

走行・利用実態を考慮した ダイヤ改正時の所要時間設定手法に関する研究

Creating a Robust Bus Timetable Setting Method Considering Delay and Passenger Numbers

渡邊 悠介*

Yusuke WATANABE

*交通マネジメント工学講座 交通情報工学分野

1. 序論 (第1章)

日本の交通事業者の多くは時刻表に基づき、鉄道及びバスの運行を行っている。鉄道と比較して、道路混雑の影響を受けるバスダイヤの設定は極めて困難であると同時に重要な意味を持つ。実際の所要時間に対して短すぎる設定をすると、運行に遅れが生じ、ドライバーの負担が生じる上、利用者の不満、利用者の減少及びサービスレベルの低下に繋がり得る。一方で、長すぎる設定をすると、バス停での時間調整が必要となり、最悪の場合早発問題に繋がり得る。バスダイヤの設定方法に関して事業者へのヒアリングや既存文献より調査したところ、ダイヤ作成者の経験や感覚を基に設定されていることが明らかとなった。

本研究では、日々蓄積される客観的なデータであるバスロケデータ、ダイヤデータ、ICカードデータを用いることで、所要時間設定手法に関する科学的な方法論を提案する。

2. 分析対象エリアと遅れに関する基礎分析 (第3章)

本研究では、静岡県静岡市を分析対象エリアとして設定した。本エリアでは、しずてつジャストライン株式会社 が路線バスを運行している。

図-1は、対象エリアに存在する特定の1便の区間・累積所要時間の差を日別に示したものである。2分を超える

大きな遅れや巻き返しが数区間で生じているが、遅れの大きさ及び区間数が巻き返しを上回り、最終的には大きな遅れが生じていることが見て取れる。本分析より、便別にさまざまな遅れの特徴を持つことが確認された。

3. 所要時間調整候補路線の抽出 (第4章)

バス事業者は非常に多くの路線、系統、便を抱えており、どの路線、系統、便を対象にダイヤ改正すべきかについて日々悩んでいる。ここでは、階層クラスター分析によってバス便を遅れの特徴別に分類することで、ダイヤ改正すべき路線を抽出する。

クラスター分析に使用した変数一覧を表-1に、分析の結果得られた各クラスター特徴を表-2に示す。これより、クラスター1、4に分類された便が多いほど所要時間調整の必要性が大きく、クラスター2、3に分類された便が多いほど所要時間調整の必要性は小さいと考えられる。

図-2は対象エリアに存在する全40路線の内、クラスター1と4を足し合わせた割合が大きい上位10路線を抽出したものである。大浜麻機線、美和大谷線などでは便数が多い上に約8割の便がクラスター1及び4に分類されており、慢性的に遅延が生じていることがうかがえる。本分析の結果、感覚的に対象路線を決定している現状よりも、遅れの実態に沿った路線選定が可能になる。

表-1 クラスター分析使用変数一覧

変数名	説明
運行所要時間の差の平均値	終着停留所での遅れの平均値
運行所要時間の差の95%tile値	終着停留所での遅れの95%tile値
運行所要時間の差 ≥ 5 分割合	終着停留所での遅れが5分以上である運行の割合
区間所要時間の差の平均値 ≥ 1 分割合	便内に存在する区間の内、区間所要時間の差(実績値-ダイヤ値)の平均値が1分以上である区間の割合
区間所要時間の差の平均値 ≥ 2 分割合	便内に存在する区間の内、区間所要時間の差(実績値-ダイヤ値)の平均値が2分以上である区間の割合
区間所要時間の差の平均値 ≥ -1 分割合	便内に存在する区間の内、区間所要時間の差(実績値-ダイヤ値)の平均値が-1分以下である区間の割合
累積所要時間の差の平均値 ≥ 5 分割合	便内に存在する区間の内、累積所要時間の差(実績値-ダイヤ値)の平均値が5分以上である区間の割合

表-2 クラスター特徴一覧

クラスター	1	2	3	4
終着停留所での遅れ	やや大きい	小	特小	大
各区間の運行状況	徐々に遅れが蓄積	区間によっては多少の遅れを被る可能性	概ねダイヤ通りの運行	大きな遅れと巻き返しを生じつつ遅れが蓄積

