

地方都市郊外における小型乗合交通手段の 成立可能性に関する研究

石川 凌大¹・紀伊 雅敦²

¹学生会員 香川大学大学院 創発科学研究科 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)

E-mail:s22g252@kagawa-u.ac.jp

²正会員 香川大学教授 創造工学部 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)

E-mail: kii.masanobu@kagawa-u.ac.jp

本研究では、地方都市郊外におけるバス路線の乗り合いタクシーサービスによる代替可能性を、利用者の利便性、交通事業収支、行政補助額の 3 つの指標により評価することが目的である。これらの指標は、所要時間や運賃などにより異なるため、本稿では利用選択モデルを作成し、各条件下での需要推計、利用者便益、収支と補助額を推計した。

その結果、適切な運賃と補助率の設定により事業収支の改善や行政の補助額の削減といった効果があること、一方、バタクスの運賃がバスの運賃より上がることで利用者には金銭的なデメリットが生じることが示された。

Key Words: local public transportation, vatacs, bus, taxi, logit model

1. はじめに

現在、日本の多くの地方都市では少子高齢化や人口減少が進行しており、公共交通の必要性は高まる一方、輸送人員の低下による路線維持が課題となっている。これに対し、交通需要の少ない郊外において路線バスの代替としてコミュニティバスや乗合タクシー等を導入することが多くなっている。しかし、そうした交通サービスはほぼ赤字であり、行政の負担は少なくない。

高松市ではバタクスと呼ばれる距離に応じた変動運賃と相乗りを併用したバスとタクシーの中間となる新たな交通モードを提案している。バタクスは乗用タクシー車両の活用や独自の運賃制度、エリア限定のドアツードア型のデマンド交通といった特徴を有している。同様の乗り合いタクシーは行政が借り上げて運行することが多いが、バタクスはあくまでも事業補助により事業者が運行する点が異なる。従って、運賃収入と補助金を考慮した事業収入の考慮が不可欠である。また、予約がない際には車両は通常のタクシーとして営業する。このバタクスを、現在運航補助を受けながらも赤字であるバス路線と置き換えることで、運行経費の削減、補助金の削減、および利便性の向上を目指している。しかし、その効果は十分には検証されていない。

そこで、本研究ではバタクスについて、運賃を変化さ

せた際の利便性、事業収支、補助額という 3 つの指標より成立可能性を評価することを目的とする。

具体的には、高松市で 2022 年の 1 月から導入実証が行われた地域を対象地域として設定し、実証実験で回収されたアンケート結果に基づき、利用者の選択行動をロジットモデルで表し、所要時間や運賃等の条件を変化させる場合の需要を推計する。その結果をもとに利便性、事業収支や補助額を推計する。それを既存のバスやタクシーと比較することでバタクスの事業性を評価する。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

(1) 既往研究

地方都市における公共交通の路線維持に関してはこれまでも課題とされており、コミュニティバスに関する研究やタクシーをバスの代替手段とする研究は多くされてきた。奥嶋らは、意識構造に基づくコミュニティバスの需要分析を行い、人工社会モデルを用いた交通需要喚起策の検討を行っている。この研究では、需要構造が現実のものに近い人工社会モデルを作り、「高齢者割引によるモデルケースの提示」を実施することで需要が増加することを明らかにしている。このような運賃の割引による需要の増加に関して、秋山ら²⁾は岐阜県の本巣市を

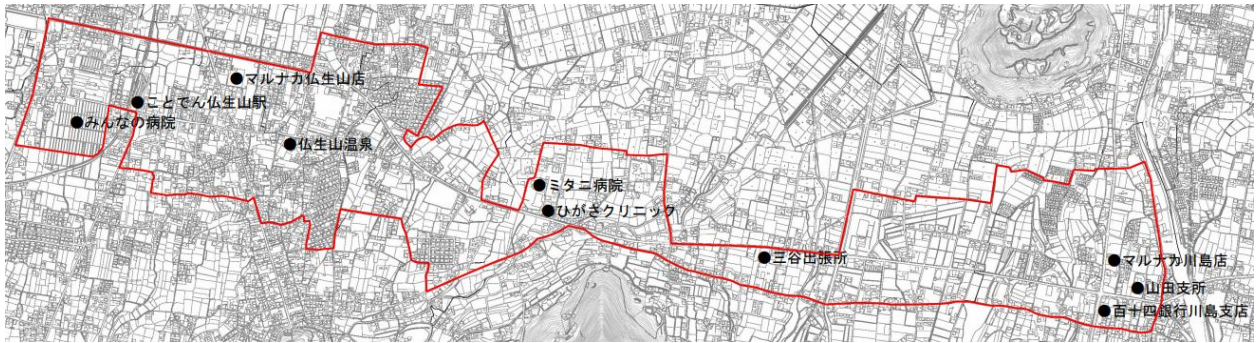


図1 仏生山川島線を基に周辺地域を含んだ対象エリア

対象に実証実験を行い、運賃の割引による需要増加及び運行経費の変化等を調べた。その結果、運賃の割引による需要の増加は見られたが、採算があまりとれず、運行経費の面から持続可能性は少ないとみなしている。

