

世帯の住み替え便益の定義と計測モデル*

Definition and Measurement of Residential Relocation Benefits

森杉壽芳** 大野栄治*** 河村成人**** 大宮正浩*****

By Hisa MORISUGI Eiji OHNO Shigeto KOHMURA Masahiro OHMIYA

In this paper we defined the residential relocation benefits derived from transport improvement project and constructed a model to measure the benefits by applying the concept of Equivalent Variation to the expected value of maximum utility, taking into accounts the random residential location theory. As the result, we showed that the benefits could be calculated by the consumers' surplus concerning the changes of generalized transport cost, land price, commuting time, lump sum tax, composite goods price, wage rate and property income. On applying this model, however, we have a difficulty to estimate the demand functions for those changes, but will show to be able to avoid it by using the second approximation by Taylor expansion to those demand functions, or by transforming some of those surplus into those of transportation demand function within the framework of general equilibrium analysis.

1. はじめに

都市交通施設整備プロジェクト(交通プロジェクト)が社会全体にもたらす便益を計測することによって当該プロジェクトの社会的有効性を議論することができるが、さらに、世帯、私企業、地主といった社会経済主体者別の帰着便益を知ることによって当該プロジェクトの社会的公平性を検討することができる。また、このような検討に基づいて開発利益の還元を図ることにより、事業採算性の問題のために実現できないが社会全体に大きな効果をもたらすような優良プロジェクト

トを実現に導くことが期待できる。そこで、著者らは従来の研究¹⁾において交通プロジェクトによって発生する便益の帰着構造を明示するモデルの構築を試みてきた。そのモデルの世帯便益は、ランダム効用に等価的偏差EVの概念を適用して構築されているが、世帯がどこからどこへ住み替えたのかを追跡できないような構造であるために、住み替えに対する便益の解釈が困難であった。そこで、本研究では、世帯の住み替え行動をランダム効用理論に基づいて明示的にモデル化した後に、EVの概念を用いて世帯の住み替え便益を明確に定義し、その計測モデルを構築する。

* キーワーズ: プロジェクト評価、住み替え便益、EV、住宅立地
** 正会員 工博 岐阜大学教授 工学部土木工学科
*** 正会員 工修 岐阜大学助手 工学部土木工学科
**** 学生会員 岐阜大学大学院工学研究科
(〒501-11 岐阜市柳戸1-1)
***** 正会員 (株)オオバ
(〒460 名古屋市中区丸の内3-4-21)

