

不完全競争下における交通施設整備の費用便益分析

Cost-Benefit Analysis of Transportation Improvement under Imperfect Competition

河野達仁*, 森杉壽芳**, 岸昭雄***

By Tatsuhiro KONO*, Hisayoshi MORISUGI**, Akio KISHI***

1. はじめに

(1) 本研究の背景と目的

近年、我が国における交通施設整備の便益評価は、各省庁で便益計測マニュアルが作成されるなど、確立されつつある。しかし、便益計測マニュアルや多くの関連論文はファーストベストの経済を想定しており、税金、外部性、不完全競争等による、歪みのあるセカンドベストの経済に立脚したものではない。したがって本研究では、歪みのある経済、特に不完全競争による財の価格支配が存在することによる便益計測への影響について検討する。

(2) 既存研究および本研究の方針

現実の経済は、税金、外部性、不完全競争などの要因からファーストベストの経済（全ての財の価格と限界費用が一致）ではなく、ほとんどの財市場において価格と限界費用とは乖離している。この乖離分をマークアップといい、その度合いを示す指標としてラーナーの独占度（価格と限界費用との差/価格）やマークアップ率（価格/限界費用）がある。

Harberger¹⁾は、価格と限界費用の乖離が存在する場合のプロジェクトによる社会的便益の計測式を示している。他にもこの種の分析は多く、数値計算による乖離度の研究もなされている^{例えは2)}。しかしこれらは税金による乖離についてのみを扱っており、不完全競争による乖離については研究されていない。

例外として、貝山³⁾は特に交通施設整備による社会的便益を、直接効果と間接効果とに分けて考え、歪みのある経済においては、間接効果はキャンセルアウトされずにそのまま残ることを示し、不完全競争

の代表的な例として、独占企業が存在する場合について分析している。また Venables&Gasiorek⁴⁾は、不完全競争下における便益計測を行っている。しかしながらこれは CGE モデルを用いた数値シミュレーションであり、現実経済の状況に基づいたものではない。

これらを受けて本研究では、ラーナーの独占度を導入して、不完全競争下の交通施設整備による便益計測式を実際の市場で観測可能な変数で導出し、不完全競争によって発生する間接効果を表す項について考察する。その際、間接効果の大きさを産業別に検討することによって、どのような産業が主に間接効果を生んでいるのかを考察し、さらに、不完全競争による間接効果の実際の推計方法について言及する。

2. 経済モデルによる分析

(1) 一般均衡モデルの構築

消費者、 n 個の一般企業、1つの交通企業からなる一般均衡モデルを構築する。ただし、本モデルの特徴は財の価格が不完全競争下で決定され、結果として価格と限界費用が乖離するという点である。この乖離を ε （ラーナーの独占度）によって表現する。図1に本モデルの均衡点を示す。

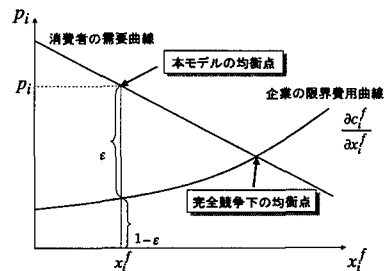


図1 本モデルの均衡点

以下に本モデルを示す。なお、サフィックス c, f, t はそれぞれ消費者、企業、交通企業を意味する。

キーワード：公共事業評価法、整備効果計測法

* 学生員，工修，東北大学大学院情報科学研究科

** 正員，工博，東北大学教授 大学院情報科学研究科

*** 学生員，東北大学大学院情報科学研究科

(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06,

TEL 022-217-7502, FAX 022-217-7500)

【消費者行動】

$$V = \max_{X^c, t^c, l} u(X^c, t^c, l) \quad (\text{効用最大化行動})$$

$$\text{s.t. } PX^c + p_t t^c = wL^c + \sum \pi_i^f + \pi^t \quad (\text{所得制約})$$

$$L^c + t^c \tau + l = \Omega \quad (\text{時間制約})$$

ただし、 $X^c = (x_1^c, x_2^c, \dots, x_i^c, \dots, x_n^c)$: 消費財ベクトル

$P = (p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n)$: 価格ベクトル

t_e : 交通需要, l : 余暇時間, p_t : 交通料金, w : 賃金率

L^c : 労働供給, π^f : 企業利潤, π^t : 交通企業利潤

τ : 交通所要時間, Ω : 利用可能時間

【i 企業行動】 ($i=1,2,\dots,n$)

$$C_i^f = \min_{y_{ji}, L_i^f, t_i^f} \left(\sum_j p_j y_{ji} + wL_i^f + p_t t_i^f \right) \quad (\text{費用最小化})$$

$$\text{s.t. } x_i^f = x_i^f(Y_i, NL_i^f, t_i^f) \quad (\text{生産関数})$$

$$L_i^f = NL_i^f + \alpha_i^f \quad (\text{労働時間})$$

$$\pi_i^f = p_i x_i^f - C_i^f \quad (\text{利潤定義})$$

$$p_i = \left(\frac{1}{1 - \varepsilon_i} \right) \frac{\partial C_i^f}{\partial x_i^f} \quad (\text{価格と限界費用の関係})$$

