

自動改札機データを用いたダイヤ乱れ時の OD 予測手法

信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信研究室

主任研究員 明星秀一

1. はじめに

日本の鉄道は世界一正確であると言われるものの、鉄道運転事故や輸送障害によるダイヤ乱れの発生件数は少なくない。平成 22 年度のデータ¹⁾によると、国内の鉄道全体で運転事故が 872 件、輸送障害が 4919 件発生している。

数十分単位の運転抑止とそれに伴う遅延が発生したとき、他線区への迂回等の旅客の行動により運転再開後の利用人数は平常時とは異なるものとなるが、現状ではその変化を把握できておらず、運転整理案によって輸送力が過大になったり過小になったりする可能性がある。適切な輸送力の運転整理案を作成するためには、運転再開後の旅客流動の予測が求められる。

そこで、指令員が需要を考慮した運転整理を行う際に必要となる輸送力に関する情報の提供を目指し、自動改札機が蓄積する OD(発駅と着駅の組合せごとの利用人数)データから、ダイヤ乱れ時の OD を予測する手法を考案した。本発表では、自動改札機データの分析結果と、提案する予測手法の内容及び実績データを用いて実施した予測結果の例について紹介する。

2. ダイヤ乱れ時の改札機データ

2.1 自動改札機データの概要

自動改札機の主たる機能は乗車券の有効性判定による旅客の通行制御であるが、その一方で自動改札機は通過する人数を計数するカウンタとしての機能も併せ持っている。この機能を用いて予め設定された時間帯に通過した人数を通過する方向別に集計したデータが時間帯別通過データである。時間帯別通過データのイメージを表 1 に示す。通過データには入場と出場の両方向のデータが含まれているが、このうち出場データを旅客の発駅別に集計したものが時間帯別 OD データである。時間帯別 OD データのイメージを表 2 に示す。

表 1 時間帯別通過データのイメージ

日付	時間帯 No	開始時刻	終了時刻	駅	方向	定期券	普通券	...
2012/06/25	1	3:00	5:59	α 駅	入場	△△人	▲▲人	...
2012/06/25	1	3:00	5:59	α 駅	出場	▽▽人	▼▼人	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012/06/25	2	6:00	6:59	α 駅	入場	◇◇人	◆◆人	...
2012/06/25	2	6:00	6:59	α 駅	出場	□□人	■■人	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

表 2 時間帯別 OD データのイメージ

日付	時間帯 No	開始時刻	終了時刻	発駅	着駅	定期券	普通券	...
2012/06/25	1	3:00	5:59	β 駅	α 駅	○○人	●●人	...
2012/06/25	1	3:00	5:59	γ 駅	α 駅	◎◎人	□□人	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012/06/25	2	6:00	6:59	β 駅	α 駅	■■人	◇◇人	...
2012/06/25	2	6:00	6:59	γ 駅	α 駅	◆◆人	△△人	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

2.2 ダイヤ乱れが自動改札機データに与える影響

運転抑止等が発生したとき、旅客がとる行動としては、①運転再開まで待機、②他の路線や事業者への迂回、③旅行の中止が考えられる。これらの利用行動により、自動改札機データには、通過人数の増加、減少、後ろの時間帯へのシフト(ある時間帯の通過人数の減少と別の時間帯の通過人数の増加)といった影響が現れる。図 1 は、ダイヤ乱れが発生した日に改札内への入場後に同じ駅の改札機を通過して改札外に出場した人数を表しており、ダイヤ乱れ発生後の同一駅での入出場人数が一週間前の同じ曜日の日より大幅に増加している様子がはっきり現れている。図 2 と図 3 は、平日の 18 時台にダイヤ乱れが発生したときの時間帯別 OD データの例である。図 2 にお

いて、18 時台の利用人数の減少分と 19 時台の増加分に大きな違いがない。このことから、この例ではダイヤ乱れ発生後、多くの旅客が運転再開を待っていたものと推測される。一方、図 3 では、18 時台と 19 時台の利用人数が減少しているが、その後の時間帯に利用人数の増加がみられないことから、18 時から 20 時までの利用人数の減少分が迂回ないし旅行を中止したと考えられる。

