

feature article

東京圏輸送管理システムの横須賀線延伸に伴う ATOS機能拡張

鉄道のさらなる安全・安心輸送のためのソリューション

Function Enhancement of Train Traffic Control System for Tokyo Metropolitan Area (ATOS) Associated with Expansion of Yokosuka Line

田口 正剛 Masatake Taguchi
三戸 康知 Yasunori Sannohe

岡田 智基 Tomonori Okada
金澤 直幸 Naoyuki Kanazawa

岡田 光教 Mitsunori Okada
長井 聡 Satoru Nagai

東日本旅客鉄道株式会社と日立グループは、これまで、
首都圏の約100 km圏の在来線を対象とした大規模分散型運行管理システムである
東京圏輸送管理システム「ATOS」を共同開発してきた。
今回、ATOSとしてすでに稼働中の横須賀・総武快速線において、
一部非ATOS化区間であった大船駅～久里浜駅間をATOS化区間として稼働させる延伸開発を行った。
これは、既稼働線区に対して延伸開発を行うもので、従来の段階的構築手法にはなかった試みである。
ATOS区間の延伸により、乗客へのサービスと輸送指令の業務効率がさらに向上する。

1. はじめに

東京圏の列車運行は、世界でもまれに見る超高密度である。この列車運行を制御する東京圏輸送管理システム「ATOS (Autonomous Decentralized Transport Operation Control System)」は、東京圏の安全で安定した列車運行管理と乗客へのサービス向上を目的として導入された大規模分散型列車輸送管理システムである。

ATOSでは信号制御の自動化だけではなく、旅客案内の自動化や、保守作業管理システムによる保守作業の管理も行っており、指令業務の効率化、旅客サービスの向上、および保守作業時の安全確保などを実現している。

1996年に中央線で使用が開始されて以降、ATOSは駅・線区を単位としてシステム拡張が行われ、現在は、首都圏の19線区(約300駅)、総延長約1,000 kmの範囲をカバーしている。この中の一つである横須賀・総武快速線については、2000年に千葉駅から大船駅までをATOS化した。今回、横須賀線(大船駅～久里浜駅)のCTC (Centralized Traffic Control) 老朽取り替えを機に、ATOS区間を延伸することで、乗客へのさらなるサービス向上と、輸送指令の業務効率向上を実現することが可能となった(図1参照)。

さらに、今回の延伸区間を対象に、従来の保守作業管理システムの課題を解決する次期保守作業管理システムを開発・先行導入し、保守作業員のさらなる作業効率向上を実現した。

ここでは、横須賀線延伸に伴い開発したATOSの新機能とその効果について述べる。

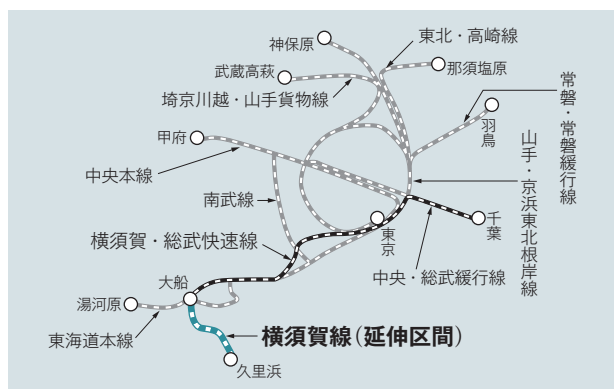


図1 ATOSの導入範囲

首都圏19線区(約300駅)、総延長約1,000 kmの範囲において導入されている。今回、横須賀線(大船駅～久里浜駅)をATOS区間として延伸した。

2. ATOS区間延伸と新しい保守作業管理システム

2.1 横須賀線延伸システムの開発

従来の横須賀・総武快速線の指令業務は、千葉駅～大船駅間がATOS指令、大船駅～久里浜駅間がCTC指令と分かれており、相互で連絡を取りながら列車運行を管理していた。ATOS区間を久里浜駅まで延伸することで、指令業務効率向上や乗客へのサービス向上が実現できる。しかし、延伸する8駅のうち、3駅(横須賀駅～久里浜駅)は単線区間であり、単線区間においては、列車運行パターンによってはデッドロックが発生する可能性があるため、システムでこれを防止しなければならないという課題があった。

