

交通施設整備を考慮した土地利用—交通モデル

三菱総合研究所 正 芝原 靖典

徳島大学工学部 正 青山 吉隆

〃 学 大谷 博

1. はじめに

道路、鉄軌道等の交通施設や、学校、病院、その他上下水道等公共基盤施設の適正かつ効率的な整備（位置と規模）のために、あるいは新規開発をどこにどの程度の規模で許可あるいは促進するか、さらには土地利用規制の見直し等のために土地利用の予測が必要となる。そして土地利用モデルとはある政策下にある都市・地域の土地市場を介して空間的均衡状態が実現していく過程（現実的には毎年毎年土地・床市場の状況が変化するので均衡状態が現出するとは考えられない）を追跡するための手段と言えよう。

2. 土地利用モデルの問題点と本論の考え方

従来の土地利用モデルを見直すと次のような事項が今後の土地利用モデルへの課題として挙げられよう。

2-1. 対象地域の空間的広さ

まず、空間スケールに併せた土地利用モデルあるいは手法の体系化である。地域を狭くする程現況に関する多様なデータが取得し易くなる反面、将来データは取得しにくくかつパラメータの一般性、安定性が失われ、モデル精度的にはより広域な地域の一部として斉合がつきにくい。これに対して、地域を広くすればする程取得可能な現況データは限定されるが、将来データは比較的オーソライズされたものが取得可能となり、かつ、モデルとしての精度は比較的維持し易い。こうした点を勘案すると、広域（上位レベル）からより狭い地域（下位レベル）と、より上位レベルでのアウトプットをコントロール値としながら順次ブレイクダウンしてゆく方法が望まれる。本研究では都市圏フレームの下で都市フレームをアウトプットする都市圏レベルでの土地利用モデルとこれをコントロール・トータルとして地区（以下ゾーンと呼ぶ）へブレイクダウンする都市レベルでの土地利用モデルについて一貫した理論に基づいて検討する。その基本的な概念は土地利用表にある。土地利用表とはゾーン別活動別の活動量（人口あるいは土地利用）をマトリックス形式で表現したものである。即ち、 X_{ij} はゾーン i の活動 j の大きさ、 U_i はゾーン i の総活動量、 V_j は対象都市全域における活動 j の大きさ、 T は対象都市全体の総活動量であり、当然、次式が成立する。

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = U_i \quad (i=1, \sim n)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = V_j \quad (j=1, \sim m)$$

$$\sum_{i=1}^n U_i = \sum_{j=1}^m V_j = T$$

図-1 土地利用表

活動 ゾーン	1	...	j	...	m	計
1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	X_{ij}	.	.	U_i
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
n	.	.	.	.	.	.
計	V_j					T

本研究では対象都市全体としての土地利用 T 及び V_j を都市圏内の立地条件よりまず求め（都市圏モデル）、このフレーム下で都市内各ゾーンの立地条件より T 及び V_j を分割・配分することにより X_{ij} 及び U_i を求め（都市モデル）、図-1 のような土地利用表を完成するのである。

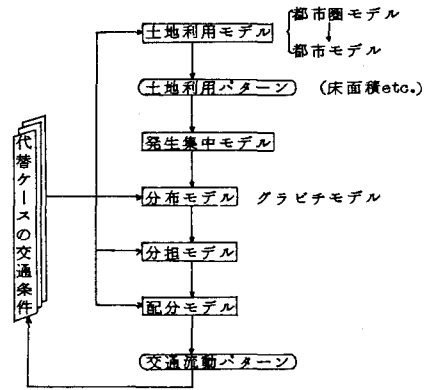
2-2. 交通と土地利用との関係

次に土地利用空間と交通空間の相互依存性の考慮である。換言すれば、レベルに応じた交通時間距離の考慮と、土地利用モデルと交通モデルの斉合性である。土地利用現象を生起さす重要な要因の1つに交通条件がある。交

