

列車ダイヤの頑健さを評価するシステム

列車ダイヤの頑健さとは、“遅れにくさ”のことです。

鉄道はあらかじめ決められた時刻表に従って運行していますが、遅れる日もあれば遅れない日もあります。遅延が発生する原因の1つは、利用者の駅での乗降にかかる時間が計画された停車時間よりも長くなってしまいます。停車時間は、あらかじめ予想される乗降人数を考慮して計画されているものの、実際の乗降人数は日ごとによります。また、降車にかかる時間は、降車する利用者がドアの近くにいるか遠く離れたところにいるかによっても変わります。このように、停車時間は、その日の利用者の人数、行動、さらには車内での立ち位置というような様々な事柄の影響を受けて決定されるため、計画よりも長くなる日もあれば、計画の範囲で収まる日もあります。結果として、日々の運行実績は毎日異なることとなります。

そこで、ある特定日の運行実績だけに着目するのではなくて、一定期間の運行実績をもとにして、列車ダイヤの頑健さを評価するシステムを発明しました。具体的には「(1) 遅延時間の平均」「(2) 遅延時間の標準偏差(ばらつき)」「(3) 各列車の各駅での平均遅延時間の最大値」「(4) 遅延が発生する確率」「(5) 遅延時間があるしきい値を超える確率」の5つの指標に加えて、着時刻発時刻を確率分布で表現した図を出力し、見える形で表示します。

本システムを用いて2つの列車ダイヤを比較した例を紹介します。ある路線の最初の列車ダイヤ案は列車が等間隔に設定されていました。これを案1とします。案1をもと

に、列車本数などの他の条件は変えずに、混雑する時間は列車間隔が短くなるように調整しました。これを案2とします。表1は、本システムで、これら列車ダイヤ案の頑健さを計算した結果です。また、図1は、案1を基準にして案2の遅延への強さをレーダーチャートで表示することによって、案1と案2を比較したものです。各指標が小さい方が頑健な列車ダイヤ案であり、すべての項目で案2の方が優れていることが一目で確認できます。図2はある列車の終着駅への到着時刻の確率分布です。右側が広がった横長の形の分布は遅れが発生しやすく、とがった形の分布は計画時刻に到着する確率が高い列車です。こちらの図からも案2の方が遅れにくい列車であることがわかります。

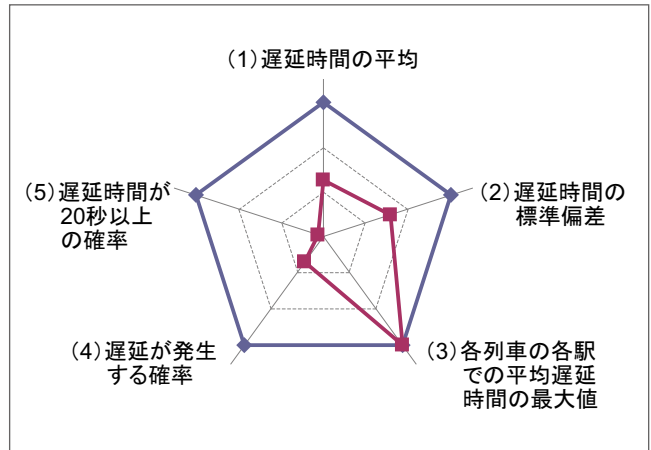


図1 列車ダイヤ案1を基準とした場合の列車ダイヤ案2の指標

表1 列車ダイヤの頑健さを表す5つの指標(評価値(5)のしきい値は20秒として計算)

	(1) 遅延時間の平均[秒]	(2) 遅延時間の標準偏差[秒]	(3) 各列車の各駅での平均遅延時間の最大値[秒]	(4) 遅延が発生する確率	(5) 遅延時間が20秒以上の確率
列車ダイヤ案1：等間隔	3.27	1.02	17.31	24.9%	5.1%
列車ダイヤ案2：等間隔でない	1.38	0.54	17.27	5.7%	0.2%

発明余話

定時性は鉄道の大きな魅力です。利用者の満足度という点でも、相互直通運転が増えて他の線区へ遅延を伝播しないような運行が必要という点においても、列車ダイヤの頑健性の評価や分析はますます重要になってきていると言えます。

