

東海道・山陽新幹線COMTRACにおける危機管理対応

—第2総合指令所の新設—

Stand-by Operation Control Center for Tokaido-Sanyo Shinkansen

化生順治 Junji Keshô

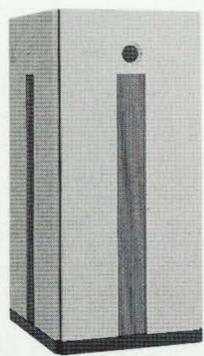
上林正則 Masanori Kambayashi

平田博之 Hiroyuki Hirata

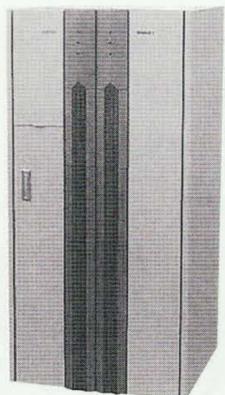
坂田良弘 Yoshihiro Sakata

松木 勉 Tsutomu Matsuki

小林克巳 Katsumi Kobayashi



EDP系計算機"MP5600"



PRC・MAP系計算機
"HIDIC RS90/FT"



700系新型新幹線車両



300系新幹線車両



注：略語説明

EDP (Electronic Data Processing)

PRC (Programmed Route Control)

MAP (Man-Machine Advanced Processor)

東海道・山陽新幹線COMTRAC「第2総合指令所」の機器と関連車両

災害発生時に東海道・山陽新幹線に対する東京の現総合指令所の指令業務が実施不能になることを回避する危機管理の観点から、大阪に第2総合指令所を新設した。第2総合指令所“COMTRAC(Computer Aided Traffic Control System)”には、現総合指令所COMTRACと共通機能を継承しながら、次世代の機能変更に対応できるように最新の計算機を投入した。

東海道・山陽新幹線では、1995年1月に発生した阪神・淡路大震災の経験を教訓として、全線の危機管理の観点から、東京の「総合指令所」が被災したときに代替となる指令所が東京から遠隔地に必要であるとの認識に立ち、大阪に「第2総合指令所」を新設した。この第2総合指令所に、各種指令設備新設の中心となる、新幹線運転管理システム“COMTRAC(Computer Aided Traffic Control System：コムトラック)”を構築した。

第2総合指令所COMTRACの機能・取り扱いは、指令員が違和感を抱くことなく指令業務を遂行できるようにするため、原則として東京の総合指令所と同一とした。一方、システム構成では、最新のハードウェア採用による処理能力向上、将来の拡張性確保、さらに機能向上も実現している。特に、列車の走行に合わせて転てつ器などを自動制御する計算機にはフォールトトレラント(無停止)型制御用計算機を採用し、ハードウェアの故障でもシステムを停止させない高信頼性と保守性を実現した。

第2総合指令所COMTRACでは、東京の総合指令所と高速データ通信伝送回線で接続しており、第2総合指令所のシステムの立ち上げに必要な最新の列車ダイヤ(ダイヤグラム)ファイルなどを、東京から日々転送して有事の際に備えるとともに、平常時は訓練や事故防止対策に活用している。

1 はじめに

東海道・山陽新幹線では、1995年1月の阪神・淡路大震災の経験を教訓として、危機管理の観点から、現在の東京の総合指令所(以下、第1指令所と言う。)の有事の際の代替として、全線の通常運転に必要な運行管理機能を備えた第2総合指令所(以下、第2指令所と言う。)を大阪に新設した。

総合指令所の指令設備の中心となる新幹線運転管理システム“COMTRAC(Computer Aided Traffic Control System：コムトラック)”は、1972年3月の山陽新幹線岡山開業時に最初のシステムが導入され、従来のCTC(Centralized Traffic Control System：列車集中制御装置)を用いた、手作業による転てつ器などの遠隔制御を自動化した。その後、新幹線の延伸や運行形態の変遷とともに改良が随時加えられ、現在では新幹線運行業務の中心となるシステムに発展した。

