

地方線区用 通告システムの開発



小島 央士*



相馬 眞*



辺田 文彦*

これまで首都圏線区において運転通告の支援を目的に開発してきた通告伝達システムは、車上モニタ装置などの既存システムを活用するシステムのため、モニタ装置が搭載されている車両の少ない地方線区へそのまま展開するには、新たに車上モニタ装置の搭載工事が必要となるなど多大な費用がかかることとなる。

そこで携帯電話等の汎用インフラの活用により、低コストで展開可能な地方線区用の通告システムを開発し、秋田～盛岡間において現地試験を実施した。

●キーワード：運転通告、通告伝達システム、GPS

1. はじめに

台風や大雨など自然災害が発生したときには、列車の安全運行に支障するため、列車の最高速度を規制したり、運行を中止する。これらは橋梁や土砂崩壊の恐れがある箇所を設置している風速計、雨量計などが、一定の数値（規制値）を超えた場合に発令する。現在は防災情報システム（Predas 以下プレダス）により情報が一元管理されており、指令室で各計器のリアルタイムの数値により、規制値に達した場合には、規制区間や規制種別に関する警報の表示を行うなどシステム化が進んでいる。しかしプレダスでは、最高速度や運行中止などの指示対象列車の情報がないため、輸送指令員が列車の特定を行い、乗務員に対して指示する必要がある。

また乗務員への運転に関する指示としては、上記のほかには番線変更や運転休止などの運転整理の事項もある。運転整理とは、人身事故などによりダイヤが乱れたときに、列車の運転休止や折返し変更等により、平常ダイヤへの復旧を図ることである。この運転整理を実施するには、運行中の列車に乗務する運転士、車掌にダイヤの変更事項を指示する必要がある。

これら速度規制や運転整理のほか、列車の運行管理上必要な指示のことを「運転通告」という。地方線区においては駅社員が少なく、指令員が運転通告を直接乗務員に対し列車無線で行う場合が多く、運転整理や信号制御などの作業と競合して運転通告のミスが発生することが

ある。

一方、運転通告の支援を目的に首都圏線区で開発した通告伝達システムは、首都圏の在来線列車無線のデジタル化にあわせて展開する計画となっているが、車上モニタ装置などを活用するものである。このため、列車無線のデジタル化が未計画であることに加えて、車上モニタ装置の搭載車両が少ない地方線区へ展開するには、車上モニタ装置の搭載等多大な費用がかかることとなる。

そこで、携帯電話等の汎用インフラにより、低コストで展開可能な通告システムを開発し、秋田～盛岡間において現地試験を実施したので、以下にその概要を記述する。

2. 開発の背景と目的

2.1 現在の運転通告方法

2.1.1 駅社員を介した運転通告

一般的に図1（a）に示すように、輸送指令が計画したダイヤ変更事項や、プレダスによる速度規制は主要駅に伝達され、駅社員はこれをもとに「運転通告券」に記入後、運転士あるいは車掌に直接渡し通告内容を伝達する。

2.1.2 列車無線を使用した運転通告

図1（b）に示すように、列車無線を使用した運転通告では、輸送指令と乗務員が直接会話できるので、非常に有効な手段ではある。しかし乗務員は、無線で受領した内容を「運転通告受領券」に記入するため、手間が掛かるだけでなく、書き間違えるといったことも発生する。

また列車無線には、以下のような弱点があるため、タイムリーに伝達できないというデメリットもある。

- (1) 無線機のチャンネル数に限りがあるため一対一の通話しか行えない。
- (2) 沿線の周辺環境により無線電波の届きにくい難聴区間が存在する。
- (3) 運転士がブレーキ扱い中であつたり、車掌がドア開閉扱い中であつたりすれば、乗務員は無線に出ることはできない。

(a) 駅社員を介した運転通告



(b) 列車無線を使用した運転通告



図1 現在の通告方法

2.1.3 運転通告の完了確認

前述の二通りの伝達は、指令から乗務員への一方向の情報伝達ではなく、乗務員がその情報を受領したということを、指令員が把握する必要がある。受領の把握については、(a)の駅社員を介した場合では、運転通告券を乗務員に手渡した後、駅社員は輸送指令にその旨を伝える。また(b)の列車無線を使用した場合は、個々の列車の運転士・車掌にそれぞれ別々に運転通告し、通告内容を復唱させる。

