

デマンド型交通と組み合わせたバス輸送導入効果分析

長谷川大輔・鈴木勉

Simulation analysis of the combination demand responsive transit and bus service

Daisuke HASEGAWA and Tsutomu SUZUKI

Abstract: This paper aims to understand the impact on demand responsive transit (DRT) when the bus service is introduced. First, we show a pattern of use from the operational data of DRT services provided by two cities where new bus services are to be provided. Our analysis focuses on service areas of a bus line, the effect on DRT service distance, and the service level of users by ridership. Simulations that consult the effect of changes in operation parameters such as the number of vehicles tell us the improvement of operation efficiency in the DRT service.

Keywords: デマンド型交通(demand responsive transport), 地域公共交通(local transportation), 運行効率(operation efficiency),

1. はじめに

わが国では 1960 年代頃からモータリゼーションが急速に進展した結果、都市内公共交通の利用者が減少し、都市内の移動を対象とした運行距離の短いバスなどが大きな影響を受けた。また、ロードサイドショップの立地に代表されるような郊外型立地に依存した都市構造に変化し、その進行に拍車がかかった。これにより、自動車を利用できない高齢者等の交通弱者にとっては生活を脅かされる場合も見られることとなった。

そこで近年、バスを運行する程の時空間的需要密度が得られない低密地域において、利用者の要望に応じて都度運行経路や運行時刻を決定して運行するデマンド型交通(DRT: Demand Responsive Transit)が注目されている。しかし、デマンド型交通は予約の手間がかかる点や、利用者数の増加に伴い乗車時間の増大・呼損を招き、運行効率の低下につながる点から、一定数の利用者が見込めるエリアにおい

てはバスの運行によって効率的な運行が可能と考えられる。

デマンド型交通の研究としては、秋山ら(2009)が、町田市や八戸市など地域特性の異なる都市でケーススタディを行い、地域の公共交通計画にあり方について考察しているが、多くの事例を対象とした実証的な研究であるが、理論的な論拠についての研究例は乏しい。また、長谷川・鈴木(2011, 2013)はデマンド型交通に着目し、低密な都市での優位性と、車両の不足による運行効率の急激な悪化、大型・小型車両の併用による運行効率性の向上など、デマンド型交通の運行効率性の特徴を定量的に示したが、バス運行時のデマンド型交通への影響を考慮した、地域公共交通全体の効率化については課題が残る。

そこで、本研究ではデマンド型交通を運行しつつ、バス導入を検討している茨城県神栖市を対象に、新規バス路線の到達圏分析によるアクセス性改善効果を分析する。また、同様にバス導入を検討する茨城県筑西市を対象に、デマンド型交通の乗降情報を含むログデータから利用者の OD パターンを明らかにし、バス路線別の利用者数を算出する。そしてバス導入前後のデマンド交通の利用者の乗車時間、車両走行距離への影響を求める。

長谷川大輔：〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

総合研究棟 B722 号室

筑波大学大学院システム情報工学研究科

Tel : 029-853-5600 (8203)

E-mail : s1630164@u.tsukuba.ac.jp

2. 神栖市におけるバス導入前後到達圏分析

2.1. 神栖市の地域公共交通

茨城県神栖市は太平洋に面する県南東端に位置し、南北約 30km、東西 10km にわたる面積 146.94km²、人口はそれぞれ 94,848 人である (2016 年 7 月現在)。2005 年に神栖市は 2 町が合併し、南北にそれぞれに拠点が存在する。

神栖市では、平日に限りデマンド型交通が車両はタクシー会社を起点として、9 台の車両が市内を 4 つのエリアに分割した運行が行われている。

神栖市の 1km²メッシュ別人口、市で取得した運行ログデータ (出発地・目的地住所、運行時間) をもとにした、2015 年 7 月の利用者の OD データの 1km²メッシュごとの集計結果、同期間で目的地として選ばれた回数の多い施設の位置を示したものを図 1 に示す。神栖市は北部の旧神栖町・南部の旧波崎町内の利用は多く、二極分散型の利用となっている。南北間移動の場合、デマンド型交通では乗継が必要となるために、エリア間の移動のしやすさ確保が課題となっている。そこで、バス路線の導入による到達圏を分析する。

