

東京圏輸送管理システム(ATOS)の展開と更新



伊藤 桂一*

首都圏の在来線に導入を進めている東京圏輸送管理システム(ATOS)は、1996年の中央線を皮切りに順次各線区への展開を進め、現在は首都圏の19線区に導入されている大規模列車運行管理システムである。中央線への導入後14年が経過し、ATOSは今年度より本格的なシステム更新工事に着手する。更新に際しては現在の最新技術を取り入れつつ、ハードウェア・ソフトウェアのダウンサイジング・簡素化を行いシステムとしての全体最適化、機能向上・陳腐化した設備の払拭を図るとともに、改修の容易化・改修費用の削減をめざしていく。

●キーワード：ATOS、東京圏輸送管理システム、自律分散、運行管理システム、CTC、PRC

1. はじめに

JR東日本では、首都圏の在来線の輸送管理業務を抜本的に改革するとともに、情報化時代における鉄道の制御システムのあるべき姿をめざすために最新の情報技術を駆使した『東京圏輸送管理システム』(ATOS: Autonomous Decentralized Transport Operation Control System)を、1996年12月に中央線(東京～甲府間)に初めて導入した(図1)。

ATOSは、各駅に駅装置用の汎用コンピュータを配置した自律分散方式を採用し、超高密度線区の列車群管理、大駅を含めた進路制御の自動化を実現するとともに、信頼性の高い輸送サービスの提供、お客さまへのサービス向上、運転情報の共有化、保守作業の効率化と安全性の向上に寄与している。



図1 東京圏輸送管理システム(ATOS)

2. ATOSの展開

ATOSは中央線を皮切りに、現在は中央緩行線、山手線、京浜東北・根岸線、総武緩行線、総武快速線、横須賀線、東海道本線、東海道貨物線、常磐線、常磐緩行線、東北本線、東北貨物線、高崎線、川越線、埼京線、山手貨物線、南武線の首都圏19線区に展開し、現在は、武蔵野線への導入工事を行っている。

また、青梅線(立川～青梅間)・五日市線・横浜線・京葉線は、今後運行管理システムを更新する時にATOSを導入する計画となっている線区である。これらの線区については、各駅の連動装置更新などのATOS導入工事に順次着手する予定となっている(図2、表1)。¹⁾

