

IV-371

大都市のバス事業における乗客発生構造の分析

中部大学 正会員 杉尾 恵太

中部大学 正会員 磯部 友彦

1. はじめに

近年、私的モータリゼーションの進展によって、いわゆるバス離れは進行している。これにより、バス事業は非常に厳しい赤字経営を強いられており、独立採算制を基本とした経営では、最低水準のサービスですら存続が困難な状況にある。したがって、これからのバス事業は、サービスの質を向上させ、その上で経営を可能とするように改善していく必要があろう。

そこで本研究では、このバス事業の抱える問題に潜む因果関係を明確にすることから始め、これらの関係を構造的に把握する。そして、これを検討することによって、効果的な経営改善策を提示することを目的とする。また、この構造を明確にすることは、これまで演繹的に述べられてきた経営改善策に対して、統計的な裏付けを検討することを可能とする。しかし、非常に複雑なバス事業構造を、一つの因果モデル内に、全て網羅することは困難である。そこで、まず「バス事業の基礎となる乗客発生の構造」に着目して因果モデルを構築し、分析を行う。

2. バス事業構造モデルの構築手法

本研究では、平成6年度の名古屋市営バス117路線における、乗客の発生に関連するデータを分析対象とする。この理由として、名古屋市営バスは、市全域をほぼ独占状態で運営しており、また、多様な特色を持つ路線が混在しているためである。

表1に、使用した観測変数を示す。それぞれの持つ意味合いを考慮して、概ね4つに区分した。ここで、これらのデータは、各々のバス路線毎に具体的に得られる変数であるため、以降は観測変数と称する。

これらの観測変数から、バス事業を構成する要素を表す変数（以降、潜在変数と称す）を抽出し、各変数間に存在する因果関係の仮説を基に、共分散構造分析（LISRELモデル）を用いて、乗客発生構造を構築する。

ここで、因果関係を示す測定方程式、構造方程式は、

表1 乗客発生に関連する観測変数

①乗客特性	乗車人員・定期券率
②利用者サービス特性	運行回数・表定速度 営業時間
③路線配置特性	系統長・競合率・都心進入角 迂回量・接続駅人員
④路線沿線特性	昼夜間人口差・経過地自動車原単位 居住人口・業務人口・生徒数 病床数

式(1)(2)および式(3)のようにそれぞれ定式化した。

$$\text{測定方程式: } x_i = \lambda_{ij} \times \xi_j + e_i \quad \dots (1)$$

$$\text{or } x_i = \kappa_{ij} \times \eta_j + e_i \quad \dots (2)$$

$$\text{構造方程式: } \eta_i = \sum (\gamma_{ij} \times \xi_j) + \sum (\beta_{ij} \times \eta_j) + \zeta_i \quad \dots (3)$$

ただし、 x_i : 観測変数、 ξ_j : 外生的潜在変数、
 η_j : 内生的潜在変数、 e_i, ζ_i : 誤差変数、
 $\lambda_{ij}, \kappa_{ij}, \gamma_{ij}, \beta_{ij}$: 因果係数

3. バス事業に潜む共通因子の抽出

乗客の発生に関わる観測変数から潜在変数を見い出すため、因子分析を試みた。抽出された共通因子を潜在変数として設定する。ここで本研究では、「乗客の特性は、バス事業の結果として決まるものである」という仮説を前提として進めている。そのため、ここでの因子分析は、①乗客特性のデータを除いた観測変数について行うこととした。

表2に、各共通因子における固有値、寄与率、累積寄

表2 因子分析結果

	第1因子 経過地特性	第2因子 集客能力	第3因子 閑散地域 走行性	第4因子 路線の サービス底さ	第5因子 周辺施設
因子の固有値	3.940	2.671	2.040	0.994	0.893
寄与率(%)	28.1	19.1	14.6	7.1	6.4
累積寄与率(%)	28.1	47.2	61.8	68.9	75.3
昼夜間人口差	0.863	-0.007	-0.024	-0.114	0.025
業務人口	0.826	0.181	-0.453	-0.169	0.339
都心進入角	0.563	0.101	0.002	-0.330	-0.344
自動車原単位	-0.878	0.069	0.211	0.145	-0.234
運行回数	0.096	0.905	-0.280	-0.410	0.165
接続駅人員	-0.035	0.790	-0.444	-0.085	0.426
競合率	-0.034	-0.829	0.080	0.167	0.105
系統長	-0.041	-0.225	0.840	0.074	-0.086
表定速度	-0.491	0.164	0.609	-0.337	-0.467
病床数	0.408	0.283	-0.673	-0.088	0.521
居住人口	0.110	0.616	-0.708	-0.118	0.395
迂回率	-0.263	-0.095	0.018	0.889	0.099
営業時間	0.044	0.606	-0.082	-0.784	-0.105
生徒数	0.133	0.112	-0.248	0.113	0.877