2. 既存の便益計測手法

既存の便益測定手法は、資産価値法、一般均衡分析法および共役双対法に大別することができるであろう。資産価値法は市場価格として現存する資産価値を用い

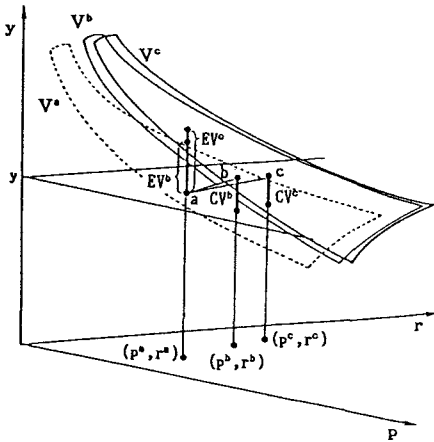


図-1 EVとCVの定義

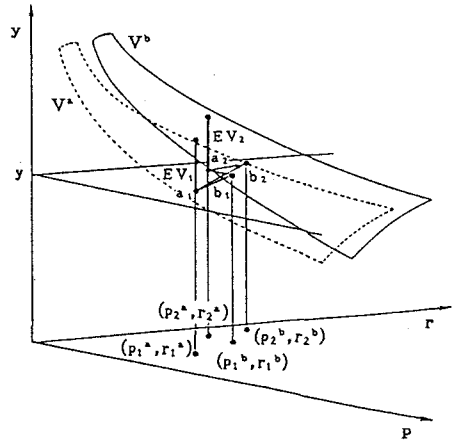


図-2 住み替え世帯のEV

て便益を計測しようとする方法²⁾、一般均衡分析法は等価的偏差EVあるいは補償的偏差CVの概念を用いた分析法^{1) 4) - 11)}、また共役双対法^{12) 13) 14) 15)}は市場均衡条件を解とするような数理最適化問題に置き換えて便益を定義し計測しようとする方法である。しかし、これらの手法には適用に際していくつかの問題点がある。資産価値法による分析においては、対象地域がsmall-openであるという仮定が必要であるが、その仮定をチェックすることは困難である。さらに、現実には対象地域がsmall-openではないために、全便益は必ずしも地価に帰着するとは限らず、また評価された便益は住み替え便益全体を網羅しているとはいえない^{3) 4)}。EV・CVの概念に基づく分析は、一般均衡を直接解く方法とショートカットを解く方法^{1) 6)}とに分けられるが、ここではランダム効用に対する便益の定義が曖昧である。また、共役双対法による分析においては、設定した(間接)効用関数にロアの定理を用いて導き出される種々の需要関数が必ずしも別途に推定したものと一致するとは限らないといった整合性の問題がある。

本研究では、種々の需要関数の推定に対しては困難さを残したままであるが、便益評価については理論的に明解であるため、厚生経済学の分野で用いられているEVに基づいて世帯の住み替え便益の計測モデルを構築する。

3. 住み替え便益の捉え方

厚生経済学の分野ではEVあるいはCVを用いた便益計測法がある。ここで、対象地域の世帯は同一の(間接)効用関数 V および所得 y をもち、さらにその(間接)効用関数は交通費用 p 、土地価格 r 、所得 y の関数であると仮定し、このときのEVおよびCVについて考える。まず、交通プロジェクトによって市場価格が (p^a, r^a) から (p^b, r^b) へ変化し、その結果、世帯の効用レベルが V^a から V^b に変化したとする。このとき、EVおよびCVは、図-1に示すように定義される。すなわち、EVは世帯が変化後の満足度水準を維持するという条件のもとに変化前の状態にとどまるために必要と考える最小補償額であり、CVは変化後の状態 (p^b, r^b) を獲得するために世帯が支払ってもよいと考える最大支払い意思額である。ここで、EVとCVの大きさは必ずしも等しいとは限らない。なぜならば、図-1で示される等効用曲線(V^a および V^b)が効用関数の関数形によっては y 軸に沿って平行移動するとは限らないからである。EVとCVのうち、どちらが便益の定義として適しているかという点に対しては、以下に述べるように、EVの方が望ましいといえることができる。すなわち、このプロジェクトより優れた社会的効果が期待されるような新たなプロジェクト c が行われ、市場均衡価格が (p^a, r^a) から (p^c, r^c)

へ変化し、その結果、世帯の効用レベルが V^* から V^o に変化したとする。さて、このとき世帯がプロジェクトcより享受する便益を考えると、図-1に示すように、EVの概念を用いて計測する場合には、必ずプロジェクトbより大きい便益($EV^o > EV^*$)が保証されるが、CVの概念を用いて計測する場合には、必ずしも $CV^o > CV^*$ とは限らない。したがって、プロジェクトによる便益を計測する際には、CVの概念を用いるより、EVの概念を用いる方が適しているものと考えられる。そこで、本研究では、EVの概念を用いて世帯の住み替え便益を計測する。

さて、世帯の住み替え行動は都市経済学の分野の問題として扱われる。都市経済学では、対象地域はいくつかのゾーンによって形成され、住宅立地が均衡している場合にはすべての世帯の効用レベルが等しいとされている。ここに、交通プロジェクトが実施されると、ゾーン間で効用レベルに不均衡が生じるため、世帯は新たな均衡状態に向かって効用の低いゾーンから効用の高いゾーンに住み替えが行われるとされている。その際、対象地域におけるすべての世帯が同じ効用関数および同じ所得をもち、さらに交通プロジェクト実施前後それぞれの各世帯間における効用レベルが同じであるならば、すべての世帯の住み替え便益は同じ値であることが必要である。しかし、EVによる便益の定義によると、このような場合、すべての世帯の住み替え便益が同じになるという保証はない。この点をさらに詳細に説明する。

