住宅都市における交通混雑と土地利用計画：次善解をめぐって

京都大学工学部　学生員　安藤　朝夫

1．はじめに

都市空間の有効な利用を計るためには、限られた土地の各用途への適正な配分が重要である。本研究では都市的土地利用として住宅と交通の2用途をとりあげ、交通混雑の存在する場合について、単純な都市モデル（NUEモデル）を用いて分析を行なうことを通じて、社会的に効率性の高い土地利用を達成するための行政施策に関する示唆を与えようとするものである。

こうした問題へのアプローチは大きく2つに分類される。一つはAlonso-Muth以来の市場均衡に基づく分析であり、もう一つはMirrlees (1972), Mills-de Ferranti (1971)らにはじまる最適土地利用の分析である。一般に「最適」とは、ある特定の目的関数のもとでの社会的最適解を意味するが、適切な問題の定式化がなされれば、その最適解はAlonso-Muth型の均衡解と密接な関係をもつものとなる。（安藤(1982b)参照）本研究に言う「最適問題」とは、Alonso-Muth型の均衡解（またはその一部）を最適解としてもつような市場記述型の最適問題である。

外部性の存在しない場合には、すべての市場解はPareto最適であり、したがって最適問題の解として表わし得る。しかし、交通混雑のような外部性の存在する場合には、政府の主体的介入なしには、Pareto最適な解を市場を通じて達成することはできない。具体的には、政府が立地税を特定の基準に基づいて徴収しうる場合（最適立地税）にのみ、土地利用は社会的に見て効率的なものとなる。現実には、こうした最適な施策の実施には多くの困難が伴うことが予想されるが、その場合でも、与えられた制約の範囲内で、社会的効率性を最大限高めるべく努めることは重要である。こうした問題を「次善問題」というが、本稿では交通混雑の存在する場合の次善問題を分類・定式化し、その解の性質について考察する。

このタイプの問題は金本(1976·77)らによって研究されているが、ここでは次善解と最適解・市場解との比較を通じて、次善解の構造を明らかにすることを試みる。そこで、次善問題の定式化に進む前に、比較の対象として、交通混雑の存在する場合に対する最適問題を定式化しておく。[1)]

2．基本仮定

モデルの概要は以下の仮定によって規定される。

i）すべての世帯はCBD（半径r_c）に通勤する。

ii）各地点は都心からの距離rを唯一の属性とし、各距離帯では$\bar{L}(r)>0$の土地が利用できる。

iii）世帯は$m(\geq 1)$タイプに区分され、各タイプは$\bar{Y}_i \in (0,\infty)$の所得をもつ。

iv）世帯の効用Uは、合成財（ニュメレール）の消費量zと、住宅用地面積qの関数として与えられる。

$$U=u(z,q) \tag{1}$$

タイプi世帯の効用水準は$\bar{U}_i \in (0,\infty)$で与えられる。

v）通勤費$D(r)$は通過交通密度$[N(r)/L_T(r)]$の関数で表わされる。

$$D(r)=\int_{r_c}^{r} g\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)dr \tag{2}$$

vi）農業地代$\bar{R}_A \in [0,\infty)$は地点により異ならない。

vii）タイプi世帯数は$\bar{N}_i \in (0,\infty)$で与えられる。

3．最適問題

いま$N_i(r)$をr以遠に居住するタイプi世帯数とすると、rにおける世帯線密度$n_i(r)$は

$$n_i(r)=-\dot{N}_i(r) \tag{3}$$

で表わされる。またこの定義から、rを通過する通勤者の数$N(r)$は、

$$N(r)\equiv \sum_i N_i(r) \tag{4}$$

1）交通混雑の存在する場合に対する最適問題については、すでに土木学会第37回年次学術講演会（安藤(1982a)参照）において報告済であるが、説明の都合上、その概略を再録する。

で与えられ、rでの単位距離あたりの限界通勤費は、(2)式を微分して

$$\dot{D}(r)=g\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right) \qquad (2)'$$