通条件としては時間距離やこれを加工したアクセシビリティあるいはポテンシャルが考えられる。そして、それらは対象地域のレベルに応じて対象とする交通体系が異なると考えるのが妥当である。例えば、都市圏レベルにおいて、各構成都市内の一般道路網やバス路線網の差異はさほど影響しないと考えられる。ところで、従来、土地利用モデルの前提とする交通条件と、交通モデルが前提とする交通条件とは符合がとれていないという問題がある。例えば、土地利用パターンが一定（即ち、前提となる交通条件が一定）にもかかわらず、その前提で数種の交通流動パターン（即ち、前提となる交通条件が変化）が検討されている。これはある一定の交通条件の下での土地利用モデルと交通モデルが連動されていない点に起因する。

図-2に示すように、本研究では与えられた交通条件下で、都市圏、都市レベルの土地利用モデルにより土地利用パターン（本研究では床面積分布）を求め、この土地利用パターン下で生起する発生・集中交通量を求める。そして、同じ交通条件を用い、かつ、交通条件が反映可能なグラビティ・タイプの分布モデル、そして分担モデル、配分モデルにより、土地利用パターンと同じ交通条件の下での交通流動パターンを求めるのである。このモデルシステムにより、例えば交通施設整備計画が土地需要、交通需要に与える影響を同一前提という整合性を保証した形で評価可能となる。

図-2 本研究におけるフロー



2-3. モデルの動学化

次の課題はモデルの動学化である。都市（及び地域）はどのような時点においても現在充分でないと知覚されたことに反応して成長する。

その結果として、都市（及び地域）は偶然と断片的な建設（あるいは政策）、及び生来的な不均衡、不相当といったものの永続的状态にある。都市（及び地域）において不均衡と摩擦は日常茶飯事なのである。即ち、地域・都市の土地利用状況は最適な均衡状態をめざしつつも、決して均衡することなく、ダイナミックに変化していると言えよう。この意味において、ある条件下における最適解としての均衡的土地利用パターンを求める従来の経済数理モデルには実際の土地利用現象を再現し、あるいは具体化しそうな土地利用現象を予測する上で問題があると言える。モデル的にはある時期の土地利用現象の発現が次期の需要を喚起し、新たな土地利用現象の発現へと連なっていく。SD型モデルは毎年逐時型シミュレーションとしてこの考えを明示的に取り入れたものであり、ローリー型モデルは立地生体間の不可逆的影響関係構造（乗数波及過程）の内にこの考え方を内包していると解釈できる。本研究ではSD型モデルの毎年逐時シミュレーション、ローリー型モデルの立地生体間の序列構造化の概念に加えて、浮動層、固定層の概念を導入してモデルの動学化を図る。大規模な工業団地、住宅団地等の開発プロジェクトは極めて政策的であり、都市レベルでの市場原理にはそぐわない。又、このような計画の規模とスケジュールは年別にあるいは期別に把握される。ここではこれらを総称して計画立地（量）と呼ぶ。このような市場原理にそぐわないものとして公共都市施設（官公署、公園、福利厚生施設、供給処理施設等）がある。これは一般的に計画立地量や住宅、商業、業務、工場等の競合立地量に応じて追隨的に立地する。これを公共立地量と呼ぶ。本研究では、これらの各立地を図-3のように一期の中で序列化し、この序列構造を毎年繰り返すという動学化へのアプローチを採用する。その際、本研究ではさらに浮動層、固定層の概念を導入する。各期の土地利用現象は毎期、全面的に更新されるのではなく、一部は前期の現象と同じ（固定層）であり、一部は前期現象の内部移転（建替え、住替え等）等によるもの（浮動層）であり、さらには外部要因に呼応する新規需要によるもの（更新層）とが考えられる。この概念の導入により、例えば、新規需要がなくても浮動層（内部移転）の存在により、あるゾーンは増加し（他ゾーンの浮動層の転入）、あるゾーンは減少（他ゾーンへの浮動層の転出）するといった土地利用現象の変化を現出することが可能となる。このような考え方は神戸市土地利用

予測モデルにもみられるが、従来の大半のモデルは固定層を含めた全ての層を変動層とするが、更新層のみを変動層としている。

$$(\text{t期の土地利用現象}) = (\text{固定層}) + \underbrace{(\text{浮動層}) + (\text{更新層})}_{(\text{変動層})}$$

