

都営地下鉄4路線運行管理システムの 一括更新と総合指令所の構築

作田 大輔
Sakuta Daisuke

岡田 賢一
Okada Kenichi

鹿志村 克
Kashimura Katsumi

原田 昭次
Harada Shoji

東京都交通局は総合指令所の新設に伴い、都営地下鉄三田線、浅草線、新宿線、大江戸線の運行管理システムを2013年2月から順次路線ごとに更新し、2014年2月に全線の更新を完了した。

今回の更新において、日立は、路線ごとの指令所に構築されていた中央装置、各駅の運行制御装置と案内駅装

置、運行制御用伝送路など、すべての装置を更新し、4路線の中央装置を総合指令所に集約した。また、浅草線の旅客案内表示器のフルカラー化により旅客サービスを向上させ、さらに全駅到新設した運転告知器と自動運転調整機能の連携により、ダイヤ乱れ時の遅延拡大防止を可能とした。

1. はじめに

都営地下鉄三田線・浅草線・新宿線・大江戸線は東京都の中心に位置し、東急線・東京メトロ線・京王線・京急線・京成線との相互直通運転が実施されており、首都圏の大動脈として、多くの乗客に利用されている（図1参照）。列車運行制御装置（以下、「運行管理システム」と記す。）は、都営地下鉄で運行するすべての列車の管理と制御、乗客への案内表示や案内放送の制御を行う鉄道には欠かせない重要なシステムである。

旧運行管理システムは、路線ごとに複数のメーカーが製作していたため、指令入力画面および方式もさまざまなものが混在していた。また、長年運用する中で、延伸対応や運用改善などのシステム改修が加えられ、システムの維持管理が難しくなっていた。

東京都交通局は、都内各所に分散していた各路線の指令所に構築された運行管理システムを新たに建設する総合指令所に集約することで情報の共有化とダイヤ乱れなどの異常時の対応力強化を計画した。さらに、更新後の維持管理と運用・メンテナンス性を向上させるため、4路線を一括更新することでシステム構成と基本機能を共通化することを計画した。

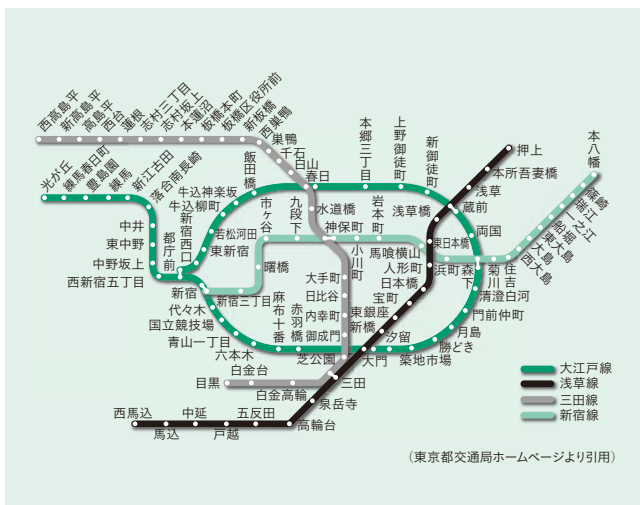


図1 | 都営地下鉄路線図

都営地下鉄4路線合計106駅の1日の平均乗降人員は490万人（乗車245万人／降車245万人）である（2013年4月1日～2014年3月31日）¹⁾。



図2 | 総合指令所の指令室

指令室に横並びに配置された各路線の運行表示盤、総合操作卓により、4路線、全列車の運行監視と自動制御が可能である。

今回、日立は、4路線の運行管理システムの更新を行った。三田線は2013年2月、浅草線は2013年2月、新宿線は2013年11月、大江戸線は2014年2月におのおの切り替えを完了し、運用を開始した(図2参照)。

おり、指令業務の改善とメンテナンス性を向上させた。

2. システム概要

今回、4路線の運行管理システム(中央装置・運行制御装置・案内装置・運行制御用伝送路など)を更新し、すべての中央装置を新設の総合指令所に集約した(図3参照)。また、浅草線旅客案内表示器をフルカラーLED(Light Emitting Diode)表示器に更新することで、乗客への分かりやすい案内表示を実現した。さらに、運転告知器の新設により乗務員と駅員への指令情報の新たな伝達手段を構築し、自動運転調整機能との連携によりダイヤ乱れ時の遅延拡大防止を可能とした。

