

新幹線向け次世代列車運行管理システム

Development of New Train Traffic Control System for Tōhoku-Jōetsu Shinkansen

五十嵐昭夫* Akio Igarashi 内村年秀**** Toshihide Uchimura
北川庄一** Shōichi Kitagawa 岡崎澄之***** Sumiyuki Okazaki
川口幸一*** Kōichi Kawaguchi



東北・上越新幹線向け広域分散列車運行管理システム

今後の新しい新幹線輸送形態の実現のため、新しい新幹線システムを開発した。各駅に制御システムを配置した、21世紀を指した広域分散型の運行管理システムである。写真右上はこのシステムが持つ予想ダイヤ機能を画面に表示した例を、右下はこのシステムによって運行するオール2階建新幹線“Max”を示す。

今回、東北・上越新幹線向けの列車運行管理システムを新たに開発した。東北・上越新幹線システムは、列車運行管理システム以外に、輸送計画・電力系統制御・保守作業管理・車両管理の各システムで構成された総合システムを成す。北陸新幹線などの線区拡大や輸送管理の多様化に円滑に対応するため、21世紀の総合システムとしてシステム全体の一新を図った。ここで紹介する列車運行管理システムは、1982年に稼動した東北・上越コムトラックシステム¹⁾を更新するものでもある。

総合システムの中で列車運行管理システムは、ダイヤ(ダイヤグラム)に基づいた列車の在線・遅延管理、ポイントや信号機の自動制御、およびダイヤ乱

れ時の回復支援などの機能を担当する。今回のシステムでは、東京から盛岡、および新潟に至る各駅に「駅システム」を配置した広域分散システム構成によって、高応答性と高信頼性を確保したシステムを実現している。また、ダイヤ乱れ時の回復支援機能として、過去の実績から将来の到着予定時刻を推定する「予想ダイヤ機能」をはじめ、沿線の雨、風、雪などの状況を監視し、列車走行に対する臨時速度制限を提案する「沿線防災機能」など、数々の新しい機能を実現している。これらの機能は、列車の安定運行と旅客へのきめ細かな情報サービスを行うとともに、指令員・駅員の負担を軽減するものである。

* 東日本旅客鉄道株式会社 ** 株式会社ジェイアール東日本情報システム *** 日立製作所 大みか工場
**** 日立製作所 交通事業部 ***** 日立製作所 システム事業部

1 はじめに

列車運行管理システムは、列車ダイヤに従って信号機や転てつ器などの鉄道設備を制御し、列車をダイヤどおりに走行させることを基本機能とした、列車の運行に重要な役割を果たすシステムである。最近では、円滑な列車運行を行うことに加え、列車の運行状況を指令員や駅員・乗務員などに知らせること、自動放送・行き先案内標を通じて乗客に列車の接近や出発時刻・出発番線の案内を提供することのほか、事故・障害・災害時の状況把握、列車ダイヤの早期回復などの支援機能も求められている²⁾。

新幹線向けの列車運行管理システムは、1972年の東海道・山陽新幹線の岡山開業時のコムトラックシステム (COMTRAC: Computer Aided Traffic Control System) が稼動³⁾したのが最初である。以降、東海道・山陽新幹線の博多開業時のシステム更新^{4), 5)}、東北・上越新

幹線¹⁾と、すべての運行管理システムは一貫して日立のHIDIC計算機システムで構築されている。

システムを更新する際に求められている項目として、以下のものがあげられた。(1) 今後の多様化する輸送形態に柔軟に対応し、スピードアップ・高密度運転の実現、分割併合・新しい車種への対応、新駅設置・新線区への接続などに容易に対応できること、さらには、(2) 駅での運転取扱業務を最小限とし、中央の指令と乗務員で列車の運行ができることなどである。これらのニーズにこたえ、21世紀を目指した次世代運行管理システムを実現した。ここでは、HIDICシステムで構築した、東北・上越新幹線向け列車運行管理システムについて述べる。