2-4. 現象の不確定性の処理

そして、最後に挙げる課題は不確定性に対する配慮である。土地利用現象を表現する用途という概念は経済学における企業、家計、個人といったミクロ的存在でもなく、地域といったマクロ的存在でもなく、その中間に位置する。それ故、土地利用の立地行動の規範として、従来の全土のモデルがそうであったように、ミクロ的経済行動理論の

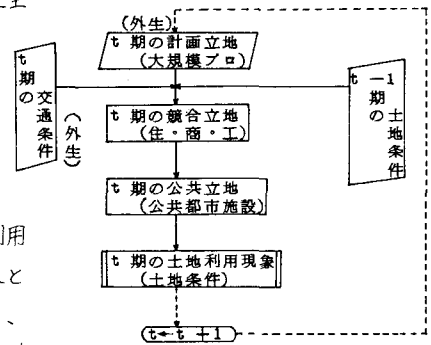


図-3 立地主体の序列化と逐時構造

利潤極大化、効用極大化という概念を採用する場合、それはミクロ的立地主体の集合体である用途の利潤、効用面からのみ見た平均的な立地行動を記述していると言える。しかし、現実にはこのような経済仮説に従わない無秩序な土地利用現象がみられる。これは各立地主体が立地条件の特性によりある程度満足度(効用)を充足させながら、なおかつ、自由な選択行動を行うという経済仮説の不確定性に起因する。確率モデルは規模的なモデルと異なり、経済的行動理論のルールに則っておりながらもこうした不確定性をより明示的に考慮したモデルである。この種のモデルの草分け的存在はウィルソン(A. G. Wilson)によるエントロピー概念の土地利用モデルへの導入であろう。例えば、彼は完全競争を仮定した最適化を意味するLP手法(Herbert-Stevensモデル、総地代最大化)の欠点を克服しようとして、住宅ストック制約、雇用者数制約、所得制約(住宅費支出制約)下で確率的に最も生じやすい通勤ODパターンを求めるために通勤ODのエントロピー最大化を目的関数として定式化している。彼はローリー型モデルにも条件付きエントロピー最大化の概念を応用している。われわれは対象地域全体としての用途別床面積制約、並びに地域を細分化した各地区毎の床面積制約の下で立地効用の最大化と立地の生起確率最大化(立地のエントロピー最大化)の2目的を結合した最適化問題を定式化し、用途別地区別の床面積を求めている。都市全体の活動 j の大きさを V_j とすると、もし活動 j にとってゾーン i の効用 C_{ij} が与えられたとしたとき、ゾーン i に配分される活動 j の大きさを x_{ij} とすれば、都市全体の活動 j の得る総効用 C_j は(1)式で与えられる。一方、 V_j を各ゾーンに x_{ij} ずつ配分するときの巨視的確率 W_j は(2)式である。ここに P_{ij} は活動 j がゾーン i に配分される先験確率であり、明らかに式(3)が成り立つ。そして、現実の土地利用の現象は(1)式の総効用 C_j を最大化しようとする選択行動と同時に不確定性の下でのランダム現象として W_j が最大化される傾向があると考えられるので、われわれは土地利用の現象を次の方程式群で説明できると仮定する。

$$C_j = \sum_i C_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

$$W_j = \frac{V_j!}{\prod_i x_{ij}!} \prod_i P_{ij}^{x_{ij}} \quad (2)$$

$$\sum_i P_{ij} = 1 \quad (3)$$

目的関数 $F(X) = aW + (1-a)C \rightarrow \text{Max.}$

制約条件 $\sum_i x_{ij} = V_j$

但し、

$$C_{ij} = \sum_k b_{ik} \cdot Z_{ik}$$

Z_{ik} : 効用構成要因

b_{ik} : Z_{ik} のパラメータ

a : W と C のトレードオフパラメータ、 $0 \leq a \leq 1$

X : 都市圏モデル----- ゾーン別各種人口

都市モデル----- ゾーン別用途別床面積

このモデルの解はラグランジェの未定乗数法によって求められ、式(4)で与えられる。すなわち、活動 j のゾーン i へ立地する確率は一種のロジットモデルによって表わされる。もちろんこのモデルによって求められるのはすでに2-3で述べたように、新しく立地する需要を配分する場合に限られる。

$$\frac{x_{ij}}{V_j} = \frac{P_{ij} \exp(C_{ij})}{\sum_i P_{ij} \exp(C_{ij})} \quad (4)$$

