

核一周辺モデルにおける交通施設整備の便益計測 —複数均衡存在下におけるプロジェクトの便益計測にむけて—*

Benefit Measurement of Transportation Improvement Under The Core-Periphery Model: Exploring benefit evaluation under Multi-equilibrium*

岸昭雄**・河野達仁***・森杉壽芳****

By Akio KISHI**・Tatsuhito KONO***・Hisa MORISUGI****

1. はじめに

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。また、消費者余剰の積分経路依存性と呼ばれる問題に対応するために、消費者余剰にかわって等価的偏差 EV や補償的偏差 CV といった指標が用いられることもある¹⁾。しかしながら、いずれにしてもこれらの計測方法は、市場の歪みが存在しない、いわゆる最善経済（全ての財の価格と限界費用が一致して均衡している経済）の仮定の下で成立する計測手法である。一方、実際経済のような税金、外部性、不完全競争、各種規制などを含んだ次善経済（財の価格と限界費用が乖離して均衡している経済）の下における交通施設整備においては、時間短縮効果といった交通市場における便益（直接効果）のみならず、交通市場以外の市場における便益（間接効果、死荷重の変化分）も、その主体間でキャンセルアウトされないために、便益として計測する必要がある。貝山²⁾は、次善経済要因の代表的な例として企業が不完全競争状態の場合（独占企業が存在する場合）における交通施設整備の便益計測式を、直接効果、間接効果を明示した形で導出している。

また、これら次善経済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知られている。代表的な例として、Krugman(1991)³⁾の提案した核一周辺モデルが挙げられる。これは、Dixit & Stiglitz(1977)⁴⁾が提案した独占的競争モデル（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表現）を空間経済に拡張

し、様々な仮定を加えることによって、複数均衡の存在を示したモデルである。Krugmanはこのモデルにおいて、工業品の輸送費用の大小によって工業が集中立地するのか、または分散立地するのかを分析している。

現在まで検討されてきた便益評価手法は、経済の均衡解の一意性を仮定しており、その均衡解の変化をもとに便益を計測している。つまり、核一周辺モデルのように、経済に複数均衡が存在し、交通施設整備によって均衡解が移行するようなケースにおいては全く対応できないといえる。

一方、複数均衡の存在するモデルを取り扱っている研究は多く、Krugman & Elizondo(1996)⁵⁾、Kilkenny(1998)⁶⁾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た研究であり、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ない。そして、交通施設整備の便益評価という観点から検討しているものは皆無である。

したがって本研究では、従来の便益評価手法で対応できない、次善経済要因によって経済システムに複数均衡が存在する下での交通施設整備の便益評価手法検討するために、複数均衡の存在する例として核一周辺モデルをとりあげる。そして、核一周辺モデルにおける交通施設整備の便益計測方法を検討する。また、複数均衡が存在する下での便益評価に関する問題は、交通施設整備に限定されたものではなく、一般的なプロジェクト全般に当てはまる問題である。したがって、核一周辺モデルにおける交通施設整備の便益計測方法をふまえて、一般に複数均衡が存在する経済の下でのプロジェクトの便益評価の展望を、その利用方法の面から検討する。

2. 核一周辺モデルの概要

(1) 核一周辺モデルの枠組み

核一周辺モデルは、前述のようにDixit & Stiglitzの独占的競争モデルを空間に拡張したものをベースとしている。追加的な仮定は以下のとおりである（詳細は参考文献⁷⁾参照）。

*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（〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06，TEL 022-217-7499，FAX 022-217-7500）

***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

- 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 が存在し、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。また、部門に特有のこれら生産要素の供給は固定的であるとする。
- 2) 地域1, 2の2地域からなる経済であり、経済全体において工業労働者が μ 、農業労働者が $1-\mu$ 存在する。
- 3) 農業労働者は両地域に均等に居住し、移動不可能である一方、工業労働者は地域間を自由に移動可能とする。ただし、工業労働者は居住した地域において労働を提供するものとし、労働者の地域間の通勤は考えない。
- 4) 工業品の地域間輸送にのみ氷塊型の輸送費用 T ($T \geq 1$) がかかる。つまり、1単位の工業品がある地域から他の地域に輸送されると、最初の1単位のうち $1/T$ のみ実際に到着するとする。一方、農業品には輸送費用はかからないとする。また、農業品は収穫一定のもとで生産されるとする。これにより、農業労働者の賃金は地域によらず一定となる。これをニューメレールとし、1とおく。
- 5) 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、均衡における地域間の工業労働者の効用水準は等しい。一方、農業労働者は移動不可能であるため、均衡における地域間の農業労働者の効用水準は必ずしも等しくはならない。

