

## 交通改善に伴う通勤者の便益の 土地への帰着モデル

A MODEL FOR ANALYSING THE IMPUTATION OF COMMUTERS' BENEFITS  
TO LAND DUE TO TRANSPORT IMPROVEMENTS

林 良嗣\*

土井健司\*\*

Yoshitsugu HAYASHI Kenji DOI

The property value method has been well developed as a tool to measure the benefits of transport improvements. However, it can be applied when the interest transport facilities can be regarded as local public goods, namely, all the user benefits are to be imputed to land values.

This study deals with a method which can estimate the total benefit of the improvement and can also separate them into the imputed part and the residual part, under more general assumptions.

### 1. はじめに

近年、都市交通施設整備に関して、受益者負担の見直しを中心としてその財源負担が議論されている。そこでの主要な論点の一つとして、整備に伴う受益の特定の問題があげられている。すなわち、受益者に負担を求める為には、便益がどの地域のどの主体にどれだけ帰着しているかを特定する必要があるが、それは一般に極めて困難である。

交通改善の効果計測については、従来かなり多くの研究がなされているが、主体別・地域別の帰着を扱う方法を示した研究は極めて限られている。

Mohring<sup>1)</sup>は、まず交通改善効果の総量を改善によって生じる交通費の節約として捉え、交通改善後の市場

均衡状態において、それらがどの程度地代として帰着し、どの程度利用者に残存するかをモデル化している。しかし、これは理論的には明快ではあるが、極めて単純化された概念モデルであり、実際の交通改善への適用は困難である。また、Mohringの流れを汲み、交通改善効果の転移、帰着を理論的に表現したものとして、Wheaton<sup>2)</sup>、安藤<sup>3)</sup>、佐々木<sup>4)</sup>ら新都市経済学的アプローチがある。これらはMohringのような交通改善効果の総量及び発生と帰着との関係を直接に扱ったものではないが、付け値概念などのミクロ行動理論に基づいて効果の転移メカニズムを説明しており、利用者便益の地代への転移の程度が対象地域のopen性等によってどのように影響されるかなどについての分析が行われている。ただし、これらはいずれも単一中心都市を対象とした抽象化された議論である。

最近においては、主体別・地域別帰着を取り扱う方法として、肥田野・中村ら<sup>5)</sup>の資産価値法を用いた分析、森杉ら<sup>6)</sup>の均衡論的アプローチ、及び目良<sup>7)</sup>

\* 正会員 工学博士 名古屋大学工学部助教授  
(〒464-01 名古屋市千種区)

\*\* 学生員 工学修士 名古屋大学大学院博士課程

の地域間の財の移動量に基づく帰着分析などが開発されてきている。この中で、特に資産価値法については、実証的研究がなされ実用モデルも開発されてきている。しかし、これは交通施設が地方公共財としての条件を満たす場合に限り有効なものである<sup>8)</sup>。資産価値法は、改善効果が特別な条件下で土地のみに帰着することを前提としたものであり、一般の場合に発生便益のうちの程度が土地へと帰着するかを特定する機能は全く有していない。従って、効果が広い地域にスピルオーバーする広域幹線道路整備等の場合においては、土地には帰着しない便益の考慮が別途必要となる<sup>9)</sup>。また、資産価値法の適用においては、予め立地変化を土地利用モデル等により予測しておかねばならない等の問題も残されている。

森杉らは、均衡分析という立場からこうした資産価値法の問題を回避し、EV概念により利用者便益、間接効用の一貫した評価を行っている。しかしこのタイプの分析においては、基本的にモデル構築の為の効用関数等の推定を必要とし、データ入手の困難も含めて実用面での問題が大きい。さらに、均衡分析という性格上、主体、空間の把握能力には限界があり細かな主体別・地域別分析が困難であるということに加えて、交通改善に伴う交通需要曲線のシフトをどの様に与えるかといった問題も残されている。

以上のように、既存の分析方法には交通改善効果の主体別、地域別の帰着量を計測する立場から、1)交通改善に伴う効果の総量が理論的に捉えられない、2)立地変化とそれに伴う効果の空間的な転移、帰着との関係が捉えられない、という二つの大きな問題が残されている。

本稿では、簡単のために通勤交通の改善のみを対象として、交通改善効果の総量を捉え、さらにそれを最終帰着状態における土地所有者への資産価値上昇及び

交通施設利用者すなわち通勤世帯に残存する便益とに分離する方法を提案する。

## 2. 交通改善効果の捉え方

交通改善に伴って発生する効果は、最終帰着状態に至るまで種々の主体・地域に波及していく。こうした効果の波及は、主に、1)交通市場内での波及、即ち代替路線の混雑緩和など、2)交通市場から土地市場への波及、即ち、沿線での立地及びそれに伴う土地資産価値変化、3)その他の外部市場への波及、即ち、企業の生産増大、流通経済の合理化及び地域開発効果など。

