

# 不完全競争下における交通施設整備の便益計測\*

## Benefit Measurement of Transportation Improvement Under Imperfect Competition\*

岸昭雄\*\*, 河野達仁\*\*\*, 森杉壽芳\*\*\*\*

By Akio KISHI\*\*, Tatsuhito KONO\*\*\*, Hisa MORISUGI\*\*\*\*

### 1. はじめに

#### (1) 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, 各省庁で費用対効果マニュアルが作成されるなど, 体系的に確立されつつある。現在交通施設整備の便益評価手法として広く用いられているのは, 直接効果を便益の発生ベースで交通需要における消費者余剰として計測する消費者余剰アプローチである。しかしながら, これは市場の歪みが存在しない, いわゆるファーストベスト経済(全ての財の価格と限界費用が一致)を仮定しており, 実際経済のような税金, 外部性, 不完全競争等を含んだセカンドベスト経済下では成立しない。したがって, 実際の経済状態であるセカンドベスト経済を考慮した便益評価について検討する必要がある。

一方, これらのセカンドベスト要因により, 経済システムに複数均衡が容易に存在しうることも知られている。このような複数均衡が存在する場合における適切な交通施設整備の便益評価手法も検討する必要がある。

そこで本研究では, セカンドベスト経済であり, かつ経済システムに複数均衡が存在する例として, 空間経済を考慮した独占的競争モデルをとりあげ, 交通施設整備の便益計測方法を検討する。

#### (2) 既存研究および研究方針

Dixit & Stiglitz(1977)<sup>1)</sup>は, 個々の企業レベルでの規模の経済を含んだ不完全競争的な市場構造を, 独占的競争モデルにより表現した。この独占的競争モデルは, 不完全競争を経済モデルに組み込む上で非常に便利であり, 多くの研究に利用されてきた。Krugman & Elizondo(1996)<sup>2)</sup>, Kilkenny(1998)<sup>3)</sup>などはその例である。しかしながらこれらは主に交通施設整備による立地均衡の変化に主眼を置いており, 世帯の効用水準や実質賃金は, 立地均衡の変化要因として取り扱われているにすぎず, 交通施設整備の便益評価について検討しているものはない。

一方, Krugman(1991)<sup>4)</sup>は, 独占的競争モデルを空間経済に拡張し, 様々な仮定を加えることによって, 核-周辺モデルと呼ばれる, 複数均衡をもつ独占的競争モデルを提案している。このモデルは, 工業が集中立地するのか, または分散立地するのかを, 工業品の輸送費用に着目して分析している。

そこで本研究では, この核-周辺モデルをケーススタディとして, セカンドベスト経済下において複数均衡が存在する場合の交通施設整備の便益計測手法について考察を行う。

### 2. 核-周辺モデルによるケーススタディ

#### (1) 核-周辺モデル

核-周辺モデルは, Krugmanによって提案された独占的競争モデルの一つである。モデルの枠組みは以下のとおりである(詳細は参考文献<sup>4)</sup>参照)。

1) 経済には独占的競争の行われる工業部門  $M$  と完全競争的な農業部門  $A$  が存在する。2) 各部門は, それぞれ工業労働者, 農業労働者という1種類だけの資源を用いて生産を行う。3) 地域1, 地域2の2地域からなる経済であり, 経済全体には工業労働

\*キーワード: 公共事業評価法, 整備効果計測法

\*\*学生員, 修士(情報科学), 東北大学大学院情報科学研究科

\*\*\*正員, 博士(学術), 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

(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06,

TEL 022-217-7501, FAX 022-217-7500)

者が  $m$  , 農業労働者が  $1-m$  存在する . 4) 農業労働者は移動不可能であり , 両地域に均等に分布している一方 , 工業労働者は地域間を自由に移動可能とする . 5) 工業品の地域間輸送にのみ氷塊型の輸送費用がかかる一方 , 農業品には輸送費用はかからないとする . これにより , 農業労働者の賃金は地域によらず一定となり , これをニューメレルとし , 1 とおく . 6) 工業労働者は自身の効用を最大化するように地域間を自由に移動するため , 均衡における工業労働者の効用は等しい .