以上の追加的仮定により、核一周辺モデルの均衡は、各地域における所得 Y 、工業品の価格指数 G 、工業労働者の賃金率 w 、および工業労働者の効用水準 V^w を決定する以下の連立方程式体系で表される。ただし、下付きの数字はそれぞれ地域1, 2を表し、式展開の簡便化のため、工業労働者の割合 μ = 工業品への支出割合を表す定数 μ 、と基準化している。なお、核一周辺モデルにおいては、工業労働者の効用水準ではなく、実質賃金によってモデルの均衡を表現している。しかしながら本研究では、交通施設整備による便益を効用水準の変化から導出する必要があるために、実質賃金ではなく効用水準によってモデルの均衡を表現するものとする。

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

$$Y_2 = \mu(1-\lambda)w_2 + (1-\mu)/2 \quad (2)$$

$$G_1 = \left[\lambda w_1^{1-\sigma} + (1-\lambda)(w_2 T)^{1-\sigma} \right]^{1/\sigma} \quad (3)$$

$$G_2 = \left[\lambda(w_1 T)^{1-\sigma} + (1-\lambda)w_2^{1-\sigma} \right]^{1/\sigma} \quad (4)$$

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

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

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

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

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^w : 工業労働者の効用水準、 T : 輸送費用、 μ : 工業品への支出割合を表す定数 ($0 < \mu < 1$)、 σ : 任意の差別化された2財間の代替弾力性、 λ : 地域1の工業シェア

以上の非線形連立方程式(1)~(8)より、核一周辺モデルの均衡が決定される。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。

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

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

ただし、 V^A : 農業労働者の効用水準

(2) 核一周辺モデルの均衡解

図-1は、 $\sigma = 5$ 、 $\mu = 0.4$ 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 λ 、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）、 $T(S)$ は核一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各地域の工業労働者の効用水準 V_1^M 、 V_2^M を比較すればよい（詳細は参考文献⁷⁾ 参照）。

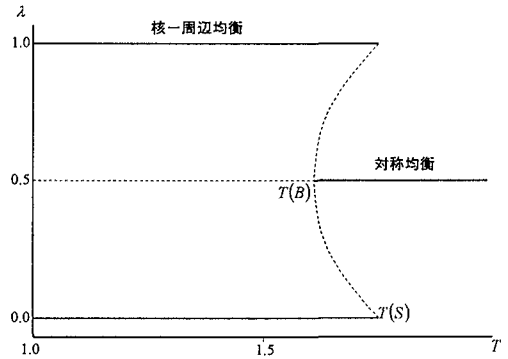


図-1 均衡解の変化

図-1に示すように、輸送費用が十分に大きい場合 ($T > T(S)$) 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 ($\lambda = 0.5$) となる。

一方、輸送費用が十分に小さい場合 ($T < T(B)$) 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、いわゆる核一周辺均衡 ($\lambda = 0, 1$) となる。また、輸送費用が中程度 ($T(B) \leq T \leq T(S)$) 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3つ存在する (対称均衡、核一周辺均衡 ($\lambda = 0, 1$))。

対称均衡、核一周辺均衡における均衡解、すなわち非線形連立方程式(1)~(8)の解は以下のように表される。ただし今後は、核一周辺均衡においては地域1に工業労働者が集中するものとして分析する ($\lambda = 1$)。なお、核一周辺モデルにおいては地域1、地域2は完全に対称であるために、地域2に工業労働者が集中するとした場合 ($\lambda = 0$) の解は、(12.1)~(12.5)における下付きの数字1、2を入れ替えたものになる。