で与えられる。ここに$L_T(r)$はrにおける交通用地量であるから、用地制約はタイプi世帯の宅地面積を$q_i(r)$として

$$\sum_i q_i(r)n_i(r)+L_T(r)\leqq \bar{L}(r) \qquad (5)$$

で与えられる。さらに非負制約と終端条件は、それぞれ次のようになる。

$$n_i(r)\geqq 0,\ q_i(r)\geqq 0,\ L_T(r)\geqq 0, \qquad (6)$$

$$N_i(r_c)=\bar{N}_i,\ N_i(r_f)=0,\ D(r_c)=0. \qquad (7)$$

ここにr_fは都市外縁までの距離とする。

目的関数は都市全体での純地代収入で与えられる。2)

$$\int_{r_c}^{r_f}\left\{\sum_i\left[\Psi_i(q_i(r),\bar{U}_i,D(r))-\bar{R}_A\right]q_i(r)n_i(r)-\bar{R}_A L_T(r)\right\}dr \qquad (8)$$

ここに$\Psi_i(q_i(r),\bar{U}_i,D(r))$は、タイプ$i$世帯が$r$で$q_i(r)$の土地を占用しつつ$\bar{U}_i$なる効用を得る場合の付け値地代で、無差別曲線（(1)式をzについて解いた関数）

$$z=z(q,U) \qquad (1)'$$

を用いて、

$$\Psi_i(q_i(r),\bar{U}_i,D(r))=\frac{\bar{Y}_i-D(r)-z(q_i(r),\bar{U}_i)}{q_i(r)} \qquad (9)$$

で表わされる。

以上を用いて、交通混雑の存在する場合の最適問題$HS_T(\{\bar{U}_i\})$は、効用水準の組$\{\bar{U}_i\}$をパラメータとして次のように定式化される。

$HS_T(\{\bar{U}_i\})$	$\max\limits_{n_i(r),q_i(r),L_T(r),r_f}$ (8)
	s. t. (2)', (3), (5), (6), (7).
ここに$N(r)$は(4)式で定義される。	

$n_i(r)$, $q_i(r)$, $L_T(r)$を制御変数、$N_i(r)$, $D(r)$を状態変数と考えて最大値原理を適用すると、最適条件は次頁の$OC_T(\{\bar{U}_i\})$のようにまとめることができる。ただし、ここでは無差別曲線(1)'と関数$g(x)$の形状に関し、以下の仮定を設けている。

仮定1

$$z_q<0,\quad z_{qq}>0,$$

$$\lim_{q\downarrow q^0} z_q=-\infty \quad \text{for some } q^0\geqq 0,$$

$$\lim_{z\downarrow z^0} z_q=0 \quad \text{for some } z^0\geqq 0,$$

$$z_U>0.$$

仮定2

$$g'(x)>0,\quad g''(x)>0 \quad \text{for } x>0,$$

$$\lim_{x\to 0} g(x)=g_0,\quad \lim_{x\to\infty} g(x)=+\infty.$$

これらの仮定のもとでは、非負制約(6)のうち後2式は必然的に満たされることになる。

条件中の関数$U_i(R(r),Q_i,c(r),D(r))$及び$\Phi_i(q_i(r),\bar{U}_i,Q_i,c(r),D(r))$はそれぞれ以下により定義される。

$$U_i(R(r),Q_i,c(r),D(r))=\max_{z,q}\{u(z,q)\mid z+R(r)q=\bar{Y}_i+Q_i-c(r)-D(r)\}, \qquad (18)$$

$$\Phi_i(q_i(r),\bar{U}_i,Q_i,c(r),D(r))=\Psi_i(q_i(r),\bar{U}_i,D(r))+\frac{Q_i-c(r)}{q_i(r)}. \qquad (19)$$

