が多い。車両運用計画作成の画面例を図4に示す。

車両運用管理は、計画された車両運用に基づき実際の車両を割り当てる車両割当機能や、車両の走行キロや走行日数によって義務づけられている車両検査を計画する検査計画機能がある。これにより、個々の車両に対して、数か月先までの使用計画や検査に充てる時期の管理を行うことができる。



2.4 乗務員運用計画・管理

乗務員運用計画は、車両運用計画と同じく、1日のダイヤに合わせて運転士や車掌の乗務する担当列車を決める機能であり、乗務前後の点呼箇所の設定や列車乗継時の相手の指定なども合わせて作成する。また、これらの個々の乗務員運用については、指定された担当列車の時刻などから、勤務時間や連続乗務時間、休憩時間、出退勤時間などの自動計算も行っている。

乗務員運用管理は、乗務員運用計画に対して、実乗務する個人を割り当てて、個人の勤務管理を行う機能である。これにより、乗務員の1か月間の勤務計画を立て、公休や年休の管理、日々の出退勤時間や労働時間の管理、当日の出勤状況の確認などを行っている。乗務員運用管理の画面例を図5に示す。

図5. 乗務員運用管理の画面例 — 乗務員ごとに出勤時刻、出勤場所、及び乗務内容が表示される。

Example of train personnel assignment

3 輸送計画・管理システム機能に対するユーザーニーズの変化と東芝の対応

今までのシステム化は、“スジ屋”^(注4)と呼ばれる職人のノウハウの継承、業務効率の向上、及び転記作業やチェック作業といった単純作業の軽減などを目指したものが多かったと思われる。

しかし、近年のシステム化においては前述の要素を含みながらも、更に、システムとユーザーとの協調作業ができる環境を提供するため、システムが処理する部分とユーザーが処理する部分の見直しや、業務自体が複雑でシステム化が

(注4) 鉄道のダイヤを作成する人のことで、一般にその社での長い経験が必要とされる。

見送られていた機能のシステム化が要求されている。

これらの背景として、システム化すればすべて自動で行える、と言う考え方が見直され、ユーザー(システムを直接操作する人)の目的が明確になってきていることや、最近のハードウェアの性能向上により、複雑な処理でもコンピュータで実行可能と評価されていることがある。

最近の特徴的なニーズとしては、ダイヤ改正などの事前の計画業務をシステム化するものや、当日の列車乱れに対し車両運用や乗務員運用の変更計画を短時間で求めるシステムの開発要求などがある。

当社はこれらのニーズに対応するため、既に開発しているシステムをベースにしなが、鉄道事業者の要望や技術動向に見合ったシステムを構築しており、それらについて以下に述べる。

3.1 Y現示による運転曲線再作成機能

最近の特徴的なシステム化のニーズとして、運転曲線再作成に関するものがある。Y現示(黄色の信号)による運転曲線再作成機能は、ラッシュ時間帯の輸送量をもっと増やしたいとの要望を受けて、それを実現すべく、列車の運転時隔を短くする方法として考案した機能である。時隔を策定するための2列車の運転曲線において、運転間隔を詰めた場合、続行列車が受ける信号現示が青から黄に変わる可能性がある。その場合、続行列車が走る運転曲線が変わることになる。

この機能は、それを再作成し、運転時隔を求めなおすためのものである。

3.2 車両運用整理

車両運用整理は、当日の列車乱れに対して、あらかじめ計画されていた車両運用を変更する機能である。例えば、列車遅延が発生して予定していた車両が手配できない場合や、車両故障により次の列車に割り当てられなくなった場合に、車両の割当て変更を行うものである。

主な機能として、列車乱れ時の車両運用上の問題点警告と、問題点解消へ向けた運用変更の提案が挙げられる。また、ダイヤ回復後の運用戻し^(注5)の提案機能もある。

3.3 乗務員運用整理

乗務員運用整理は、当日の列車乱れに対して、あらかじめ計画されていた乗務員運用を変更する機能である。例えば、列車遅延が発生して予定していた車両に乗務できない場合や、臨時列車の増発時に、乗務員の割当て変更を行うものである。