第2指令所新設に伴って今回開発されたCOMTRACでは、第1指令所の機能や取り扱いを踏襲しながらも、各所に最新技術を採用した。

ここでは、第2指令所COMTRACの概要と特徴について述べる。

2 第2指令所の新設

2.1 第2指令所新設の目的

東海道・山陽新幹線の列車運行は、東京から博多までの全線が東京の第1指令所で一元的に管理されている。

そのため、東海道・山陽新幹線全線の危機管理の観点から、東京の第1指令所が被災した場合でも、列車の正常な運行を確保することができるように、大阪地区に第2指令所の設置が計画された。

2.2 第2指令所の概要

第2指令所の主な設備は次の装置で構成する。

- (1) 日々の列車ダイヤを基に、転てつ器などを自動制御する列車運行管理装置 (COMTRAC)
- (2) 転てつ器などの制御を1か所から遠隔制御する列車集中制御装置 (CTC)
- (3) 沿線の変電所を遠隔制御するCSC (Centralized Substation Control System: 電力遠方監視制御装置)
- (4) 沿線の気象情報や設備機器の状態情報を集中監視するCIC (Centralized Information Control System: 集中情報制御監視装置)
- (5) 移動する列車と地上との間で通信連絡を行う列車無線装置

3 第2指令所COMTRACの開発

3.1 基本的な考え方

- (1) 第2指令所COMTRACでは、原則として第1指令所

と同等構成のハードウェア機器を設置し、第1指令所のソフトウェア資産を有効活用する。

(2) 第1指令所と第2指令所間は高速データ回線で結び、迅速なバックアップ体制を維持するため、日々最新の列車ダイヤなどの情報の転送を可能とする。また、第1指令所から第2指令所の稼動状態を監視できるようにして、第2指令所の常駐要員数を抑える。

3.2 システムの考え方

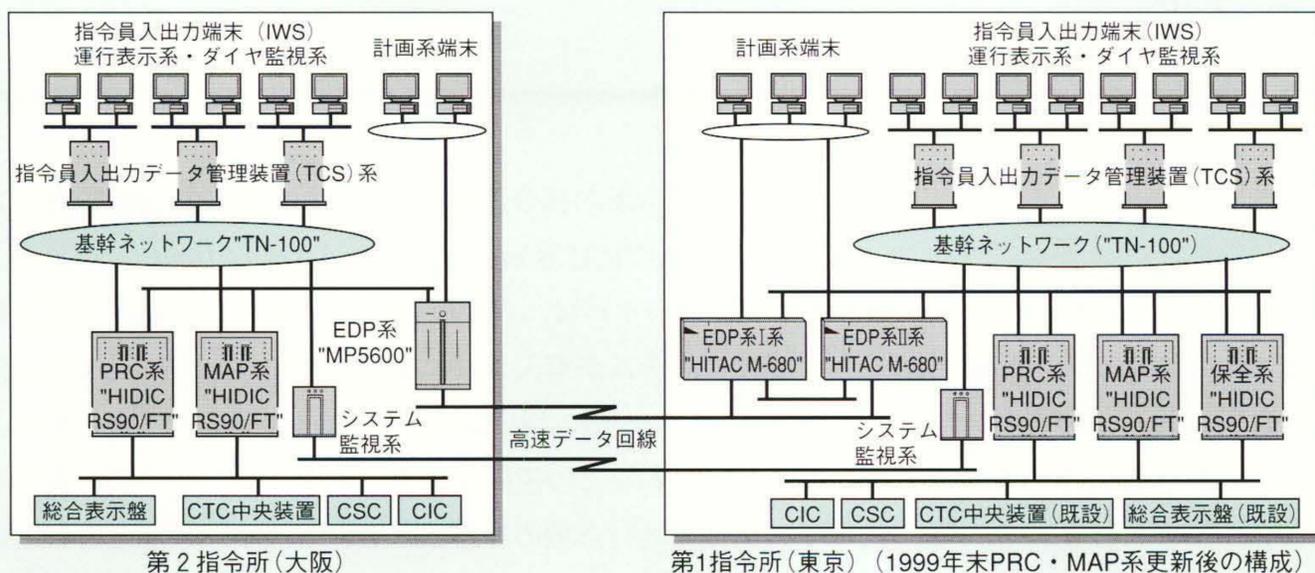
- (1) 全体のシステム構成

COMTRACシステムは、(a) 日々の列車ダイヤと車両乗務員の運用を管理する情報処理系 (EDP: Electronic Data Processing), (b) 当日の列車ダイヤと列車の運行情報を基に転てつ器などを自動制御する進路制御系 (PRC: Programmed Route Control), (c) 列車位置や駅の詳細情報を管理し、指令員が手動で列車の運行に介入する運行表示系 (MAP: Man-Machine Advanced Processor) の3システムで構成している。