2 システム構成の特長

今回のシステム構成を図1に示す。各駅への制御システムの配置による制御応答性の向上、無線端末を用いた保守用車進路の自動設定など保守作業を中心とした駅業

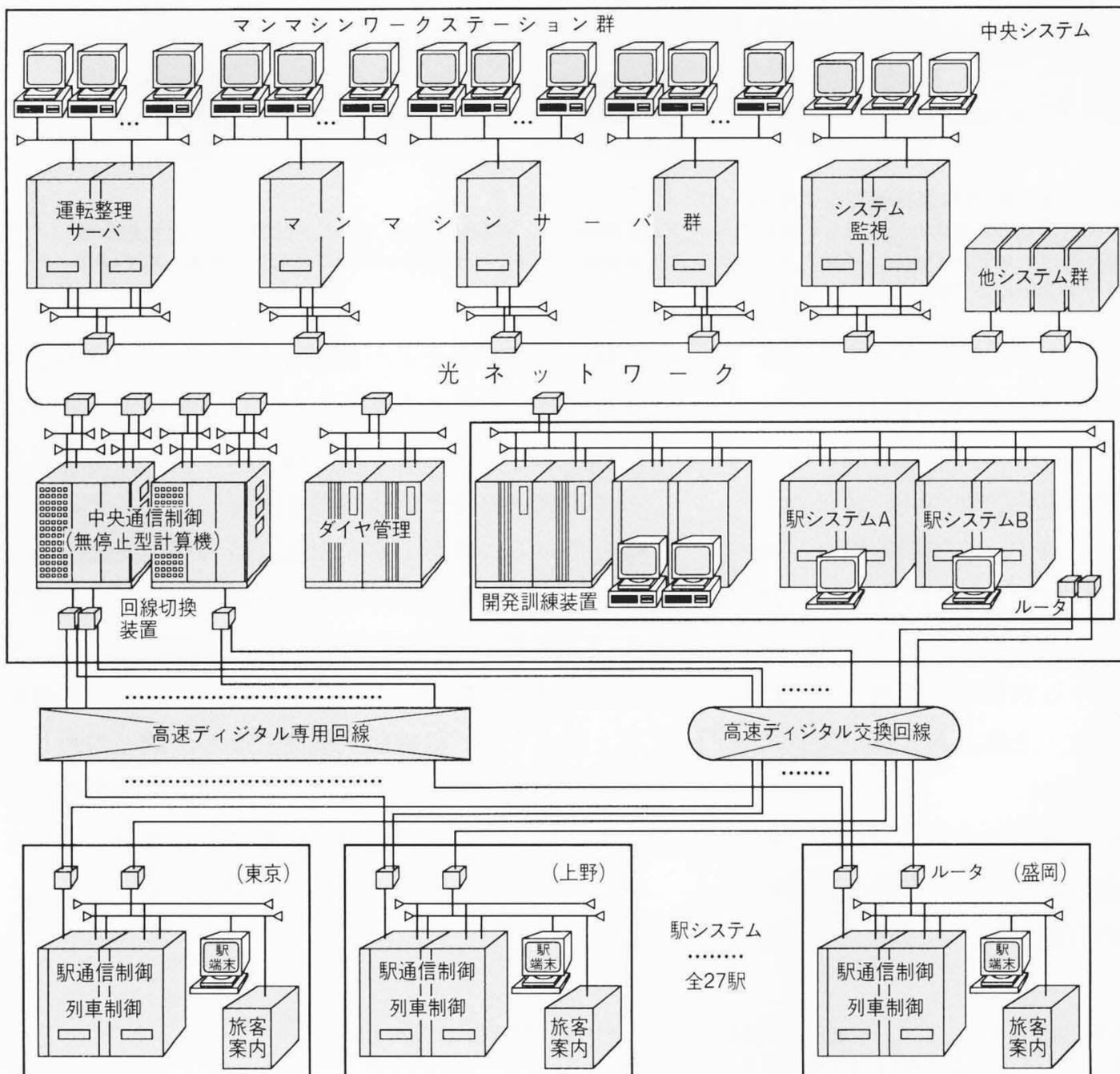


図1 システム構成
駅ごとに配置した「駅システム」と中央システムとは高速デジタル回線で接続して、広域分散システムを構成している。中央の数多くの計算機は100 Mビット/sの光ネットワークで接続し、協調自律分散環境を実現している。

