【土木学会論文集 第407号／IV-11 1989年7月】

住宅立地均衡理論からみた立地余剰配分モデルの考察

THE IMPLICATIONS OF THE LOCATIONAL SURPLUS ALLOCATION MODEL IN THE CONTEXT OF THE RESIDENTIAL EQUILIBRIUM THEORY

柏谷増男*・安藤朝夫**

By Masuo KASHIWADANI and Asao ANDO

The "CALUTAS" land use model has been highly regarded not only for its operational capabilities but also its ways to deal with residential locations, represented by a submodel called the locational surplus allocation model. As the basic idea of this submodel has not been clarified in the sense as to how its outputs are related with the market equilibrium solutions, this article is to examine its theoretical implications in light of urban economics. We find that the utility levels of households belonging to the same household type may differ depending on their locations, while the model outputs ensure that the households with the largest surplus occupy each zone. It is also found that the model outputs cannot be attained through the competitive market mechanism unless such interventions like rent control are introduced. However, it might be possible to interpret the model as to ropresent a sequence of disequilibrium states observed in a course of dynamic location processes.

Keywords: *location theory, land use model, urban economics*

1. まえがき

中村・林・宮本らによって開発されたCALUTASは，わが国を代表する工学的土地利用モデルの1つとして，内外で高い評価を受けている[1]．このモデルの住宅立地配分モデルは，立地余剰に基づく立地配分モデルとして定式化されており，独創的・画期的なモデルとして評価されている[2]．

立地余剰概念がAlonsoの付け値理論と密接な関係をもつことは，これまでにモデル作成者によっても述べられてきたが[3),4]，両者の関係はいま1つ明確ではなかったといえよう．この点については，第18回土木計画学シンポジウムで佐々木論文[5]がふれているが，同シンポジウムでの林論文[4]はまさに立地余剰概念の明確化を試みたものといえ，不明確な点が残されていると考える者は著者のみではないと思われる．

本論文は，立地余剰に基づく立地配分モデルを住宅立地均衡理論の立場から研究したものである．研究の大部分は静学的住宅立地理論に関するものであり，特にCALUTAS[6]の住宅立地配分モデルの解と住宅立地均衡解との関係を明確にすることを意図している．なお，本論文では，メッシュまたは地区の内部は住宅立地に関して一様とし，付け値あるいは立地余剰の値は，同一地区内では一定値をもつと仮定する．

2. 住宅立地均衡解

(1) 前　　提

ここでは，3.以下の本論に対する準備的考察として，静学的住宅立地均衡解の考察を行う．なお設定する問題はCALUTASの問題設定を伝統的な都市経済学モデルにとり入れた形となっている．

① 住宅タイプは単一として世帯タイプを k ($k=1, \cdots \bar{k}$) で表わす．

② 地区を離散的に取り，添字 i ($i=1, \cdots \bar{i}$) で表わす．地区内は一様と仮定し，地区特性（CALUTASにおける土地資質）を $\boldsymbol{w}_i$ で表わす．ただし，本論文では $\boldsymbol{w}_i$ の内容にふれないため，以後では，単に $\boldsymbol{w}_i$ と記す．また各地区の住宅立地可能面積を S_i とし S_i の値は所与とする．

③ 立地世帯は必ず住宅1戸を取得する．地区 i での住宅1戸当たりの土地の量を q_i で表わすこととする．また簡単のため，住宅サービスの量は q_i

* 正会員 工博 愛媛大学教授 工学部土木工学科
（〒790 松山市文京町3）
** 正会員 Ph.D. 熊本大学助教授 工学部土木環境工学科
（〒860 熊本市黒髪2-39-1）

のみで表わされると仮定する．

④ 立地世帯は所得 Y^k をもち，交通費 F_i^k を支払うものとする．z を一般財消費量とし，世帯は式（1）に示す支出制約条件下で効用 $u(z,\ q,\ w)$ を最大化すると仮定する．なお，q_i^k, z は正（$q_i^k>0$, $z>0$）であり，z はニュメレールとする．

$$Y^k=z+R_i q_i^k+F_i^k \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで R_i は地区 i で支払う地代である．