まず、居住地1と居住地2からなる対象地域を設定し、その地域における世帯の住み替え便益を考える。そのとき、図-2に示すように居住地1から居住地2に住み替えた世帯の便益は EV_1 で計測され、一方、居住地2から居住地1に住み替えた世帯の便益は EV_2 で計測されるが、効用の変化分は同じであるにもかかわらず、必ずしも $EV_1 = EV_2$ であるとは限らない。この原因は、図-2で示される効用レベルの変化がy軸に沿って平行移動しない場合もあることによるものである。さらに、本研究では、世帯の効用にランダム効用を仮定して住宅立地モデルを構築して、これを便益計測モデルの基礎にしようとしているので、住み替え便益は個々の世帯ごとに異なる。

そこで、本研究では、ランダムに変動する住み替え

便益の平均値を計測するという目的で、最大効用の期待値の変化を捉えることによって住み替え便益を定義する。

4. 世帯の住み替え行動

4-1. 仮定

いくつかのゾーンに分割された対象地域において、交通プロジェクトが実施されたとき、プロジェクト実施前のあるゾーンiに居住し、ゾーンhに勤務する世帯の住み替え行動を考える。その際、簡単な住み替え行動モデルを構築するために次のような仮定をおく。

- 仮定①：交通プロジェクト実施前後において対象地域の人口（世帯数）は一定である。
- 仮定②：世帯は対象地域におけるいずれかのゾーンに居住し、また勤務している。
- 仮定③：通勤者は1世帯につき1人である。
- 仮定④：世帯は投機的目的では土地を需要せず、居住の目的のみで需要する。
- 仮定⑤：世帯が土地を需要するときは不在地主から土地を借りる。
- 仮定⑥：世帯の間接効用関数はゴーマン型（5式）であるとする。
- 仮定⑦：世帯は図-3に示すように3段階で住み替え

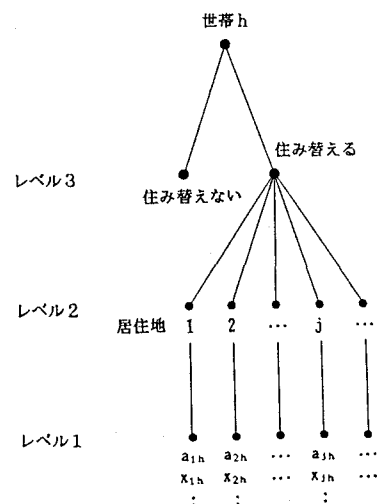


図-3 世帯の住み替え行動

行動を行う¹⁶⁾。すなわち、レベル1ではあるゾーンに居住すると仮定したときに、どれだけの土地およびその他の財サービスを必要するかを決定し、レベル2では住み替えを行う場合にどのゾーンに住み替えるかを決定し、レベル3では住み替えるか否かを決定する。

4-2. 住み替え行動モデル

【レベル1】 レベル1では、ゾーンjに居住したときの世帯の行動をモデル化する。ゾーンhに勤務する世帯の効用は、住宅地需要量 a_{jh} 、余暇時間需要量 s_{jh} 、私的交通サービス需要量 x_{jh} 、合成財需要量 z_{jh} 、およびゾーンの社会経済指標 se_j の関数で表現できるものとし、時間制約と予算制約のもとで、 a_{jh} 、 s_{jh} 、 x_{jh} 、 z_{jh} 、および労働時間供給量 l_{jh} をコントロールして効用を最大にするように行動するものと仮定し、その行動を次のように定式化する。

