

中山間地域におけるバス運行方式が利用者便益ならびに運行コストにおよぼす影響分析

長野工業高等専門学校 学生会員 ○平塚 庸太郎
 長野工業高等専門学校 正会員 轟 直希
 長野工業高等専門学校 正会員 柳沢 吉保

1. はじめに

近年、中山間地域の人口減少率の高さ、高齢化が課題となっている。その状況下において、バス等の公共交通機関は高齢者等の交通弱者の外出を支える重要な移動手段とされている。しかし人口減少に伴い、中山間地域を運行するバスの輸送人員は19年間で25%減少し¹⁾、運賃収入の低下に伴い運行経費における自治体の負担額の割合は7割を超えている²⁾。自治体の財源が厳しさを増す中、定時定路線方式のバスの運行を継続することが困難になっている。そこで、多くの自治体で運行方式を定時定路線方式からデマンド方式に変更する検討が行われている。実際にデマンド方式を採用した自治体数は、9年間で4倍に増えている³⁾。デマンド方式の導入により利用者が増加する自治体がある一方で、デマンド方式を導入したものの定時定路線に戻す自治体も存在している⁴⁾。デマンド方式の導入によって利用者の減少や運行コストの増加、定時性の確保が難しくなるという、より深刻な問題が発生する場合もあり、どのような運行方式が最適であるのか、その検証が課題である。

長谷川ら⁵⁾が行った研究では、茨城県常総市において実際に運行されていた定時定路線方式のバスと運行シミュレーションを用いてデマンド方式のバスの利便性や環境負荷軽減効果を比較しているが、利用者数や運行コストの観点からの分析が不十分である。そこで本研究では、モデル都市を作成し、そのモデル都市において、定時定路線方式とデマンド方式を用いたバスを運行した場合の利用者便益や運行コストにどのような影響を与えるのかを分析する。

2. モデル都市の作成および前提条件の設定

(1)モデル都市の作成

定時定路線方式、デマンド方式を用いたバスを運行するモデル都市を設定する(図-1)。モデル都市は、9つのバス停に分け、利用者はバス停間を移動するも

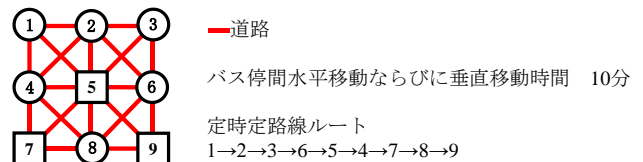


図-1 モデル都市

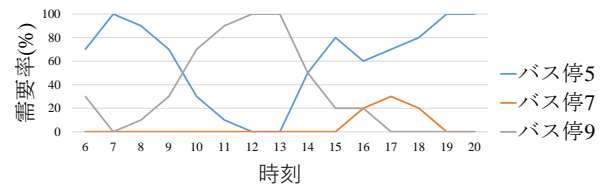


図-2 目的地の需要(0~14歳)

表-1 1時間あたりの最大の需要

バス停番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
利用者可能数(人/h)	1	1	1	1	2	1	2	1	2

表-2 利用する年齢層割合の想定

年齢区分(歳)	0~14	15~64	65~
割合(%)	10	10	80

のとする。モデル都市のバス停5, 7, 9を利用者の移動する際の目的地として設定する。

(2)前提条件の設定

バス停において、1時間当たりのバスを利用したい人の最大の需要を表-1のように設定し、出発地のバス停の利用可能者数とする。目的地であるバス停5, 7, 9への移動のニーズを図-2のように年齢層ごと設定する。年齢層は、表-2の割合で設定する。そして、各バス停の最大利用者数、年齢層、目的地へのニーズから利用者ごと目的地を設定し、OD表を作成する。実際の状況では、利用者のニーズは変動するため、需要曲線に応じたランダム関数で発生人数を生成するようにした。

3. バス運行方式別利用者数算出

(1)定時定路線

定時定路線方式を用いた場合の利用者数を計算によって求める。1日あたり往復3本運行と想定した。定時定路線方式は、定時性が確保されているため、利用者の集客性があると考えられる。そのため、利用者が利用したい時間と発着時間の差が大きいほど利用

