

バス路線評価手法に関する一考察

名古屋工業大学 学生員 ○冨田 正

名古屋工業大学 正 員 松井 寛

九州東海大学 正 員 溝上 章志

▶ 1. はじめに

バス輸送サービスは経営が成り立つ上に交通弱者に対してシビルミニマムを保証しなければならない性格もっている。サービス企業は限定されている財源で合理的にサービスを創造しなければならないが、その公共性の高さから料金やサービスレベルは、社会的余剰を最適とするようにさだめられ、かつ独立採算でサービス提供が行われるのが望ましい。しかし現実の問題として、バスサービスに対して交通需要は低く、それによって経営は悪化しさらにサービスが低下するといった悪循環を引き起こしている。そこで独立採算制約のもとでの社会的余剰が最大のサービスがどれくらいの総交通需要の場合に設定できるかといったことは、路線設定計画の際に重要な情報である。

本研究では、サービスの費用やサービスによって生みだされる、社会的余剰の算出によって生産性を評価し、また、社会的余剰を最大とする実行可能領域を総交通需要の関数として求めることを目的とする。

サービス路線に対して需要の評価を試みる。

▶ 2. 独立採算制約のもとでの社会的最適性

社会的余剰は供給関数と需要関数を特定化することによって算出できる。

需要関数を

$$P = P(Q, R, N)$$

費用関数を

$$C = C(Q, R, w, f)$$

とすると、(本研究では産出量として乗車人員 Q 、総台キロ R 、投入要素価格には労働単価 w 、燃料単位価格 f 、サービス路線の路線沿道総需要 N を用いている。)供給関数は限界費用が $\partial C / \partial Q$ で表されるので、社会的余剰は

$$\text{MAX} : W = \int_0^Q P(q, R, N) dq - C(Q, R, w, f) \quad (1)$$

$$\text{独立採算制約は} \quad Q \times P(Q, R, N) - C(Q, R, w, f) \geq 0 \quad (2)$$

と表され、社会的に最適のサービスは制約(2)式の下での(1)式を解くことによって求められる。

更に、最大の社会的余剰 W^* は路線沿道総需要 N^* が増せば増大するので N^* の関数とおける。

▶ 3. 路線評価手法のモデル

社会的余剰 W を最大とする乗車人員 Q^* 、路線沿道総需要 N^* 、台キロ R^* の組み合わせは

$$\partial W / \partial Q = 0 \quad (3)$$

の関係があり(2)も満たさなければならない。これらの乗車人員 Q^* 、路線沿道総需要 N^* の組み合わせにより路線を社会的に最適なサービスを提供できる路線と最適なサービスレベルを設定できない路線とに分類することができる。

▶ 4. 提案したモデルによる路線評価

①需要関数、費用関数の推定 本研究では需要関数と費用関数をそれぞれ線型、トランスログ型と仮定して名古屋市交通局バス部門の昭和38～57年の時系列データを用いた回帰分析によって推定した。

需要関数、費用関数

$$\begin{aligned} \ln C - \ln W = & A_0 + \alpha_q \ln Q + \alpha_r \ln R + \beta_1 (\ln f - \ln w) + \frac{1}{2} \delta_{qq} (\ln Q)^2 + \delta_{qr} \ln Q \cdot \ln R \\ & + \frac{1}{2} \delta_{rr} (\ln R)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{ww} (\ln w - \ln f)^2 + \rho_{qw} \ln Q (\ln w - \ln f) + \rho_{rw} \ln R (\ln w - \ln f) \end{aligned}$$