ATOSの単線制御方式としては、これまでに埼京線で開発実績があったが、今回の単線区間は前例のないタイプの線形で、従来の単線制御方式は適用できなかった。

また、延伸区間の五つの連動駅(鎌倉、逗子、横須賀、

衣笠、久里浜)を追加するにあたり、一度にすべてをオンライン稼働させることは切換リスクなどの面から不可能で、段階的に構築する必要があった。さらに、段階的に構築する流れにおいて、既稼働中のシステムに影響を与えてはならないという課題もあった。

そこで今回、延伸区間に対応した新たな単線制御方式と、既稼働システムへの影響を極小化するシステムの段階的構築手法を確立した。

2.2 次期保守作業管理システムの開発

現行の保守作業管理システムでは、作業員自身が現場に携行する作業用端末から、構内は無線で、駅中間は沿線電話に接続して、各駅の電子運動装置に直接、保守作業の着手/終了要求を行っている。これにより、保守作業手続きの効率化と安全性の確保を実現している。

しかし、現行の作業用端末は、DOS (Disk Operating System) によるキャラクタベースのヒューマンマシンインタフェースであることと、通信回線が低容量なアナログ回線であるという制約から、モニタに表示できる情報量を増やしたいというユーザーニーズに応えることができなかった。

今回、これまで使用してきたアナログ電話回線接続機器が市場で入手困難になりつつある状況も考慮し、高速・大容量のデジタル回線に対応した次期保守作業管理システムを開発するとともに、新機種作業用端末への移行を機に、前述のニーズに応えるビジュアルなモニタ機能を開発した。

3. ATOS区間延伸に伴う拡張機能

3.1 指令業務の統合と新型単線制御方式

従来の横須賀・総武快速線の指令業務は、ATOS指令とCTC指令に分かれており、列車乱れ時など列車の走行順

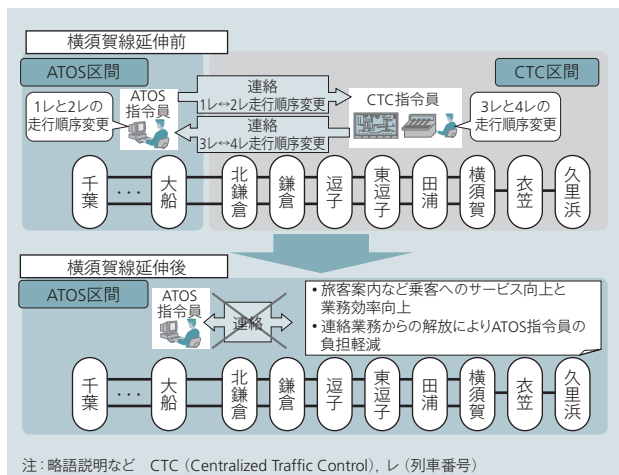


図2 横須賀線延伸による業務効率向上

横須賀線延伸により、乗客へのサービス向上と業務効率向上、さらにATOS指令員の負担軽減が可能である。

序が変更になった場合は、相互で連絡を取りながらそれぞれの列車運行を管理していた。ATOS区間を久里浜駅まで延伸すれば、CTC指令業務をATOS指令に統合でき、旅客案内など乗客へのサービス向上と業務効率の向上が実現できる。さらにATOS指令が実施していたCTC指令との連絡業務がなくなるなど、指令員の負担軽減も可能となる(図2参照)。

ATOS区間延伸にあたっては、横須賀線の複線区間と単線区間の境界駅であるという横須賀駅の特異性(単線と複線で同一番線を使用する単線複線共用番線の存在)を考慮する必要があった。