ここで、マーシャル等の外部経済効果及び合理化効果等の影響が無視されうるような状況においては、交通改善後の波及の過程においては1)、2)、3)の波及過程を通して新たに付加的な効果は発生せず、効果の総量は一定に保たれる。従って、図2-1に示すように効果の波及は、主として交通改善に伴う利用者便益（直接的、間接的なもの両者を含める）の土地資産価値の上昇、企業の収益増加等の非利用者便益への転移及び交通利用者への残存として捉えることが可能である。

## 3. 分析の枠組み

本研究では、土地への帰着を中心として、都市近郊における交通の改善効果に関する分析を行う。既存の研究の問題点も含めて考えた場合、交通改善に対する効果分析においては、少なくとも次の3つの条件が満たされなければならない。即ち、1)効果の総量が統一的な尺度により、漏れなく、二重計算なく把握される。2)効果の主体別・地域別帰着量が明らかにされる。3)効果の時間的な転移、帰着の過程が把握される。これらの条件を満たす為には、個別の便益評価の積み上げ方式は不適切であり、帰着ベースでの均衡概念に基づく統一的な計測が必要となる。交通改善効果の及ぶ財、サービスは一般に多岐にわたるが、ここでは単純化のため、帰着財を交通サービスと土地とに限定しておく。本研究は、こうした前提の下で、以下の枠組みに従って分析を進める。

まず、立地均衡の概念に基づき、交通改善効果の発生及び転移、帰着を理論的に表わす概念モデルの構築を行う。このモデルは、市場均衡を立地主体の効用最大化行動と付け値競争による立地競合の同時決定として表現した上で、効果の発生～帰着を、交通条件の変

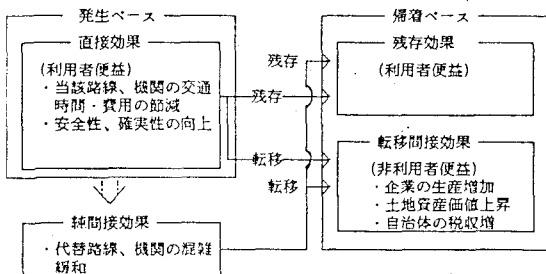


図2-1 効果の発生、転移、帰着の概念図

化の前後での均衡の移行に伴う立地変化及び地価の変化として捉えるものである。

次に、こうした概念モデルに基づき、実用的な効果計測モデルの定式化を行う。このモデルは与えられた一定の人口等の社会経済的フレームの下で、すなわち資産価値法が必要とするopen-city等の仮定を置かない一般的な状況下で、先に述べた均衡の移行をシミュレートし、交通改善に伴う効果の地域別、主体別帰着を予測するものである。

そして最後に、以上で得られた効果計測モデルを用いて、交通条件の変化に対するケーススタディーを試み、実用面でのモデルの妥当性を検討する。

#### 4. 効果の発生及び転移、帰着に関する概念モデル

##### 4-1 都市モデルの仮定

ここでは、効果の発生、転移、帰着を理論的に表現する上で、交通改善が行われる都市あるいは地域に対して以下のような仮定を設ける。

- 1) 複数の従業地から形成される地域を考える。
- 2) 地域内に居住する世帯はいずれかの従業地への通勤世帯であり、各世帯には1人の通勤者が存在する。ここで、各世帯の属性はその従業先に関してのみ異なっており、その他の所得等の属性は同一である。
- 3) 立地に際し世帯が必要する土地面積は一定である。
- 4) 世帯は居住に際して地代を負担する。世帯が土地を所有している場合には、それを帰属地代と捉える。但し、ここでは、地代が資本還元されたものとして地価を用い、地代負担の代わりに地価負担を考える。
- 5) 世帯の移転は自由であり、費用がかからない。
- 6) 交通改善の前後における総世帯数、各従業地での雇用者数及び土地供給量は外生的に与えられる。

##### 4-2 本研究における均衡の概念

効果の総量が常に保存されると考えられる場合、発生から最終的な帰着に至る過程は、地域間・主体間での効果の分布状態の変化の過程として捉えることができる。従って、任意の時間断面における効果の分布状態を表現することができるならば、時点間での状態比較に基づき、経時的な帰着分析を行うことが可能となる。そこで、本研究では、効果の安定した分布状態（帰着状態）を示す概念として均衡を定義し、交通改善のみならず総世帯数、雇用量等の社会経済フレーム、

土地供給量等の変化の前後で、土地市場はある均衡状態から他の均衡状態へと移行すると考える。

ここでは、この均衡を、立地主体の立地選好と立地競合との結果として達成される立地均衡として行動論的な立場から定義しておく。即ち、均衡状態においては次の条件が満たされるとする。

(A) 地域内の世帯はすべて、現在の立地において最大の効用を達成している。即ち、実際に立地している土地の効用が他のどの土地のものより大きくなっている。

(B) 地域内の各土地においては、現在の立地世帯によって最大の付け値を付けられている。即ち、実際に立地している人の付け値が他の誰のものよりも大きくなっている。また、その最大付け値が実際の地価として実現されている。