3. 予測システム

2-3で既述した立地序列と浮動層の概念より、 t 年度の X_{ij}^t は次式で定義される。

$$x_{ij}^t = x_{ij}^{(1)t} + x_{ij}^{(2)t} + x_{ij}^{(3)t} + x_{ij}^{(4)t} \quad (5)$$

但し、

$$x_{ij}^{(1)t} : \text{計画立地量 (外生)} \quad (6)$$

$$x_{ij}^{(2)t} : \text{固定層量} = (1 - t_j) x_{ij}^{t-1} \quad (7)$$

$$x_{ij}^{(3)t} : \text{変動層量} = \frac{P_{ij} \exp[C_{ij}^t]}{\sum_i P_{ij} \exp[C_{ij}^t]} \Delta V_j^t \quad (8)$$

競合立地量

$$x_{ij}^{(4)t} : \text{公共立地量} \{ \text{外生 or } f(x_{ij}^{(1)t} + x_{ij}^{(2)t} + x_{ij}^{(3)t}) \} \quad (9)$$

$$\Delta V_j^t : \text{配分対象量} = V_j^t - (1 - t_j) V_j^{t-1} \quad (10)$$

$$C_{ij}^t : \text{立地効用} = \sum_k b_{jkt} \cdot z_{ik} \quad (11)$$

$$t_j : \text{浮動率} \quad V_j : \text{競合立地量フレーム} \quad P_{ij} : \text{先験確率} \quad (12)$$

本研究で提案する土地利用モデルは都市圏モデル、都市モデルの両モデルにおいて(5)～(12)式を用いる。但し、立地主体は都市圏モデルにおいては各種人口を、都市モデルにおいては用途別床面積を採用する。この為、都市圏モデルには(5)式で算出された都市別各種人口より、対象都市の用途別床面積フレームへと変換するサブモデルを導入する。さらに、都市モデルには(5)式より算出されたゾーン別用途別床面積から各種の人口、経済指標へと変換するサブモデルを組み込み、モデルから出力する情報量を増す。そして、交通モデルは従来の4段階推定法に則つて、発生・集中量モデルは都市モデルの出力であるゾーン別用途別床面積を説明変数として構築する。このことより、土地利用モデルと交通モデルとの連結がなされ、ある交通条件、立地条件下での育合のとれた土地利用パターン、交通流動パターンが得られる。以上、本研究で提案する土地利用-交通モデルの全体構造を図-4に示す。

4. ケース・スタディ

以上に述べた本モデルのケース・スタディを表-1の要領で実施した。

表-1

モデル	都市圏土地利用モデル	都市土地利用モデル	交通モデル
対象区域	首都圏 (61 ゾーン)	Y 市 (98 ゾーン)	Y 市 (98 ゾーン) + 市外 (60 ゾーン)
基準年	昭和53年	昭和53年	昭和53年
立地・活動主体	夜間人口 一次・二次・三次別就業人口 一次・二次・三次別従業人口	一般住宅、共同住宅、店舗住宅、農業施設、店舗・百貨店、事務所・銀行、旅館・待合、興業施設、病院、工場、倉庫、その他	目的：通勤、通学、業務、帰宅、買物、その他 手段：徒歩、二輪、自動車、鉄道、バス