⑤ 地主は，地代収入最大化行動を行う．

⑥ タイプ k の世帯の立地世帯総数を N^k とする．

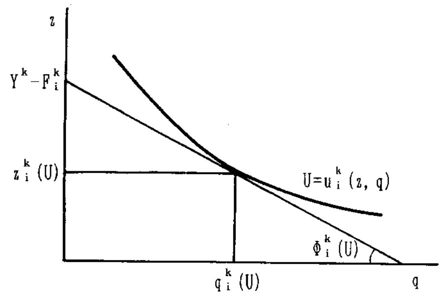
⑦ 市場は完全競争市場とする．

これらの前提のうちで，住宅タイプについては，CALUTASは複数のタイプを扱っている．しかし，CALUTASでは住宅タイプの選択は許されていないため，土地市場での均衡解は，単一住宅タイプの場合も複数住宅タイプの場合も本質的には同じものとなる．そこで，本研究では簡単のため住宅タイプを単一とした．次に住宅用地については，CALUTASでは同一住宅タイプであれば地区によらず，一定と仮定している．しかし，用地量を定数とした場合には，均衡解や付け値の説明が過度に簡略化され意味が正確に表現できないおそれがあるため，ここではより一般的に用地量は地区により異なると仮定した．しかし，ここでの議論の本質は，用地量を定数とする場合にも，そのまま適用できることに注意されたい．

（2） 世帯の立地行動と付け値地代関数

地区 i を固定したときの世帯の立地行動を考える．地区特性は地区 i に固有のものであり，世帯はその量を選ぶことができないため，世帯 k の効用関数は $u_i^k(z,\ q)$ となる．**図－1** は地区 i における世帯の選択行動を表わしたものである．

いま，効用水準 U を固定すると世帯が消費する z, q の量は所得制約式の z 切片 $Y^k-F_i^k$ から効用関数に引かれた接線の接点 $q_i^k(U)$, $z_i^k(U)$ として表わされ，この接線と横軸との角の正接が付け値となる．付け値を $\Phi_i^k(U)$ で表わすとそれは次式のようになる．



図－1 世帯の住宅選択行動と付け値

$$\Phi_i^k(U)=\frac{Y^k-F_i^k-z_i^k(U)}{q_i^k(U)}$$
$$=\max_{z,q}\left\{\frac{Y^k-F_i^k-z}{q}\ \middle|\ U=u_i^k(z,q)\right\}\quad\cdots\cdots(2)$$

（3） 立地均衡条件

世帯タイプ k の世帯の均衡効用水準を U^{k*}, 地区 i での立地世帯数を n_i^{k*}, 地区 i の均衡地代を R_i^* とする．本論文では地代以外の価格変化と所得の変化とを扱わないので間接効用関数を地代のみの関数として表示することとし，R_i^* のもとで世帯 k が地区 i に立地したときの効用水準を間接効用関数を用いて $U_i^k(R_i^*)$ と表わす．このとき，それらが立地均衡解であるための必要条件は以下のようになる．

$$R_i^*\geqq\max\{\max_k \Phi_i^k(U^{k*}),0\}\quad\cdots\cdots(3)$$

$$(R_i^*-\Phi_i^k(U^{k*}))\,n_i^{k*}=0,\qquad \text{for all}\,(k,i)\cdots\cdots(4)$$

$$\sum_k q_i^{k*}n_i^{k*}\leqq S_i,\qquad \text{for all}\ i\cdots\cdots(5)$$

$$\left(S_i-\sum_k q_i^{k*}n_i^{k*}\right)R_i^*=0,\qquad \text{for all}\ i\cdots\cdots(6)$$

$$\sum_i n_i^{k*}=N^k,\qquad \text{for all}\ k\cdots\cdots(7)$$

$$(U^{k*}-U_i^k(R_i^*))\,n_i^{k*}=0,\qquad \text{for all}\,(k,i)\cdots\cdots(8)$$

これらの条件式のうち，方程式は式 (4), (6), (7), (8) であり，式の数は $2\bar{k}\cdot\bar{i}+\bar{i}+\bar{k}$ である．問題に与えられている定数は Y^k, F_i^k, S_i, N^k であり，未知変数は U^{k*}, R_i^*, n_i^{k*}, q_i^{k*} である．未知数の数は $\bar{k}+\bar{i}+2\bar{k}\cdot\bar{i}$ であり，方程式と未知数とは過不足なく一致している．この問題では N^k が与えられているのに対して U^{k*} は未知数であり，このような問題は closed city 問題とよばれている．一方 U^{k*} を与えて N^k を未知数，つまり式（7）を N^k の定義式とする問題は open city 問題といわれている．

（4） 住宅立地配分問題

本章，（2），（3）に示した変数を用いて次の最適化問題を設定する．この問題を問題 A とよぶ．

[問題 A]

$$\max_{q_i^k,\,n_i^k}\sum_{i,k}\Phi_i^k(U^k)\,q_i^k n_i^k\quad\cdots\cdots(9)$$

s. t.