$R(r)$, Q_i, $c(r)$はそれぞれ最適地代、所得補助金、立地税と解釈されるから、$U_i(R(r),Q_i,c(r),D(r))$は実質所得

$$I_i(r)\equiv \bar{Y}_i+Q_i-c(r)-D(r) \qquad (20)$$

のもとでの間接的効用関数、$\Phi_i(q_i(r),\bar{U}_i,Q_i,c(r),D(r))$は同じく実質付け値地代と解釈される。

この条件から、最適解においては、政府は効用水準の目標値$\{\bar{U}_i\}$を定める以外に、立地税(混雑税)$c(r)$を(16)式に従って徴収し、かつ交通用地量$L_T(r)$を(17)式に従って定めることが必要とされる。3) したがって、この最適問題と、対応する市場問題$AM_T(\{\bar{Q}_i\},\bar{c}(r),\bar{L}_T(r))$（安藤(1982a)参照）との関係から、立地税$\bar{c}(r)$と交通用地量$\bar{L}_T(r)$を(16)、(17)式に従って定めれば、最適解は市場機構を通じて実現可能である。

2) このモデルにおける活動主体は世帯、土地所有者、政府の3者である。いま世帯の効用は$\{\bar{U}_i\}$に固定されているから、政府の収益をゼロとする時、土地所有者の収益が(8)式で表わされるならば、その最大化は社会的厚生の最大化に他ならない。

3) (16)式は、rに新たに立地する世帯が、既存世帯に及ぼす社会的費用の増加に等しい額を立地税として徴収すべきことを指示し、(17)式は交通施設の供給費用が地代のみであるとする時に、交通施設供給の費用と便益が等しくなるように、その供給量を定めるべきことを指示している。

最適条件 $OC_T(\{\bar{U}_i\})$

o) 世帯

$$[\bar{U}_i - U_i(R(r),Q_i,c(r),D(r))]\,n_i(r) = 0 \tag{10}$$

$$\bar{U}_i = \max_{r_c \le r \le r_f} U_i(R(r),Q_i,c(r),D(r)) \tag{11}$$

i) 土地市場

$$R(r) \geqq \max\left\{\max_i \Phi_i(q_i(r),\bar{U}_i,Q_i,c(r),D(r)),\ \bar{R}_A\right\} \tag{12}$$

$$[R(r) - \Phi_i(q_i(r),\bar{U}_i,Q_i,c(r),D(r))]\,n_i(r) = 0 \tag{13}$$

$$\sum_i q_i(r)n_i(r) + L_T(r) \leqq \bar{L}(r) \tag{5}$$

$$(R(r)-\bar{R}_A)\left(\bar{L}(r) - \sum_i q_i(r)n_i(r) - L_T(r)\right) = 0 \tag{14}$$

$$R(r_f) = \bar{R}_A \tag{15}$$

ii) 政府

a) 効用レベル $\{\bar{U}_i\}$ を定める。

b) 立地税 $c(r)$ を以下により定める。

$$c(r) = \int_{r_c}^{r} g'\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)\frac{N(r)}{L_T(r)}\,dr \tag{16}$$

c) 交通用地量 $L_T(r)$ を以下により定める。

$$R(r) = g'\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)^2 \tag{17}$$

iii) 整合条件と定義式

$$N_i(r) = \int_r^{r_f} n_i(r)\,dr, \quad N_i(r_c) = \bar{N}_i \tag{3'}$$

$$n_i(r) \geqq 0 \tag{6'}$$

ならびに (2)、(4)式.

次善条件 $OC_T^c(\{\bar{U}_i\},\bar{c}(r))$

i) 社会的土地市場

$$R_S(r) \geqq \max\left\{\max_i \Phi_{Si}(r,\bar{U}_i,\Lambda_i,\lambda(r),D(r)),\ \bar{R}_A\right\} \tag{28}$$

$$[R_S(r) - \Phi_{Si}(r,\bar{U}_i,\Lambda_i,\lambda(r),D(r))]\,n_i(r) = 0 \tag{29}$$

$$\sum_i q(I_i(r),\bar{U}_i)\,n_i(r) + L_T(r) \leqq \bar{L}(r) \tag{26}$$

$$(R_S(r)-\bar{R}_A)\left(\bar{L}(r) - \sum_i q(I_i(r),\bar{U}_i)\,n_i(r) - L_T(r)\right) = 0 \tag{30}$$

