

バス離れ地域における利用者数増加を目的としたバス停位置の検討 -日高・飯能地域の分析-

船戸 諒子¹・坂本 邦宏²・谷島 賢³・山岸 純一⁴・久保田 尚⁵

¹非会員 株式会社建設技術研究所 (〒810-0041福岡県福岡市中央区大名2-4-12CTI福岡ビル)

E-mail:funato@ctie.co.jp

²正会員 埼玉大学大学院准教授 理工学研究科 (〒338-8570埼玉さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:sakamoto@dp.civil.saitama-u.ac.jp

³正員 MBA 埼玉大学大学院理工学研究科 (イーグルバス株式会社 代表取締役社長)

⁴非会員 博士(学術) 埼玉大学大学院プロジェクト研究員 (株式会社地域市場構造研究所)

⁵正会員 埼玉大学大学院教授 理工学研究科 (〒338-8570埼玉さいたま市桜区下大久保255)

本研究ではバス離れ地域においてバス利用者数を増加をさせるために、バス停というミクロな単位に着目し、日高・飯能路線バス地域においてバス停乗車人員予測モデルを作成した。日高・飯能路線バス地域は高齢化の進む地域であるが、通勤通学者が減少することはバス離れの要因の一つであると言える。

バス停乗車人員予測モデルとして重回帰分析モデルを採用し、変数としてバス停勢力圏内人口、運行頻度、鉄道駅からの距離を用いた。R²は0.6以上であり、有意なモデルであるといえた。

バス停勢力圏の範囲を決めるにあたって、客観的なデータに基づかせるために、実際のバス利用者について世帯とバス停位置を計測することによって算出した。計測可能データに基づいてバス停勢力圏を決定したことにより、モデルの精度向上につながったことが確認された。

Key Words : public transportation, bus, GIS, territory

1. 背景と目的

日高-飯能路線は日高市内2つの団地と3つの鉄道駅を結ぶ路線であり、利用者数は平日約800人、休日約700人である(表-1, 図-1)。2006年に大手バス会社が赤字を理由に撤退した後、イーグルバスが引き継いでいる。団塊の世代の高齢化により、今後特に通勤通学のバス利用者数が減少する可能性がある。

路線維持のためには、公的補助や地域住民による定額運営金の支払いなどの資金補助も考えられるが、まずは企業努力によりサービス改善を試みる必要がある。さらにサービスの改善策として、デマンド化やバスロケーションシステムの導入が考えられるが、それよりも根本的な問題として運賃、路線、運行本数など基本的な設定の見直しが最低限必要であるといえる。本研究では事業者側の視点から、サービス改善の一手法として乗車人員のより多く見込めるバス停位置・バス路線を検討するために、バス停乗車人員予測モデルを作成することを目的とする。

表-1 日高飯能路線のバス運行状況・利用状況の概要(H21.9)

ピーク時間運行本数	日高団地 4本/ピーク1時間 高麗川団地-高萩駅方面 4本/ピーク1時間 飯能駅方面 3本/ピーク1時間
所要時間	日高団地-高萩駅 約8分 高麗川団地-高萩駅 約8分 高麗川団地-飯能駅 約18分
利用状況	平日 約800人 土日祝日 約700人
利用区間の内訳	日高団地-高萩駅 24.6% 高麗川団地-高萩駅 20.5% 高麗川団地-高麗川駅 2.5% 高麗川団地-飯能駅 14.8% 飯能市内-飯能駅 21.3% その他 16.3%



図-1 イーグルバス (高萩駅の様子)

2. 既存研究のまとめ

これまでバス需要予測に関する研究は多く行われてきている。吉田ら¹⁾、崎村ら²⁾は対象地域居住者へアクティビリティダイアリー調査の要素を取り込んだアンケート調査を実施し、調査結果をもとにバス分担率モデル、手段選択モデルをそれぞれ作成し、需要予測に用いている。また竹内ら³⁾はバス路線の潜在需要を表すことができる指標として路線ポテンシャル指標を提案している。これまでバス需要の把握あるいは予測の手法として多く用いられてきたアンケート調査に対し、路線ポテンシャル指標は既存の調査によるデータを用いることにより、客観的に需要を把握することができるという利点がある。杉尾ら⁴⁾⁵⁾、溝上ら⁶⁾はポテンシャル理論を活用し、その実用性を示している。

そこで本研究では路線ポテンシャルを参考にしつつ、よりミクロな視点から個々のバス停位置に着目した。バス停の位置は、バス事業者の過去の経験に基づき慣例的に、もしくは継続的に設置されていることが考えられる。もしバス停を路線上の別の位置へずらせば、利用者が増加する可能性がある。

