

都市近郊地域の土地利用モデル

A LAND USE MODEL FOR SUBURBAN AREA

中村 英夫*・林 良 嗣**・宮本 和明***

By Hideo NAKAMURA, Yoshitsugu HAYASHI and Kazuaki MIYAMOTO

1. 序 論

交通施設等の地域基盤投資は、地域に対して自然環境や土地資産価値の変化、交通の誘発といったさまざまな社会経済的影響を及ぼすが、これらの諸影響の多くは土地利用を介して顕在化する。それゆえ、投資効果の事前評価において、地域内の土地利用変化を予測することは不可欠の過程である。

土地利用に関する研究は、従来より地理学、経済学、工学にわたる各分野で発展してきた。すなわち、図一に示すごとく、チューネンの土地生産性に基づいた農業地代論¹⁾と、ウェーバーによる工業立地を中心とする立地選好理論²⁾が、住宅をはじめとする都市的土地利用の立地理論へと発展し³⁾、一方では、数理的、計量的手法を用いて実地的な土地利用モデルが開発されてきた⁴⁾。土地利用変化を予測するモデルは、1964年のローリーモデル⁵⁾以後数多く提案されてきている⁶⁾。しかし、それらの多くは交通条件以外の土地資質が比較的均質な地域を想定しているため、わが国のように多様な土地資質の差異によって土地利用状況が変化する地域に対しては、そのまま適用することは不可能である。また、これらのモデルの多くは、大都市地域内の土地利用の分布を見出すためのものであるが、先に述べた地域基盤投資の影響を評価するためには、さらに細かいレベルでの土地利用分布を表現できるモデルが必要となる。

そこで、本研究では、多様な土地資質の差異とわが国における土地利用決定の最も重要な要

* 正会員 工博 東京大学教授
工学部土木工学科

** 正会員 工博 東京大学講師
工学部土木工学科

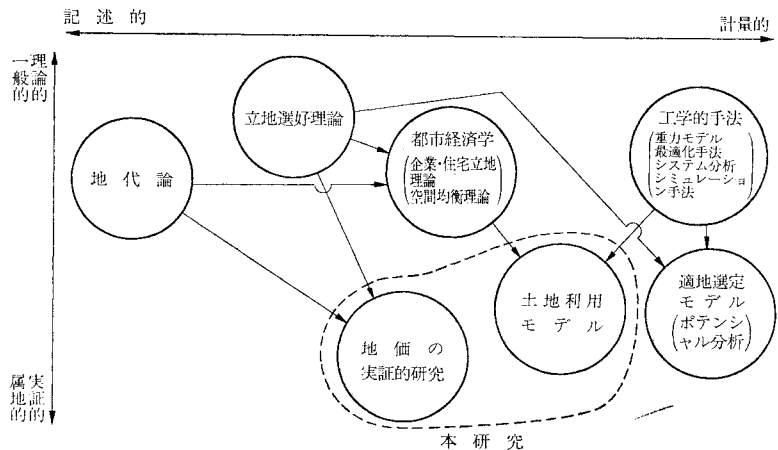
*** 正会員 工修 東京大学助手
工学部土木工学科

因の一つである地価を明示的に組み込み、土地利用間の競合関係を表現できる土地利用変化予測モデルを提案している。この考え方を要約すれば以下ようになる。

立地者の行動は、従来の立地論の研究においても示されるごとく、立地者が土地に期待する効用とその土地に支払うべき地代あるいは地価との関係によって規定されると考えられる。本モデルでは、立地者のその土地に対する期待効用と、立地に際して支払うべきその土地の地価との差を立地余剰と定義する。この指標によって同一立地者による場所の選好と、同一の場所における複数の立地者の競合関係を統一的に表現し、土地利用変化過程のモデル化を図る。

これらの立地余剰を現実に計測するために、まず、地価を土地の交通条件、自然条件、その他地域基盤の整備水準といった土地資質の状態から計量する地価式を作成する。さらに、地価がその地区における平均的な属性を有する立地者の期待効用に等しいという前提に立ち、地価式に基づいて期待効用を求める。

全体の土地利用変化予測モデルでは、地域の土地利用を計画立地型、競合立地型、付随立地型に分け、その中で地域の土地利用変化の中心となる競合立地型土地利用の立地決定に対して以上の考え方を適用し、それを中心



図一 土地利用研究の系譜と位置関係

として全体の土地利用構成状態の変化を求める。

このモデルを過去における現実の土地利用変化に対して適用した結果、比較的良好な精度で再現し得ることが示されたのでここに報告する。

2. 地価の分析とそのモデル化

(1) 地価分析の目的と方法

一般に土地利用の変化が地代と密接な関係にあることは地代論の教えるところである。すなわち、個々の土地の地代というものは、チューネン¹⁾、ウィクスティード²⁾、ヴィクセル³⁾らの古典的地代論が示すごとく、土地が有する諸特性、すなわち土地資質がその土地の利用者にもたらす利用価値によって規定される。しかし、地代そのものを計測することは困難であって、われわれが指標として用いることができるのはむしろ地代が資本還元された地価である。そこで、地価と立地者の期待効用との関係によって土地利用の変化を見出すために、まず地価がいかなる土地資質によって影響されて形成されているのかを分析する。

地価の実証的な計量分析は、従来より米国⁴⁾およびわ

が国⁵⁾で行われたものがあるが、これらの多くは主として就業中心地との位置関係あるいは駅や高速道路との距離という交通利便性に着目して住宅地地価を分析したものである。しかし、わが国大都市地域における地価は、もっと局地的な土地資質の差異にも左右されている。また、地価はその土地の土地利用形態によっても異なる。これは土地利用形態によって、その効用を規定する要因が異なるためである。したがって、複雑な土地利用分布やその変化を説明するためには、上述のごとく複雑な地価の形成要因を土地利用形態別に分析することが必要である。

ここでは、首都圏内の国土庁の地価公示標準地点（土地利用形態別）をサンプル地点とし、昭和50年における地価公示価格とその地点における土地資質の状態^{注1)}との関係を分析する。これら土地資質の中には質的な要因が含まれており、また、地価との関係が線形でない土地資質もあるため、ここでは数量化理論第I類を用いる。この分析は、戸建低密住宅地、戸建高密住宅地、地区中心商業地、工業地^{注2)}という土地利用形態別に行われている。以下では、そのうち戸建低密住宅地および地区中心商業地を例としてその内容を説明する。