$$R_S(r_f) = \bar{R}_A \tag{31}$$

ii) 政府

a) 効用レベル $\{\bar{U}_i\}$ を定め、所得補助金 $\{Q_i\}$ を以下により定める。

$$\int_{r_c}^{r_f}[R_S(r) - \Phi_{Pi}(r,\cdot)]\frac{\partial q}{\partial I_i}\,n_i(r)\,dr = 0 \tag{32}$$

b) 立地税 $\bar{c}(r)$ ($r \geqq r_c$) を定める。

c) 交通用地量 $L_T(r)$ を以下により定める。

$$R_S(r) = -\nu(r)\,g'\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)\frac{N(r)}{L_T^2(r)} \tag{33}$$

iii) 整合条件と定義式

(3)', (6)', (2), (4) 及び (20)'

ここに、

$$\lambda(r) = -\int_{r_c}^{r} \nu(r)\,g'\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)\frac{1}{L_T(r)}\,dr \tag{34}$$

$$\nu(r) = -N(r) + \int_r^{r_f}\sum_i[R_S(r) - \Phi_{Pi}(r,\cdot)]\frac{\partial q}{\partial I_i}\,n_i(r)\,dr \tag{35}$$

4. 次善問題の分類

しかし現実には、これらの変数の全てを最適に定めることは困難である場合が多い。このように最適条件の一部が成立しないという条件下での、最も効率的な土地利用を考える問題は次善問題として定式化される。$OC_T(\{\bar{U}_i\})$ は $\{\bar{U}_i\}$ 以外に2種類の政策変数 $c(r)$ と $L_T(r)$ を持っているから、次の2つのタイプの次善問題を考えることができる。[4)]

a) 立地税 $\bar{c}(r)$ が最適に定められない。

b) 交通用地量 $\bar{L}_T(r)$ が最適に定められない。

前者は数学的には随伴変数を操作することに相当するのに対し、後者は制御変数に新たな制約

$$L_T(r) = \bar{L}_T(r)$$

が加わることに過ぎない。したがって後者の問題($HS_T^{\bar{L}T}$ と略記する)に対する最適条件 $OC_T^{\bar{L}T}(\{\bar{U}_i\},\bar{L}_T(r))$ は上記の $OC_T(\{\bar{U}_i\})$ と殆んど異ならない。 すなわち、政府に対

4) この他に所得補助金 $\{Q_i\}$ が最適に定められない場合も考えられる。しかし Q_i は本来 $\bar{U}_i$ と $\bar{Y}_i$ の間の誤差調整項という役割りを持つため、$\{\bar{U}_i\}$ と $\{Q_i\}$ の両者を同時に外生的に与えることは意味がなく、$\{U_i\}$ を内生的に求める形での定式化がなされねばならない。双方の定式化は殆んど同等であるので、ここでは $\{\bar{U}_i\}$ が外生である場合についてのみ論じる。

する条件 ii) が、次のように改められるに過ぎない。

a) 効用レベル $\{\overline{U}_i\}$ を定める。

b) 立地税 $C(r)$ を以下により定める。

$$C(r)=\int_{r_c}^{r} g'\left(\frac{N(r)}{\overline{L}_T(r)}\right)\frac{N(r)}{\overline{L}_T(r)}dr \qquad (16)'$$

c) 交通用地量 $\overline{L}_T(r)>0$ $(r\geqq r_c)$ を適当に定める。

したがってこのタイプの次善問題は、最適問題 HS_T と市場問題 AM_T の中間に位置するものと言える。実際、

性質1　i) すべての HS_T 問題に対して、その解と同じ解をもつ $HS_T^{\overline{L}_T}$ 問題が存在し、すべての $HS_T^{\overline{L}_T}$ 問題に対して、その解と同じ解をもつ AM_T 問題が存在する。 ii) AM_T 問題に対して、その解と同じ解をもつ $HS_T^{\overline{L}_T}$ 問題が存在する為には、$\overline{c}(r)$ が定数項を除いて (16)′式を満たすことが必要十分であり、$HS_T^{\overline{L}_T}$ 問題に対して、その解と同じ解をもつ HS_T 問題が存在する為には、$\overline{L}_T(r)$ が (17) 式を満たすことが必要十分である。