埼京線の単線制御方式を適用した場合、図3に示すデッドロックが発生するケースがある。同図に示すダイヤ(ダイヤグラム)スジの場合、衣笠駅2レ(列車番号)は衣笠駅～横須賀駅間の単線区間通過順序が1位であるが、埼京線単線制御方式では到着時刻順から番線使用順序を決定する方式であるため、横須賀駅の番線使用順序は1位が1レ、2位が2レとなり、2レは衣笠駅を出発することができない。また、1レは横須賀駅の番線使用順序1位のため場内制御は可能であるが、横須賀駅～衣笠駅間の単線区間通過順序が2位のため、横須賀駅を出発することができず、デッドロックが発生することになる。

この現象を防止するため、横須賀線の単線制御方式では、単線複線共用番線における出発時刻、および横須賀駅～衣笠駅間の単線区間通過順序から番線使用順序を決定する新型番線使用順序を開発した(図4参照)。

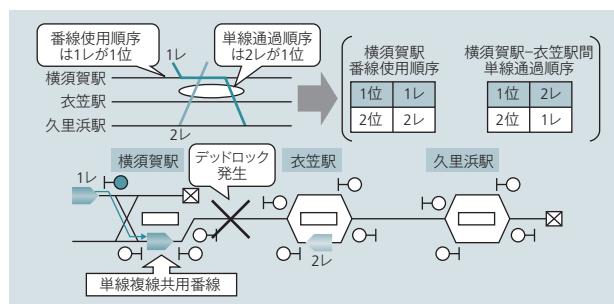


図3 横須賀駅～衣笠駅間でのデッドロック発生例

埼京線単線制御方式では、横須賀駅の単線複線共用番線においてデッドロックが発生する。

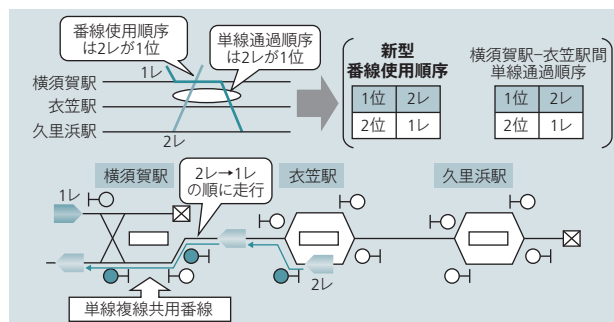


図4 新型番線使用順序によるデッドロック防止

単線複線共用番線における新型番線使用順序により、デッドロックを防止する。

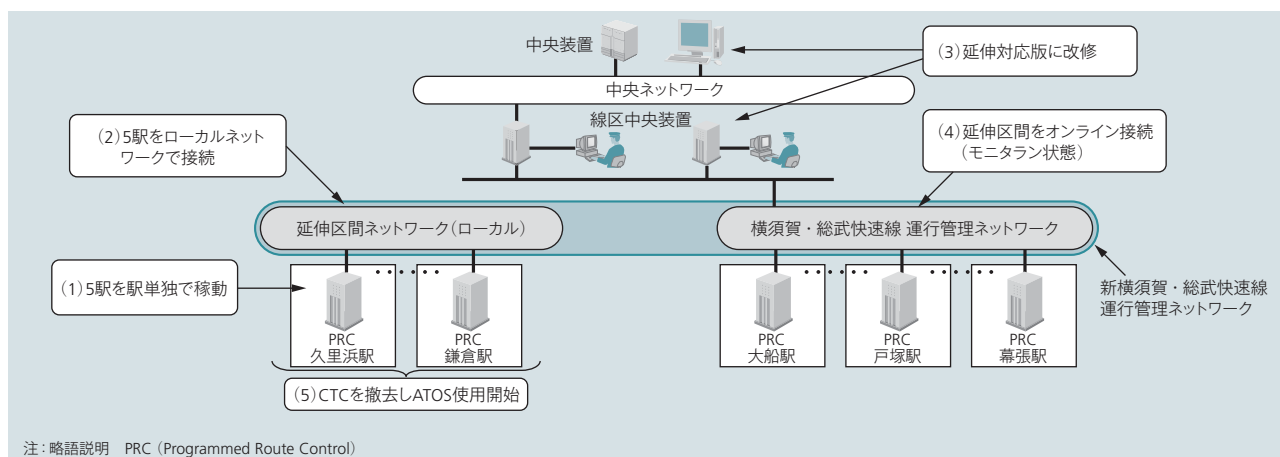


図5 延伸区間の段階的構築手順

駅単独稼働から延伸対応版中央装置とのモニタランを経て運用開始する。

横須賀駅の単線複線共用番線において到着時刻順の1位は1レであるが、単線区間通過順序1位が2レで、かつ単線複線共用番線からの出発順序1位が2レである場合、2レを横須賀駅の単線複線共用番線における番線使用順序1位とする。これにより、2レが横須賀駅を出発後に、1レが横須賀駅に到着することになるため、1レと2レのデッドロックを防止することが可能となった。