表一 戸建低密住宅地 地価式

(R=0.812)

要因	指 標	カテゴリー番号	カテゴリー内容	サンプル数	カテゴリースコア	偏 差	レンジ	偏相関係数
通勤条件	①各就業ゾーンまでの鉄道所要時間の平均	1	0~40分	60	91 296 円/m ²		27 126	0.637
		2	40~48	45	85 405			
		3	48~57	117	76 892			
		4	57~65	87	76 799			
		5	65~	109	64 169			
地利の便交通性	②最寄駅までの距離	1	0~500m	51	0		18 188	0.367
		2	500~1 000	118	- 5 535			
		3	1 000~2 000	156	- 9 054			
		4	2 000~3 500	68	-12 189			
		5	3 500~	25	-18 188			
自然環境	③地形区分	1	台地・丘陵	293	0		2 431	0.105
		2	沖積低地	125	-2 431			
地整備水準	④都市ガス・下水道の有無	1	両方あり	46	0		12 711	0.435
		2	片方あり	159	- 1 581			
		3	なし	213	-12 711			
地区景観の度	⑤土地区画整理の有無	1	あり	174	0		5 093	0.224
		2	なし	244	-5 093			
地区景観の度	⑥田市街比率*** (昭和35年)	1	75~100%	53	0		5 555	0.185
		2	25~75%	128	- 1 612			
		3	0~25%	237	- 5 555			

*) t^w : 当該地点から就業ゾーン w (一都三県を 26 就業ゾーンに分割) までの鉄道所要時間

A^w : 当該地点に居住する全通勤者に対する就業ゾーン w への通勤者の比率

***) 参考文献 11) に基づく。

注 1) 資質によっては地点データの得られないものがあり、その場合には、その地点を含む標準3次メッシュ(約 1 km²)内の平均値をデータとして用いる。

2) 工業地については地価公示標準地点の数が少ないので、首都圏内の内陸工業団地において調査した用地購入価格を公示地価に換算したものを用いる。なお、土地利用形態については、3.(1)を参照されたい。

(2) 戸建低密住宅地地価式の例

住宅地地価の形成要因、換言すれば住宅立地要因は、都市経済学における住宅立地理論³⁾、不動産鑑定理論¹¹⁾および従来の地価の実証的研究^{9),10)}の成果より以下のようにまとめられる。

- i) 通勤条件
- ii) 地区の交通利便性
- iii) 自然環境
- iv) 地区の整備水準
- v) 地区の成熟度

これらの各要因に対して適当な指標を考え、数量化理論第I類を用いて分析を試みた結果、表-1を得た。これをみると、従来の理論、および実証的研究が示すように、「通勤条件（就業地との位置関係）(指標①)」が最も重要な要因であり、「最寄駅までの距離（指標②）」とともに交通条件が住宅地地価を大きく左右していることがわかる。同時に、「供給処理施設整備水準（指標④）」や

「土地区画整理水準（指標⑤）」も住宅地地価を規定する重要な要因であることがわかる。

一方、「地形（指標③）」はあまり大きな説明力をもたないが、これは住宅地地価を左右する高台や低湿地という区分が、局地的な微地形に依存するものであって、1km²程度の平均的な地形では表現しきれないことを示すものである。

さらに、交通条件を除けば、地区の地価を形成する支配的な要因は、いわゆる鉄道沿線の雰囲気であるかのごとくいわれているが、この雰囲気なるものは上述のいくつかの要因、すなわち地区の成熟度、地区の整備水準、自然条件によって表現されていると考えられる。

なお、重相関係数は0.812、また、説明要因間の相関係数は、最も高いもので0.3程度である。

(3) 地区中心商業地^{注3)}地価式の例

商業地地価の形成要因、すなわち商業立地要因は、次の3つにまとめられる^{11),13),14)}。

表-2 商業地地価式

(R=0.702)

要因	指標	カテゴリー番号	カテゴリー内容	サンプル数	カテゴリー・スコア	偏	差	レンジ	偏相関係数
商圏内購買力	① 道路利用 $\sum P_j/d_{ij}^{**}$	1	25万人/km 以上	42	355 983 ¹¹⁾ /m ²		/	P ¹⁾ /m ² 123 463	0.261
		2	〃 以下	91	232 520				
	② 鉄道利用 $\sum P_j/t_{ij}^{**}$	1	3万人/分 以上	19	101 650		/	101 650	0.223
		2	〃 以下	16	82 589				
		3	0人/分	98	0				
	③ 通勤者購買ポテンシャル $\sum E_j/t_{ij}^{***}$	1	1.8万人/分 以上	16	27 480		/	27 480	0.039
2		0.35~1.8万人/分	84	5 430					
3		0.35万人/分 以下	33	0					
商業集積度	④ 商業地比率	1	10%以上	32	201 203		/	201 203	0.297
		2	4~10%	51	78 922				
		3	1~4%	29	52 269				
		4	0~1%	21	0				
⑤ デパート・大型スーパーの軒数	1	3軒以上	21	168 475		/	168 475	0.268	
	2	1, 2軒	30	35 800					
	3	0軒	82	0					
⑥ 田舎街地比率(昭和35年)	1	50~100%	83	0		/	41 437	0.092	
	2	0~50	50	- 41 437					
地区の交通利便性	⑦ 最寄駅までの距離	1	0~100m	25	0		/	238 831	0.474
		2	100~200	27	- 15 690				
		3	200~500	41	-139 149				
		4	500~750	22	-225 215				
		5	750~	18	-238 831				
⑧ 最寄駅の列車運行間隔	1	0~3分	13	0		/	49 455	0.064	
	2	3~20	77	- 41 232					
	3	20~	43	- 49 455					

100 000円 0 100 000円

* d_{ij} : 当該地点 i から周辺メッシュ j の中心までの直線距離 (km), P_j : メッシュ j の人口, ただし $d_{ij} \leq 10$ km

** t_{ij} : 当該地点 i から鉄道でアクセス可能なメッシュ j までの鉄道利用所要時間 (分), P_j : メッシュ j の人口
 ① i 地点の最寄駅が鉄道結節点の場合, 次の結節点の手前の駅の駅勢圏内のメッシュ j まで考慮
 ② i 地点の最寄駅が急行停車駅の場合, 次の急行停車駅の手前の駅の駅勢圏内のメッシュ j まで考慮
 ③ i 地点の最寄駅がその他の駅の場合, $\sum P_j/t_{ij} = 0$