以上の均衡条件を定量的に表現するためには、具体的に世帯の効用最大化としての立地選好と付け値行動を考慮することが必要となる。ここでは、まず、世帯の立地選好を表す指標として立地余剰という概念を用いる。この立地余剰は、世帯がある土地への立地に対して感じる効用（粗効用）からその土地の地価を差し引いたものと定義され、立地によって得られる純効用を表現するものである。この時、粗効用は世帯にとっての交通条件及びその他の立地条件のみに依存した土地の使用価値である。このように定義される立地余剰は、世帯の所得及び土地消費量を一定としたときの、通常の効用理論から導かれる間接効用関数の一形態であることも示される。一方、付け値は、世帯がある一定の効用水準を維持する上での土地に対する最大支払意思額と定義される。ここで、簡単の為に以上の立地余剰及び付け値を単位面積当りの土地に対するものと定義しておく。

以上で定義される余剰、付け値を用いるならば、条件(A)、(B)は各々以下のように表される。但し、ここでは都市は幾つかの居住地から形成され、同一居住地内の土地は世帯の立地に関して無差別であると考える。

(A) : 世帯（従業地  $j$  によって区別される）について

$$\text{if } T_{ij}^* \geq 0 \quad X_{ij} = \gamma_j^* \quad \dots (1)$$

$$\text{if } T_{ij}^* = 0 \quad X_{ij} \leq \gamma_j^* \quad \dots (2)$$

(B) : 土地（居住地  $i$  によって区別される）について

$$\text{if } T_{ij}^* \geq 0 \quad b_{ij} = \alpha_j^* \quad \dots (3)$$

$$\text{if } T_{ij}^* = 0 \quad b_{ij} \leq \alpha_j^* \quad \dots (4)$$

ここに  $X_{ij}$ : 従業地  $j$  への通勤世帯が居住地  $i$  の土地への立地に対して感じる立地余剰  
 $b_{ij}$ : 従業地  $j$  への通勤世帯が居住地  $i$  の土地への付け値  
 $T_{ij}^*$ : 居住地  $i$  への従業地  $j$  の通勤世帯の立地量  
 $\gamma_j^*$ : 従業地  $j$  への通勤世帯が達成しうる最大余剰水準  
 $\alpha_i^*$ : 居住地  $i$  内の各土地における最大付け値水準 (\*は均衡での値であることを示す)

以上の関係式は次のように整理される。

$$(X_{ij} =) W_{ij} - P_i = \gamma_j^* \quad \dots (5)$$

$$b_{ij} = \alpha_i^* = P_i \quad \text{for } \forall i, j \text{ if } T_{ij}^* \geq 0 \quad \dots (6)$$

ここに  $P_i$ : 居住地  $i$  内の各土地の地価

$W_{ij}$ : 従業地  $j$  である世帯にとっての居住地  $i$  内の土地への立地粗効用

また上式は、次のように書き改めることもできる。

$$W_{ij} = \alpha_i^* + \gamma_j^* \quad \dots (7)$$

$$b_{ij} = W_{ij} - \gamma_j^* \quad \text{for } \forall i, j \text{ if } T_{ij}^* \geq 0 \quad \dots (8)$$

こうして得られた (7) 式は、均衡条件 (A), (B) を同時に表現したものである。また、(8) 式は付け値と立地粗効用 (以下ではこれを土地使用価値と呼ぶ) の関係を表したものである。

#### 4-3 均衡の移行と効果の転移、帰着

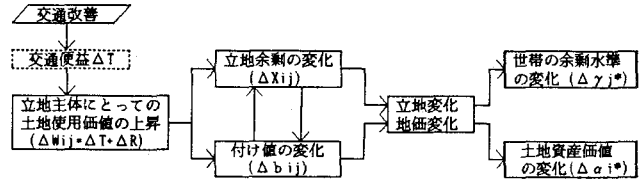
均衡状態の移行とその際の効果の転移、帰着との関係は、均衡条件式 (7) から理論的に導かれる。

まず、交通改善直後に発生する効果は世帯に生じる交通費用・時間の節減等に起因した利用者便益であるが、これを特定の世帯  $j$  について見た場合、(7) 式の左辺  $W_{ij}$  の変化量  $\Delta W_{ij}$ 、即ち世帯にとっての土地  $i$  の使用価値の変化として定義される (但し、単位土地面積当り)。ここで、(8) 式から得られる次の関係、

$$\Delta b_{ij} = \Delta W_{ij} - \Delta \gamma_j^* \quad \dots (8)'$$

に注目するならば、この世帯への発生便益  $\Delta W_{ij}$  は、交通改善前の余剰水準を保つ際の土地  $i$  に対する付け値の変化であり、厚生経済学において定義される CV に等しいことがわかる。即ち、 $\Delta W_{ij}$  は改善前の余剰水準を基準とした時の交通改善に対する世帯の最大支払意思額と解釈される。但し、これは交通行動に関する短期的なものではなく、居住活動に関する長期的な額である。従来、利用者便益として計測されたものは、