$$\sum_k q_i^k n_i^k\leqq S_i,\qquad \text{for all}\ i\cdots\cdots(10)$$

$$\sum_i n_i^k=N^k,\qquad \text{for all}\ k\cdots\cdots(11)$$

$$n_i^k\geqq 0,\qquad \text{for all}\,(k,i)\cdots\cdots(12)$$

この問題は Hervert-Stevens 型計画問題とよばれ，$\{U^k\}$ をパラメーターとする問題群の1つを示している．U^k を U^{k*} とおいたときの解を n_i^{k0}, 式 (10) の制約条件に対するラグランジュ乗数の値を R_i^0 とおくと，n_i^{k0}, R_i^0 の値は均衡解 n_i^{k*}, R_i^* と同一であることを証明できる[7]．

3. 立地余剰と世帯の立地行動

(1) 立地余剰

CALUTASモデルでは，立地余剰は，立地者の土地に対する期待効用と立地に際して支払うべき地価との差として定義されている[8]．ここで期待効用は，ある予期された効用水準のもとで立地者が支払ってもよいと考える最大の地価として貨幣評価される*．予期された効用水準については，以下に示す市場参入条件が仮定されている．

[仮定1]

世帯タイプkの世帯が市場で期待し得る効用水準は，前もって定められた最低効用水準$\overline{U}^k$を下回ってはならない．

なお，以下では静学的住宅立地理論の枠組で考察するために，地価を地代に読みかえることとする．

通常の効用関数のもとでは，付け値地代関数は，効用水準に関する非増加関数であると仮定しても問題はないので，期待効用に対応する効用水準として$\overline{U}^k$を用いることとする．

CALUTASモデルでは，各立地点における住宅1戸当たりの土地面積は明示的に示されていないが，期待効用算定時と現実の立地時との異なる効用水準のもとで住宅立地者が取得する土地の量は違うため，この点についての検討をしておこう．この場合2つの可能性がある．1つは立地時の土地面積と期待効用算定時の土地面積とが等しいとする考え方であり，他の1つは両者の値は異なってもよいとするものである．しかしながら，立地余剰の定義では地価と期待効用を同一の尺度に基づいて比較することが想定されているため，2つの立地面積は同一と考えるべきであろう．

ところで余剰という言葉は量の概念をもつはずであり，単位面積当たり価格に用地面積をかけた値で表わすべきと考えられる．CALUTASモデルでは地区によらず用地面積は一定と仮定しているため，単位面積当たり価格の形で立地余剰を扱っても結果に問題は生じないが，本論文では，2.（1）に示したように用地面積は地区により変化すると仮定している．このため，地区iで支払うべき地代を$\overline{R}_i$，世帯タイプkの地区iでの期待効用をΨ_i^k，取得用地面積をq_i^kとしたときの地区iでの世帯タイプkの立地余剰X_i^kを改めて次式で定義することとする．

$$X_i^k=(\Psi_i^k-\overline{R}_i)\,q_i^k \qquad \cdots\cdots(13)$$

* 期待効用という語は，通常は将来に期待される効用水準を意味しており，CALUTASモデルで用いている定義とは異なっている．本論文はCALUTASモデルに関する研究であるので，同モデルの定義による期待効用を用いる．

(2) 立地余剰概念の解釈

a) 立地余剰額

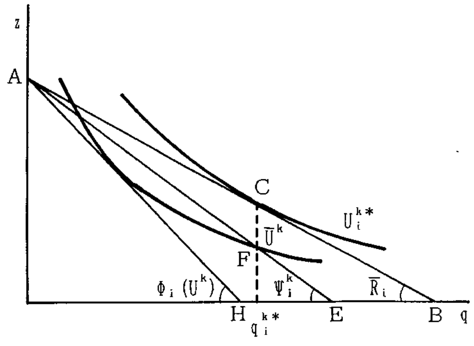
図—2は，地区iに世帯kが立地する場合の立地余剰を示した概念図である．

図中U_i^{k*}は，立地時に達成される効用水準であり，直線ABの傾きの大きさは地区iで外生的に与えられる地代$\overline{R}_i$を表わしている．点Cは，直線ABが交点をもつ効用関数の中で最大の効用水準U_i^{k*}に対応する効用関数と直線ABとの接点としてU_i^{k*}の値と同時に決められる．点Cに対応するqの値をq_i^{k*}とする．期待効用は，効用水準$\overline{U}^k$のもとで立地者が支払ってもよいと考える最大の地代である．この場合立地者はすでにq_i^{k*}を決めているので，彼の選択は点Fに相当し，期待効用の値は，直線AEの傾きの大きさΨ_i^kで表わされる．したがって，式(13)に定義された立地余剰は図上のCFの大きさに等しくなる．