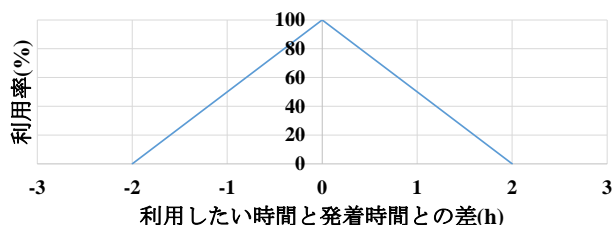


図-3 定時定路線方式利用率

する確率が下がると考え、利用率を設定する(図-3)。その利用率をもとに、前提条件で作成した OD 表から定時定路線方式の利用者数を算出する。また、運行のために費やした時間を運行時間として算出する。

(2) デマンド方式

デマンド方式の路線選択法として、2つの方法を考える。1つ目は、デマンド方式の特徴である予約順を基準とした路線選択法である。予約順にルートを決するようにし、式(1)のように表される。2つ目は、実際の乗車時間を基準とした路線選択法である。利用者の乗車時間が最短になるような路線選択を行い、式(2)のように表される。

$$T_{total} = \sum_{route=1}^m T_{route} \quad (1)$$

$$T_{total} = \sum_{k=1}^n \min(T_k) \quad (2)$$

T_{total} 運行時間
 T_{route} 1人あたりのバス停間移動時間
 T_k 利用者1人あたりの乗車時間
 m 停車するバス停数
 n バス乗車人数

2つの方法によって求められた路線から移動にかかる時間を求める。デマンド方式の課題の一つとしてもあげられる、利用者同士が利用したい時間帯のバスを取り合ってしまう、利用者が望んだ時間に利用できない状況が発生する。そこで、そのような状況においては式(3)を用い、実際の到着時間と到着目標時間を比較し、実際の到着時間が到着目標時間を上回ってしまった場合、利用者は利用しないと判断を行ったものとする。以上より各路線選択法における利用者数を計算によって求める。

$$T_{aat} \leq T_{tat} \quad (3)$$

T_{aat} 利用者が実際に到着した時間
 T_{tat} 利用者の到着目標時間

4. 運行方式別の利用者便益と運行コストの比較

定時定路線方式とデマンド方式によって求められた利用者数と運行にかかった時間を表-3に示す。

本モデル都市において利用者数については、定時定路線方式が一番多くなっている。また、利用者需要に対する実際の利用者数を計算すると定時定路線が

表-3 運行方式別の利用者数と運行時間

	利用者需要 (人/日)	利用者数 (人/日)	運行時間
定時定路線方式	11	7	1
デマンド方式 (予約順)	11	6	0.43
デマンド方式 (利用者最短)	11	5	0.69

約6割、デマンド方式は約5割となっている。割合が高いほど、利用者の需要をより満たしているため、定時定路線方式の方が優位であるといえる。

運行時間については、定時定路線方式の運行時間を1として、運行方式ごとの運行時間を計算した。デマンド方式の運行時間は、最大で定時定路線方式の0.43倍になった。デマンド方式は、利用者の要望に応じて運行するため、運行時間が短くなったといえる。運行時間が短いほど、人件費や燃料油脂費などが抑えられ、運行コストは減少すると考えられるため、デマンド方式の方が優位であると考えられる。

なお、2つのデマンド方式にて運行時間に大きな差が生じた。これは、利用者の乗車時間を考えた際に、目的地まで乗車人数が0人で運行する時間が生まれてしまうためだと想定される。

5. おわりに

モデル都市においては、多くの利用者需要を満たすという観点からは、利用者数の多い定時定路線方式が優位だといえた。また、運行コストの観点からは、運行時間が短いデマンド方式が優位だといえた。

今後の展望として、モデル都市の形状や利用需要の変更、デマンド方式を利用するかどうかの条件の変更を行い、運行方式が利用者便益と運行コストにどのような影響を与えるのかを分析する。また、実際の自治体において、運行されている公共交通の利用状況を加味し、適切な運行方法の検討を行う。

参考文献

- 1) 国土交通省：地域公共交通の現状について p1, 2013
- 2) 国土交通省：中山間地域等における地域公共交通の状況について p.8, 2019
- 3) 国土交通省：令和2年度版交通政策白書 p.72, 2019
- 4) 坂本, 森本: デマンド交通が適さない地域の分析 p127~130, 経済情報学会全国研究発表大会要旨集 2013年秋季全国研究発表大会
- 5) 長谷川, 鈴木: 運行シミュレーションによる地域公共交通の運行方式の比較-茨城県常総市を対象としたケーススタディー, GIS-理論と応用 21(1), 9-18, 2013-6-30