

簡便な幹線交通網事後評価モデル

岐阜大学工学部 正 会 員 森杉壽芳
 岐阜大学大学院 学生会員 林山泰久
 岐阜大学工学部 学生会員 ○高木朗義

1. はじめに

現在、通常用いられている交通プロジェクトの評価手法は、消費者余剰分析である。しかし、この手法は間接効果（一般物価の低下や所得の上昇など）が考慮されていない。これに対して、最近の厚生経済学では、等価的偏差（Equivalent Variation; 以下EVと略す。）を用いた一般均衡分析が提唱されている。しかし、この手法は計量化段階において、多大な労力と時間を要するという問題点を有している¹⁾。これに対し森杉らの一連の論文では、これら両問題を解決し、かつ、整合性を有する手法（ショートカット理論）を提案している¹⁾²⁾。

このショートカット理論とは、一般均衡分析に依拠した社会経済活動モデルを前提とし、交通プロジェクトの便益をEVの概念を用いて定義し、それを交通市場から得られる情報、すなわち、交通需要関数のみで表現するというものである。しかし、この理論は、需要関数のみで便益を測定するため、需要関数型の違いにより便益値が容易に変動することが考えられる。

そこで、本稿では、この理論の有用性を高めるために、戦後の幹線交通網形成の便益評価を対象とする事例研究を通して、需要関数型を多数想定し、その便益値を比較検討することを目的とする。

2. ショートカット理論の概要

ショートカット理論とは、“交通プロジェクトによる間接効果は、業務交通条件の向上によってもたらされる。これらは、すべて業務交通需要関数のシフトとして顕在化する。”というものである。したがって、物価および所得変化という間接便益を測定するには、諸物価と所得に対して、交通プロジェクトがいかなる影響を与えたかを知る必要がある。これが既知となったならば、一般化費用の変化するすべての交通機関における需要の変化を予測することにより測定が可能となる³⁾。これは(1)式のように表現される¹⁾。

$$NEV = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (q_i^* - q_i) \{ D_i^* + D_i \} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (q_i^* - q_i) \{ N_{ij} \} (q_i^* - q_j) D_i^* \quad (1)$$

ただし、NEV：社会的便益、N：人口

q：一般化費用（ $q = p + wt$ ）

p：交通費用、t：交通所要時間、w：動労所得

D：交通需要量（ $D \equiv N x + X$ ）

x：私用交通量、X：業務交通量

ここで、スーパーSCRIPT A、Bは、それぞれ交通プロジェクト実行前、実行後の状態を示している。また、サブSCRIPT iにより交通機関を表現しており、それぞれi=1:新幹線、i=2:高速度道路、i=3:航空とする。

また、(1)式の第2項を無視すると、NEVは図-1の台形AB q^*q の面積、すなわち斜線部分で表される。ここに、 $D(q|A)$ および $D(q|B)$ は、幹線交通網有無の両場合における需要曲線を表し、点A、Cがプロジェクト無しの状態を示し、点Bがプロジェクト有りの状態を示す。

すなわち、幹線交通網形成によって一般化費用が q^* から q に変化した、一般物価や所得などが変化したならば需要曲線も $D(q|A)$ から $D(q|B)$ にシフトする。故に、台形AC q^*q の面積は需要曲線がシフトしないと考えた時の便益である。つまり、これがいわゆる直接効果である。そして、残りの三角形ABCの面積が物価や所得などの変化による間接効果を示していると解釈できる。一方、第2項は、図-1では、表現しがたい。

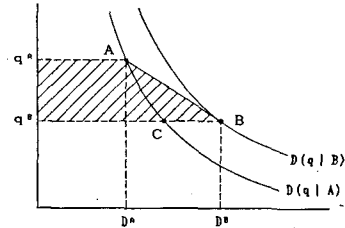


図-1 ショートカット理論（第1項）

3. 需要関数の特定化の相違による実証分析

本稿では、需要関数の特定化の相違による社会的便益値の変動を検討するという、実証分析を目的としている。

ここでは戦後の日本の新幹線、高速度道路および航空整備から成る幹線交通網形成の国民経済的便益測定という事例に適用して、本稿の目的を達成する。

(1) 幹線交通網形成による社会的便益の測定手順

ここで、ショートカット理論による社会的便益の測定手順を図-2に示す。

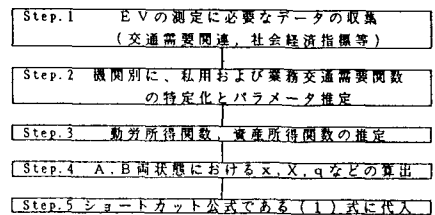


図-2 EVのショートカット測定手順

なお、本研究で取り扱うデータは、昭和39年度（東海道新幹線開通）から、昭和56年度までの18年間の時系列データである¹⁾。

(2) 需要関数の特定化とパラメータ推定

本研究では、解析方法として最小二乗法を用いた。また、適合度を判断する基準は、t値および重相関係数であり、特定化した需要関数型とその変数は以下のとおりである。

《線型》

$$N_{X1} = \alpha_1 + \alpha_2 N (wT+y) \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (2.a)$$

$$X_1 = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (2.b)$$

$$N_{X2} = \alpha_3 + \alpha_4 N (wT+y) \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (2.c)$$

$$X_2 = \beta_3 + \beta_4 \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (2.d)$$

$$N_{X3} = \alpha_5 + \alpha_6 N (wT+y) \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (2.e)$$

$$X_3 = \beta_5 + \beta_6 \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (2.f)$$