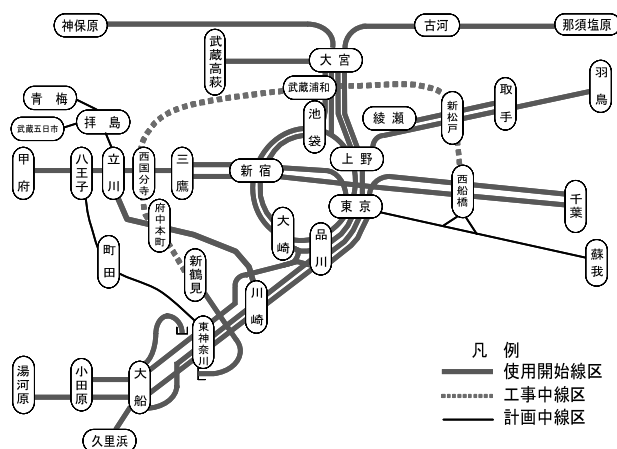


図2 ATOS導入線区

表1 ATOS導入線区と区間、使用開始日

No.	線区名	区間	中央システム 使用開始日
1	中央本線	東京～甲府	1996年12月14日
2	中央緩行線	御茶ノ水～三鷹	
3	山手線	全線	1998年7月4日
4	京浜東北線	大宮～横浜	
5	根岸線	横浜～大船	
6	総武緩行線	御茶ノ水～千葉	1999年5月29日
7	横須賀線	東京～大船	2000年9月30日
8	総武快速線	東京～(千葉)	
9	東海道本線	東京～(熱海)	2001年9月29日
10	東海道貨物線	新鶴見～小田原	
11	常磐線	上野～羽鳥	2004年2月14日
12	常磐緩行線	(綾瀬)～取手	
13	東北本線	上野～古河	2004年12月19日
		古河～(黒磯)	2005年10月16日
14	高崎線	大宮～神保原	2004年12月19日
15	東北貨物線	池袋～大宮	
16	山手貨物線	目黒川～池袋 蛇窪～大崎	2005年7月31日
17	埼京線	池袋～大宮	
18	川越線	大宮～(高麗川)	
19	南武線	立川～川崎	2006年3月26日
(7)	横須賀線	大船～久里浜	2009年11月1日
20	武蔵野線	新鶴見(信)～西船橋	2012年1月(予定)
21	青梅線	立川～青梅	(計画中)
22	五日市線	拝島～武蔵五日市	
23	横浜線	東神奈川～八王子	
24	京葉線	東京～蘇我	

(注) () を付した駅は ATOS 未導入駅であることを示す。

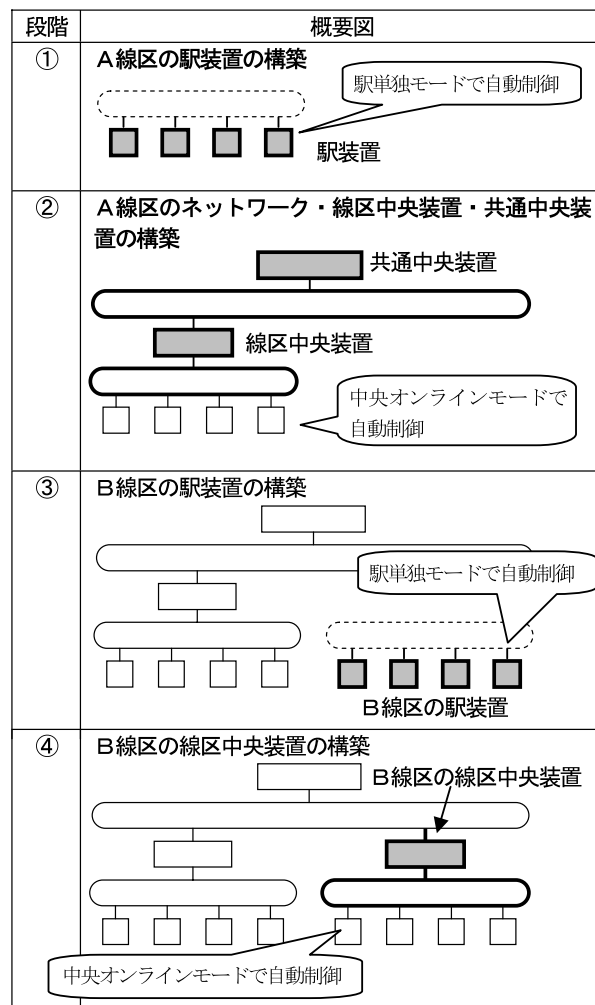
2.1 システムの段階構築

表1に示すように、ATOSは実に十年以上の歳月をかけて段階的にシステムの拡大・拡張を進めており、現在は他に類を見ない巨大な運行管理システムとなっている。一方で鉄道の運行管理システムは24時間365日稼働が求められるため、拡張工事に伴いシステムを停止することができない。そこで、ATOSのシステム構築はまず駅装置を単独で設備し、線区として駅装置が全て整備された段階で、ネットワーク・線区中央装置・中央共通装置を設備し、線区としての稼働を開始するといった方法を採用している(表2)。これにより、稼働中の線区に影響を与えることなく工事が可能となる。

また、各駅の自動制御は表2に示す全ての段階において駅ごとに設置された駅PRC装置によってそれぞれ行われる。線区中央装置未構築の状態では駅PRC装置は自駅で入力したダイヤに基づき自動制御を行う(駅単独モード)。線区中央装置が構築されると、駅PRCは線区中央装置から受信したダイヤに基づき自動制御を行う(中央オンラインモード)。