なお，Ψ_i^kはq_i^{k*}と$\overline{U}^k$に対して定められるため，この両者の関数として$\Psi_i^k(q_i^{k*},\ \overline{U}^k)$と表わされる．一方，効用水準$\overline{U}^k$のもとでの付け値は，効用水準$\overline{U}^k$に対応する効用関数への点Aからの接線の傾きで表わされる．この付け値を$\Phi_i^k(\overline{U}^k)$としよう．

b) 最善付け値と次善付け値—期待効用の解釈—

図—2には立地世帯が直面する価格の種類が示されている．このうち，外生的に定められる地代$\overline{R}_i$は効用水準U_i^{k*}のもとで，また，付け値$\Phi_i^k(\overline{U}^k)$は効用水準$\overline{U}^k$のもとでそれぞれ立地世帯にとって合理的な価格である．しかしながら期待効用Ψ_i^kに対応する直線AEは効用水準$\overline{U}^k$の効用関数と交わっており，期待効用は，単純な意味では立地世帯の個人均衡を満たす価格とはいえない．期待効用Ψ_i^kは用地面積q_i^{k*}が決められたときに，効用水準$\overline{U}^k$のもとで支払い得る最大の地代であり，一方，付け値$\Phi_i^k(\overline{U}^k)$は用地面積の制約がなく，単に効用水準$\overline{U}^k$のもとで支払い得る最大の地代を示している．期待効用は明らかに価格を表わしており，それを効用とよぶことは誤解を招く可能性がある．そこで本論文では付け値$\Phi_i^k(\overline{U}^k)$を最善付け値，期待効用$\Psi_i^k(q_i^{k*},$



図—2 立地余剰と付け値

$\overline{U}^k$）を財の選択時に用地面積制約が加わっているという意味で，次善付け値とよぶこととする．

なお，期待効用は，立地世帯が各地区で出会う宅地に対して，市場参入条件 $\overline{U}^k$ を基準とした場合に下す内部評価額，すなわち立地余剰算定のために設定された価格と解釈される．また，図からわかるように期待効用（次善付け値）の値は付け値（最善付け値）の値を上回らない．

（3） 立地者と地主の行動

立地余剰を用いた立地問題は，「立地者は，与えられた地代 $\overline{R}_i$ のもとで立地余剰が最大の地点に立地する」[8]との命題に基づいている．したがって，世帯および地主の行動は以下のように規定される．

［世帯］

$\overline{R}_i$ のもとでの最大効用である U_i^{k*} と，最低効用水準 $\overline{U}^k$ に基づいて，立地余剰の値$(\Psi_i^k-\overline{R}_i)q_i^{k*}$ が最大となる地区 i を選ぶ．このとき得られる効用 U_i^{k*} が $\overline{U}^k$ を下回らなければ地区 i に立地し，そうでなければどこにも立地しない．

［地主］

立地者が地代 $\overline{R}_i$ を支払えば貸す．そうでなければ貸さない．

図―2 に示すように立地余剰は $U_i^{k*}-\overline{U}^k$ に対応しているため，立地世帯 k にとって立地余剰最大の地区は，その世帯が市場で達成し得る効用水準が最大となる地区でもある．

しかしながら，ここで注意せねばならないことは，この規定では地代が前もって決められているため，世帯収入が固定されておれば，図―2 の所得制約式 AB は，したがって効用水準 U_i^{k*} の値は，世帯の所得 Y^k が決まっている場合には外生的に定められる地代 $\overline{R}_i$ によって決められることである．世帯タイプ k の世帯数が多くて，1 つの地区 i では必要な用地量がまかなえず，地区 i と地区 i' とに分かれて立地せざるを得ない状況を考えよう．この場合効用水準 U_i^{k*} の値が地代 $\overline{R}_i$ によって決められているため，一般には U_i^{k*} の値と $U_{i'}^{k*}$ の値とは一致しない．つまり，同一種類の世帯が享受する効用水準が地区により異なることになり，同一の効用水準 U^{k*} を保証できなくなる．いわゆる Mirrlees' paradox の状態が生じている[9]．

一般の住宅立地均衡問題では，このことは生じない．というのは所得が与えられた場合，同一タイプの住宅立地世帯にとっての立地地区相互での効用水準の値が等しくなるように内生的に R_i^* の値が決まるからである．いいかえれば CALUTAS モデルは変数の値を過度に与えてしまって（over specification）立地均衡状態が達成できなくなったモデルといえる．

