

輸送システムの現状と研究開発



先端鉄道システム開発センター 課長（運転制御） 渡邊 貴志

JR東日本では、「平常時ダイヤへの早期復旧」を目的として、通告伝達システム、車両運用整理支援システム、乗務員運用整理支援システムによる「運用トータル管理システム」の開発を進めてきており、開発の最終段階を向かえています。ここでは、それらのシステムの概要を紹介します。

また、この開発をベースとして現在開発を進めている運用協調型運転整理システム、Crew Management Support Systemについても紹介します。

1 はじめに

列車ダイヤが乱れた場合に、お客様への影響を最小限にして、ダイヤを平常に復旧させることを目的として、運用トータル管理システムの開発を進めてきました。運用トータル管理システムは、通告伝達システム、車両運用整理支援システム、乗務員運用整理支援システムの3システムで構成されており、このうち2つのシステムは既に実用化され、残りのシステムも開発の最終段階を向かえています。

ここでは、運用トータル管理システムの概要を述べるとともに、このシステムをベースとして現在開発を進めている運用協調型運転整理システムやCrew Management Support Systemについて紹介いたします。

2 運用トータル管理システム

2.1 通告伝達システム

通告伝達システムは、図1に示すように、指令員が運転整理のためATOS(東京圏輸送管理システム)に入力した情報を、人手を介さずに該当する列車の運転台モニタに表示するシステムです。情報を送り出すだけでなく、指令員側では、送り出した情報が確実に列車に届いているか、また、乗務員がその



図1 通告伝達システム概要図

情報を閲覧したかをタイマーで監視し、必要な場合は警報を発生して情報送受信の確実性を図っているのが大きな特徴です。

この情報を送受信するために、中央・総武緩行線の全編成にパケット無線機や情報送受信装置等の車上装置を搭載しました。これにより、地上側から全ての列車へ情報伝達が可能になるだけでなく、逆に車上側から送信されてくる情報も各システムで利用できるようになりました。この情報により、車両、乗務員運用整理の支援をシステム化することが可能となりました。

車上から逐次送信されてくる情報は、その時々列車番号(編成は1日にいろいろな列車番号の列車になります)、編成番号、現在地、キロ程、担当乗務員の行路番号が含まれます。この情報によりダイヤ乱れ時においても、図2に示す通り、「車両運用整理支援システム」での車両の位置、編成名の把握、「乗務員運用整理支援システム」での乗務員の位置、行路番号の把握を可能にしています。



図2 車上装置の搭載と車上からの情報

通告伝達システムは、2004年4月に中央・総武緩行線で使用開始されました。また、在来線デジタル列車無線の導入にあわせて、他線区への展開を進める計画となっています。

2.2 車両運用整理支援システム

ダイヤ乱れ時には、指令員の運転整理によって車両運用も計画とは大幅に変更になります。変更の仕方によっては、ダイヤ平復が遅れたり、ダイヤ平復後の「運用戻し」に手間取るといった事象が発生します。そこで、車両運用業務に必要な情報を指令員及び区所の担当者へ提供するとともに、整理等の提案を行うことにより、ダイヤ乱れ時の的確な整理作業を支援するシステムを開発しました。

システムの初期値である車両割付や検査予定等の情報は、既設の車両管理システム(輸送総合システム)より取り込み、ダイヤ乱れ時に発生する運休や折返し変更等の変更情報はATOS入力から、また、列車からは通告伝達システムで装備した通信装置により、列車番号とそれに対応した編成番号や位置情報が順次地上のシステムに送られてきます。これにより計画外の編成を出区に充当した場合やATOS線区外で変更が行われても編成の追跡が可能となります。

支援システムは、これらの情報を車両形式制限等の制約条件から、列車の編成番号のモニタ、当日の運用上の警報出力、運用整理提案を行う「運用整理機能」と、翌日以降の検査を元の月間検査計画に戻すための提案、計画に対する未充当、検査回帰等の各種妥当性チェックを行う「運用戻し機能」の2つの機能を持たせました。また、運用戻しのアルゴリズムには組み合わせ最適化問題を解決する方法の1つである自由度順計画法を使用しています。

