

路線別特性評価に基づくバス事業の路線別経営評価手法の提案*
An Evaluation of Bus Business based on Characteristic Evaluation of Bus route*

柿本竜治**・谷水宏行***・溝上章志****

By Ryuji KAKIMOTO**, Hiroyuki TANIMUZU***, and Shoshi MIZOKAMI****

1. はじめに

バス利用者は年々減り続け、乗合バス事業者の85%が経常赤字の状況である。平成14年2月の道路運送法の改正により、需給調整規制が廃止され、バス事業への参加・退出は認可制となり、不採算路線からの撤退が容易になった。しかしながら、不採算路線の一部には市民の生活の足として欠かせない路線もあり、路線の廃止は日常生活に影響を与えかねない。不採算路線への公的補助金の投入は、バス事業の公共性を考慮すれば妥当なものだと言えるが、安易な補助は、企業努力の喪失や公的財源の圧迫をもたらす恐れがある。そのため補助対象路線の検討に際しては、十分な吟味を行い適切な路線を抽出する必要がある。

そこで、本研究ではバス路線の生産効率性と潜在的な需要ポテンシャルの双方から路線の機能分類を行い、補助対象路線や路線毎の経営改善項目の抽出を行う方法を提案することを目的とする。

2. バス路線の機能分類

杉尾ら¹⁾はバス事業環境を企業性と公共性の側面から捉え、そして各バス路線の素質面と顕在面の2つ観点をこの2つの側面それぞれに設定し、路線分類を行なっている。分類された路線に対して、1. 集客能力の向上(収入増加策)、2. 経費の抑制(支出削減策)、3. 路線編成の合理化(支出削減策)、4. 公的補助の導入といった4つの経営改善方針に基づいて改善案を提示している。

それに対して、本研究では、もっと企業経営論的

に路線の内部環境と外部環境に着目して分類方法を検討する。ここでは、バス事業環境を経営資源が有効活用されているかといった内部環境をバス事業の生産性と収支性で、外部環境を対象路線の潜在需要と公共性で捉える。そして、潜在需要の顕在化度を集客に対する努力の指標として見なし集客性とする。この集客性と生産性を合わせて「企業努力面」、収支性と公共性を合わせて「経営・環境面」とし、この2つの側面から路線分類を行う。

図-1は、生産性と集客性で構成される「企業努力面」と、公共性と収支性で構成される「経営・環境面」という座標面をそれぞれ設定したものであり、「企業努力面」の象限をBE1~BE4、「経営・環境面」の象限をME1~ME4で表している。本研究では、この2つの座標面で各路線の特徴づけを行い、路線を機能分類し、経営改善方針を検討する。経営改善方針の基本は、「企業努力面」は、BE1の象限に、「経営・環境面」は、ME1またはME2に向かうように改善されるべきであろう。また、公的補助の対象となる路線は基本として「企業努力面」がBE1の象限に属する路線で、収支が赤字である路線に限られるであろう。

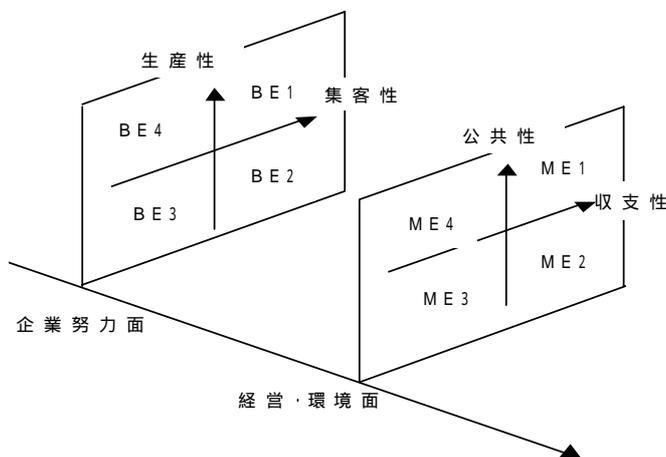


図-1 路線分類概念図

*キーワード：バス輸送，経営評価，補助金，生産性

**正会員 博(学術) 熊本大学工学部環境システム工学科
(〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号 TEL 096-342-3541 FAX 096-342-3507)

***学生会員 熊本大学大学院自然科学研究科

****正会員 工博 熊本大学工学部環境システム工学科

3 バス路線の分類指標

2章の路線分類をもとに、熊本の民間企業であるK社の1996年のバス路線別データを利用して改善方針を検討する。企業努力面や経営・環境面を直接表現することは困難であるため各軸に対して代理変数を設定して分類を行う。それぞれの面における代理変数の設定を以下に示す。