図-4 本モデルの全体構造

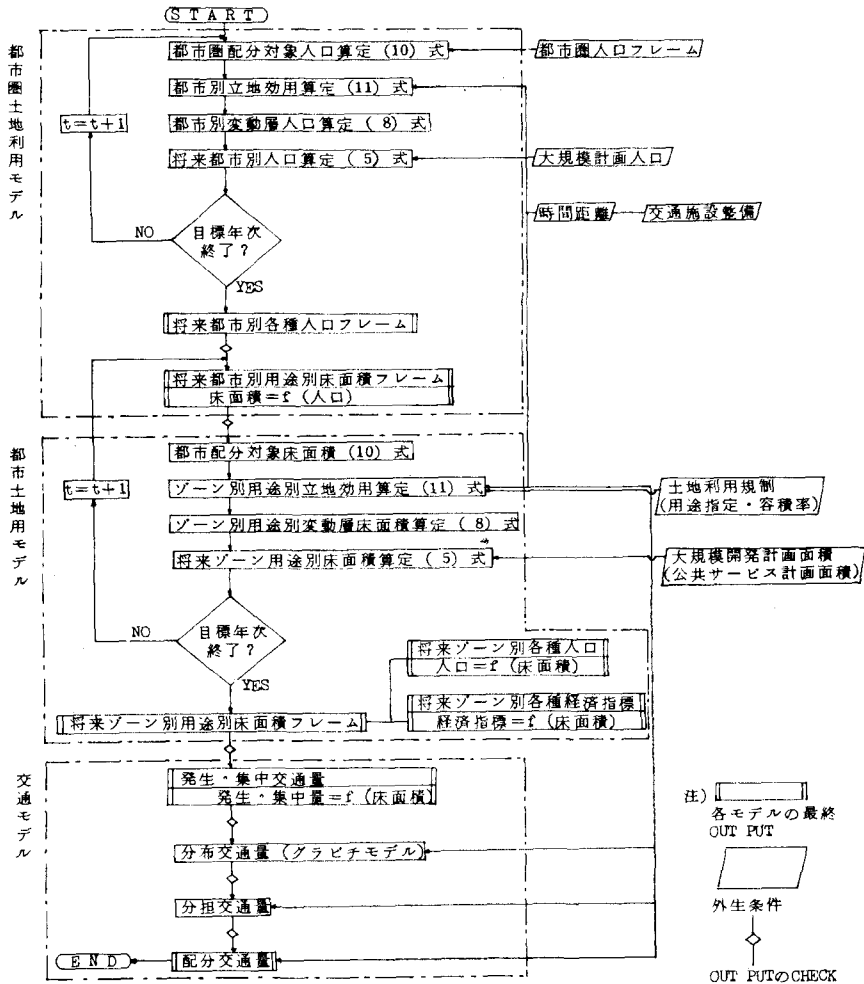


表-2に都市圏モデルの効用モデル式と浮動率を示す。

ここにポテンシャルは

$$Poten_{ij} = \frac{x_{ij}}{(TT_{ij})^2}$$

但し、

$Poten_{ij}$: iゾーンのj人口のポテンシャル

x_{ij} : iゾーンのj人口

TT_{ij} : iゾーンとjゾーン間の時間距離

第1次産業従業地就業人口 (以下第1次人口と略す) について、効用と浮動率を見ると、夜間人口のポテン

表-2 都市圏モデル

効用モデル式	浮動率
$C_1 = -0.0786 Z_3$	$r_1 = 0.3$
$C_2 = 0.0587 Z_1 - 0.1290 Z_3$	$r_2 = 0.1$
$C_3 = -0.1390 Z_1 + 0.0273 Z_4$	$r_3 = 0.1$
$C_4 = -0.0463 Z_1 - 1.2400 Z_2 + 0.2760 Z_3$	$r_4 = 0.1$
$C_5 = 0.0063 Z_3 - 2.3400 Z_4$	$r_5 = 0.1$
C: (効用) 1 第1次産業従業地就業人口の効用 2 第2次産業従業地就業人口の効用 3 第3次産業従業地就業人口の効用 4 夜間人口の効用 5 常驻地総就業人口の効用	
Z: (人口) 1 第2次産業従業地就業人口のポテンシャル 2 第3次産業従業地就業人口のポテンシャル 3 夜間人口のポテンシャル 4 都心3区 (千代田・中央・港) の第3次産業地就業人口のポテンシャル	
r: 浮動率	

