

2402 運転通告伝送システムの開発

○田島 正護 (西日本旅客鉄道株式会社)

井上 貴芳 (西日本旅客鉄道株式会社)

小林 聡 (西日本旅客鉄道株式会社)

Development of System to Transmit Operating Notice Cards to Drivers or Conductors

Seigo Tajima, West Japan Railway Co. 4-24 Shibata2-chome, Kita-ku, Osaka City

Takayoshi Inoue, West Japan Railway Co. 4-24 Shibata2-chome, Kita-ku, Osaka City

Satoshi Kobayashi, West Japan Railway Co. 4-24 Shibata2-chome, Kita-ku, Osaka City

When the train schedules are disrupted or an accident occurs, the transportation dispatchers decide to arrange the many trains traffic or to slow down many trains. At this time the transportation dispatchers command the drivers or conductors to do these arrangements with the operating notice cards made by the station staffs. But the transportation dispatchers and the station staffs could take some troubles in these methods, so we are developing the system to transmit the order of the operating notice cards from transportation dispatchers to drivers or conductors by the data communication technologies. We expect this system will improve the operations of the traffic control center.

Keywords: operating notice cards, transportation dispatcher, train number, train operation control system,

1. はじめに

自然災害や事故が発生したとき、輸送指令員は乗務員に対して、徐行運転や駅の発着番線の変更などの指示を行う。それら変更事項の指示を運転通告といい、輸送指令員から乗務員に迅速且つ正確に伝達する必要がある。

現状の運転通告は、次の方法に依っている。

- ①輸送指令員から指示を受けた駅社員が変更内容を「運転通告券」に記入して乗務員に手渡す。
- ②緊急性があり止むを得ないときは、輸送指令員が列車無線を使用して乗務員に列車を停止させたのち、変更内容を口頭で伝達する。

これらはいずれも人手に頼る方法であり、多大な時間と労力を要している。また、運転通告券の作成ミスや伝達漏れなどのヒューマンエラーも発生している。

このため当社では、輸送指令員からの指示を人手に頼らず乗務員へ直接伝送することで作業負担の軽減と安全性向上を図る「運転通告伝送システム」の開発に取り組んでいる。

2. データ伝送するために

運転通告券を指令から列車に直接送るためには、通告事象の該当箇所と各列車の走行位置との位置関係を把握し、例えば徐行箇所通過後に通告することができないよう、通告対象列車を抽出することが必要である。また、通告対象列車の列車番号と車載端末 ID (IP アドレス) の把握も必要である。

そこで、運行管理システムや PRC システム等からダイヤ情報や列車位置情報を取得できるか否かにより、「中央主体式」¹⁾ 及び「車上主体式」の 2 タイプの運転通告伝送システムを開発することにした。

3. 中央主体式運転通告伝送システム

運行管理システムや PRC システム等からダイヤ情報や列車位置情報を取得できる線区については、各列車の運転区間と列車位置の情報から通告対象列車を抽出し、運転整理の情報から運転通告券を自動で作成する。

3.1 システムの構成

通告券サーバ、指令側装置、車上側装置からなる。

通告券サーバはシステムの中心となる装置であり、運行管理システムからダイヤ情報・運転整理情報・列車位置情報を受信し、運転通告券の自動作成や通告対象列車の走行位置追跡を行う。また車上側装置の IP アドレスをデータベース管理する。

指令側装置は運転通告券の作成・送信や伝送状況の監視を行う。

車上側装置は運転通告券の受信・表示や印刷を行う。通告券サーバと車上側装置とは携帯電話のポケット通信網を使用している。

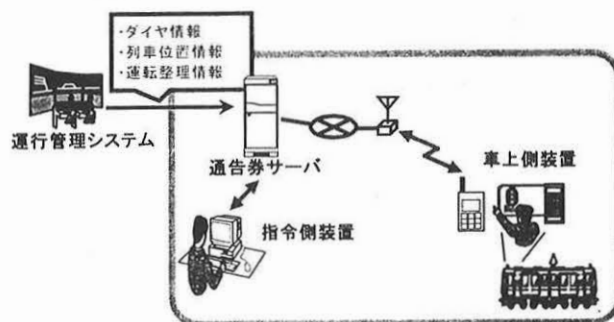


Fig.1 Centralized System to transmit operating notice cards

3.2 システムの機能

3.2.1 運転通告券作成機能

輸送指令員が指令側装置の画面上で通告内容に応じた文面フォーマットを選択し、マウスとキーボードを使用して通告内容を入力する方法を基本としている。

このときの手入力による運転通告券文面の作成ミスを防止するため、指令員が運行管理システム等に入力した運転整理情報を通告券サーバで受信し、それを基に自動作成する機能を有している。