以上の仮定により , 核 - 周辺モデルの均衡は , 各地域における所得 , 工業品の価格指数 , 工業労働者の賃金率および工業労働者の効用水準を決定する以下の連立方程式体系で表される . なお , 下付きの数字はそれぞれ地域 1 , 2 を表す .

$$Y_1 = m w_1 + (1-m)/2 \quad (1)$$

$$Y_2 = m(1-I)w_2 + (1-m)/2 \quad (2)$$

$$G_1 = [I w_1^{1-s} + (1-I)(w_2 T)^{1-s}]^{1/s} \quad (3)$$

$$G_2 = [I(w_1 T)^{1-s} + (1-I)w_2^{1-s}]^{1/s} \quad (4)$$

$$w_1 = [Y_1 G_1^{s-1} + Y_2 G_2^{s-1} T^{1-s}]^{1/s} \quad (5)$$

$$w_2 = [Y_1 G_1^{s-1} T^{1-s} + Y_2 G_2^{s-1}]^{1/s} \quad (6)$$

$$V_1^M = m^m (1-m)^{1-m} w_1 G_1^{-m} \quad (7)$$

$$V_2^M = m^m (1-m)^{1-m} w_2 G_2^{-m} \quad (8)$$

ただし ,  $Y$  : 地域の所得 ,  $G$  : 工業品の価格指数 ,  $w$  : 工業労働者の労働賃金 ,  $V^M$  : 工業労働者の効用水準 ,  $T$  : 輸送費用 ,  $m$  : 工業品への支出割合を表す定数 ( $0 < m < 1$ ) ,  $s$  : 任意の差別化された 2 財間の代替弾力性 ,  $I$  : 地域 1 の工業シェア

以上の 8 本の非線形連立方程式より均衡解が決定される . またその均衡下における農業労働者の効用水準は以下のように表される .

$$V_1^A = m^m (1-m)^{1-m} G_1^{-m} \quad (9)$$

$$V_2^A = m^m (1-m)^{1-m} G_2^{-m} \quad (10)$$

ただし ,  $V^A$  : 農業労働者の効用水準

## (2) モデルの均衡解

図 - 1 は ,  $s = 5$  ,  $m = 0.4$  の場合の , 輸送費用  $T$

の変化による均衡解の変化を描いている . ただし , 縦軸に地域 1 の工業シェア  $I$  , 横軸に輸送費用  $T$  をとっている . また , 実線が安定解 , 破線が不安定解であり , 図中の  $T(B)$  は対称均衡が不安定となる点 (ブレイクポイント) ,  $T(S)$  は核 - 周辺均衡がいったん確立されると維持される点 (サステインポイント) を示している . 均衡解の安定性については , 均衡解付近における  $V_1^M$  ,  $V_2^M$  を比較すればよい (詳細は参考文献<sup>2)</sup> 参照) .

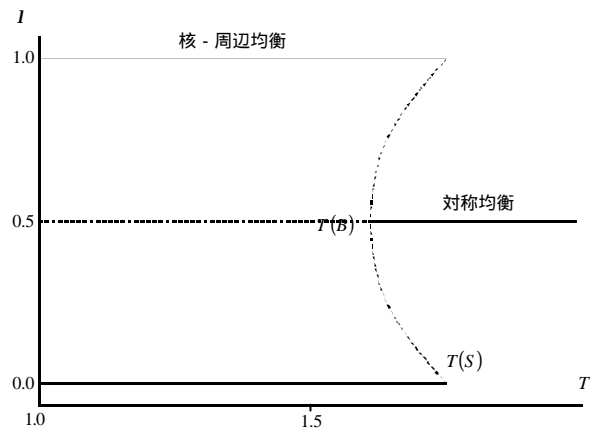


図 - 1 均衡解の変化

図 - 1 より , 輸送費用が大きい場合 ( $T > T(S)$ ) においては , 経済は工業労働者が両地域に均等に分布する , いわゆる対称均衡となる . 一方 , 輸送費用が小さい場合 ( $T < T(B)$ ) においては , 経済は複数均衡となっており , 安定解は工業労働者が片方の地域に集中して分布する , いわゆる核 - 周辺均衡となる . また , 輸送費用が中程度 ( $T(B) < T < T(S)$ ) の場合においては , 経済は複数均衡となっており , さらに安定解が 2 つ (対称均衡 , 核 - 周辺均衡) 存在する .

