

単線路線の運転整理に対する評価指標の考察

高田 真由* 國松 武俊 (鉄道総合技術研究所)

Consideration of evaluation indexes for train rescheduling on single-track line

Mayu Takada*, Taketoshi Kunimatsu (Railway Technical Research Institute)

For improving the quality of train operation management work, we examined evaluation indexes for traffic rescheduling and calculated indexes for examples on actual single-track routes. As a result, it was found that the number of affected passengers indicates which part of the traffic rescheduling decision had an impact on the overall convenience, and that it is an index that can be used as a clue for traffic rescheduling improvement. In addition, it was found that the number of delayed arrivals could serve as an index for comparing different reschedule plans.

キーワード：運転整理、列車ダイヤ、輸送計画、単線路線、旅客行動、評価指標

(traffic rescheduling, train schedule, transportation plan, single-track route, passenger behavior, evaluation indices)

1. はじめに

近年、人身事故等の輸送障害に起因するダイヤ乱れの発生と、乱れたダイヤを元に戻すための一連の変更手配である運転整理の適切な方法が、様々な路線で課題となっている。本研究では、ダイヤ乱れ時の指令員による運転整理業務の支援を効率化し、旅客の利便性を損なわない目的で、より良い運転整理案を改善する手掛かりとなる指標と、異なる運転整理案を比較する指標について検討した。

具体的には、ある列車・駅で発生した遅延により目的駅到着が遅延した旅客の総数を影響人数とする評価指標、目的駅への到着遅延時分が閾値を超えた旅客の総数を到着遅延人数とする評価指標について検討した。単線路線で実際に発生した輸送障害事例を対象に、これらの評価指標を算出するケーススタディを実施した。

2. 関連研究

運転整理の評価には、総遅延時分、運休本数、ダイヤ回復までの時間等が実務的に用いられる。しかしこれらは、列車単位の評価で、鉄道を利用する旅客の視点による評価となっていない。一方、旅客視点での評価として、利用者の不効用⁽¹⁾、POINT⁽²⁾、心理的な不満⁽³⁾、ICカードの平常時所要時間との差分に基づく手法⁽⁴⁾などが提案されている。しかしいずれも、評価値と個別の運転整理手配との対応が不明確で、どの列車の手配を変更すれば良くなるのか、改善の手掛かりが得られにくい課題がある。

一方、筆者らは、遅延対策を優先実施すべき箇所の抽出を目的に、目的駅到着が遅れた旅客の人数を算出し、遅延

箇所と対応付け、各列車・駅における遅延が、旅客に影響を及ぼす程度を「影響人数」として算出する手法を構築した⁽⁵⁾。そこで本研究では、この「影響人数」と、目的駅への到着遅延時分が閾値を超えた旅客の総数である「到着遅延人数」を運転整理の評価に適用する。これにより、改善の手掛かりが得られやすい運転整理の評価尺度の構築にあたり、有効な知見を得ることを目的とする。

3. 運転整理評価に用いる指標の検討

〈3・1〉着影響人数 遅延を波及の観点で評価するため、ある列車・駅の着時点または発時点での遅延によって、目的地到着が遅れた旅客人数を示す「遅延の影響人数」という概念を導入した。例えば図 1 では、快速 3M の A 駅出発が遅延した状況である。A 駅から D 駅へ向かう旅客 P は、遅延した快速 3M を利用するため D 駅への到着が遅れる。また、A 駅から快速が通過する C 駅へ向かう旅客 Q も、快速 3M が遅延したことによって乗車予定であった普通 1M に乗れず、C 駅への到着が遅れる。このような影響を受け、目的駅への到着が遅れた旅客の総数を、快速 3M の A 駅出発における「遅延の影響人数」と定義する。