例えば既存の都市においては、現存する交通用地量 $\overline{L}_T(r)$ を変更することは極めて困難である。このような場合でも、交通用地を固定した上で、その他の土地利用を可能な限り効率的な方向に誘導することは現実的に望ましい施策と言える。$HS_T^{\overline{L}_T}$ 問題は、こうした場合における次善解が (16)′式を満たすような $c(r)$ の適用によって達成できることを示唆している。

$HS_T^{\overline{L}_T}$ 問題は政策的にこのような含意をもつものではあるが、上に見るようにその解は本質的に最適解と類似のものである為、従来から b) のタイプの次善問題がより多くの関心を集めて来た。そこで次節以下では b) のタイプの次善問題 (HS_T^c と略記する) を定式化し、その解の性質について考察する。

5. 次善問題 HS_T^c

いま立地税 $\overline{c}(r)$ が外生的に与えられるとし、さらに各世帯はこの $\overline{c}(r)$ に基づく実質所得

$$I_i(r)\equiv \overline{Y}_i+Q_i-\overline{c}(r)-D(r) \qquad (20)'$$

のもとで最適に行動するものとする[5)]。

仮定1のもとでは、各財に対する需要関数は $(I_i(r), \overline{U}_i)$ の関数として表わすことができる。

$$\hat{g}_i(r)=g(I_i(r),\overline{U}_i)=\{g\mid -z_g g+z(g,\overline{U}_i)=I_i(r)\}, \quad (21)$$

$$\hat{z}_i(r)=z(I_i(r),\overline{U}_i)=z(g(I_i(r),\overline{U}_i),\overline{U}_i). \qquad (22)$$

これを用いて、世帯の個別的最適化に基づく私的付け値地代は次のように表わされる。

$$\Phi_{p_i}(r,\overline{U}_i,Q_i,\overline{c}(r),D(r)) = \frac{\overline{Y}_i+Q_i-\overline{c}(r)-D(r)-z(I_i(r),\overline{U}_i)}{g(I_i(r),\overline{U}_i)} = -z_g \qquad (23)$$

この付け値地代が、課税後の実質所得に基づくものであるのに対し、目的関数は HS_T 問題の場合と同様に、立地税など所得転移に係わる部分を除去した付け値地代、

$$\Psi_i(g(I_i(r),\overline{U}_i),\overline{U}_i,D(r))=\frac{\overline{Y}_i-D(r)-z(g(I_i(r),\overline{U}_i),\overline{U}_i)}{g(I_i(r),\overline{U}_i)} \qquad (24)$$

に基づく純地代収入、

$$\int_{r_c}^{r_f}\left\{\sum_i\left[\Psi_i(g(I_i(r),\overline{U}_i),\overline{U}_i,D(r))-\overline{R}_A\right]g(I_i(r),\overline{U}_i)n_i(r)-\overline{R}_A L_T(r)\right\}dr \qquad (25)$$

によって与えられる。

さらにここでは、$g_i(r)$ を独立な制御変数として扱っていないので、用地制約(5)と非負制約(6)をそれぞれ以下のように書き改めておく。

$$\sum_i g(I_i(r),\overline{U}_i)n_i(r)+L_T(r)\leqq \overline{L}(r), \qquad (26)$$

$$n_i(r)\geqq 0,\quad L_T(r)\geqq 0. \qquad (27)$$

この時、立地税 $\overline{c}(r)$ が外生的に与えられた場合に対する次善問題 $HS_T^c(\{\overline{U}_i\},\overline{c}(r))$ は次のように定式化される。

$HS_T^c(\{\overline{U}_i\},\overline{c}(r))$
$\max_{n_i(r),L_T(r),Q_i,r_f}$ (25)
s. t. (2)′, (3), (26), (27), (7).
ここに $N(r)$, $I_i(r)$ はそれぞれ (4), (20)′式で定義される。