主な機能としては、列車乱れ時の乗務員運用上の問題点警告と、問題点解消へ向けた運用変更の提案が挙げられる。また、乗務員運用の変更時に、その乗務員の当日の勤務時間

(注5) 翌日の車両運用を考慮して、当日の列車乱れによって発生した車両の扱いを元の計画に戻すこと。

や月間総労働時間のチェック、翌日の勤務計画への影響などをチェックする機能もある。

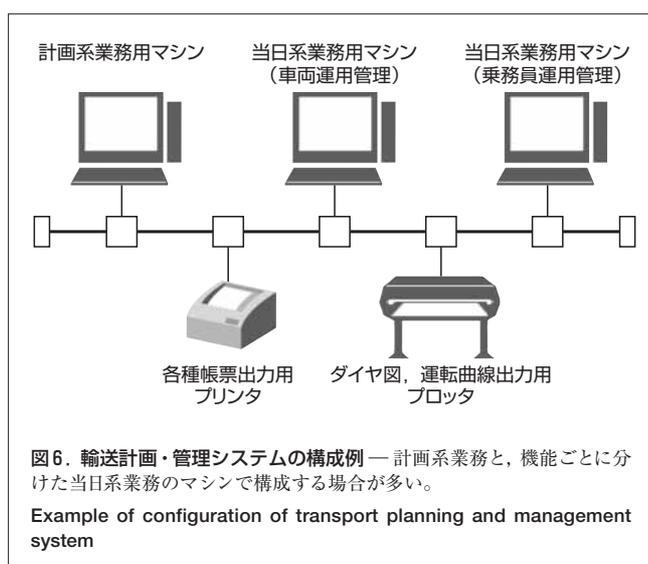
4 システム構成

輸送計画・管理システムの構成につき以下に述べる。

輸送計画・管理システムでは、その使用目的や使用頻度などから、主に運転曲線、時隔策定、ダイヤ作成、車両運用計画、乗務員運用計画機能などの計画系の業務を行うマシンと、主に車両運用管理、乗務員運用管理、車両運用整理機能などの当日系の業務を行うマシンとに大別される。

図6に示すように、計画系においては複数の機能を1台のマシンに持たせ、当日系においては機能ごとにマシンを用意するが多い。なお、規模の大きい路線を管理している鉄道事業者のように、計画系と当日系以外に、路線ごとに搭載する機能を分ける場合もある。

周辺機器としては、ダイヤ図や運転曲線を出力するためのプロッタや、各種帳票を出力するためのプリンタが用意されている。



4.1 マシン構成

マシンの考え方として、従来はシステムが要求する情報をユーザーが対話型のヒューマンインタフェースから入力する形式が多く、マシンと人間は1対1の関係であった。また、データベースの共有化を図る目的などから、サーバ/クライアント形式を構築していた。

最近では、ネットワークの発達により、データの入力を中心とする機能についてはウェブ形式で入力するなど、端末にプログラムを組み込まない（アプリレス）システムも出てきている。

システムを搭載するマシンとして、UNIX^(注6)マシン、産業用パソコン(PC)、民生用PCが挙げられる。ユーザーによっては、社内の諸事情から、マシンの仕様について要望を受けられる場合もあるが、ユーザーのシステムの規模や目標性能、信頼性を考慮しながら、どのようなマシン構成でも対応できるように準備している。

4.2 OSの考え方

当社の輸送計画・管理システムは、ユーザーの要求性能を実現するためにOSにUNIXを採用し、UNIXシステムとして開発してきた。しかし、PCの普及に伴い、近年ではWindows[®](注7)化のニーズが高まってきており、Windows[®]を採用したシステムが増えてきている。

また、その一方では、Windows[®]のバージョンアップ周期が短いために、システムのリプレースが多発することになり、このリプレースの際の資産流用を最大限に生かしたいとのニーズに対応して、OSにLinux^(注8)を採用する場合もある。

輸送計画・管理システムにおける、それぞれのOSの特徴を以下に述べる。

4.2.1 Windows[®]版 Windows[®]版輸送計画・管理システムは2004年から導入しており、今後いちばん伸びていくシステムであると思われる。

出力する帳票にEXCELを使用し、ほかのシステムのデータについては、Windows[®]で使用可能な媒体を使用できるという利点がある。

搭載するマシンは民生用PCと産業用PCがある。民生用PCは高い性能を備え、最新の周辺機器との接続が可能であるが、機種種の更新が盛んで保守期間^(注9)も6年程度と短い。産業用PCは、長期の保守期間を約束しており、最長12年の保守が可能である。