3.2 延伸システムの段階的構築

従来の線区拡張時の段階的構築手法を延伸区間駅（連動駅5駅）に適用した場合の手順は、以下のとおりである。

- (1) 鎌倉駅を既設ATOSネットワークに接続
- (2) 既設ATOS装置およびCTCのシステム改修
- (3) 運用開始までモニタラン
- (4) 運用開始後、鎌倉駅CTC撤去
- (5) 上記(1)～(4)を残り4連動駅分繰り返す。

上記手順の中で既稼動中システムへ影響を与えないためには、下記二つの課題をクリアする必要がある。

一つ目の課題は、1駅ずつ段階的に既設ネットワークに接続する方式とした場合、既稼動装置に対する改修回数が多くなり、リスク面で問題となる。したがって既設ネットワークへの接続回数を極少化する必要がある。

二つ目の課題は、上記(1)～(3)は、CTC装置を撤去していない段階のため、列車在線状況や実績ダイヤの情報はATOSで管理している情報と一致せず、ATOS指令員が誤判断してしまうことが考えられる。

これらを解決するため、一つ目の課題については、追加する5駅専用のネットワークを、すでにATOSとして運用開始済みの既設ネットワークとは物理的に分けて構築することとした。これにより、追加5駅を既設ネットワークに接続するまでは、既稼動中のシステムに影響を与えず、延伸区間のネットワーク品質を事前確認することができ、シ

ステム改修回数も低減することが可能となった。

今回の延伸区間駅（連動駅5駅）を使用開始するまでの段階的構築手順は以下のとおりである（図5参照）。

- (1) 5駅を一つずつ駅単独で稼働させる。
- (2) 追加する5駅をネットワークに接続する。
- (3) 既設線区中央システムおよび中央システムの各装置を延伸対応版に改修し、延伸5駅との通信が可能な状態にする。
- (4) 延伸5駅を既設ネットワークに接続する。
- (5) CTC装置を撤去し、ATOSとして使用を開始する。

二つ目の課題については、ATOSの既稼動中装置に対してソフトスイッチを組み込み、延伸区間の情報で誤判断の元となりうる情報（実績ダイヤなど）は一時的に読み捨てるなど、既設区間と延伸区間を分離する機能を開発することで、指令員の誤判断を招きうる情報を取り込まないこととした。

3.3 Webモニタ機能開発

次期保守作業管理システムでは、通信インフラとして、高速・大容量のデジタル回線を採用し、同時に作業用端末をグラフィック表示が可能な新型端末に移行した。これらを利用し、モニタに表示できる情報量を増加したいという

