

東海道新幹線運転計画支援システム

Transportation Planning System for Tokaido Shinkansen

谷川 泰夫
Y. Tanikawa

坂田 良弘
Y. Sakata

藤原 裕二
Y. Fujiwara

篠原 正憲
M. Shinohara

東海道新幹線では、さまざまな輸送需要に対応するために高速化、編成種別や停車パターンの多様化、臨時・季節列車のきめ細かな運転などの施策を実施している。これらの施策に対応した列車ダイヤなどを作成する運転計画業務は、増大する複雑さに対し、従来は手作業で行われていたために、多くの時間と労力を要していた。

このような課題を解決するために導入した運転計画支援システムは、運転計画業務における効率的な作業環境の提供、システムのネットワーク化、業務ノウハウのシステム化などにより、省力化、効率化を図り、さらに需要にもっとも適した柔軟な計画策定の実現を目的にしたものである。このシステムにより、運転計画のリードタイムの短縮や柔軟な運転計画、より旅客のニーズを的確にとらえた計画の策定が可能となった。

Several measures are applied to the Tokaido Shinkansen to meet different types of transportation requirements, such as varying speeds, train compositions, stopping/passing operating patterns and seasonal operations. These variations formerly created a heavy manual burden due to the need to formulate operation plans and draw up train diagrams for the complex railway network.

We have developed a transportation planning system and introduced it to the Tokaido Shinkansen to ease and improve the planning of train operations by means of an information network and artificial intelligence (AI) systems. This system is also expected to facilitate optimum planning to meet passengers' requirements.

1 まえがき

東海道新幹線は、開業以来、鉄道技術の先端を行くさまざまな新システムが導入されている。新幹線の運転を集中監視・制御するコムトラック(新幹線運転管理システム)もその一つである。コムトラックは、新幹線の列車ダイヤや車両、乗務員など運転に関する多大な情報を管理して、当日の列車の進路制御、車両や乗務員の運用管理など運転実施と実績管理にかかわる多くの機能を実現している。しかし、これまでは運転実施のためのスケジュール、すなわち列車ダイヤや車両の運用などの計画作成業務とそのコムトラックへの入力作業は、人間の手作業のままであった。

この計画作成は、近年の輸送ニーズの多様化に対応する高速化、編成種別や停車パターンの多様化、臨時・季節列車のきめ細かな運転などの施策のため複雑化しており、多くの労力と時間を要している。このような背景から、今後の輸送需要に柔軟かつ的確に対応できるような運転計画環境を構築するため、この計画作成業務をコンピュータ化する運転計画支援システムを開発した(図1)。

2 運転計画業務の課題とシステム開発

2.1 運転計画業務の概要

運転計画業務は、鉄道運營業務の Plan-Do-See サイク

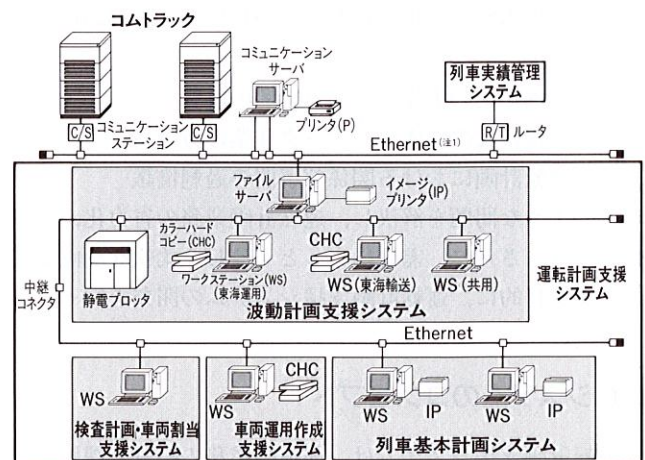


図1. 運転計画支援システムの全体構成 エンジニアリングワークステーションによるクライアント・サーバシステムをホストコンピュータにアドオンした。

Configuration of transportation planning system

ルの Plan にあたり、そのアウトプットである計画データは、運行管理の制御データであり、時刻表となる商品データでもあり、社内業務の運用スケジュールともなる基本的な情報である。この計画業務には、計画対象時期と種類に応じ、次の業務がある。

(注1) Ethernet は、富士ゼロックス株の商標。

(1) 対象時期

- (a) 将来のダイヤの検討 将来の施策に対応したダイヤなどのシミュレーション
- (b) ダイヤ改正の基本計画 次期ダイヤ改正用のダイヤなどの作成
- (c) 波動計画 四半期ごとに計画する日単位の季節・臨時列車の計画