対称均衡 ($\lambda = 0.5$) :

$$Y_1 = Y_2 = 1/2 \quad (11.1)$$

$$G_1 = G_2 = \left(\frac{1 + T^{1-\sigma}}{2} \right)^{1/(1-\sigma)} \quad (11.2)$$

$$w_1 = w_2 = 1 \quad (11.3)$$

$$\begin{aligned} V_1^M &= V_1^A = V_2^M = V_2^A \\ &= \mu^\mu (1 - \mu)^{1-\mu} \left(\frac{1 + T^{1-\sigma}}{2} \right)^{-\mu/(1-\sigma)} \end{aligned} \quad (11.4)$$

核一周辺均衡 ($\lambda = 1$) :

$$Y_1 = (1 + \mu)/2 \quad (12.1)$$

$$Y_2 = (1 - \mu)/2$$

$$G_1 = 1 \quad (12.2)$$

$$G_2 = T$$

$$w_1 = 1$$

$$w_2 = \left(\frac{1 + \mu}{2} T^{1-\sigma} + \frac{1 - \mu}{2} T^{\sigma-1} \right)^{1/\sigma} \quad (12.3)$$

$$V_1^M = \mu^\mu (1 - \mu)^{1-\mu}$$

$$V_2^M = \mu^\mu (1 - \mu)^{1-\mu} \left(\frac{1 + \mu}{2} T^{1-\sigma} + \frac{1 - \mu}{2} T^{\sigma-1} \right)^{\frac{1}{\sigma}} T^{-\mu} \quad (12.4)$$

$$\begin{aligned} V_1^A &= \mu^\mu (1 - \mu)^{1-\mu} \\ V_2^A &= \mu^\mu (1 - \mu)^{1-\mu} T^{-\mu} \end{aligned} \quad (12.5)$$

(3) 交通需要関数

工業労働者および農業労働者はコブダグラス型の効用関数を仮定しているため、工業品のマーシャルの需要関数は $M_u = \mu y / G$ と表される。ただし、 y は労働者一人あたりの所得である。したがって、ある地域から輸送される工業品1単位につき交通1単位を消費すると仮定すれば、対称均衡下におけるマーシャルの交通需要関数 $t_u(T)$ は以下のように表される。

$$t_u(T) = \mu \left(\frac{1 + T^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (\text{対称均衡}) \quad (13.1)$$

また核一周辺均衡下においては、工業が地域1に集中して立地しているため、地域2の農業労働者への工業品の輸送のみに交通が消費される。したがって、核一周辺均衡下におけるマーシャルの需要関数 $t_u(T)$ は以下のように表される。

$$t_u(T) = \mu T^{-1} \quad (\text{核一周辺均衡}) \quad (13.2)$$

図-2にこ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 をとり、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。

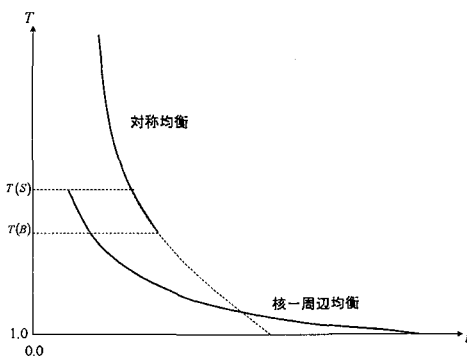


図-2 交通需要関数

一方、労働者の支出関数は $e = \mu^{-\mu} (1 - \mu)^{\mu-1} G^\mu V$ と表されるため、シェパードの補題より、ヒックスの交通需要関数 $t_s(T)$ は以下のように表される。

$$t_h(T) = \mu^{-\mu-1} (1-\mu)^{\mu-1} G^{\mu-1} V \quad (\text{対称均衡}) \quad (14.1)$$

$$t_h(T) = \mu^{-\mu-1} (1-\mu)^{\mu-1} G_2^{\mu-1} V_2^A \quad (\text{核一周辺均衡}) \quad (14.2)$$