*** E_j : 就業ゾーン j の就業者数, t_{ij} : 当該地点 i から就業ゾーン j の中心地までの鉄道所要時間 (分)

注 3) 商業地は大別して, ① 都市圏の中心部に立地し, 都市圏全域を商圏とする地域中心商業地 (たとえば, 銀座, 新宿等), ② 都市圏周辺地区の中心地に立地し, おおのこの地区を商圏とする地区中心商業地 (たとえば, 吉祥寺, 柏等), そして以上が買回り品を販売するのに対して, ③ 各住宅地に付随して立地し, 日常品を販売する近隣商業に分けられる^{13),14)}. 本土地利用モデルは, 主として都市の郊外部を対象とするため, ここでは, 地域中心商業地は扱わない。

- i) 地区の商業集積度
- ii) 商圏内購買力
- iii) 地区の交通利便性

これらの要因に対して適当な指標を考え、数量化理論第Ⅰ類を用いた分析を試みた結果、表—2を得た。

商業集積度は、現在の「商業地比率(指標④)」によってかなりの部分が説明されるが、「大規模店舗数(指標⑤)」や「古い商業地であるか否か(指標⑥)」によっても、形成される地価は異なることを示している。次に、商圏内居住者の購買力については、道路交通を利用する買物の商圏がほぼ円形に広がるのに対し、鉄道を利用する買物の商圏が線路に沿って伸びることを考慮して2つの指標(指標①, ②)を考えているが、これらはほぼ同等の説明力を有している。また、「通勤者による購買力(指標③)」はあまり大きいとはいえない。これは、地域中心商業地の場合に大きな要因となるものであろう。さらに、地区の交通利便性については、商業地からその「最寄駅までの距離(指標⑦)」が大きな説明力を示している。すなわち、現在の地区中心商業地における地価が鉄道駅を中心として高い値を示し、500m程度以上離れると急激に低下することを示している。それは、収益性からみて、この程度の距離以上離れると商業が成立しにくいことを物語っている。このことから考えると「商業地比率(指標④)」は、ここで採用した標準3次メッシュ単位(約1km²)では不十分であって、商業地内の集積の局地性を表現するには限界があり、改良の余地があるともいえる。

なお、重相関係数は0.702、また、要因間の相関は最も高いもので0.3程度である。

3. 土地利用変化予測モデル

(1) 土地利用形態の分類

土地利用を、その変化過程に基づいて分類すると、広大な面積を有し計画的に立地が決定される計画立地型、市街地およびその周辺地域における住宅、商業の立地に代表される競合立地型、それらの土地利用に付随して必然的に立地すると考えられる小中学校、近隣公園に代表される付随立地型、以上の都市的土地利用に比して著しく地代負担力が低く、新規用地供給地としての役割を果たすと考えてよい農業的土地利用地、および急峻地、水面などの利用不可能地の5つに分けることができる。

ここでは、以上の考え方に基づいて現実の22個の土地利用形態を5分類する。

- i) 計画立地……基幹工業地、専門教育および文化施設用地、大規模公園緑地、基幹交通運輸用地、公

営住宅地、公共業務地、供給処理施設用地、防衛施設用地

- ii) 競合立地……戸建低密住宅地、戸建高密住宅地、中高層住宅地、地区中心商業地、工業地
- iii) 付随立地……近隣商業地、公共用地、交通運輸用地、住区基幹公園用地
- iv) 新規用地供給地……農地、林地、空地、荒地(急峻地を除く)
- v) 利用不可能地……水地、iv)のうち急峻地

(2) 土地利用の変化過程のとらえ方

上記の競合立地型土地利用形態について、以下で用いる立地主体という用語を定義する。すなわち、立地主体とは、土地利用形態(k)とその立地を特徴づける属性(w)を組み合わせたもの(kw)である。ここで、土地利用形態とは、(1)で定義した競合立地型土地利用であり、また属性とは、住宅については就業先であり、工業については素材型、中間加工型、最終加工型工業という業種区分である。また、地区中心商業に関しては、属性は1つとして扱う。

立地主体の行動は、従来の研究においても示されるごとく、立地主体がその土地から得られると期待する効用とその土地を利用するに際して支払うべき地代との関係によって規定されると考えられる。ところが、従来のチューネン以来の空間均衡理論^{1),3)}では、ある土地にはその土地から得る期待利潤の最も大きい立地主体が立地するという仮説が受け継がれ、それが住宅立地の場合にも援用されて期待効用の最大のものが立地するという仮説が採用されてきた。

しかし、現実に出現する土地利用は、その土地に対する期待効用によってのみ決まるものではなく、地価によっても制約を受けるものである。これに対してアロンゾ¹⁵⁾は、一立地主体の立地選好においては地価が所得によって規定される予算制約以下であるという条件下で、効用最大化原理が成立すると考えている。

一方、ある土地にどのような土地利用が立地するかが決定される場合には、それぞれの立地希望者の量、すなわち需要の大きさも影響すると考えられるが、以上のいずれもこのことを考慮していない。

このように見てくると、立地モデルにおいては、その土地に対する期待効用と地価の相互関係を考慮することが必要であることがわかる。そこで、本モデルでは、以下に定義するような立地主体の期待効用とその土地の地価との差を示す指標を考えて、それぞれの立地主体の立地選好を表現すると同時に、この指標に加えてさらに各立地主体の需要の大きさを考慮して複数の立地主体の競合下における立地過程を再現することを試みる。

いま、競合立地型土地利用形態の立地主体がある土地に立地するとき、そこから得られると期待される効用とその土地の地価との差を、その立地主体の立地余剰と名づける。このとき、各立地主体はほかとの競合がなければ立地余剰が最も大きな場所に立地しやすく、同じ場所で複数の立地主体が競合する場合には、立地余剰の大きい立地主体の方が立地しやすくと考えられる。

以上で述べた立地余剰の考え方を中心として、土地利用変化過程を要約して図示すると、図-2 となる。すなわち、ある時点における土地利用パターン^{注4)} (図中①または⑮) は、その土地の土地資質 (図中②または⑯) と密接な関係を持ち、土地資質の状態に対応して出現しているものである。ところが、その土地を含む地域において、基幹工業等の計画立地型土地利用形態の立地 (図中③)、交通施設建設等の地域基盤投資 (図中④)、あるいは用途地域規制等の土地利用の立地に関する法規