トリップそのものの抵抗 (一般化費用) の減少分  $\Delta T$  であったが、本研究では、それ以外の居住効用の増加分  $\Delta R$  をも含めて  $\Delta T + \Delta R$  として利用者便益を定義しているのである (図 4-1)。



発生ベースでの効果

帰着ベースでの効果

図 4-1 効果の発生～帰着のメカニズム

一方、土地市場においては付け値競争に伴い、新たな地価が形成されて土地資産価値変化がもたらされる。また、この時、地価 (負担) の変化と同時に世帯が達成しうる余剰水準も変化する。これらの変化は、それぞれ (7) 式の右辺の  $\alpha_i^*$  と  $\gamma_j^*$  の改善前後での変化量  $\Delta \alpha_i^*$  と  $\Delta \gamma_j^*$  として表現される。

これらの発生ベースの効果と帰着ベースでの効果との量的関係は、均衡条件式 (7) より明らかであり、世帯の土地需要面積を  $\ell$  としたとき、次のように示される。

$$\ell \cdot \Delta W_{ij} = \ell \cdot \Delta \alpha_i^* + \ell \cdot \Delta \gamma_j^* \quad \dots (9)$$

以上は、特定の世帯  $j$  と土地  $i$  とに注目して効果の発生～帰着を見たものであったが、これを更に、(10) 式のような地域全体での議論へと拡張することができる。

$$\begin{aligned} & \sum_j \sum_i \ell (T_{ij}^a W_{ij}^a - T_{ij}^b W_{ij}^b) \\ &= \sum_j \ell (H_i^a \alpha_i^a - H_i^b \alpha_i^b) \\ &+ \sum_j \ell (E_j^a \gamma_j^a - E_j^b \gamma_j^b) \quad \dots (10) \end{aligned}$$

ここで  $T_{ij}$ : 従業地  $j$  からの居住地  $i$  への立地世帯数

$H_i$ : 居住地  $i$  の土地区画供給数

$E_j$ : 従業地  $j$  の雇用者数

(添字の a, b はそれぞれ改善後、改善前を表す)

上式において、左辺は発生ベースで世帯に生じる総利用者便益を表し、右辺はそれぞれ、最終的に土地所有者へ帰着する総便益 (第 1 項) および世帯へ帰着する総便益 (第 2 項) を表す。また、換言すると、(10) 式は、改善直後での利用者便益が均衡状態に至るまでにどの程度土地資産価値へと移転し、どの程度通勤世帯に残るか、いわば効果の配分則を示したものである。既存の計測手法の対比で見ると、本モデルの第 1 項は

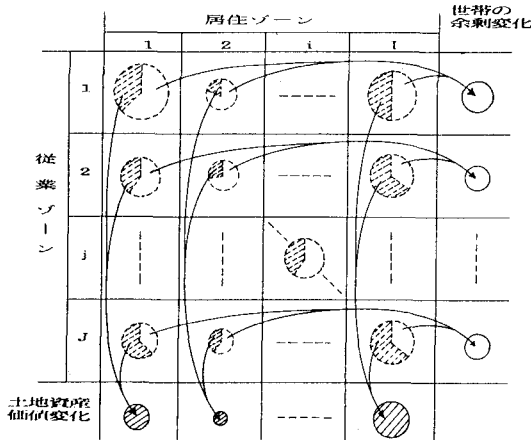


図4-2 交通改善効果の発生と帰着の量的関係

そのまま資産価値法での効果の捕捉部分に一致する。

また、以上の関係を概念的に表現したのが図4-2である。表中の各セルの円の面積は改善後に個々の世帯に発生する便益の大きさ  $\Delta W_{ij}$  を示し、表の周辺の円の面積はそれぞれ最終帰着状態での効果即ち各土地  $i$  の資産価値変化  $\Delta \alpha_i^*$  と各就業地  $j$  へ通勤する世帯の余剰水準の変化  $\Delta \gamma_j^*$  を示している。このように、最終帰着ベースでの効果は式(9)の関係からその和が常に発生ベースでの効果に等しくなる様に決定される。

本研究は、一般的な多従業地の場合を扱ってきたが、以上の議論をより概念的に把える為に、単一中心都市を例として説明を加える。その為に、まず都市モデルに対して4-1での仮定に加えて、次の3つ仮定を設ける。

- 7) 都心に企業が集中しており、交通は周辺の居住地と都心との間에만発生する。
- 8) 土地は都心からの距離以外に関して無差別である。
- 9) 通勤限界地より遠隔地は土地は世帯にとって全く価値がないものであり、地価は農地価格に等しい。

これらの仮定のもとで、都市モデルは図4-3aのように表わすことができる。この図では、横軸に都心から

郊外への放射方向をとった時の、地価曲線および通勤世帯にとっての土地使用価値の曲線が示されている。また、この時の立地余剰は土地使用価値と地価との差として、両曲線間のハッチング部  $\square$  で表されている。ここで、限界地内の土地はすべて占有されると考えるならば、ここでは  $j$  として都心に従業地を有する世帯のみを考えているから、条件(8)より、均衡状態においてはどの土地に対しても世帯の立地余剰は等しくなっている。即ち、式(1)において  $X_i = \gamma^*$  (for  $\forall i$ )。