ポテンシャル理論を用いた既往研究の問題点として、影響人口を包含する範囲である「バス停勢力圏」の決定根拠が客観的データに基づいていないことが挙げられる。バス停勢力圏はバス利用者を取り込むことができる範囲を表し、例えば自治体でも交通空白地域を把握する際などに使われている概念である。自治体におけるバス運行計画などの事例やバス停勢力圏に関する既往研究を整理すると、バス停勢力圏を決定する要因は2つあると言える。ひとつは他バス停、他路線、他交通手段との競合であり、もうひとつは歩行可能な距離の限界値である(図-2)。このうち歩行可能な距離の限界値は、例えばアンケート等の主観的データに基づく予測をもとに決定されていることが多い。また「一般的にコミュニティバスでは半径300m、過疎地域では半径500mとして用いられることが多い」ことなど、経験則をもとに決定している場合もあるだろう。本研究では対象地域において根拠を持ったバス停勢力圏を定めることとする。

3. バス停利用の実態分析とバス停勢力圏

世帯位置とバス停位置の関係からバス停までの歩行距離を計測し、バス停勢力圏の範囲を決定する。2006年度実施ひだか団地・高麗川団地地区住民対象アンケート調査時にナンバリングされた世帯情報を用いた。分析対象は非通勤通学者であり、年齢構成は50歳以上が約83%、利用頻度は週2回もしくは月2回が平均的であった。

各世帯からバス停までの距離の計測にはGIS(Arc View



図-2 バス停勢力圏を決定する2つの要素

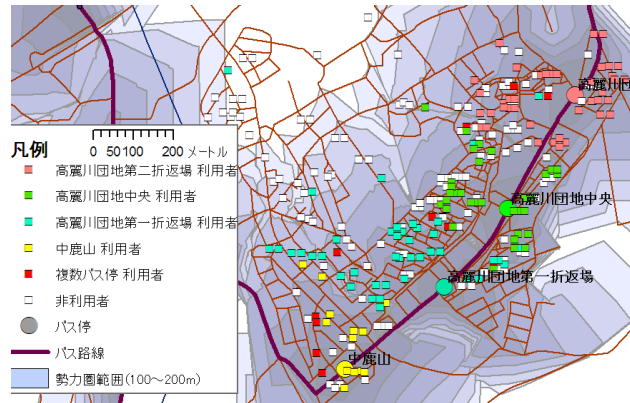


図-3 バス停と世帯の位置関係

表-2 バス停までの距離とバス利用率

単位[人]	通常バス停				始発・終点バス停			
	利用	非利用	無回答	利用率	利用	非利用	無回答	利用率
0m以上100m未満	15	9	123	10%	0	0	1	0%
100m以上200m未満	50	26	872	5%	8	4	279	3%
200m以上300m未満	25	37	640	4%	23	8	308	7%
300m以上400m未満	6	5	173	3%	5	3	99	5%
400m以上500m未満	3	0	56	5%	5	5	59	7%
500m以上600m未満	0	6	50	0%	6	5	52	9%
600m以上700m未満	1	2	27	3%	2	3	20	8%
700m以上800m未満	0	1	17	0%	0	3	6	0%
800m以上900m未満	0	0	1	0%	0	0	0	-
合計	100	86	1959	5%	49	31	825	5%

9.3.1) を用い、ネットワーク距離を計測した。結果として、地区対象内バス停7か所のうち、系統の始発/終着となりうる2バス停において、他のバス停と比較してバス停勢力圏が拡張する傾向が観測された(図-3、表-2)。そこで始発/終着バス停とその他のバス停を通常バス停として区別して集計する。

バス利用者の利用バス停までの歩行距離の最大値は始発/終着バス停、通常バス停でそれぞれ643.2m、674.2mで同程度であったが、中央値は281.6m、185.7mであり、始発/終着バス停のほうが約100m大きかった。本路線は座れないほどの混雑はめったにない路線であるが、始発バス停では出発までの時間をバス車内で余裕をもって過ごせるなど魅力的な要因があり、その為に歩行距離が延長するのではないかと考えられる。

歩行距離の95%タイル値と99%タイル値の歩行距離を

それぞれバス停勢力圏距離として集計したバス停勢力圏内総人口と、各バス停における乗車人員との相関係数はそれぞれ0.767, 0.615であった。バス停勢力圏内の人口はバス停に影響を与える要因のひとつであり、潜在的にバスを利用する可能性のある人数と考えられる。本研究では始発/終着バス停と通常バス停を区別し、歩行距離の95%タイル値である561.0m, 343.0mをそれぞれのバス停勢力圏距離とする。

