

カードデータを用いた電車所要時間分布の分析

広島大学大学院工学研究科 学生員 ○神野 一
 広島大学大学院工学研究科 正会員 奥村 誠
 立命館大学理工学部 正会員 塚井 誠人

1. 背景および目的

バスや路面電車などの所要時間は、利用者の乗降時間や一般車両などの影響を受けて変動しており、その不確実性を完全に除くことはできない。利用者への所要時間の情報提供などを考える上で、まず所要時間の分布特性を把握する必要がある。

本研究では、広島市のプリペイドカードデータ（以下カードデータ）を用い、代表的な停留所間（以下区間）の所要時間分布を明らかにする。さらに、先行便の影響を受けて所要時間がばらつく可能性がある区間を、共変動の考え方を適用して抽出する。

2. 本研究で用いるデータと加工方法

本研究では、広島都市圏の2002年5月1日～6月28日、2003年5月1日～6月30日のカード利用者の乗車データを用いる。サンプル数は6,987,469件である。

前の代表的停留所に電車が着いて最初の降車がなされた時刻から、次の代表的停留所に着いて最初の降車がなされた時刻までの時間を区間の所要時間と定義し、所要時間の算出を行う。ただし、使用するカードデータでは乗車時刻が10分単位でしか記録されていないので、降車時刻のみを用いる。以上の理由により、分析に必要なデータが十分な数得られない区間があるので、各区間で得られるデータ数を調べ、分析を行う区間を図1のように決定した。

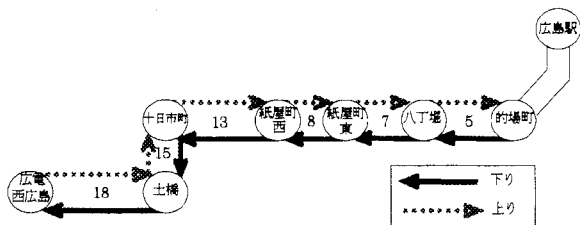


図1 分析を行う区間

3. 所要時間分布の曜日変動

1日の全時間帯での平均及び分散と各時間帯での平均及び分散との違いを「時間変動」、曜日（平日・土日・

GW）による所要時間の平均及び分散の違いを「曜日変動」と呼ぶ。時間帯や曜日によって所要時間の平均及び分散に統計的に有意な差があるか否かを明らかにするため、t検定とF検定を行った。

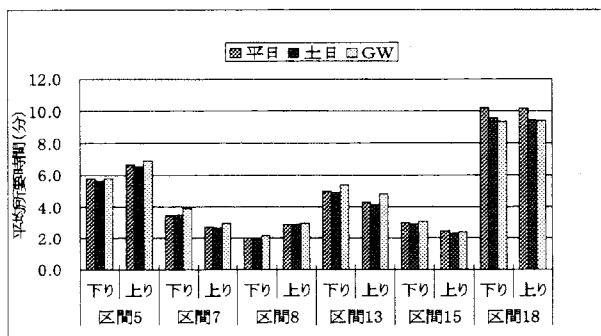


図2 曜日別平均所要時間（2002年）

図2は2002年の曜日別の平均所要時間である。ほとんどの区間で、平均所要時間に曜日変動があることが分かる。また、区間7下り、区間8上りの平日と土日や、区間5下り、区間8上り、区間15下り・上りの平日とGWのように、日単位では平均所要時間に曜日変動が見られずt検定でも検出されなかった区間についても、時間帯別に見ていくと図3のように、曜日変動がある時間帯が存在している。

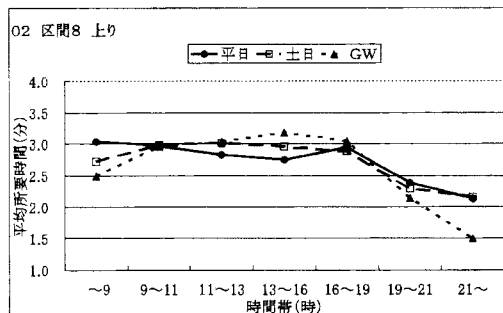


図3 区間8上りの時間帯別平均所要時間（2002年）

全区間で平均所要時間の時間帯別曜日変動の検定を行った結果、ほとんどの区間で朝方の平均所要時間は土日・GWより平日の方が長く、昼前から夕方にかけての平均所要時間は平日と土日との差異は見られないが、GWは平日より平均所要時間が長い。また、2003