$$\max. \quad U_{j,h} [a_{jh}, s_{jh}, x_{jh}, z_{jh}; se_j] \quad (1)$$

$$a_{jh}, s_{jh}, x_{jh}, z_{jh}, l_{jh}$$

$$s.t. \quad \tau_{jh} + l_{jh} + s_{jh} + t_j x_{jh} = T \quad (2)$$

$$r_j a_{jh} + p_j x_{jh} + p_z z_{jh} = w_h l_{jh} + y_{jh} - g \quad (3)$$

ここで、 $U_{j,h}[\cdot]$ は居住地j・勤務地hの世帯の効用関数、 g は一括固定税、 p_j は居住地jの交通サービス1単位あたりの価格、 p_z は合成財の価格、 r_j は居住地jの地代、 t_j は居住地jの交通サービス1単位あたりの所要時間、 τ_{jh} は居住地jから勤務地hへの通勤時間、 T は総利用可能時間、 w_h は勤務地hの賃金率、 y_{jh} は資産所得である。(2)式は時間制約であり、(3)式は予算制約である。実際の予算制約においては一括固定税という項目は存在せず、固定資産税等の土地保有税あるいは土地譲渡所得税が土地資産に一定の割合で課せられているということから、現実とは異なる点があるが、ここでは、簡単なモデルで理論展開しようとしたために設けた。より現実的な定式化への変換は容易である。また、一般に日本の企業は通勤費用を負担する傾向にあるため、(3)式の予算制約に通勤

費用は計上されていない。

(1)～(3)式の条件付き最大化問題を解くことにより、居住地j・勤務地hの世帯の達成可能な効用レベルを示す間接効用関数 $V_{j,h}$ を得るが、ここで、この $V_{j,h}$ の関数形を(5)式のようにゴーマン型¹⁷⁾であるものと仮定する。

$$V_{j,h} = V_{j,h} [p_z, q_{jh}, r_j, \tau_{jh}, w_h, \Omega_{jh}] \quad (4)$$

$$\equiv v_{jh} [p_z, q_{jh}, r_j, \tau_{jh}, w_h] + v_h [p_z, q, r, \tau_h, w_h] \Omega_{jh} \quad (5)$$

ここで、(5)式の第1項はゾーンjごとに異なってもよい一般関数であるが、第2項の v_h は立地点によってその値が変化しない関数である。さらに、(5)式における q 、 r 、 τ_h はそれぞれ一般化交通費用、住宅地代、通勤時間のベクトルを示す。また、 q_{jh} および Ω_{jh} はそれぞれ一般化交通費用および一般化可処分所得と呼ばれ、次式で定義される。

$$q_{jh} \equiv p_j + w_h t_j \quad (6)$$

$$\Omega_{jh} \equiv w_h T + y_{jh} - g \quad (7)$$

(5)式のゴーマン型は所得に関して線形であり、したがって、所得の限界効用 v_h が所得の関数でなく、かつ、同一勤務地の世帯間では一定である。この性質によって、同一勤務地hの世帯間の所得が異なっても、それらの平均値を世帯数倍したものと個々の世帯数の合計値が、行動分析によって一致するという便利な性質をもっている。

【レベル2】 レベル2では、住み替えを行うと仮定したとき、どのゾーンを居住地として選択するかをモデル化する。本研究では、(5)式で定義された、間接効用関数 $V_{j,h}$ の値が最大となるゾーンhを選択するものと仮定する。その際、ランダム効用理論に従って、(5)式の住み替えに関する効用関数に誤差項を加法的に考慮し、それがガンベル分布に従って確率変動すると仮定すると、世帯の住み替え行動は次のようにLogitモデルで確率的に表現できる。

$$P_{j,ih} = \frac{\exp \omega_2 V_{j,ih}}{\sum_k \exp \omega_2 V_{k,ih}} \quad (8)$$

ここで、 $P_{j,ih}$ はゾーン*i*からゾーン*j*へ住み替える確率、 ω_2 は誤差項の分散パラメータである。

【レベル3】 レベル3では、世帯が住み替えを行うか否かという選択行動をモデル化する。本研究では、住み替えない場合の効用を現住地の住宅立地に関する効用と閾値の和で与え、一方、住み替える場合の効用を住み替え代替案から得られる最大効用の期待値で与え、それぞれ次のように定義する。

$$V_{A,ih} \equiv V_{i,ih} + \delta_i \quad (9)$$

$$V_{B,ih} \equiv \frac{1}{\omega_2} \ln \sum_k \exp \omega_2 V_{k,ih} \quad (10)$$