3. 交通施設整備による便益の計測

交通施設整備によって工業品の輸送費用が 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1) $T_0 > T_1 \geq T(B)$ 、2) $T(B) > T_0 > T_1$ 、3) $T_0 \geq T(B) > T_1$ 、の3つのケースに分類することができる。1)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。2)は、交通施設整備の前後において安定均衡がともに核一周辺均衡の場合である。そして3)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。すなわち、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一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。それぞれのケースについて、交通施設整備による便益計測方法を検討する。

(1) $T_0 > T_1 \geq T(B)$ のケース

交通施設整備による便益 B を労働者の EV で定義すれば、以下のように表される。

$$B = EV = \int_{T_0}^{T_1} \frac{de}{dV} dV = \oint_{T_0}^{T_1} \frac{\partial e}{\partial V} \frac{\partial V}{\partial T} dT \quad (15)$$

(15)式に、支出関数および対称均衡における効用水準(12.5)を代入して整理すれば、以下ようになる。

$$B = EV = \left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{1+T_1^{1-\sigma}} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} - 1 \quad (16)$$

一方、交通市場におけるヒックスの補償需要関数で定義される消費者余剰を計算すれば、

$$\begin{aligned} B &= \oint_{T_0}^{T_1} t_h(T) dT = \oint_{T_0}^{T_1} \left[\mu^{-\mu-1} (1-\mu)^{\mu-1} G^{\mu-1} V \right] dT \\ &= \left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{1+T_1^{1-\sigma}} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} - 1 \end{aligned} \quad (17)$$

となり、(16)式と一致する。したがって、このケースの

場合、交通市場におけるヒックスの補償需要関数で定義される消費者余剰を計測することにより、交通施設整備の便益を計測することができる。

(2) $T(B) > T_0 > T_1$ のケース

このケースにおいては、工業労働者および地域1の農業労働者は、工業品に輸送費用がかからないため、交通施設整備によって効用水準は変化しない。したがって、交通施設整備による便益は、地域2の農業労働者の効用水準に着目すればよい。

(15)式に、支出関数および核一周辺均衡における地域2の農業労働者の効用水準(12.5)を代入して整理すれば、以下ようになる。

$$B = \frac{1-\mu}{2} EV_2^A = \frac{1-\mu}{2} \left\{ \left(\frac{T_0}{T_1} \right)^{\mu} - 1 \right\} \quad (18)$$

一方、交通市場におけるヒックスの補償需要関数で定義される消費者余剰を計算すれば、

$$\begin{aligned} B &= \frac{1-\mu}{2} \oint_{T_0}^{T_1} t_h(T) dT \\ &= \frac{1-\mu}{2} \oint_{T_0}^{T_1} \left[\mu^{-\mu-1} (1-\mu)^{\mu-1} G_2^{\mu-1} V_2^A \right] dT \\ &= \frac{1-\mu}{2} \left\{ \left(\frac{T_0}{T_1} \right)^{\mu} - 1 \right\} \end{aligned} \quad (19)$$

となり、(18)式と一致する。したがって、このケースの場合、交通市場におけるヒックスの補償需要関数で定義される消費者余剰を計測することにより、交通施設整備の便益を計測することができる。

(3) $T_0 \geq T(B) > T_1$ のケース

このケースにおいては、交通施設整備によって均衡が変化する。すなわち、交通施設整備前には対称均衡であったものが、交通施設整備後には核一周辺均衡となる。したがって、図-2に示すように、交通需要関数も $T=T(B)$ において不連続となる。このため、前述の2つのケース、つまり交通施設整備前後において均衡が変化しないケースのように、交通施設整備の便益を交通市場におけるヒックスの補償需要関数の消費者余剰として計測することはできない。その上 $T=T(B)$ において労働者の効用が不連続に変化するため、積分区間を $T_0 \sim T(B)$ と $T(B) \sim T_1$ とに分け、それらを足し合わせても、交通施設整備の便益を表すことはできない。

このとき、交通施設整備の便益を計測する方法として、
 (a) 労働者の支出関数の差を直接計測する方法
 (b) 仮想交通需要関数の消費者余剰を計測する方法
 の2つの方法が考えられる。以下にそれぞれの方法を記述する。