年についても同様の傾向がみられた。

また、図3から曜日により時間変動のパターンが異なることが分かる。曜日別に所要時間の時間変動の検定を行った結果、平日には2つの時間変動のパターンがあることが明らかとなった。一つは朝方と夕方に平均所要時間が長くなり、昼間と夜間は短くなるという2山型のパターンであり、もう一つは、昼から夕方にかけて長くなり、朝と夜は短くなるという1山型のパターンである。2003年についても同様の傾向がみられた。

所要時間の分散についても同様の分析を行った結果、次のことが明らかとなった。平日の所要時間の分散は朝方に大きく、他の時間帯はだいたい安定している。土日の所要時間の分散は16時～19時を除く時間帯で安定している。

4. 所要時間分布の天候変動

天候（晴れ・雨）による所要時間の平均及び分散の違いを「天候変動」と呼ぶ。なお、本研究では1日のうち1mm以上雨が降った記録がある日を「雨」とする。

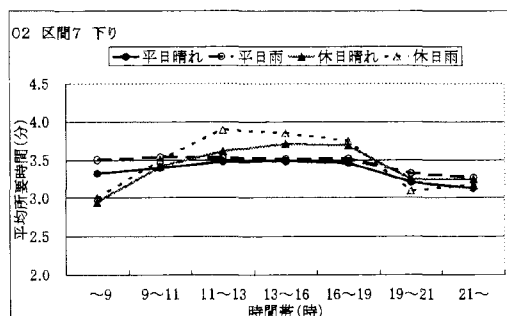


図4 区間7下りの時間帯別平均所要時間(2002年)

図4は2002年の区間7下りの時間帯別平均所要時間である。図4を見ると、時間帯によっては天候変動がある。2002年と2003年の全区間で平均所要時間の時間帯別天候変動の検定を行った結果、平日は朝方と夕方に、晴れより雨の方が平均所要時間が長い区間が多く、9時まで(2002年については11時まで)と16時～19時の時間帯以外は、ほとんどの区間で平均所要時間の天候変動はあまり見られないことが分かった。休日については、2002年は、昼間に雨の方が平均所要時間が長い区間が多く、2003年は、11時～21時に晴れの方が平均所要時間が長い区間が多い。2002年も2003年も、それ以外の時間帯では天候変動がない。ま

た、図4からも分かるように、平均所要時間変動のパターンは天候によってほとんど変化しないことが分かった。

所要時間の分散についても同様の分析を行った結果、平日は9時までの時間帯で、晴れより雨の方が分散が大きい区間が多く、休日に天候変動が起こる場合は雨より晴れの方が分散が大きい場合が多いことが分かった。所要時間の分散の時間帯変動のパターンについても、天候によってほとんど変化しないことが分かった。

5. 所要時間の共変動

所要時間の標準偏差を平均で基準化した、ばらつき度合を表す変動係数 CV_i^k は、曜日・天候・時間帯によって異なるので、それぞれの区分 k ごとにデータを分別して変動係数を求めたものを CV_i^k と表す。これらをもとに、平日の CV_i^k と土日の CV_i^k の相対変動比 R_i^k を用いて平日と土日の曜日変動の大きさを表す。すなわち R_i^k はその値が1に近いほど曜日変動が小さいことを表す。 R_i^k の値が互いに類似する区間をクラスター分析によってグループ化する。同じグループ内の区間を「共変動している」と考え、その背後に何らかの共通する要因があると考えた。

本研究では「先行する便の乗降人数のばらつきによって所要時間のばらつきが影響を受けている」現象の可能性をチェックした。隣り合う区間が同一グループに分類されており、かつ、先行区間における乗降人数の変動の方が大きいとき、この要因に該当すると考える。これに該当したのは、図5に示す区間である。

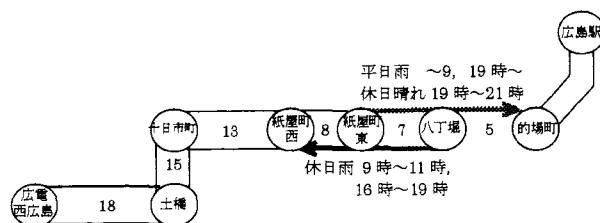


図5 先行便の影響を受けている可能性がある区間

6. まとめ

本研究では路面電車の所要時間分布特性を明らかにした。また、共変動の考え方をを用いて分析を行うことにより、先行便の乗降人数のばらつきによって所要時間のばらつきが影響を受けている区間が明らかとなった。