

近似的計測手法の開発と実証事例*
DEVELOPMENT OF A SIMPLE METHOD FOR MEASURING SPATIAL BENEFIT
INCIDENCE OF TRANSPORT INVESTMENT AND REAL BENEFIT INCIDENCE*

佐藤 徹治**・小池 淳司***・上田 孝行****

By Tetsuji SATO**・Atsushi KOIKE***・Takayuki UEDA****

1. はじめに

近年、実務的にも多くのプロジェクトで用いられつつあるSCGEモデル（空間的応用一般均衡モデル）による交通施設整備の帰着便益の計測は、一般に発生ベースの便益の計測と比較して多大な労力が必要とされる。このため、すべての実際のプロジェクト評価に対してSCGEモデルを構築することは現実的には困難な状況にあり、多くの現実のプロジェクト評価ではマニュアルに基づく発生ベースの便益のみが計測されているのが実情である。

そこで本稿では、マニュアル等に基づき計測された発生ベースの利用者便益に加えて、地域生産関数のパラメータ等を用い、交通施設整備による地域別経済主体別便益を近似的に計測する手法を提案する。さらに、本手法を首都圏の交通プロジェクトに適用し、実際のプロジェクト評価に適用する際の手順を具体的に示す。なお、本手法は基本的には筆者ら¹⁾の要約であり、実証分析のみ近年のデータにより再推定を行ったものである。

ところで、本手法やSCGEモデルによるアウトプットは名目価格体系で表示される。このため、実務上で一般の実感と合わないなどの問題が生じる場合がある。本稿では、名目価格体系による便益表示の実務的な問題点を示した上で、実質価格体系に変換する方法およびその実証事例についても併せて示す。

2. 帰着便益の近似的計測手法

(1) 対象圏域全体および地域別の帰着便益

帰着便益の近似的計測にあたり、一般均衡の前提から以下の4つの仮定をおく。経済は、対象圏域で閉じており、対象圏域外への合成財、労働、資本、便益の漏れは発生しない。企業による生産は、規模に関して収穫一定であり、交通施設整備による超過利潤は発生しない。家計の所得に関する限界効用は一定である。合成財、労働、資本および交通に関して、価格のみが変化し量は変化しない。

このとき、合成財生産企業の利潤関数は、交通以外の中間投入を無視すると、(1)式で表される。

$$\pi = pX - wL - rK - qQ \quad (1)$$

ここで、 π は企業の利潤、 p は合成財の価格、 X は合成財の生産量、 w は労働賃金、 L は労働であり、 r は資本価格（レンタル価格）、 K は資本、 q は交通費用、 Q は企業の交通量を示す。

上記の仮定を考慮して利潤関数(1)式を全微分すると、(2)式が導かれる。

$$Xdp = Ldw + Kdr + Qdq \quad (2)$$

ここで、右辺第3項 Qdq が計測可能な企業の交通市場における利用者便益で、 Xdp は合成財価格の変化による便益、 Ldw は労働賃金の変化による便益、 Kdr は資本価格の変化による便益を表している。

次に各地域に帰着する便益を考える。上記の便益を対象圏域全体の便益とすると、各地域に居住する家計に帰着する合成財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本価格の変化による便益は、地域間相互での合成財の消費や従業、資本取引を考慮して、それぞれ(3)~(5)式で表される。

*キーワード：公共事業評価法，整備効果計測法

**正員，修(情)，(財)計量計画研究所
(〒162-0845 東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9，
TEL:03-3268-9966，E-mail:tsato@ibs.or.jp)

***正員，博(工)，鳥取大学工学部
(〒680-8552 鳥取市湖山南町4-101，
TEL:0857-31-5313，

E-mail:koike@sse.tottori-u.ca.jp)

****正員，博(工)，東京工業大学大学院理工学研究科
(〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1，
TEL:03-5734-3597，E-mail:tueda@cv.titech.ac.jp)

表 - 1 2 地域の場合の便益帰着構成表

	地域 1		地域 2		合計
	企業	家計	企業	家計	
利用者便益	Q_1dq	$Q_1'dq$	Q_2dq	$Q_2'dq$	$Q_1dq + Q_1'dq + Q_2dq + Q_2'dq$
合成財価格の変化による便益	$-X_1dp$	$X_1'dp$	$-X_2dp$	$X_2'dp$	0
労働賃金の変化による便益	L_1dw	$-L_1'dw$	L_2dw	$-L_2'dw$	0
資本価格の変化による便益	K_1dr	$-K_1'dr$	K_2dr	$-K_2'dr$	0
合計	0	U_1	0	U_2	$Q_1dq + Q_1'dq + Q_2dq + Q_2'dq$