運行管理システムは、中央集中制御方式を採用し、主要な中央装置と駅装置は2重系構成(ホットスタンバイ方式)とし、高信頼なシステムを実現した。また、運行管理システムは路線ごとに構築されているが、システム構成とソフトウェアを共通化し、ユーザーインターフェースも統一して

3. システムの特長

3.1 中央システム

指令室には運行表示盤・総合操作卓・案内制御卓・車庫操作卓・TID(Traffic Information Display)端末・シミュレータ装置・故障監視装置などを設置し、機器室には中央処理装置・運行制御中央装置・案内放送装置・車庫制御装置・保守端末など路線ごとの装置と、TID中央装置/他設備インタフェース装置などの4路線共通の装置を設置し、システム全体をコンパクトに構築した(図4参照)。また、指令室に横並びに配置された各路線の運行表示盤、総合操作卓の画面や操作方法など、ユーザーインターフェースを統一することで、指令業務を改善した(図2参照)。さらに、システム構成の共通化により予備品を共通化し、メンテナンス性を向上させた。

3.2 駅システム

運動駅には運行制御装置、一般駅には案内装置を設置した。また、電子運動装置・継電運動装置・旅客案内表

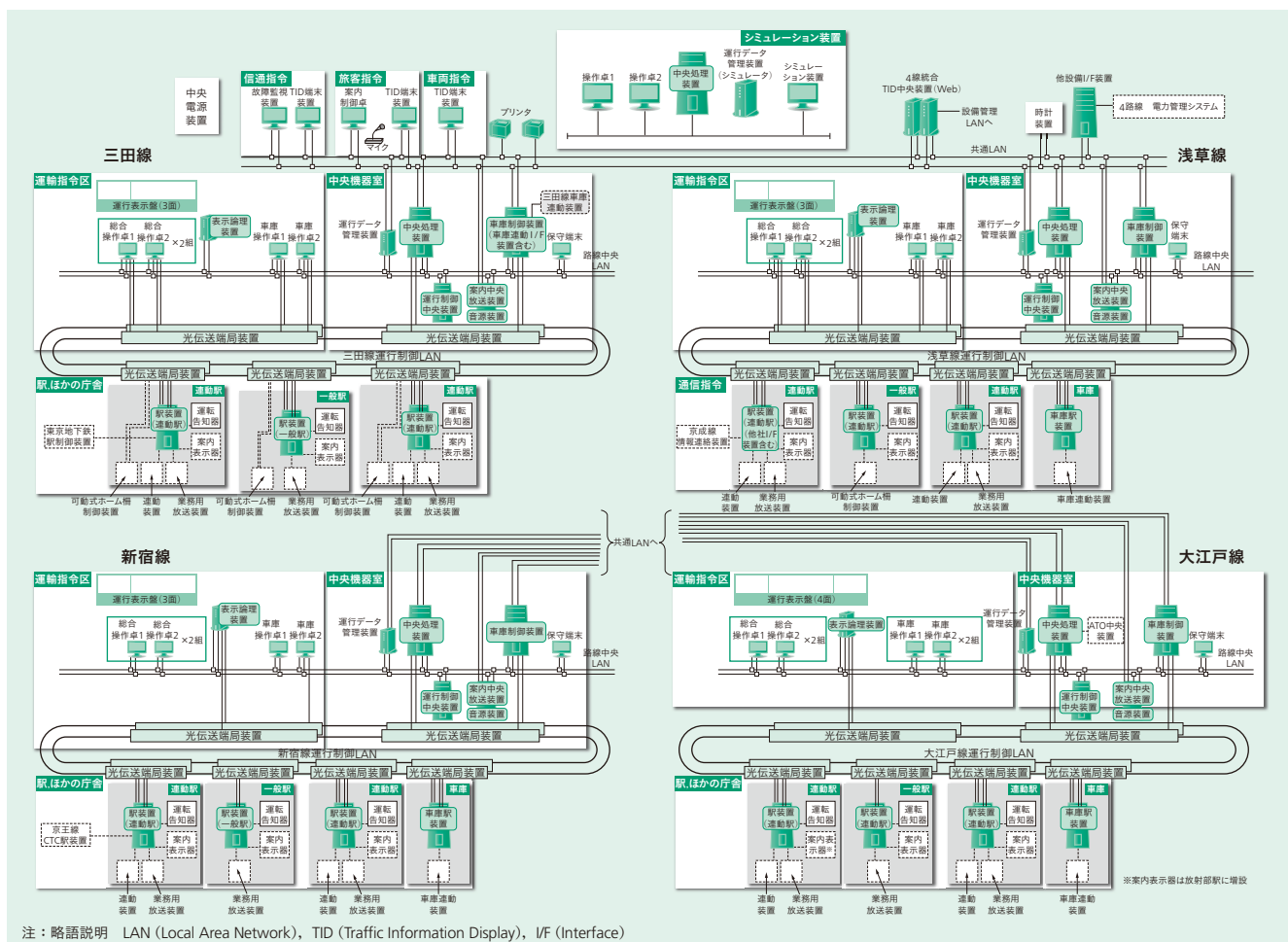


図3 システム構成図

中央システムは各路線独立した中央装置と4路線共通の装置で構成している。駅システムは運行制御装置と案内装置で構成し、駅設備と接続している。



図4 | 1路線分の中央装置

路線全駅の旅客案内用の音源を含め、コンパクトに構築している。

- ・中央処理装置（列車運行監視／進路制御／旅客案内制御など）：1架
- ・運行制御中央装置（中央装置と運行制御駅装置間の情報授受など）：1架
- ・案内放送装置 [旅客案内用の音源管理／音声作成／VoIP (Voice over Internet Protocol) など]：3架
- ・車庫制御装置（車庫内の車両追跡／進路制御など）：1架

示器・放送装置・運転告知器などのインタフェースに合わせたユニットを追加することでフレキシブルに構築した。

3.3 ネットワーク

