

ダイヤ乱れ時の乗務員伝達支援の検討 A Study of Crew Manager Support System under Train Schedule Disruption

安保 徳央†
Narichika Abo

1. はじめに

鉄道は安全・安定・快適な輸送機関であるが、時として自然災害等により列車ダイヤに乱れが生じる場合がある。このような場合、指令所では列車ダイヤを正常に戻すため、列車の発車順序の変更や車庫で別の編成を仕立てるなどして列車の運行を正常に戻す操作が行われる。これを「運転整理」といい、その内容はFAXや運行管理システムを介して、駅や乗務員が所属する事務所（以下、運輸所という）に「指令」として伝達される。例えば車庫で別の編成を仕立てた場合には、車庫から始発駅まで回送する乗務員が必要になる。このような場合、運輸所では管理者が乗務員の手配を行うとともに、業務内容を記した帳票（以下、変更記事票という）を作成し、乗務員に対して点呼により周知徹底を図る。

この分野の支援システムの理論面での研究は情報技術の進歩に伴って急速に進みつつある^[1]。さらに運行管理システムの処理能力向上に伴い、列車遅延予測の精度の向上^[2]など運輸所の管理者を支援する環境は整いつつある。ところが、実際には大半の作業はいまだに人手で行われており、作業プロセスでヒューマンエラーが発生すればさらなる輸送サービスの低下を招く。本研究では、既存の運行管理システムを有効活用し、実際の作業プロセスに則した支援方式を検討したので、これまでの成果と今後の課題について報告する。

2. 乗務員伝達のプロセス

ダイヤ乱れ時、運輸所において乗務員への伝達を行う場合のプロセスは図1に示すとおりである。

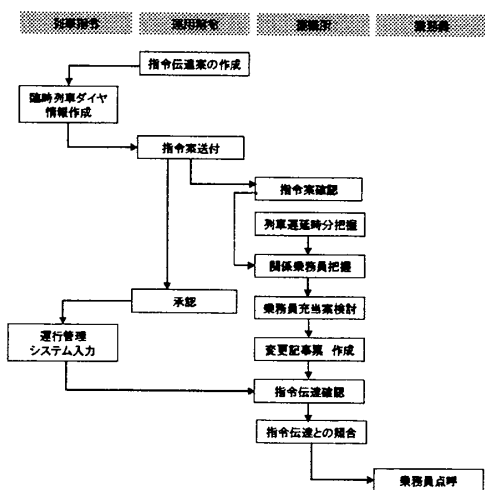


図1 指令伝達プロセス
Fig.1 Instruction process

図1において、具体的な手順は次のとおりである。

- (1) 指令伝達担当者は指令伝達（成案の前段階の内容を「案」として事前に情報伝達される場合もある）を確認し、乗務員運用管理者に伝える。
- (2) 運行状況確認担当者は運行管理システムの端末画面に表示される列車遅延状況を随時確認し、乗務員運用管理者に伝える。
- (3) 乗務員運用管理者は(1)の指令伝達、(2)の列車遅延状況及び乗務員充当状況を運行図表等で随時点検し、他運輸所と調整を行う。交代要員を確認したうえで、乗務員運用の変更を手配する。その内容は乗務員点呼や変更記事票作成の担当者に伝達する。
- (4) 変更記事票作成担当者は、(3)で伝達された内容をもとに変更記事票を作成し、(1)の指令伝達及び他の関係資料との照合を行う。
- (5) 点呼担当者は(4)で作成された変更記事票を乗務員に交付し、点呼を行う。

これらのうち、特に(2)、(3)、(4)は手作業が大部分を占めており、担当者の注意力に大きく依存している。

3. システムの試作と実験結果

3.1 試作の目的とその概要

試作の目的は、運行管理システムのデータを有効活用したダイヤ乱れ時の乗務員伝達の支援が可能かどうかの検証と今後に向けた課題の抽出にある。

次に、前章の業務プロセス分析結果に従って、試作機のコンセプトは次のとおりとした。

- (1) ダイヤ乱れ時には前者の指令伝達に伴う場合と列車遅延状況により乗務員運用が計画通り進まない場合が同時または合い前後して発生するので、どのような場合にも対応可能であること。
- (2) ダイヤ乱れが長時間に及んだ場合や時間帯により運転本数が多い場合など雁行運転状態になることがある。このような場合、運転再開後に駅間で遅延が増大し、終着駅に近づいてから乗務員の手配が必要になる場合もあるが、そのようなときにも対応可能であること。
- (3) 乗務員の手配が必要になる場合、欠員が発生する列車と乗務員の具体的な内容を明示するとともに、乗務変更によって待機状態となった乗務員は他列車の乗務員に回すなど、有効活用できるように候補表示すること。
- (4) システムは業務の支援を行うが、出力される行路変更記事票の内容確認や充当する乗務員の最終的な意思決定は運輸所の管理者が行うこと。

特に、(1)は指令伝達支援機能と影響行路抽出機能からなるが、それぞれの機能概要は次のとおりである。

① 指令伝達支援機能

現在の運行管理システムには指令伝達を「紙」で自動出力する機能があるが、担当者が見落としてしまうリスクがある。試作機では過去10件までに遡って「指令伝達一覧表示画面」に処理状況とともに表示する。さらに、この指