4. 予測モデルを用いたバス停位置の検討

(1) 重回帰分析による乗車人員予測モデルの作成

2009年度実施OD調査から利用者の約83%が鉄道駅までの移動に利用していることがわかっているため、全ての乗客の目的地は鉄道駅であると仮定してモデルを作成する。分析データとして地域特性情報とバス運行情報を収集した。Auto Passenger CounterやArea Market Simulatorを用いることで、多くのデータ数を効率的に収集・集計することができた(図-4)。

最終的に具体的な数値としての乗車人員を予測したいため、平均的な結果にしか得られないものの、既存情報が活用できる利点を持っている重回帰モデルを選択した。変数は人口について総人口, 世帯数, 生産年齢人口, 高齢人口, 高齢化率を, バスサービスレベルとして運行本数, 路線長, 最短距離と路線長との比を考慮した(表-3)。全ての変数が有意であり, かつ自由度調整済み決定係数 R^2 が大きくなるように変数を選択した結果, 通勤通学時間帯(始発~9:00)モデルとして式(1), 非通勤通学時間帯(9:00~17:00)モデルとして式(2)を得た。鉄道駅までの距離 x_4 は, 鉄道駅から最短距離 $L[m]$ 以内にあるバス停を1, それ以外を0とおいたダミー変数である。

$$y = -1.675 + 0.023x_{1-1} + 0.258x_1 - 6.81x_4 \quad (1)$$

$$y = -2.02 + 0.054x_{1-2} + 0.196x_3 - 5.01x_4 \quad (2)$$

ここで, y : 乗車人員[人]
 x_{1-1} : 生年齢人口[人]
 x_{1-2} : 高齢人口[人]
 x_3 : 運行本数[本]
 x_4 : 駅までの距離 $L = 900m(D)$

説明変数は全て1%で有意であった。 R^2 はそれぞれ0.656, 0.623であり, 説明力のあるモデルであると言える。これまで慣例的に用いられてきた半径500m, 300m勢力圏内人口を用いた場合の R^2 は通勤通学時間帯と非通勤通学時間帯でそれぞれ0.623, 0.520であり, 詳細なバス停勢力圏が特に非通勤通学時間帯モデルの精度向上に大きく貢献したと言える(図-5)。

(2) 日高飯能路線バス地域におけるバス停位置の検討

作成した乗車人員予測モデルを用いて, 日高飯能路線

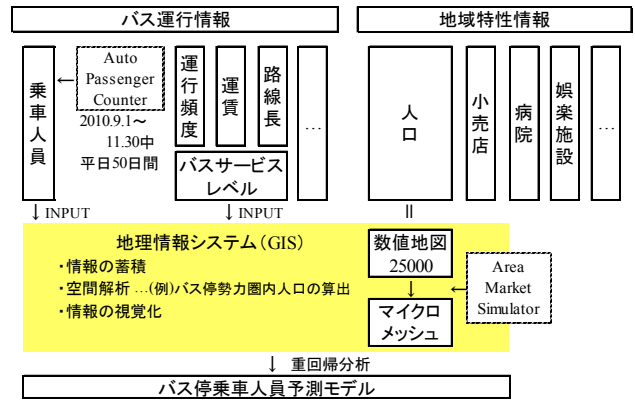


図-4 本研究の諸システムとの関係性

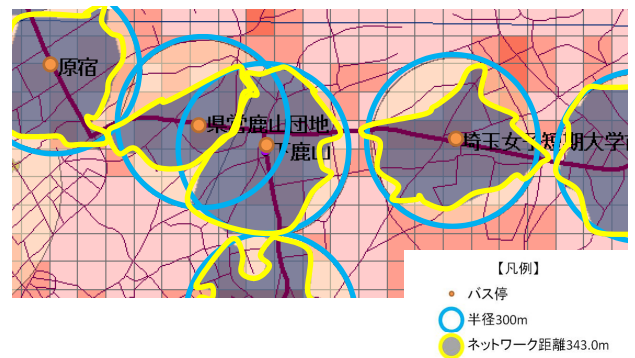


図-5 慣例的なバス停勢力圏(半径300m)とネットワーク距離343.0m範囲との比較

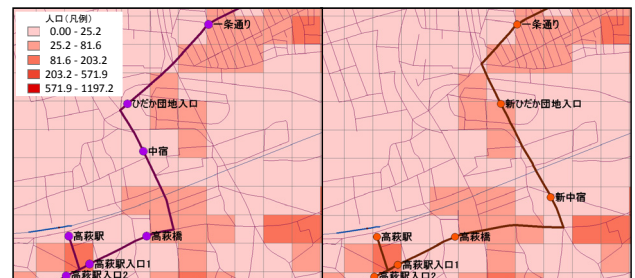


図-6 日高団地周辺の現状路線(左)と提案路線(右)

