

# 地域公共交通の標準的な潜在的利用者数の導出に関する考察

公共システム研究室 吉田絵梨子

## 1. はじめに

近年、地方や過疎地域において、公共交通の利用者は減少し続けており、民間の公共交通事業者のサービスの休廃止や事業者の撤退が懸念される。このため、現在では地方自治体が主体的に公共交通計画を策定することが求められている。策定に関し、サービスの持続可能性ならびに運行形態（需要応答型交通や個別輸送など）等の検討を行うため、サービスの潜在的な利用者数(以下、「潜在利用者数」と呼ぶ)の把握が必要となる。地方自治体の担当者は必ずしも専門家ではなく、簡易な四則演算で潜在利用者数を導出できることが望ましい。

そこで、本研究では、サービス供給対象地域の居住人口に原単位を乗じることで公共交通サービスの潜在利用者数を導出する手法を検討する。

さらに潜在利用者数に影響を与える地域の特性を取り上げ、これらを補正值として用いることで再現性の改善がみられるかについて検討する。

## 2. 本研究の基本的な考え方

本研究では、基本的に人口に原単位を乗じるだけで潜在利用者数を推計する手法を検討する。もっとも、十分な再現性が得られないことも想定される。その場合、ある程度複雑なモデルや付加的なデータを用いることも必要となるかもしれない。しかし、まずは十分に簡易な計算でどこまでの再現性を確保できるのかという視点で、この手法を検討する。

## 3. 分析手法の検討

### (1) 分析手法の検討

まず、任意の市町村におけるバス停ごとに年齢別の潜在利用者数を定式化する。この際、便数の多さに応じて潜在利用者数の顕在化の程度が異なることを減衰項の導入によって表現したモデルを構築する。また、原単位にそれぞれのバス停の勢圏人口を乗じて顕在的な利用者数の推計値を求め、その値が実際に観測された利用者数を再現しているのかを、適中率(±30%)を用いて確認する。

### (2) バス停の年齢別潜在利用者数

バス停  $i$  における年齢  $z$  に関する 1 日当たりのバスの潜在利用者数は  $y_i(z)$  は次式で表される。

$$y_i(z) = \lambda(z)x_i(z)$$

また、バス停  $i$  の任意の路線  $m$  に関する潜在利用者数は次式で表される。

$$y_i^m(z) = \frac{\pi(m)}{\sum_m \pi(m)} y_i(z) \quad (2)$$

### (3) 市町村ごとの潜在利用者数の推計

路線  $m$  のバス停  $i$  における潜在利用者数の期待値が  $y_i^m(z)$  のもとで、1 日あたり  $b_i^m(z)$  の乗降客数が観測される確率  $g_i^m(z)$  は次式で表される。

$$g_i^m(z) = \frac{(\bar{y}_i^m(z))^{b_i^m(z)} e^{-\bar{y}_i^m(z)}}{b_i^m(z)!} \quad (3)$$

$$\bar{y}_i^m(z) = y_i^m(z) \cdot (1 - e^{-\alpha\pi(m)}) \quad (4)$$

式(4)の左辺は顕在的な利用者数を表しており、 $y_i^m(z)$  に乗じられている  $1 - \exp[-\alpha\pi(m)]$  は、便数  $\pi(m)$  に関する潜在利用者数の減衰を表している。

路線  $m$  における任意のバス停  $i$  で  $b_i^m(z)$  の乗降客数を観測した場合の尤度関数は次式で表される。

$$\prod_i \prod_z g_i^m(z) \quad (5)$$

また、全ての路線に関する尤度関数は次式で表される。

$$\prod_i \prod_m \prod_z g_i^m(z) \rightarrow \max \quad (6)$$

最尤推定により市町村ごとの原単位を算出する。

### (4) 標準的な潜在利用者数の推計

すべての市町村のデータを一括して用いた最尤推定を行い、代表的な原単位を算出し、再現性を確認し、再現性に問題がなければ、代表的な原単位をもって標準的な原単位とする。

## 4. 原単位の推計

### (1) 対象地域と使用するデータ

岩手県北上市、兵庫県新温泉町、鳥取県鳥取市、島根県江津市、同県益田市の 5 市町における路線バスを対象に事例分析を行った。対象とした路線数は 31、バス停数は 521 である。バス停の乗降客数は各市町村で実施された乗降実態調査を用いた。

表1 各市町村における年齢別の原単位(1日あたり)