シャルは第1次人口の効用に対して-0.0786と負であり、浮動率は他の人口指標と比べて0.3と高い。これより、首都圏は夜間人口の増加に伴って第1次人口は減少し、その減少の規模は他に比べてかなり大きいと考えられる。同様に、第2次人口に注目すると、その効用に対して、第2次人口のポテンシャルは0.0587と正、夜間人口のポテンシャルは-0.1290と負になっている。これより、第2次人口のポテンシャルに比べて、夜間人口のポテンシャルの大きいゾーンは第2次人口の効用は小さいことを示し、またこれは、夜間人口の効用にとっても言え、夜間人口は第2次、第3次人口のポテンシャルの大きいゾーンには立地しにくいことを示し、また、第3次人口に注目すると、その効用に対して、都心3区の第3次人口のポテンシャルは0.273と正になっている。これより、首都圏の第3次人口は都心3区を中心として発達しており、他ゾーンの第3次人口はこの3区の第3次人口のポテンシャルの増減に大きく影響を受けていると考えられ、また常住地総就業人口の効用を見ると、常住地総就業人口（地場産業の規模と考えてよい）は都心3区より速やかな程よく発達し、地域の夜間人口の成長に比例すると考えられる。表-3に都市モデルの効用モデル式を示す。例えば、事務所、銀行の効用を説明する要因は対象都市内の商業のポテンシャル、工業のポテンシャル、公共フ頭までのアクセス、全道路密度、新幹線駅までのアクセス、高速I.Cまでのアクセス、商業地域の指定面積、工業地域の容積を使用した。この内、効用を小さくする（負値）のは公共フ頭までのアクセスであり、公共フ頭に近いゾーン程、事務所、銀行は立地しにくいことを示している。

表-8 都市モデル

効用モデル式		
$C_1 =$	$0.1521 Z_1 - 0.8432 Z_2 - 0.0294 Z_6 - 0.1763 Z_7 + 4.7563 Z_{10} - 0.0567 Z_{18} + 0.0003 Z_{21} + 0.0002 Z_{22}$ $+ 0.0003 Z_{23} - 0.0004 Z_{27}$	
$C_2 =$	$0.0083 Z_4 - 0.1411 Z_7 + 0.0258 Z_8 + 3.9631 Z_{10} + 0.0197 Z_{13} + 0.0969 Z_{14} + 0.0365 Z_{16} - 0.0554 Z_{18}$ $+ 0.0003 Z_{22} - 0.0003 Z_{27}$	
$C_3 =$	$-0.0173 Z_2 + 0.0039 Z_4 - 0.1144 Z_7 + 0.0480 Z_8 + 2.2326 Z_9 + 0.0171 Z_{13} + 0.3052 Z_{14} + 0.0907 Z_{15}$ $+ 0.0815 Z_{16} - 0.0619 Z_{18} - 0.0001 Z_{27}$	
$C_4 =$	$-0.5079 Z_2 + 0.0556 Z_4 - 0.0328 Z_6 - 41.969 Z_9 + 0.0294 Z_{11} - 0.0321 Z_{18} + 0.0001 Z_{22}$	
$C_5 =$	$-0.2444 Z_2 - 0.1453 Z_3 - 0.2787 Z_7 + 0.0521 Z_8 + 3.4157 Z_{10} + 0.0368 Z_{13} - 0.0267 Z_{18} - 0.0010 Z_{20}$ $+ 0.0001 Z_{24} + 0.0005 Z_{25} + 0.0001 Z_{26} - 0.0001 Z_{27}$	
$C_6 =$	$0.1805 Z_2 + 0.0450 Z_3 - 0.0809 Z_8 + 1.4934 Z_{10} + 0.1135 Z_{15} + 0.0260 Z_{19} + 0.0051 Z_{20} + 0.0004 Z_{27}$	
$C_7 =$	$0.7509 Z_2 - 0.1010 Z_6 - 0.1034 Z_8 - 0.0148 Z_{11} + 0.0250 Z_{12} + 0.0623 Z_{20} + 0.0005 Z_{26} + 0.0003 Z_{27}$	
$C_8 =$	$0.6665 Z_2 - 0.4817 Z_3 - 0.5272 Z_7 + 0.0766 Z_8 - 3.5787 Z_{10} - 0.1048 Z_{13} - 0.0442 Z_{14} + 0.3336 Z_{16}$ $+ 0.0002 Z_{22} + 0.0004 Z_{24}$	
$C_9 =$	$0.0592 Z_2 + 0.0784 Z_5 - 0.2575 Z_7 + 0.0182 Z_8 - 0.0060 Z_{11} + 0.0215 Z_{13} + 0.1033 Z_{15} - 0.0734 Z_{17}$ $+ 0.0001 Z_{21} - 0.0001 Z_{28}$	
$C_{10} =$	$-0.5637 Z_2 + 0.4504 Z_3 + 0.2146 Z_7 - 0.0276 Z_8 + 0.0329 Z_{18} - 0.0001 Z_{21} - 0.0002 Z_{22} - 0.0001 Z_{23}$ $- 0.0001 Z_{25} + 0.0006 Z_{26} + 0.0006 Z_{27}$	
$C_{11} =$	$0.0573 Z_2 + 0.0442 Z_6 + 0.1921 Z_7 - 0.0694 Z_8 + 0.0353 Z_{17} + 0.0317 Z_{18} - 0.0275 Z_{20} + 0.0002 Z_{25}$ $+ 0.0004 Z_{26}$	
$C_{12} =$	$0.0142 Z_4 - 0.2767 Z_7 + 0.0554 Z_8 + 0.0401 Z_{14} + 0.0024 Z_{17} - 0.0183 Z_{19}$	
G: (効用)	1 一般住宅の効用 2 共同住宅の効用 3 店舗住宅の効用 4 農業施設の効用 5 店舗・百貨店の効用 6 事務所・銀行の効用 7 旅館・持合の効用 8 興業施設の効用 9 病院の効用 10 工場の効用 11 倉庫の効用 12 その他の効用	Z: (要因) 1 城内住宅のポテンシャル 2 城内商業のポテンシャル 3 城内工業のポテンシャル 4 城外住宅のポテンシャル 5 城外商業のポテンシャル 6 城外工業のポテンシャル 7 鉄道駅までのアクセス(km) 8 公共フ頭までのアクセス 9 幹線道路密度 10 全道路密度 11 新幹線駅までのアクセス(km) 12 高速I.Cまでのアクセス
		用途指定面積と容積 11、21 第1種住居専用地域(㎡) 12、22 第2種住居専用地域 13、23 住居地域 14、24 近隣商業地域 15、25 商業地域 16、26 準工業地域 17、27 工業地域 18、28 工業専用地域