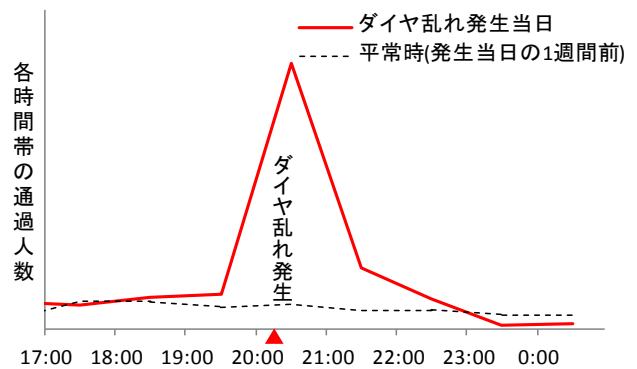


図 1 同一駅入出場人数の例

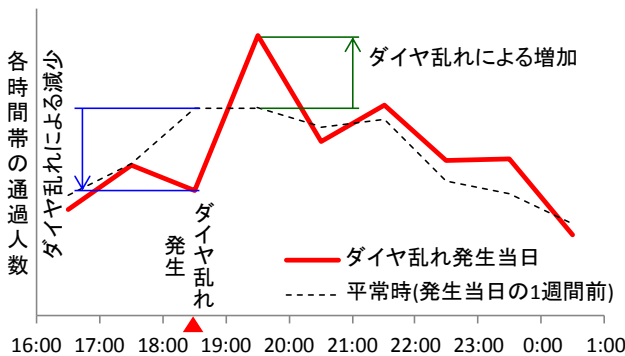


図 2 利用人数が後の時間帯にシフトした例

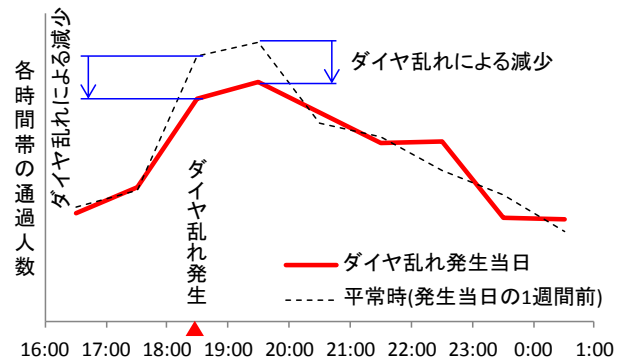


図 3 利用人数が減少した例

3. 提案する OD 予測手法

3.1 予測するデータ

前述のとおり、提案する予測手法は、指令員が運転整理を行う際に、作成した運転整理案の輸送力が適切か否かの判断に利用できる材料の提供を目的としている。ここで、自動改札機から得られる時間帯別 OD データは旅客が目的地の駅の改札機を出場した時間で集計されたものであるが、これは列車運行の影響を受けるために、運転整理案によって変化する情報である。一方、各駅を出発する旅客の人数を行先別に集計した発駅基準の時間帯別 OD データは、運転再開までの時間の影響は受けるものの、列車運行そのものには影響されず、着駅基準の OD データと比較して目的に適っているとと言える。

そこで、提案する予測手法では、発駅基準の時間帯別 OD データを予測することを目指し、自動改札機から得られる着駅基準の時間帯別 OD データを発駅基準に変換して用いるとした。

3.2 予測手法の概要

以前に経験したダイヤ乱れと条件が類似するダイヤ乱れが発生したとき、旅客全体としては前回と同様の行動を選択することが期待できる。本予測手法は、この考え方をもとに自動改札機から取得可能な時間帯別 OD データを長期間蓄積し、ダイヤ乱れ発生時に、蓄積されたデータから属性(曜日、時間帯、運転再開までの時間)が類似する日データを検索し、そのデータを活用することでダイヤ乱れ発生後の時間帯別 OD

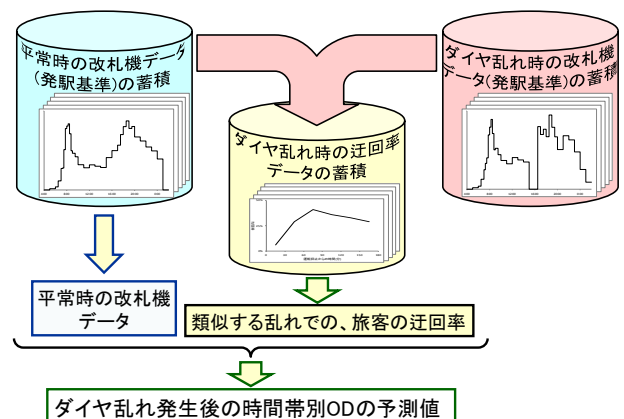


図 4 提案する予測手法の概要

を予測するものである。

具体的には、ダイヤ乱れ時に旅客の迂回行動や旅行中止による旅客数の減少率を迂回率とし、蓄積されたダイヤ乱れ時の迂回率の中から属性が類似するダイヤ乱れ時の迂回率を取り出し、ダイヤ乱れが発生しなかった場合の当日の予測 OD と取り出した迂回率からダイヤ乱れ発生後の OD を計算する。図 4 にその概念を示す。