表2の①～④を繰り返すことにより、ATOSを線区単位で段階的に導入していくことが可能となる。

表2 システムの段階構築



2.2 CTC/PRC 線区への展開

ATOSは従来の運行管理システム(=CTC/PRCシステム)では対応できない東京圏の高密度線区を対象に導入を進めてきたが、導入済みのCTC/PRCシステムの老朽取り換え時にATOSを導入した線区もある(埼京線や横須賀線の一部)。これらの線区では、前項で示したように駅装置構築時に駅PRC装置をローカルで使用開始すると中央(CTC/PRCシステム)からの制御が出来なくなってしまう。そこで、CTC/PRCシステム導入線区の駅装置構築時は、図3に示すようにCTC/PRCシステムからの制御情報を入出力I/F架経由でATOSタイプの電子連動装置に入力することで自動制御を実現した。この時駅PRC装置の自動制御機能は「抑止」しているため、電子連動装置は見かけ上手動で進路制御を行っていることになる(実際はCTCからの自動制御)。線区中央装置の構築後、ATOSを線区で使用開始する際にはCTCからの制御を止め、駅PRCによる自動制御に切り換える。²⁾

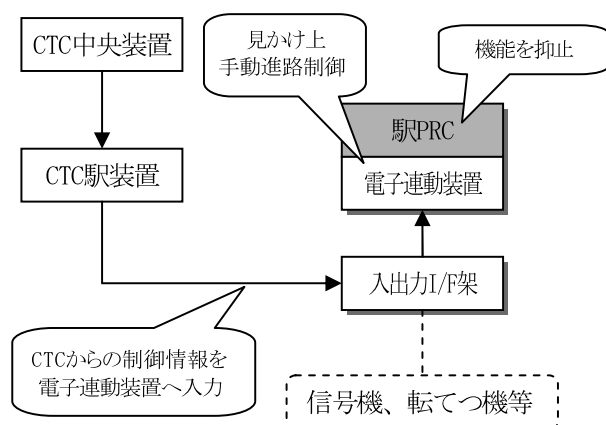


図3 CTC/PRC線区における駅構築時の制御の流れ

3. ATOSの更新

運行管理システム（PRC装置）の設備更新時期は、導入後15年程度が目安と考えられている。中央線へのATOS導入から今年で15年目を迎えており、今年度より本格的な設備更新（老朽取り換え）工事に着手する。

設備更新工事は老朽取り換えだけが目的ではなく、現在のATOSが抱えるさまざまな問題を解決するというもうひとつの目的がある。ATOSのアプリケーション構成や装置間のデータ通信は、機能向上に伴う度重なるハードの追加・ソフト改修工事によって複雑化・巨大化が進み、不具合・改修漏れの事象が増加するだけでなく、改修コスト増の要因にもなっている。またインターネットに代表される近年のデータ通信技術の飛躍的な進歩の恩恵をATOSは十分に享受しておらず、情報配信系のシステムを中心にレガシー化（陳腐化）が進んでいる。

以上のことを踏まえ、今回の設備更新工事では、15年前に初めてATOSが導入された当時と比べて飛躍的に進化した汎用コンピュータやIT技術の恩恵を最大限に活用しつつも、従来のシステム構成や機能仕様的大幅見直し（ダウンサイジング・簡素化）を行い、複雑化した機能仕様の簡素化と改修の容易化、ならびに改修費用の削減をめざしていく。³⁾

3.1 機能・データのダウンサイジング

(1) 輸送指令卓（GD）

運転整理に関しては、過去、線区を拡大するにあたり線区の特情を考慮してさまざまな機能を開発し輸送指令卓（GD）に導入してきたが、類似機能や他の機能で代替できる機能もあり、結果的に使用頻度が低くなっている機能も多いため、今回の更新に合わせて機能の見直し（削減・統廃合）を実施する。

機能見直しに際し、あらかじめ実施した使用実績調査

（図4）に基づきユーザとの整理を行った。その結果、使用頻度が低い機能（使用実績が全体の1%以下）を中心に削減を行い、結果として更新前に比べおよそ2/3程度に機能を圧縮できる見込みである。