このように割引等によるバス需要の喚起策により路線を維持目指す事例がある一方で、タクシーをバスの代替として用い運行経費を減らそうとする方法も取り込まれている。加藤ら³⁾は乗用タクシーがコミュニティバスの代替手段となるかを運行経費の試算を行うことで検討している。この試算では対象路線の便別バス乗降データを基に年間のODを推計したものと、バス停の位置データを基にしたODパターン別タクシー運賃を掛け合わせることで年間の運行経費を算出している。これによると路線による違いはあるが、運行経費は2~7割ほど削減できることが示唆されている。

鈴木ら⁴⁾は高齢者を対象としたタクシー運賃の割引が高齢者の外出行動に与える影響について分析している。アンケート調査に基づく分析から割引率が大きいほど高齢者の利用が促進されることが示されている。

(2) 本研究の位置づけ

既往研究より、バス運賃の割引によって需要の増加は見込めるが、運行経費がその分かかってしまう場合もあり、実施する際はよく検討する必要がある。また、タクシーをバスの代替手段として検討する研究はあるが、多くの場合収支について検討されていない。これはタクシーの運賃制度を変えずにバスの代替として導入する場合を分析しているためである。これらに対して本研究で検討するバタクスでは、バスやタクシーとは違う独自の運賃制度を用いた上で通常のタクシー営業とバタクスを同時に行う。そのためバタクスの運行による需要、タクシー事業者の収支の変化とそれに伴う補助額の変化を検討する必要がある。この需要予測について、既往研究ではバスの需要をそのまま使っていることや、バスの需要構造を用いて予測していることが多い。しかし、バスとは異なる運賃やサービス体系による需要の変化を考慮しなければ現実に即した需要予測を行うことは難しい。

本研究ではバタクスにおける独自の料金制度やサービス体系を考慮した需要、収支、補助額の予測を行う。

3. 分析手法と使用データ

(1) 分析手法

本研究ではバタクスにおける需要、収支、補助額についてそれぞれモデルを作成し、従来のバス事業やタクシー事業とバタクス事業について、この3つのモデルを比較することで評価を行う。本研究の需要モデルについて、高松市で行われた導入実証で得られたアンケート結果を基にロジットモデルの各パラメータを推計し、バタクスの運行条件となるように変数を設定してバタクスの需要を推計しモデルを作成する。この作成した需要モデルを基に収支と補助額を算定する。また、バタクスの導入実証では運賃が600円で固定であったことから、本研究では乗車距離や相乗りによって運賃が変動することはないと仮定している。

本研究の対象エリアを図1に示す。これは高松市が設定した導入実証の対象エリア⁵⁾と同じ範囲である。

本研究で用いるロジットモデルは次の式(1)、(2)によって表せる。

$$P_n(i) = \frac{\exp(\mu V_{in})}{\sum_{j=1}^J \exp(\mu V_{jn})} \quad (1)$$

$$V_{in} = \theta_c \times C_{in} + \theta_t \times T_{in} + \theta_s \quad (2)$$

ただし、

$P_{i,n}$; 個人 n の選択肢 i の選択確率

$V_{i,n}$; 個人 n の選択肢 i に対する効用 (満足度)

μ ; パラメータ

C_{in} ; 個人 n の選択肢 i にかかる運賃

T_{in} ; 個人 n の選択肢 i にかかる所要時間

θ_c ; 運賃に対するパラメータ
 θ_t ; 所要時間に対するパラメータ
 θ_s ; 交通手段に対するパラメータ

本研究では θ_s としてバスのパラメータを設定している。ロジットモデルにより算出された運賃, 所要時間, バスのパラメータ及び t 値, p 値を表 1 に示す。このロジットモデルより算出されたバタクスの選択確率を P_v とし、式(3)よりバタクスの需要を推計する。

$$D_v = \frac{P_v \times D_b}{T_v} \quad (3)$$

ただし、

D_v ; バタクスの需要
 P_v ; バタクスの選択確率
 D_b ; 1日当たりの現在のバス需要
 T_v ; 1日のバタクス運行時間

本研究では D_b を仏生山川島線の 1 日当たりの乗降客数である 23 人として需要を推計している。

ロジットモデルより推計した需要を基に式(4), (5)を用いてバタクスの 1 時間当たりの収支と年間の補助額を算出する。

$$I_i = C_{taxi} \times P_0^2 + 2 \times (C_i + C_{ig}) \times \{(1 - P_0) \times P_0 + (1 - P_0)^2\} \quad (4)$$

$$C_{iy} = 2 \times C_{ig} \times \{(1 - P_0) \times P_0 + (1 - P_0)^2\} \times T_y + C_{ny} \times P_{dy} \quad (5)$$

