

大阪大学工学部地球総合工学科 学生会員 ○角野 惇  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 土井健司

大阪大学大学院工学研究科 正会員 猪井 博登

**1. 本研究の目的**

輸送人員が減少傾向にある近年の路線バス事業では、バスの需要予測を行い、その需要に沿った運行経路やバス停位置、運行頻度を設定することが求められている。本研究では、バスの需要予測に、路線バスで使用できる交通系 IC カードの登録者データ(登録者の住所など)および利用実績を導入し、予測精度の向上を目指す。具体的には、バスの IC カードを購入し、登録する人はバスを利用する可能性が高いと言える。つまり、IC カード登録者の分布を予測することで、バスの需要を把握する。

一方、バス停周辺の人口をもとにバス路線の潜在集客能力を計測するポテンシャル理論<sup>1)</sup>という手法がある。本研究は、ポテンシャル理論の考え方を参考に、IC カードデータを用いた路線バスの需要予測を行い、その結果について検証を行った。

**2. 需要予測の手法**

図 1 に示す手順で需要予測を行った。

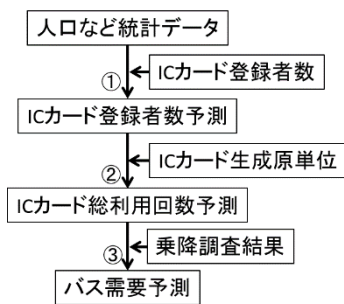


図 1 路線バス需要予測の流れ

**1) IC カード登録者数予測**

まず、人口やバス停までの距離などを用い、重回帰分析を行うことで「町丁目別 IC カード登録者数」を予測するモデル式を作成する。次に、ポテンシャル理論でも用いられているバス停勢力圏(バス停周

辺半径 500m)を設定し、「バス停別 IC カード登録者数」を算出する。

**2) IC カード総利用回数予測**

バス停別 IC カード登録者数に「登録者一人一日当たりの IC カード利用回数(グロス生成原単位)」を乗じ、一日当たりの「バス停別 IC カード総利用回数」を算出する。グロス生成原単位は IC カード履歴データを曜日(平日・土日祝)、降雨の有無によって分類し、それぞれの場合において履歴データの件数(トリップ数)を登録者数で除することで求めた。

**3) バス需要予測**

過去に行われた乗降調査の結果(各バス停の乗降者数)を用いて、IC カード利用者数(=IC カード総利用回数)から IC カード利用者以外も含めた全利用者数を予測する単回帰式を作成し、バス停別 IC カード総利用回数を代入することで、全利用者数を算出した。

**3. ケーススタディ：姫路市における路線バス需要予測**

本研究では、兵庫県姫路市をケーススタディとして需要予測を行った。姫路市内では、ほぼ全ての路線バスを神姫バスが運行している。また、神姫バスは IC カード「NicoPa」を発行している。なお、IC カード登録状況に差が見られたため、過去に旧姫路市営バスが運行していた地域(南部)とそれ以外の地域(北部)に分けて予測を行った。

**1) IC カード登録者数予測の結果**

<町丁目別 IC カード登録者数の予測式>

[北部] 自由度調整済決定係数 0.696

$$\hat{y} = 12.153 + 0.124X_1 - 0.017X_2 + 0.015X_3$$

[南部] 自由度調整済決定係数 0.868

$$y = 1.010 + 0.052x_1 - 0.003x_2 + 0.017x_3 - 0.009x_4$$

$y$  : 町丁目別 IC カード登録者数(人)

$x_1$  : 人口(人)

$x_2$  : 高頻度バス停までの距離(m)

$x_3$  : 駅までの距離(m)

$x_4$  : 中頻度または高頻度バス停までの距離(m)

なお、得られた重回帰式について F 検定を行ったところ、どちらの式も有意確率 1% で有意となった。

## 2) グロス生成原単位算出結果

NicoPa の 2013 年 10 月 8 日～31 日の IC カード履歴から、バス利用トリップの生成原単位をグロスで計算した。なお、1)と同様に南北に分けて算出した。

表 1 バス利用トリップ生成原単位の算出結果

登録者所在地	曜日	降雨	生成原単位 (単位トリップ/日)
北部	平日	なし	0.252
北部	平日	あり	0.266
北部	土日祝	なし	0.110
北部	土日祝	あり	0.132
南部	平日	なし	0.226
南部	平日	あり	0.231
南部	土日祝	なし	0.070
南部	土日祝	あり	0.092

## 3) 全利用者数を予測する単回帰式

$$y = 4.05 + 2.26x \quad (\text{相関係数 } 0.983)$$

$y$  : 全利用者数

$x$  : IC カード利用者数

## 4) 全利用者数の姫路市内総計

利用者数を姫路市内の全バス停で合計すると、予測値は 26,658 人となった。一方、乗降調査結果の値(実測値)の合計は 39,556 人であった。

## 5) 考察

姫路市内全バス停の利用者数を合計すると予測値は実測値を約 13,000 人下回った。本予測では姫

路市内居住者の姫路市内の利用のみを対象としたため、このような差が現れた。

次に、実測値と予測値の比較を行った。本研究の予測では、バス停周辺の IC カード登録者数に生成原単位を乗ずることで利用者数を予測した。すなわち、本研究の予測は起点側の需要について取り扱っていることとなる。そこで、鉄道駅(例:「姫路駅北口」)、病院(例:「日赤病院前」)、大学(例:「県立大工学部」)等の目的地となりうるバス停(特異点)を除いた上で相関分析を行った。すると、有意確率 1% で相関が見られ、相関係数は 0.520 となった。すなわち、本研究の予測によって、起点側の需要を把握することができたと言える。また、系統や路線毎に予測値を足し合わせることで、系統や路線別の需要予測に使用することができると考えられる。

## 4. まとめ

本研究で行ったバスの需要予測では、バス停周辺の IC カード登録者数を予測することによって、起点側の需要を予測することができた。今後、姫路市外居住者の利用や、特異点の取り扱いを考える必要がある。また、バス停の新設による利用者数の変化を本研究の手法を用いて予測し、実際にバス停を新設した際の変化と比較する必要がある。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、IC カードデータをご提供いただきました大畑憲幸様、竹内宏様、佐藤匡様をはじめとした神姫バス株式会社、需要予測方法の構築に助言、ご支援をいただきました国土交通省神戸運輸監理部の金澤重之様、山本吉英様をはじめとした姫路市都市局には、大変お世話になりました。この場を借りて御礼申し上げます。

## <<参考文献>>

- 1) 山田寿史・竹内伝史・鈴木武：バス路線の経営分析と潜在集客能力，土木計画学研究・講演集 No.8, pp.169~175, 1986.