第2指令所COMTRACは、1999年末をめぐり、老朽化によって取り替えが計画されている第1指令所システムと同等のシステム構成とした。また、将来の第1指令所のシステム更新時に導入される予定の新しい機能を先行して導入した。今回構築した第2指令所と第1指令所システムの更新後を想定した全体システム構成を図1に示す。

- (2) 第1・第2指令所のソフトウェアの共有化

第1・第2指令所のシステム環境を同等とし、将来ソフトウェアの共有化が図れるように考慮した。これにより、第2指令所システム構築時のソフトウェア開発量が軽減でき、さらに、将来の機能追加の際は一つのソフトウェアを開発すれば、両指令所でこれを使用できることになる。



注：略語説明
 IWS (Intelligent Workstation)
 ダイヤ (ダイヤグラム)
 TCS (Traffic Communication Server)
 TN-100 (Trunk Network-100)

図1 第1・第2指令所の全体システム構成

第2指令所のシステムは、1999年末の第1指令所のPRC・MAP系計算機更新後と同じ構成となる。

(3) 汎用通信インタフェースの採用

従来のシステムでは、他システムとの接続には専用の通信手順が必要だったため、オープン性、拡張性に課題があった。このシステムでは、汎用通信インタフェースの採用によって柔軟性と拡張性を確保した。

4 第2指令所システムの概要と特徴

4.1 PRC・MAP系

4.1.1 FTCの採用による高信頼度化と性能向上

PRC・MAP系の計算機には、計算機内部で冗長化構成をとったFTC(Fault Tolerant Computer：無停止型計算機)“HIDIC RS90/FT”を採用し、PRCとMAP共用の2台系構成とした。これにより、信頼性の向上と処理の継続性を確保するとともに、処理能力の向上や将来の新駅建設、機能・設備改良に対応できる拡張性を持たせた。

HIDIC RS90/FTでは、四重化プロセッサのQPR(Quad Processor Redundancy)方式を採用している(図2参照)。QPR方式とは、片系CPU(Central Processing Unit)内でプロセッサを二重化して出力の比較チェックを行うとともに、両系CPU(四重化プロセッサ)をクロック同期運転させる方式である。この制御用計算機により、現行のDSC(Dual System Controller：二重系同期制御装置)などの特殊なハードウェアを必要とすることなく、高い信頼性を確保できる。また、アプリケーションプログラムでは二重化を意識することが不要になり、二重化照合の負荷を軽減できる。

4.1.2 情報共有化基幹ネットワーク環境の開発

高速基幹LANには伝送速度100 Mビット/sの基幹ネットワーク“TN-100”を採用し、情報共有化ネットワーク環境とした。また、各支線LANでは、データごとにネットワークを分離して無用なデータ衝突を排除し、リアルタイム性を確保する構成とした(図3参照)。各システムの接続は、汎用インタフェースであるTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)の効率の良いネットワーク運用を実現するために、協調自律分散型ネットワークツール“NeXUS”を用いて計算機間の通信プラットフォームを実現した。

4.1.3 安定した列車追跡論理の実現

列車の位置は、CTCによって線路を一定区間で区切った単位(これを「軌道回路」と呼ぶ。新幹線では約2 km)で把握することが可能である。これまで、PRC系での列車追跡は、CTCが軌道回路情報を基に作成して周期的に送