この問題における制御変数は $n_i(r)$, $L_T(r)$ であり、状態変数は $N_i(r)$, $D(r)$ であるが、ここでは所得補助金 Q_i も r に依らない特殊な制御変数として扱われている。

この問題に対する(次善)最適条件は、前頁の $OC_T^c(\{\overline{U}_i\},\overline{c}(r))$ のようにまとめられる。ここに、

$$\Phi_{s_i}(r,\overline{U}_i,\Lambda_i,\lambda(r),D(r))=\Psi_i(g(I_i(r),\overline{U}_i),\overline{U}_i,D(r))+\frac{\Lambda_i-\lambda(r)}{g(I_i(r),\overline{U}_i)} \qquad (36)$$

である。

---

5) ここに言う最適行動とは、本質的には効用最大化行動を指す。しかし、ここでは効用水準が $\{\overline{U}_i\}$ に固定されている為、土地に対する付け値を最大化するような財の選択を意味する。

式(28),(29)から、世帯による財の選択は私的付け値に基づいてなされるにも拘らず、土地市場は関数$R_S(r)$によってコントロールされていることがわかる。そこで$R_S(r)$を社会的地代と呼ぶことにすると、$\Phi_{Si}(r,\cdot)$は社会的付け値地代と解釈される。さらに$\Phi_{Si}(r,\cdot)$と$\Phi_{Pi}(r,\cdot)$の対応関係から、Λ_iと$\lambda(r)$はそれぞれ潜在的な所得補助金と立地税を意味する。つまり、次善問題においては、実際に世帯から徴収される立地税は外生的に与えられる$\bar{c}(r)$であるが、政府は内部的に次善解を達成する為の潜在的立地税$\lambda(r)$、及びそれに対応する潜在的所得補助金Λ_iを算定し、これに基づいて配分を行なう必要がある。

いま私的地代を

$$R_P(r)=\{\Phi_{Pi}(r,\bar{U}_i,Q_i,\bar{c}(r),D(r))\mid n_i(r)>0\} \tag{37}$$

と定義したとすると、この$R_P(r)$に関して(29)式に相当する条件は定義的に満たされるが、(28)式に相当する条件: $R_P(r)\geq \max\{\max_i \Phi_{Pi}(r,\cdot),\ \bar{R}_A\}$

は一般に満たされない。したがって次善解の達成には政府の主体的介入が不可欠である。具体的には、社会的地代と私的地代の差額, $R_S(r)-R_P(r)$, が政府によって補助されねばならないことがわかる。

(35)式より、$\nu(r)$はrでの通勤費$D(r)$の単位増加に起因する社会的費用の総増加額にマイナスの符号をつけたものであるから、$\lambda(r)$はrに新たに立地する世帯が通勤費の増加を通じて及ぼす社会的費用の増加に等しく定められる。したがって(33)式は、この潜在的立地税と社会的地代$R_S(r)$に関して、交通施設供給の費用と便益が等しくなるようにその供給量を定めるべきことを指示している。この時各rにおける収支は

$$R_S(r)L_T(r)=\lambda(r)N(r)$$

により均衡しているから、都市全体においても

$$\int_{r_c}^{r_f} R_S(r)L_T(r)dr=\int_{r_c}^{r_f}\lambda(r)\sum_i n_i(r)dr \tag{38}$$

により、交通施設供給に関する収支は均衡している。

ところで、土地市場への補助金の総額は

$$\int_{r_c}^{r_f}[R_S(r)-R_P(r)]\sum_i q(I_i(r),\bar{U}_i)n_i(r)dr \tag{39}$$

で表わされるから、政府全体での収益は、

$\pi_G'=$ (立地税収入) − (所得補助金)
− (土地市場への補助金) − (交通用地地代支出)

$$\begin{aligned}&=\int_{r_c}^{r_f}\bar{c}(r)\sum_i n_i(r)dr-\sum_i Q_i\bar{N}_i\\&-\int_{r_c}^{r_f}[R_S(r)-R_P(r)]\sum_i q(I_i(r),\bar{U}_i)n_i(r)dr\\&-\int_{r_c}^{r_f}R_S(r)L_T(r)dr\end{aligned}$$