表-4は、都市圏モデルにおけるサブモデルである床=チ(人口)モデルと都市モデルの浮動率を示す。床=チ(人口)モデル式は首都圏における人口→床の原単位を示している。例えば、首都圏においては、夜間人口が1人増加することによって一般住宅の床面積が11.3729㎡生じingことを表わしている。同様に表-5は都市モデル

における床→人口、床→経済指標の原単位を示している。同様に、表-6は交通モデルにおける床→発生、集中交通量原単位を示している。以上、それぞれのモデルの現況との適合性は相関係数にして、0.8～0.9以上あり、極めて有効なモデルが構築できたと思われる。

表-4 都市圏モデル

床=f(人口)モデル式	浮動率	X' : (用途別床面積)
$X_1' = 11.3729 X_1$	$r = 0.0$	1 一般住宅 (㎡)
$X_2' = 5.3436 X_1$	$r = 0.0$	2 共同住宅
$X_3' = 0.3175 X_1 + 3.8538 X_4$	$r = 0.0438$	3 店舗住宅
$X_4' = 44.1155 X_2$	$r = 0.0$	4 農業施設
$X_5' = 4.6461 X_4$	$r = 0.0$	5 店舗・百貨店
$X_6' = 0.5861 X_3 + 6.5482 X_4$	$r = 0.0$	6 事務所・銀行
$X_7' = 0.6057 X_4$	$r = 0.0375$	7 旅館・待合
$X_8' = 0.1774 X_4$	$r = 0.1063$	8 興業施設
$X_9' = 0.1803 X_3 + 0.2077 X_4$	$r = 0.0$	9 病院
$X_{10}' = 25.9451 X_3$	$r = 0.0938$	10 工場
$X_{11}' = 5.0269 X_3 + 4.8973 X_4$	$r = 0.0$	11 倉庫
$X_{12}' = 0.2308 X_1 + 2.4693 X_2 + 0.6935 X_3$	$r = 0.05$	12 その他

X : (人口)

