

都市と地方における民営化後のインフラの質的管理に関する一考察

鳥取大学大学院 学生会員 ○大森基紀
 京都大学防災研究所 正会員 横松宗太
 鳥取大学工学部 正会員 喜多秀行

1. はじめに

近年、高速道路をはじめとしたインフラ管理の民営化が進んでいるが、その際には採算性のみならず、施設が発揮する社会的便益が考慮されなければならない。また、民営化により地方部の施設の管理が疎かになることが懸念される。本研究では、高速道路のようなネットワークの性格をもつインフラ施設を対象に、民営化会社が都市と地方のインフラ施設の質を管理する問題について分析する。そして都市と地方のインフラ環境の格差が発生する可能性についてモデルを用いて検証する。

2. 都市と地方の高速道路需要

都市($j=1$)と地方($j=2$)の2つの地域が存在する。各地域に存在する計2つの高速道路を1つの会社が管理する場合を考える。高速道路の品質（サービス水準）に対する限界効用が異なる個人を仮定する。個人のタイプの数を I とし、限界効用が高い順に個人 i と呼ぶこととする。図-1で横軸は個人 i を、縦軸は個人の効用を表す。料金を p 、品質を q とする。個人 i の効用関数を次式のように特定化して考える。

$$U_i = q(I - i) - p \quad (1)$$

一般道路の効用を $\bar{U}_j$ ($j=1,2$) ($\bar{U}_1 > \bar{U}_2$) とする。すなわち都市の方が地方よりも一般道路の効用が高いと仮定する。 $\bar{U}_j$ と U_i との交点より高速道路を利用する個人の境界 $\bar{i}$ が式(2)のように求まる。すなわち $i < \bar{i}$ のとき個人 i は高速道路を利用し、 $i > \bar{i}$ のとき個人 i は一般道路を利用する。

$$\bar{i}_j = (q_j I - p_j - \bar{U}_j) / q_j \quad (j=1,2) \quad (2)$$

ここで、都市の需要を $D_1 = r\bar{i}_1$ ($r \geq 1$)、地方の需要を $D_2 = \bar{i}_2$ とする。つまり、都市の人口が地方の人口の r 倍であると考え、また高速道路管理の程度を品質の大きさと考える。

会社の利潤は次式で表される。

$$\pi = \pi_1 + \pi_2 = p_1 D_1 - \beta q_1 + p_2 D_2 - \beta q_2 \quad (3)$$

ここで、 p_j, q_j ($j=1,2$) は地域 j での料金と品質を表し、 βq_j ($j=1,2$) は地域 j での会社の費用関数を表している。 π_j ($j=1,2$) は地域 j の会社の利潤、 π はそれらを足した総利潤を表す。

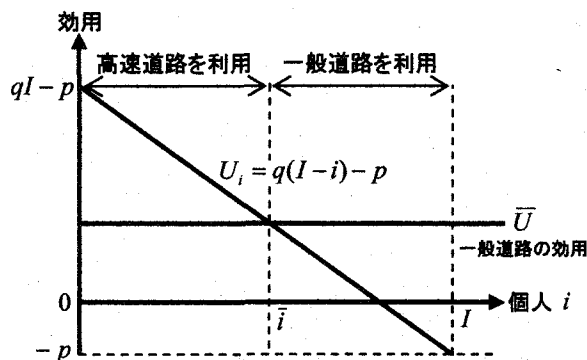


図-1 効用水準と高速道路の需要

3. 社会的最適解

都市と地方において社会的最適な料金と品質を導出する。社会的最適化問題は以下のように表される。

$$\begin{aligned} \max_{p_1, p_2, q_1, q_2} W &= W_1 + W_2 \quad (4) \\ &= r \int_0^{\bar{i}_1} U_i di + r \bar{U}_1 (I - \bar{i}_1) + \pi_1 + \int_0^{\bar{i}_2} U_i di + \bar{U}_2 (I - \bar{i}_2) + \pi_2 \end{aligned}$$

W は社会厚生を表す。 W_1 は都市の、 W_2 は地方の社会厚生を表し、それぞれ地域ごとに高速道路の総効用、一般道路の総効用、そして会社の利潤 π の和によって構成される。上記問題(4)から求まる社会的最適解を $p_1^s, q_1^s, p_2^s, q_2^s$ と表す。紙面の都合上、最適化条件の記述は省略する。最適解において p_1^s と p_2^s はともに0となる。そのとき図-2において $\bar{U}_j$ と U_i の交点はeからe'になる。需要は $\bar{i}$ から $\bar{i}'$ になり社会厚生は最大化される。

q_1^s, q_2^s については r と $\bar{U}_1, \bar{U}_2$ の値によってその大小関係が逆転しうる結果を得た。このことから以下の判断基準が得られる。

$$F_1^s(\bar{U}_1, \bar{U}_2, r) = \left(\frac{\bar{U}_1}{\bar{U}_2} \right)^2 - \frac{I^2 - \frac{2}{r}\beta}{I^2 - 2\beta} \quad (5)$$