いま、対象都市の全域にわたり交通改善がなされ、一律に単位距離当りの交通費用が軽減されたとする。このとき、改善の直後においては、土地使用価値の上昇に伴い付加的な立地余剰  $\square$  が生じ、改善前の均衡余剰水準が保たれなくなる。しかしながら、世帯の立地余剰最大化および立地競争の結果、新たな立地均衡状態が達成され、均衡地価及び均衡余剰水準が形成される。この時の効果の帰着状態を open-city 及び closed-city の場合において図示したのがそれぞれ図4-3b、図4-3cである。即ち、open-city の場合には世帯の自由な流入によって改善直後の土地使用価値の上昇(図4-3a中の  $\square$  部)はすべて土地資産価値上昇  $\square$  へと転移する。一方、外部からの世帯の流入は限界地を外延化させながら、当該都市の立地優位性を生じなくなるまで続くため、世帯の余剰水準は改善の前後で不変である。また closed-city の場合には、地域内外での世帯の出入りが無い為、通勤限界地は固定である。また改善の有無に係わらず限界地の地価は固定であり農地地価に等しい為、限界地では土地使用価値の上昇はすべて世帯の余剰水準の上昇として残存する。一方、郊外部での利便性の高まりに起因して都心部ほど立地需要が相対的に減少し地価は減少することになる  $\square$  部。この結果、土地使用価値の上昇  $\square$  のみならず各地点における地価(負担)の減少分  $\square$  が世帯に実質的な余剰水準の上昇としてもたらされる。

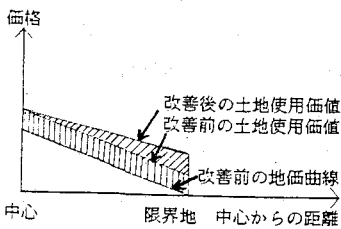


図4-3 a 都市モデルー 均衡の変化

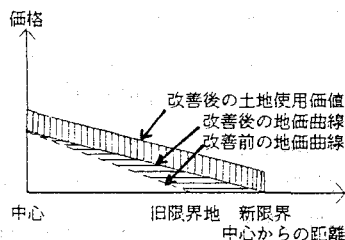


図4-3 b open city の場合

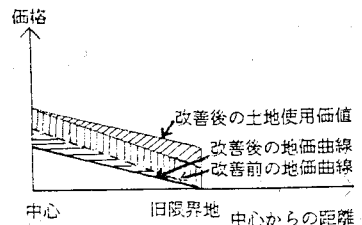


図4-3 c closed city の場合

以上は、地域を完全にopen、あるいは完全にclosedであるとした時の議論である。しかしながら、現実の状況はこのような特殊なものではなく、これらの中間に在するものと考えられる。本研究においては、対象地域が現実にとどの程度のopen性を有するかについては、モデルのパラメータをキャリブレートすることによって求めることが可能である。

#### 4-4 モデルの動的な適用

一般に、立地に関する世帯の意思決定は、交通選択に比して長期的なものであり、それゆえ土地市場の調整には時間を要する。交通改善効果の転移、帰着は立地変化を伴うものであるが、こうした立地現象と対応した形で効果の帰着を求めるためには、動的な視点が必要となる。そこで、効果計測モデルについても次のような動的な適用を試みる。

本研究におけるこれまでの均衡概念は、世帯すなわち需要者の行動にのみ依存するものとして定義された。しかし、以降では土地市場における需給均衡は供給主導型で決定される、すなわち、与えられた土地供給に対して需要側が調整を行うと仮定し、立地均衡の決定において供給側の条件をも考慮する。然る後に、供給量の動的な変化を先行的に把え、最終的な帰着状態に至るまでの効果の転移・帰着の過程を、比較的短期的な需給均衡の積み重ねとして表現することを試みる。

### 5. 効果計測モデルの定式化

#### 5-1 はじめに

以上で得られた概念モデルを用いて効果計測を行うためには、(10)式中の $W_{ij}$ 、 $\alpha_i^*$ 、 $\gamma_j^*$ を何らかの方法で予測し、均衡の移行をシミュレートできるモデルが必要である。そこで、本章では共役性、双対性に基づき最適化問題という形でこれらを予測できるモデルを構築する。また、概念モデルは確定論的な仮定に基づくものであったが、ここでは、現実の立地行動および地価形成は不完全情報の下でなされると考え、立地余剰及び付け値の確率変動を考慮した定式化を行う。