※網掛け部は、各因子に影響力の高い観測変数

キーワード バス事業 バス政策 乗客発生構造 共分散構造分析

連絡先 Address 愛知県春日井市松本町1200

Tel 0568-51-1111

Fax 0568-52-0134

与率および、抽出された5つの因子に対する各観測変数の因子負荷量を示す。

まず、固有値1.0以上、累積寄与率70%以上を基準として、因子数を設定したが、固有値1.0以上を重視すると、3つの因子しか抽出されない。そこで、累積寄与率70%以上を重視し、因子数を5つに設定した。

ここで得られた各因子の名称とその概略を以下に示す。なお、第5因子は生徒数のみでしか強い関係を持たないので、この因子を潜在変数として因果モデルを構成することが困難となる。そのため、第3因子と第5因子の双方ともに関係が比較的強い病床数を第3因子と対応させずに第5因子のみに対応させた。

因子1 経過地特性：「路線がどのような地域を経過するか」を示す因子であり、これが大きくなることは、都心地域との関係の深い路線であると推測される。

因子2 集客能力：沿線からの需要に左右されない、路線の持つ純粋な集客能力を示すものと考えられる。

因子3 閑散地域走行性：この因子は「路線が人口の閑散とした地域を走行しているか」を示す。また、走行環境から来る高速走行の一面も持っている。

因子4 路線のサービス低さ：「サービスの低さ」すなわち、「バスの利用しにくさ」を示す因子である。

因子5 周辺施設：路線沿線に学校や病院などの集客施設からの需要を意味する因子である。

以上の5つの因子を潜在変数と設定する。これに表1の①乗客特性から構成される潜在変数を加え、6つの潜在変数を用いて乗客発生因果モデルを構築する。

4. 乗客発生因果モデルの構築

設定された潜在変数に対して、そこから類推される因果関係の仮説に基づいて、共分散構造分析を行った。図1はこの因果モデルにおける各因果係数の、標準化された推定値とt検定の結果を示したパス図である。

分析結果から、このモデルにおける全体的な適合度GFIは0.746となっている。ここで、この数値はあまり高い説明力とは言えないが、各因果係数のt値は、有意水準1%でほとんどの関係において、有意水準5%では全ての関係において有意な差を得ている。そのため、各因果関係の傾向を概観することは可能であると判断し、このモデルについて検討を行った。

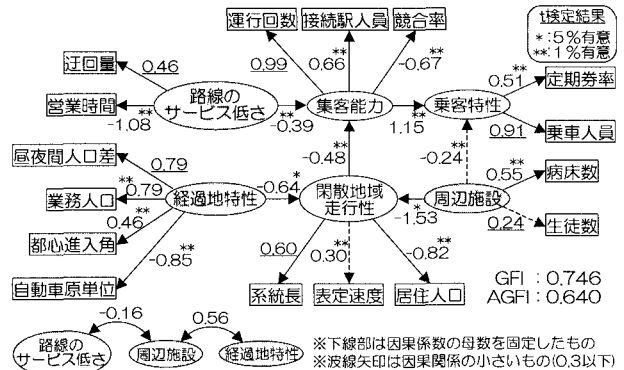


図1 乗客発生因果モデルのパス図

図1から「乗客特性」は「集客能力」との間に強い因果関係を持つ事が分かる。ここで、「集客能力」自体は路線そのものが持つ純粋な集客能力を表す潜在変数であり、沿線からの潜在的な需要は考慮されない。しかし「閑散地域走行性」との関係から、沿線からの需要が見込めないほど、集客能力が低下することが分かる。このことから「集客能力」が沿線地域からの潜在的な需要に多少なりとも影響を受けていると判断できる。したがって「集客能力」と「乗客特性」との間の因果関係を言葉に示せば、「路線が持つ潜在的な集客能力が原因となって、乗客の特性は決定付けられる」と言い換えることができる。この関係に高い影響力が見られることは、潜在的な集客能力を操作することで、乗客の特性を変化させることができることを表すものと言える。

5. まとめ

乗客発生因果モデルを概観すると、「乗客の特性は潜在的な集客能力によって決定付けられる」ことに強い因果関係が得られた。これは、これまで演繹的に述べられてきた事であるが、これに対して統計学的な裏付けが得られたことは、本研究の成果であろう。

今後は、本論文であまり取り入れていない、利用者の観点に立った時の、乗客発生を構成する要素を示す指標を加味していく。これらを導入することで、乗客発生構造モデル全体の説明力の向上を図り、バス事業の現状を解決する方法を模索していきたい。

【参考文献】

- (1)名古屋市交通問題調査会「市営交通事業のあり方と経営改善化方策(第四次答申) -バス事業の新たなあり方と経営基盤整備の方向-」(1997, 名古屋市)
- (2)豊田秀樹・前田忠彦・柳井晴夫「原因をさぐる統計学 -共分散構造分析入門-」(1992, 講談社・ブルーバックス)
- (3)豊田秀樹「SASによる共分散構造分析 SASで学ぶ統計的データ解析3」(1997, 東京大学出版会)