ただし、

I_i ; バタクスの 1 時間当たりの収入
 C_{taxi} ; 1 時間当たりのタクシー期待収入
 C_i ; バタクスの運賃
 C_{ig} ; 1 回の運行当たりの高松市からの補助額
 P_0 ; 運賃が C_i の時に片道で 0 人が乗車する確率
 C_{iy} ; 年間当たりの高松市からの補助額
 T_y ; 年間当たりのバタクス運行時間
 C_{ny} ; 現在のバスの年間補助額
 P_{dy} ; バタクス運行によるバス運行時間の減少率

本研究では収支と補助額の式で用いる高松市からの補助額を 1 回の運行につき、 $(1950 - C_i) \times$ 補助率とし、補助率を 0, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4 の 6 パターンに変化させて収支と補助額の推計を行う。

表 1 ロジットモデルのパラメータと t 値及び p 値

	パラメータ	t 値	p 値
運賃	-3.025	-17.739	2.11×10^{-70}
所要時間	-11.267	-19.694	2.41×10^{-86}
バス	0.552	8.879	6.76×10^{-19}

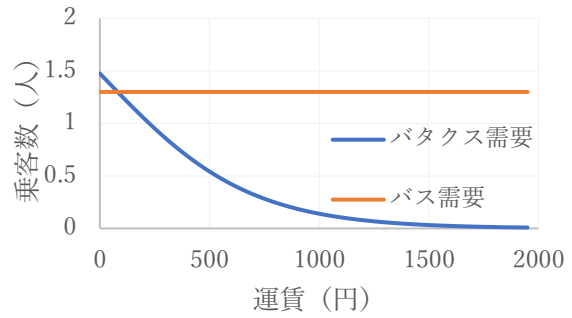


図 2 30 分当たりの需要

(2) 使用データ

需要を推計する際に用いたバタクスとバスの運賃と所要時間のデータは、所要時間が同じで、バスの運賃は 200 円としてバタクスの運賃水準を 0 円から 1950 円まで変化させたものを使用している。

また、1 時間当たりのタクシー期待収入は、輸送人員あたりの営業収入を 1020 円とし、1 日 18 時間営業するとして、1 時間あたりの輸送人数を 0.65 人と想定し、663 円/時間を 1 時間当たりの期待収入として設定した。

4. 分析結果

運賃に対する需要のモデルを図 2 に示す。ここで、仏生山川島線が 1 便につき約 30 分で運行していることから片道 30 分であるとして 30 分当たりの需要を推計している。需要の推計値を見ると、現在の最大バス運賃である 240 円をバタクスの運賃とするとバタクスの需要はバスの需要より明らかに低くなっている。これはこの推計に用いたデータでは所要時間をバタクス、バス共に同じ時間であるとしており、バタクスの利点であるデマンド交通による所要時間の減少が反映されていないからだといえる。需要のモデルを基に算出した収支と補助額のモデルを図 3, 4 に示す。収支を見ると、導入実証での運賃である 600 円では、市の補助額が無い場合でもタクシーの期待収入を超える結果となっている。また、補助率の設定次第ではどのような運賃でもタクシーの期待収入を超えると推計される。このことより、今回の想定では