#### 5-2 確率論的な均衡条件

不完全情報下でかつ世帯行動にパラツキのある場合には、均衡条件は4-2での(A)、(B)のように確定的には表現されない。ここでは、まず、次のような立地余剰及び付け値の確率変動を考える。

$$\tilde{X}_{ij} = X_{ij} + \tilde{\varepsilon}_{ij} \quad \dots(11)$$

$$\tilde{b}_{ij} = b_{ij} + \tilde{\eta}_{ij} \quad \dots(12)$$

ここに、 $\tilde{X}_{ij}$ 、 $\tilde{b}_{ij}$ ；ランダム立地余剰、ランダム付け値

$X_{ij}$ 、 $b_{ij}$ ；立地余剰、付け値の確定項

$\tilde{\varepsilon}_{ij}$ 、 $\tilde{\eta}_{ij}$ ；立地余剰、付け値の確率変動項

また、立地余剰、付け値の確率変動項が各々、分散パラメータ $\beta$ あるいは $\beta^b$ をもつ独立なGumbel分布に従うと仮定すると、ランダム効用理論及びランダム付け値理論より、次の合成変数 (inclusive value)  $\omega_j$ 、 $\nu_i$  が得られる。但し、ここでは、世帯にとっての選択肢数として居住地ごとの土地区画数を $H_i$ を、また、土地に対する市場参入者数として従業地ごとの世帯数 $E_j$ を考慮している。

$$\omega_j = (1/\beta) \ln \sum_i \exp(\beta X_{ij} + \ln H_i) \quad \dots(13)$$

$$\nu_i = (1/\beta^b) \ln \sum_j \exp(\beta^b b_{ij} + \ln E_j) \quad \dots(14)$$

上式における合成変数 $\omega_j$ 、 $\nu_i$ は、それぞれ、世帯 $j$ が立地によって得られる最大余剰の最頻値及び土地 $i$ に対する最大付け値の最頻値を表したものである。また、こうして定義される最頻値はGumbel分布のモードを調整することにより期待値として扱うことができる。

以上のように定義される合成変数を用いて、次のような確率論的な均衡の定義が可能である。

(A)' 地域内の各世帯は、自己の立地選択に関して期待最大余剰 $\omega_j$ を達成をしようとしている。

(B)' 地域内の各土地においては、最大付け値の期待値 $\nu_i$ が実際の地価として実現されている。

これらの均衡条件を定量的に表現するために、共役理論<sup>10)</sup>を用いて、合成変数 $\omega_j$ 、 $\nu_i$ をそれぞれ以下の極値問題として表わす。

$$\omega_j = 1/E_j \max_{T_{ij}} \left\{ \sum_i T_{ij} X_{ij} - 1/\beta \left\{ \sum_i T_{ij} \ln(T_{ij}/H_i E_j) \right\} \right\} \quad \text{s.t.} \quad \sum_i T_{ij} = E_j \quad (15)$$

$$\nu_i = 1/H_i \max_{T_{ij}} \left\{ \sum_j T_{ij} b_{ij} - 1/\beta^b \left\{ \sum_j T_{ij} \ln(T_{ij}/H_i E_j) \right\} \right\} \quad \text{s.t.} \quad \sum_j T_{ij} = H_i \quad (16)$$

ここで(15)、(16)式に対する最適条件を考えると、それぞれ、先の均衡条件(A)'、(B)'に等価な2つの関係式が得られる。

$$W_{ij} - P_i = \omega_j + 1/\beta \ln(T_{ij}/H_i E_j) \quad (17)$$

$$b_{ij} = \nu_i + 1/\beta^b \ln(T_{ij}/H_i E_j) \quad (18)$$

条件式(17)、(18)は、確定論的な場合の条件(5)、(6)式に対応するものである。さらに上式において、 $\nu_i$

=  $P_i$  という価格形成条件を考えると、(7)、(8)式に対応した次の均衡条件が得られる。

$$W_{ij} - 1/\beta \ln(T_{ij}^*/H_i E_j) = v_i^* + \omega_j^* \quad (19)$$

$$b_{ij} = W_{ij} - \omega_j^*$$

$$+ \{(\beta - \beta^b)/\beta^b\beta\} \cdot \ln(T_{ij}^*/H_i E_j) \quad (20)$$

ここで、(19)式に注目すると、(7)式と同様に効果の発生～帰着の関係を表すものであるが、情報の価値を表す項  $-(1/\beta) \ln(T_{ij}^*/H_i E_j)$  が含まれている点で異なる。これは、確率論的に考えた場合、世帯の立地選好および付け値行動においてより大きな期待が発生し、確定論的に扱った場合よりも高い地価、余剰水準が形成されることを意味している。

### 5-3 効果計測モデル

確定論的なモデル(10)式と同様にして、世帯の行動を確率論的に扱った場合、効果の帰着に関する概念モデルは式(19)より次式のように導かれる。

$$\begin{aligned} & \sum_j \sum_l (T_{ij}^a W_{ij}^a - T_{ij}^b W_{ij}^b) \\ &= \sum_j \sum_l (H_i^a v_i^a - H_i^b v_i^b) \\ &+ \sum_j \sum_l (E_j^a \omega_j^a - E_j^b \omega_j^b) \\ &+ \sum_j \sum_l (1/\beta) \{ \ln(T_{ij}^a/H_i^a E_j^a) \\ &\quad - \ln(T_{ij}^b/H_i^b E_j^b) \} \quad (21) \end{aligned}$$