3.1 生産性

営業係数や料金水準といった従来のバス輸送企業の当該路線の評価指標は経営努力の有無を考慮することなく、路線営業の結果である運賃収入や乗車人数を用いて算出されたものである。そのため、この指標は会社全体の集計指標であり、路線別の生産性を評価するものではない。そこで、本研究では、トランスログ型費用関数を用いて、バス輸送企業が本来持っている生産性構造を特定する。導出した関数に各路線別のデータを代入することによって、当該路線にかかる標準的な費用を推定する。この値と費用実績値を比較することによって当該路線の生産性を評価する。

トランスログ型費用関数は前もってモデルの関数形を特定化できない場合に用いられる関数で、要素間の生産構造特性を推定パラメータや各生産構造指標の算出により検証できるという利点がある²⁾。

バス事業の生産物を乗車人員 Q (人/日)、投入要素価格を人件費、車両費(修繕費を含む)および燃料油脂費の単価とし、それぞれ W (円/人日)、 R (円/台日)、 F (円/l)とする。このとき、トランスログ型費用関数は式(1)で表される。

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \alpha_w \ln W + \alpha_R \ln R + \alpha_F \ln F + \ln Q \\ & + (\beta_{ww} (\ln W)^2 + \beta_{wr} \ln W \ln R + \beta_{wf} \ln W \ln F \\ & + \beta_{rw} \ln R \ln W + \beta_{rr} (\ln R)^2 + \beta_{rf} \ln R \ln F \\ & + \beta_{fw} \ln F \ln W + \beta_{fr} \ln F \ln R + \beta_{ff} (\ln F)^2) / 2 \\ & + (\gamma_w \ln W + \gamma_R \ln R + \gamma_F \ln F) \ln Q + \varepsilon (\ln Q)^2 / 2 \end{aligned} \quad (1)$$

このトランスログ型費用関数をK社の1993～2001年の9年分のデータを用いて推定する。なお、投入要素価格と目的関数である総費用については、2000年を100としたデフレーターで除して2000年基準価格に修正している。

パラメータの推定結果を表-1に示す。

表-1 費用関数のパラメータ推定結果

パラメータ	推定値	t 値
α_0	10.813	11.675
α_w	-1.785	-7.494
α_R	0.346	2.287
α_F	2.439	-
β_{ww}	0.058	2.310
β_{wr}	-0.077	-4.768
β_{wf}	0.018	-
β_{rw}	-0.077	-
β_{rr}	0.098	5.052
β_{rf}	0.021	-
β_{fw}	-0.156	-
β_{fr}	0.021	-
β_{ff}	0.135	-
γ_w	0.221	7.648
γ_R	-0.022	-1.157
γ_F	-0.199	-
ε	-0.124	-6.182

3.2 集客性

路線単位距離当たりの路線ポテンシャルを計算し、路線単位当たり乗車人員と比較して潜在需要を顕在化できている路線を集客性が高いものとする。以下に計算方法を示す。

バス停勢力圏内の交通発生力の算出を行う。このバス停勢力圏とは、バス停を中心とした半径500mの円を基本としている。バス停周り500m居住人口、産業別従事者数を算出、さらに学校在籍生徒数、病院病床数、その他施設利用者数もデータとして含める。

バス停勢力圏内交通発生力に、平均的交通発生頻度を表す交通発生強度およびバス分担率を表す公共交通選択性向を乗じてバス停ポテンシャルを算出する。交通発生強度と交通輸送選択性向についてはパーソントリップ調査Cゾーン毎の発生原単位とバス分担率から求めた。前者は平均2.47(トリップ/人)、後者は、平均0.041であった。任意の系統を通過するバス停ポテンシャルの総和を重複数で除して系統ポテンシャルの算出を行う。各系統に含まれる系統ポテンシャルをその路線の運行頻度で重み付き平均した値を算出、各系統の