## (3) 交通需要関数

前述のモデルより , 交通需要関数を求めることができる . 図 - 2 にその交通需要関数の概略を示す . ただし , 縦軸に輸送費用  $T$  , 横軸に交通量  $t$  をとっており , 工業品 1 単位の輸送に交通 1 単位を必要とすると仮定している . また図 - 1 と同様に , 実線が安定均衡における交通需要関数 , 破線が不安定均衡における交通需要関数である .

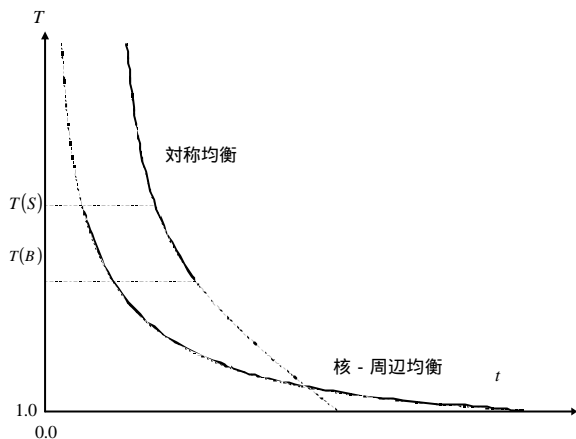


図 - 2 交通需要関数

図 - 2 から明らかなように、輸送費用が変化すると、1)交通施設整備前の経済が対称均衡の場合、 $T=T(B)$ の前後において交通需要関数が不連続に変化する。一方、2)交通施設整備前の経済が核 - 周辺均衡の場合、 $T=T(S)$ の前後において交通需要関数が不連続に変化する。

#### (4) 交通施設整備による便益評価

交通施設整備によって輸送費用が $T_0$ から $T_1$ へ減少すると仮定する( $T_0 > T_1$ )。このとき、 $T_0$ 、 $T_1$ の大きさによって以下の3つのケースに分類することができる。

##### (a) $T_0 > T_1 > T(B)$

これは、交通施設整備の前後において、安定均衡がともに対称均衡の場合である。この場合、モデルの展開により、交通施設整備による便益は、交通市場の消費者余剰の変化を用いて便益評価を行う従来の費用便益分析手法に加えて、別途他の市場の歪みを考慮することによって計測可能である。

##### (b) $T(B) > T_0 > T_1$

これは、交通施設整備の前後において、安定均衡がともに核 - 周辺均衡の場合である。この場合も(a)と同様に、交通施設整備による便益は従来の費用便益分析手法に加えて、別途他の市場の歪みを考慮することによって計測可能である。

##### (c) $T_0 > T(B) > T_1$

これは、交通施設整備の前後において、安定均衡が変化する場合である。つまり、交通施設整備前においては対称均衡が安定均衡であり、交通施設整備

後においては核 - 周辺均衡が安定均衡となる。したがって、交通施設整備によって経済システムが不連続に変化することになる。この場合、経済システムの不連続点( $T=T(B)$ )において効用が不連続に変化するため、消費者余剰アプローチによる従来の費用便益分析手法によって交通施設整備の便益を計測することはできない。したがって、他の手法を用いて便益を計測する必要がある。

本モデルに限っていえば、輸送費用が全くかからない場合( $T=1$ )の対称均衡の均衡解と、核 - 周辺均衡の均衡解が一致することに着目すれば、対称均衡が持続すると仮定した場合の仮想交通需要関数を用いて、輸送費用の変化を $T=T_0$ から $T=1$ と考えれば、従来どおりの手法(EV, CV, 消費者余剰を用いるアプローチ)を用いて交通施設整備の便益を計測することができる。

### 3. 不完全競争および複数均衡が存在する下での交通施設整備の便益計測に関する問題点

前章において、不完全競争の一形態である独占的競争を仮定したKrugmanの核 - 周辺モデルをケーススタディとして、不完全競争および複数均衡が存在する下での交通施設整備の便益計測について考察を行った。その結果、交通施設整備によって均衡が移行する場合(核 - 周辺モデルにおいては対称均衡から核 - 周辺均衡へと移行する場合)、経済システムが不連続になってしまうため、従来型のアプローチは適用できないことが分かった。今後の問題点として、1)複数均衡が存在する場合の交通施設整備の便益評価手法の検討、2)実際経済における均衡の移行の判断基準の検討、等が考えられる。