ここで、 δ_i は*i*ゾーンにおける閾値、 $V_{A,ih}$ は*i*ゾーンの世帯が住み替えない場合（A）の効用関数、 $V_{B,ih}$ は*i*ゾーンの世帯が住み替える場合（B）の効用関数、 $V_{k,ih}$ はレベル2における世帯の住み替えに関する間接効用関数である。さて、ランダム効用理論に従って、これらの効用関数にガンベル分布に従って確率変動する誤差項を加法的に考慮すると、世帯の住み替え行動は次のようにLogitモデルで確率的に表現できる。

$$P_{A,ih} = \frac{\exp \omega_1 V_{A,ih}}{\exp \omega_1 V_{A,ih} + \exp \omega_1 V_{B,ih}} \quad (11)$$

$$P_{B,ih} = 1 - P_{A,ih} \quad (12)$$

ここで、 $P_{A,ih}$ は居住地*i*・勤務地*h*の世帯が住み替えない場合の確率、 $P_{B,ih}$ は居住地*i*・勤務地*h*の世帯が住み替える場合の確率、 ω_1 は誤差項の分散パラメータである。したがって、世帯の住み替え行動は次のようにNested-Logitモデルで確率的に表現できる。

$$P_{j,ih} = \begin{cases} P_{j,ih} P_{B,ih}, & (j \neq i) \\ P_{i,ih} P_{B,ih} + P_{A,ih}, & (j = i) \end{cases} \quad (13)$$

ここで、 $P_{j,ih}$ は居住地*i*・勤務地*h*の世帯がゾーン*j*に住み替える（住み続ける場合も含む）確率である。

5. 世帯の住み替え便益

前節で構築した世帯の住み替えモデルによって世帯の行動を把握することができる。すなわち、交通プロジェクト実施により、交通費用 p_j および交通時間 t_j 、 τ_{ij} が変化した場合、市場均衡により地価（地代）、資産所得、貸金率などが変化する。その結果、世帯の効用が変化し、このとき都市生活圏で住み替えが発生する。この世帯の効用の変化分を貨幣タームで評価したものを交通プロジェクトによる世帯の住み替え便益と呼ぶ。

この住み替えモデルでは世帯の効用がランダムに変動すると仮定しているため、交通条件の変化前後における各世帯の効用レベルの変化を個別に把握することが困難である。そこで、世帯の住み替え便益を最大効用の期待値の概念に基づいて定義する。変化前に*i*ゾーンに住みかつ*h*に通勤する世帯の満足度関数は(9)および(10)式より次式で与えられる。

$$S_{ih}[V] \equiv \frac{1}{\omega_1} \ln \{ \exp \omega_1 V_{A,ih} + \exp \omega_1 V_{B,ih} \} \quad (14)$$

ここで、 V は世帯の（間接）効用関数のベクトルである。(14)式に(9)、(10)式、さらに(5)式を代入すると次のようになる。

$$S_{ih}[V] = v_{ih} \Omega_{ih} + \frac{1}{\omega_1} \ln \{ \exp(v_{ih} + \delta_i) + \exp \frac{\omega_1}{\omega_2} \ln \sum_j \exp \omega_2 V_{jh} \} \quad (15)$$

ここで、(5)式より v_{ih} および v_{jh} ($j=1, \dots, J$) は p_z 、 q 、 r 、 τ_n 、 w_n および Ω_{ih} の関数で表される。そして、本研究では、この値を世帯の効用水準の代表値（期待値）と考える。したがって、世帯の住み替え便益 $E V_{ih}$ は次のように定義できる。

$$S_{ih} [V^b] = S [p_z^*, q^*, r^*, \tau_{jh}^*, w_h^*, \Omega_{ih}^* + EV_{ih}] \quad (16)$$

ここで、右上添字 a および b はそれぞれ交通プロジェクト実行前および実行後を示す。(16)式を(15)式に適用すると、世帯の住み替え便益 EV_{ih} は次のようになる。