で与えられる。これを(38)式を用いて整理すると、

$$\pi_G'=-\sum_i\Lambda_i\bar{N}_i$$

となる。以上の計算において、潜在的立地税は土地市場への補助金政策(39)に付随して、実質的には土地所有者によって負担されているが、政府の収益をゼロとする為には、さらに潜在的所得補助金の総額も土地所有者によって負担されねばならない。いま土地所有者が$\sum_i\Lambda_i\bar{N}_i$なる税を政府に支払う時、その収益は

$$\pi=\int_{r_c}^{r_f}(R_S(r)-\bar{R}_A)\left(\sum_i q(I_i(r),\bar{U}_i)n_i(r)+L_T(r)\right)dr-\sum_i\Lambda_i\bar{N}_i \tag{40}$$

で表わされるが、この式の右辺は目的関数(25)に同値であるから、HS_T^C問題はここに述べたような税/補助金政策が実施された場合に土地所有者の収益を最大化しようとするものに他ならない。また この時、

$$\pi_G=\pi_G'+\sum_i\Lambda_i\bar{N}_i=0$$

により、政府の収益はゼロとなる。

次善問題HS_T^Cにおけるマネー・フローをまとめると図-1のようになる。

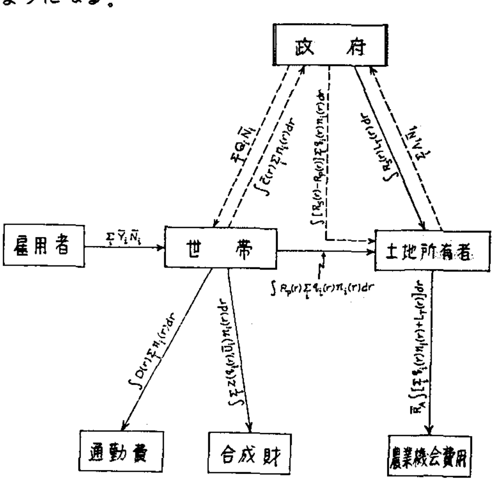

図-1　HS_T^C問題におけるマネー・フロー

6. 次善解の性質

次善解の性質を明らかにする為に以下の仮定を設ける。

仮定3　$z_{qU}<0$

仮定4　$\dot{c}(r)\geq 0$　for $r\geq r_c$.

また簡単のため、世帯タイプは、 与えられた効用水準の低い順に番号付けされているとする。

$$\bar{U}_1 < \bar{U}_2 < \cdots\cdots < \bar{U}_m.$$

まず社会的地代 $R_S(r)$ に関し、次の性質を得る。

性質2　仮定1、2が満たされる時、

i) $R_S(r)$ は r に関して連続であり、$L_T(r) < \bar{L}(r)$ なる区間 $(r<r_f)$ において r の減少関数である。

ii) もしも $\dot{\bar{L}}(r)>0$ であれば、$R_S(r)$ は $L_T(r)=\bar{L}(r)$ なる区間においても r に関し非増加となる。

この性質から、仮定3のもとで次善解は住宅に関し von Thünen 環を形成することがわかる。

性質3　仮定1～3が満たされる時、$r_i \in \{r \mid n_i(r)>0\}$ とおくと、$i<j$ に対して $r_i \le r_j$ である。ここに等号はただ1つの r_i について成り立ち $j=i+1$ である。

また私的地代 $R_P(r)$ に関して次の性質を得る。

性質4　仮定1～4が満たされる時、

i) $R_P(r)$ は $L_T(r)<\bar{L}(r)$ かつ $R_S(r) > \bar{R}_A$ なる区間で定義され区分的に連続である。また連続である区間上において r の減少関数である。

ii) $R_P(r)$ は $R_S(r)$ が $\Phi_{Si}(r,\cdot)$ から $\Phi_{Si+1}(r,\cdot)$ に移る境界点 $r=r_i$ において、$\Phi_{Pi}(r_i,\cdot)=\Phi_{Pi+1}(r_i,\cdot)$ でない限り不連続となる。