制 (図中⑤) が行われると土地資質は大きく変化する (図中⑦)。そして、これがその土地の地価 (図中⑧)、あるいは各立地主体のその土地に対する評価 (期待効用 (図中⑨)) の変化をもたらす。これは、その土地に対する各立地主体の立地余剰が変化し (図中⑩)、その立地余剰の値と立地需要 (図中⑥) の大きさによって、土地利用として顕在化する立地主体が決定されることを意味する。こうして、それぞれの競合立地型土地利用の面積が変化し (図中⑫)、それに伴って付随立地型土地利用の面積が変化する (図中⑬)。その結果、ある時点の土地利用パターン (図中①) は、次の時点では別の土地利用パターン (図中⑮) へと変化していくのである。

以上が、本研究における土地利用の変化過程の基本的なとらえ方であり、これに沿ってモデル化を試みるものである。

(3) 競合立地決定の方法

競合立地型土地利用形態の立地は、都市地域における土地利用の変化過程において中心的役割を演ずるものであり、その立地決定は本モデルの中心を占めるものである。

ここでは、はじめにモデルにおいて用いられる用語を定義しつつ競合立地配分の方法について述べる。

a) 区画

分析の最小単位として、国土庁標準3次メッシュ (約1km²) をさらに以下に示す8個の用途地域、市街化調整区域、都市計画区域外の合計10区分したものを採用し、これを区画とよぶ。なお、区画はメッシュ*i*と用途地域*l*との組によって (*i, l*) と表現する。

- i) 第一種住居専用地域
- ii) 第二種住居専用地域
- iii) 住居地域
- iv) 近隣商業地域
- v) 商業地域
- vi) 準工業地域
- vii) 工業地域
- viii) 工業専用地域
- ix) 市街化調整区域
- x) 都市計画区域外

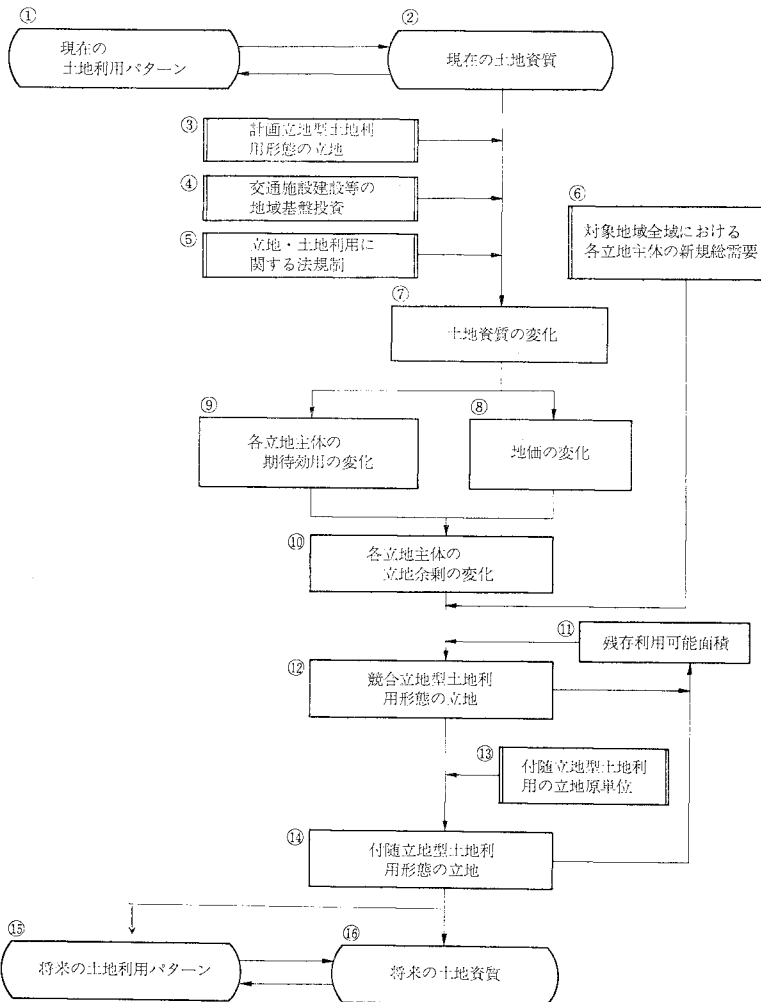


図-2 土地利用パターン変化過程のモデル化概念図

注 4) 土地利用形態の構成比率

b) 土地利用形態別メッシュ内平均地価 (P_i^k 注5)

いま、メッシュ i 内の標準地点 (地価公示地点) におけるある年の公示価格は、その年内におけるメッシュ i 内の平均的な取引事例に基づいて定められた値である¹⁰⁾ ので、土地利用形態別メッシュ内平均地価 (P_i^k) と見なし得る。それゆえ、土地利用形態 k のメッシュ内平均地価注6) (P_i^k) は、2. の数量化理論第I類を用いた推定結果より、土地資質の状態 (${}_mZ_i^k$) によって次式のように表わされる。

$$P_i^k = \sum_m \sum_n m_n \alpha^k \cdot m_n \delta({}_mZ_i^k) \dots\dots\dots(1)$$

ここに、

$m_n \alpha^k$: 土地利用形態 k におけるメッシュ内平均地価に対する土地資質 m のカテゴリ n の重み (カテゴリースコア)

$m_n \delta({}_mZ_i^k)$: 土地資質の状態 ${}_mZ_i^k$ が、カテゴリ n に属するとき 1、それ以外のとき 0 の値をとる変数

以上の定義から、地価はメッシュ内では単一の値をとる。

c) 立地主体別メッシュ内平均期待効用 (u_i^{kw})

各立地主体がそれぞれの土地 (ここでは、メッシュ) に立地するときの期待効用は現実的には計測不可能であるが、これを以下のように考えて先に求めた地価式より計算する。

b) で述べた公示価格の定義より、式(1)の地価 (P_i^k) は、平均的な属性を有する立地主体のメッシュ i 内の土地に対する期待効用を表わしていると考えられる。ここでは、平均的な属性を有する立地主体を想定する代わりに、式 (1) において、 ${}_mZ_i^k$ が各立地主体に対する土地