延長を路線について運行頻度で重み付き平均した値で除して、路線単位距離当たりのポテンシャルを算出する。

路線単位距離当たりのポテンシャルと乗車人数を走行距離で除して求めた実際値と比較して、ポテンシャルより実績値が大きい場合は集客性が高い、小さい場合は低いと判断する。

3.3 公共性

路線の公共性は、住民側から見た路線の存在意義が示されればよいであろう。そこで、路線の勢力圏内でその路線に依存しなければ公共交通サービスを受けない人口を限定依存人口とする。自動車免許を持たなかったり、運転できない若年層や高齢者は特に公共交通に依存していると考えられる。年齢層を若年層(0~14歳)、青・壮年層(15~64歳)、老年層(65歳~)に分けて沿線人口を調べ、人口割合を算出する。そして、その割合を500mバス停周り人口にあてはめ、年齢層ごとの人口を算出後、式(2)を用いて重み付けを行い、総合限定依存人口を算出する。この総合限定依存人口を公共性の代理変数とし、路線の公共性の高低の判断に用いる。当該路線の総合限定依存人口が平均値より大きい場合は公共性が高い、小さい場合は低いとする。

$$TLP = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 \quad (2)$$

ここで、変数 x_1 、 x_2 、 x_3 は、それぞれ若年人口、青・壮年人口、老年人口である。また、 α 、 β 、 γ は、各年齢層の公共性強度係数であり、第3回熊本都市圏パーソントリップ調査より得たバス分担率を青・壮年層を1.00に基準化した表-2の値を用いる。

表-2 公共性の重み係数

公共性	
若年人口	0.31
青・壮年人口	1.00
老年人口	2.38

3.4 収支性の評価方法

路線の経営状態を示すために営業係数を代理変数とした。これによって黒字、赤字を判別する。ここで、営業係数とは100円の収入を上げるのにどれだけの費用がかかるかを表す指標である。

3.5 路線の分類結果

A社45路線を「企業努力面」および「経営・環境面」のどの象限に属しているかによって分類した結果を表-3に示す。

ME4に該当する9路線は公共性が高く、収支性が低いため公的補助の対象路線として検討が必要であろう。ただし、これらの路線の内BE1に属する路線は1つもなく、すべての路線で「企業努力面」の改善を伴う。BE2に属する1路線は、集客性は高いが生産性が平均以下の路線であり、経費抑制し生産性を上げる努力を促しながらの公的補助となる。また、BE4に属する4路線は、生産性は高いが集客性が平均以下であるので、集客努力を促しながらの公的補助となる。BE3に属する4路線は企業努力が不足している路線であるから、公的補助の対象とせず、経費の削減や集客努力を促す。

収支性のみから公的補助を判断すると、ME3に該当する14路線も赤字路線であるので、従来の評価指標だと検討の対象となるが、これらの路線は公共性が低く、「企業努力面」がBE2、BE3、BE4に該当しているので、企業努力を促す必要がある。企業努力の結果、「企業努力面」がBE1になってかつ収支が赤字であれば、路線の合理化とともに公的補助の対象となろう。

このように「企業努力面」および「経営・環境面」によって路線を特徴付け分類することで、公的補助対象路線を効率的に絞り込むことが出来るとともに、必要に応じて企業努力を促すことができる。

表-3 路線分類表

		経営・環境面				合計
		ME1	ME2	ME3	ME4	
企業努力面	BE1	9	1	0	0	10
	BE2	0	2	7	1	10
	BE3	0	0	5	4	9
	BE4	6	4	2	4	16
合計		15	7	14	9	

4. 主成分分析を用いた路線改善点の抽出

4.1 主成分分析による路線特性の集約

次に各路線の具体的な改善策を求めるために、運行サービス水準等の路線の特性を示す指標を路線別に収集し、主成分分析を行う。主成分分析によって得られた各因子負荷量を表-4に示す。ここで、主