3.2.2 通告対象列車の自動抽出機能

大雨などによる徐行運転や踏切のしゃ断かん折損の情報などは、当該区間を運転する全ての列車に対し確実に通告する必要がある。

通告対象列車の見落としを防止するため、運行管理システムから受信したダイヤ情報を基に当該区間を運転する全ての列車を自動抽出し、運転通告券を送信する機能を開発している。列車の抽出にあたっては上下線別、さらに複々線区間については各線路別に列車を抽出することができる。

3.2.3 運転通告券送信タイミング制御機能

徐行区間を「A 駅～B 駅間」と指定した場合、通告券サーバは A 駅から 3 駅手前までを「通告エリア」、A 駅から 1 駅手前までを「警報エリア」と設定する。

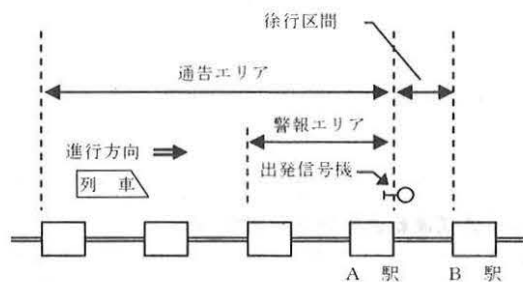


Fig.2 Transmission area of operating notice cards

通告券サーバは運行管理システムから受信した列車位置情報を基に通告対象列車を追跡し、通告エリアに進入した時点で運転通告券データの送信を開始する。

このとき通告が完了していない列車が徐行区間に進入するのを防ぐため、輸送指令員は A 駅の出発信号機を停止現示としておく。なお、通告開始時に既に徐行区間を走行している列車については従来通り輸送指令員が列車無線を使って口頭で通告する。

3.2.4 運転通告券伝送状況監視・警報機能

通告券サーバは通告対象列車への運転通告券の伝送状況について監視し、伝送に失敗した場合は伝送完了するまでリトライを行う。また乗務員が運転通告券を受領し、「了解」操作を行ったかについても監視する。

これらの状況は指令側装置にリアルタイムに表示され、輸送指令員は指令側装置の表示で通告対象列車への運転通告券伝送完了を確認した後、A 駅の出発信号機を進行現示とする。

通告対象列車への運転通告券の伝送に失敗している状態や、乗務員が了解操作を行っていない状態のまま通告対象列車が警報エリアに進入した場合、指令側装置は輸送指令員に対し注意喚起の表示を行う。

さらに万一、運転通告券の伝送が完了しない状態のまま通告対象列車が徐行区間に進入した場合、指令側装置は輸送指令員に対し列車無線で状況を確認するよう警告

を行う。

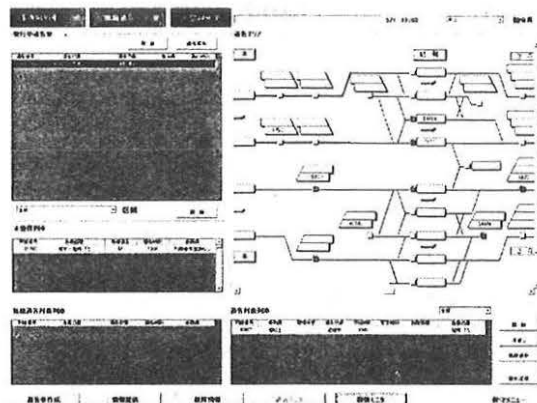


Fig.3. Monitor of transmission states

3.3 試験結果・評価

開発したプロトタイプ機を用いて、東海道・山陽本線（米原～相生間）、北陸本線（米原～近江塩津間）、湖西線（山科～近江塩津間）、福知山線（尼崎～新三田間）、赤徳線（相生～播州赤徳間）で試験を行った。



Fig.4 Testing machine of System to transmit operating notice cards

試験の結果、運転通告券伝送の成功率は何れの線区においても 100%であった。なお、ダイヤ乱れに伴い列車の特発が行われ、同一列車番号の列車が 2 列車発生したときにも、指令側から 2 列車を区別して通告できる事が確認できた。

なお、運転通告券を指令側装置から車上側装置へ伝送するのに、トンネル付近の箇所では 10 秒近く要する場合があったものの、通常は数秒程度であった。

また、運転通告券送信タイミング制御についても 3 駅手前で運転通告券を伝送する事が確認できた。

以上のことから、運転通告伝送の確実性、速達性が概ね検証できたものと考えている。

4. 車上主体式運転通告伝送システム

運行管理システムや PRC システムは当社管内すべてに導入されているわけではなく、また、運行管理システムや PRC システムが導入されていてもダイヤ情報や列車位置情報を他のシステムに伝送するための改修に、膨大な経費・工期が必要なシステム仕様の線区が存在する。さらに CTC 化されていない線区については指令で詳細な列車位置情報を入手できない、このような場合、指令から列車を特定して自動的にデータ伝送するのは困難である。