表-3 現状路線と提案路線の乗車人員比較

バス停名	通勤・通学時間帯		非通勤・通学時間帯	
	現状	提案	現状	提案
一条通り	0	0	3	3
ひだか団地入口	0	-	0	-
中宿	0	-	0	-
高萩橋	3	4	2	3
新・ひだか団地入口	-	6	-	7
新・中宿	-	1	-	1
合計	4	11	6	14

におけるバス停位置を検討する。対象とする区間は, ひだか団地—高萩駅間である。ひだか団地内は利用者が多いものの, 団地より手前にあるひだか団地入口や中宿はほとんど利用者がいない現状である。そこで現状路線の代替案として, 上記2バス停を人口の多い地域へ移動させる路線を提案する(図-6)。

モデルを用いて両路線について乗車人員を予測した結

果、路線全体において乗車人員が増加する可能性が示された(表-3)。特に新ひだか団地入口バス停において新規の利用が見込めるが、これはバス停を移動させることで鉄道駅からバス停までの距離が延長され、これまでバスを使っていなかった居住者の需要を拾うことができたと考えられる。

5. まとめ

本研究ではバス離れ要因をもつ日高飯能路線地域において、経営の改善のひとつのアプローチとしてバス停位置に着目し、バス停乗車人員予測モデルを作成した。モデル作成の際にこれまであまり研究の行われてこなかったバス停までの歩行可能距離について検討を行い、バス停勢力圏としてモデルに反映した。観察可能データに基づくバス停勢力圏の決定や、APCやAMSを用いた効率的なデータ集計による平均的データの利用により、有意な説明力を持つモデルが作成できた。

モデルから算出された数値のみから判断してバスサービスを決めることは危険であるが、計画者が具体的に考えている現実的な路線に関して、路線選択の手助けとなるだろう。

今後の課題として、病院、温泉施設、市役所などの到着側需要を考慮することが挙げられる。日高-飯能路線は多くの人が自宅・鉄道駅間を利用している路線であったが、近年のダイヤ改定で温泉施設や病院を結ぶ新規系統が運行開始したことにより、需要が変化しており、対応が必要である。

なお、今回日高-飯能路線バス地域におけるバス停勢力圏を計測可能データに基づいて決定したが、これは対象地域にのみあてはまるもので、一般的な値ではない。一般的な歩行限界距離を算出するにはより多くの事例を分析する必要がある。ただし、バス停勢力圏は地域特性などにより異なるものであり、一般的な値を算出するには注意が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 吉田樹, 秋山哲男: 外出抑制の緩和に配慮した都市部路線バスの標準的運行計画策定に関する研究, 都市計画論文集, No.39-3, pp.481-486, 2004.
- 2) 崎村武秀, 佐野可寸志, 松本昌二: アクティビリティダイアリ調査データを用いた高齢者の交通行動分析と DRT の導入可能性, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM) Vol.34, No.221, 2008.
- 3) 竹内伝史, 山田寿史: 都市バスにおける公共補助の論理とその判定指標としての路線ポテンシャル, 土木学会論文集, pp.183-192, 1991.
- 4) 杉尾恵太, 磯部友彦, 竹内伝史: GIS を用いたバス路線網計画支援システムの構築—潜在需要の把握による路線評価について, 土木計画学研究論文集, pp.617-626, 2001
- 5) 杉尾恵太, 磯部友彦, 竹内伝史: 企業性と公共性を考慮したバス路線別経営改善方針の提案—素質面と顕在面のギャップを鍵概念として—, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.785-792, 1999
- 6) 溝上章志, 柿本隆二, 橋本淳也: 路線別特性評価に基づく路線網再編手法の提案, 土木学論文集 (793), pp.27-39, 2005

A bus service improvement for increasing the number of passengers in communities with negative trends for bus uses – in Hidaka-Hanno route bus-

Ryoko FUNATO, Kunihiro SAKAMOTO, Hisashi KUBOTA, Masaru YAJIMA and Jyunichi YAMAGISHI

This study focuses on bus stop location at the micro level and develops the forecasting model which estimates the number of passengers at each bus stop about Hidaka-Hanno route area. The resultant explanatory variable of multiple regression analysis is population within bus stop territory, frequency, and distance from railway station. The models have significant level (R^2 is above 0.6).

The bus stop territory is decided by the measurements of distance from every house to bus stop. The analysis shows the distance to bus stop of origin is about 100 meter longer than to the other bus stops. It means the starting bus stop has attracting force such as reduction in waiting time. The detailed bus stop territory based on the data makes contributions to accuracy of the models.

Aging of population, which is one of the serious problems in Hidaka-Hanno area, may have an adverse affect on ridership. The model will be helpful to the bus enterprises and the municipalities for the route maintenance to increase ridership.