4.　立地余剰と次善問題

（1） 立地余剰による立地配分問題

CALUTAS の配分原理は，立地世帯が市場参加条件を満たすことを前提として，各地区の面積制約と需要世帯数制約のもとで，(1) 世帯による立地余剰大なる地区の選択と，(2) 各地区での競合を立地余剰の大きさの順に調整することである[1]．これらのルールを集権的な最適問題の形で表現するために，まず可処分所得 $I_i^k=Y^k-F_i^k$ のもとでの世帯の個別的最大化問題を考える．

［問題 B］

$$\max_{z,q} u(z,q)$$

s.t.

$$z+\overline{R}_i q=I_i^k$$

この問題の解は次の 2 つの 1 階条件を連立して解くことにより得られる．

$$z+\overline{R}_i q=I_i^k \quad\cdots\cdots(14)$$

$$\frac{\partial z}{\partial q}+\overline{R}_i=0 \quad\cdots\cdots(15)$$

さらにこの解を効用関数 $u(z,\ q)$ に代入することにより間接効用関数を得る．間接効用関数は，地代 $\overline{R}_i$ と可処分所得 I_i^k の関数となるが，ここでは前者のみを独立変数とみなして以下のように表わす．

$$U_i^k(\overline{R}_i)=\{u(z,q)\,|\,\text{式 (14), (15)}\} \quad\cdots\cdots(16)$$

集権的な最大化問題は，問題 B の結果を用いて，以下のように定式化できる．

［問題 C］

$$\max_{n_i^k}\sum_{i,k}(\Psi_i^k(q_i^k,\overline{U}^k-\overline{R}_i)\,q_i^k n_i^k \quad\cdots\cdots(17)$$

s.t.

$$\sum_k q_i^k n_i^k\leqq S_i, \qquad \textbf{for all } i \quad\cdots\cdots(10)$$

$$\sum_i n_i^k=N^k, \qquad \textbf{for all } k \quad\cdots\cdots(11)$$

$$n_i^k\geqq 0, \qquad \textbf{for all}\,(k,i) \quad\cdots\cdots(12)$$

$$(U_i^k(\overline{R}_i)-U^k)n_i^k\geqq 0, \qquad \textbf{for all}\,(k,i) \quad\cdots\cdots(18)$$

ここで，式 (18) は $n_i^k>0$，すなわち世帯が立地する場合には，そこでの効用水準が市場参入条件としての最低効用水準を上回らねばならず，逆に下回る場合には $n_i^k=0$ でなければならないことを示している．$\overline{U}^k$，$\overline{R}_i$ はともに外生変数であり，その意味で問題 C は$\{\overline{U}^k\}$，$\{\overline{R}_i\}$をパラメーターとする問題群を形成している．支払い地代 $\overline{R}_i$ を前もって与えることは，経済学的にはレント・コントロールを前提とする問題であると解釈される．

問題 A と問題 C とを比較すると，前者では目的関数の係数が最善付け値であるのに対し，後者では単位面積当たりの立地余剰，すなわち次善付け値と外生的に与えられる地代との差額が用いられている．また問題 C で

は，住宅用地量 q_i^k は問題Bの解として先決されるため，世帯数 n_i^k のみが操作変数とされているが，これらの差異を除けば，両者は形式的にきわめて似通った問題であることがわかる．

（2） 立地配分問題の解釈

さて，問題Cの解の特性について考察しよう．制約式 (10)，(11)，(18) に関するラグランジュ乗数を，それぞれ μ_i, Q^k, ν_i^k とすると問題Cのラグランジュ関数は次式で表わされる．

$$L=\sum_{i,k}\left(\Psi_i^k\left(q_i^k,\overline{U}^k\right)-\overline{R}_i\right)q_i^k n_i^k+\sum_i \mu_i\left(S_i-\sum_k q_i^k n_i^k\right)$$
$$+\sum_k Q^k\left(N^k-\sum_i n_i^k\right)+\sum_{i,k}\nu_i^k\left(U_i^k\left(\overline{R}_i\right)-\overline{U}^k\right)n_i^k \quad \cdots\cdots(19)$$