注) $U_1 = +Q_1'dq + X_1'dp - L_1'dw - K_1'dr$
 $U_2 = +Q_2'dq + X_2'dp - L_2'dw - K_2'dr$

$$X_i'dp = \sum_j \left(\frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}} X_j dp \right) \quad (3)$$

$$L_i'dw = \sum_j \left(\frac{l_{ij}}{\sum_i l_{ij}} L_j dw \right) \quad (4)$$

$$K_i'dr = \sum_j \left(\frac{k_{ij}}{\sum_i k_{ij}} K_j dr \right) \quad (5)$$

ここで、 X_j は地域 j の企業による合成財の販売量、 X_i' は地域 i の家計による合成財の購入量、 L_j は地域 j の企業による労働の雇用量、 L_i' は地域 i の家計による労働の投入量、 K_j は地域 j の企業による資本レンタル量、 K_i' は地域 i の家計による資本の貸出量、 x_{ij} は地域 i の家計による地域 j の企業が生産した合成財の購入額、 l_{ij} は地域 i の家計による地域 j の企業からの労働賃金の受取額、 k_{ij} は地域 i の家計による地域 j の企業からの資本レンタル料受取額を表す。

表 - 1 に、対象圏域内の地域が 2 地域の場合の各地域における企業および家計の帰着便益を整理した便益帰着構成表を示す。

(2) 利用者便益を用いた帰着便益の導出

利用者便益を用いた帰着便益については、生産要素価格の変化が極めて微小で無視できるか否か、またどのような生産技術を仮定するかによって、異なる結果が導出されることが既存研究で明らかになっている¹⁾。本稿では、生産要素価格の変化が非微小で、コブ・ダグラス型生産技術を仮定したケースの帰着便益の導出を以下に示す。

コブ・ダグラス型生産関数は、(6)式で表される。

$$X = c_0 L^{a_1} K^{a_2} Q^{a_3} \quad (6)$$

ここで、 a_1, a_2, a_3 はパラメータである。(6)式の生産制約の下、利潤関数(1)式の最大化条件を解くと、生産要素価格の変化が非微小な場合、(7)~(9)式が導かれる。

$$Ldw = a_1 Xdp \quad (7)$$

$$Kdr = a_2 Xdp \quad (8)$$

$$Qdq = a_3 Xdp \quad (9)$$

(7)式、(8)式を(2)式に代入し、労働、資本および交通に関して収穫一定 ($a_1 + a_2 + a_3 = 1$) を仮定すると、(10)~(12)式が得られる。

$$Xdp = \frac{1}{a_3} Qdq \quad (10)$$

$$Ldw = \frac{a_1}{a_3} Qdq \quad (11)$$

$$Kdr = \frac{a_2}{a_3} Qdq \quad (12)$$

以上から、生産要素価格の変化が非微小でコブ・ダグラス型生産技術を仮定した場合、合成財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益および資本価格の変化による便益は、利用者便益と生産関数のパラメータのみで表され、生産関数のパラメータが推定できれば、地域別の企業の利用者便益から各地域の企業および家計の帰着便益を容易に計測することが可能となる。

(3) 実証分析

ここでは、首都圏1都3県（東京、神奈川、埼玉、千葉）の閉じた圏域における仮想的な交通施設整備プロジェクトを想定する。このプロジェクトによる各地域の企業、家計の利用者便益は、費用便益分析マニュアル等に基づき消費者余剰法によって、表-2の通り計測されているものとする。

表-2 仮想プロジェクトの利用者便益

単位：億円/年

	東京	神奈川	埼玉	千葉	合計
企業	200	90	40	20	600
家計	150	60	30	10	

収穫一定 ($a_1 + a_2 + a_3 = 1$) を仮定して、コブ・ダグラス型生産関数(6)式の両辺対数を取り、2期間のダミー変数に加えた(6)'式について、1都3県計の時系列データ(1980~1999年)を用いたOLSによるパラメータ推定を行う。

$$\ln \frac{X}{L} = c_1 + a_2 \ln \frac{\rho \cdot K_{-1}}{L} + a_3 \ln \frac{Q}{L} + d_1 DUM8791 + d_2 DUM9699 \quad (6)'$$

