

期待一般化費用最小経路群探索による岐阜市バスネットワークのサービスレベル評価

岐阜大学 学生会員 ○山内 慎
岐阜大学 正会員 倉内文孝
京都大学 正会員 嶋本 寛

1. はじめに

地方都市のバス交通の利用者は減少傾向にあり、運賃収入では採算の取れないバス路線は減便や廃止になるケースが多い。バス利用者の減少は過疎化や少子化などの人口減少もあるが、これまで十分かつ魅力的なサービスを提供できていない質的な原因の可能性もある。人口減少が進むなかで、質的なサービスを改善していく必要があり、そのためには、現状と施策効果を定量的に評価し、その評価結果を踏まえて行政や利用者などを巻き込んだ施策の議論や検討を行わなければならない。一方で、現在のバス交通は路線設計に関する科学的な検討や施策効果の定量的把握が十分に行われておらず、複数の路線が重複して運行されている区間があるなど非効率な運行がなされているところも多い。本研究では、バス停間の移動に関する期待一般化費用を最小にする既往研究¹⁾の手法を援用し、岐阜市バスネットワークを対象としてサービスレベルの定量的評価を行い、問題点を明らかにするとともに、ネットワーク改善の方向性を議論できるツールの構築をめざす。

2. サービスレベルの評価方法¹⁾

サービスレベル評価するにあたって、バス停間の期待一般化費用を算定する。路線および系統情報、バス停位置と運行頻度から算出する。

(1) 前提条件

1. バスサービスは頻度ベースで提供されており、到着時間間隔は運行頻度の逆数を平均とするポアソン分布に従う。
2. 乗客はバス停にランダムに到着し、次のバスがいつ到着するかわからない。
3. 乗客はバス停間について期待一般化費用が最小となるように経路選択する。

(2) 期待一般化費用最小経路の算定

上記の仮定より、期待一般化費用最小経路を算定す

る際に common lines problem の影響により最適経路は確率的に記述される。ここでは、hyperpath の概念を援用して、一般化費用 g_p を算定する。

$$g_p = \sum_{a \in A_p} \alpha_{ap} c_a + \sum_{a \in A_p} \phi_a \alpha_{ap} t_a + \varphi \sum_{i \in I_p} \frac{\beta_{ip}}{F_{ip}} \quad (1)$$

ここで、 A_p : hyperpath p におけるリンク集合、 I_p : hyperpath p におけるノード集合、 c_a : リンク a に割り付けられる運賃、 α_{ap} : hyperpath p におけるリンク a の通過確率、 ϕ_a : リンク a の移動に関する時間価値パラメータ、 β_{ip} : hyperpath p におけるノード i の通過確率、 φ : 待ち時間に関する時間価値パラメータ、 $1/F_{ip}$: ノード i における期待待ち時間、である。ノード i における期待待ち時間は以下で計算される。

$$1/F_{ip} = 1 / \sum_{a \in A_p} \delta_{ai} f_a \quad (2)$$

ただし、 δ_{ai} はリンク a の始点がノード i なら 1、そうでなければ 0 をとるダミー変数であり、 f_a はリンク a の運行頻度を示す。なお、hyperpath p の中に含まれる全ての単一経路の集合を L_p 、各路線の経路選択確率を q_{lp} とすると、リンク通過確率およびノード通過確率はノードおよびリンクが経路 l に含まれているか否かを示すダミー変数 ε_{al} および γ_{il} を用いて次のように記述できる。

$$\alpha_{ap} = \sum_{l \in L_p} \varepsilon_{al} q_{lp}, \beta_{ip} = \sum_{l \in L_p} \gamma_{il} q_{lp} \quad (3)$$

式(1)で期待一般化費用最小経路の算定するが、式(1)を適切に変形することで最適性の原理が成立するため、各目的地 s に対して Dijkstra 法に準じた計算方法による計算が可能である。

3. 岐阜大学病院線・岐南町線における試行計算

ここでは、試行計算例として、岐阜大学病院と JR 岐阜駅をつなぐ岐阜大学病院線と、岐南町線の 2 つの系統を用いて計算した結果を示す。

(1) ネットワークの作成

バス運行頻度および運行経路は2011年3月27日時点の岐阜バスが発行している時刻表を用いた。本研究では、先行研究¹⁾の考え方に従い、計算用のネットワークを作成する。その結果、今回用いた2路線を対象としたネットワークは、ノード数638、リンク数7,012となった。参考までに、岐阜市全体では、路線バスのバス停が701、コミュニティバスのバス停が413であり、それをネットワークに変換すると、ノード数19,831、リンク数558,190となった。また、運行頻度については朝7時台のデータを活用した。