このとき最適解のための必要条件は，キューン・タッカー定理を用いて以下のように求められる（**付録1参照**）．

$$\mu_i+\overline{R}_i\geq\max\left\{\max_k \Psi_i^k\left(q_i^k,\overline{U}^k\right)+\frac{\nu_i^k(U_i^k(\overline{R}_i)-\overline{U}^k)-Q^k}{q_i^k},\overline{R}_i\right\},\quad \text{for all } i\cdots(20)$$

$$\{(\Psi_i^k(q_i^k,\overline{U}^k)-\overline{R}_i-\mu_i)q_i^k+\nu_i^k(U_i^k(\overline{R}_i)-\overline{U}^k)-Q^k\}n_i^k=0,\qquad \text{for all}(k,i)\cdots\cdots(21)$$

$$\mu_i\left(S_i-\sum_k q_i^k n_i^k\right)=0,\qquad \text{for all } i\cdots\cdots(22)$$

$$\nu_i^k(U_i^k(\overline{R}_i)-\overline{U}^k)n_i^k=0,\ \nu_i^k\geq0,\qquad \text{for all}(k,i)\cdots\cdots(23)$$

および原制約 (10)～(12)，(18)，問題Bの条件 (14)～(16)．

Q^k は世帯 k に対する人頭税を意味し，与えられた世帯数 N^k と効用水準 $\overline{U}^k$ の間の調整という働きをもつ．式 (11) を制約式ではなく，問題Cの解 n_i^k から都市全体での世帯数 N^k を算出するための定義式とみなせば，問題はいわゆる open city の設定となるが，その場合には Q^k はすべての k について0となる．また，closed city の場合でも，$Q^k=0$ とするような $\overline{U}^k$ の設定は可能である．そこで問題を簡単化するために，以下では Q^k がすべての k について0であると仮定するが，そうしても本質的な結果には影響しないことに注意されたい．

ν_i^k は，式 (16) により定まる効用水準が与えられた $\overline{U}^k$ を1単位上回ることに伴う付け値に対する評価額の増分を意味するが，式 (23) より，$n_i^k>0$ のときは $\nu_i^k(U_i^k(\overline{R}_i)-\overline{U}^k)=0$ であることに注意されたい．さらに，$n_i^k=0$ の場合としては，**図ー2**からも理解されるように，以下に示す2つのケースが考えられる．なお，ここでの $U_i^k(\overline{R}_i)$ は，**図ー2**の U_i^{k*} に対応していること，また①は一般式で示したために $n_i^k>0$ を含む表記となっていることに注意されたい．

① $U_i^k(\overline{R}_i)\geq\overline{U}^k$ のとき $n_i^k\geq0$ かつ $\Psi_i^k(q_i^k,\ \overline{U}^k)\geq\overline{R}_i>0$,

② $U_i^k(\overline{R}_i)<\overline{U}^k$ のとき $n_i^k=0$ かつ $\overline{R}_i>\Psi_i^k(q_i^k,\ \overline{U}^k)$.

式 (23) に関する以上の考察により，式 (20) から以下の表現が導かれる．

$$\mu_i+\overline{R}_i\geq\max\{\max_k \Psi_i^k(q_i^k,\overline{U}^k),\overline{R}_i\}\cdots\cdots\cdots\cdots(24)$$

式 (24) は，地区 i に対する単位面積当たり立地余剰が最大となる世帯がその地区に立地し得ること，すなわち，4.（1）に示した2番目の配分原理による競合立地を示している．そこで μ_i は，その地区に立地する世帯の単位面積当たり立地余剰額に相当しており，この競合立地を実現するための一種の調整地代額と考えられる．

さて，市場での立地行動について考えよう．立地に際して立地世帯が支払う地代は前もって定められていた $\overline{R}_i$ に過ぎないので，地主は $\overline{R}_i$ を支払い得る，すなわち非負の立地余剰が生じる世帯については無差別である．つまり市場を通じて問題Cの解を得ることができず，この解は立地均衡解とはいえない．ただし，もしも政府が各地区において，その地区での各世帯の単位面積当たり立地余剰額の最大値 μ_i を税等の手段で課すことができるとすれば，$\overline{R}_i+\mu_i$ を支払い得る世帯はその地区での単位面積当たりの立地余剰が最大となる世帯に限られる．そこで $\overline{R}_i+\mu_i$ を一種の社会的地代と考え $\hat{R}_i$ で表わすと，式 (24) は

$$\hat{R}_i=\max\{\max_k \Psi_i^k(q_i^k,\overline{U}^k),\overline{R}_i\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(25)$$

と書くことができるから，各地区において単位面積当たりの期待効用，すなわち次善付け値が最大となる世帯が立地することとなる．

問題Aの立地条件式（3）と問題Cの条件式 (25) とを比較すると，前者では均衡地代 R_i^* に一致する最善付け値をもつ世帯が立地し，後者では上に述べた社会的地代 $\hat{R}_i$ に一致する次善付け値をもつ世帯が立地することがわかる．この意味で問題Aを最善問題，問題Cを次善問題とよぶことにする．実際には，次善解における μ_i の値を政府が事前に知ることはできないため，政府が市場でのすべての取引を掌握したうえで μ_i の値を定める必要がある．CALUTAS モデルが前提とするレント・コントロールだけでは，立地点による効用の格差をめぐる「闇市場」の形成を防ぐことは難しく，その意味で次善解は不安定であり，その維持には市場への強力な政策介入が不可欠であると考えられる．

