

IV-8

料金を考慮した都市間交通施設整備の便益計測—地代指標によるアプローチ

東京工業大学大学院 学生員 池谷香次郎

東京工業大学大学院 学生員 林山 泰久

東京工業大学工学部 正 員 肥田野 登

1. はじめに

環境質を含む社会資本整備の便益計測手法として、キャピタリゼーション仮説に基づいたヘドニック・アプローチが挙げられ、また既存の実証研究では、都市内の社会資本整備や都市間交通施設整備のような広域的な社会資本整備にも適用可能であるとされている¹⁾²⁾。

そこで、本研究では、まず都市間交通施設整備を対象として、都市間交通サービス供給企業の行動を内生化することにより料金を明示化し、都市間交通施設整備がもたらす社会的便益を明らかにすることができる理論モデルを構築し、これを用いた実証分析として東北新幹線整備を対象として、広域的な社会資本整備がもたらす社会的便益を計測し、ヘドニック・アプローチの計測精度を実証的に把握する。さらに、実証分析で得られたパラメータを与件として、限界費用料金や平均費用料金といった料金水準を設定した場合における社会的便益を把握し、その際のヘドニック・アプローチの計測精度を明らかにすることにより、市場財としての広域的な社会資本整備がもたらす便益計測に際してのヘドニック・アプローチの適用性を示す。

2. 二地域一般均衡モデルの構築

本研究では都市間交通施設の整備とその効果の帰着を明らかにするために、都市間交通サービス供給企業の行動を生内化した二地域一般均衡モデルを構築した³⁾。

本研究で構築した二地域一般均衡モデルは、世帯、私企業、都市間交通サービス供給企業および政府という4主体をそれぞれ、効用最大化、費用最小化および政府からの補助による収支均衡という仮定でモデル化している。

3. 東北新幹線整備がもたらした社会的便益の計測

(1) 社会的便益の計測方法

本研究では、社会的便益の定義として等価的偏差EVなる概念を採用し、ヘドニック・アプローチによる便益評価指標には都市間交通施設整備の有するネットワーク効果を考慮した指標を2種類考案した。

$$\text{Hedo1} = (r_2^A - r_1^A) \bar{L}_1 \cdot \frac{\text{acc}_1^B - \text{acc}_1^A}{\text{acc}_2^A - \text{acc}_1^A} \quad (1)$$

$$\text{Hedo2} = (r_2^A - r_1^A) \bar{L}_1 \cdot \frac{\text{acc}_1^B}{\text{acc}_2^B} \quad (2)$$

いずれの指標も、事前の両地域の地代差にアクセシビリティ指標の変化を乗じた型になっている⁴⁾⁵⁾。なお、A, Bはそれぞれ都市間交通施設整備無し、有りを示す。

(2) 関数の特定化と構造推定

本研究では1985年を実証分析の対象時点として、効用関数、生産関数および費用関数を特定化し、均衡解を算出することにより、社会的便益およびヘドニック・アプローチによる便益評価指標を計測する。なお、本研究では東北新幹線整備なしの場合における交通機関選択の変化を考慮するため、鉄道、道路および航空の3機関選択モデルを構築し、内生化した。

① 二地域一般均衡モデルの概要

・二地域モデルの前提条件

- ①国は二地域から構成され、各々の地域に世帯と私企業および社会資本サービス提供者が行動を行っている。
- ②企業の参入は自由であり、世界市場と連動して長期均衡が成立している。
- ③住居移動費用、都市間交通費用はゼロである。
- ④両地域には世帯および私企業が必ず存在する。

・世帯の行動

$$\max_{X_1, L_1, d_1} U(X_1, L_1, d_1, \text{acc}_1) \quad \text{s.t.} \quad w_1 + y = X_1 + L_1 r_1^C + p_1 d_1 + T_1$$

・面積制約下の総地代収入最大化問題

$$\max_{L_1, L_2} \pi = \sum_1 (r_1^C (1+T_1^C)) L_1 m_1 n_1 + r_1^P (1+T_1^P) L_1 m_1$$

$$\text{s.t.} \quad L_1 = L_1 m_1 n_1 + L_2 m_2, \quad L_2 = L_2 m_2 n_2 + L_2 m_2$$

これを解くことにより、次の均衡が得られる。

$$r_1^C (1+T_1^C) = r_1^P (1+T_1^P), \quad r_2^C (1+T_2^C) = r_2^P (1+T_2^P)$$

・私企業の行動

$$C(w_1, r_1^C (1+T_1^C), T_1^P, p_1, X_1) = \min_{n_1, L_1, d_1} w_1 n_1 + r_1^P (1+T_1^P) L_1 + p_1 d_1 - T_1$$

$$\text{s.t.} \quad X_1 = X_1(n_1, L_1, d_1, \text{acc}_1)$$

また、仮定2)に示した自由参入の条件より、利潤がゼロになるまで企業の参入が継続される。

・都市間交通サービス供給企業の行動

$$\sum_1 m_1 n_1 p_1 d_1 + \sum_2 m_2 p_2 d_2 = C^*(\cdot) + T$$

・政府の行動

$$\sum_1 m_1 n_1 T_1 + \sum_2 m_2 T_2 + \sum_1 (r_1^C (1+T_1^C)) L_1 m_1 n_1 + r_1^P (1+T_1^P) L_1 m_1 + S = 0$$