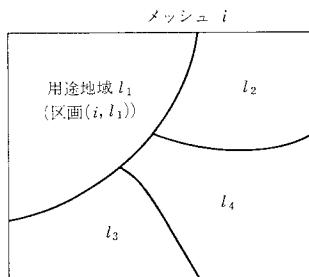


図-3 メッシュ (i), 区画 (l) の関係

注 5) 定数の添字は、以下のように用いる (図-3 参照)。

$$m_n V_{ii}^{kw}$$

V : 変数

右上 : 土地利用形態 k における属性 w (通勤先, 業種等) なる立地主体

右下 : メッシュ i 内の用途地域 l

左下 : 土地資質 m のカテゴリ n

注 6) 本論文における地価に関する指標は、その地理的格差を表わすためのものであるのですべて昭和 50 年価格に換算した値を用いる。

資質の状態の面積平均であると考え、すなわち、

$${}_mZ_i^k = \frac{\sum_w m_n Z_i^{kw} \cdot A_i^{kw}}{\sum_w A_i^{kw}} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、

${}_mZ_i^{kw}$: 立地主体 (k, w) のメッシュ i における土地資質 m の状態

A_i^{kw} : メッシュ i 内に立地している立地主体 (k, w) の立地面積

たとえば、土地利用形態 k が戸建低密住宅地で、土地資質 m が通勤条件の場合を考えると、 ${}_mZ_i^{kw}$ は、メッシュ i に居住する就業地 w への通勤者の通勤時間、 ${}_mZ_i^k$ は、メッシュ i の居住者全員の平均的な通勤時間を意味する。

また、先の考えから立地主体別メッシュ内平均期待効用 (U_i^{kw}) は、次式のように表わされる。

$$U_i^{kw} = \sum_m \sum_n m_n \alpha^k \cdot m_n \delta({}_mZ_i^{kw}) \dots\dots\dots(3)$$

したがって、期待効用は、同一のメッシュに対しても、立地主体の属性によって異なる。ただし、 $m_n \alpha^k$ の値は土地利用形態が同じならば、立地主体の属性 w によらず同一値をとる (たとえば、戸建低密住宅地に居住する者は、通勤先が異なっても通勤時間に対する選好は同一である) のと見なし得るため、式 (1), (3) の $m_n \alpha^k$ の値は共通であるとする。

ところで、地価の推定に用いた変数は、地価と同時にのものである。したがって、将来土地資質に大きな変化があるような地区の期待効用を求めるためには、その説明変数の値としては将来の土地資質の状態を用いる。

d) 立地余剰

立地余剰は、次のように区画別に定義される。

$$X_{ii}^{kw} = U_i^{kw} - P_{ii} \dots\dots\dots(4)$$

ここに、

X_{ii}^{kw} : 立地主体 (k, w) の区画 (i, l) における立地余剰

U_i^{kw} : 立地主体 (k, w) のメッシュ i における平均期待効用

P_{ii} : 区画 (i, l) における全土地利用形態平均地価、すなわち、 $P_{ii} = \sum_k P_i^k \cdot A_{ii}^k / \sum_k A_{ii}^k$ 。ただし、 P_i^k は式 (1) で得られる値、 A_{ii}^k は区画 (i, l) 内の土地利用形態 k の面積

また、立地主体 (k, w) が立地できない用途地域 l においては、 X_{ii}^{kw} の値は存在しない。

以上で定義した立地余剰の概念は、次のように説明される。いま、区画 (i, l) における平均的な属性を有する立地主体 (k_0, w_0) の立地余剰について考えてみる。地価が P_{ii}' であった区画 (i, l) において、鉄道新線開通というような地域基盤整備等によって、土地資質が改善

され、そのために立地主体 (k_0, w_0) の期待効用値 $U_i^{k_0 w_0}$ が上昇する場合を想定する。このとき、立地しようとする立地主体 (k_0, w_0) は、期待効用値 $U_i^{k_0 w_0}$ 以内の「つけ値」をつけ、これに対応した価格 P_{ii} で取引が行われると考えられる。このような取引、立地が進行すると、区画 (i, l) における取引価格（地価）は $U_i^{k_0 w_0}$ に近づいて遂には等しくなり、均衡状態に達する。したがって、土地資質の改変時点から均衡状態に達するまでの間に式 (4) で定義される立地余剰が存在していることになる。

また、以上のように定義した立地余剰は、同一立地主体 (k, w) の区画間の立地選好を表現する指標であると同時に、この指標によって同一区画における異なる立地主体の競合関係も表わされる。ある区画における地価は立地主体によらず単一の値であるため、この競合関係の説明は、従来の「つけ値」に基づいたチューネン流の空間均衡理論と矛盾するものではない。

e) 立地余剰の分布

立地余剰 (X_{ii}^{kw}) の定義式 (式 (4)) の右辺の期待効用 (U_i^{kw}) と地価 (P_{ii}) は、2. で推定した地価式より得られる値である (式 (1), (3))。この地価式は、数量化理論第 I 類を用いて土地利用形態別に十分大きなサンプル数に基づいて推定されたものであるため、期待効用および地価の真の値は推定された地価式より得られる値を平均値としてそのまわりに正規分布していると見なすことができる。なお、この誤差の中には、土地資質のメッシュ内の不均一性、説明要因の不十分性、同一立地主体に統合された個々の立地主体間の立地選好の差による誤差

が含まれているものと考えられる。このことから、不確定性を考慮すれば、立地余剰 x_{ii}^{kw} は正規分布 $N(\bar{x}_{ii}^{kw}, (\sigma_k)^2)$ をなすものと考えられる。ここに、

$$X_{ii}^{kw} = \bar{U}_i^{kw} - \bar{P}_{ii} \dots\dots\dots (5)$$

$\bar{U}_i^{kw}, \bar{P}_{ii}$: それぞれ式 (3), (1) より得られる値

一方、 $(\sigma_k)^2$ は土地利用形態 k に属する立地主体の有する立地余剰 (式 (4)) の分散であり、立地主体の期待効用 (式 (3)) の分散、地価 (式 (1)) の分散および地価と期待効用の共分散より決まる値であるが、現実これらをすべて推定するのは困難であるため地価式の誤差分散で代用する。

このとき、立地余剰 x_{ii}^{kw} の密度関数は次式で示される。

$$f(x_{ii}^{kw}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_k} \exp\left[-\frac{(X_{ii}^{kw} - \bar{X}_{ii}^{kw})^2}{2\sigma_k^2}\right] \dots (6)$$