車両運用整理機能で表示される画面例を図3に示します。

車両運用整理支援システムは、2005年4月から中央・総武緩行線で使用開始されています。

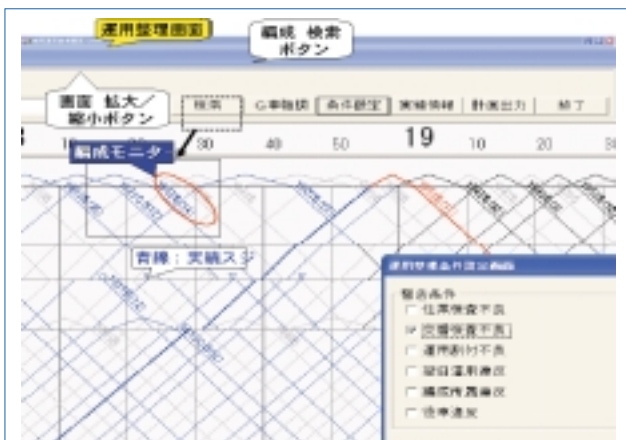


図3 車両運用整理支援機能の画面例

2.3 乗務員運用整理支援システム

車両運用と同様に、列車には運転士、車掌などの乗務員を割り当てることが必要です。列車の運行に乱れが生じたとき、運転整理によって乗務員運用も乗務を担当する列車が変わるなど変更が生じます。運用を担当する指令員や常務員区所の運転当直は、列車の遅延等により次の担当列車に間に合わない場合、別の乗務員を手配したり、元の計画へ戻す整理を行います。もし、手配の遅れや漏れが発生すると、さらに輸送混乱を拡大させてしまいます。そこで、乗務員の手配漏れが発生しないように警報を出したり、必要な変更情報を担当者に提供するとともに整理提案を行うシステムを開発しています。

JR東日本では、車載モニタを標準で装備している新型車(209系以降の通勤車と651系以降の特急車)では、運転士が持参したICカードを運転台に装着することで、運転時刻表がモニタに表示されるようになっています。このときに、担当運転士の行路番号が通信装置を介して地上の乗務員運用整理支援システムに登録されます。これらの情報を基に、列車の遅延や運休によって乗務員が列車に割り当てられない(未充当)状態が発生したという警告や、それを回避するための整理案を提示する仕組みになっています。

このシステムの開発は、最終段階を迎えており、早期の実用化に向けて、確認試験を進めていくことになっています。

2.4 乗務員用携帯情報端末

乗務員運用整理支援システムでは、各種警報や未充当を回避するために乗務変更案を作成しますが、その情報を個々の担当乗務員に伝えるため、「乗務員用携帯情報端末(PDA)」の開発を進めています。外観と表示例を図4に示します。



図4 乗務員用携帯情報端末

PDAはどこにいても変更情報をシームレスに受信できること、端末を持つことによって担当乗務員の現在位置を把握できること(どの列車に乗務中か、どこの詰所で待機中か)、従来の仕業カード(ICカード)に代わって、行路表の内容を蓄積、表示できること等の機能が重要です。

この機能を実現するためにPDAへの通信手段は公衆無線網(PHS)を使用し、位置検知や行路表情報のダウンロード、アップロードには無線LANを使用しています。

3 運用協調型運転整理システム

これまで、ダイヤ乱れが発生した場合の車両、乗務員の運用整理を支援するシステムの開発を進めてきて、実用化の目処が立ってきました。これをベースとしてダイヤ乱れを早期に復元させるための運転整理システムの開発に取り組んでいます。

車両故障や人身事故等により輸送障害が発生した際、輸送指令が行う運転整理業務では、短時間に多数の手配を行う必要があります。このため、的確かつスピーディに行わないとダイヤ平復が遅れてしまうことがあります。しかし、運転整理業務は指令員の知識と経験に頼って行われているのが実状となっています。

これまで既存の運行管理システムから刻々と送られてくる実績ダイヤに基づき、数時間後までの列車ダイヤを予測し、予測を基に列車増延の原因になりそうな箇所に警報を表示するなどして指令の運転整理を支援するシステムを開発してきました。

しかし、部分的に警報を表示する支援システムでは、ある時間のある場所での増延の原因は解消できますが、逆に異なる場面で増延の原因を引き起こし、ひいては全体として遅延を悪化させることもありました。これはある時間のある場所しか見てない局所的な判断によるもので、全体を見て大局的に判断できなかったことに起因しています。

また、列車ダイヤを構成しているものに、列車の車両とそれに乗務する乗務員の動きがあります。この車両と乗務員の動きを考慮しない運転整理を行うと、運転整理としてなりたらず、結局作り直しとなってしまふことが多々あり、この作り直しの遅れにより遅延が増大することもありました。

この車両と乗務員の整理を支援する「車両運用整理支援システム」や「乗務員運用整理支援システム」は、先に記したように実用化の目処が立ってきました。ただ、輸送混乱時の運転整理は、ほとんど人手によって計画され、数々の手順を経て行われるため、時間がかかり、運用整理支援システムが導入されても十分な効果が得られないことが懸念されます。

そこで、ダイヤ乱れ時に輸送指令に代わって運転整理計画を行い、運用整理支援システムの導入効果も十分に引き出せるシステムを開発して、指令員の作業軽減を図り、乱れた列車ダイヤの平復を早めることを目的とした「運用協調型運転整理システム」の開発を進めています。

このシステムの特徴は、局所的な整理案を提案するのではなく、大局的かつ車両と乗務員の動きを考慮した運転整理を、一括で行えるようにするようなアルゴリズムを採用していることです。これにより、全体的にバランスが取れた運転整理案の提案を可能とします。

また、これまでは運転整理に対する評価基準が明確でなかったため、運転整理の計画が良かったのか悪かったのかの判断が困難でした。そのため、今回の開発では、運転整理全体の指標や評価を導入することにより、提案された運転整理案を、定量的に評価できるようにしたいと考えています。