・市場均衡式

$$L_1 = L_1 m_1 n_1 + L_2 m_2, \quad L_2 = L_2 m_2 n_2 + L_2 m_2, \quad N = m_1 n_1 + m_2 n_2$$

$$\sum_1 m_1 n_1 X_1 + C^*(\cdot) + T = \sum_1 m_1 X_1, \quad y = \pi / N$$

$$C(w_1, r_1^C (1+T_1^C), T_1^P, p_1, \text{acc}_1) = C(w_2, r_2^C (1+T_2^C), T_2^P, p_2, \text{acc}_2) = 1,$$

$$\sum_1 m_1 n_1 p_1 d_1 + \sum_2 m_2 p_2 d_2 = C^*(\cdot) + T, \quad S$$

$$\sum_1 m_1 n_1 T_1 + \sum_2 m_2 T_2 + \sum_1 (r_1^C (1+T_1^C)) L_1 m_1 n_1 + r_1^P (1+T_1^P) L_1 m_1 + S = 0,$$

$$V(w_1 + y - T_1, p_1, r_1^C (1+T_1^C), \text{acc}_1) = V(w_2 + y - T_2, p_2, r_2^C (1+T_2^C), \text{acc}_2)$$

ここで、 X_1 :生産額 x_1 :合成財消費数量 L_1 :面積データ d_1 :都市間交通施設利用量 acc_1 :アクセシビリティ指標 w_1 :賃金データ y_1 :資源収入 r_1 :地代 p_1 :都市間交通施設利用単位料金 T :従価土地地代 T_1 :一括固定税 m_1 :企業数 n_1 :企業数当たりの雇用者数 $C^*(\cdot)$:交通サービス企業の費用関数 I :建設投資額 S :生産者余剰 L_1 :総面積 N :総世帯数 π :地代収入 $V(\cdot)$:世帯の間接効用、サフィックスは世帯(住居)データを、は企業データを示す。

本研究では効用関数と生産関数にCES型関数を採用し、都市間交通施設サービス供給企業の費用関数には線型対数を採用し、機関分担モデルには集計ロジットモデルを採用した。特定化した関数型を脚注に示す³⁾。以上の式の構造推定結果を表-1～表-4に示す。これらの構造推定結果をみると、私企業の土地面積に係るパラメータ θ の t 値が若干低いものの、統計的には有意であるといえる。なお、効用関数は直接に推定することができないため、交通需要関数を導出して構造推定を行った。

表-1 交通需要関数の構造推定結果

パラメータ	推定値 (t 値)
1 α	0.214 (2.2)
2 β	0.3
3 γ	14.105 (1.2)
4 δ	0.5
5 ρ	-0.700 (-5.6)
決定係数	0.625
誤差率(%)	21.5
サンプル数	47

表-3 費用関数の構造推定結果

パラメータ	推定値 (t 値)
1 λ	-64.22 (-2.0)
2 μ	3.085 (2.4)
3 ν	0.242 (2.6)
4 ξ	0.662 (15.1)
決定係数	0.947
誤差率(%)	0.4
サンプル数	20

表-2 生産関数の構造推定結果

パラメータ	推定値 (t 値)
1 ζ	1.561 (10.2)
2 η	0.046 (3.6)
3 θ	0.045 (1.4)
4 ι	0.095 (3.0)
5 σ	-0.037 (-1.9)
決定係数	0.643
誤差率(%)	26.5
サンプル数	47

表-4 機関分担モデルの構造推定結果

パラメータ	推定値 (t 値)
1 ϕ_1	0.633 (7.1)
2 ϕ_2	-4.605 (-6.1)
3 α	0.51e-4 (-7.0)
4 ψ	13.05 (7.4)
決定係数	0.891
誤差率(%)	12.3
サンプル数	955

(3) 東北新幹線の整備がもたらした社会的便益の計測

以上のパラメータを与件として、東北新幹線のもたらした社会的便益およびヘドニック・アプローチによる便益評価指標を計測する。また本研究では二地域モデルでいう地域1は、実際に東北新幹線が供用された東京、埼玉、栃木、福島、宮城、岩手とし、それ以外を地域2とした。

この結果、都市間交通施設整備のもたらす社会的便益は約4兆7,400億と計算された。また、(1)、(2)式に示したヘドニック・アプローチによる便益評価指標は社会的便益に対して5～6%程度の過大推定となり、この結果は先行研究のものと一致している¹⁾。なお、この時の便益評価指標は整備有無において一般化費用のみを変化させ、