務の効率向上，駅に設置された旅客案内装置との密結合によるきめ細かな情報サービスの実現，および危険分散によるシステム稼働率の向上などを目指す構成である。これは，従来のコムトラックシステムがCTC(Centralized Traffic Control：列車集中制御装置)を介した中央集中型であったこと⁶⁾と大きく相違している。

2.1 広域分散システム構成

東北・上越新幹線は，東京から盛岡および新潟と広域にわたる線路網となっている。駅ごとに制御システムを分散させたシステムを構築するには，各駅と中央装置との接続方法が課題となり，光ネットワークによって各駅と中央装置との接続を実現している例がある^{6),7)}。

新幹線システムでは駅間が長く光ネットワークでの接続が好ましくないため，専用の高速デジタル回線によって駅と中央を接続した。万一の回線異常に対しては，回線切換装置を介して交換回線への切換によって駅と中央との接続を確保できる構成とした。また回線異常が発生しても，駅制御装置に当日および翌日のダイヤをあらかじめ転送しておくことにより，駅端末からの番線変更などの機能によって「駅システム」だけで列車制御を継続できるようにした。

2.2 協調自律分散システム構成

中央システムは，駅との通信を行う中央通信制御計算機，運行管理システムのダイヤを管理するダイヤ管理計算機，指令員とのヒューマンインタフェースを行うマンマシンワークステーション群，およびそのサーバ群などで構成された協調自律分散システムとしている。これらの計算機群は，輸送計画系，保守作業管理系などの他システム群とあわせて，光通信による100 Mビット/sの性能を持った協調自律分散型の光ネットワークで接続している。これらの接続に際して，列車の在線情報，着発実績時刻などの共通的な情報では，ブロードキャスト通信を採用し，特定の計算機間の通信はポイント ツー ポイント方式とし，最適な通信方式を採用している。

分散システムの構築に際しては，部分的なシステム障害発生時の必要最低限の機能の確保に配慮している。すなわち，マンマシンワークステーション群からの「運用変更」入力，ダイヤに関連するためにダイヤ管理計算機を介して実施されるが，指令員による手動進路制御などの必要最低限の機能は，ダイヤ管理計算機を介することなく実現できるように配慮している。

2.3 高信頼化システム構成

システムの高信頼化は，無停止型計算機の活用と冗長

構成で実現している。駅に分散された「駅システム」との接続は，無停止型計算機であるHIDIC FT90/600で中央通信制御計算機を介し，信頼性の高い「駅—中央接続」を実現した。

中央のダイヤ管理計算機，駅の列車制御，システム全体の稼働状態の監視・管理を行うシステム監視計算機などは，リアルタイム制御用計算機HIDIC V90/45およびRCS(Realtime Control Server)を用いている。ここでは，計算機を冗長化して高信頼化を図るとともに，共通部分を廃止したフリー ラン デュアル構成によって冗長系の同時停止の可能性を最小化している。

指令員のためのマンマシンワークステーション群は，複数のマンマシンサーバ群によって危険分散を図っている。

2.4 システム管理とソフトウェア保守

数多くの計算機群で構成する分散システムでは，計算機システムの運用をスムーズに行うための支援が重要となる。今回のシステムでは，システム監視装置からすべての機器の立ち上げをリモートで行うことができるようにしている。さらに，他システムを含めたすべての機器の稼働状態の監視もこのシステム監視装置で行っている。

