

最適輸送モデルを用いたバス企業の効率性に関する研究

岐阜大学 正 員 宮城 俊彦
岐阜大学 学生員 ○中津原勢司

1. はじめに

バス企業の現状は、輸送需要の減少により、経営状況が極めて悪化しており、路線によっては維持して行くことが困難となっている。平成2年度の収支状況をみても、全国201企業のうち168企業が赤字経営であり、補助金への依存度が高くなっている¹⁾。しかし、地域住民のシビルミニマムとしての公共輸送機関の役割を果たすために、地域に応じた輸送力を確保することが必要とされている。

そこで本研究では、費用関数と需要関数を設定して補助金を考慮した最適輸送計画モデルに組み込み、バス企業の運営を効率性の観点から分析することを目的とする。

2. バス輸送の最適輸送計画モデル

次に示すような運行費用に関する補助金がある場合の最適輸送計画問題〔P〕を考える²⁾。

$$\begin{aligned} [P] \quad & \max_{Y_1, Y_2} \Pi = PY_2 - C(Y_1, Y_2) \\ \text{s.t.} \quad & Y_2 = D(P, Y_1, Z) \quad (\mu_1) \\ & Y_1 \geq Y_0 \quad (\mu_2) \\ & C(Y_1, Y_2) - PY_2 \leq S_0 \quad (\mu_3) \\ & Y_1, Y_2 \geq 0 \\ & P = P_0 \end{aligned}$$

Π : 利潤 D : 需要関数 Y_2 : 輸送人員
 P : 価格 P_0 : 価格の規制値 S_0 : 運行に関する補助金
 Y_1 : 路線延長 Y_0 : 路線延長の下限値 Z : その他の特性

第1番目の制約式は、需要(Y_2)が、路線延長(Y_1)や価格(P)などの指標を変数とした関数であることを示す。第2番目の制約式は、路線延長に最低水準の規制が設けられていることを示す。第3番目の制約式は、企業の赤字が補助金(S_0)以下でなければならないことを示す。また最後の制約式は、価格(P)が外生的に与えられていることを示す。以上の利潤最大化問題をラグランジュ未定乗数法を用いて最適条件を導き以下に示す。 μ_i は第*i*番目の制約式におけるラグランジュ乗数である。

(1) 定額補助の場合

最適条件式は式(1)である。 $\mu_3 = \partial \Pi / \partial S_0$ であるから、 μ_3 は企業の収入が補助金にどれだけ依存

するかを示す指標と解釈でき、 μ_3 の値が大きいほど補助金への依存率が高いことを示している。左辺は限界費用から規制路線延長に伴うシャドープライスを差し引いた費用、右辺は補助金を考慮した限界収入を表す。

$$\frac{\partial C(\cdot)}{\partial Y_1} + \frac{\partial C(\cdot)}{\partial Y_2} \frac{\partial D(\cdot)}{\partial Y_1} - \mu_2 = P(1 + \mu_3) \frac{\partial D(\cdot)}{\partial Y_1} \quad (1)$$

(2) 補助金が路線延長に対応して与えられる場合
路線延長が、企業の経営体系を示すものと考えられるので、路線延長に対応して補助金を配分することを考える。補助金制約式を次のように定義する。

$$C(Y_1, Y_2) - PY_2 \leq S(Y_1) \leq S_0 \quad (2)$$

これを、モデルに組み込むことにより次式を得る。

$$\begin{aligned} (1 + \mu_3) \left\{ \frac{\partial C(\cdot)}{\partial Y_1} + \frac{\partial C(\cdot)}{\partial Y_2} \frac{\partial D(\cdot)}{\partial Y_1} \right\} - \mu_2 \\ = P \frac{\partial D(\cdot)}{\partial Y_1} + \mu_3 \left\{ P \frac{\partial D(\cdot)}{\partial Y_1} + \frac{\partial S(\cdot)}{\partial Y_1} \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

式(3)は式(1)の左辺に補助に伴う路線延長の増大の限界費用を考慮し、右辺に路線延長に応じた補助に伴う限界収入増を加えたものになっている。

3. 適用結果

本研究では、三大都市圏バス企業81社のデータ³⁾を用いて、コブ・ダグラス型の費用関数と需要関数を推定した。コブ・ダグラス型は線形型に比べ、限界費用が一定とならない点で優れている。

・費用関数

$$C = e^{4.09} (Y_2)^{0.549} (Y_1)^{0.536} \quad (4)$$

(22.0) (16.7) (10.5)

C : 運営費用(千円/日) Y_1 : 路線延長(キロ) Y_2 : 輸送人員(千人/日)

相関係数 0.978 不一致係数 0.001

・需要関数

$$Y_2 = e^{-4.30} (Y_1)^{0.165} (N)^{1.006} \quad (5)$$

(-18.4) (2.5) (21.0)

Y_2 : 輸送人員(千人/日) Y_1 : 路線延長(キロ) N : 運行回数(回)