そこで、列車自らが走行位置を認識し、指令へ運転通告がないか自動的に問い合わせ、受領する機能を開発す

ることとした。以下は前章の中央主体式と異なる通信制御部分を中心に紹介する。

4.1 動作原理

前章で紹介した指令から列車を特定して運転通告券データを送信する方法がとれない線区では、列車が制御駅に近づく都度、自分宛ての運転通告券が有るか無いかを通告券サーバに問い合わせる方法をとることとした。制御駅手前で問い合わせる理由は、通信異常などにより運転通告券のデータ伝送ができなかった場合でも列車の出発を抑止できるため、列車が通告を受けないまま通告対象区間に進入することを防ぐことができるからである。

列車が自らの走行位置を把握し制御駅に近づいていることを判定するためには、車輪の回転数から算出する方法やGPSを測位する等の方法が考えられる。

4.2 システムの構成

指令側装置、車上側装置、乗務員区所側装置からなる。

指令側装置は指令システム及び指令（または駅）端末で構成される。指令システムは通告処理情報の管理、各装置からの要求受付や対応処理、基礎情報の管理を行い、指令端末は指令システムと接続し、運転通告券の作成・送信、通告状況の表示、通告履歴の閲覧などを行う。CTC化されていない線区では駅端末を設置する。駅端末は指令端末と同様の機能を備えるが、自駅に係る事柄のみに限定して操作できる。ハードウェアとしてサーバとノートパソコンを使用している。

乗務員区所側装置は車上側装置にて指令側装置へ位置を通知する地点情報（車上基礎情報）を生成し、車上側装置の記録部へ書き出す。なお、車上基礎情報の作成支援に今回GIS（Geographic Information System：地理情報システム）を利用した。ハードウェアとしてノートパソコンを使用している。

車上側装置はGPS部と車載端末とプリンタで構成される。今回の開発では列車が位置を把握する手段として、車両側の改造工事が少なくなるGPSを測位する方法を採用し、受信装置には運転士支援システム（GPS Train Navi）²⁾を活用した。車載端末は指令側装置への運転通告有無の問い合わせ、運転通告券の受信・表示などを行う。車載端末と指令システムとは携帯電話のバケット通信網で接続している。ハードウェアとして運転士支援システム、ノートパソコン、モバイルプリンタを使用している。



Fig.5 System utilizing GPS to transmit operating notice cards

4.3 システムの機能

中央主体式と異なる点は、指令で列車の列車位置情報を取得できないことから、指令側で通告対象列車の自動抽出を行うのではなく、列車側が自分宛の通告有無を確認すること、指令側で運転通告券発行のタイミングを制御するのではなく、列車側に予め設定している問い合わせ条件と一致した時のみ受信することである。指令側装

置と車上側装置との通信は、中央主体式においては運転通告券が発行されるときのみが基本であるのに対して、車上主体式においては運転通告券発行に関わらず必ず問合せの度に接続することになるため伝送するデータの累積総量は多くなる。

4.3.1 列車情報登録機能

乗務員は乗務開始時、車上側装置に列車情報（列車番号、線区、線路（上り・下り）、乗務員種別（運転士・車掌の区別）、乗務開始駅）を入力する。入力後、GPS受信機を用いた位置把握及び通告券サーバへの通告有無の問い合わせを開始する。

Fig.6 Registration of information of the train

4.3.2 運転通告券作成機能

輸送指令員が指令端末の画面上で通告内容に応じた文面フォーマットを選択し、マウスとキーボードを使用して通告内容を入力する。

比較的発行する頻度の高い通告内容については、予めテンプレートとして保存し呼び出すことができる機能や、過去に作成した運転通告券の内容をコピーして新たな運転通告券として発行できる機能を有している。

Fig.7 Editor of operating notice cards

4.3.3 運転通告券受信機能

乗務員が乗務開始時に列車情報を車載端末に入力すると、GPS受信機を用いた位置把握と指令システムへ通告有無の問い合わせを開始する。

GPS部は走行位置を認識して車載端末へ列車位置情報を送信する。車載端末は列車位置情報と車上基礎情報を照合し、予め定められた問い合わせ条件（地点または周期）と一致したときに、指令システムに対して列車番号や運転通告券発行対象駅（次に接近する制御駅）などの情報を送信する。そして自列車に該当する運転通告券が発行されていればそれを受信して通告内容を表示する。なお、運転通告券はプリンタで印刷できる。