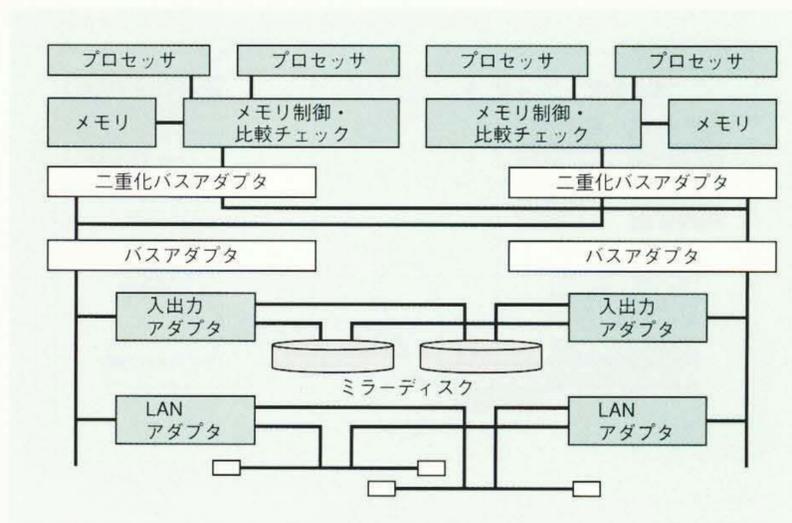


図2 四重化プロセッサのQPR方式

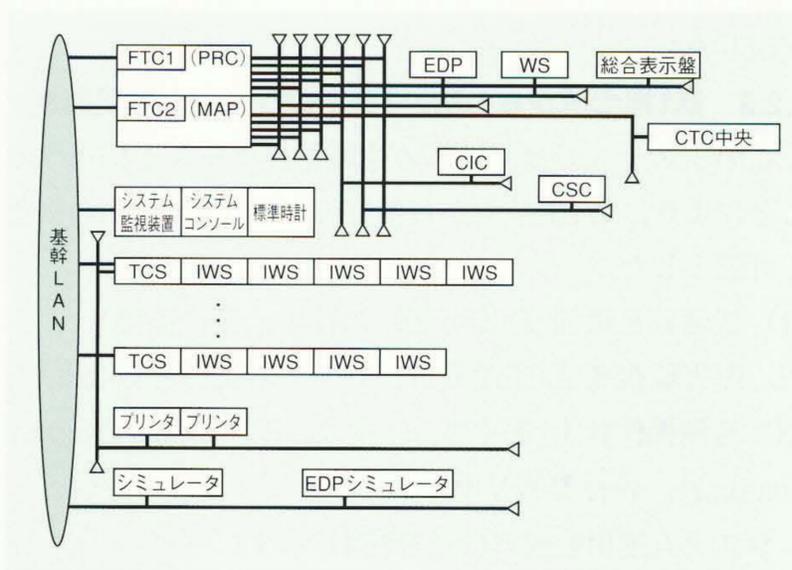
PRC・MAP系計算機に採用した“HIDIC RS90/FT”ではQPR方式を採用しており、故障に対するデータの正当性を保証し、プロセッサの性能を最大限に引き出している。

信してくる、駅構内・駅中間単位の地点情報に基づいて行われてきた。このシステムでは、計算機の性能向上による負荷の余裕を活用することによって軌道回路単位に列車の位置を連続的に追跡でき、進路制御に反映する方式を採用した。これにより、列車位置の詳細把握が可能となり、今後の高密度運転への対応と、事故時の列車位置把握の迅速化を可能とした。

4.2 EDP系

4.2.1 現行資産との互換性、信頼性の向上と、拡張性の確保

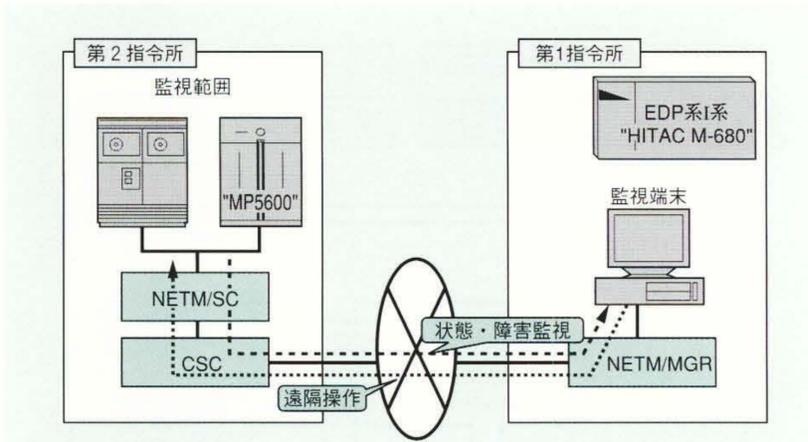
第1指令所のEDPとの互換性、信頼性、および拡張性の観点から、新世代汎用計算機“MP5600/160”を採用し