《対数線型・Type1》

$$\ln(N_{X1}) = \gamma_1 + \gamma_2 \ln(N (wT+y) \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right)) \quad (3.a)$$

$$\ln(X_1) = \delta_1 + \delta_2 \ln \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (3.b)$$

$$\ln(N_{X2}) = \gamma_3 + \gamma_4 \ln(N (wT+y) \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right)) \quad (3.c)$$

$$\ln(X_2) = \delta_3 + \delta_4 \ln \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (3.d)$$

$$\ln(N_{X3}) = \gamma_5 + \gamma_6 \ln(N (wT+y) \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right)) \quad (3.e)$$

$$\ln(X_3) = \delta_5 + \delta_6 \ln \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{q_1 q_2 q_3} \right) \quad (3.f)$$

《対数線型, Type 2》

$$NX_1 = e_1 + e_2 \ln(N(W+Y)) + e_3 \ln\left(\frac{q_2 + q_3}{q_1} \cdot \frac{k_1}{k_2 + k_3}\right) \quad (4.a)$$

$$X_1 = \xi_1 + \xi_2 \ln\left(\frac{k_1}{k_2 + k_3} + \frac{q_2 + q_3}{q_1}\right) \quad (4.b)$$

$$NX_2 = e_4 + e_5 \ln(N(W+Y)) + e_6 \ln\left(\frac{q_2 + q_3}{q_1} \cdot \frac{k_1 + k_2}{k_2}\right) \quad (4.c)$$

$$X_2 = \xi_3 + \xi_4 \ln\left(\frac{k_2 + q_1 + q_2}{q_2} \cdot \frac{k_1 + k_2}{k_1 + k_3}\right) \quad (4.d)$$

$$NX_3 = e_7 + e_8 \ln(N(W+Y)) + e_9 \ln\left(\frac{q_1 + q_2 + k_2}{k_1 + k_2} \cdot \frac{k_2}{q_3}\right) \quad (4.e)$$

$$X_3 = \xi_5 + \xi_6 \ln\left(\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3} \cdot \frac{k_2}{q_3}\right) \quad (4.f)$$

《勤労所得・資産所得》

$$\ln w = \eta_1 + \eta_2 \ln\left(\frac{k_1}{p_1 + 1800t_1} + \frac{k_2}{p_2 + 1800t_2} + \frac{k_3}{p_3 + 1800t_3}\right) \quad (5.a)$$

$$\ln y = \theta_1 + \theta_2 \ln\left(\frac{k_1}{p_1 + 1800t_1} + \frac{k_2}{p_2 + 1800t_2} + \frac{k_3}{p_3 + 1800t_3}\right) + \theta_3 E \quad (5.b)$$

ここに、k：路線延長、T：利用可能総時間

また、 $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1, \epsilon_1, \xi_1, \eta_1, \theta_1$ はパラメータであり、Eは交通需要に多大な影響をもたらしたと考えられる経済危機、すなわち、第一次、第二次オイルショックに対するダミー変数（0-1変数）である。

このように特定化した理由としては、線型関数（2）式は最も簡単な関数型であり、線型の次に簡単で非線型である関数は対数線型であるので（3）式を採用した。また、その変形として（4）式を考えた。

なお、（2）～（4）式における説明変数である、勤労所得w、および資産所得yを知るために、（5）式の構造式を考えた。これにより得られたw、yは各関数型ごとに同一の値を使用する。

これらのパラメータ推定結果を表-1に示す。（2）～（5）式のいずれの関数型に対しても満足のできる統計的指標を得た。また、パラメータの符号条件も常識的判断基準と合致している。

（3）関数型の相違による便益値の比較検討

（2）において推定されたパラメータを（1）式に代入し、各関数型による社会的便益を測定すると表-2のようになる。

この結果は、いずれの関数型による便益値も10～20%程度の範囲での変動を示しており、特定化の違いによる便益値の変動は小さいと考えられる。すなわち、本事例における社会的便益値（NEV）は、需要関数の特定化の違いには直接的影響を受けないものと判断される。

4. まとめ

本研究では、ショートカット測定理論に基づき、その有用性を実証すべく、交通需要関数の特定化による便益値の変動の計測を試みた。その結果より、本事例によれば、ショートカット測定理論は、需要関数の推定のみに作業を集中すればよく、かつ、その需要関数型には依存しないという意味において、実用的な交通プロジェクトの評価手法であると位置づけし得る。

なお、現在本研究では、この見解の信頼性を向上すべく、需要関数に代替パラメータの値に応じて線型、対数線型およびシ字型をその特殊型として含むCES型関数による特定化を試みている。