(a) 労働者の支出関数の差を直接計測する方法

均衡解が連続に変化している、不連続に変化しているにかかわらず、交通施設整備の便益は単純に整備前と整備後の労働者の支出関数の差をとることによって計測することができる。

工業労働者および地域1の農業労働者のEVは以下のように表される。

$$\begin{aligned} \frac{1+\mu}{2} EV_1 &= \frac{1+\mu}{2} [e(G^0, V^1) - e(G^0, V^0)] \\ &= \frac{1+\mu}{2} \left[\left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} - 1 \right] \end{aligned} \quad (20)$$

一方、地域2の農業労働者のEVは以下のように表される。

$$\begin{aligned} \frac{1-\mu}{2} EV_2 &= \frac{1-\mu}{2} [e(G^0, V^1) - e(G^0, V^0)] \\ &= \frac{1-\mu}{2} \left[\left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} T_1^{-\mu} - 1 \right] \end{aligned} \quad (21)$$

したがって、交通施設整備の便益Bは、すべての労働者のEVの和だから、以下のように表される。

$$\begin{aligned} B &= \frac{1+\mu}{2} EV_1 + \frac{1-\mu}{2} EV_2 \\ &= \left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} \left(\frac{1+\mu}{2} + \frac{1-\mu}{2} T_1^{-\mu} \right) - 1 \end{aligned} \quad (22)$$

(b) 仮想交通需要関数の消費者余剰を計測する方法

対称均衡における均衡解(11.1)～(11.5)および核一周辺均衡における均衡解(12.1)～(12.5)を比べれば分かるように、 $T=1$ 、つまり輸送費用がゼロのケースにおける両者の均衡解は一致する。この関係を用いれば、工業労働者および地域1の農業労働者のEVは、対称均衡におけるヒックスの交通需要関数を $T=T_0$ から $T=1$ （輸送費用がゼロに対応）まで積分することによって求めることができる。

$$\begin{aligned} \frac{1+\mu}{2} EV_1 &= \frac{1+\mu}{2} \int_{\left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2}\right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}}}^1 [\mu^{-\mu+1} (1-\mu)^{\mu-1} G^{\mu-1} V] dT \\ &= \frac{1+\mu}{2} \left[\left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} - 1 \right] \end{aligned} \quad (23)$$

ここで、 $T > T(B)$ においては、本来、対称均衡は不安定均衡となり、実際経済では実現しない。しかしながら、対称均衡が仮想的に持続するとした場合の仮想交通需要関数を用いることにより、交通市場から便益を計測することができる。

一方、地域2の農業労働者は、交通施設整備前には

$$G_2^0 = \left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}, \text{ 整備後には } G_2^1 = T_1 \text{ なる工業品の価格}$$

指数に直面している。したがって、地域2の農業労働者のEVは、核一周辺均衡におけるヒックスの交通需要関

数を $T = \left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$ から $T=T_1$ まで積分することによって求めることができる。

$$\begin{aligned} \frac{1-\mu}{2} EV_2 &= \frac{1-\mu}{2} \int_{\left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2}\right)^{\frac{1}{1-\sigma}}}^1 [\mu^{-\mu+1} (1-\mu)^{\mu-1} G_2^{\mu-1} V_2^{\mu}] dT \\ &= \frac{1-\mu}{2} \left[\left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} T_1^{-\mu} - 1 \right] \end{aligned} \quad (24)$$

したがって、交通施設整備の便益Bは、すべての労働者のEVの和だから、以下のように表される。

$$\begin{aligned} B &= \frac{1+\mu}{2} EV_1 + \frac{1-\mu}{2} EV_2 \\ &= \left(\frac{1+T_0^{1-\sigma}}{2} \right)^{\frac{\mu}{1-\sigma}} \left(\frac{1+\mu}{2} + \frac{1-\mu}{2} T_1^{-\mu} \right) - 1 \end{aligned} \quad (25)$$