（3） 立地余剰概念に基づく次善問題

立地余剰は，外生的に与えられた地代 $\overline{R}_i$ と，それに基づいて選択された住宅用地量 q_i^k を固定した場合に，効用水準 $\overline{U}^k$ に対して支払い得る（次善）付け値である期待効用との差額として定義される．

通常の静学的住宅立地問題では，立地者は所得制約を始めとする物理的な制約条件式のもとで，効用関数値を最大とするような財の組を自由に選択することができ，その結果定まる効用水準に基づく（最善）付け値の最大値が地代として実現する．しかし，立地余剰に基づく配分では，付け値を計算するための効用水準 $\overline{U}^{k}$ と財選択の間接効用値 U_i^{k*} が一致せず，また地代 $\overline{R}_i$ は付け値とは無関係に先決されるなど，効用水準と価格の両面において２重の構造となっている．

この問題では，レント・コントロールにより本来内生的に定まるべき地代をあらかじめ拘束しているという意味で，モデルに新たな制約が加えられている．このようにモデルでの選択行動を束縛するような制約が加えられている問題を一般に次善問題とよぶ．いかなる問題も何らかの制約条件を含むため，次善問題という用語はあくまで相対的なものであり，ある次善問題において追加された制約を除いた問題を便宜的に最善問題とよんでいる．

数学的には，次善問題としては，操作変数に新たな制約を加える「広義の」次善問題と，ラグランジュ乗数などモデル内で生成される変数に制約を加える「狭義の」次善問題の２種類が考えられる．ここでの定式化は本来ラグランジュ乗数として得られるべき地代 $\overline{R}_i$ を拘束するため後者の類型に分類されるが，こうした問題では次善状態を維持するために２重価格（この場合，外生地代 $\overline{R}_i$ と社会的地代 $\hat{R}_i$）の導入が必要となり，市場がゆがむこととなる．これに対して前者の類型に属する問題では，このような「ゆがみ」は生じないため市場は政府の介入を必要としない．

最善問題の研究が重要であることは当然であるが，現実の複雑な住宅立地現象を分析する場合には，こうした次善問題の考察が有意義な場合がある．このような研究例としては，交通混雑に伴う最適立地税（混雑税）を課すことが不可能な場合に関する分析[10]が有名であるが，これは狭義の次善問題に分類される．

広義の次善問題としては，既存の都市において交通改善がなされた場合の均衡地代分布を論じた安藤の研究[11]があるが，そこでは住宅財の耐久性を重視して，既存住宅の用地量が固定された状態での世帯の立地行動および地代パターンの分析を行っている．すなわち既存住宅については次善解を，新規立地住宅については最善解を適用することにより，都市の成長段階における複層性を指摘しているが，こうした見方は都市の動学的な均衡成長過程の断面における静学的な不均衡を表現しているとみることができよう（現実の都市を各年ごとの立地行動の累積の結果とみる Harrison & Kain の考え方[12]の理論化に通じる）．

問題Ｃの次善解は，世帯間の効用水準の不均衡を内包するため不安定であるが，動学的な都市の成長過程では効用水準の不均衡はある程度の時間をかけて調整されると考えられる．たとえば，既存ストックの変更が容易でなく，それに伴って地代の再契約にも遅れが生じると考えると，上の用地量固定の次善問題と似た解釈が可能である．その意味で，問題Ｃの解を静学的な均衡として解釈することには問題があるが，今期の選択が前期の効用や地代の水準に依存すると考えれば，動学的な調整過程の断面における静学的不均衡の表現であるとみなすことは有効であろう．

5. あとがき

本研究では，CALUTAS モデルで提案された立地余剰概念および立地余剰による立地配分問題について，静学的住宅立地均衡理論の観点から考察した．

その結果以下の点が明らかとなった．

（１） 期待効用は，外生的に定められた地代のもとで世帯が用地面積を前もって定めているという条件をつけた場合に支払い得る最大の地代を示しており，付け値とは異なっている．また期待効用は付け値を上回らない．

（２） 立地余剰最大行動により，各地区において最大の余剰をもつ世帯が立地することとなるが，同一タイプの世帯が異なる地区に立地する場合に両者の効用水準が一致するとは限らない．いわゆる Mirrlees' paradox が生じている．