しかし、列車ダイヤの頑健性の評価はほとんど行われてきませんでした。その理由として、運行実績データを取得することそのものが困難であったことが考えられます。

現在、列車ダイヤの頑健性を評価するためのデータ作成方法については、次の2つの方法があります。1つは、PRC(自動進路制御装置)から実際の列車運行実績データを取得する方法です。近年、PRCの実績データが電子媒体の形で取得できる線区が増えてきています。これらのデータを使用してダイヤ改正の前と後との頑健性を評価して比較することで、ダイヤ改正の効果を検証できます。もう1つは、列車運行を計算機の上で行なうといったシミュレーション

システムを介して模擬的な列車運行実績データを作成する方法です(図3)。この方法の利点は、列車ダイヤの事前評価を行なうことが可能なことです。RRR2008年10月号の記事『列車運行・旅客行動シミュレータ』にもあるように、旅客行動を加味した、より高精度、高機能なシミュレーションシステムの開発も進んでいます。

前ページで述べたように、本発明では5つの指標と遅延の確率分布を見える形で出力しますが、一方で、これらの指標がどの程度ならば”良い”のかを判断するための絶対的な基準はありません。そのため、複数の列車ダイヤ案に対して評価値を算出して比較するという使い方により、これ

《権利メモ》

発明の名称：プログラム及び列車ダイヤ評価支援装置

概要：乗降時間を加味した列車運行予測を行い、実績時刻の分布を推定して、頑健性指標となりうる指標を算出して列車ダイヤを評価するための手法を構築する、プログラム及び装置。

出願番号：特願2003-277548 (2003.7.22)

公開番号：特開2005-41332 (2005.2.17)

登録番号：特許第4166643号 (2008.8.8)

総発明者：武内 陽子, 富井 規雄

らの指標の良し悪しを検証することが可能となると考えています。具体的には、前ページでの列車ダイヤ案1と案2の比較、上で述べたようなPRCデータを利用したダイヤ改正前後の列車ダイヤの事後評価、列車運行・旅客行動シミュレータを利用した複数の列車ダイヤ案の事前評価などに使用することが望ましいと考えています。

(輸送情報技術研究部 運転システム 武内陽子)

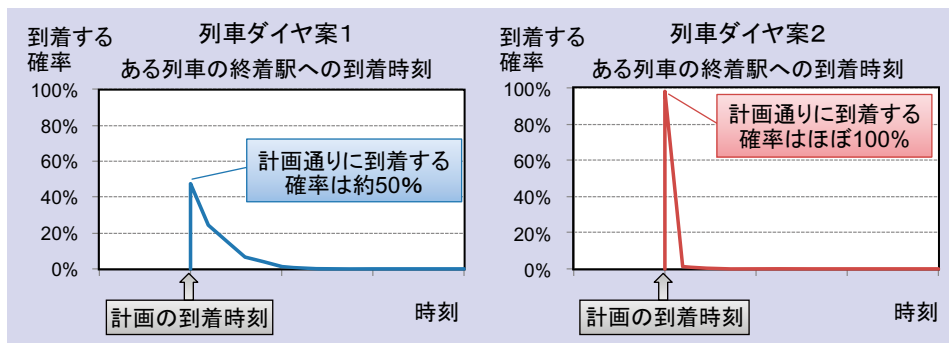


図2 終着駅への到着時刻の確率分布

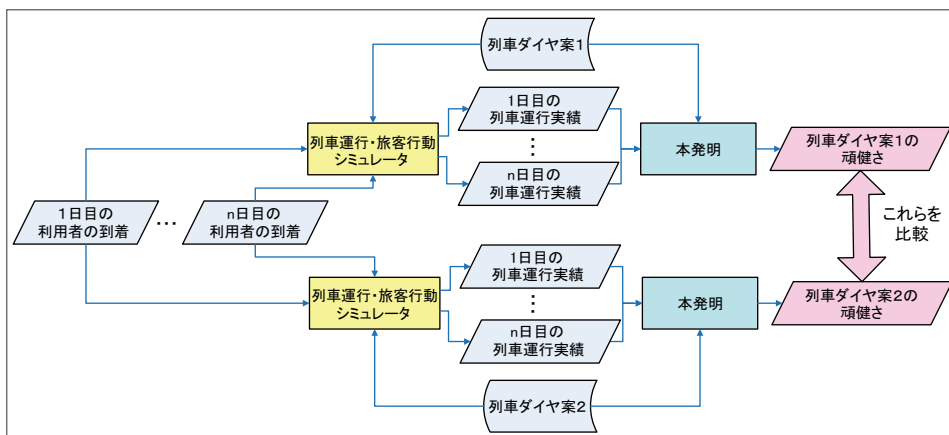


図3 列車運行・旅客行動シミュレータを利用した2つの列車ダイヤ案の事前評価の流れ