

# IV-118

## 路線勢力圏を用いた路線別乗車人員推計モデルの開発

中部大学大学院 学生会員 杉尾 恵太

中部大学工学部 正会員 竹内 傳史 磯部 友彦

### 1. 研究目的

現在の市営バスの経営状態は、近年の自家用自動車利用者の増加などによる乗降客の減少や、道路事情の悪化等の原因によって、非常に苦しい経営を強いられている。本来、市営バスは赤字路線を黒字路線で補う内部補助により、独立採算性で経営することを基本原則としている。しかし、現状はそれすらも困難である。そこで、本研究では市営バスの経営を好転させるためには乗車人員の増加が必要であると考え、名古屋市営バス(平成6年度現在1169停留所、120路線、乗客約54万人/日)を例として乗車人員推計モデルを開発し、経営改善に役立てることを目的とした。

### 2. 路線特性による乗車人員モデルの開発

乗車人員推計モデル 表1 路線特性概要

| 説明変数       | 平均     | 標準偏差(X) |
|------------|--------|---------|
| 運行頻度       | 9.4    | 78.1    |
| 競合率        | 0.23   | 180.6   |
| 実質系統長      | 8.3    | 22.8    |
| 表定速度       | 12.7   | 12.7    |
| 経過駅乗客人口    | 192543 | 112.6   |
| バス停間平均所要時間 | 0.03   | 26.9    |

ルの開発のために、路線特性を表す指標として、表1に示す6指標を作成した。ここで、運行頻度とは午前7時～8時の運行本数であり、経過駅乗客人口とは路線が鉄道駅を経過したときの、その駅の降車人員をまとめたものである。これらの指標を用いて乗車人員推計モデルの開発を行うが、運行頻度については、これが乗車人員に従属するものであるという考え方もできるため、モデル作成にあたっては、運行頻度を含むモデルと、含まないモデルとに分けて作成することとした。

乗車人員推計 表2 乗車人員推計モデル表(1)

| 説明変数       | 運行頻度 有<br>モデル1 | 運行頻度 無<br>モデル2 |
|------------|----------------|----------------|
| 運行頻度       | 435.2/ 0.71    | —              |
| 競合率        | -2581/-0.17    | -7995/-0.54    |
| バス停間平均所要時間 | 57205/-0.10    | 110479/-0.20   |
| 経過駅乗客人口    | —              | 0.004/ 0.19    |
| 表定速度       | —              | 317.8/ 0.11    |
| 定数項        | 3456/ —        | 7159/ —        |
| 自由度調整決定係数  | 0.727          | 0.428          |
| 重相関係数      | 0.857          | 0.668          |

備用帰係数/標準偏帰係数  
モデルを総当たり法による重回帰分析(偏回帰係数のt値による有意水準5%の検定を行った)で開発したところ、表2のような結果となった。まず、運行頻度を含むモデルとしては、モデル1が得られた。このモデルでは乗車人員を増加させる要因として運行頻度が非常に大きな影響を与えている事がわかる。ま

た、他路線との競合が高くなり、バス停間の所要時間が長くなれば、乗車人員が減少してしまう。次に、運行頻度を含まないモデルとしてはモデル2を得た。競合率およびバス停間平均所要時間についてはモデル1と同じ様な影響を与えており、このモデルではさらに駅から多くの降車人員を得るほど、表定速度が速くなるほど乗車人員が多く得られる結果となった。

モデル1では重相関係数 $r=0.86$ と、かなり乗車人員が説明できていると言えるが、モデル2では重相関係数 $r=0.67$ であり、モデル1よりかなり説明力が低下している。そこで、路線の特性だけでなく、路線がどのような地域を経由するか、すなわち、路線沿線の特性についても考慮することで乗車人員推計モデルの向上を目指すこととした。

### 3. 路線勢力圏特性の定義と計測

路線沿線の特性を表す指標として路線ポテンシャルを導入することとした。これは路線沿線に存在するバスを利用する可能性のある交通の発生量を計測するものであり、この算出方法としては、基本的に昭和62年に山田によって提案された理論を踏襲している。

路線ポテンシャルは図1に示した4つの手順を経て計測される。図中(1)のバス停勢力圏人口(P)とは、バス停勢力圏を半径500mの円と、運行頻度から得られる他バス停との境界線とで設定する渡辺<sup>2)</sup>の提案した方法に基づき

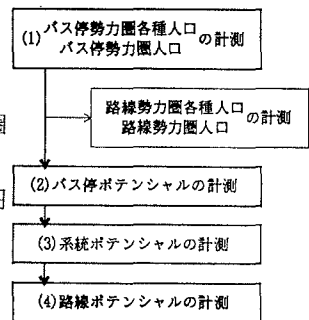


図1 ポテンシャル計測手順

作成し、その内に含まれる居住人口( $P_r$ )、第三次産業従業者数( $P_b$ )、郊外人口( $P_s$ )、学校の在籍生徒数( $P_e$ )、病院の病床数( $P_m$ )を式(1)によってまとめたものである。また、バス停勢力圏内の居住人口、第三次産業従業者数等をまとめてバス停勢力圏各種人口とする。

$$P = (1.0P_r + \alpha P_b + \beta P_s + \gamma P_e + \delta P_m)R_i + P_t \cdots (1)$$