ただし、 $Y_i = (y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ji}, \dots, y_{ni})$: j 企業から i 企業への中間財投入ベクトル, C_i^f : 費用, L_i^f : 労働需要, t_i^f : 交通需要,

x_i^f : i 財供給量, ε_i : i 財のラーナーの独占度

NL_i^f : 企業の純労働,

【交通企業行動】

$$C^t = \min_{X^t, L^t} (PY^t + wL^t) \quad (\text{費用最小化})$$

$$\text{s.t. } \tau = \tau(X^t, L^t, T) \quad (\text{サービス時間関数})$$

$$\pi^t = p_t T - C^t \quad (\text{利潤定義})$$

ただし、 $Y^t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{it}, \dots, y_{nt})$: i 企業から交通への中間財投入ベクトル, C^t : 費用, L^t : 労働需要, T : 交通供給量

【市場均衡条件】

$$x_i^c + y_{ii} + \sum_j y_{ji} = x_i^f \quad (i \text{ 財}) \quad (i=1,2,\dots,n)$$

$$t^c + \sum_j t_j^f = T \quad (\text{交通}) \quad L^c = \sum_j L_j^f + L^t \quad (\text{労働})$$

(2) 交通施設整備による便益計測式の導出

交通施設整備による社会的純便益を $B=V/\lambda$ (λ : 所得の限界効用) とおくと、先に示した一般均衡モデルを解くことにより(1)式を得る。

$$B = -w \left(t^c + \sum_j t_j^f \right) d\tau - \frac{\partial C^t}{\partial \tau} dT \quad (1)$$

$$+ \sum_j \left(p_i - \frac{\partial C_i^f}{\partial x_i^f} \right) dx_i^f + \left(p_t - \frac{\partial C^t}{\partial T} \right) dT$$

(1)式は、時間に関する第 1, 2 項以外は Harberger¹⁾ による方程式と等しくなる。また、第 1, 2 項は交通施設整備による直接効果を表し、第 3, 4 項は間接効果を表す。完全競争下であれば i 財と交通の価格は限界費用に一致するため、間接効果はキャンセルアウトされることがわかる。なお、この式は時間に関する第 1, 2 項を除けば各変数における企業の利潤を表しているので、指数基準に対応するものである。

ここで、ラーナーの独占度を用いて(1)式を書き換えると(2.1)式のようなになる。

$$B = B_1 + \sum_j p_i \varepsilon_i dx_i^f + p_t \varepsilon_t dT \quad (2.1)$$

ただし、 ε_t : 交通企業のラーナーの独占度

$$B_1 = -w \left(t^c + \sum_j t_j^f \right) d\tau - \frac{\partial C^t}{\partial \tau} d\tau \quad (\text{直接効果})$$

output の変化量で表した(2.1)式をさらに展開すれば、input の変化量で表された(2.2)式を得る。

$$B = B_1 + \sum_j \left\{ \left(\frac{\varepsilon_i}{1 - \varepsilon_i} \right) \left(\sum_j p_j dy_j^f + w dNL_i^f + (w\tau + p_t) dt_i^f \right) + p_i \varepsilon_i dT \right\} \quad (2.2)$$

(2.1)式から、ラーナーの独占度および財の需要変化分(dx_i^f)、交通の需要変化分(dT)が大きければ、間接効果は無視できないことが分かる。

また、(1)式から(2.1)式への変形の利点は、「市場条件および生産構造からラーナーの独占度を計測する段階」と「市場で観察される output に関する変数で間接効果を計測する段階」とに分けて考えることができることである。

(3) 交通施設整備による財の需要変化の簡易予測方法

(2.1)式より、間接効果の計測には財の需要変化(dx_i^f)を知る必要があるため、その簡易的な予測方法について述べる。交通施設整備によりラーナーの独占度が変化しないと仮定し、各 i 財市場を次の 4 式で表せるとする。

$$x_i^D = x_i^D(p_i) \quad (\text{需要関数}) \quad x_i^D = x_i^f \quad (\text{市場均衡条件})$$

$$\frac{\partial C_i^f}{\partial x_i^f} = \frac{\partial C_i^f}{\partial x_i^f} (p, w, w\tau + p_i, x_i^f) \quad (\text{限界費用関数})$$

$$p_i = \frac{1}{1-\varepsilon_i} \frac{\partial C_i^f}{\partial x_i^f} \quad (\text{価格と限界費用の関係})$$