† 東海旅客鉄道(株)Central Japan Railway Company

令に関する乗務員の情報を検索し、その行路番号、臨時回送列車など別途乗務員の手配が必要な場合はその箇所を赤枠で表示し、注意を促すとともに充当可能な候補の乗務員を下欄に併せて表示する。この画面表示例を図2に示す。

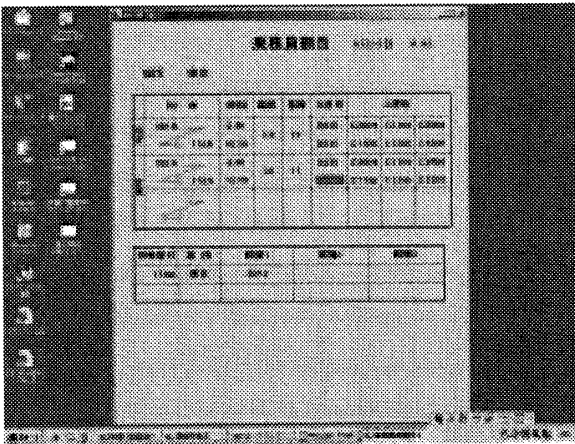


図2 画面表示例
Fig.2 A sample of display

② 影響行路抽出機能

前章の業務プロセス中の列車遅延状況に伴って乗務員運用の変更手配が必要なケースを抽出する方法の概念を図3に示す。

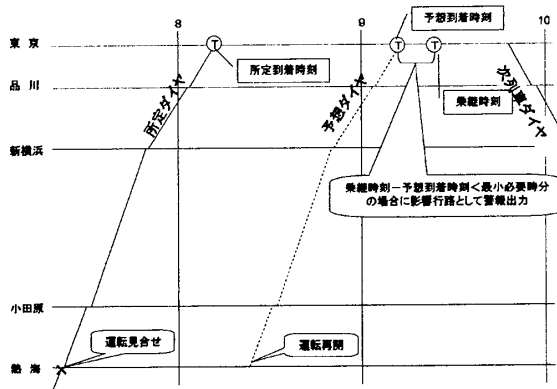


図3 影響行路抽出
Fig.3 Extraction method of problem crew schedule

影響行路抽出の元となる予測ダイヤの計算では、運行管理システムが列車の運行状況を更新する周期ごとに、実施ダイヤデータと列車運行情報の受信することを前提とする。到達時分予想には種々の方法があり、実際の列車位置を考慮して計算をしたほうが精度は向上するが処理負荷が増大してしまう。このことから、各駅の発車(通過)時刻を基準とし、続行時隔のみを考慮して乗務員乗継交代駅(以下乗継駅という。)への到達予想時分を計算する。次に到着予想した各列車の乗務員の次列車乗継時刻を検索し、

$(\text{次列車乗継時刻}) - (\text{到達予想時刻}) < (\text{乗継必要時分})$

となる場合は次列車への乗務が困難で、乗務員未充当が発生する可能性が高いと判定する。しかし、この方法では乗継駅の前駅発車後、乗継駅に到着するまでの駅間で列車が

停止した場合は乗務員未充当の発生を判定することはできない。

そこで、

$(\text{次列車乗継時刻}) - (\text{乗継必要時分} + \text{余裕時分})$

になっても乗継駅に列車が到着しない場合については自動的に未充当が発生する可能性が高いと判定する。いずれの場合も警報を表示するとともに、乗務員の手配が必要な場合はその行路一覧を表示し、乗務員手配を促す。

以上の機能関連図は図4のようなになる。

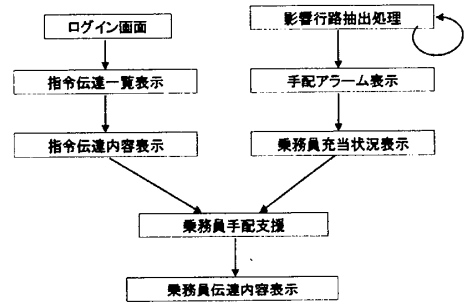


図4 機能関連図
Fig.4 Function-related figure

3. 2 試験結果

試作機を用いて、実際の列車ダイヤによりある駅間で上り列車が60分停止したと仮定し、その場合でも臨時編成を充当して下り列車はすべて所定運転すると条件でシミュレーションを行った。その結果、影響行路として8件抽出し、この方法による支援が可能であることを確認した。その際に遅延回復に要した時間は約90分であった。

4. まとめ

今回の研究では、運行管理システムのデータを有効活用して乗務員伝達の支援を行うための原理の検証までを試作機を製作して行った。今後は、試作機を一層ブラッシュアップさせ、輸送障害時の運行管理システムの実データを用いた試験を行う予定である。

さらに、実際の輸送障害の場面では、指令と関係運輸所間相互で「運転整理」時に情報連絡が緊密に行われ、この部分に大きな労力を要している。このような状況を踏まえ、情報の共有化による作業軽減手法や運行管理システムへの影響を考慮したシステム構成についても検討していく予定である。

参考文献

[1] 藤森、富井、平山 組合せオークションモデルに基づく異常時の鉄道乗務員運用変更計画作成アルゴリズム, FIT 2004(2004)
[2] 深見、斎藤、笠野、福井 高精度な列車追跡と予測方式の開発, 鉄道サイバネティクス論文集, 111-114 (1999)