2.2. バス導入前後の到達圏分析

図 1 に検討する新規バス路線 (1-1 知手中央線) の位置、路線情報を表 1 に記載する。中央部で南

表 1 検討するバスルート

バス路線名	路線長 (km)	運行本数 (便/日)
神栖市 1-1 知手中央線	20.52	10
筑西市 2-1 市内循環線	21.76	9
2-2 下館大村線	15.19	14

部と北部を結ぶ 1 路線を対象とし、到達圏によるアクセシビリティ改善の分析を行う。

神栖市済生会病院 (図 1 左 A 地点) への所要時間の変化を分析する。分析には ArcGIS Network Analyst を用い、2016 年度全国デジタル道路地図データベースを用いネットワークデータの構築を行う。なお、バスは一般車よりも低速で移動すると仮定し速度は 20km/h、バス停までの歩行速度は 4km/h とした。

結果を図 2、表 2 に示す。市南部・中央部から北部へのアクセシビリティが向上し、7884 人、2833 世帯が 60 分以内に到達に可能になる。

また、バス路線の南側起点周辺の鹿島労災病院 (図 1 左 C 地点) 鹿島労災病院は現在、神栖済生会病院との統合案が検討されており、この施設へのデマンド型交通の利用者 117 人/月 (一日当たり平均 5.23 人) に関しては、済生会病院への移動でこのバスに乗り換えた移動が必要となる。

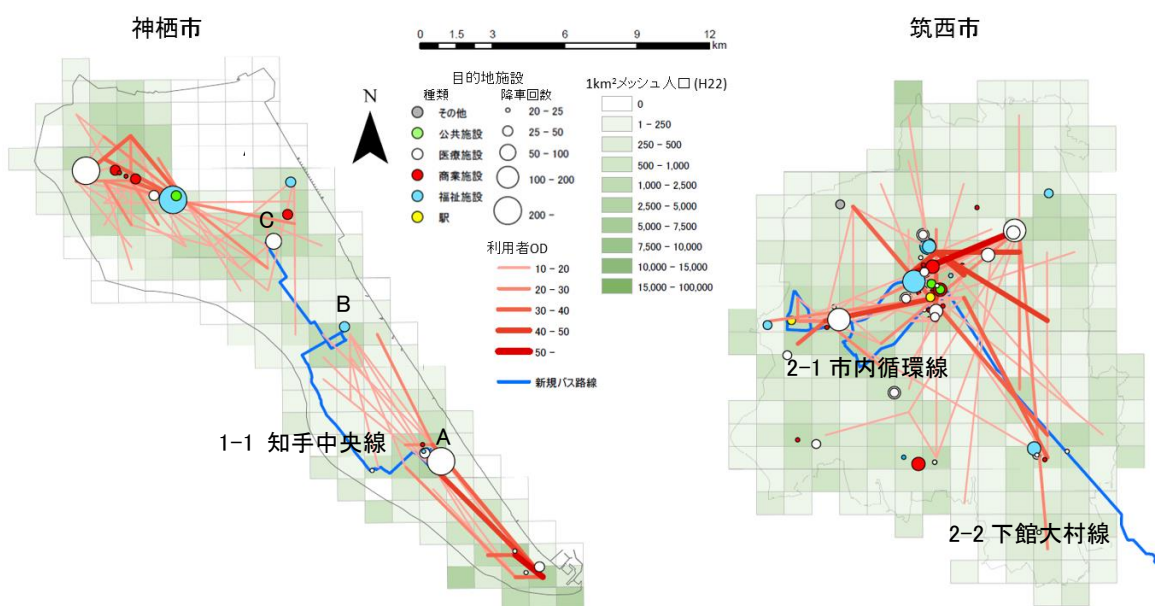


図 1 1km²メッシュ人口・目的地施設集計・利用者 OD 集計結果 (2015/07)

3. 筑西市におけるバス導入によるデマンド型交通利用への影響分析

3.1. 筑西市の地域公共交通

茨城県筑西市は県の西部に位置する市で、南北約 15km, 東西 20km にわたり、面積 205.35km², 人口 103,940 人である。(2016 年 7 月現在) 2005 年に筑西市は 1 市 3 町が合併してできた自治体である。