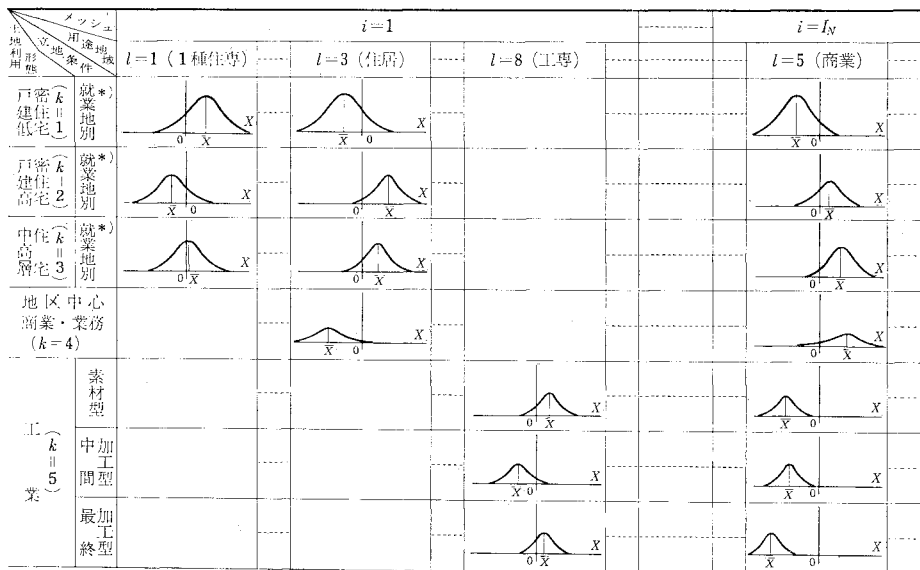
いま、立地配分の対象となる地域全域における立地主体 (k, w) の新規総需要量 (面積単位) を D^{kw} とし、対象地域内のどの区画も、すべての立地主体の立地対象になり得ると仮定すれば、どの区画に対しても域内新規総需要の圧力が加わっているものと考えられ、区画 (i, l) に対する立地主体 (k, w) の需要の分布は、

$$f_D(X_{ii}^{kw}) = D^{kw} \cdot f(X_{ii}^{kw}) \dots\dots\dots (7)$$

で表わされる。図-4 は、この分布を表わしたものである。

f) 計算アルゴリズム

このモデルは、対象地域に対する各立地主体の新規立地需要量を各区画に配分するモデルであるが、立地主体 (k, w) の区画 (i, l) における新規立地量 Y_{ii}^{kw} は、以



* 立地余剰分布は、就業地別の立地主体ごとに考えるが、ここでは略記する。

図-4 立地余剰の分布

下に示す計算アルゴリズムに従って求められる。

まず、区画 (i, l) における面積制約として、立地量は残存利用可能面積以下であるという条件と、対象地域全域の新規総立地量は新規総需要に等しいという条件を設定する。すなわち、

$$\sum_k \sum_w Y_{il}^{kw} \leq *A_{il} \dots\dots\dots(8)$$

$$\sum_i \sum_l \sum_k \sum_w Y_{il}^{kw} = D^{kw} \dots\dots\dots(9)$$

ここに、

Y_{il}^{kw} : 区画 (i, l) における立地主体 (k, w) の立地量

$*A_{il}$: 区画 (i, l) 内の残存利用可能面積 (=新規用地供給地の面積)

このような条件下において、「各立地主体はほかとの競合がなければ立地余剰が最大の場所から立地し、同一区画で複数の立地主体が競合する場合には立地余剰が大きい立地主体から立地する」という仮説に基づいて各立地主体の立地量 Y_{il}^{kw} を求めればよい。

ここでは、これを図-4 に基づいて数値計算によって求める。そのために、図-5 のような立地余剰水準 s_1, \dots, s_n ($s_1 > \dots > s_n$) を設定し、この立地余剰水準ごとに s_1, \dots, s_n の順に配分する。ここで記述の簡単のために、次のような関数を定義する。

$$F_D(X_{il}^{kw}) = \int_{-\infty}^{X_{il}^{kw}} f_D(X) dX \dots\dots\dots(10)$$

いま、対象地域全体において、 $X^{kw} = *X^{kw}$ となったときに新規総需要が立地し終えるものとすれば、そのときの区画 (i, l) における立地量 Y_{il}^{kw} は、図-5 より、

$$Y_{il}^{kw} = D^{kw} - F_D(*X^{kw}) \dots\dots\dots(11)$$

このとき立地余剰水準が s_n であったとすれば、 $s \geq s_n$ の需要 ${}^n S_{il}^{kw}$ は、同様にして、

$${}^n S_{il}^{kw} = D^{kw} - F_D(s_n) \dots\dots\dots(12)$$

である。そこで、立地余剰水準ごとに配分する場合に、次式を立地量とする。

$$Y_{il}^{kw} = {}^{n-1} S_{il}^{kw} + (D^{kw} - \sum_{i'} \sum_{l'} {}^{n-1} S_{i'l'}^{kw}) \times \frac{{}^n S_{il}^{kw} - {}^{n-1} S_{il}^{kw}}{\sum_{i'} \sum_{l'} ({}^n S_{i'l'}^{kw} - {}^{n-1} S_{i'l'}^{kw})} \dots\dots\dots(13)$$

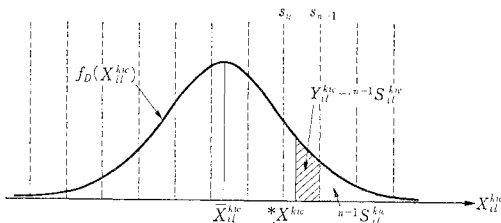


図-5 立地余剰水準と立地量の関係

g) 土地資質の時間的変化に伴う立地量変化のとりえ方

以上の方法に従えば、土地資質の変化が各立地主体の

立地の難易に及ぼす影響は、期待効用、地価、立地余剰の変化によって説明することができる。ここでは、土地資質に大きな変化を及ぼす交通施設が建設される場合を例として述べる。