また，将来の機能拡張などの対応として，開発訓練装置を用意した。指令員の教育訓練とソフトウェアの改修への事前機能確認を兼ねた設備群である。ソフトウェアの改修に対する機能として開発訓練装置のルータを経由して，駅システムのソフトのリモート保守を実現した。列車が走行しない夜間の駅システムでの機能確認を可能と

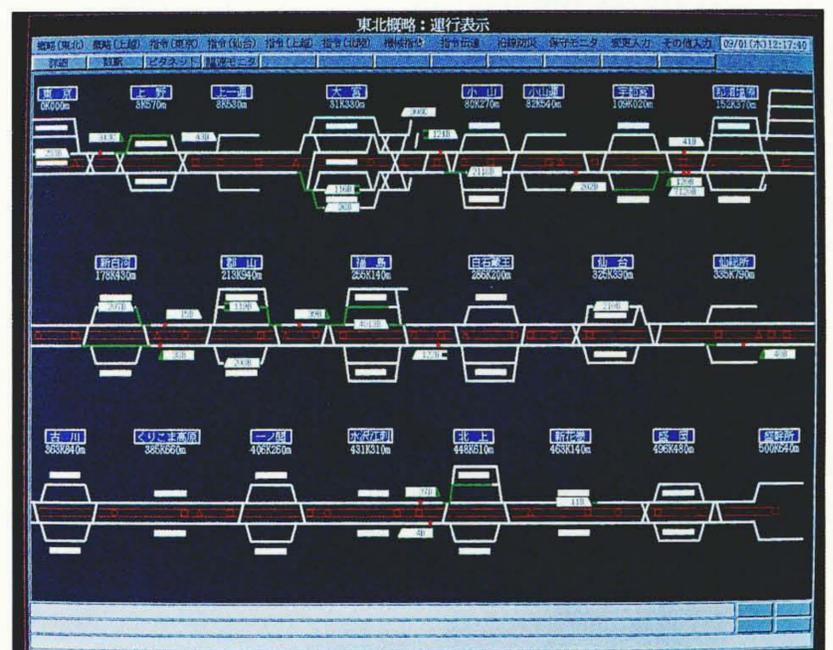


図2 運行状態監視の画面例

列番を用いた在線状態表示を行っている。線路の緑は進路予約状態を示す。列番の先頭は照合状態，後端は併合状態を示す。

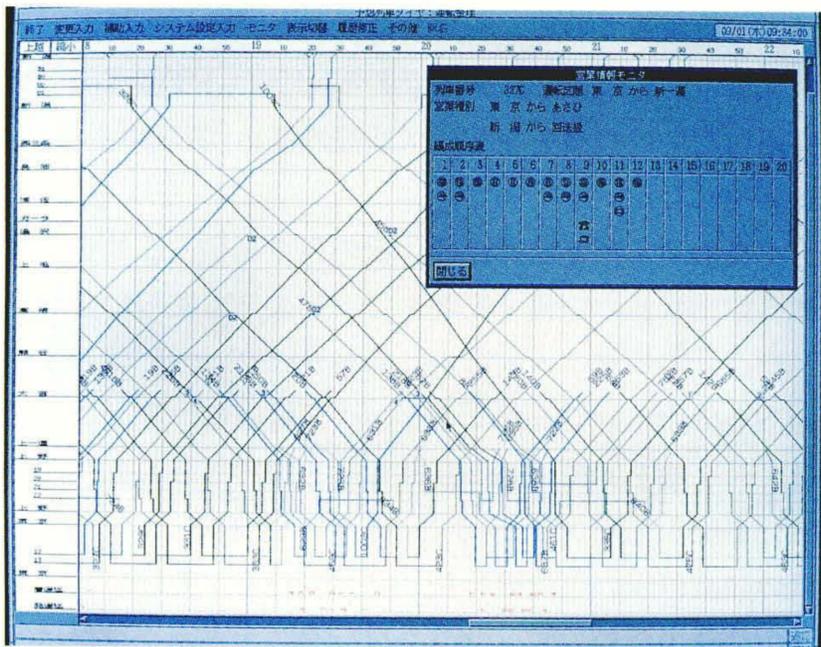


図3 予想ダイヤ表示画面例

列車スジの緑は定刻を、シアン色は遅延を示す。ここでは旅客案内のための営業情報モニタの例を示す。

するため、稼働中の「現行ソフトウェア」と、改修した「改正ソフトウェア」を容易に切り替えられるように「現行・改正切り替え機能」も備えている。

3 運行管理機能の概要

このシステムでは、福島駅での「やまびこ」と山形新幹線「つばさ」との分割併合をはじめ、各種の列車運行形態の制御を実現している。また、駅システムで列車制御装置と旅客案内装置を直接接続することにより、手動介入を含めた列車の運行状態が直ちに利用者に案内できるようにしている。このシステムの在線状態を監視するための運行表示画面の例を図2に示す。このシステムでは、これらの基本機能に加えて、以下の新しい機能を設け、指令員の負担を軽減するとともに、効率的で安定した列車運行を可能にしている。

3.1 予想ダイヤ機能と列車制御機能

このシステムでは、列車の到着発実績時刻に基づいて将来の着発時刻を予想する「予想ダイヤ機能」を持ち、この予想ダイヤが駅に転送され、予想ダイヤに従った列車制御を行う。予想ダイヤ表示画面の例を図3に示す。指令員に対して将来の運行見通しを示すことは、乱れ回復のための出発順序・到着番線変更などの変更操作の効果を直ちに確認することが可能となり、乱れ時のスムーズなダイヤ回復と指令員の負担軽減を同時に実現するものである。