発駅基準の データへの変換

運転抑止を伴うダイヤ乱れが発生したときのダイヤの典型的なパターンを図 5 に示す。上り下り双方で運転不能な場合、ダイヤ上の運転不能領域は、輸送障害発生から運転再開までの時間を底辺とし、上り方面下り方面に列車ダイヤとほぼ平行に延びる四辺形状であることが多い。つまり、実際に列車が抑止されている時間は、駅によって少しずつずれていることが多いことを意味する。また、列車の運転本数や駅間所要時間は、運転再開後も大きく変化していない。

この性質を利用して、ダイヤ乱れ時に着駅基準の OD データから発駅基準の OD データに変換するイメージを図 6 に示す。図 6 において、D 駅に①の時間帯に到着する旅客は赤の実線のスジを通ったものとみなし、②の時間帯に到着した旅客は薄緑の網掛けの範囲を均等に利用したものととして、各発駅の出発時間に変換することができる。なお、運転抑止の影響を受けない時間帯は、通常の駅間所要時間だけ遡って発駅の出発時間帯を算出する。同様に、平常時の発駅基準の OD データも、各駅間の標準的な所要時間で計算する。着駅基準の OD データを発駅基準に変換した例を図 7 に示す。

迂回率の計算

ダイヤ乱れが発生した日の発駅基準の OD と平常時の発駅基準の OD の各時間帯における差が、ダイヤ乱れによる各時間帯の利用者減少であり、その差と平常時の人数の比を迂回率として、ダイヤ乱れ発生後の時間帯ごとに計算する。ここで、平常時のデータとして、ダイヤ乱れ発生日と同じ曜日で乱れが発生していない直近の日のデータを用いることとする。ただし、発生日が平日でその 1 週間前が祝日の場合は、さらに 1 週間前のデータを採用する。実際に計算した迂回率の例を図 8 に示す。