(2) 作成対象

- (a) 列車ダイヤ 列車の種別、始終着駅、各駅の到着・出発時刻・使用番線などを定めたもの
- (b) 車両運用 車両が列車として運転され、駅や運転所で必要な検査・整備を受け、再び列車として運転される一連の使いかたの手順を定めたもの
- (c) 乗務員運用(運転士、車掌) 乗務員が、列車に乗務して、次の列車の乗り継ぎ、休憩をとるなどの一連の業務スケジュール

2.2 運転計画業務に対する課題とシステムの開発

近年、新幹線では“のぞみ”の運転開始、停車パターンの多様化、臨時・季節列車のきめ細かな運転などが行われてきた。このような輸送ニーズ・施策に対応した計画をするにあたり、これまでの手作業による方法では、次のような課題があった。

- (1) 新たな課題に対する運転計画要請の増大
- (2) 列車本数、列車種別などの増加による計画の複雑さの増大
- (3) 計画作業の手作業による時間の浪費
- (4) 各種帳表の作成・チェック作業の労力過多
- (5) 運転計画における関係部署間の過剰協議

このような問題を解決し、運転計画業務の省力化、効率化を図り、さらに、需要にもっとも適した柔軟な計画策定の実現を目的に、運転計画支援システムの開発を行った。

3 システムのコンセプト

運転計画支援システムは、前述の業務の特質と課題、関連業務との関係、さらにコンピュータ技術の動向などを考慮し、以下の方針で開発した。

3.1 需要に応じた柔軟な列車設定

輸送需要の変化は、数年の長期的な動向、一年間、一週間、一日の中の時間帯の範囲での動向などに分類することができる。この需要の変化に対し供給である列車ダイヤが一致するよう作成することが望ましい。そのために、現行では次の方法を採用している。

- (1) 年間波動需要予測値と経営施策に基づく基本計画
- (2) 日別時間帯別輸送需要予測値に基づく波動計画

このシステムでは、従来のこの方法をシステムに組み込むことにより、需要に応じた列車設定の柔軟化や作成作業

時間の短縮が図れるしくみを構築した。

3.2 効率的な作業環境の提供

運転計画業務は、さまざまなデータや条件を参照しながら業務専用の特殊な帳表を作成することにより行われている。使用者が円滑にシステムに移行するためには、この作業環境をコンピュータ上に継承することが必要である。そのため、GUI(グラフィカルユーザインタフェース)によるダイヤ図、運用図などのグラフィック表示やマウス操作などの直感的なユーザインタフェースの実現、さらに、現行の運行図表、運用図表などの特殊帳表の出力などを行った。

3.3 システムのネットワーク化

運転計画は、輸送計画部門、運用計画部門など複数の部門が連携して作成している。また、運転計画の結果である列車ダイヤや運用情報は、運行管理システムや運用、営業などのさまざまな部門で使用される。そのため、このシステム化にあたっては、作成に関連する部門でのデータの共有、特に列車計画と車両運用計画の連携、運行管理システム(コムトラック)とのデータ授受、他部門への計画結果の供給などのシステム間のネットワークを構築した。

3.4 業務ノウハウのシステム化

計画業務は、熟練者が経験と記憶を基に、試行錯誤的にプランニングする業務である。それをコンピュータが支援するため、自動チェック、過去の事例の活用、自動提案などの業務ノウハウをシステム化する機能をもたせた。このため、一部機能にAI技術におけるエキスパートシステム技術を用いた。

4 システムの構成

このシステムのシステムインテグレーションにおいては、最近の計算機の潮流であるダウンサイジング、オープン化の流れを反映し、次の基本構成とした。

- (1) エンジニアリングワークステーション(当社ASシリーズ)によるクライアント・サーバシステム
- (2) 他社ホストコンピュータ(コムトラックの汎(はん)用コンピュータ)へのアドオン

具体的な構成は図1のとおりである。ワークステーションは、図のように機能別分散処理をしている。

5 機能

5.1 全体機能の構成と流れ

運転計画支援システムは、列車基本計画システム、車両運用作成支援システム(この二つを基本計画支援システムと呼ぶ)、波動計画支援システム、検査計画・車両割当支援システム、他のサブシステムから構成される。システム