（３） 立地余剰最大化問題の解を，市場地代のみによって得ることはできず，解は立地均衡解とは異なっている．ただし，政府が各地区において，その地区での立地余剰額の最大値を前もって知ることができ，税等の手段で課すことができるとすれば，その解を市場で得ることはできる．

このように，立地均衡を重視する立場からみれば，立地余剰による立地配分解はいくつかの問題を抱えている．このことは市場地代を前もって与えておくというレント・コントロールに原因がある．すなわち，静学的在宅立地均衡問題としては過度に変数の値を与えすぎている．

しかしながら，市場地代を与えるという仮定は住宅立地問題の動学的取扱いを意図したことに発していると思われる[3),6),8)]．立地余剰配分問題における市場地代やその場合の間接効用水準が前期の地代や効用水準であり，今期の選択がそれらに依存すると考えれば，この問題は現時点では理論的分析が不十分であるものの，静学的不均衡モデルを用いて動学的調整過程を表現する試みのさきがけであると評価できる．

なお，当然のことながら，本論文は都市経済学的な観

点から立地余剰配分問題の考察を行ったものであり，応用的モデルとしての立地余剰配分モデルの評価については別途なされるべきであろう．

最後に，本論文の研究の初期の段階において，東京大学の中村先生，名古屋大学の林先生，および横浜国立大学の宮本先生に貴重なコメントをいただいたことを感謝したい．もちろん，本論文にあり得べき誤りの責はすべて著者にあることはいうまでもない．

付録1 式 (20) の誘導

$$\frac{\partial L}{\partial n_i^k}=(\Psi_i^k(q_i^k,\overline{U}^k)-\overline{R}_i-\mu_i)\,q_i^k-Q^k$$
$$+\nu_i^k(U(\overline{R}_i)-\overline{U}^k)\leqq 0 \cdots\cdots\cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 1)$$

$q_i^k>0$ であるので

$$\mu_i+\overline{R}_i\geqq \Psi_i^k(q_i^k,\overline{U}^k)+\frac{\nu_i^k(U(\overline{R}_i)-\overline{U}^k)-Q^k}{q_i^k}$$
$$\text{for all } k \cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 2)$$

ゆえに

$$\mu_i+\overline{R}_i\geqq \max_k \text{（右辺）} \cdots\cdots\cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 3)$$

さらに，ラグランジュ乗数 μ_i の値が非負であるので

$$\mu_i+\overline{R}_i\geqq \overline{R}_i \cdots\cdots\cdots\cdots (\mathrm{A}\cdot 4)$$

式 (A・3)，(A・4) より式 (20) を得る．

参考文献

1) 肥田野登：CALUTASの概要，特徴，適用性及び展開方法，土木計画学シンポジウム，No. 18, pp. 125～134, 1984.

2) 青山吉隆：土地利用モデルの発展過程，土木計画学シンポジウム，No. 18, pp. 7～15, 1984.

3) 中村英夫・林　良嗣・宮本和明：都市近郊地域の土地利用モデル，土木学会論文報告集，第309号，pp. 103～112, 1981.

4) 林　良嗣：住宅立地モデルへのつけ値概念の応用－立地余剰概念に基づくモデル化を例として，土木計画学シンポジウム，No. 18, pp. 47～57, 1984.

5) 佐々木公明：モデル推定に関する計量経済学的課題，土木計画学シンポジウム，No. 18, pp. 121～124, 1984.

6) 中村英夫・林　良嗣・宮本和明：広域都市圏土地利用交通分析システム，土木学会論文報告集，第335号，pp. 141～153, 1983.

7) 藤田昌久・柏谷増男：住宅立地論へのプログラミングアプローチ，地域学研究，第5巻，pp. 107～134, 1976.

8) 中村英夫・宮本和明・林　良嗣・斉藤俊樹：土地利用交通モデルの批判と改良，土木計画学研究発表会講演集，No. 4, pp. 124～134, 1982.

9) Mirrlees, J. A.：The optimum Town, Swedish Journal of Economics, No. 74, pp. 114～135, 1972.

10) Kanemoto, Y.：Cost-benefit analysis and the second-best land use for transportation, Journal of Urban Economics, Vol. 4, No. 4, pp. 483～503, 1977.

11) 安藤朝夫・今林顕二：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善問題－，土木計画学研究論文集，No. 5, pp. 179～186, 1987.

12) Harrison, D. and Kain, J. F.：Cummulative urban growth and urban density functions, Journal of Urban Economics No. 1, pp. 61～98, 1974.

(1989. 2. 10・受付)