運用協調型運転整理システムと運用トータル管理システムの位置づけを図5に示します。

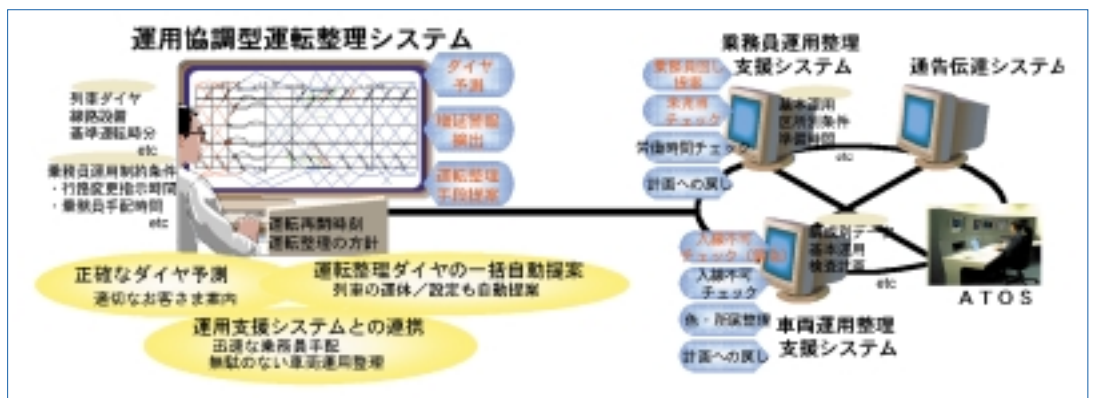


図5 運用協調型運転整理システム

4 Crew Management Support System

乗務員区所の運転当直業務は、輸送総合システムの導入により近代化が進んできていますが、未だに点呼簿等の作成やチェック・携帯用時刻表等乗務員の携行品の管理等に多くの時間および労力をとられ、最も重要な業務である社員の管理に充分専念できないような状況にあります。また社員管理という面では、飲酒運転等による事故等が運輸業界で近年発生していて、具体的にそのような事態を防止する仕組み作りについても必要とされてきています。

このような中、運用トータル管理システムで開発してきた各種当日系システムについては、実用化もしくは試使用する段階まで来ていて、また最近の情報技術の進化は著しく、当直業務近代化の技術的下地は整ってきていると言えます。

そこでこれらの技術を融合し、運転当直における新たな乗務員管理支援ツールとしてCrew Management Support System (以下CMSS)の開発を行っています。そのイメージ図を図6に示します。

CMSSでは、輸送総合システムと運用トータル管理システムと協調し、乗務員管理業務に必要なデータを授受するとともに、現在紙ベース、手作業で行われている業務のシステム化を行います。具体的には、出退勤管理機能、点呼モニタ機能、出先点呼機能、乗務実績出力機能を兼ね備えます。出退勤管理機能および点呼モニタ機能は、輸送総合システムから最新乗務員データを取得し、点呼に必要な情報を表示するとともに、乗務員の出勤状況を自動把握します。これにより、これまで点呼簿や氏名札を使っていた部分のシステム化を図ります。出勤時に行う点呼では、当直用モニタと乗務員用携帯情報端末を使った方式とし、乗務員は当日乗務する最新の行路データを乗

務員自らダウンロードします。これにより、これまで予め行っていた運転報抜粋作業、行路カードの作成作業を大幅に軽減することが可能となります。また、これまで乗務終了時には、乗務変更や遅延、特記事項を報告する乗務報告書の作成を、乗務員自ら行っていましたが、これらの情報の一部は乗務員運用整理支援システムで保有されていることから、その情報(乗務変更や列車遅延等)をCMSSに取り込むことで、報告書作成作業を軽減することが可能となります。また、将来的には、輸送総合システムへこのデータを戻すことにより、区所での乗務実績入力作業を軽減することが可能となります。出先地における点呼では、TV会議システムとアルコールセンサーを組み合わせて、画面上で乗務員の健康状態を把握しつつ、点呼中の呼気からアルコール成分を検出する機能を開発しました。

本開発では、出先点呼機能の開発について先行して行い、機能確認試験を行った結果、呼気中アルコールを検知するという基本機能部分の実現はできましたが、現在出勤時の対面点呼で使用しているアルコールセンサーとの検出レベルの乖離がみとめられ、技術的課題として残っています。またその他の点呼機能等については、現在プロトタイプを作成中で、今年度、乗務員等のユーザの使い勝手を評価する予定となっています。

5 おわりに

このように、輸送業務のシステム化は、着実に成果をあげつつあり、実用化されたもの、試使用が行われているものなど、業務改善に役立っています。

また、現在開発を進めている運転整理システムは、輸送業務における非常に大きな課題を解決するシステムとして、精力的

に取り組んでいます。提案されたダイヤが最適なものかどうかをどう評価するかなど、まだまだ解決しなければならない課題も多いと考えています。

今後とも、開発のスピードアップを図りつつ、機能を充実させたシステムの開発を進めていきたいと考えています。



図6 Crew Management Support System イメージ図