神栖市同様、平日にデマンド型交通が車両はタクシー会社を起点として、10 台の車両が運行されているが、こちらは市全域で移動が可能である。筑西市の 1km² メッシュ別人口、2015 年 7 月の利用者の OD データ集計結果、目的地として選ばれた回数の多い施設の位置を示したものを図 1 に示す。

筑西市は市中心部へ、一極集中型の利用となっている。利用者は市内全域への移動が可能となっているために高いサービスレベルを享受できているものの、利用者の増加による乗車時間の増加、車両の不足による呼損が発生する場合があります、デマンド型交通の運行改善が課題となっている

3.2. デマンド型交通への影響分析

筑西市では市中央部から西部を結ぶ循環線(2-1 市内循環線)及び南部に隣接するつくば市北部と市中心部を直線的に結ぶ路線(2-2 下館大村線)の新設を検討する。路線の位置は図 1, 路

線情報を表 1 に記載する。

筑西市の路線はデマンド型交通の利用が多い地域への運行であり、影響が大きいことが予想される。本研究では新規バス路線導入による、デマンド型交通への影響を運行シミュレーションによって明らかにする。

a) 道路ネットワークの構築

前章の分析で用いたネットワークデータを用いる。車両の速度については、デマンド型交通の車両は一般車と同等の速度で移動可能な車両であるため、一般国道・主要地方道は 50km/h, 県道は 40km/h, それ以外は 30km/h とした。

b) 運行ログデータによる需要パターンの抽出

前述した運行ログデータより個々の OD パターンを決定する。データ期間の中から利用者数の異なるパターンを 5 日間抽出する。デマンド型交通は 8:00~16:00 で 1 時間間隔、一日 9 便運行されている。乗車時間から乗車便を判断し、便の運行時間を個々の運搬許容時間として設定する。

c) バス路線別乗車人数推定

検討路線のバスを導入した際にデマンド型交通から移行する人数を把握する。まず前述のログデータの出発地・目的地がバス停近辺 500m 以内にある利用者を抽出する。

次に、バスの運行ダイヤがそれぞれの運搬許容時間内にある場合にバス利用可能として、路線ご

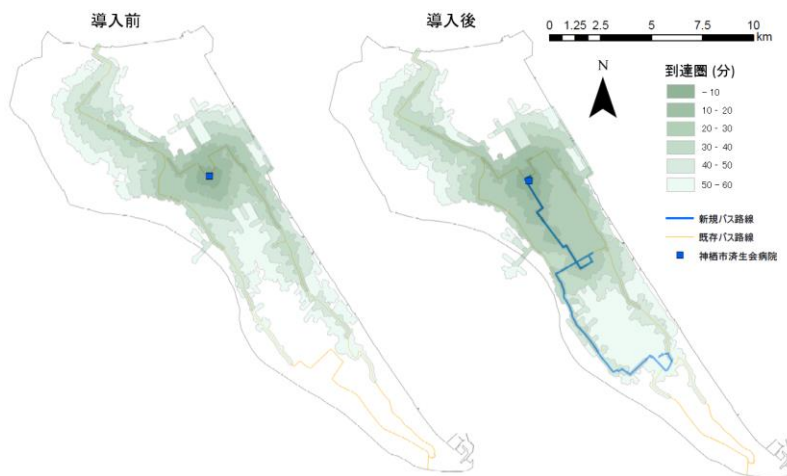


図 2 神栖市・バス路線導入時のアクセス性変化
(人口・世帯は H22 年度 500m メッシュ別人口・世帯数より集計)

表 2 神栖市・バス路線導入前後の到達圏の面積・人口・世帯数変化

到達圏 (分)	面積 (km ²)	人口	世帯
0-10	0.85	2115	1076
10-20	2.72	1368	301
20-30	8.63	4442	1411
30-40	0.95	928	344
40-50	-1.26	-2733	-1059
50-60	3.31	1764	760

表 3 筑西市・バス路線別推定乗車人数(2015/07)