$$EV_{ih} = \frac{S_{ih} [V^b] - S_{ih} [V^*]}{v_{ih}^*} \quad (17)$$

(17)式は求めようとする EV_{ih} の値が、Logitモデルにおける効用関数が既知であれば、それに対応する満足度関数の値を所得の限界効用 v_{ih}^* で除した値として表現できる。また、林・土井¹⁴⁾¹⁵⁾のモデルは、(17)式において $v_{ih}^* = 1$ として v_{jh} を地価に関する線形関数にしたものに他ならない。さらに、資産価値法では(17)式の $EV_{ih} = 0$ を最初から仮定していることになることを示している。したがって、(17)式を用いて EV_{ih} を求めるには、仮に地価をはじめとする市場均衡値を既知とし、ゴーマン型の中でさらに効用関数をいかに特定化するかが問題となる。このとき効用関数として最小限満足していなければならない性質がある。それは、ロアの定理¹⁷⁾として知られているものであり、住宅地需要量 a_{jh} 、私的交通サービス需要量 x_{jh} 、労働時間供給量 q_{jh} 、合成財需要量 z_{jh} および通勤需要量 x'_{jh} ($\equiv 1$) は、効用関数との間に次式の関係がある。

$$a_{jh} = - \frac{1}{v_{ih}^*} \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial r_j} \quad (18)$$

$$x_{jh} = - \frac{1}{v_{ih}^*} \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial q_{jh}} \quad (19)$$

$$q_{jh} = - \frac{1}{v_{ih}^*} \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial w_h} \quad (20)$$

$$z_{jh} = - \frac{1}{v_{ih}^*} \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial p_z} \quad (21)$$

$$x'_{jh} = - \frac{1}{v_{ih}^* w_h} \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial \tau_{jh}} \equiv 1 \quad (22)$$

(18)～(22)式は間接効用関数から導かれた世帯の種々の行動が実際の行動に一致しているか否かの検討をする際に役立つ。通常なされている立地条件に関する線形の効用関数を仮定すると、明らかにその交通行動や土地需要量は現実から大きく乖離してしまう。また、(18)～(22)式のような性質をもつ効用関数形を仮定しても、交通条件と地価のように、重共線性が発生し易い要因があるため、係数の推定値も不安定となる。したがって、 EV の値の信頼性を落とすことになる。そこで、(17)式からのみならず他の方法によっても EV を測定する方法を併用することが望ましい。このため、(17)式を次のように変形して議論を進める。

$$EV_{ih} = \frac{1}{v_{ih}^*} \int_{v_{ih}^*}^{v_{ih}^b} S'_{ih} [V] dV \quad (23)$$

$$= \frac{1}{v_{ih}^*} \int_{v_{ih}^*}^{v_{ih}^b} \left\{ \sum_j \frac{\partial S_{ih}}{\partial V_{j,ih}} dV_{j,ih} \right\} \quad (24)$$

$$= \frac{1}{v_{ih}^*} \int_{a \rightarrow b} \sum_j P_{j,ih} dV_{j,ih} \quad (25)$$

ここで、 $V_{j,ih}$ は居住地 j ・勤務地 h の世帯がゾーン j に住み替える（住み続ける場合も含む）効用であり、(4)式および(9)式で与えられる。また、(25)式における $dV_{j,ih}$ はその変化分であり、次式で与えられる。

$$\begin{aligned} dV_{j,ih} = & \sum_k \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial q_{kh}} dq_{kh} + \sum_k \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial r_{kh}} dr_{kh} \\ & + \sum_k \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial \tau_{kh}} d\tau_{kh} \\ & + \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial g} dg + \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial p_z} dp_z \\ & + \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial w_h} dw_h + \frac{\partial V_{j,ih}}{\partial y_h} dy_h \end{aligned} \quad (26)$$

(26)式にロアの定理を適用すると EV_{ih} は次のようになる。

$$\begin{aligned} EV_{ih} = & - \int_{a \rightarrow b} \left\{ \sum_j P_{j,ih} [x_{jh} \left\{ \sum_k \frac{\partial q_{jh}}{\partial q_{kh}} dq_{kh} \right\} \right. \right. \\ & \left. \left. + a_{jh} \left\{ \sum_k \frac{\partial r_j}{\partial r_k} dr_k \right\} \right] \right\} \end{aligned}$$

$$+ w_h \left\{ \sum_k \frac{\partial \tau_{jh}}{\partial \tau_{kh}} d\tau_{kh} \right\} \\ + dg + z_{jh} dp_z + \lambda_{jh} dw_h - dy_h \} \quad (27)$$