$$P = k_0 + k_1 Q + k_2 R + k_3 N$$

推定結果を表1、表2に示す。

②推定された需要関数と費用関数によって社会的余剰式と制約条件式の導出

①によって (1) 式と (2) 式は以下のように表わせる。

$$W = k_0 Q + \frac{k_1}{2} Q^2 + k_2 QR + k_3 QN - C(Q, R, w, f) \quad (4)$$

$$Q \times (k_0 + k_1 Q + k_2 R + k_3 N) - C(Q, R, w, f) \geq 0 \quad (5)$$

したがって最大の社会的余剰 W^* を与えるような乗車人員 Q^* 、路線沿道総需要 N^* の組み合わせは、(3)より

$$N^* = \frac{1}{k_3} \left\{ \frac{C}{Q} (\delta_{qq} \ln Q^* + \delta_{qr} \ln R + \rho_{qw} (\ln w - \ln f)) - (k_0 + k_1 Q^* + k_2 R) \right\} \quad (6)$$

$$\text{制約条件は、} \quad N^* \geq \frac{1}{k_3} \left\{ \frac{C}{Q^*} (k_0 + k_1 Q^* + k_2 R) \right\} \quad (7)$$

と表すことができる。

▶ 5. モデル式に対する考察

台キロ R を一定としたばあいの乗車人員 Q^* と路線沿道総需要 N^* と制約条件式からの N を図-1に示し、単年度(昭和55年)の実績値 Q と N を示す。これによると独立採算制約のもとで社会的に最適なサービスを行えるのは、路線沿道総需要 N がA点の約12万人($Q=790$ 万人)からB点の275万人($Q=790$ 万人)であった。また、実績値の乗車人員 Q では制約条件を満たしていないことが判る。

▶ 6. 結論

社会的余剰は乗車人員 Q と台キロ R を所与としたばあい路線沿道総需要 N の関数で単調増加する。路線沿道総需要 N が与えられたばあいの最大の社会的余剰は路線沿道総需要 N と制約曲線(7)よりも上にある解曲線(6)との交点で与えられる。また、独立採算制約のもとでの社会的最適性が成り立つ最小の路線沿道総需要は約12万人であった。

【参考文献】

松井、溝上、(1986): "バス輸送の路線別評価手法の開発に関する2. 3の考察" 土木計画学研究講演集, VOL.9

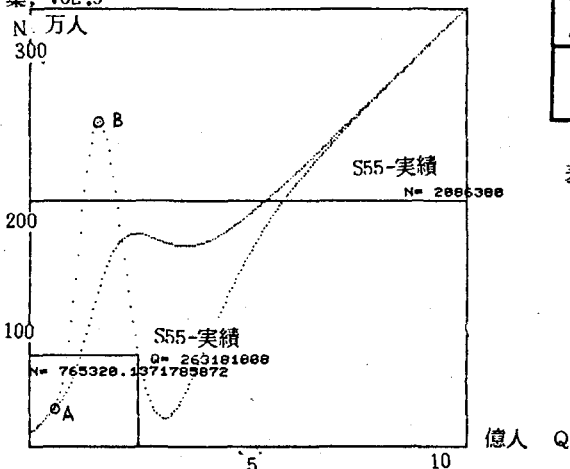


表-1 費用関数推定結果

		係数	t 値
A_0		1041.04	—
α_q	$\ln Q$	-32.93	0.07
α_r	$\ln R$	-76.88	0.16
β_1	$\ln f - \ln w$	20.87	0.33
δ_{qq}	$(\ln Q)^2$	-7.72	0.56
δ_{qr}	$\ln Q \ln R$	10.57	2.61
δ_{rr}	$(\ln R)^2$	-7.67	0.73
γ_{ww}	$(\ln w - \ln f)^2$	-0.07	0.01
ρ_{qw}	$\ln Q (\ln w - \ln f)$	-1.43	0.48
ρ_{rw}	$\ln R (\ln w - \ln f)$	2.74	5.12
F 値		25.68	
寄与率		0.97	

表-2 需要関数推定結果

		係数	t 値
k_0		51.14	—
k_1	Q	-2.26E-07	14.17
k_2	R	-1.15E-06	14.87
k_3	N	-6.52E-05	4.85
F 値		52.23	
寄与率		0.95	

図-1 社会的余剰を最大とする乗車人員 Q^* と路線沿道総需要 N^*