相関係数 0.970 不一致係数 0.069

(1) 料金体系について

表-1は、料金、輸送人員そして路線延長について三大都市圏バス企業の平均値を示したものである。

表-1 三大都市圏バス企業の実平均値

料金(円)	163.0
輸送人員(千人/日)	121.0
路線延長(キロ)	308.4

料金体系として、限界費用価格、平均費用価格、独占価格(限界収入と限界料金が等しい価格)、を設定しそれぞれ P_1 、 P_2 、 P_3 とおく。また、現行の価格を P_0 とする。

①限界費用価格

$P_1 = \partial C / \partial Y_2 = 81.4$ 円であり利潤は負になる。

②平均費用価格

$P_2 = C / Y_2 = 148.3$ 円で、利潤はゼロとなる。

③独占価格

$P_3 = \frac{\partial C}{\partial Y_2} + \frac{\partial C}{\partial Y_1} \frac{\partial Y_1}{\partial Y_2} = 563.2$ 円となり利潤は正である。

④現行価格は、 $P_0 = 163.0$ 円であり、 $P_1 < P_2 < P_0 < P_3$ の関係にある。 P_2 よりも大きいので正の利潤を得る。したがって、三大都市圏の例でいえば運行補助をする必要はない。

(2) 路線維持に伴うシャドープライス

社会的厚生を最大にする立場にたてば、限界費用価格が望ましい。この場合、バス企業は赤字経営に悩まされることになる。ある一定のサービスを供給するため、路線延長に何らかの規制が加えられている場合には、そのコストを価格に転嫁することが必要とされるであろう。式(1)において、限界価格 $P = P_1$ の下での $\mu_2 = \mu_2 = \partial C / \partial Y_1$ となる。したがって、 $P = \partial C / \partial Y_1 + \partial C / \partial Y_2$ とおく。このとき、 $P^* = 112.6$ 円となるが $P^* < P_2$ なので、負の利潤となる。このとき、運行補助を行うことが正当化される。式(1)から μ_3 を求めると、 $\mu_3 > 0$ となり、最適化問題[P]における補助金制約式が効いていることが分かる。一方、現行の価格 $P = P_0$ の下では、 $\mu_3 < 0$ となり、補助金制約式が無効であると判断される。

ところで、路線延長を可変にすると、運行コストも変化する。限界価格政策のバス企業の実最適な路線延長と輸送人員の関係を式(1)から求めると図-1のようになる。当然のことながら、 $Y_1 - Y_2$ 曲線は補助金依存率 μ_3 の値によってシフトする。

(3) 補助金の制約がきいている場合

図-1より、補助金依存率が高くなるほど、効率的な運営を行うためには、路線延長を縮小する必要がある。

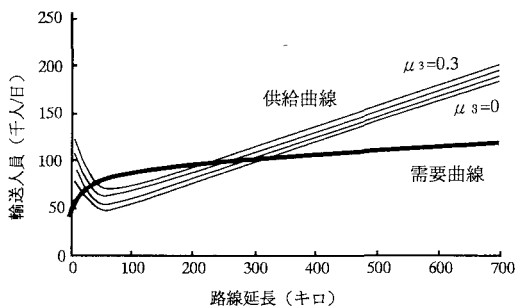


図-1 補助金の制約がきいている場合

(4) 補助金が路線延長に対応して与えられる場合
本研究における補助金は、バス企業への運行費に関する補助金だけを考慮し、車両購入費等の固定費用に関する補助金は取り扱わない。

・補助金関数

$$S = 74.3 + 0.01 Y_1 + 0.56 Y_2 \quad (6)$$

(1.94) (0.30) (2.21)

S: 補助金(千円/日) Y_1 : 路線延長(キロ) Y_2 : 輸送人員(千人/日)

相関係数 0.743 不一致係数 0.011

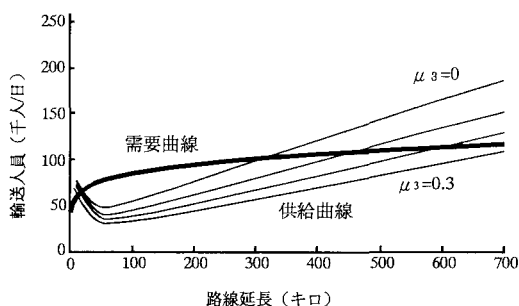


図-2 補助金が路線延長に対応して与えられる場合

定額補助の場合と比較すると、路線延長に応じて補助金を分配する方が路線延長は増加する。ただし、需要曲線の性質から需要の伸びは頭打ちの状態にある。より大きな需要を喚起するためには費用曲線を下げよう技術革新を必要とする。

4. 今後の課題

今回の適用は、三大都市圏バス企業をあたかも1つの企業として扱い、費用曲線や需要曲線を得た。もし、個別企業の費用データが得られるならば、地域の輸送企業行動に対するモデルを構築する。

[参考文献]

- 1) 日本のバス事業31, 社団法人 日本バス協会, 1992
- 2) Berechman, J.: Public Transit Economics and Deregulation Policy, Elsevier Science Publishers B.V., 1993.
- 3) 運輸省地域交通局監修: 都市交通年報, 運輸経済研究センター刊, 平成3年度