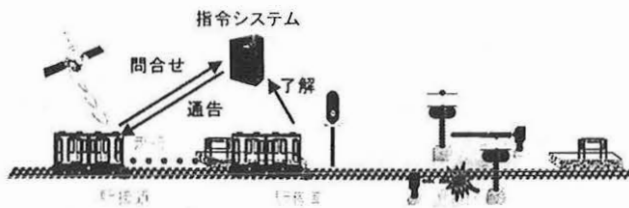


Fig.8 Process of System utilizing GPS to transmit operating notice cards



Fig.9 Indication on operating notice card

問い合わせの条件は任意に設定できるが、今回は次のように設定した。

B～C 駅間での運転通告の有無を問い合わせる場合

- ① 運転通告券発行対象駅 (B 駅) の 1 つ手前の制御駅 (A 駅) 出発後ホーム終端から 50m 先の地点
- ② 運転通告券発行対象駅 (B 駅) 到着前 2000m から到着までの 20 秒周期



Fig.10 Call area of operating notice cards

駅間で問い合わせ条件を複数設定した理由は、データ伝送に携帯電話網を利用するため、通信が繋がらないときには地点を変えて再接続を試みることで、通信接続の確実性が高まると考えたからである。

また、携帯電話網を利用した通信において、網側と携帯端末機器側の間に通信状態の不整合により通信が不通となる可能性がある。この通信不良の未然防止・事後対策として通信状態不整合監視処理を行っている。具体的な対策は次のとおりである。

- ① 一つの通信 (通信のまとまり) が終了した時点にて回線接続を終了する。
- ② 定期的に通信を監視し、通信不良を認めた時点にて回線接続を終了する。

4.4 試験結果・評価

開発したプロトタイプ機を用いて、阪和線 (天王寺～和歌山間) で試験を行った。

試験の結果、運転通告券伝送の成功率は 100%であった。但し、各問い合わせ条件についての失敗率は 0.3%であった。エラーが発生した原因を通信ログを分析して調べてみると、車載端末と指令システム間のデータ伝送の途中で何らかの原因で回線が途切れてしまったことが分かった。このケースでは同じ通告エリア内の次の問い合

わせ条件のときに伝送が成功できており、問い合わせ条件を複数設定した効果が確認できた。

また、運転通告券の有無を問い合わせしてから受領するまでに要する時間については、元々通信が接続されている状態では 2～3 秒、通信が切断されている状態では 30 秒程度要した。

伝送するデータの累計総量は、通告の有無に関わらず通告券サーバに問い合わせを行うため中央主体式に比べて多くなるが、使用料金は同一の定額プランの範囲内に納まる見込みが得られた。

以上のことから、運転通告伝送の確実性、速達性が概ね検証できたものと考えている。

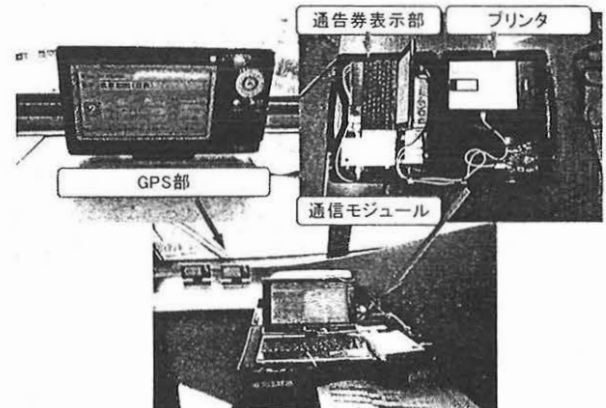


Fig.11 Testing machine of System utilizing GPS to transmit operating notice cards

5. 今後の取り組み

中央主体式・車上主体式いずれのシステムはプロトタイプ段階であり、今後もユーザーにヒアリング調査を実施し、画面仕様構成や入力項目の改善を行っていく。また、車上主体式については GPS 部で使用している運転士支援システムと車載端末を統合し、例えば徐行通告を受けたのち当該箇所付近に近づいたときに運転士に対して注意喚起を行うなど、運転通告の内容に応じた運転士支援を可能にする予定である。

これらの改良・調査・試験によって本システムの評価を行い、問題点を改修することでシステムの完成度を高め、早期の実用化を目指したいと考えている。

参考文献

- 1) 井上貴芳, 松下晃治, 小林聡: 運転通告伝送システムの開発, 第 15 回鉄道技術・政策連合シンポジウム講演論文集, pp.275-276, 2008.
- 2) 三輪隆, 大塚弘, 竹林貢, 梶原隆, 番匠谷隆, 仲尾浩, 尾崎尚, GPS を利用した運転士支援システムの開発, 第 14 回鉄道技術・政策連合シンポジウム講演論文集, pp.397-400, 2007.