いま、ある区画 (i, l) における戸建低密住宅地に、その区画から鉄道の便の比較的良好な就業地 w_1 への通勤者と、便の悪い就業地 w_2 への通勤者とがそれぞれ敷地面積 A^{w_1} , A^{w_2} だけ立地しているところに、区画 (i, l) と就業地 w_2 とを結ぶ鉄道が開通する場合を考える。通勤者 w_2 の区画 (i, l) から得る効用は実質的には、鉄道の供用が開始される時点において飛躍的に上昇するが、その将来にわたる期待効用 (将来にわたる効用の積分値) は、図-6 (a) に示すごとく計画発表時点から供用開始時点まで上昇し続ける。これに影響されて、地価も同期間に上昇し続ける。したがって、通勤者 w_2 の立地余剰は w_1 のそれに対して計画発表前よりも相対的に大きくなり、 w_2 の立地は w_1 よりも進行する (図-6 (b))。

ある時点における立地量に影響を及ぼしている立地余剰は、ある時点における立地主体の将来にわたる期待効用とその時点の地価との差に対応すると考えられる。

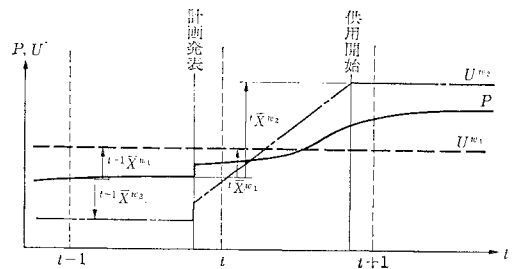


図-6(a) 期待効用 (U), 地価 (P), 立地余剰 (X) の変化

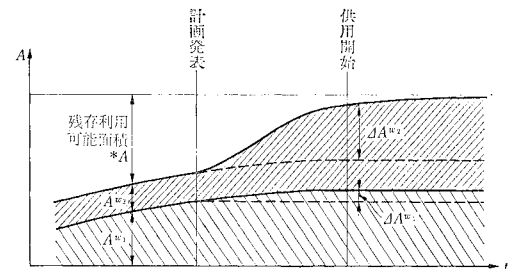


図-6(b) 立地主体 w_1 および w_2 の立地量の変化

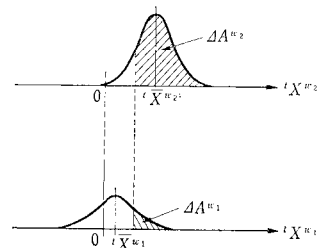


図-6(c) 立地主体 w_1 および w_2 の立地余剰の分布

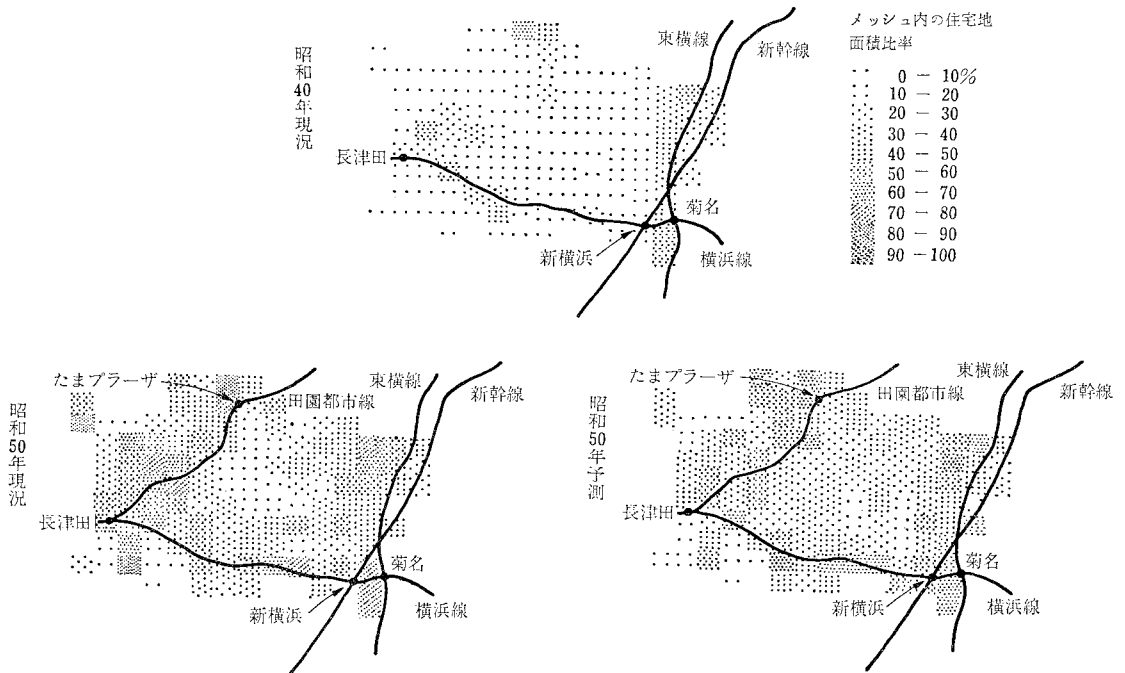


図-7 住宅地分布

したがって、3.(3) e) で述べたように、この場合、期待効用の説明要因の値としては将来の土地資質の状態を用いて立地余剰を求め、これに基づいて立地量を推定する。

以上の説明は、便宜上同一土地利用形態（戸建低密住宅地）において通勤先の異なる2つの立地主体のみが競合して立地する場合を例として示したが、この考え方は住宅のみならず、多数の土地利用形態が混在し、多数の立地主体が競合する場合にもあてはまる。

(4) 土地利用変化予測モデルの適用性

上記の方法の適用性をみるために、鉄道の開通に伴って宅地化が急速に進行した横浜市緑区、港北区を対象地域として、昭和40年から50年にかけての土地利用分布の変化を本モデルを用いて再現を試み、その結果を考察する。

ここでモデルの入力情報は、昭和40年の土地利用現況、昭和50年の計画立地型土地利用形態の分布、鉄道、幹線道路の建設、土地区画整理、ガス・下水道の整備に伴う各メッシュの土地資質の変化、用途地域規制、付随立地型土地利用形態の立地原単位、および10年間の対象地域全域の立地主体別の立地面積変化量（総需要量）である。図-7は、この地域（標準3次メッシュで123メッシュ、約13000ha）における住宅地分布を例として実際の変化とモデルを用いた予測とを示したものであ

注7) 東急田園都市線(昭和41年に溝ノ口~長津田間が開通)