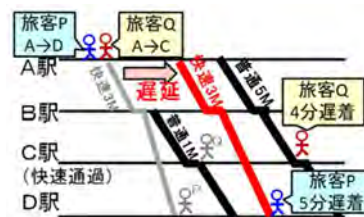


図 1 遅延の影響人数

本研究では、列車の到着が遅れた地点の影響人数を分析対象とする。これを「着影響人数」と呼ぶ。

(3・2) 到着遅延人数 複数の運転整理案を比較する際、個別の列車と駅における遅延に起因し、目的地到着が遅延した人数だけでなく、当日の運転整理全体として、目的地到着が遅延した人数も、運転整理全体を評価するうえでの重要な指標になる。そこで、各旅客の目的駅への到着が計画と比較して何分遅れたかを「到着遅延時分」と定義し、設定した閾値を超える到着遅延時分の旅客の総数を「到着遅延人数」と定義する。

4. ケーススタディ

単線路線での実際の輸送障害事例を対象に、実績遅延データおよび運転整理案をもとにして、3章で述べた評価指標を算出した。また、異なる運転整理手配を実施した場合の運

転整理案を作成し、評価指標の比較と考察を実施した。

(4・1) 事例 1 本事例の実績ダイヤ(整理案 1-A とする)を、到着遅延時分によって色付けたダイヤ図を図 2 に示す。本事例では、急病の旅客の対応を行ったため、ある駅で 8:17:00 に出発予定であった下り列車 T_1 が 8:44:00 発に変更となった。さらに連絡に関するトラブルが発生し、下り列車 T_2 の始発駅出発が 11 分遅延し、そのことに起因して、列車の行き違い箇所の変更が生じた。そこで、仮に列車 T_2 に関する連絡トラブルが無く、列車 T_2 が定時で運行した場合の列車遅延を予測し、それを整理案 1-B とした。整理案 1-B の到着遅延時分による色付きダイヤ図を図 3 に示す。整理案 1-A と整理案 1-B を比較した際、整理案 1-B の方が直感的に“良い整理案”と考えられるため、そのような直感を反映する指標について検討した。