これらの式から dx_i^f を求めると(3)式ようになる。なお、 $d\sigma$ は交通施設整備として交通料金と所要時間の変化を表すものとする。

$$\frac{dx_i^f}{d\sigma} = \frac{1}{1-\varepsilon_i} \frac{\partial x_i^f}{\partial p_i} \left\{ \sum_j \frac{\partial y_{ji}}{\partial x_i^f} \frac{dp_j}{d\sigma} + \left(\frac{\partial NL_i^f}{\partial x_i^f} + \tau \frac{\partial t_i^f}{\partial x_i^f} \right) \frac{dw}{d\sigma} + w \frac{\partial t_i^f}{\partial x_i^f} \frac{d\tau}{d\sigma} + \frac{\partial t_i^f}{\partial x_i^f} \frac{dp_i}{d\sigma} + \frac{\partial^2 C_i^f}{\partial x_i^f{}^2} \frac{dx_i^f}{d\sigma} \right\} \quad (3)$$

さらに、簡単化のために次式で示されるように労働賃金の変化をニューメレールとし、一次同次のレオンチェフ技術を特定化する。

$$\frac{dw}{d\sigma} = 0, \frac{\partial^2 C_i^f}{\partial x_i^f{}^2} = 0, \frac{\partial y_{ji}}{\partial x_i^f} = a_{ji}, \frac{\partial t_i^f}{\partial x_i^f} = a_{ti} \quad (4)$$

ただし、 a_{ji} : i 産業における j 産業の投入係数

a_{ti} : i 産業における交通の投入係数

(3), (4)式より、 dx_i^f は(5)式のように表される。

$$\frac{dx_i^f}{d\sigma} = \frac{1}{1-\varepsilon_i} \frac{\partial x_i^f}{\partial p_i} \left\{ \sum_j a_{ji} \frac{dp_j}{d\sigma} + \left(w \frac{d\tau}{d\sigma} + \frac{dp_i}{d\sigma} \right) \right\} \quad (5)$$

ここで a_{ji} , a_{ti} は産業連関表から推計する。 $\frac{dp_i}{d\sigma}$ は

例えば産業連関分析の価格モデルを用いて計測する。さらに需要関数の推計を行えば、(5)式から交通施設整備による i 財の需要変化(dx_i^f)が得られる。

3. 間接効果計測のための産業別重要度の検討

Venables&Gasiorek⁴⁾によるCGEモデルを用いた数値シミュレーションによると、ラーナーの独占度を0.3と設定した場合、不完全競争による間接効果を考慮した便益は、ファーストベストの経済の仮定に基づく便益の約1.3~1.6倍にもなる。

一方、実際に費用便益分析を行う場合、恣意性の高いCGEモデルを用いるよりも、経済変量の予測に基づく推計方法のほうが現実的であり、その場合、(2.1), (2.2)式が有用である。さらに、経済変量の変化量はinputよりoutputのデータのほうが容易に市場から観測されるため、(2.1)式に基づく計測方法が妥当であると考えられる。

ただし、(2.1)式より財の需要量の変化分(dx_i^f)や交

通量の変化分(dT)が微小であれば、間接効果は微小である。また、産業毎にラーナーの独占度や需要量の変化分は異なる。

そこで本分析では、財の需要量を大きく変えるような大規模な交通施設整備(高速道路建設等)を想定する。そして産業別のラーナーの独占度と需要量の変化を考察することによって、間接効果の大きさについて検討する。

(1) 産業別のラーナーの独占度

馬場⁵⁾は、Basu and Fernand [1994]の方法を日本の産業別データに当てはめ、規模の経済とマークアップ率を産業別に推計している。そのデータをプロットしたものが図2である。ただし、縦軸はマークアップ率をラーナーの独占度に変換してある。

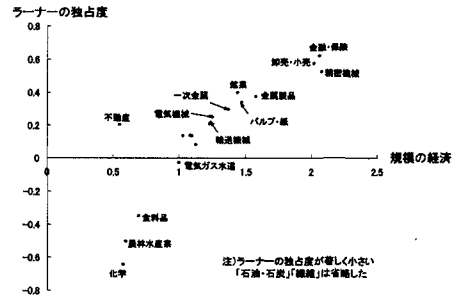


図2 産業別規模の経済とラーナーの独占度の関係

馬場が述べているように、規模の経済が大きな産業(「卸売・小売」「精密機械」など)や規制産業(「金融・保険」「不動産」)はラーナーの独占度が大きく、逆に規模の経済が小さな産業はラーナーの独占度は小さい。また、交通企業は平均費用価格に規制されているため、ラーナーの独占度は0より大きい。