る。この図は、東急田園都市線沿線を中心として、各鉄道沿線に住宅地が形成されてきた現象をモデルがとらえていることを示している。これは、田園都市線沿線地域において、(3) g) で述べた w_1 に横浜通勤者、 w_2 に東京通勤者が相当する場合であって、昭和40年から50年にかけてこの地域において、東京通勤者を中心とした立地が進行し、住宅地が形成されていったものであると説明される。また、商業地、工業地についても、周辺地域に住宅立地の進んだ駅を中心として商業地が立地した現象、および第三京浜国道インターチェンジ付近に工業地が立地した現象をモデルがとらえている。メッシュ単位での昭和50年の土地利用比率の実際値と予測値との相関係数は、住宅地で0.811、商業地で0.683、工業地で0.835である。さらに、隣接メッシュに予測されることを許して、9メッシュ単位で相関係数を求めれば、住宅地0.912、商業地0.794、工業地0.977である。

4. 結論

本研究では、大都市周辺地域において、地価を説明する地価式を統計的に求め、次に、この成果および従来の立地選好理論、空間均衡理論の成果を援用して立地余剰の概念によって土地利用の変化過程をモデル化することを試みた。ここで、本研究で得られた成果と今後の課題を列挙し、本研究の結論とする。本研究の成果は次のようにまとめられる。

(1) 競合立地型土地利用形態(住宅, 商業, 工業)のそれぞれについて, 1 km² 程度の単位で, 地価とその形成要因の関係を表わすモデル式が統計的に有意に得られた。

(2) 地価が立地主体の期待効用の実現値であり, かつあるメッシュ内の平均地価は, その中における平均的な土地資質を有する地点に立地した平均的属性を有する立地主体の期待効用であるという仮定を導入することを提案し, それによって地価式から各立地主体の期待効用の値が得られることを示した。

(3) 従来のウェーバー流の立地選好理論とチューネン流の空間均衡理論の成果を統一的に表現するために, 期待効用と地価の差としての立地余剰の概念を示し, これを用いて複数の立地主体の競合下において, その立地が決定され, 土地利用が変化していく過程をモデル化した。

(4) 立地配分においては, 土地市場の不完全性, メッシュ内の土地資質の不均一性, 一立地主体に属する各立地者間での立地選好の差に帰因する立地余剰の不確定性を考慮している。

(5) 過去の土地利用変化に対して本モデルの適用性の検討を行い, 良好な結果を得た。

次に, 今後の課題として以下のものが挙げられる。

(1) 本モデルでは, 住宅需要は戸建低密, 戸建高密, 中高層の住宅タイプ別にそれぞれ与えられる方式をとっているが, 本来住宅選好は, アロンゾ¹³⁾が示したように就業地からの距離と面積との代替関係を有するものと考えられるため, 需要を一本化し, 住宅タイプは立地の段階で内生的に決定されるのが望ましい。

(2) 本モデルでは, 農地, 林地等は, 住宅, 商業, 工業の都市的土地利用に対する新規用地供給地と考え, 都市的土地利用の需要があれば, その土地生産性の圧倒的な差のために必ず供給されるものと仮定している。しかし, より現実を反映したモデルとするためには, 供給側の行動を考慮することが望ましい。

なお, 現在, 本モデルの上位のモデルとなる首都圏をはじめとする広域圏を対象とした立地モデルの構築を行うとともに, それらのモデルシミュレーションを支援するためのデータベースおよび計算機システムを整備している。これらの成果についても, 機会をみて発表する予定である。

最後に, 本研究においては著者らのうち, 中村および林が主としてその考え方の構築および分析方法を創り出し, 林および宮本が研究室に在籍した蔭山朝昭, 徳山日出男, 濱 久人の各氏の協力のもとに膨大なデータ収集から計算に至る作業を行ったものである。もちろん, これらの協力者もその作業遂行にあたって多くの貴重な意見を出し, その成果は, 本研究の随所に組み込まれている。ここに感謝の意を表したい。また, 研究に際して, 武田 文夫(高速道路調査会), 目良 浩一(筑波大), 梶 秀樹, 森地 茂, 布施徹志(以上, 東工大), 渡辺貴介, 鹿島 茂(以上, 東大), 内山久雄(東京理科大), 竹内 佑一(計量計画研究所)の各氏をはじめとする多くの方々より貴重なご意見およびご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する次第である。なお, 本論文で示された分析の一部は, 林が東京大学へ提出した学位論文の中に含まれるものである。

参 考 文 献

- 1) von Thünen, J.H.: Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, Hamburg, 1826 (近藤康男訳: 孤立国, 日本評論社, 1956)。
- 2) Weber, A.: Über den Standort der Industrien, Tübingen, 1909 (江沢謙爾訳: 工業立地論, 大明堂, 1966)。
- 3) 山田浩之編: 都市経済学, 有斐閣双書, 1978。
- 4) 林 良嗣: 大都市周辺地域における土地利用変化予測の方法に関する研究, 東京大学学位論文, 1979.3。
- 5) Lowry, Ira S.: A Model of Metropolis, the RAND Corporation, 1964。
- 6) 林 良嗣・宮本和明: 既存土地利用モデルの概観, 都市計画, Vol. 104, 1979.1。
- 7) Wicksteed, P.H.: An Essay on the Co-ordination of the Laws of Distribution, 1894。
- 8) Wicksell, K.: Lecture on Political Economy, Vol. 1, London, Routledge, 1935。
- 9) Mills, E.S.: The Value of Urban Land, 1968。
- 10) 脇田武光: 大都市の地価形成, 大明堂, 1976。
- 11) 建部好治: 土地価格形成の理論, 東洋経済新報社, 1977。
- 12) 総理府統計局: わが国の人口集中地区, 昭和 35 年国勢調査, 日本統計協会, 1962。
- 13) 杉村暢二: 中心商業地, 古今書院, 1977.3。
- 14) 国松久弥: 小売商業の立地, 古今書院, 1975.3。
- 15) Alonso, W.: Location and Land Use, Cambridge, Massachusetts, 1964 (折下 功訳: 立地と土地利用, 朝倉書店, 1966)。
- 16) 国土庁土地鑑定委員会: 昭和 50 年地価公示, 1976。
- 17) Greenhat, M.L.: Plant Location, The University of North Carolina Press, 1956 (西岡久雄監訳: 工場立地, 大明堂, 1972)。

(1979.9.25・受付)