機関分担率は固定としている。

4. 料金を考慮したヘドニック・アプローチの計測精度

ここでは、料金を変化させた場合のヘドニック・アプローチによる便益評価指標の計測精度を検討する。以下に、本研究で構築した費用関数に対して、営業費用に関する(C^* には減価償却費は含んでいない)限界費用料金および平均費用料金の設定式を示す。なお、ここで $\sum_i m_i n_i d_i^c + \sum_i m_i d_{r_i}$ は輸送量を表している。

$$\text{限界費用料金} = \xi \cdot \exp(C^*) / (\sum_i m_i n_i d_i^c + \sum_i m_i d_{r_i})$$

$$\text{平均費用料金} = \exp(C^*) / (\sum_i m_i n_i d_i^c + \sum_i m_i d_{r_i})$$

表-5 東北新幹線がもたらした社会的便益の計測結果 (1985年価格、億円)

	社会的便益	ヘドニック・アプローチ	
		Hedo1	Hedo2
計測値	47,401 (1.000)	49,875 (1.052)	50,338 (1.062)
平均費用 料金	59,521 <1.256>	62,921 (1.057)	63,210 (1.062)
限界費用 料金	73,661 <1.554>	76,945 (1.045)	78,458 (1.065)

注) () 内は社会的便益を1.000とした場合の指数を示し、< > 内は計測値を1.000とした場合の指数を示す。

表-5にはそれぞれの料金を適用した場合の計測結果を示す。これをみると、社会的便益は限界費用料金を適用した場合が最も大きく、基本ケースの1.55倍。次いで平均費用料金の時で1.26倍に相当する。また、ヘドニック・アプローチによる便益評価指標をみると、いずれも4～7%の過大評価となっており、先行研究の成果と一致している¹⁾。

5. 結論

- ①都市間交通サービス供給企業の行動を内生化し、料金を明示的に表現した理論モデルを構築し、東北新幹線整備がもたらした社会的便益を計測することができた。
- ②ヘドニック・アプローチは市場財としての広域的社会資本整備の便益計測手法として有用であり、アクセシビリティの中に料金を内生化すれば、料金の変化に対しても対応可能な手法であることを示した。

【主要参考文献】

- 1) 肥田野澄・林山泰久・山村隆男：都市間交通施設整備がもたらす便益と地価変動。土木学会論文集 No. 449/IV-17, pp. 67-76, 1992。
- 2) 肥田野澄・林山泰久・山村隆男：都市間交通施設整備がもたらす便益計測。土木計画学研究論文集 No. 10, pp. 175-182, 1992。

②アクセシビリティ指標

$$acc_i = \sum_j \sum_k OD_{ijk} \cdot \left(\frac{(POP_j / ABL Earea_j) \cdot (POP_k / ABL Earea_k)}{(q_{ij})^\beta} \right)^\alpha$$

ただし、 $q_{ij} = p_{ij} + w_i \cdot t_{ij}$

ここで、 POP_j : 地域 j の人口、 $ABL Earea_j$: 地域 j の可住地面積、 q_{ij} : k 交通機関の i - j 間の一般化費用、 p_{ij} : k 交通機関の i - j 間の費用、 t_{ij} : k 交通機関の i - j 間の所要時間、 w_i : 地域 i の時間価値、 OD_{ijk} : k 交通機関の i - j 間の交通量、 α, β : パラメータ (ここでは統計的適合度より $\alpha=1/2, \beta=2$ を採用した)

③特定化した関数型

$$U(x_1, l_1^c, d_1^c, acc_1) = [\alpha x_1 + \beta l_1 + \gamma d_1 + \delta acc_1]^{-\rho} \cdot l_1^{1/\rho}$$

$$X_1 = [\xi n_1 + \eta l_1 + \theta d_1 + \epsilon acc_1]$$

$$\ln C_k^* = \lambda + \mu \ln w_i + \nu \ln m_i + \xi \ln (\sum_i m_i n_i d_i^c + \sum_i m_i d_{r_i})$$

$$P_{i,j} = \exp V_{i,j} / \sum_k \exp V_{i,j}^k$$

$$\text{ただし、} V_{i,j}^1 = \phi_1 + \alpha q_{ij}, V_{i,j}^2 = \phi_2 + \alpha q_{ij}^2 + \psi H, V_{i,j}^3 = \alpha q_{ij}^3$$

ここで、 k は交通機関(1=鉄道、2=道路、3=航空)、 $P_{i,j}$ は i - j 間機関分担率、 $V_{i,j}^k$ は i - j 間における交通機関 k を選択した時の効用、 q_{ij} は交通機関 k の i - j 間の一般化費用、 H は自動車保有率、 ϕ_k は定数項を示している。ギリシャ文字で示した変数およびパラメータを示している。