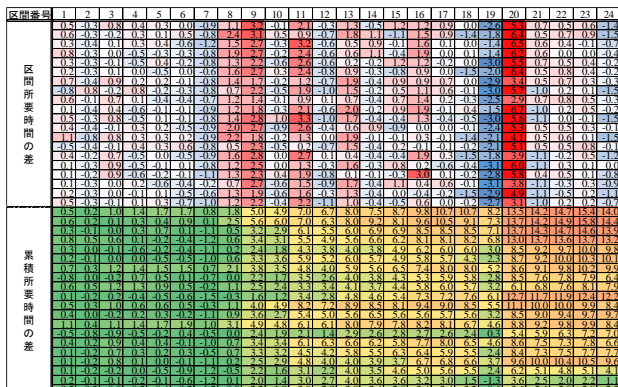


図-1 日別区間・累積所要時間の差

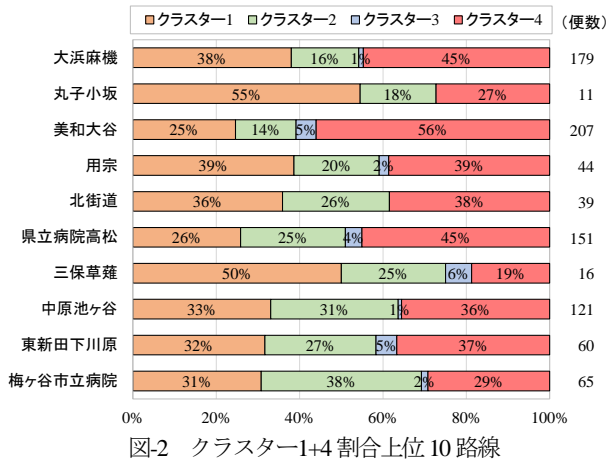


表-3 評価指標一覧

評価指標名	指標説明
ダイヤ所要時間	ダイヤ上の各区間所要時間の総和
実労働時間	ダイヤ上の総所要時間に加えて運行の遅れを考慮した、ドライバーが実際に走行する時間。ダイヤ所要時間と平均的な運行時間を比較して、大きい方の実労働時間と見なす
利用者損失時間	各停留所における平均的な乗車(降車)人数と当該停留所出発時の平均的な累積所要時間の差を掛け合わせ、全停留所の総和をとった値

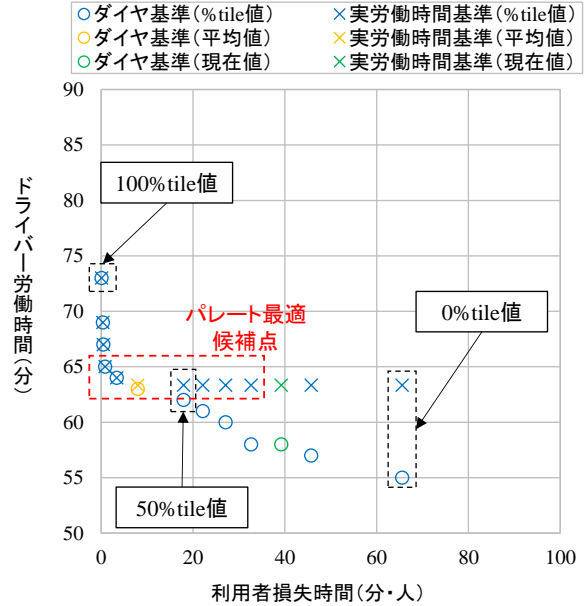


図-3 評価指標の散布図 (8335 系統・9:31~15:30 時間帯・乗車人数基準)

4. 所要時間調整手法の構築及び検証 (第6章)

以下に示す所要時間調整手法を提案する。

- i. 路線別・系統別・上下別・平土休別・時間帯別に基準値とする実績累積所要時間を各区間で算出する
- ii. 累積所要時間の差(実績-ダイヤ)が非負の範囲内で、基準値とする実績累積所要時間にダイヤ上の累積所要時間を合わせる
- iii. 設定したダイヤ上の累積所要時間より、ダイヤ上の各区間所要時間を算出する

手順 i において設定した基準値は、10%刻みの%tile 値 (0~100%) 及び平均値である。それぞれの基準値に沿って算出された所要時間を、表-3 に示す指標を用いて、パレート最適の観点から評価する。

手法を適用した結果得られた評価指標の値をプロットしたものが、図-3 である。実労働時間のみを考慮すると、20~50%tile 値及び平均値基準の場合において、ドライバー労働時間一定のまま利用者損失時間が減少しており、平均値基準とした場合がパレート最適解であることが見て取れる。また、厳密にはパレート改善していないものの、60, 70%tile 基準の場合では、利用者損失時間が0に近い値をとっており、事業者の戦略によっては最適解としての採用が見込まれる。

実労働時間に加えてダイヤ所要時間も考慮すると、パレート最適候補点として赤枠で囲まれている各点は、利用者損失時間の減少に伴ってダイヤ所要時間が増加していることから、全ての点が最適解としての採用の可能性はある。

ダイヤ所要時間のみを考慮すると、パレート改善しているのは 20%tile 値基準の場合のみであることが見て取れる。

表-4 は調整手法を適用した結果の一覧であるが、検証した 20 ケース中 1 ケースを除いた大半の場合で、最適解が得られたことが分かる。また、一般的に遅れた運行が多いほど最適解が多く得られ、遅れた運行が少ないほど最適解も少なくなる傾向が得られた。

表-4 手法適用結果一覧 (乗車基準のみ)

系統番号	時間帯	基準値										平均値	
		0%tile値	10%tile値	20%tile値	30%tile値	50%tile値	60%tile値	70%tile値	80%tile値	90%tile値	100%tile値		
8335	9:31~15:30	×	○	○	○	○	△	△	△	△	×	×	○
8335	15:31~16:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
8335	17:01~18:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
8347	8:01~9:00	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
8347	9:01~9:30	×	○	○	○	○	△	△	△	△	×	×	○
8347	9:31~15:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
8347	15:31~16:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
8347	17:01~18:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
8347	18:31~19:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	5:00~6:59	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
1121	7:00~7:30	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
1121	7:31~8:00	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○
1121	8:01~9:00	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	9:01~9:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	9:31~15:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	15:31~16:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	16:31~17:00	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	17:01~18:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	18:31~19:30	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○
1121	20:00~21:00	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	○

5. 結論 (第7章)

本研究では、走行実態と利用実態を考慮して、ダイヤ改正時の所要時間設定手法を構築した。遅れの特徴別にバス便を分類することで、大きな遅れが生じている路線を抽出する方法を提案した。また、遅れを最小化する所要時間の設定方法と、利用者が被る遅れ時間を考慮したダイヤの評価方法を示し、結果として大半のケースで現状よりも改善される所要時間が得られた。

本研究の成果を、バス事業者にフィードバックし、バスの利便性が向上することによって、今後のバス利用促進を実現するための一助となることを期待する。

修士論文指導教員

宇野伸宏教授, Jan-Dirk Schmöcker 准教授, 中村俊之助教