ここで、 $T > T(B)$ においては、本来、核一周辺均衡は不安定均衡となり、実際経済では実現しない。しかしながら、核一周辺均衡が仮想的に持続するとした場合の仮想交通需要関数を用いることにより、交通市場から便益を計測することができる。実際経済における仮想交通需要関数は、具体的には人口を固定した際の交通需要の変化を予測するなどといった方法により、比較的容易に推計可能である。

(25)式は、(a) 労働者の支出関数の差を直接計測す

る方法において導出された便益計測式(22)と一致する。つまり、(b) 仮想交通需要関数の消費者余剰を計測する方法によって、交通市場の情報のみから交通施設整備の便益を計測することが可能である。

(4) 各ケースにおける便益計測方法の考察

前節(1)～(3)の検討の結果、交通施設整備前後において均衡が変化しない場合(1)、(2)のケース)においては、経済システムに複数均衡が存在しているにもかかわらず、従来の便益評価手法と同様に、交通市場における EV を計測することにより交通施設整備の便益を計測可能である。しかしながら、交通施設整備前後において均衡が変化する場合(3)のケース)においては、経済システムが不連続に変化するため、従来の便益評価手法では対応できない。そこで本研究では、労働者の支出関数の差から EV を直接計測する方法、および仮想交通需要関数の積分を利用する方法を提示した。労働者の支出関数の差から EV を直接計測する場合、実務的観点からはCGEに頼ることになる。一方、仮想交通需要関数の積分を利用する方法の場合、交通市場の情報のみから計測可能であるという意味で、実務的に有益であると思われる。

なお、貝山²⁾などが示すように、次善経済下においては、交通市場以外の市場における便益(間接効果)は、死荷重の変化分としてその主体間でキャンセルアウトされずにそのまま便益(もしくは不便益)として計測される。しかしながら本研究で対象とした核一周辺モデルでは、工業品市場は平均費用価格形成、すなわち次善経済であるにもかかわらず、交通施設整備によって工業品の生産量が変化しないため、結果として死荷重の変化分は発生しない。その意味で、核一周辺モデルは特殊な構造を持っているといえる。

4. 複数均衡下における便益評価の展望

前章において、対称均衡および核一周辺均衡(地域1、地域2)の3つの均衡が存在する、核一周辺モデルにおける交通施設整備の便益評価手法を検討した。その結果をふまえて、本章では複数均衡下の便益評価の展望について考察する。

一般的には、対象プロジェクト実行前においては、複数存在している均衡のうちのいずれか一つが実現していると考えられる。また、プロジェクト実行後にどの均衡が実現するかは不明である。実行済みのプロジェクトの事後評価の場合には、実際に観察された、実現した均衡を用いて便益評価を行えばよいものの、プロジェクトの事前評価の場合には、実現する均衡を予測する必要がある。また、プロジェクト実行による均衡の変化

は、安定均衡として連続な経路をとる場合と不連続な経路をとる場合の2ケースが考えられる。それぞれのケースにおける複数均衡の変化を図-3、図-4に示す。ただし、縦軸に家計の効用水準 V を、横軸に社会資本 K をとり、プロジェクト実行によって社会資本が K_0 から K_1 へ増加するものとする。また、均衡が3つ存在するものとし(均衡①、均衡②、均衡③)、実線は安定均衡を、破線は不安定均衡をそれぞれ表す。なお、プロジェクト実行前の実現している均衡は、均衡①の A 点であるとする。

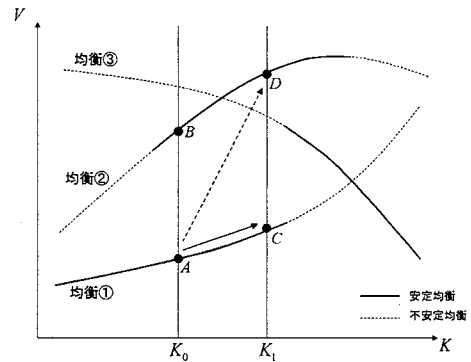


図-3 プロジェクト実行による複数均衡の変化
(連続変化の場合)