また、本理論により計測された便益値の妥当性（例えばGNP等との比較）、および理論的根拠である一般均衡分析によるそれとの近似性の検討などが考えられる。

これらの点に関しては、今後の研究課題としたい。

【参考文献】

- 1) 森杉壽芳・林山泰久・小島信二：交通プロジェクトにおける時間便益評価—簡便化手法の実用化と精度の検討—、土木計画学研究論文集, No. 4, pp. 149～156, 1986. 10
- 2) 吉田哲生・森杉壽芳：等価の変差による交通施設の外部財評価方法に関する研究, 土木計画学研究論文集, No. 3, pp. 73～80, 1986. 1
- 3) 森杉壽芳：道路施設設備の効果, 道路, pp. 3～7, 1986. 10

表-1. 1 線型関数の推定結果

新幹線	私用	パラメータの値		相関係数
		α_1	t値	
	業務	α_2	8.623*10 ⁻⁷	0.9060
		β_1	-2.351*10 ⁸	
高速度道路	私用	β_2	3.716*10 ⁸	0.8459
	業務	α_3	6.192*10 ⁸	0.9900
	私用	α_4	3.381*10 ⁻⁷	0.9934
	業務	β_3	-6.076*10 ⁸	
航空	私用	β_4	2.755*10 ⁸	0.9841
	業務	α_5	2.208*10 ⁹	0.9917
	私用	α_6	1.074*10 ⁻⁸	
	業務	β_5	-1.256*10 ⁸	
	私用	β_6	4.197*10 ⁸	
	業務		30.91	

表-1. 2 対数線型関数 (Type. 1) の推定結果

新幹線	私用	パラメータの値		相関係数
		γ_1	t値	
	業務	γ_2	1.265*10 ⁻⁴	0.8535
		δ_1	0.8765	
高速度道路	私用	δ_2	2.273*10 ⁵	0.8379
	業務	δ_3	0.9906	
	私用	γ_3	1.964*10 ⁻⁷	0.9864
	業務	γ_4	1.0188	
	私用	δ_4	4.797*10 ⁴	0.9858
	業務	δ_5	1.0205	
航空	私用	γ_5	5.068*10 ⁻³	0.9678
	業務	γ_6	0.6899	
	私用	δ_6	1.17*10 ⁵	0.9639
	業務	δ_7	0.7395	

表-1. 3 対数線型関数 (Type. 2) の推定結果

新幹線	私用	パラメータの値		相関係数
		ϵ_1	t値	
	業務	ϵ_2	-1.238*10 ¹²	0.9612
		ϵ_3	3.635*10 ¹⁸	
高速度道路	私用	ϵ_4	2.662*10 ¹⁸	0.8317
	業務	ϵ_5	-2.280*10 ¹¹	
	私用	ϵ_6	2.819*10 ⁹	0.9565
	業務	ϵ_7	-2.688*10 ¹¹	
	私用	ϵ_8	8.346*10 ⁹	0.9286
	業務	ϵ_9	-1.969*10 ⁹	
航空	私用	ϵ_{10}	-5.615*10 ⁹	0.9297
	業務	ϵ_{11}	3.708*10 ⁹	
	私用	ϵ_{12}	-1.938*10 ¹¹	0.9527
	業務	ϵ_{13}	5.019*10 ¹¹	
	私用	ϵ_{14}	3.635*10 ¹⁸	
	業務	ϵ_{15}	8.976*10 ⁹	

表-1. 4 勤労所得、資産所得の推定結果

勤労所得	パラメータの値		相関係数
	η_1	t値	
	η_2	4.820	0.9654
	θ_1	0.3439	
資産所得	θ_2	13.47	0.8160
	θ_3	0.2329	
	θ_4	-0.3064	
	θ_5	5.463	
	θ_6	-4.310	

表-2 E V の計算結果

年	線型	対数線型 (Type. 1)	対数線型 (Type. 2)
39	6.21E+10	3.89E+10	1.61E+10
40	1.24E+11	8.82E+10	4.01E+10
41	1.59E+11	1.18E+11	1.27E+11
42	1.87E+11	1.45E+11	1.78E+11
43	2.27E+11	1.79E+11	2.36E+11
44	2.15E+11	1.69E+11	1.82E+11
45	2.85E+11	2.42E+11	3.03E+11
46	3.32E+11	2.88E+11	3.95E+11
47	4.73E+11	4.39E+11	5.30E+11
48	6.15E+11	5.95E+11	7.36E+11
49	7.42E+11	7.25E+11	8.76E+11
50	1.04E+12	1.08E+12	1.05E+12
51	1.05E+12	1.10E+12	1.02E+12
52	1.17E+12	1.27E+12	1.17E+12
53	1.33E+12	1.47E+12	1.29E+12
54	1.31E+12	1.45E+12	1.29E+12
55	1.42E+12	1.58E+12	1.43E+12
56	1.49E+12	1.67E+12	1.47E+12

(単位：円)