	平均利用者数 (人/日)
2-1. 市内循環線	37.50
2-2. 下館大村線	0.95
全体	147.77

との利用人数を求める。本研究ではバスが利用可能であれば、利用者は低料金で定時に優れたバスを利用するものとする。

表3に推定した結果を示す。2-2 市内循環線は1日あたり37.5人で、デマンド型交通の利用者全体の25%をカバーすることができるが、下館大村線は1日1人を下回る結果となった。

d) デマンド型交通運行ルート決定

利用者のログデータをもとに、デマンド型交通の車両の配車方法は、ArcGIS Network Analyst VRP解析により求めた。なお、車両の出発基地となるデポ(タクシー会社)の配置は図3に示す。また、乗降時間は1分と設定し、車両は11:00~14:00に1時間休憩をとる。

e) 利用者の所要時間・車両走行距離・デマンド型車両の減少に伴う影響分析

図4はデマンド型交通の車両の減少と車両走行距離の変化、利用者の乗車時間・待ち時間(運行許容時間の開始から乗車まで)の変化である。バス未導入の場合、車両の減少と共に走行距離の減少が発生し、車両の不足・所要時間の増加が確

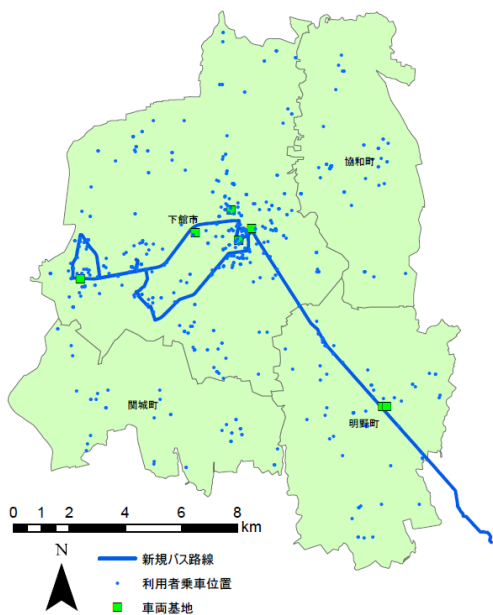


図3 筑西市・利用者の乗車位置とデマンド型交通車両デポ

認できるが、バスの運行によって車両4台から不足の状態に遷移しているため、車両1台分の輸送能力に余裕が生まれている。また、バス導入により利用者の所要時間の改善が確認された。

4. おわりに

デマンド型交通を運行している2市において新規バス路線の導入がアクセス性の改善、デマンド型交通への利用者の利便性向上、をもたらすことを明らかにした。運行側コストやバスの潜在的需要の考慮、路線形状評価等が今後の課題である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 26560162, 16J02064 の研究成果の一部である。また、茨城県神栖市・筑西市にデータ提供など多大なご協力をいただいた。ここに記して謝辞を示す。

参考文献

秋山哲男・吉田樹・猪井博登・竹内龍介(2009)：生活支援の地域公共交通，学芸出版社。
 長谷川大輔・鈴木勉(2011)：都市規模・密度に着目したデマンド型交通成立条件に関する理論的考察，「都市計画論文集」，Vol. 46, No. 3, pp. 817-822。
 長谷川大輔・鈴木勉(2013)：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，GIS 一理論と応用，21 (1)，9-19

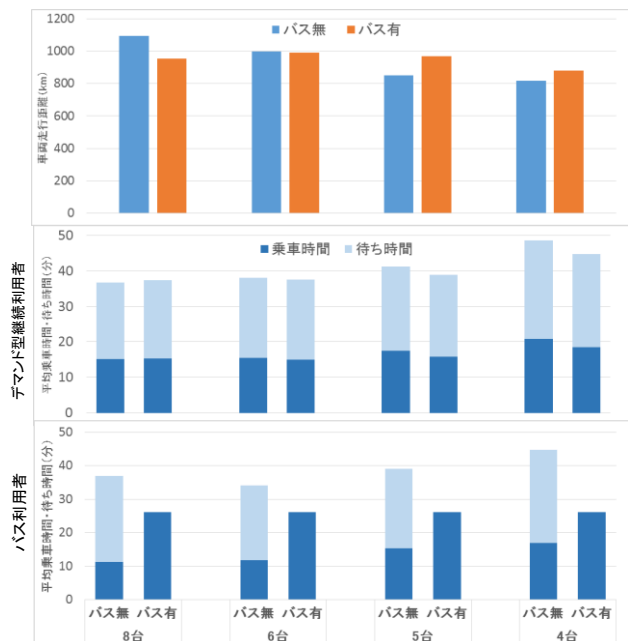


図4 筑西市・バス導入前後の車両走行距離利用者の乗車時間の変化