このように輸送指令から乗務員に対して行う運転通告は、作業完了までに非常に手間と時間の掛かるものとなっている。

2.2 首都圏で開発したシステムの概要

東京圏輸送管理システム(ATOS)を導入している中央総武緩行線をターゲットに試作した「通告伝達システム」は、人手を介さず自動的に乗務員へ運転通告を伝達するシステムである。

通告伝達システムでは、輸送指令員が入力しているATOSの運転整理データをもとに通告情報を作成し、対象となる列車に自動的に伝送、運転台モニタに表示する(図2)。また、乗務員が運転台モニタのタッチパネルで受領確認操作を行うと、そのデータが指令室に返信され、

輸送指令室のモニタでは受領確認状況を確認することができる。地上～車上間の通信には、携帯電話網を用いた。

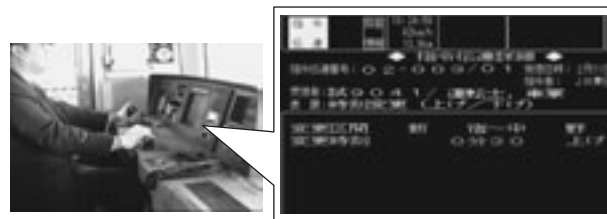


図2 首都圏通告伝達システムの画面例

前述のように通告伝達システムは首都圏在来線列車無線のデジタル化にあわせて、各線区に導入する計画であり、地上～車上間の通信を列車無線で行うとともに、プロトタイプシステムでは未開発の速度規制関連の通告もカバーする予定である。

2.3 地方線区での開発コンセプト

首都圏の在来線については列車無線のデジタル化工事を進めているが、地方線区については計画がない状況である。また地方線区においては車両のモニタ装置がないため、首都圏のような画面でシステム構築するには、簡易モニタ装置(図3)を搭載するなど、多大なコストが必要である。

そこで、地方線区での運転通告支援のシステム開発コンセプトを以下とした。

- (1) 首都圏通告伝達システムの機能を活用する。
- (2) 携帯端末や携帯電話網などの既存技術を活用する。
- (3) 安価に展開可能なものとする。



図3 簡易モニター装置の表示器

3. 開発概要

3.1 システムの概要

開発したシステムは、指令用サーバー・端末と乗務員用端末の二つに分かれており、指令側サーバー・端末では、通告の作成、送信、通信の管理を行い、乗務員端末では通告受信の表示、確認操作、注意喚起などを行っている。

図4により、通告システムの一連の流れを説明する。まず乗務員が乗務員端末で列番設定をすると、列番データが通告サーバーに送信される（図4①）。通告サーバーは、送られてきた列番データと携帯電話アドレスを関連付けて登録する（同②）。通告サーバーは、PRCやプレダスから運転整理や速度規制などの通告情報を取得すると（同③）、これをもとに通告データの作成を行い（同④）、サーバー内で既に登録している携帯電話アドレス・列番データをもとに、乗務員端末にデータを送信する（同⑤）。乗務員端末では、受信した通告データの着信表示を行う（同⑥）とともに、データ到達確認をサーバーに自動的に返信する（同⑦）。乗務員端末では乗務員による表示内容の受領確認操作が可能となっており、乗務員がその操作を行うことにより（同⑧）受領データを通告サーバーに登録する（同⑨）。

また、通告サーバーでは、通告の送信や受領状態を監視し、必要に応じて警報出力を行う「受領状態監視機能」のほか、乗務員端末では、受信した通告情報の施行箇所の近傍で乗務員に注意喚起する「失念防止支援機能」なども兼ね備えている。