#### (1) 交通施設整備の便益評価手法の検討

交通施設整備によって均衡が移行するようなモデルを具体的に設定すれば、応用一般均衡分析による便益の計測は可能である。しかしながらこの手法は、モデルの前提によらず全ての場合で有効であるものの、効用関数や生産関数といった直接観察されない関数の形を仮定する必要があることや、パラメータの設定に利用されるカリブレーションについても実務的観点からは問題が多い。

さらに、一般均衡分析を行うに当たってのモデルの設定も非常に難しい。例えば、本研究で取り上げた核 - 周辺モデルは、独占的競争を仮定し、また非常に非現実的な仮定をおいている。そのため、仮定を多少でも変更すれば、複数均衡解を持たなくなったり、交通施設整備によって均衡が移行するようになることが起こらなくなったりする。実際に、核 - 周辺モデルにおける農産品の代わりに土地を考えれば、均衡を表す連立方程式は以下ようになる。ただし、以下のモデルは、全ての労働者が工業労働者であり、地域間を自由に移動できると仮定している。また、地代収入をニューメレールとし、 $(1-m)/m$ とおく。

$$Y_1 = Iw_1 + I(1-m)/m \quad (11)$$

$$Y_2 = (1-I)w_2 + (1-I)(1-m)/m \quad (12)$$

$$G_1 = \left[ \frac{1}{m} I w_1^{1-s} + \frac{1}{m} (1-I) (w_2 T)^{1-s} \right]^{1/s} \quad (13)$$

$$G_2 = \left[ \frac{1}{m} I (w_1 T)^{1-s} + \frac{1}{m} (1-I) w_2^{1-s} \right]^{1/s} \quad (14)$$

$$w_1 = [Y_1 G_1^{s-1} + Y_2 G_2^{s-1} T^{1-s}]^{1/s} \quad (15)$$

$$w_2 = [Y_1 G_1^{s-1} T^{1-s} + Y_2 G_2^{s-1}]^{1/s} \quad (16)$$

$$V_1^M = m^m G_1^{-m} Y_1^m I^{-1} \quad (17)$$

$$V_2^M = m^m G_2^{-m} Y_2^m (1-I)^{-1} \quad (18)$$

以上の 8 本の非線形連立方程式より均衡解が決定される。図 - 3 は、輸送費用  $T$  の変化による均衡解の変化を描いている。ただし、縦軸に地域 1 の工業シェア  $I$ 、横軸に輸送費用  $T$  をとっている。また、実線が安定解、破線が不安定解である。



図 - 3 均衡解の変化

図 - 3 が示すように、対称均衡、核 - 周辺均衡は輸送費用によらず不安定解となる。また、安定解は連続的に変化しており、交通施設整備によって経済システムが不連続に変化することはない。したがって、従来の費用便益分析手法が適用可能である。

このように、核 - 周辺モデルは、わずかなモデルの仮定の変化によって、全く異なる均衡となる。したがって、応用一般均衡分析を行う際のモデルの設定には注意を払わなければならない。

したがって、応用一般均衡分析による便益評価手法ではなく、ファーストベスト経済におけるショートカット理論のような、データの入手可能性等を考慮した、簡便で汎用的な便益評価手法を検討する必要があると思われる。

### (3) 実際経済における均衡の移行の判断基準の検討

実際に交通施設整備の費用対効果分析を行う際には、対象とする交通施設整備によって経済システムの均衡が移行するか否かによって、従来の費用便益分析手法が適用可能であるかが決まる。したがって、果たして経済に複数均衡が存在するのか、また対象とする交通施設整備が経済システムの均衡の移行を引き起こすのかどうかを予測できるような判断基準についても検討しなければならない。

### 参考文献

- 1) Dixit, A.K., and J.E. Stiglitz. (1977), "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity.", *American Economic Review* 67(3), pp.297-308
- 2) Krugman, P.R., and Elizondo, R.L. (1996), "Trade Policy and the Third World Metropolis.", *Journal of Development Economics* 49, pp.137-150
- 3) Kilkenny, M. (1998), "Transport Cost and Rural Development.", *Journal of Regional Science* 38, pp.293-312
- 4) Masahisa Fujita, Paul Krugman, and Anthony J. Venables (1999): *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, MIT Press