項目	北上市	新温泉町	鳥取市	江津市	益田市
15~19歳	0.114	0.363	0.089	0.024	0.100
一般	0.029	0.026	0.025	0.029	0.041
高齢者	0.083	0.071	0.047	0.078	0.042
便数減衰 $\alpha$	0.124	0.178	0.055	0.010	0.065

(2) 市町村ごとの潜在利用者数の推計

本研究では、バス停から半径 300m 以内を路線バスのサービス圏とした。年齢  $z(z=1,2,3)$  は 15~19 歳, 一般(20~64 歳), 高齢者(65 歳以上)の 3 つの層とした。人口は平成 17 年の国勢調査を用いた。年齢別のサービス圏内人口と、各市町村の乗降実態調査から得られた 1 日あたりの乗降客数を用いて推計した原単位, ならびに便数に関する減衰パラメータを表 1 に示す。

(3) 標準的な潜在利用者数の推計

まず、年齢別の代表的な原単位を求めた。これを用い、各市町村で再現性を適中率を用いて確認したところ、市町村ごとの原単位を用いた場合と原単位の代表値を用いた場合とで著しい変化は見られなかった。よってこの代表的な原単位は、標準的な原単位として適切であると判断できる。

5. 地域特性を踏まえた減衰項の導入による補正

地域の特性を反映した減衰項の導入による潜在利用者数の補正を試み、それによる再現性の改善がみられるかどうかを検討する。

補正を指数型の減衰項によって表すと、(7)式のようになる。

$$\bar{y}_i^m(z) = y_i^m(z) \cdot (1 - e^{-\alpha \pi(m_i)^2}) \prod_{h \in H} e^{-\alpha_h u_h} \quad (7)$$

なお、上式において、潜在利用者数に影響を与える地域の要因(便数を除く)の集合は  $H$ , 任意の要因は  $h$  で表されている。

補正項目として、すでにモデルに導入がなされている便数の他に超高齢化率, 高齢者の免許保有率, 高齢者の単身世帯率, 日中高齢者のみではない世帯率とした。その理由を、以下に示す。なお、以上の項目はすべて、一般に公表されているデータであり、自治体の担当者が容易に入手可能である項目である。

超高齢化率: 65 歳以上人口のうち 85 歳以上人口が占める割合を超高齢化率と呼ぶ。この割合が高いことは、元気で長寿の高齢者が多く、自立性の高い高齢者が多いという指標としての意味と、加齢による影響を受ける人々が多いとい

表2 補正項目の組み合わせごとの適中率

	超高齢化率	高齢者免許保有率	高齢者単身世帯率	日中高齢者のみではない世帯率	鳥取市の適中率	新温泉町の適中率
パターン1	—	—	—	—	0.667	0.222
パターン2	○	—	—	—	0.667	0.222
パターン3	—	○	—	—	0.667	0.222
パターン4	—	—	○	—	0.667	0.222
パターン5	—	—	—	○	0.667	0.222
パターン6	○	○	—	—	0.667	0.333
パターン7	○	—	○	—	0.667	0.222
パターン8	○	—	—	○	0.667	0.222
パターン9	—	○	○	—	0.5	0.222
パターン10	—	○	—	○	0.667	0.333
パターン11	—	—	○	○	0.667	0.222
パターン12	○	○	○	—	0.667	0.333
パターン13	○	○	—	○	0.667	0.333
パターン14	○	—	○	○	0.667	0.222
パターン15	—	○	○	○	0.667	0.333
パターン16	○	○	○	○	0.667	0.333

う意味があり、いずれにせよ、超高齢化率が高いと公共交通を利用する可能性低いと考えられる。

高齢者の免許保有率: 免許を持つ高齢者の割合が高いと、車を運転する人の割合が高いため、公共交通を利用する可能性が低くなると考えられる。

高齢者の単身世帯率: 単身の人は、外出が億劫となり、外出を控えがちになることが考えられる。ひいては公共交通を利用する可能性も低くなると考えられる。

日中高齢者のみではない世帯率: 日中に同居者がいると送迎を依頼しうる可能性が高いため、この割合が高いと公共交通を利用する可能性が低いと考えられる。

5 つの補正項目のうち、便数とその他の項目を様々な組み合わせで再推計した。その結果として得られる適中率を表 2 に示す。超高齢化率, 高齢者免許保有率に適中率の増加への効果がみられた。よって、潜在利用者数の補正を考える際、便数と超高齢化率と高齢者免許保有率の組み合わせで補正することが有効であると考えられる。

6. おわりに

今後の課題として、潜在利用者数の補正に関し、鳥取市と新温泉町の 2 つの地域だけでなく、対象とする地域を増やして検討することが考えられる。