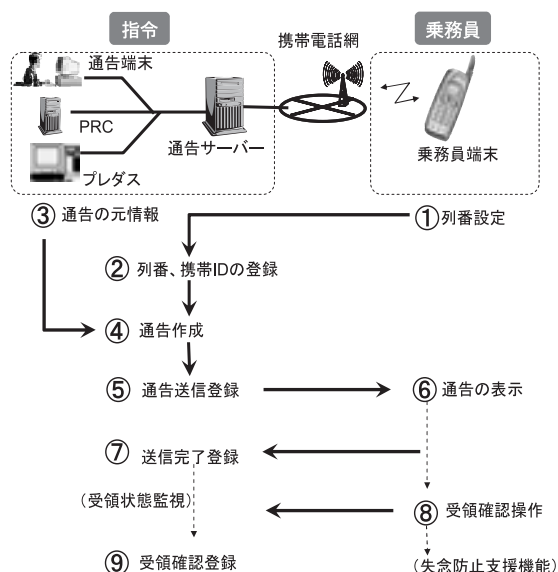


図4 システム概要およびフロー

3.2 システムの主な機能

3.2.1 通告作成機能

通告システムでは通告データの元となる情報として、プレダスからの速度規制情報、PRC運転整理情報、通告端末に指令員が入力する情報を取得する。

(1) プレダス速度規制通告

プレダスは、鉄道沿線の防災用気象観測機器測定データを通信回線により集約しており、データ表示だけでなく閾値を超えたときの規制情報を、指令室および保守区等の表示装置に表示するオンラインシステムである。表示する規制情報の内容としては、運転中止や速度規制、規制解除などの種別、風速や雨量などの規制理由、規制区間などである。通告サーバーでは、このプレダスで表示出力した規制情報を取得し、通告の元データとする。また次節で述べる通告対象列車特定機能により、その区間に進入する列車を抽出し、速度規制通告を自動作成する。

(2) PRC運転整理通告

ダイヤに遅延などが発生すると、当初のダイヤに復旧させるために列車の運休や折返変更、時刻変更などの運転整理を行う。PRC装置に輸送指令員が運転整理の内容を入力する。通告サーバーでは、PRCからこの運転整理された際のダイヤデータを取得し、計画ダイヤとの比較からダイヤ変更部分を抽出し、運転整理通告を自動的に作成する。

(3) 通告端末手入力通告

プレダスやPRCから情報を取得し自動作成する通告以外にも、踏切故障、信号機故障などによる臨時徐行の通告が存在する。これらの通告は通告端末に指令員がテンプレート入力することにより作成できるものとした（図5）。

踏切故障などの通告は、踏切名称を選ぶことによりセットされ、列番の特定については通告対象列車特定機能で把握する列車在線により進入列車を抽出し通告を自動作成する。なおPRCやプレダスとの接続をしなくても通告ができるように、運転整理や速度規制についてもテンプレートを用意している。



図5 通知端末手動入力用テンプレートの例

3.2.2 通知対象列車特定機能

通知の対象となる列車を特定する機能として、列車登録、列車追跡の2つがある。

(1) 列車登録

乗務員の乗務員端末IDをシステムに登録する機能である。

乗務員が列車乗務時に、図6に示す乗務員端末の列番設定画面から乗務列番を選択し登録操作することとした。操作した情報は、乗務員端末ID（携帯電話の通信アドレス）とともに通知サーバーに送付、登録される。

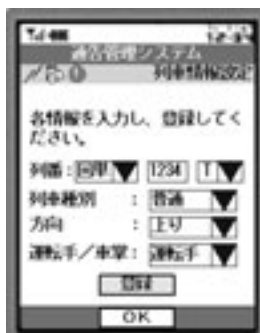


図6 乗務員端末列番設定の画面例

(2) 列車追跡

登録された列車の在線位置を追跡把握する機能である。

前節で述べた速度規制や踏切故障などの通知作成時に、この列車追跡による在線位置把握を活用するほか、次節通知データの受領状態監視機能にも活用する。

列車追跡の方法としては、①携帯端末で一定周期に取得するGPS緯度経度情報を線路のキロ程に補正変換する方法、②PRC位置情報をそのまま用いる方法、③ある地点からの走行距離をランカブから予測する方法、のそれぞれを必要に応じて使い分けている。

3.2.3 受領状態監視機能

乗務員端末がデータ受信完了後、受信したことを通知サーバーに自動返信する機能を設けた。また運転通告内

容を乗務員端末の画面に表示するだけでなく、画面上に受領確認ボタンを設け、乗務員の操作により、受領確認完了データを通知サーバーに送信する機能を持たせた(図7)。



図7 携帯端末の通知表示画面



図8 通知サーバーの画面例

一方通知サーバーでは、受領確認監視テーブルを設け、どの通告を乗務員端末で受信し、どの乗務員が受領確認操作を完了しているか監視している(図8)。また在线情報を活用することにより、通知施行箇所の手前一定距離において未受領となっている通告を抽出し、指令員に対して警報出力を行う。

3.2.4 失念防止支援機能

乗務員端末で受信した通告は、画面表示するだけで「紙」に残らないため、複数の通告を受信している場合、運転台に掲出しておくことは不可能である。このため、乗務員が運転通告を失念することを防止する機能が必要である。