一方、(32)式は区間 $[r_{i-1}, r_i]$ に関して成立せねばならないから、

性質5　仮定1～4が満たされる時、各 i に対して $R_S(x_i)=R_P(x_i)$ となるような $x_i \in (r_{i-1}, r_i)$ が少なくとも1つ存在する。

7. 最適解・市場解との関連

次善条件 OC_T^C を最適条件 OC_T と比較すると、第1に前者には世帯に関する条件が含まれていないことに気づく。しかし実際には、条件(10)、(11)は仮定1のもとで条件(12)、(13)、(6)′に従属である為、比較の対象から除外しても差支えない。

$HS_T^{L_T}$ 問題の場合には、性質1に見るように、その解の集合はすべて AM_T 問題の解の集合に含まれていた。しかし HS_T^C 問題では、税や地代がすべて2重構造となっている為、その解のうち AM_T 問題の解として記述できるのは、こうした2重構造が単一の価格システムに帰結できる場合に限られる。したがって、

性質6　i) すべての HS_T 問題に対して、その解と同じ解をもつ HS_T^C 問題が存在する。ii) AM_T 問題に対して、その解と同じ解をもつ HS_T^C 問題が存在する為には、$\bar{c}(r)$ が定数項を除いて(16)′式を満たし、かつ $\bar{L}_T(r)$ が(17)式を満たすことが必要十分である。iii) HS_T^C 問題に対して、その解と同じ解をもつ HS_T 問題及び AM_T 問題が存在する為には、

$$\lambda(r)=\bar{c}(r)-\bar{c}(r_c)=\int_{r_c}^{r} g'\left(\frac{N(r)}{L_T(r)}\right)\frac{N(r)}{L_T(r)}\,dr \qquad (41)$$

が必要十分である。

(41)式は $\bar{c}(r)$ が定数項を除いて最適立地税に等しく定められるべきことを意味するから、この時次善解は最適解に一致する。したがって HS_T^C 問題の解のうち、Paretoの意味で効率的であるものだけが AM_T 問題の解として記述できることになる。この関係を $HS_T^{L_T}$ 問題の解も含めて図示すると図-2のようである。

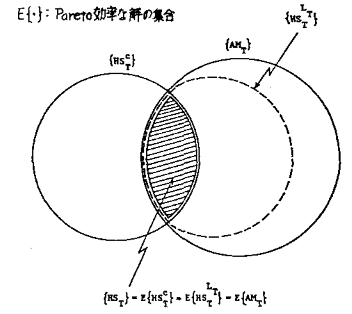

図-2 最適-次善-市場解の関係

本来 HS_T^C 問題は最適立地税の徴収が困難な場合の次善策を求めようとするものであった。にも拘らず、次善解においては、市場の2重構造が維持されねばならず、その為に政府はより高度に市場に介入せねばならないことが明らかになった。もとより本研究での議論は極めて単純なモデルの枠内でのものに過ぎない。しかし交通混雑の存在する場合、どの程度の交通用地を確保すべきか、また その費用は誰が負担すべきか等の基本的問題に対して、一定の示唆を与えうるものであると考える。

＊参考文献＊

安藤 朝夫, 1982a, 住宅都市における交通混雑と土地利用の効率性に関する研究, 土木学会第37回年次学術講演会概要集.

安藤 朝夫, 1982b, 住宅立地の静学分析: NUEモデルへの統一的アプローチ, 日本地域学会 第19回 国内大会 発表レジュメ (mimeo.).

Kanemoto, Y., 1976, Optimum, market and second-best land use patterns in a von Thünen city with congestion, RSUE, vol. 6.

Kanemoto, Y., 1977, Cost-benefit analysis and the second-best land use for transportation, JUE, vol. 4.

Mills, E.S. and D.M. de Ferranti, 1971, Market choices and optimum city size, AER, Papers and Proc., vol. 61.

Mirrlees, J.A., 1972, The optimum Town, *Swed. Jour. of Econ.*, vol. 74.