ここで、下添え字-1は一期のタイムラグを表し、は民間資本稼働率、DUM8791はバブルダミー（～1986：0，1987～1991：1，1992～：0），DUM9699は近年ダミー（～1995：0，1996～：1）である。

パラメータ推定に用いたデータの出典は、県民経済計算年報（内閣府）、労働力調査報告（総務省）、鉱工業指数年報（経済産業省）、道路交通センサス（国土交通省）等である。パラメータ推定結果を表-3に示す。このとき、各地域の企業の帰着便益は、各地域の企業の利用者便益、(10)～(12)式および生産関数のパラメータから容易に計測される。表-4に各地域の企業に帰着する便益を示す。

表-3 パラメータ推定結果

c_1	a_2	a_3	d_1	d_2	R^2	D.W.
-3.5175 (-4.78)	0.4512 (8.78)	0.3939 (1.09)	0.0286 (2.84)	-0.0555 (-3.92)	0.989	1.764

注) ()内はt値。

R^2 ：決定係数，D.W.：ダービン・ワトソン比

表-4 各地域の企業に帰着する便益

単位：億円/年

	東京	神奈川	埼玉	千葉	合計	
利用者便益	200	90	40	20	350	
波及便益	合成財価格	-508	-228	-102	-51	-889
	労働賃金	79	35	16	8	138
	資本価格	229	103	46	23	401
合計	-200	-90	-40	-20	-350	

注) 合成財価格：合成財価格の変化による便益
労働賃金：労働賃金の変化による便益
資本価格：資本価格の変化による便益

さらに、各地域における企業による合成財の地域別販売比率、労働の地域別雇用比率、資本の地域別レンタル比率が把握できれば、(3)～(5)式を用いて各地域の家計に帰着する便益を計測することができる。各地域の企業による合成財の地域別販売比率、労働の地域別雇用比率については、ここでは簡単のため、実際の統計データが容易に入手可能な私事目的の地域間トリップ比率、通勤目的の地域間トリップ比率（第4回東京都市圏パーソントリップ調査データ）で代替する。また、資本の地域別レンタル比率については、データの制約上、1都3県計の資本配当支払比率（県民所得統計データ）を用いる。

地域別の家計の帰着便益（合成財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本価格の変化による便益）を計測し、地域別、経済主体別の便益帰着構成表として整理したのを表-5に示す。

表-5 1都3県別便益帰着構成表

単位：億円/年

	東京		神奈川		埼玉		千葉		合計	
	企業	家計	企業	家計	企業	家計	企業	家計		
利用者便益	200	150	90	60	40	30	20	10	600	
波及便益	合成財価格	-508	482	-228	237	-102	113	-51	57	0
	労働賃金	79	-53	35	-43	16	-25	8	-16	0
	資本価格	229	-249	103	-45	46	-38	23	-69	0
合計	0	330	0	209	0	79	0	-18	600	

3. 帰着便益の実質化

表-5の実証分析結果において家計の帰着便益に着目すると、いずれの地域においても労働賃金および資本価格の変化による便益はマイナスとなっている。これは、交通施設整備によって輸送費が低下したにもかかわらず、家計の受け取る賃金所得および

資本所得が低下したことを意味し、一般的な実感と合わないため、実務上で一般に説明するにあたっては問題が生じる可能性がある。以上の結果は、今回提案した近似的計測手法のみならず、SCGE モデルをはじめ、一般均衡体系を仮定した場合には、交通費用の低下が合成財価格、労働賃金および資本価格のすべてに波及することから必然的に得られるものである。

ここでは、以上の問題に対処し、一般的な実感に合った帰着便益を提示するため、名目価格体系の帰着便益を実質価格体系に変換する方法を示す。

まず、ある便益項目に関連した名目支払額 (= 名目受取額) を Y 、一般物価水準を p とし、基準年を上添え字 B 、プロジェクトなし、ありの状態をそれぞれ o, w で表すと、プロジェクトなし、ありの状態における実質支払額はそれぞれ $Y^o / (p^o/p^B)$ 、 $Y^w / (p^w/p^B)$ で表される。したがって、実質便益は、 $Y^w / (p^w/p^B) - Y^o / (p^o/p^B)$ あるいは、 $Y^o / (p^o/p^B) - Y^w / (p^w/p^B)$ となる。表 5 で示した交通施設整備による各便益についても同様の方法で変換が可能である。表 6 に交通施設整備による実質支払額 (= 受取額) の変化、表 7 に実質便益帰着構成を示す。