3.2 臨時速度制限と沿線防災機能

新幹線では、列車を安全に運行させるための設備の一つとして「臨時速度制限てこ」が設けられている。工事などの計画的な速度制限のほか、風、雨、雪などの沿線の状況に応じた速度制限を行っている（従来は駅員が扱っていた）。このシステムでは、中央のマンマシンワークステーションから臨時速度制限てこを手動で操作できるようにし、駅関係業務の軽減を図っている。さらに、沿線の防災情報管理システムとオンラインで接続することによって、防災状況に応じて自動的に速度制限提案を行ったり、地震発生時の巡回範囲提案など沿線防災管理機能を具備し、安全操業に貢献している。

4 おわりに

東日本旅客鉄道株式会社では、長野オリンピックに対応した北陸新幹線の開業、秋田新幹線などの増強を計画している。今回、これらの増強にも十分対応可能な列車運行管理システムが実現できたものと考えている。

システムの更新にあたり、数々の新しい機能の作り込みを行ってきた。現在、平成7年11月の使用開始を目指して最終調整中である。今後は21世紀の新幹線システムとしての貢献が期待できる。

参考文献

- 1) 榎本, 外: 東北・上越新幹線運転管理システム(コムトラック), 日立評論, 63, 11, 757~762(昭56-11)
- 2) 菱沼: 信号保安・鉄道通信入門, 中央書院, 平成3年6月25日
- 3) 今城, 外: 新幹線運転管理システム コムトラック (COMTRAC), 日立評論, 54, 8, 733~741(昭47-8)
- 4) 杉原, 外: 博多新幹線運転管理システム(コムトラック), 日立評論, 57, 4, 343~348(昭50-4)
- 5) 関, 外: 東海道・山陽新幹線新運転管理システム「コムトラック」, 日立評論, 70, 7, 703~708(昭63-7)
- 6) 北原, 外: 広域分散型運行管理システム, 計測と制御, 32, 7, 590~594(1993-7)
- 7) 北原, 外: 乗客サービスの向上と指令・駅業務の革新を目指した東京圏輸送管理システム, 日立評論, 76, 5, 397~402(平6-5)