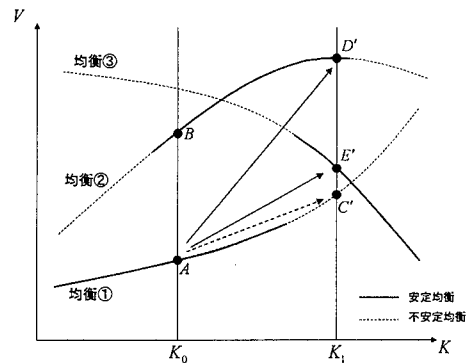


図-4 プロジェクト実行による複数均衡の変化
(不連続変化の場合)

はじめに、プロジェクト実行前の均衡の特定に関しては、プロジェクトの便益評価の観点からは不要である。仮に実行前において他の均衡が存在していたとしても(均衡②、 B 点)、実際に実現している均衡(均衡①、 A 点)を与件として便益評価を行えばよい。

つぎに、プロジェクト実行後の均衡の特定に関しては、厳密に検討する必要がある。プロジェクト実行後におい

ても実行前の均衡が安定均衡であり続ける場合（図－3）、各家計にとって事前の均衡（均衡①、A点）がプロジェクト実行のみによって他の均衡（均衡②、D点）へ移行するインセンティブはない。したがって、事前の均衡がそのまま事後に実現する（均衡①、C点）と考えることができる。この場合には、従来型の均衡の一意性を仮定した便益評価手法が適用可能である。

一方、プロジェクト実行後において実行前の均衡が不安定均衡になる場合（図－4）、事前の均衡（均衡①、A点）はプロジェクト実行によって必然的に他の均衡（均衡②、D'点もしくは均衡③、E'点）へ不連続に移行する。この場合には、プロジェクト実行後の均衡の特定が必要不可欠となる。ここで、事後の実現可能な均衡がすべて事前に予測可能であると仮定すれば、それぞれの均衡が実現した場合の便益評価は可能である。それら複数均衡のうち、プロジェクト実行によってどの均衡が実現するか予測できれば、それがプロジェクトの便益といえることができる。しかしながら、それらの均衡が完全にサンスポット均衡となっている場合、それぞれの均衡における便益評価は可能であるものの、プロジェクトの実行基準としての便益評価にはなり得ない。その対応策として、いずれの場合においても費用便益比（B/C）が1以上であれば、プロジェクトは実行に値すると思われることができる。また、仮にそれぞれの均衡の生起確率が予測できるとすれば、期待値として便益評価を行うということも考えられる。しかし、その生起確率の推定は不可能である場合が一般的であると考えられる。そこで、プロジェクト評価の観点からは、それぞれの均衡における便益を計測し、その値をもとにプロジェクトの便益を最大にする均衡（均衡②、D点、D'点）へ誘導する政策を検討するという利用方法が現実的である。具体的には、交通投資の便益を最大にする均衡を特定化させるための別の政策（例えば土地利用規制など）を行うといったことである。この場合、交通投資と土地利用規制を一つのプロジェクトとして便益評価を行うことになり、その便益は、プロジェクトの便益を最大にする均衡における便益となる。

5. おわりに

実際経済のような税金、外部性、不完全競争、各種規制などを含んだ次善経済（財の価格と限界費用が乖離して均衡している経済）下の交通施設整備においては、時間短縮効果などといった直接効果に加えて、交通市場以外の市場における間接効果も、その主体間でキャンセルアウトされないために、便益として計測する必要がある。さらに、これら次善経済要因により経済システムに複数均衡が存在する可能性も示唆されている。そこで、仮に

複数均衡が存在しているような場合、直接効果の計測に限っても、従来型の便益評価手法、すなわち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が適用可能であるかは未知である。

そこで本研究では、生産における規模の経済の存在（次善経済要因）により、経済システムに複数均衡が存在する核一周辺モデル（Krugman(1991)³⁾）における交通施設整備の便益評価方法を検討した。そしてその上で、一般的に複数均衡が存在する経済の下での便益評価手法およびその問題点について考察を行った。