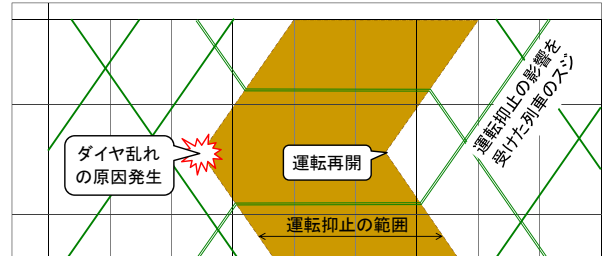


図 5 輸送障害時の実績ダイヤのイメージ

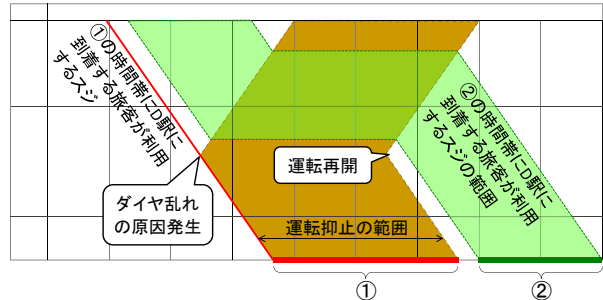


図 6 ダイヤ乱れ時の着駅基準の OD データを発駅基準の OD データに変換するイメージ

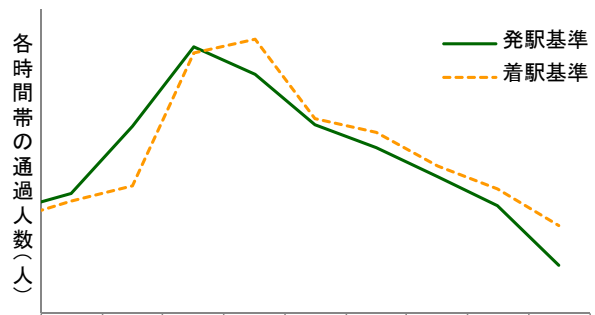


図 8 発駅基準への変換例

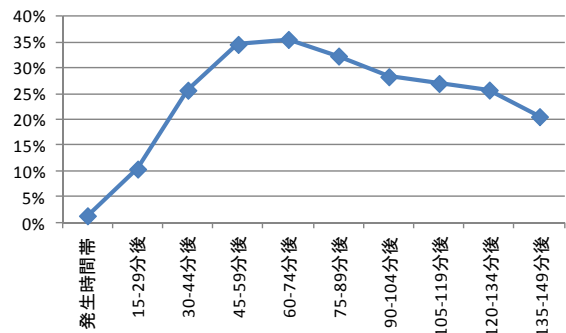


図 7 迂回率の計算結果の例

4. 予測結果の検証

4.1 検証に用いたデータ

検証に用いた OD データは実際にダイヤ乱れが発生した 2 つの事例と、それぞれ 1 週間前の同じ曜日の時間帯別 OD データの合計 4

日分である。ダイヤ乱れの 2 つの事例は、乱れの規模が比較的大きく、発生曜日、時間帯が共通するものを選択した。選択した 2 つの事例の概要を表 3 に示す。

表 3 検証に用いたダイヤ乱れの事例

	事例 1	事例 2
発生時期	2007 年秋(金曜)	2007 年夏(金曜)
発生事象	列車支障	人身事故
発生時刻	18 時台	19 時台
支障時間	約 30 分(推定)	約 60 分(推定)
支障中の列車運行	無し(推定)	有り(推定)

4.2 検証方法

表 3 の事例 1 及び事例 2 における迂回率をそれぞれ計算し、事例 1 の迂回率を用いて事例 2 の、事例 2 の迂回率を用いて事例 1 の OD の予測を行った。検証は、事例 1 及び 2 における予測結果とそれぞれの実績を比較することで行った。なお、実績は着駅での出場時刻で集計された着駅基準の時間帯別 OD データのため、予測結果を着駅基準に変換して比較した。

4.3 検証結果

予測結果と実績の比較結果を図 9 および図 10 に示す。図 9 は表 3 の事例 1 の結果であり、予測結果と実績が近い値を示している。図 10 は事例 2 の結果であり、予測結果と実績が大きく異なっている。提案する予測手法は、図 5 に示したように、運転再開までは全列車が停止し、運転再開後は平常並みの駅間所要時間と輸送力が確保されているものとして計算している。これは、予測結果の発駅基準の OD データを着駅基準に変換する場合も同様である。事例 1 ではこの前提と同様に運転再開まで全列車が停止していたと推定されるのに対し、事例 2 では本格的な運転再開前に一部列車が運行していたと推定されるため、予測と実績の差異が現れたと考えられる。

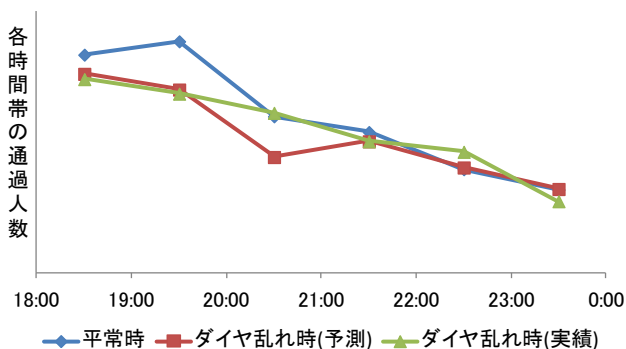


図 9 事例 1 での予測結果と実績の比較例

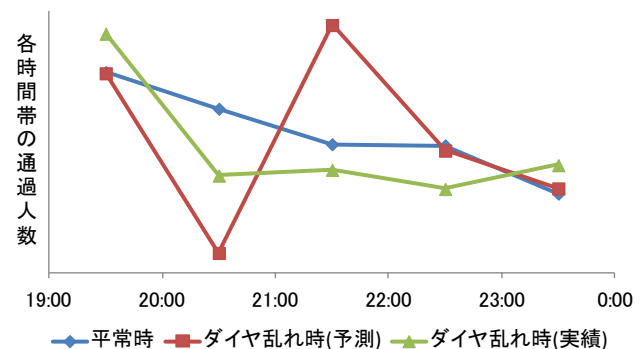


図 10 事例 2 での予測結果と実績の比較例

5. おわりに

ダイヤ乱れ時の時間帯別 OD データを分析するとともに、時間帯別 OD データを用いてダイヤ乱れ時の OD データを予測する手法を提案した。実際のデータを用いて予測を行い、予測の前提条件が満たされる場合に提案する予測手法が有効である可能性が示された。今後は、検証事例を増やして本手法の有効性を確認するとともに、予測結果を運転整理の場面で有効利用できる手法について検討していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局：鉄軌道輸送の安全にかかわる情報（平成 22 年度）報告書，pp.7-26，2011 年 8 月