そこで運転通告の施行箇所より一定距離前に列車が到達すると、通知音（またはバイブレーション）とポップアップ画面により注意喚起を行う機能を設けた(図9)。また過去に受信したデータは、乗務員端末内に蓄積しておくことが可能で、乗務員が内容を確認したいときには、

ボタン操作によりいつでも参照できるようにした。

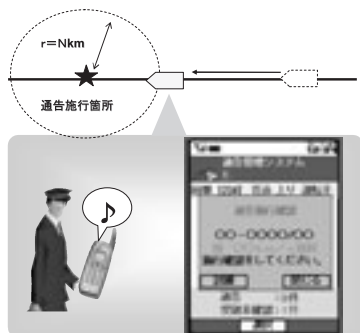


図9 失防止支援機能のイメージ

4. 現地試験

4.1 試験概要

今回開発したシステムの基本機能の動作確認試験を、2006年度に開発ターゲット線区の秋田～盛岡間の現地で行った。また一部のユーザーも交えて、実際の列車走行時における動作確認も行った。

基本機能等の確認では、乗務員用端末として携帯電話を4台用意した。また通告サーバー、通告端末、PRCやブレダスとのインターフェース装置を指令室に設置した(図10)。PRCについては訓練装置環境で動作確認を行ったうえで実機に接続した。ブレダスについては模擬装置によりデータを取得した。

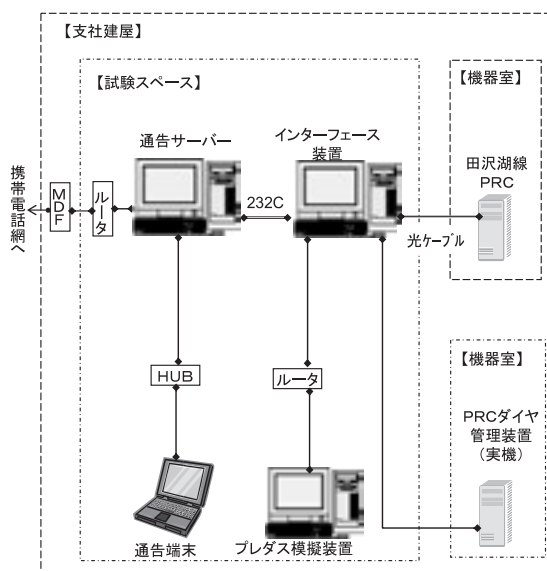


図10 指令側装置概略

4.2 試験結果と考察

表1に示すとおり、基本機能の確認として行った試験項目については概ね良好であり、このことから各機器間の

伝送、および第3章に示した基本機能はすべて確立できた。

しかし通告サーバーと乗務員端末の間での伝送時間に関しては、当初の予想より若干時間を要している部分認められた。携帯電話の電波不通区間以外で、伝送に時間を要しているデータを分析したところ、GPS測位との動作競合が判明した。したがって通告データを伝送するときには、GPSの測位機能を一時的に停止することにより、対処する方法が考えられる。

表1 試験項目と結果の概要

試験項目	試験内容	結果
1 ユーザー認証試験	・数台の乗務員端末で行うユーザー登録により、認証が完了するか確認	良好
2 列番登録試験	・行路一覧から列番を選択時に、サーバー側で登録完了するか確認 ・手動で列番を設定時にサーバー側で登録完了するか確認	概ね良好
3 通告の伝送試験	・手動作成通告、自動作成通告、ブレダス規制通告の伝送試験を行い、列車番号・日付の変更により、データがクリアされるか確認。	概ね良好
4 受領確認伝送試験	・乗務員端末での確認操作後の伝送シーケンス、表示された受領完了メッセージの確認。	良好
5 失防止機能試験	・通告の伝送試験と並行して、キロ程状態に応じた失防止機能を確認	概ね良好
6 警報機能試験	・通告データの伝送不良、受領確認未操作などにより、それに応じた警報出力されるかを確認	良好
7 列車追跡機能試験	・PRC在線情報等による列車追跡が行われているか確認	良好
8 バッテリー試験	・継続的にGPS位置検知や情報送受信を行ったときに、乗務員端末のバッテリーの残量を確認。 ・不感地帯でのバッテリー消費量を確認。	良好

5. おわりに

携帯電話などを活用して通告作業の迅速化および省力化が図れるシステムを開発することができた。しかし画面の視認性などについては、実際の作業場面での試み使用などにより検証していく。

参考文献

- 1) 原、小島、辺田、渡邊；運用トータル管理システムの開発, JR EAST Technical Review, NO.5, pp.43-54, 2003