ここで、(27)式中の q_{jh} 、 r_j 、 τ_{jh} は、それぞれゾーン j と立地競合するゾーン k における市場均衡値 q_{kh} 、 r_k 、 τ_{kh} の関数で与えられるため、次の関係がある。

$$\sum_k \frac{\partial q_{jh}}{\partial q_{kh}} dq_{kh} = dq_{jh} \quad (28)$$

$$\sum_k \frac{\partial r_j}{\partial r_k} dr_k = dr_j \quad (29)$$

$$\sum_k \frac{\partial \tau_{jh}}{\partial \tau_{kh}} d\tau_{kh} = d\tau_{jh} \quad (30)$$

以上より、世帯 (i, h) の住み替え便益 EV_{ih} は次のようになる。

$$EV_{ih} = -\sum_j \sum_h \int_{a \rightarrow b} P_{j,ih} \{ x_{jh} dq_{jh} + a_{jh} dr_j \\ + w_h d\tau_{jh} + dg + z_{jh} dp_z \\ + \lambda_{jh} dw_h + dy_h \} \quad (31)$$

(31)式は変化前にゾーン i に居住していた世帯 h の便益が住み替え確率で重み付けされた住み替え後の交通需要、土地需要、労働供給、所得変化に関する余剰で計測できることを示している。

さらに、変化前にゾーン i に居住していた世帯 h であっても資産所得 y_{ih} が異なる。このようなときにも、ゴーマン型を仮定しているために、その集計化は簡単であり、(5)式の Ω_{ih} を (i, h) に関するグループ全体の所得に置き換えた需要供給関数を用いればよい。これと等価であるが、(5)式の Ω_{ih} をそのグループの平均値を用いて、これに (i, h) の世帯数 N_{jh} を乗じてよい。このとき、世帯の住み替え便益の合計は(32)式で表現できる。

$$REV = -\sum_j \sum_h \int_{a \rightarrow b} \{ N_{jh} x_{jh} dq_{jh} \\ + N_{jh} a_{jh} dr_j + N_{jh} w_h d\tau_{jh} \\ + N_{jh} dg + N_{jh} z_{jh} dp_z \\ + N_{jh} \lambda_{jh} dw_h + N_{jh} dy_h \} \quad (32)$$

ここで、 N_{ih} は住み替え前の通勤OD量、 N_{jh} は住み替え後の通勤OD量を示し、両者の間には次の関係がある。

$$N_{jh} = \sum_i P_{j,ih} N_{ih} \quad (33)$$

したがって、世帯の住み替え便益の計測に本モデルを適用する際には、上述の消費者余剰を算出するために種々の需要関数を知る必要があるが、その困難さを次の2つの方法によって緩和することができる。まず、それぞれの需要関数に対し、交通プロジェクト実施前後の2時点における需要量と価格のデータを収集し、テラー展開の2次近似によって消費者余剰を求める方法である。次は、一般均衡フレームで社会を捉え、市場均衡条件を考えることにより、(32)式の一部を他の数式に置き換え、データが得易い(すなわち、需要関数を推定し易い)モデルに変換する方法である。例えば、社会が世帯、私企業、不在地主、公共交通企業体および政府の5者によって構成されるものとして社会経済モデルを構築し、そこにおける市場均衡を考えると、(32)式の第6項および第7項は、私企業の一般化交通費用、地代、通勤費用、一括固定税および合成財の価格の変化に対する余剰に置き換えることができる¹⁾。

6. おわりに

本研究では、交通プロジェクトによる世帯の住み替え便益を計測するモデルの提案を行った。その結果、次のような成果が得られた。

- ①厚生経済学の分野における等価的偏差(EV)の概念を世帯の住み替え便益の計測に適用する際、住み替えパターンによって便益が異なるといった問題が示されていた¹⁸⁾が、それを解決するためにランダム効用理論での最大効用の期待値にEVの概念を適用した計測モデルを構築した。
- ②成果①より、交通プロジェクト実施前後の各時点で全世帯の効用レベルが一定である世帯の住み替え便益も一定であることが保証される。
- ③定義した世帯の住み替え便益は2つの方法で計測可能である。第1の方法は立地選択行動における立地効