ここで、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ は居住人口の重みを1.0とした場合の各項の重み係数である。また、 $R_i$ とは鉄道駅勢力圏の補正係数であり、 $P_t$ とは鉄道駅からバスを利用する交通量を表したターミナルポテンシャルである。(2)はバス停勢力圏人口から発生する公共輸送の発生量を求めたものである。また、(3)はバス停ポテンシャルを系統ごとにまとめ、系統係数を乗じることで求められている。系統係数とは、沿線から発生する交通量の中で、その系統のみで完結できる交通量を比で表したものである。以上の手順を踏んで求められた系統ポテンシャルを路線にまとめあげて、路線ポテンシャルを計測している。また、路線勢力圏各種人口、路線勢力圏人口は、それぞれバス停勢力圏各種人口、バス停勢力圏人口を路線でまとめたものである。

以上の方  
法により計  
測された路  
線勢力圏特  
性の概要を  
表3に記す。また、路線勢力圏人口、路線ポテンシャルについて乗車人員との単相関分析を行ったところ、路線勢力圏人口は $r=0.54$ 、路線ポテンシャルは $r=0.43$ という結果を得た。本来ならば路線ポテンシャルの方が良い相関が得られると思われたが、路線勢力圏人口の方が良いという結果となった。この理由として、路線ポテンシャルはその前段階の系統ポテンシャルの時点で系統係数を乗じているが、それがその路線のみで交通が完結できる交通量の比であるため、他のバス路線および交通機関への乗り換えが考慮できず、実際のバス利用者の利用実態を表せないためであると考えられる。

#### 4. 路線勢力圏特性を含めた乗車人員モデルの開発

計測した路線勢力圏特性を含めて、乗車人員推計モデルの改良をすることにした。その結果を表4に示す。

表4 乗車人員推計モデル表(2)

| 説明変数       | 運行頻度 有      |             |             |             | 運行頻度 無      |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            | モデル3        | モデル4        | モデル5        | モデル6        |             |
| 運行頻度       | 362.3/ 0.59 | 363.4/ 0.59 | 333.0/ 0.59 | —           | —           |
| 競合率        | -3509/-0.24 | -3206/-0.22 | -3893/-0.22 | -8017/-0.54 | —           |
| 表定速度       | 374.7/ 0.13 | 249.1/ 0.09 | 187.2/ 0.09 | 672.6/ 0.24 | —           |
| 経過駅乗客人口    | —           | —           | —           | —           | 0.003/ 0.15 |
| 路線勢力圏居住人口  | 0.05/ 0.16  | —           | —           | —           | 0.095/ 0.30 |
| 路線勢力圏生徒数   | 0.16/ 0.19  | —           | —           | —           | 0.232/ 0.27 |
| 路線勢力圏人口    | —           | 0.039/ 0.26 | —           | —           | —           |
| 路線ポテンシャル   | —           | —           | 0.043/ 0.26 | —           | —           |
| 定数項        | -4579/ —    | -3115/ —    | -18999/ —   | -5373/ —    | —           |
| 自由度調整済決定係数 | 0.792       | 0.778       | 0.735       | 0.606       | —           |
| 重相関係数      | 0.893       | 0.886       | 0.876       | 0.789       | —           |

偏回帰係数/標準偏回帰係数

まず、運行頻度を含むモデルとしてモデル3、4、5を作成した。ここで、モデル3は路線勢力圏各種人口、モデル4は路線勢力圏人口、モデル5は路線ポテンシャルを用いている。その結果、路線ポテンシャルより路線勢力圏人口の方が乗車人員との相関がよく、さらに、式(1)によってまとめあげられる前段階である路線勢力圏各種人口を使用したモデル3が最もよく乗車人員を説明できていることがわかった。このモデルは、路線が多くての居住人口、生徒数を得るほど、すなわち、路線沿線に住宅や学校が多いほど乗車人員が増加することを表している。また、最も乗車人員に影響を与える指標は運行頻度であった。路線勢力圏特性の影響としては、それを含まないモデル1の決定係数と比較したところ、若干の説明力の向上(6.3%改良)が見られるに止まった。次に、運行頻度を含まないモデルとしてモデル6を作成した。このモデルでもモデル3と同じように路線勢力圏居住人口および生徒数が影響している。また、モデル2と同様に経過駅乗客人口も見られる。このモデルに対しての路線勢力圏特性の影響は、モデル2と比較してかなり説明力が向上(17.6%改良)している。

#### 5. 結論

本研究で得られた最良の乗車人員推計モデルは、運行頻度を含むものではモデル3、含まないものではモデル6であった。このどちらも路線勢力圏特性として、路線勢力圏居住人口、路線勢力圏生徒数を用いている。これらは、路線勢力圏特性としては最も基本的なものであり、路線勢力圏人口、路線ポテンシャルより相関が高いと言うことは、山田の提案した計測方法自体が現在のバス利用状況を表しきれないと考えられ、その改良を考える必要がうかがえる。

今後は乗車人員推計モデルの向上を図るために、鉄道との競合など、現時点で考慮されていない路線の特性を表す指標を作成すると共に、路線沿線の特性として、乗車人員に影響のあると考えられるものについて指標化を行いたい。最後に、本研究の実施にあたり、資料を提供して頂いた名古屋市交通局に深く感謝する。

#### 【参考文献】

- 1) 山田寿史：路線ポテンシャルを用いた都市バスの経営状況の分析、中部大学修士論文(1987年)
- 2) 渡辺千賀恵：バス運行頻度の影響を考慮したバス停勢力圏の簡便区域法、土木計画学研究・講演集、No. 2, pp. 61~68, (1985年)
- 3) 名古屋市交通局：交通事業の現状と課題(1994年)
- 4) 加藤晃、竹内博史：土木計画学のためのデータ解析法、共立出版(1981年)