注：略語説明 WS(Workstation)

図3 情報共有化基幹ネットワークの構成

基幹LANには100 Mビット/sのネットワークを採用し、情報伝送の高速化を図った。また、支線LANは、データの衝突を排除し、リアルタイム性を確保する構成とした。



注：略語説明

NETM/SC (Network Management System/Controller)
NETM/MGR (Network Management System/Manager)
CSC (Central Operation Controller)

図4 EDP系システム運用監視の概要

NETM/MGRとNETM/SCの採用により、第1指令所から第2指令所の状態・障害監視と遠隔操作を可能とする構成とした。

た。MP5600では、高速性と低電力・高集積化を同時に実現するために、CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)テクノロジーを全面的に採用している。また、システム規模の拡大や業務量の増大に合わせて容易にグレードアップできる、スケーラビリティも実現している。この汎用計算機により、設置スペースや、所要電力などのランニングコストの低減を図った。

4.2.2 EDP間ベースファイル転送

第1指令所と第2指令所間を専用高速回線で結合し、指令業務に必要な最低限の列車ダイヤファイル転送をEDP間で実施している。ファイル転送は、列車運転終了後に実施される。ここでは、必要データが2.8 Gバイトと大量で伝送に長時間かかるため、圧縮ソフトウェアでこれを50~60%に圧縮し、翌日の指令業務開始前の転送終了を実現した。

4.2.3 第1指令所からの第2指令所のシステム運用監視

このシステムでは、標準の遠隔監視ツールを採用することにより、第1指令所から第2指令所に対する次の機能を可能とした。

- (1) 状態監視機能(動作可能, 動作中, 動作不可)
- (2) 障害監視機能(電源異常, システム異常警報など)
- (3) 遠隔操作機能[電源切断, 投入, IPL (Initial Program Loading), 各種警報リセットなど]

システム運用監視の構成を図4に示す。

5 おわりに

ここでは、東海道・山陽新幹線用の第2指令所の新設と、COMTRACの開発について述べた。

第2指令所の完成により、新幹線の頭脳である指令所の大規模災害に対するバックアップ体制が整った。これを契機として、指令員の通常訓練や防災訓練用として、また、第1指令所の設備・機能更新時などの代替用として、さらには次世代運行管理システムの並行開発用などへの活用が期待されている。

参考文献

- 1) 武居：東海旅客鉄道株式会社 情報システムの構築と課題，鐵道界，39，11，15~20(平10-11)
- 2) 化生，外：高信頼度軌道回路追跡方式の開発，JREA，41，8，25588~25592(平10-8)

執筆者紹介



化生順治

1965年日本国有鉄道入社，東海旅客鉄道株式会社 総合企画本部 情報システム部 所属
現在，情報システム部 東京情報システム開発室 室長



坂田良弘

1965年日本国有鉄道入社，東海旅客鉄道株式会社 総合企画本部 情報システム部 所属
現在，情報システム部 東京情報システム開発室 担当課長



上林正則

1969年日本国有鉄道入社，西日本旅客鉄道株式会社 人事部(出向，東海旅客鉄道株式会社)(前)東京指令所
現在，東海旅客鉄道株式会社出向 東京情報システム開発室 担当課長



松木 勉

1964年日立製作所入社，大みか工場 交通システム設計部 所属
現在，COMTRAC PRC・MAP系開発プロジェクトに従事
E-mail: matsuki@omika.hitachi.co.jp



平田博之

1986年日立製作所入社，情報システム事業部 社会第1システム部 所属
現在，鉄道情報システムプランニング，導入支援に従事
E-mail: hhirata@system.hitachi.co.jp



小林克巳

1987年日立製作所入社，システム事業部 輸送システム部 所属
現在，鉄道情報制御システムプランニング，導入支援に従事
E-mail: KATSUMI@cm.head.hitachi.co.jp