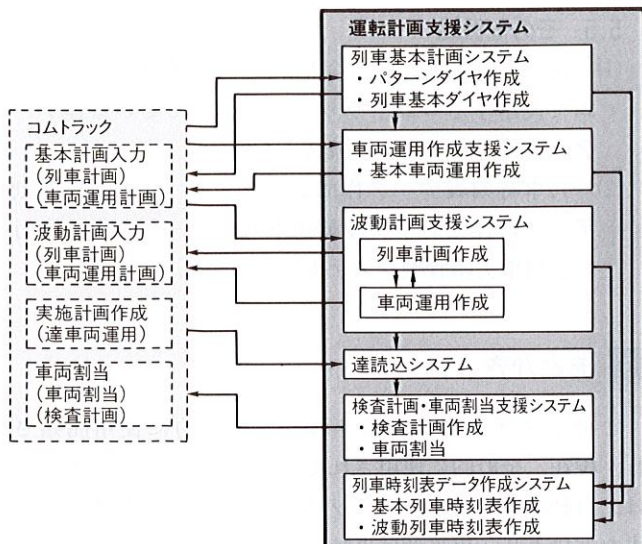


図2. 機能関連 各サブシステムとコムトラックが連携して、処理を行う。

Functional configuration

の機能関連を図2に示す。

各システムは、計画のための諸条件、定数などをコムトラックから取り込むことにより、コムトラックのデータと整合性のとれた計画の作成が可能である。また、作成した計画データはコムトラックへオンラインで送信されることにより、運行管理の制御用計画データとして使用される。

5.2 基本計画支援システム

(1) 列車基本計画システム

- (a) パターンダイヤ、折返し作成 指定された端末駅(東京駅)の列車種別、始発時刻により、1時間サイクルの相対時刻で表すパターンダイヤを自動作成する。東京駅、新大阪駅の折返しの接続、番線の割当を作成する。
- (b) 列車基本ダイヤ作成 採用したパターンダイヤを基に1日分のダイヤに展開する。各時間帯の運転本数などを調整し、基本ダイヤの設定を行う。
- (c) 計画結果出力 作成した基本ダイヤをコムトラックへ送信する。また、作成したダイヤ図を静電プロッタ出力する。

(2) 車両運用作成支援システム

- (a) 発着基準表作成、素ダイヤ作成 列車計画の決定を待たずに、車両運用計画を検討するため、独自に素ダイヤを作成する。
- (b) 運用設定、検査・整備設定 列車のリンク(上下列車の折返し接続)を設定し、短区間回送列車を仮作成する。作成した各運用に検査、清掃、リネン整備の設定を行う。
- (c) 運用順序作成 列車のリンクを考慮し、運用種別ごとに運用順序を設定する。

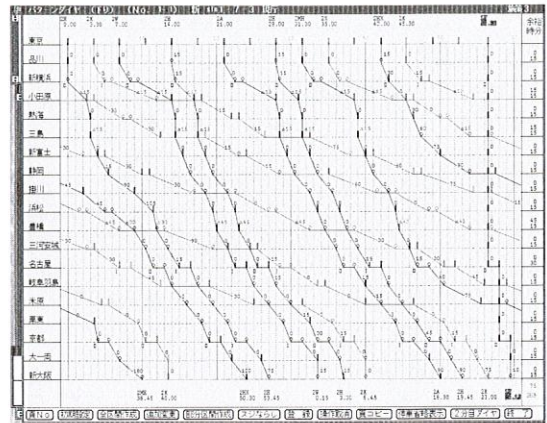


図3. 列車基本計画システムの静電プロッタ出力例 計画作業の最終出力として、静電プロッタにより、従来の印刷原稿相当の各種ダイヤ図、運用図などを作成する。

Example of color electrostatic plotter output

- (d) 計画結果出力 作成した基本車両運用データをコムトラックへ送信する。また、計画結果を各種帳表として出力する。図3に最終出力である静電プロッタ出力例を示す。

5.3 波動計画支援システム

(1) 列車計画作成

- (a) 増発列車設定 需要想定データを基に増発列車の設定を行う。
- (b) ペア取り設定 車両運用作成と連携し、上下の列車本数のバランスをとる。
- (c) 運転手続き作成 短区間回送列車の設定および増発列車によるダイヤの不合理的象を解消する運転手続きを作成し、列車計画を完成する。