4.2.2 Solaris^(注10)版 Solaris版輸送計画・管理システムは、最初に阪急電鉄(株)のダイヤ作成システムとして導入され、現在もリプレースされたものが稼働中である。

搭載するマシンはUNIXマシンのASシリーズである。民生用PCより高い性能を持ち、ネットワーク経由で周辺機器との接続が可能である。ただし、民生用PCと同じく機種更新が盛んで、保守期間は製造終了後6年程度である。

4.2.3 Linux版 Linux版輸送計画・管理システムは、2006年3月に東武鉄道(株)でダイヤ作成システムとして稼働を開始した。

(注6) UNIXは、商標。

(注7) Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。

(注8) Linuxは、Linus Torvalds氏の米国及びその他の国における登録商標。

(注9) 製品納入後の修理可能な期間を言う。

(注10) Solarisは、米国Sun Microsystems, Inc.の米国及びその他の国における登録商標又は商標。

前述したOSの更新サイクルが短くなり、長期保守を行うことが困難となってきたため、更新前のSolaris版ダイヤ作成システムのプログラムをLinuxに移植し、画面系のプログラムは新規開発した。

マシンと接続する機器(プリンタやプロッタなど)のドライバ開発はコストがかかるため、帳票作成部分はWindows®を採用した。

搭載するマシンとしては民生用PCと産業用PCがある。

5 システムの具体例

輸送計画・管理システムの具体例として、次の二つを紹介する。

5.1 東武東上線向けダイヤ作成システム

東武東上線向けダイヤ作成システムは、UNIXで開発していた既設システムを、2006年3月にLinux版としてリプレースしたものである。

運転曲線作成、運転時隔策定、ダイヤ図作成、車両運用などの機能を備え、日々のダイヤ変更を行う機能や、運行管理システムへデータを送信する機能もある。

このシステムは、路線定義や設備変更もユーザーでできるようになっており、ソフトウェアの改造を行うことなく駅の追加や削除、線路設備の変更が可能である。

5.2 つくばエクスプレス向け乗務員運用計画・管理システム

つくばエクスプレス向け乗務員運用計画・管理システムは、2005年8月の同線の開業に合わせて新規開発したものである。

勤務管理、点呼、乗務員運用整理の機能を備えている。

勤務管理は、個々の乗務員について月間の勤務を計画し、出勤日数、公休・年休日数、労働時間の計算を行う機能である。つくばエクスプレスには、ダイヤ作成や車両運用計画・管理の機能も導入している。

点呼は、出勤時間順に乗務員の氏名や出勤場所を表示する機能で、表示した内容により当日の勤務状況を確認することができる。

乗務員運用整理は、当日のダイヤ乱れにより乗務員運用の計画変更が必要になった場合、それを支援するための情報表示を行う機能である。

6 あとがき

輸送計画・管理業務は、多くの鉄道事業者でシステム化されてきた。システム化に際しては、単に従来の輸送計画業務をシステム化するという考え方から、個々のユーザーニーズに合った細かな要望に対応する機能の開発や、輸送管理業務の更なるシステム化が求められている。今回取り上げた、最新の機能である時隔策定、車両運用整理、乗務員運用整理の機能など、今後、鉄道事業者のニーズが高まっていくと予想される機能の整備を更に進めていく。

このように、鉄道の輸送計画・管理業務を細かくサポートすることで、最適な計画と運用が実現され、鉄道の利便性が向上していくことに役だてればと考えている。



立石 彰吾 TATEISHI Shogo

産業システム社 交通システム事業部 交通情報システム部 主務。鉄道輸送計画システムのシステムエンジニアリング業務に従事。

Transportation Systems Div.



池田 克己 IKEDA katsumi

産業システム社 交通システム事業部 交通情報システム部 参事。鉄道輸送計画システムのシステムエンジニアリング業務に従事。

Transportation Systems Div.