

プローブデータを用いた地方部における路線バス 遅延と時間信頼性に関する研究

早稲田大学大学院 学生会員 ○Wang Huahua
 大林組 正会員 松室 美帆
 早稲田大学大学院 正会員 佐々木 邦明
 山梨大学大学院 非会員 豊木 博泰

1. はじめに

公共交通のサービスレベルが低い地方部において、自家用車が多く利用され、バスの利用率が非常に低いのが現状である。しかし、地域公共交通は交通弱者にとって重要な役割を果たしているが、環境に優しい移動手段でもある。また、近年では路線バスにGPS等を設置することにより、バスデータの整備が活発化しているが、それを用いた研究は少ない。そこで、本研究ではそのようなデータを活用し、地方部における路線バスの時間信頼性を評価する手法の構築および遅延損失の推測を目的とする。

2. 対象地域の概要とバス遅延の評価手法

本研究では山梨県を対象地域とする。山梨県ではバス利用の減少が続いており、2015年には輸送人員がピーク時(1971)の約1/7まで縮小している。

路線バスの遅延は到着時刻と時刻表とのずれと定義されることが多いが、地方部の運行頻度の低いバスには、到着遅延が出発遅延と走行遅延の2つに分けられる。図-1に三者の関係を示す。本研究では以下の通りに三者を定義する。

- 1) 出発遅延: 出発バス停において、バスが時刻表より遅れてくる時間
- 2) 走行遅延: 乗車区間において、実際の所要時間と時刻表による規定所要時間とのずれ
- 3) 到着遅延: バスの到着時刻と到着バス停の時刻表とのずれ



図-1 バス遅延の内訳

使用するデータは「やまなしバスコンシェルジュ」システムに収集された「バス通過時刻データ」であ

る。時間信頼性指標として、遅延の大きさを示す「平均値」と遅延のばらつきを示す「標準偏差」を用いる。

3. 一路線の時間信頼性

本研究ではまず典型的な路線を選択し分析を行う。対象路線は山梨交通70系統の全長14,912m、片道52分で、平日に7:40-18:15の間に6便が走行している低頻度の路線である。2018年1年間の平日データのみを利用する。

3.1 出発遅延

出発遅延は出発時刻と時刻表とのずれで、図-2、図-3に出発遅延の平均値と標準偏差を便ごとに示す。

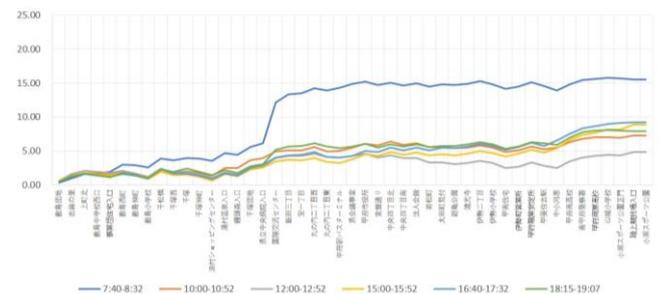


図-2 出発遅延の平均値

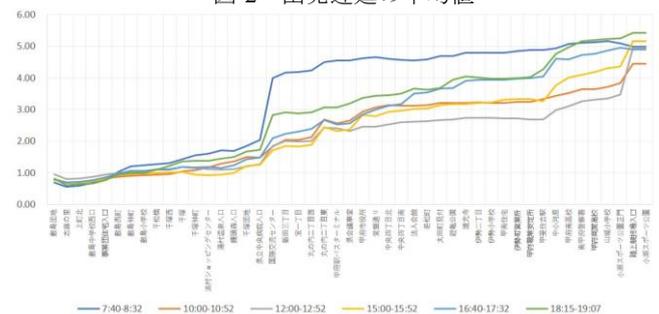


図-3 出発遅延の標準偏差

3.2 走行遅延

任意区間の走行遅延の平均値と標準偏差を得るため、最小区間のそれを確率変数と仮定して計算を行う。算出方法は式(1)と(2)によって表す²⁾。

$$\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \quad (2)$$

μ_i : 区間*i*の走行遅延の平均値 ρ_{ij} : 区間*i*と区間*j*の相関係数
 σ_i/σ_j : 区間*i/j*における走行遅延の標準偏差

キーワード 路線バス, 時間信頼性, バスネットワーク, 手段選択, 遅延損失

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学大学院創造理工研究科建設工学専攻 TEL03-5286-3398