運賃は、均一料金区間内を1回バスに乗車するごとに200円が徴収される。均一料金区間内のバス停から均一料金区間外のバス停、均一料金区間外のバス停から均一料金区間内のバス停まで乗車すると運賃は距離制運賃になり、それぞれの路線ごとの基準賃率が違う。このような複雑な運賃体系を完全に表現することは不可能であるが、できる限りこれに近い料金とするため、均一料金区間内については、乗車時に200円を負荷し、区間外では乗車時に150円、さらに乗車時間に応じた増分(11.64円/分)を移動リンクに負荷することとした。

バスを用いた移動について、乗車時間、待ち時間、徒歩時間それぞれに対する乗客の負荷は異なることを表現するため、先行研究と同様それぞれの時間価値を、10.25円/分、18.50円/分、37.00円/分と設定した。また、乗車時に対する心理的、肉体的抵抗を表わす乗車時抵抗として、運賃に加え200円を負荷している。

(2) 計算結果の考察

図1は、計算結果から得られた岐阜大学病院を出発地とした場合に、どのような乗車方法をとることが最適であるかを示している。岐阜大学病院から岐大口までは徒歩での移動が最適となった。それ以降の3つのバス停については、両路線を利用することが最適である。一方、その後は2路線のルートが大きく異なることから、いずれかの路線を利用することが最適となるが、再度路線が接近する徹明町、岐阜市役所南庁舎前より南のバス停では、再度両路線を利用する方が適当であるという計算結果となった。また、図2に岐阜大学病院から千手堂、徹明町へ移動した場合の一般化費用の計算結果を示している。この結果を見ると、より遠方に位置する徹明町までの一般化費用の方が、千手堂までのそれよりも大きくなっていることがわかる。

その大きな要因は、待ち時間に関わるコストであり、2路線を利用できる地理条件の場合には待ち時間を小さくできるため、結果として一般化費用が抑えられる。

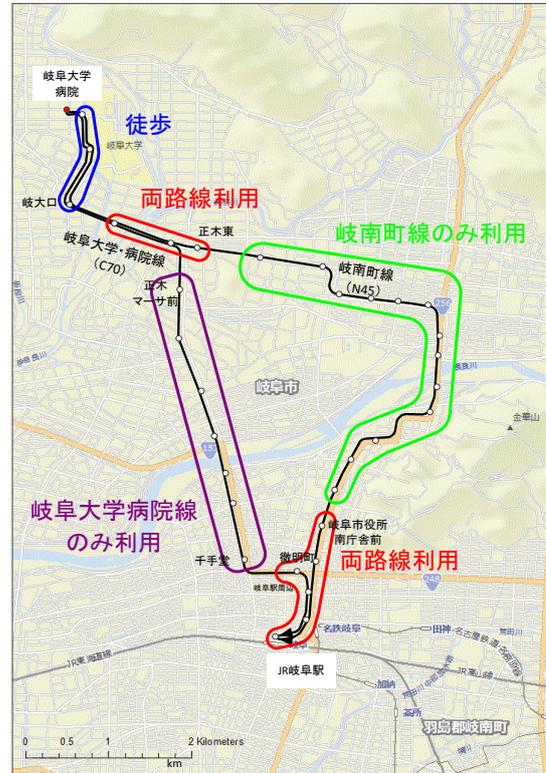


図1 岐阜大学病院からの最適乗車方法

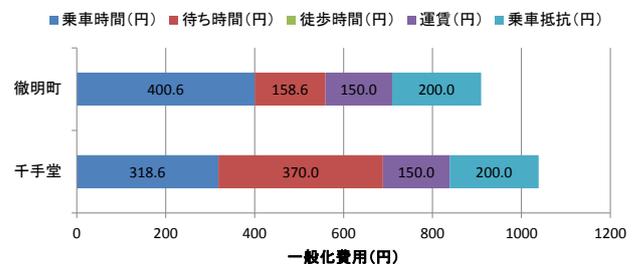


図2 一般化費用の比較(千手堂, 徹明町)

4. おわりに

本研究では、岐阜市内バスネットワークのサービスレベルを評価することを目的とし、期待一般化費用最小化経路群探索の考え方による評価方法を検討し、限定された路線で試行計算を試みた。今後、岐阜市全体のバスネットワークでサービスレベル評価をおこなっていく。

【参考文献】

- 1) 倉内文孝, 倉内文孝, 嶋本寛, 王萍, 飯田恭敬: 最小費 Hyperpath 探索アルゴリズムを用いたバスサービス評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, 23(3), 755-761, 2006