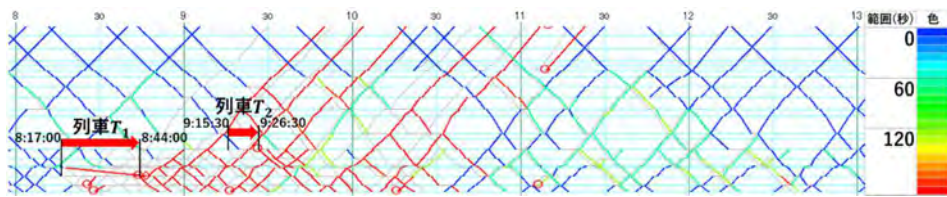


図 2 整理案 1-A の着遅延時分による色付け

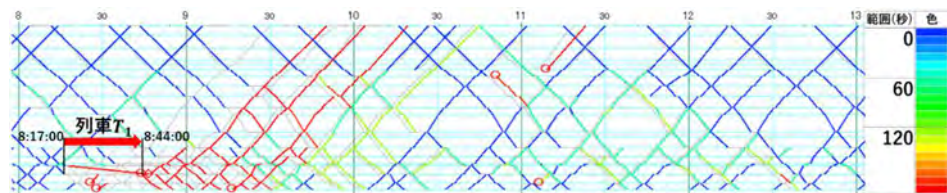


図 3 整理案 1-B の着遅延時分による色付け

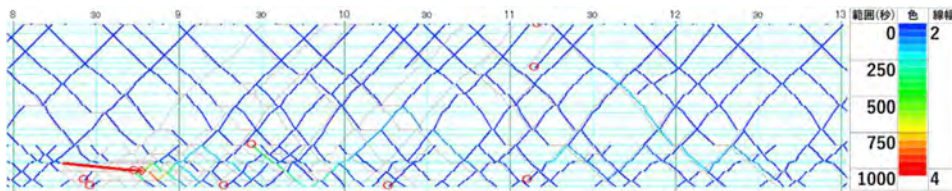


図 4 整理案 1-A の着影響人数による色付け

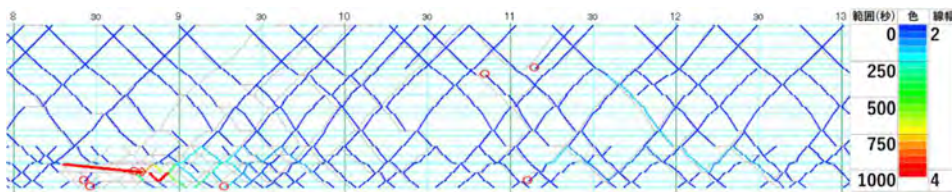


図 5 整理案 1-B の着影響人数による色付け

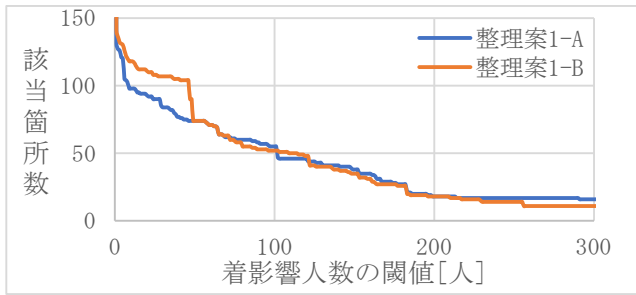


図 6 着影響人数の比較 (事例 1)

※8:17:00 から 12:15:00 までの着時刻箇所が対象

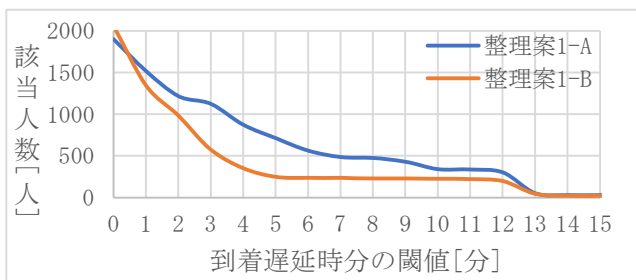


図 7 到着遅延人数の比較 (事例 1)

※8:41:14 から 10:46:49 の間に出発駅に到着した旅客が対象

整理案 1-A および整理案 1-B について、3.1 節で定義した着影響人数により色を付けたダイヤを、図 4 および図 5 に示す。整理案 1-B では列車 T_2 の始発駅出発時刻が定時であるため、整理案 1-A と比較して 9:30 以降の地点の色温度が低い。このことから、着影響人数は、整理案の中での改善箇所を抽出するための手掛かり指標であることがわかる。

次に、着影響人数を用いて、整理案全体の善し悪しを判断

するため評価指標を検討した。図 6 に横軸が着影響人数の閾値、縦軸に着影響人数が閾値以上である箇所数を表すグラフを示す。このグラフから、閾値の定め方により整理案 1-A と整理案 1-B で着影響人数の大小関係が入れ替わるため、複数の整理案を比較するための評価指標としては適さないことがわかる。また、図 7 に、横軸が到着遅延時分の閾値、縦軸が到着遅延人数を表すグラフを示す。到着遅延時分の閾値が 1 分以上であれば、到着遅延人数はダイヤ 1-B よりもダイヤ 1-A の方が大きく、本指標は複数の整理案を比較するための評価指標として適切であることがわかる。

〈4・2〉事例 2 本事例の実績ダイヤ (整理案 2-A とする) を、着遅延時分によって色付けたダイヤ図を図 8 に示す。本事例では、踏切支障のため、ある駅に 6:21:15 に到着予定であった上り列車 T_1 が 7:21:15 着に変更となった。さらに、ある駅の出発が、下り列車 T_2 が 7 分、下り列車 T_3 が 14 分、下り列車 T_4 が 8 分遅延し、このことに起因して列車の行き違い箇所の変更が生じた。また、仮に列車 T_2, T_3, T_4 に関する遅延が無く、定時に運行した場合のダイヤを整理案 2-B とし、到着遅延時分による色付きダイヤを図 9 に示す。