表 - 4 因子負荷量

	第1成分	第2成分	第3成分
走行キロ	0.81	0.25	0.49
所要時間	0.88	-0.03	0.37
平均時速	-0.14	0.79	0.39
バス停数	0.45	-0.68	0.41
バス停間	0.10	0.86	-0.18
始発時刻	-0.55	-0.06	0.25
終発時刻	0.69	-0.12	-0.31
運行回数	0.85	0.09	-0.33
年間走行	0.94	0.15	0.00
重複数	0.49	-0.04	-0.41
累積寄与率	42.76	62.09	73.73
固有値	4.28	1.93	1.16

成分の採用可否については固有値 1.0 以上累積寄与率 70%以上を基準とし、第3成分までを採用した。第1主成分「サービス供給量水準」: 走行距離や所要時間、運行回数、始発時刻、終発時刻等の因子負荷量が卓越しており、バスサービスの供給量水準を表している。

第2主成分「高速性」: バス停数、バス停間距離、平均時速等、バスの速度を規定する要因に関する因子負荷量が卓越しており、バスサービスの高速性を表している。

第3主成分「路線郊外性」: 走行距離、所要時間、平均速度、バス停数等の因子負荷量が正であり、運行回数、重複数等の因子負荷量が負であり、郊外型路線ほど主成分スコアが大きくなっている。

4.2 路線改善点の抽出

得られた因子負荷量を用いて路線毎に主成分スコアを算出した。表 - 5 に「企業努力面」および「経営・環境面」によって分類された路線の主成分スコアの平均値を示す。また、「企業努力面」および「経営・環境面」の各象限の特徴と表 - 5 から読み取れる路線分類毎の特性から路線の改善目標と改善策を抽出し、表 - 6 にまとめた。

5. おわりに

本研究では、生産性と集客性で構成される「企業努力面」と、公共性と収支性で構成される「経営・環境面」とにより路線を分類し、さらに運行サービス水準等の路線の特性による主成分分析を行い、路線改善策の抽出する方法の提案を行なった。この方法により、公的補助投入対象路線を効率的に絞り込むことが出来るとともに、補助対象外の路線を維持するための具体的な改善策を示すことが出来た。

参考文献

- 1) 杉尾・磯部・竹内: 企業性と公共性を考慮したバス路線別経営改善方針, 土木計画学研究・論文集 No.16, pp.785 - 792, 1999.6.
- 2) 高瀬浩二: 変量効果をもつ動学的多変量要素需要モデル - 紙・パルプ産業パネルデータへの応用 -, 早稲田経済学研究 50号, 2000.3.

表 - 5 路線類型別主成分スコアの平均値

	サービス供給量水準				高速性				路線郊外性			
	ME1	ME2	ME3	ME4	ME1	ME2	ME3	ME4	ME1	ME2	ME3	ME4
BE1	0.23	-1.76	-	-	-0.54	1.04	-	-	0.51	1.70	-	-
BE2	-	-0.54	-0.21	0.16	-	-0.34	0.58	1.05	-	-0.28	0.46	0.08
BE3	-	-	-0.99	0.39	-	-	-0.03	0.33	-	-	-0.63	-0.57
BE4	0.94	-0.20	0.32	-0.01	-0.03	0.04	-0.83	-0.02	-0.08	-0.30	-0.43	-0.26

表 - 6 路線分類毎の改善目標・改善策

	MF1		MF2		MF3		MF4	
	目標	改善策	目標	改善策	目標	改善策	目標	改善策
BE1	さらなる集客性の向上	高速性の改善	さらなる集客性の向上	サービス供給量の改善	***	***	***	***
BE2	***	***	生産性の向上	サービス供給量、高速性の改善、路線重複の解消	生産性の向上による収支の改善	費用削減、サービス供給量の改善、路線重複の解消	公的補助と生産性の向上による収支の改善	費用削減
BE3	***	***	***	***	集客性、生産性の向上による収支の改善	費用削減、サービス供給量の改善、路線重複の解消	集客性、生産性の向上による収支の改善	費用削減、路線の見直し
BE4	集客性の向上	高速性の改善、路線重複の解消	集客性の向上	サービス供給量の改善、路線重複の解消	集客性の向上による収支の改善	高速性の改善、路線重複の解消	公的補助と集客性の向上による収支の改善	サービス供給量の改善、路線重複の解消