一方、交通施設整備によりラーナーの独占度自体も変化する。このデータより、交通施設整備によって規模の経済が大きな産業のラーナーの独占度はより大きくなり、規模の経済が小さな産業のラーナーの独占度はより小さくなるのが予想される。

(2) 交通施設整備による産業別需要量の変化

大規模な交通施設整備による産業別需要量の変化を考察するために、昭和50年~60年にかけて供用が開始された東北縦貫自動車道を考える。

まず、馬場が推計した産業別マークアップ率と、地域間産業連関表より計算した東北地方の産業別他地域需要増加率を図3に示す。ただし、縦軸はマークアップ率をラーナーの独占度に変換し、他地域需要増加率は昭和50年～60年の東北地域で生産された財の他地域需要率（東北地方以外の需要／総需要）の増加分として定義した。

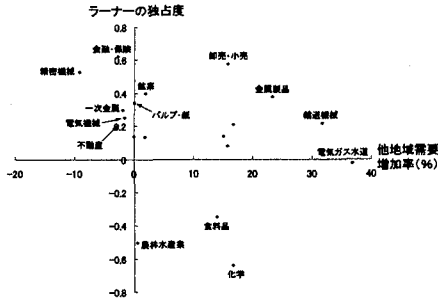


図3 産業別ラーナーの独占度と他地域需要増加率

図3において、昭和50年から60年にかけての他地域需要増加率は、高速道路建設による他地域の需要拡大によるものと仮定し、他地域需要増加率をその産業の需要増加分と見れば、次のことが分かる。

ラーナーの独占度が+の産業で需要が大きく伸びているのは、規模の経済のある産業（「卸売・小売」「金属製品」「輸送機械」など）である。しかしながら、規模の経済があっても需要があまり変化していない産業も多くある。これは、交通施設整備によって競争が激しくなり、他地域での供給が増加したものと考えられる。

(3) 交通施設整備による間接効果に関する考察

(2.1)式より、不完全競争による間接効果はラーナーの独占度と需要の変化分との積であるため、規模の経済の大きな産業は大きな正の間接効果を生んでいる一方、規模の経済の小さな産業の間接効果は「食料品」「化学」を除いては無視できると考えられる。また「食料品」「化学」に関しては負の間接効果を生んでいることが予想される。規制産業（「金融・保険」「不動産」）については、その規制により需要自体が大きく変化しないため、間接効果は小さい。

また「電気ガス水道」は、需要の増加分は大きいがラーナーの独占度がほぼ0であるため、間接効果

はほとんど生じない。逆に「パルプ・紙」のように、ラーナーの独占度は大きいが必要の増加分がほとんどないような産業にも間接効果はほとんど生じない。

さらに全国的に見れば、交通施設整備によって需要が減少するような産業は考えにくい。そのため、一般に間接効果は正になるといえる。しかし、地域的に見れば競争により需要が減少する産業も存在し、地域的な間接効果は正負のどちらもとる得る。

4. おわりに

本研究では、不完全競争により財の価格と限界費用が乖離した場合の便益計測式を求めた。その結果、ファーストベストの経済による便益計測式に、不完全競争による間接効果を表す項が付加された便益計測式を得た。この間接効果は、ラーナーの独占度が高く、さらに交通施設整備による需要変化分の大きな産業に大きく発生する。東北縦貫自動車道供用の際には、東北地域の「卸売・小売」「金属製品」「輸送機械」などの産業に大きな間接効果が発生したと考えられる。

また、間接効果の無視できない大規模な交通施設整備の便益計測を行うためには、従来の交通需要予測に加えて、産業の需要変化を推計する必要がある。したがって、本研究で示した簡易的推計方法をより精緻にする必要がある。また、不完全競争による間接効果を実際に計測する必要もある。

【参考文献】（紙面の都合上、主要文献のみ）

- 1) Harberger, A.C. (1971). "Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics: An Interpretive Essay", *Journal of Economic Literature* 9, pp.785-797
- 2) Ballard, C.L. (1990). "Marginal efficiency cost calculations: Differential analysis vs. balanced-budget analysis", *Journal of Public Economics* 41, pp.263-276.
- 3) 貝山道博(1993)「社会資本整備評価の理論」, 社会評論社.
- 4) Venables, A.J. and Gasiorek, M. (1999). "The welfare implications of transport improvements in the presence of market failure", *Department of the Environment, Transport and the Regions: London*
- 5) 馬場直彦(1995)「内外価格差の発生原因について -マークアップ・プライシングの実証分析を通ずる検討-」 日本銀行金融研究所『金融研究』第14巻第2号