表 - 6 項目別実質支払額 (受取額) の変化

	without	with	with - without
交通一般化費用	$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o/p^B}$	$\frac{TC_h^w + TC_f^w}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_h^w + TC_f^w}{p^w/p^B} - \frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o/p^B}$
財消費額 (= 生産額)	$\frac{p^o X}{p^o/p^B}$	$\frac{p^w X}{p^w/p^B}$	$\frac{p^w X}{p^w/p^B} - \frac{p^o X}{p^o/p^B}$
賃金受取額 (= 支払額)	$\frac{w^o L}{p^o/p^B}$	$\frac{w^w L}{p^w/p^B}$	$\frac{w^w L}{p^w/p^B} - \frac{w^o L}{p^o/p^B}$
資本受取額 (= 支払額)	$\frac{r^o K}{p^o/p^B}$	$\frac{r^w K}{p^w/p^B}$	$\frac{r^w K}{p^w/p^B} - \frac{r^o K}{p^o/p^B}$

表 - 7 交通施設整備による実質帰着便益

便益	家計	企業	
利用者便益	$\frac{TC_h^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_f^w}{p^w/p^B}$	
波及便益	合成財価格	$\frac{p^o X}{p^o/p^B} - \frac{p^w X}{p^w/p^B}$	$\frac{p^w X}{p^w/p^B} - \frac{p^o X}{p^o/p^B}$
	労働賃金	$\frac{w^o L}{p^o/p^B} - \frac{w^w L}{p^w/p^B}$	$\frac{w^w L}{p^w/p^B} - \frac{w^o L}{p^o/p^B}$
	資本価格	$\frac{r^o K}{p^o/p^B} - \frac{r^w K}{p^w/p^B}$	$\frac{r^w K}{p^w/p^B} - \frac{r^o K}{p^o/p^B}$
合計	$\frac{TC_h^o + p^o X - w^o L - r^o K}{p^o/p^B}$ $\frac{TC_h^w + p^w X - w^w L - r^w K}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_f^o - p^o X + w^o L + r^o K}{p^o/p^B}$ $\frac{TC_f^w - p^w X + w^w L + r^w K}{p^w/p^B}$	

表 - 8 1都3県別便益帰着構成表 (実質)

単位: 億円/年

	東京		神奈川		埼玉		千葉		合計	
	企業	家計	企業	家計	企業	家計	企業	家計		
利用者便益	158	119	13	9	27	21	-20	-10	317	
波及便益	合成財価格	-17	121	-50	14	15	-49	52	-86	0
	労働賃金	-487	338	-135	181	-89	150	-78	121	0
	資本価格	69	-117	40	13	-1	19	-15	-8	0
合計	-277	461	-133	217	-47	140	-61	17	317	

以上の変換を表 5 の 1 都 3 県別便益帰着構成表に適用すると、実質価格体系の便益帰着構成表として表 8 が得られる。ここで、波及便益に関する支払額 (地域総生産等) は 1999 年の県民所得統計データを用い、1990 年基準の民間消費支出デフレーターを p^o/p^B として実質化を行った。なお、実際の経済では、各生産要素が対象圏域内で閉じていないため、各波及便益はキャンセルアウトしないが、本稿では、一般均衡の仮定から対象圏域内で各生産要素の需給が一致すると仮定してデータ作成を行った。

表 8 の実質価格体系の帰着便益においては、家計の受け取る労働賃金の变化による便益はプラスとなっており、一般の実感と合う結果となっている。

4. おわりに

本稿では、発生ベースの利用者便益と地域生産関数のパラメータを用い、交通施設整備による地域別経済主体別便益を近似的に計測する手法を提案し、実証分析の例を示した。本稿が提案する手法を用いれば、利用者便益が計測されるすべてのプロジェクトに対して、帰着ベースの便益を近似的に導出することが可能となる。さらに本稿では、名目価格体系による便益表示の実務的な問題点を示し、実質価格体系に変換する方法およびその実証事例を示した。

今後、実務上での交通施設整備評価への適用に向け、今回の実証分析では捨象されている各要素の超過需給分の取り扱い、実証分析の蓄積による生産関数パラメータの安定性の検証等が課題である。

参考文献

- 1) 佐藤 徹治・小池 淳司・上田 孝行: 「道路整備による地域別帰着便益の簡易計測手法の開発」, 高速道路と自動車, 第 45 巻 第 10 号, pp.37-44, 2002.10
- 2) 森杉壽芳 編著: 「社会資本整備の便益評価 - 一般均衡理論によるアプローチ - 」, 勤草書房, 1997