これより次の結果が得られる。

$$F_1^S > 0 \Rightarrow q_1^S > q_2^S, \quad F_2^S < 0 \Rightarrow q_1^S < q_2^S$$

r や $\bar{U}_1, \bar{U}_2$ の大小関係に応じて、都市と地方どちらの質も相手地域より高くなりうる。

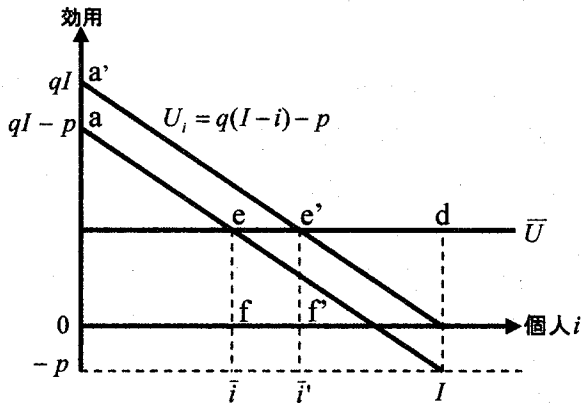


図-2 社会的最適料金ときの需要

4. 市場分権解

都市と地方において会社の利潤を最大化する料金と品質を導出する。定式化すると以下ようになる。

$$\begin{aligned} \max_{p_1, p_2, q_1, q_2} \quad & \pi = \pi_1 + \pi_2 \\ & = p_1 r \bar{i}_1 - \beta q_1 + p_2 \bar{i}_2 - \beta q_2 \end{aligned} \quad (6)$$

上記問題(6)から求まる市場分権解を $p_1^C, q_1^C, p_2^C, q_2^C$ と表す。ここでは会社の決定変数は料金と品質である。それらに規制をかけたときを考える。会社に価格規制(統一料金, $p_1 = p_2 = \bar{p}$)をかけると、品質は $q_1^C > q_2^C$ となり、都市の品質が地方より高くなる。また、会社に品質規制(統一品質, $q_1 = q_2 = \bar{q}$)をかけると、料金は $p_1^C < p_2^C$ となり、地方の料金が都市より高くなることがわかった。それに対して問題(6)により会社に料金と品質の両決定権を与えたときには、都市と地方の道路の質の大小関係は以下の判断基準より決まる。

$$F_1^C(\bar{U}_1, \bar{U}_2, r) = \left(\frac{\bar{U}_1}{\bar{U}_2} \right)^2 - \frac{I^2 - \frac{4}{r}\beta}{I^2 - 4\beta} \quad (7)$$

これより次の結果が得られる。

$$F_1^C > 0 \Rightarrow q_1^C > q_2^C, \quad F_1^C < 0 \Rightarrow q_1^C < q_2^C$$

つまり会社の設定する品質も社会的最適解と同様に都市と地方どちらも相手地域に比べ高くなりうる。

社会的最適解、市場分権解のそれぞれにおいて、都市と地方の品質の大小関係は判断基準(5)と(7)の F_1^S, F_1^C の符号より決まる。また、 $F_1^C < F_1^S$ の

関係が成立している。これより以下の3つの場合が存在することがわかる。

- i) $0 < F_1^C < F_1^S$ のとき $q_1^C > q_2^C$ かつ $q_1^S > q_2^S$
- ii) $F_1^C < 0 < F_1^S$ のとき $q_1^C < q_2^C$ かつ $q_1^S > q_2^S$
- iii) $F_1^C < F_1^S < 0$ のとき $q_1^C < q_2^C$ かつ $q_1^S < q_2^S$

つまり、一般道路の効用 $\bar{U}_j (j=1,2)$ と人口比 r により品質に関する社会的最適解と市場分権解は都市と地方どちらも相手地域に比べ高くなる場合があることがわかった。また、品質水準において、社会的最適解では都市より地方の方が高いのにも関わらず市場分権解では地方より都市の方が高くなってしまいうというケースはありえないことが判明した。市場に任せれば一概に地方の品質が低下する、つまり地方の高速道路管理が必ずしもないがしろにされるとは言えないことになる。

5. 災害後の高速道路の復旧問題

都市と地方の高速道路が同時に自然災害などにより被災した状態を考える。被災後、会社が料金の値上げを社会的立場からできないような状況において、会社が有限な復旧資源 Δ を都市と地方の高速道路にどのような割合で配分するのかを考える。ここでは代替的な交通手段が少ない地方において、代替交通が被災し、高速道路以外使えないと仮定する。これより、会社の利潤最大化問題を定式化すると以下のようなになる。

$$\begin{aligned} \max_{q_1, q_2} \quad & \pi = \pi_1 + \pi_2 \\ \text{s.t.} \quad & p_1 = \bar{p}_1 \geq 0, \quad p_2 = \bar{p}_2 \geq 0, \quad \bar{i}_2 = I \\ & q_1 \geq 0, \quad q_2 \geq 0, \quad q_1 + q_2 \leq \Delta \end{aligned} \quad (8)$$

分析の結果、会社は都市に全ての復旧資源を投入することがわかった。これにより被災後の会社に対してなんらかの規制をしなければ地方の高速道路は被害を受けたままの状態になる。このような場合には直接的な質の規制が必要となる。

6. おわりに

本研究では独立した2つの地域を考え、地域間のネットワークインフラは考慮しなかった。今後は、都市と地方の交通量を関連付ける予定である。