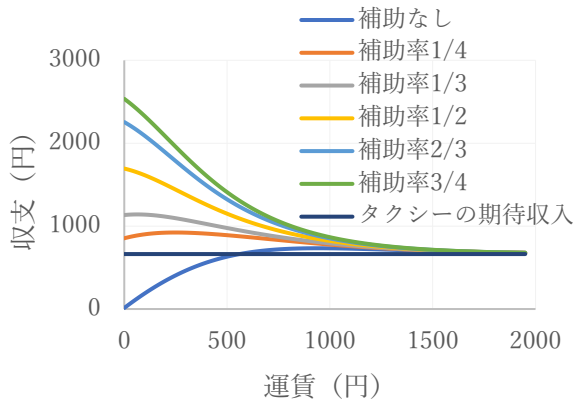


図3 1時間当たりのバタクス期待収入

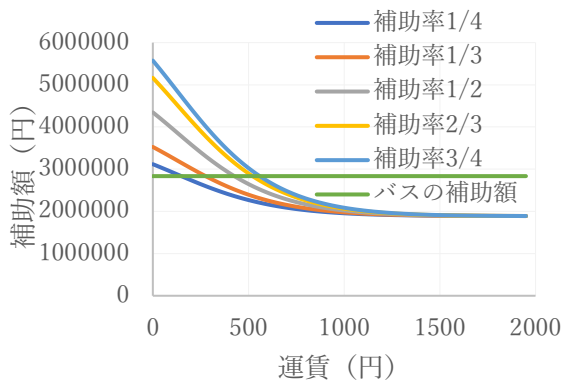


図4 年間当たりのバタクス補助額

補助率や運賃を適切に設定することで事業者がバタクスに参入するメリットを得られると考えられる。なお、運賃が 0 円で補助額がない場合であっても、期待収入が 0 円ではない。これは乗車人数が 0 人の時には、当該車両はタクシーとして営業できるため、収入を得られると仮定しているためである。補助額の観点では、今回設定した補助率であればバタクスの運賃を 600 円以上に設定した際、バタクスへの補助額が令和 1 年度の仏生山川島線への高松市補助額である約 280 万円を下回ると予想される。また、補助率次第では運賃を 600 円より安くしても補助額が現在のものより安くなると考えられる。このことより、今回の想定では補助額も収支同様、適切な運賃と補助率の設定により行政がメリットを得られる。

5. まとめ

本研究では高松市で行われた導入実証のアンケート結

果を基にロジットモデルによる需要の推計を行い、収支、補助額の推計も行った。その結果、バタクスは適切な運賃、補助率の設定により事業者と行政にメリットがあること、料金だけを考えると、バスよりも運賃が高ければ利用者の支出が増え、バスよりも需要が減っていることから利用者にはデメリットになることが示された。ただし、今回の想定はバタクスを利用する際の 1 つのパターンであり、実際にはより様々な状況が想定されるためこれらの分析も必要である。また、バタクスはドアツードア型のデマンド交通であり、それによるサービス向上が需要に与える影響は分析できておらず、乗車距離や相乗りの有無による運賃や補助額の変動も考慮していない。さらに、本研究ではタクシーとバタクスが競合しないという仮定でモデルを作成している。そのため、よりバタクスの実際の運行状況を反映した分析を行わなければならない。タクシーの期待収入は時間帯によって大きく変わるため、時間帯によるタクシーの需要について調べ、適切なバタクスの運行時間の設定も必要である。これらについては今後の課題とする。

謝辞：本研究は科研費(121H01456)の成果の一部である。研究費の支援に対し記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 奥嶋政嗣, 秋山孝正: 人工社会モデルを用いた地方都市コミュニティバスの交通需要喚起策の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.3, pp. 509-516, 2007.
- 2) 秋山孝正, 奥嶋政嗣, 井ノ口弘昭: 持続可能性を考慮した地方都市の公共交通計画に関する実証的研究, 交通学研究, Vol.55, pp. 223-232, 2012.
- 3) 加藤秀樹, 福本雅之: 乗用タクシーによるコミュニティバス代替可能性の検討, 交通工学論文集, Vol.5, No.2, pp. A_27-A_32, 2019.
- 4) 鈴木雄, 日野智, 前田悠抄: タクシー運賃の割引率が高齢者の外出行動へ与える影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol.52, No.3, pp. 795-801, 2017.
- 5) 高松市役所: バタクス運行エリア
https://www.city.takamatsu.kagawa.jp/kurashi/shi-notorikumi/machidukuri/sogotoshikoutu/kyouka_suisin/kousei_vatacs.html

?

A STUDY ON THE FEASIBILITY OF SMALL SHARED RIDE TRANSPORTATION IN THE SUBURBS OF A LOCAL CITY

Ryota ISHIKAWA and Masanobu KII

The purpose of this study is to evaluate the possibility of replacing bus routes with shared-ride cab services in the suburbs of a local city using three indices: user convenience, transportation business balance, and the amount of government subsidy. Since these indices vary depending on travel time, fares, and other factors, this paper develops a use choice model and estimates demand, user benefits, income and expenditure, and subsidy amounts under each condition.

The results showed that setting appropriate fares and subsidy rates has the effect of improving the business balance and reducing the amount of government subsidies, while increasing the VATACS fare above the bus fare causes financial disadvantages for the users.