核一周辺モデルにおける交通施設整備の便益評価方法を検討した結果、複数均衡の存在にかかわらず、交通施設整備によって均衡が変化しない場合については、従来型の便益評価手法で直接効果を計測可能であることが示された。一方、交通施設整備によって均衡が変化する場合については、従来型の便益評価手法は適用不可能であることが分かった。また、このケースにおける便益評価手法として、実務的に有用な、仮想交通需要関数の積分を利用する方法を提案した。しかしながら、核一周辺モデルは非常に特殊な経済を表している。そのため、本研究で提案した、交通施設整備によって均衡が変化する場合における便益評価手法に一般性はない。

一方、一般に複数均衡が存在する経済の下でのプロジェクトの便益評価の展望について考察した。次善経済要因によって複数均衡が存在する場合においても、プロジェクト実行の前後に均衡が変化しなければ、従来型の便益評価手法で直接効果を計測可能である。しかしながら、プロジェクト実行の前後に均衡が変化する場合、プロジェクト実行後の均衡がすべて予測可能であれば、それぞれの場合における便益評価は可能であり、プロジェクト実行によってどの均衡が実現するか予測できれば、それがプロジェクトの便益といえることができる。しかしながら、それらの均衡が完全にサンスポット均衡となっている場合、プロジェクト評価の観点からは、それぞれの均衡における便益を計測し、その値をもとにプロジェクトの便益を最大にする均衡へ誘導する政策を検討するという利用方法が現実的である。この場合、対象プロジェクトおよび均衡を誘導するための政策を併せて一つのプロジェクトとみなし便益評価を行うことになる。

なお本研究においては、プロジェクト実行後の実現可能な複数の均衡がすべて予測可能であることを前提として議論をすすめている。したがって、複数均衡下におけるプロジェクトの便益評価を行うためには、その前段階として、複数の均衡の探索および予測が必要となる。この問題は残された研究課題である。

参考文献

- 1) Johansson, P. -O. : The Economic Theory and Measurement of Environmental Benefits, Cambridge University Press, 1987
- 2) 貝山道博 : 社会資本整備評価の理論, 社会評論社, 1992
- 3) Krugman, P.R. : Increasing returns and economic geography, Journal of Political Economy Vol.99, pp.483-499, 1991
- 4) Dixit, A.K., and Stiglitz, J.E. : Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity, American Economic Review Vol.67, pp.297-308, 1977
- 5) Krugman, P.R. and Elizondo, R.L. : Trade Policy and the Third World Metropolis, Journal of Development Economics Vol.49, pp.137-150, 1996
- 6) Kilkeny, M. : Transport Cost and Rural Development, Journal of Regional Science Vol.38, pp.293-312, 1998
- 7) Fujita, M., Krugman, P.R., and Venables, A.J. : The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade, The MIT Press, 1999

核一周辺モデルにおける交通施設整備の便益計測
—複数均衡存在下におけるプロジェクトの便益計測にむけて—

岸昭雄**・河野達仁***・森杉壽芳****

本研究は、次善経済（財の価格と限界費用が乖離して均衡している経済）下において複数均衡が存在する場合における交通施設整備の便益計測方法を、核一周辺モデル（Krugman, 1991）を用いて検討している。その結果、交通施設整備によって均衡が変化しない場合、従来型の便益評価手法で直接効果を計測可能である一方、交通施設整備によって均衡が他の均衡に不連続に変化する場合、従来型の便益評価手法は適用不可能であることを示している。また、均衡が変化する場合における便益評価手法として、実務的に有用な、仮想交通需要関数の消費者余剰を計測する方法を提案している。そして、一般に複数均衡が存在する下でのプロジェクトの便益評価の展望について考察している。

Benefit Measurement of Transportation Improvement Under The Core-Periphery Model:
Exploring benefit evaluation under Multi-equilibrium*

By Akio KISHI**・Tatsuhito KONO***・Hisa MORISUGI****

In this paper, we consider the methodology of benefit measurement of transportation improvement under the core-periphery model, which has market distortion and multi-equilibrium. The result shows that when the transportation improvement takes a discontinuous path; i.e., it involves a jump from an equilibrium to another equilibrium, the traditional methodology cannot be applied. In that case, the method shown in this paper is useful. In addition, we examine how to use project evaluation under the existence of multi-equilibrium.