整理案 2-A および整理案 2-B について、着影響人数により色を付けたダイヤ図を、図 10 および図 11 に示す。整理案 2-A では列車 T_3 の色温度が高くなっているが、整理案 2-B では列車 T_3 は定時に運行しているため、整理案 2-A と比較してのダイヤの色温度が低くなっている。

事例 2 について、事例 1 の図 6 と図 7 と同様の 2 指標を計算した結果を図 12 および図 13 に示す。本事例についても事例 1 と同様の傾向が確認された。すなわち、複数の整理案を比較するための評価指標として到着遅延人数が適していることがわかる。

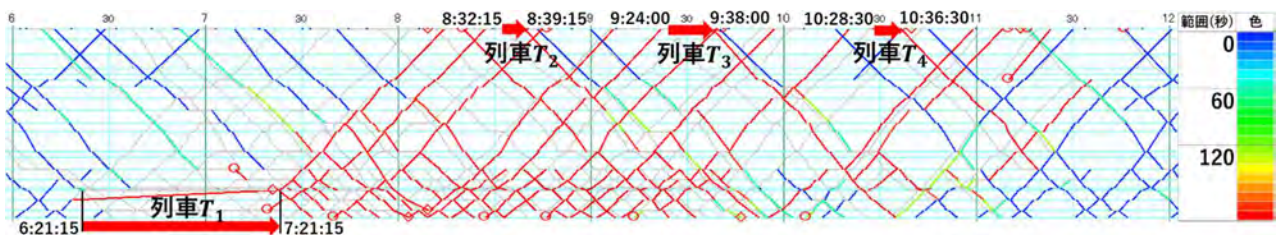


図 8 整理案 2-A の到着遅延時分による色付け



図 9 整理案 2-B の到着遅延時分による色付け

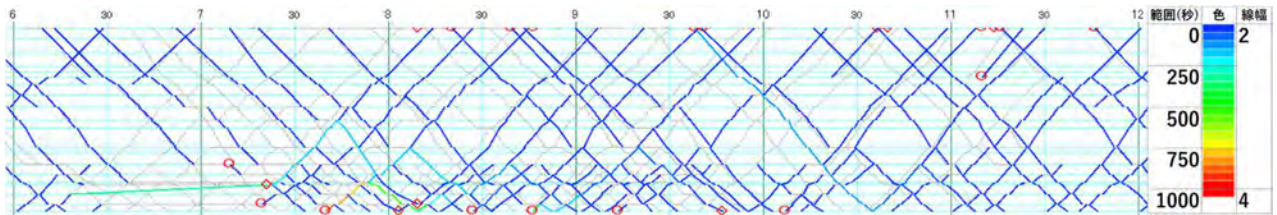


図 10 整理案 2-A の着影響人数による色付け

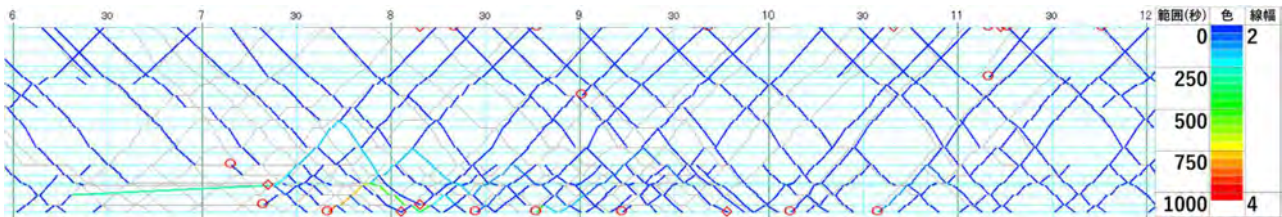


図 11 整理案 2-B の着影響人数による色付け

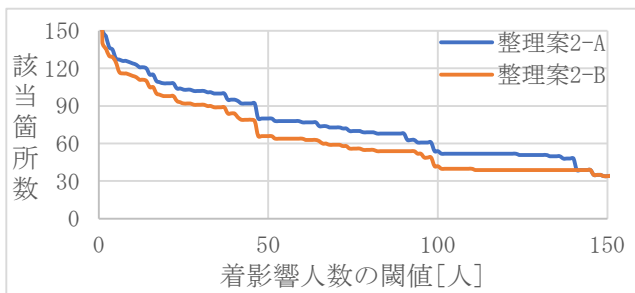


図 12 着影響人数の比較 (事例 2)