4. バスネットワーク全体の時間信頼性

一路線の分析を踏まえて、次にバスネットワーク全体の時間信頼性を考察する。山梨交通会社に運営されている路線バスのネットワークを用いる。「バス通過時刻データ」の2019年分を分析に利用する。

4.1 出発遅延と走行遅延

各バス停において、平日は土休日より出発遅延の平均値と標準偏差が高く、両方とも中心市街地に近いほど時間信頼性が低くなる。また、朝のピーク時を7:00-9:30と定義し、本研究のデータ分析の結果、ピーク時とオフピークとの時間信頼性の差が少ない。

バスネットワークの区間は48,397個ある。走行遅延の小さな区間は笛吹市における畑が密集にある郊外部にあり、大きな区間は甲府市における中心市街地から南アルプス市と富士川町までの幹線道路を利用している長距離の路線にある。走行遅延の変動が小さい区間は始発の隣接する最小区間が多く、大きい区間は中心市街地と南アルプス市・富士川町・中央市の郊外部を繋げる路線、渋滞対策優先箇所の多い国道20号を走る路線と韮崎市～北杜市の山間部の路線がある。また、通過頻度がバスの時間信頼性に影響しないことを両者の相関関係の検定で検証した。

4.2 時間価値に基づく遅延損失

道路整備や公共政策を立てる際に、遅延損失が費用便益分析の有用な根拠となる。遅延損失を貨幣化するには時間価値という概念を用いる。交通行動の時間価値³⁾とは「利用された交通手段の走行時間が1分短縮された場合におけるその時間の価値を貨幣評価したもの」である。遅延損失を計算する手順は以下の通りである。まずは「平成17年甲府都市圏パーソントリップ調査」からバス利用のトリップを抽出し、拡大係数をかけてOD間の利用者数を算出する。次に、OD間の遅延時間を計算する。ゾーン内の移動は代表バス停の到着遅延を遅延時間とする。ゾーン間の移動において、直行路線がある場合は一番近いバス停間の走行遅延を、直行路線がない場合は交通結節点での乗換えを利用して路線ごとの走行遅延の総和をOD間の遅延時間とする。以上の計算結果と時間価値原単位を用いて、路線バスネットワークの遅延損失を式(5)で計算する。(i: OD番号)

$$\text{遅延損失} = \sum_{i=1}^n \text{時間価値原単位} \times \text{利用者数}_i \times \text{遅延時間}_i \quad (5)$$

国土交通省に公表された資料³⁾によると、バス乗客にとっての時間価値原単位は、平成20年の価格で、非業務目的が24.94(円/人・分)、業務目的が43.95(円/人・分)である³⁾。計算した結果、遅延損失は、非業務目的トリップが92.68万円/日、業務目的トリップが2.79万円/日、合計95.47万円/日である。

5. 政策提案

バスダイヤの改善については、ダイヤ調整後の遅延の改善と早発回避の待ち時間のバランスを考慮すべきである。深層学習などの機械学習手法を利用して、バスロケーションシステムによって収集されたバス運行状況に関する時系列データを解析し、異なる要素に起因する遅延のパターンによって時刻表を調整する。例えば、雨や雪が多い期間において、バス停間の所要時間を長めにする時刻表を用いる。

また、ICT等の技術を用いて、バスロケーションシステムに車両速度に基づく遅延予測の機能をつけ、Google mapやNavitimeなどの経路検索アプリと連携してリアルタイムに遅延情報を発信することによって、利用者の不安や抵抗感を減らし、バス利用を促進する。

6. おわりに

本研究では、地方部における路線バスの到着遅延を出発遅延と走行遅延に分けて評価する手法を提案し、時間価値に基づく遅延損失を算出した。遅延損失が上位5%にあるところは中心市街地発、甲府市北方面行きと南アルプス市の郊外部行きの区間である。今後は路線バスと鉄道を連結して公共交通全体の時間信頼性を検討し、特に乗り換え時間や利便性を考慮し、道路渋滞対策に公共交通を一つの指標とする必要である。

謝辞: PT調査のデータを提供していただいた山梨県に感謝の意をここに表したい。

参考文献

- 1) 山梨県「山梨県バス交通ネットワーク再生計画」、山梨県、p.18, 2017.
- 2) 土木学会「非集計行動モデルの理論と実際」、技報堂、pp.123-143, 1995.
- 3) 国土交通省「時間価値原単位および走行経費原単位(平成20年価格)の算出方法」、pp.3-28, 2008.