用の変化分そのものから計測する方法であり、第2の方法は一括固定税、一般化交通費用、地代（地価）、通勤時間、合成財の価格、賃金率および資産所得の変化に対する消費者余剰によって計測する方法である。前者は簡単であるがロアの定理が成立しているとは限らないので、後者と併用する方が望ましい。後者の場合、種々の需要関数を知る必要があり、従来の消費者余剰分析の問題が依然として残されている。しかし、一般均衡フレームで社会を捉えて、市場均衡条件を考えることにより、種々の需要関数の一部を推定し易い他の数式に置き換えたり、テーラー展開の2次近似によって需要関数の推定を簡略化したりすることができる。

なお、以下のような問題が残されている。

- ①本モデルは静的であり、交通プロジェクトによる新たな均衡状態への移行が瞬時になされる。
- ②本研究では、土地取引に対して売買契約を扱わず、また土地需要に対して世帯の投機的行動（資産選択行動）を考慮していない。

【参考文献】

- 1) 森杉壽芳・大野栄治・大宮正浩・杉浦博保：公共交通施設整備の帰着便益連関分析，土木計画学研究・講演集，No. 11，1988，pp. 205-225.
- 2) 肥田野登・中村英夫・荒津有紀・長沢一秀：資産価値に基づいた都市近郊鉄道の整備効果の計測，土木学会論文集，第365号/IV-4，1986，pp. 135-144.
- 3) 森杉壽芳・由利昌平：住環境改善便益の資産価値に反映する程度に関する数値計算的考察，日本不動産学会誌，第29巻第2号，1987，pp. 71-79.
- 4) 安藤朝夫：交通施設整備と費用負担の社会的効率性：線形都市における解析例，土木計画学研究論文集，No. 1，1984，pp. 147-154.
- 5) 佐々木公明：都市交通体系の変化の評価について，地域学研究，第14巻，1984.
- 6) Kanemoto, Y. and Mera, K.: General equilibrium analysis of large transportation improvements, Regional Science & Urban Economics, Vol. 15, No. 13, 1985, pp. 343-363.
- 7) Echenique, M.: The Practice of Modelling in Developing Countries, Advances in Urban Systems Modelling eds by B. Hutchinson and M. Batty, North-Holland, 1987, pp. 275-297.
- 8) Kenneth, A.S. and Harvey, S.R.: Applied Welfare Economics With Discrete Choice Models, Economica, Vol. 49, 1981, pp. 105-129.
- 9) Morisugi, H.: A Basic Definition of Transport Benefits - Advocating Equivalent Variation -, Proceedings of the World Conference on Transport Research, Hamburg, 1986, pp. 26-29.
- 10) 吉田哲生・森杉壽芳：等価的偏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. 3，1986，pp. 73-80.
- 11) 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－簡便手法の実用化と精度の検討－，土木計画学研究・論文集，No. 4，1986，pp. 149-156.
- 12) 宮城俊彦・渡部正樹・加藤晃：土地利用－交通統合モデル化への確率選択理論の応用，日本都市計画学会学術研究発表会論文集，第18号，1983，pp. 247-252.
- 13) 宮城俊彦・加藤晃：ランダム効用理論を基礎とした交通統合モデル，土木計画学研究・論文集，No. 1，1984，pp. 99-106.
- 14) 林 良嗣・土井健司：交通改善に伴う通勤者の便益の土地への帰着モデル，土木計画学研究論文集，No. 6，1988，pp. 45-52.
- 15) 林 良嗣・土井建司・奥田隆明：外部経済効果を考慮した，都市交通改善がもたらす開発利益の帰着分析モデル，土木学会論文集，第407号/IV-11，1989，pp. 67-76.
- 16) 森杉壽芳・大野栄治・松浦郁雄：地価を内生化した住宅立地モデル，地域学研究，Vol. 18，1988，pp. 205-225.
- 17) Hal R. Varian (佐藤隆三・三和和雄訳)：ミクロ経済分析，勁草書房，1986.
- 18) 森杉壽芳・由利昌平：ランダム効用理論に基づく住環境便益の定義とその測定について，土木計画学研究・講演集，No. 10，1987，pp. 267-273.