(2) 輸送指令卓（CRT）

輸送指令卓（CRT）は列車在線状況などを表示する極めて重要な装置であり、線区の広範囲を示す画面や駅ごとの拡大画面など、多くの画面データが用意されている。輸送指令卓（CRT）は現在約500画面程度の画面データを保有しているが、線形改良工事はもちろん、踏切の改廃に至るまで画面データの改修が生ずるためATOSの装置類の中でも多くの改修費用と手間を要している装置である。今回の改修によって新たに画面の拡大・縮小機能を導入することで、画面データの統廃合を行い、更新前のおよそ2/3程度に画面データを圧縮できる見込みである。

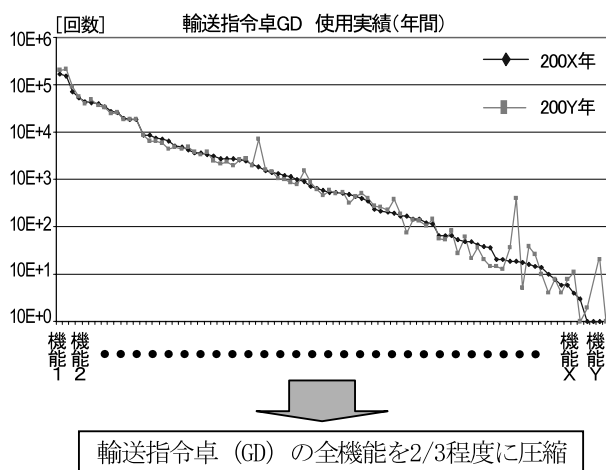


図4 輸送指令卓（GD）のスリム化

3.2 装置構成の簡素化

ATOSは「自律分散システム」をベースとしたアシュアランス技術を採用しているため、どちらかというと分散型の装置構成が主体となっているが、開発当時のさまざまな制約からやむなく処理を分散させているものもある。今回の設備更新では自律分散の思想を維持しつつも、一部のアプリケーションに関してはソフト・ハードの集中化を実施することで、装置構成を大幅に簡素化し、処理の高速化を図っていく。本稿では「ATOS情報端末」の装置構成見直しについて以下に記す。

ATOS管内の各駅・乗務員区所などには、列車の運行状況（列車在線情報、遅延情報等）を表示する「ATOS情報端末」と称する主に情報提供を目的としたPC端末（約900台）が設置されている。このATOS情報端末のネットワークは線区単位に構成されるネットワーク（運行管理ネットワーク）と駅装置を拠点とした専用回線網で構成されているが、通信手段が乏しかったATOS導入当初からの構成を現在も継

承しているため、伝送速度が遅い・使用機器（アナログモデム等）の枯渇など、さまざまな問題を抱えている。そこで、今回のシステム更新に合わせて情報端末のネットワーク構成を抜本的に見直すこととした。

具体的には、運行管理ネットワークおよび専用回線を使用せず、社内IPネットワークを使用することで伝送速度の改善、アナログモデムなどの枯渇機器の排除を図る。また、従来は線区毎／駅毎に分散されていたサーバを統合し、処理を効率化するとともに伝送速度の改善を図る（図5）。