中央装置を接続するネットワーク [中央LAN (Local Area Network)・共通LAN]、中央装置と駅装置を接続するネットワーク (運行制御LAN) には、汎用のIP (Internet Protocol) ネットワーク (2重化LAN) と自律分散通信ミドルウェアを採用し、高信頼で拡張性の高いシステムを構築した。

3.4 運行表示盤

各路線60インチのLCD (Liquid Crystal Display) 3画面 (大江戸線は4画面) で在線列車の列番と位置、信号の現示状態などの情報を表示している。また、LCDが故障などで使用できなくなった場合を想定し、2画面表示や1画面表示といった縮退表示が可能である。

3.5 旅客案内

指令室の案内制御卓で4路線全体の旅客案内表示器へのメッセージ入力と案内放送のモニタができる。また、旅客案内表示器と案内放送の制御は各路線の中央装置が行っている。

案内放送には、中央音源方式を採用しており、中央の案内放送装置が各駅の案内放送を作成している。作成された音声は、VoIP (Voice over Internet Protocol) でデータ化し、運行制御LANで対象駅の案内装置に送られ、音声化された後に放送装置から出力する。



図5 | 浅草線 フルカラーLED旅客案内表示器

浅草線に納入したフルカラーLED (Light Emitting Diode) 旅客案内表示器の外觀を示す。多種多様な列車案内を色付きで表現することで、乗客への分かりやすい案内表示を実現した。

3.6 旅客案内表示器のフルカラー化(浅草線)

浅草線の旅客案内表示器を既設の3色LED表示器からフルカラーLED表示器に更新した (図5参照)。この表示器により、羽田空港 (東京国際空港) と成田国際空港を結ぶ相互直通運転を支える浅草線の多種多様な列車案内を色付きで表示できるようになり、乗客への分かりやすい案内表示を実現した。

3.7 シミュレーション装置

4路線共通のシミュレーション装置を構築した。この装置は、立ち上げ時に路線設定をするだけで、該当する路線のシミュレーション装置として使用可能であり、省スペース化を実現した。

シミュレーション装置は、ダイヤデータを基に列車の運行シミュレーションを行う機能や、オンラインで蓄積した過去の運行データにより運行状況を再現し、さらに運転整理を実施するなどの指令員訓練を行う機能を実現した。