(添字の a, b はそれぞれ改善後、改善前を表す)

この時、式(21)を効果計測に適用する為には  $v_i, \omega_j$  の変化を予測することが必要となる。そこで、以下のような手順でこれらの予測を行う。

まず、均衡式(19)を必要条件として持つ次のような最適化問題を考える。

$$\begin{aligned} \Omega = \max_{T_{ij}} & \{ \sum_j \sum_l W_{ij} T_{ij} - 1/\beta \sum_j \sum_l T_{ij} \{ \ln(T_{ij}/H_i E_j) - 1 \} \} \quad \text{s.t.} \sum_j T_{ij} = E_j, \\ & \sum_l T_{ij} \leq H_i \quad (22) \end{aligned}$$

この(22)式は均衡状態での立地分布  $T_{ij}^*$  を与えるものであるが、双対理論を適用するならば、これに対応した均衡解  $v_i^*, \omega_j^*$  を解としてもつ式(22)が得られる。

$$\Omega = \min_{v_i, \omega_j} \{ 1/\beta \sum_j \sum_l H_i E_j \exp \{ \beta (W_{ij} - \omega_j - v_i) \} + \sum_j H_i v_i + \sum_l E_j \omega_j \} \quad \text{s.t.} \quad v_i \geq 0 \quad (23)$$

上式は、従業地別雇用者数  $E_j$ 、居住地別土地区画数  $H_i$  が所与である時の、任意の交通条件等の下での均衡地価、世帯の均衡余剰水準を与えるものである。こうして得られた(23)式を用いて、交通条件の変化に

伴う均衡の変化を予測することができる。本研究では、これと(21)式を統合したものを効果計測モデルと呼ぶ。

### 6. ケーススタディー

ここでは、名古屋都市圏における仮想的な交通改善を考え、以上で構築されたモデルを用いて交通改善効果の試算を行う。具体的には、図6-1示すような地域において、既存の交通ネットワークに対し、4ゾーンと10ゾーンの中心間の交通に20分の時間短縮をもたらすような鉄道が付加されたと仮定し、主体別・地域別効果の帰着を把える。

本モデルを適用するに際しては、まず、土地使用価値の関数形及び分散パラメータ  $\beta$  を与えることが必要となる。そこで、名古屋都市圏における昭和55年の公示地価を用いてこれらの推定を行い、表6-1のような結果が得られた。土地使用価値は表中の説明変数の線形和で表現される。この際の推定は、ランダム付け値モデルとランダム効用モデルを同時適用し、繰り返し計算によって行った。

この結果を用いて改善効果の試算を行ったところ図6-1のような値を得た。ここでは、地域全体を従業と居住に関して共通のゾーンで区分した時の、各ゾーンの総土地資産価値変化額、およびそのゾーン

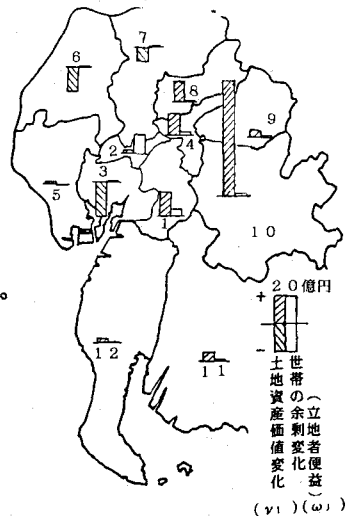


図6-1 地域別、主体別の効果の帰着

表6-1 土地使用価値関数のパラメータ推定結果

| 説明変数                       | 係数値 (t値)       |
|----------------------------|----------------|
| 従業地までの交通所要時間 (1hr)         | -0.933 (-63.9) |
| 最近駅距離 (10 km)              | -0.989 (-11.5) |
| ガス ダミー (有)                 | 0.866 (23.2)   |
| 下水道 ダミー (有)                | 1.76 (17.2)    |
| 市街化調整区域指定                  | -1.33 (-24.7)  |
| 近隣商業指定                     | 3.08 (17.9)    |
| 土地区画整理 ダミー (有)             | 0.220 (12.5)   |
| 商業集積 (万人/km <sup>2</sup> ) | 6.71 (137.0)   |
| 分散パラメータ $\beta$            | 0.331 (65.2)   |

(単位: 万円)

交通改善がなされた地域 (10ゾーン) では、大きな土地資産価値の上昇がもたらされているが、逆にこの地域の改善の為に立地優位性が相対的に減少し土地需要が

低下した地域(3, 6, 7ゾーン)においては、むしろ土地資産価値の減少がもたらされている。一方、世帯の余剰水準に注目した場合、当該地域との交通条件が改善された従業地、特に都心への従業世帯についてはやや大きな余剰増加がもたらされているが、全体を通じて大きな変化は生じていない。この理由としては、ここで扱った鉄道は地方公共財的な性格が強く、その整備が都市圏全体にそれ程大きな影響を及ぼすものではなかったということが考えられる。ここで、交通改善に伴う便益総額は1600億円、そのうち土地への帰着便益は1330億円、世帯への残存便益は270億円と試算された。