列車計画作成の画面例を図4に示す。

(2) 車両運用作成

- (a) 運用設定 増発列車を基に変・臨運用を作成す

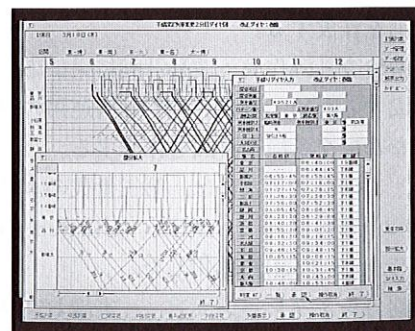


図4. 波動計画支援システムの画面例 ダイヤ図、運用図などのグラフィック表示など直感的なユーザインタフェースにより効率的な作業環境を実現している。

Example of display

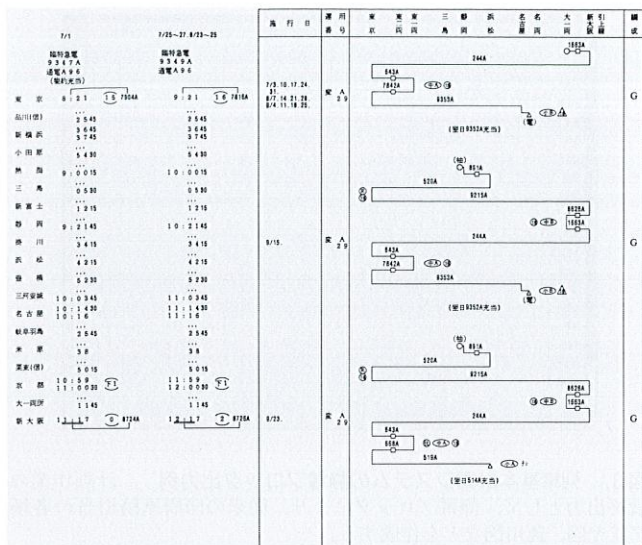


図5. 運転報出力例 運転計画、運転手続、運用などに関係部門に通達する運転報原稿を出力する。

Example of transportation planning output

る。列車計画作成と連携し、短区間回送列車を車両運用に反映する。

(b) 検査・整備設定 検査、清掃情報などを設定し、増発列車の車両運用を完成させる。

(3) 会社間合成、計画結果出力 西日本旅客鉄道(株)作成のデータと合成し、運転報原稿(図5)、各種帳表を作成し、また波動計画データをコムトラックへ送信する。

5.4 検査計画・車両割当支援システム

(1) 検査計画作成

(a) 長期検査計画作成 編成数の変化などによる検査体制や検査設備の見直しなどのため、最大10年間の長期の全般・台車検査の計画を作成する。

(b) 短期検査計画作成

・台車検査計画作成: 毎年度の検査業務量を検討するために、最大18か月の台車検査、全般検査の計画を作成する。

・交番検査計画作成: 波動計画結果に応じた計画を作成するため、波動計画の車両運用の平均日車キロを基に交番検査計画を作成する。

なお、このシステムには、第三世代のエキスパートシステム構築ツールARES(Advanced Real World Expert System Tool)を適用した。

(2) 車両割当シミュレーション 実施および波動計画の車両運用データと作成した検査計画を基に、編成の割当を行うことにより、検査計画の検証を行う。

(3) 計画結果出力 検査計画をコムトラックへ送信する。また、計画結果を各種帳表として出力する。

5.5 その他機能

(1) 達読込システム 検査計画・車両割当支援システムで使用するコムトラックに入力されている達データ、波動計画データの読み込みを行う。

(2) 列車時刻表データ作成システム 基本列車時刻データの作成および波動列車時刻データの作成を行い、列車実績管理システムに送信する。

6 あとがき

このシステムは、1995年春から段階的に使用開始され、現在、全般的に使用されている。このシステムの効果は、自動提案・設定、チェック作業の自動化、帳表自動作成などにより、担当者は単純作業から開放され、判断を必要とする業務に時間をかけられるようになった。また、ネットワーク化により、組織間のデータの整合性をとることによる作業上の手戻りの軽減や他システムへのデータ供給のオンライン化も図れた。これらの結果、全体的な運転計画のリードタイムの短縮や柔軟な運転計画、さらにより旅客のニーズを的確にとらえた計画の策定が可能となった。

今後は、ユーザ要望に応じ乗務員運用計画のシステム化、処理のさらなる高速化など、機能拡大と使いやすさの向上を図っていく。

文献

(1) 辻村和人, 他: 東海道新幹線ダイヤ作成システム, 第28回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集302, pp. 131-135 (1991)
 (2) 坂田良弘, 他: 新幹線波動計画支援システムの開発, 第32回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集413, pp. 149-152 (1995)



谷川 泰夫 Yasuo Tanikawa

東海旅客鉄道(株)新幹線鉄道事業本部運輸営業部輸送課長。
 運転保安設備の構築、輸送計画業務に従事。
 Central Japan Railway Co.



坂田 良弘 Yoshihiro Sakata

東海旅客鉄道(株)総合企画本部情報システム部副部長。
 新幹線運行管理システムの開発に従事。
 Central Japan Railway Co.



藤原 裕二 Yuji Fujiwara

交通事業部交通情報システム部グループ長。
 鉄道向け輸送情報システムのエンジニアリング業務に従事。情報処理学会会員。
 Transportation Equipment Div.



篠原 正憲 Masanori Shinohara

東京システムセンター応用システム部主務。
 鉄道向け輸送情報システムの開発設計に従事。
 Tokyo System Center