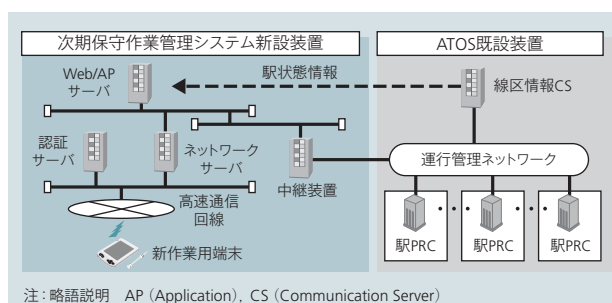


図6 次期保守作業管理システムのシステム概略構成

通信インフラとして高速通信回線を使用し、認証サーバ・Web/APサーバなど、各種サーバ群を新設した。

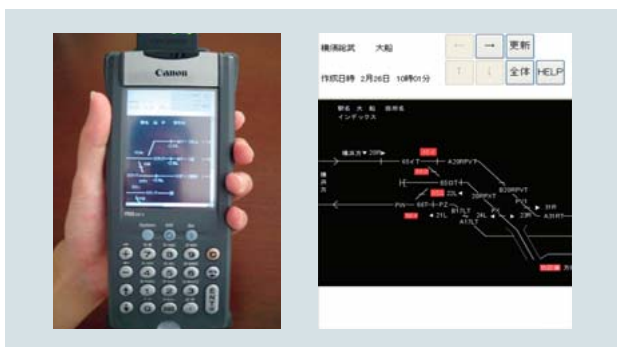


図7 新機種作業用端末の外観とWebモニタの表示例

Web/APサーバで編集された駅状態モニタ用画像データを、作業用端末でWebブラウザを用いて表示する。

ユーザーニーズに応えるために、保守作業の設定状況をWebベースのビジュアルな画像で表示可能なモニタ機能（Webモニタ機能）を開発した。次期保守作業管理システムの概略構成を図6に示す。

Webモニタ機能は、作業用端末で指定した駅で設定されている全保守作業の設定状況を、中央に設置したサーバ〔Web/AP (Application) サーバ〕からHTML (Hyper Text Markup Language) + 画像データとして取得し、作業用端末に表示する。

Web/APサーバは、現場設備の状態情報（鉄道設備に対しての保守作業の設定情報など）を含む駅状態情報を受信する。Web/APサーバでは、作業用端末にて指定した駅の画面フォーマットに駅状態情報から取得した保守作業の設定状態を付加し、Webモニタ用画像データを作成する。画面フォーマットは、汎用性・機能拡張性などを総合的に評価し、XML (Extensible Markup Language) ベースの二次元ベクトル画像記述言語であるSVG (Scalable Vector Graphics) 形式を採用した。また、作業用端末では、汎用のWebブラウザにてモニタ画面を表示することを可能とした。新機種作業用端末の外観とWebモニタの表示例を図7に示す。

4. 導入効果

今回の横須賀線ATOS化区間延伸開発により、これまで千葉駅から大船駅までだったATOS区間を久里浜駅まで延伸することができ、横須賀・総武快速線の指令業務統合による業務効率向上や、旅客案内など乗客へのサービス向上を実現し、さらなる安定輸送とサービス向上に寄与することができた。

保守作業管理システムについては、今回高速デジタル通信回線を採用したことにより、アナログ通信回線からの脱却を図ることができた。

また、今回開発したWebモニタ機能により、保守作業員は作業用端末から作業範囲内の駅の全保守作業状況を、

その場で、直感的かつ瞬時に把握することが可能となり、保守作業員の作業効率向上を実現した。

さらに、新機種作業用端末は、端末ソフトウェアのリモート保守を可能としたことで、従来は現地へ直接出向いて行っていた端末ソフトウェア更新に要する作業時間の低減と、システムの維持保守性向上に大きく寄与するものと考えている。

5. おわりに

ここでは、横須賀線延伸に伴い開発したATOSの新機能とその効果について述べた。

今後も最新技術を積極的に取り入れながら多様化する顧客ニーズに応えるべく努力していく所存である。

参考文献

- 1) 北原、外：超高密度線区向け輸送管理システムの段階的構築、日立評論、81、3、237～240（1999.3）

執筆者紹介



田口 正剛

1998年東日本旅客鉄道株式会社入社、東京電気システム開発工事事務所 輸送管理・駅システム 所属
現在、ATOSの開発に従事



岡田 智基

2001年東日本旅客鉄道株式会社入社、東京電気システム開発工事事務所 輸送管理・中央システム 所属
現在、ATOSの開発に従事



岡田 光教

1993年日立製作所入社、情報制御システム社 交通システム本部 ATOSセンタ 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事



三戸 康知

1993年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 営業統括本部 交通営業本部 JR部 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事



金澤 直幸

1995年株式会社日立情報制御ソリューションズ入社、日立製作所情報制御システム社 交通システム本部 ATOSセンタ 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事



長井 聡

1997年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 輸送システム本部 輸送システム部 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事