3.8 車庫制御装置

都営地下鉄には車両基地が5か所あり、指令室の車庫操作卓と中央機器室の車庫制御装置が路線ごとに在線表示と出入庫制御を行う。また、事前に作成した車庫ダイヤに基づいて車両基地の出入庫を自動化し、さらに、ダイヤ乱れ時には本線の運転整理と連携した出入庫制御を行うことで、指令業務の効率化を図った。

3.9 運行情報端末(TID端末)

TID中央装置が4路線全体の運行状況をWeb方式で配信し、ネットワークに接続したTID端末 (一般のパソコン) で表示することが可能である。また、今回新たに開発したTID相互情報配信機能により、指令員や駅員がTID端末に情報を入力することで全TID端末に遅延状況、列車の混雑情報などの一斉メッセージを送信することができる。

3.10 他システムとの連携

運行管理システムは、電力管理システム・設備管理システム・車両指令システム・列車無線システム・夜間作業シ

システム・相互直通運転路線の運行管理システムなどと接続し、システム連携による指令業務の効率化を図った。

4. 乗務員・駅員へ向けた新たな伝達手段 「運転告知器」

今回、全駅のすべての番線に運転告知器を新設し、乗務員・駅員に向けた新たな指令情報の伝達機能を構築した。

運転告知器は、縦型（図6参照）と横型（図7参照）の2タイプを製作し、地上駅については、視認性を考慮した高輝度タイプも製作した。駅の設置場所の状況に合わせ各タイプを選定し、おおむね運転席斜め前方（運転士用）とホーム中間から後方（車掌・駅員用）に設置した。

運転告知器は、指令員が総合操作卓で「指令式」、「出発抑止」、「出発指示合図」、「運転調整時間」、「作業者構内立ち入り中」、「駅係員の合図による出発」を設定した場合に、おのおのに対応した「指」、「抑」、「出」、「時分（0:10などの運転調整時間）」、「作」、「合」のシンボル文字を表示する装置である。さらに今回開発した自動運転調整機能により、ダイヤ乱れ時には後続列車と自列車の相対遅延時分から、列車の運転間隔を自動的に計算し、各駅の運転調整時間を



図6 | 運転告知器（縦型）

各番線運転席斜め前方に設置された運転士用運転告知器を示す。



図7 | 運転告知器（横型）

各番線ホーム中間から後方に設置された車掌・駅員用運転告知器を示す。

自動的に設定することで遅延拡大防止を可能とした。

運転告知器の新設により、これまでダイヤが乱れたときに列車無線、指令電話などで各列車と連絡を取りながら進めていた出発抑止・出発指示・時間調整などの指令業務を、今後は運転告知器に表示することで現場に指示できるようになるため、効率化が図れる。

5. おわりに

ここでは、運行管理システムの更新の経緯とシステムの概要について述べた。今回のシステムは全路線、他社製システムからの更新であったが無事切り替えを完了できた。また、この開発中に、東日本大震災という、まれに見る大災害があり、改めて災害対応への重要性を実感した。今後は、東京都交通局とともに首都圏の大動脈である都営地下鉄の運行管理システムを、より災害に強いものにするべく開発に取り組んでいく。

謝辞

最後に、今回の長期にわたるシステム更新作業で、ご助言およびご尽力いただいた関係各位に深く感謝の意を表す次第である。

参考文献など

1) 東京都交通局, <http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/subway/kanren/passengers.html>

執筆者紹介



作田 大輔

日立製作所 交通システム社 輸送システム本部 輸送システム部 所属
現在、鉄道の運行管理システムほか、輸送システム全般の開発に従事



岡田 賢一

日立製作所 交通システム社 水戸交通システム本部 信号システム設計部 所属
現在、鉄道の運行管理システムなどの開発に従事



鹿志村 克

日立製作所 交通システム社 水戸交通システム本部 信号システム設計部 所属
現在、鉄道の運行管理システムなどの開発に従事



原田 昭次

日立製作所 交通システム社 水戸交通システム本部 信号システム設計部 所属
現在、鉄道の運行管理システムなどの開発に従事