※6:21:15 から 12:00:00 までの着時刻箇所が対象

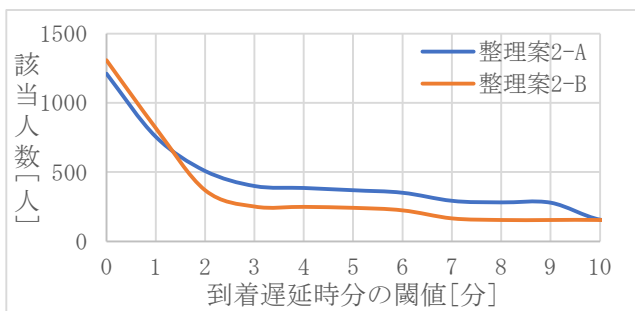


図 13 到着遅延人数の比較 (事例 2)

※9:03:32 から 11:05:39 の間に出発駅に到着した旅客が対象

5. まとめ

本研究においては、より良い運転整理案を作成する上での手がかりとなる指標および、異なる運転整理案を比較するための評価指標について検討した。具体的には、着影響人数と到着遅延人数の 2 つの評価指標を定義し、実際の運転整理と、連絡トラブル等が無い場合の運転整理のそれぞれに対して、評価指標を試算するケーススタディを実施した。

その結果、着影響人数は、運転整理の中でどの箇所での判断が、全体の利便性に影響を与えたかを表し、運転整理改良の手掛かりとなり得る指標であるという知見を得た。また、着影響人数よりも到着遅延人数のほうが、異なる運転整理案を比較するための指標となり得るという知見を得た。

今後は、今回提案した運転整理評価指標を深度化するため、旅客の到着遅延時分の大きさに応じた重み付け指標を検討する予定である。また、より多くの事例を対象に、評価値の試算を行い、得られた知見の一般性を確認するとともに、運転整理手配の変更時のダイヤを予測、評価するシステムの構築や、運転整理の自動提案システムの構築に取り組む予定である。

文 献

- (1) 小林理彩, 家田仁, 柴崎隆一, 寺部慎太郎: 利用者の利便性から見た非常時の運転整理ダイヤの評価, 第 7 回鉄道連合シンポジウム J-Rail 2000, No.3408, pp.379-382 (2000)
- (2) 館雅憲, 福山浩史: 輸送安定度指標「POINT」の開発と全社展開, 第 44 回サイバネ・シンポジウム論文集, No.101 (2007)
- (3) 山内香奈, 平井力: ダイヤ乱れ時の利用者不満モデルに基づく運転整理案評価手法, 鉄道総研報告 Vol.25, No.12, pp.11-16 (2011)
- (4) Fuminori Tsunoda, Manabu Kato, Rieko Otsuka, Hiroko Sueda, and Kazuhiro Ozeki: "A Study for Quantification Method of Passenger's Influence by Railway Accident with Transport IC Card", IPSJ Transactions on Database, Vol.6, No.3, pp.187-196 (2013) (in Japanese)
角田史記, 加藤学, 大塚理恵子, 助田浩子, 大関一博: "交通系 IC カードを利用した鉄道輸送障害時の影響を定量化する方法の研究", 情報処理学会論文誌データベース, Vol.6, No.3, pp.187-196 (2013)
- (5) Taketoshi Kunimatsu, Aiko Kunisaki, and Kosuke Nakabasami: "Evaluation of Train Delay from the Viewpoints of Affected Passengers", IEEJ Trans. IA, Vol.142, No.5, pp.418-427(2022) (in Japanese)
国松武俊, 国崎愛子, 中袈見介: "旅客への影響人数の観点による列車遅延データ分析手法", 電学論 D, Vol.142, No.5, pp. 418-427 (2022)