次に、実際の適用面での本モデル挙動を見る為、資産価値の適用した場合の予測結果と本モデルによる地価の変化に関する予測結果との比較を行った。ここで、資産価値法の適用にあたっては、(14)式で示されるランダム付け値モデルにおいて世帯の余剰水準を改善の前後で固定させたものを地価モデルとして用いた。比較の結果、相関係数でみた場合0.85と、両モデルの予測結果の間には比較的高い相関が認められた。しかしながら、便益額として見た時には、本モデルによる予測は地価モデルによるものの0.9倍程度と、相対的に土地資産価値上昇を低く見積もっていることがわかった。このモデル間の差は、主として本モデルが立地者の残存便益を考慮していること、及び、立地変化を同時に考慮していることに起因したものと思われる。

## 7. おわりに

本研究においては、交通改善効果の発生と帰着に関する理論的整理を行い、また効果計測に関する実際のモデルを構築した。これによって交通改善効果を土地への帰着便益と利用者に残存する便益の両方を整合的に捉えることができた。既存の効果計測手法との対比から、本研究の成果は次のように要約される。

1) 主体別、地域別の効果の帰着を明確に扱った資産価値法は、その適用が a) 世帯の移転は自由であり費用がかからない、b) 交通改善の影響が及ぶ範囲は都市圏全体と比較して小さい、c) 同質の世帯が十分な数存在する、d) 企業の参入が自由で長期の均衡が成立している、という条件が満たされる場合に限られていた<sup>8)</sup>。これに対し、本研究はこれらの条件のうちb)、c)が成立しない場合でも適用可能であり、一般性が高い。

2) 森杉ら<sup>9)</sup>の分析と比較した場合、均衡分析という

点では共通しているが、本研究は対象とする市場を土地市場、交通市場に限定している、また所得、土地需要面積等を一定としているという点で制約的である。しかしながら、森杉ら<sup>9)</sup>の分析が、長期均衡状態での便益の帰着を扱っているのに、本モデルは離散的に区切られた期間ごとの均衡をシミュレートすることによって動的な便益の帰着計測が可能である。また、モデル構築が容易に行えるなど実用面での有効性が高い。

3) また、Mohring<sup>1)</sup>らの分析と比較した場合、発生ベースの効果か総量として保存され利用者と世帯の双方に帰着するという類似した視点に立脚しているが、本研究は、ミクロな行動理論に基づき効果の発生～帰着メカニズムに対する考察を行い、さらに操作的な計測モデルの構築を行い計量的な分析を可能とした。

最後に、本研究の課題をまとめる。

1) 実際の立地現象は、交通条件等の変化に対して即座に生じるものではなく、そこには種々の制約が働いている。これについては、安藤<sup>11)</sup>のような既存ストックの耐久性等を考慮した分析が必要となる。

2) 地価は、交通条件以外にもマクロな経済情勢の変化等によって大きく変動する。しかし、本分析においてはこうした変化が考慮されていない。

謝辞：本論文に対して河上省吾教授、森杉寿芳教授をはじめとする交通問題研究会のメンバーおよび査読者の方々より貴重なコメントをいただいた。また、平尾輝明君(現東大測量研)には計算の一部を担当していただいた。以上、記して謝意を表する次第である。尚、本研究に対し、文部省科学研究費(No. 62550389)の補助を得た。

## 参考文献

- 1) Herbert Mohring: Land Values and the Measurement of Highway Benefits, Journal of Political Economy 69 (June 1961), pp. 236-249
- 2) Wheaton, C.: Residential decentralization, land, rents, and the benefits of urban transportation investment, The American Economic Review, Vol. 67, p. 138-143, 1977
- 3) 安藤朝夫：交通施設整備と費用負担の社会的効率性：練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
- 4) 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、pp. 127-138, 1984年
- 5) 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, pp. 135-144, 1986. 1
- 6) 吉田哲生、森杉寿芳：客運の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. 73-79
- 7) 日良浩一：交通投資の地域開発効果予測のためのモデル作成の試み、地域学研究、第11巻、pp. 1-14
- 8) 金本良嗣：地方公共財の理論、公共経済学の展開 第3章、pp. 29-47、東洋経済新聞社、1986年
- 9) 中川大、肥田野登、清水敦行：広域幹線道路整備による主体別便益と負担の計測、土木計画学研究・論文集、NO. 5 (1987), pp. 187-194
- 10) Fenchel, W.: Convex Cones, Sets and Functions, Mimeographed Lecture Notes, Princeton University Press, 1951
- 11) 安藤朝夫、今林慎二：交通条件変化と都市形態—ストックの耐久性を考慮した次世代問題—、土木計画学研究・論文集、NO. 5 (1987), pp. 179-186