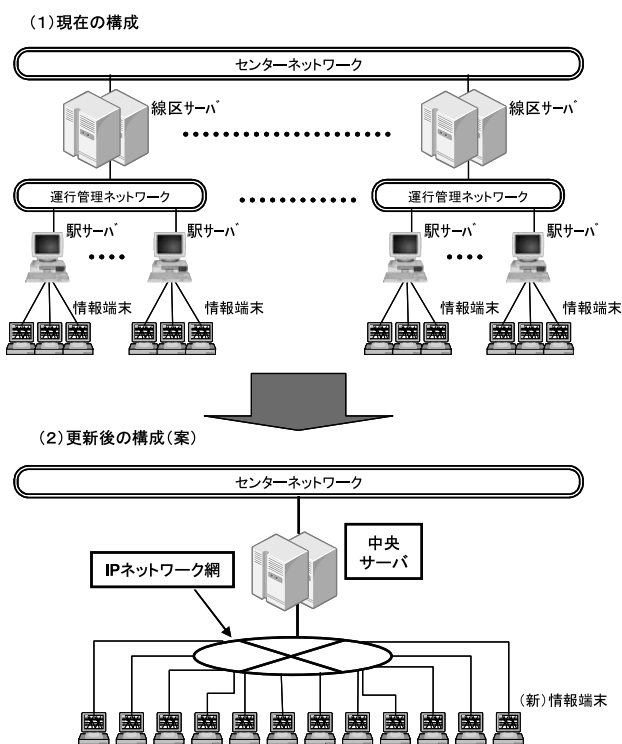


図5 ATOS情報端末のダウンサイジング

3.3 ネットワークの強化、高速化

ATOSの運行管理ネットワークは現用系／待機系の待機二重系構成となっており、並列二重系構成に比べると系切替処理の煩雑化・故障の潜在化などの懸念事項があった。特に故障の潜在化は待機二重系の特性上根本的な解決が難しく、ATOSにおいては過去に甚大な輸送影響を生じさせた幾つかのネットワーク障害事故を経て、数々のネットワーク障害検出対策を導入しているものの、いまなお懸念が残る課題である。また中央装置～運行管理ネットワークおよび運行管理ネットワーク～駅装置間の制御系／情報系LANは、一重系の回線構成であり冗長構成になっていないため、単一箇所の故障で通信断となるリスクを抱えている。

そこで、今回のシステム更新に合わせてネットワークのアーキテクチャを見直し、中央装置～駅装置間の通信を二系統化した並列二重系構成を採用することとした（図6）。あわせ

て、最新技術を適用したノード・SW-HUBなどの更新によりネットワークの高速化を行い、更なる性能向上と信頼性の確保を図っていく。

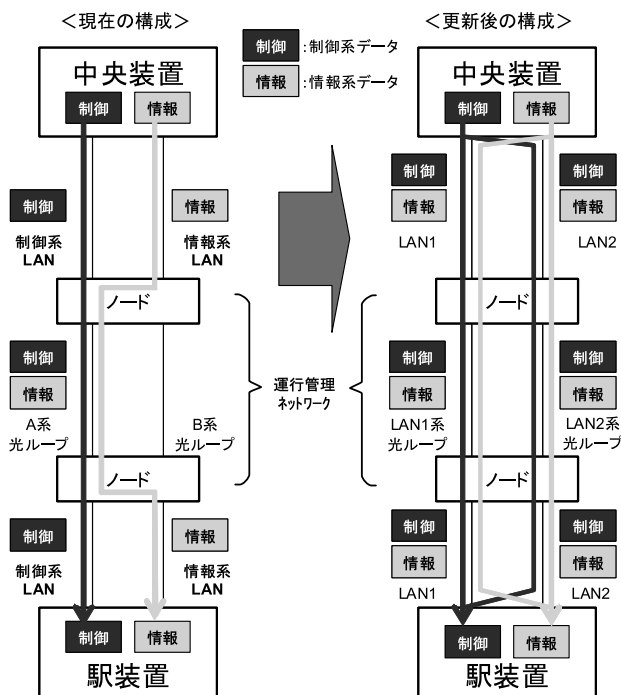


図6 ネットワークの見直し

4. おわりに

中央線のATOS更新は2013年度中の切換を目処に、現在鋭意開発・設計・製作などを進めている。また、ATOSの新規導入線区となる青梅線・五日市線は中央線と同一の線区中央装置・運行管理ネットワークを使用するため、中央線の更新と合わせて製作などを行っていく。同様に山手・京浜東北・根岸線と横浜線についても同一の線区中央装置などを使用し、順次システムの更新と線区展開を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 伊藤桂一：東京圏輸送管理システム（ATOS）の更新，JREA，Vol.53，No.8，pp.35290 - 35293，2010.8.
- 2) 伊藤征也，田中康博，鈴木優：CTC・PRC線区における東京圏輸送管理システム（ATOS）構築に関して，日本信頼性学会 第14回春季信頼性シンポジウム発表報文集，pp.19 - 22，2006.6.
- 3) Koji Tomita and Keiichi Ito; Software in an Evolving Train Traffic Control System, IEEE Software, March/April 2011, pp.19-21.