- 1 夜間人口 (人)
- 2 第1次産業従業地就業人口
- 3 第2次産業従業地就業人口
- 4 第3次産業従業地就業人口

表-5 都市モデル

人口=f(床)、経済指標=f(床)モデル式	
$W_1 = 0.01895 X_1' + 0.00735 X_2' + 0.03026 X_3'$	W 1, 世帯数
$W_2 = 0.06785 X_1' + 0.03507 X_2' + 0.01264 X_3'$	2, 総人口 (人)
$X_3 = 0.02219 X_{10}' + 0.00712 X_{11}'$	Y ; (経済指標)
$X_4 = 0.03578 X_3' + 0.00994 X_5' + 0.00467 X_6'$	1, 工業事務所数
$Y_1 = 0.00041 X_{10}' + 0.00037 X_{11}'$	2, 工業出荷額 (百万円)
$Y_2 = 0.40711 X_{10}'$	3, 商業卸売業店舗数
$Y_3 = 0.00079 X_4' + 0.00019 X_{11}'$	4, 商業小売業店舗数
$Y_4 = 0.00806 X_3'$	5, 商業店舗数合計
$Y_5 = 0.95160 X_3'$	6, 商業卸売業販売額 (万円)
$Y_6 = 0.82890 X_3'$	7, 商業小売業販売額
$Y_7 = 15.70400 X_3' + 27.41300 X_4'$	8, 家事用水道 (㎡)
$Y_8 = 4.92510 X_1' + 3.11740 X_2' + 1.37220 X_3'$	9, 普通貨物自動車登録台数
$Y_9 = 0.00164 X_3' + 0.00088 X_{10}' + 0.00179 X_{11}'$	10, 小型乗用自動車登録台数
$Y_{10} = 0.00799 X_1' + 0.00277 X_2' + 0.00065 X_3' + 0.01955 X_4' + 0.00715 X_5'$	11, 自動車登録台数総計
$Y_{11} = 0.00872 X_1' + 0.00085 X_2' + 0.03109 X_3' + 0.02580 X_4' + 0.00035 X_5'$	
$+ 0.00636 X_6' + 0.01052 X_7'$	

表-6 交通モデル

発生集中量=f(床)モデル式
$U_1 = 0.01717 X_1' + 0.01816 X_2' + 0.01574 X_3' + 0.00840 X_4'$
$U_2 = 0.01424 X_1' + 0.00720 X_2' + 0.00271 X_3'$
$U_3 = 0.09164 X_3' + 0.04044 X_4' + 0.00143 X_{10}' + 0.01357 X_{11}'$
$U_4 = 0.32269 X_3' + 0.19677 X_4' + 0.03003 X_5' + 0.02496 X_{10}' + 0.04936 X_{11}'$
$U_5 = 0.00662 X_1' + 0.00652 X_2' + 0.01019 X_3'$
$U_6 = 0.01517 X_1' + 0.01120 X_2' + 0.01536 X_3' + 0.00172 X_4' + 0.00653 X_5' + 0.00265 X_6'$
$V_1 = 0.04574 X_3' + 0.01970 X_4' + 0.07287 X_5' + 0.02086 X_{10}' + 0.00903 X_{11}'$
$V_2 = 0.01279 X_1' + 0.00694 X_2' + 0.00385 X_3' + 0.01475 X_4'$
$V_3 = 0.00494 X_2' + 0.05307 X_3' + 0.00897 X_4' + 0.04521 X_5' + 0.00271 X_6' + 0.00968 X_7'$
$V_4 = 0.05162 X_1' + 0.04474 X_2' + 0.02724 X_3' + 0.01999 X_4'$
$V_5 = 0.06799 X_3' + 0.02219 X_4' + 0.31269 X_{12}'$
$V_6 = 0.01007 X_1' + 0.01180 X_2' + 0.03440 X_3' + 0.01456 X_4' + 0.10751 X_5'$

U : 発生交通量

V : 集中交通量

- 1 交通目的通勤
- 2 交通目的通学
- 3 交通目的業務
- 4 交通目的帰宅
- 5 交通目的買物
- 6 交通目的その他

5. おわりに

本研究では、従来の土地利用モデルを新たな視点で再整理するとともに、従来の土地利用モデルの抱える基本的課題として、空間スペースに応じた土地利用モデルの構築とその連結、土地利用モデルと交通モデルの前提の斉合性、そして動学化と不確定性の考慮の4点を考慮し、その対策を提案し、都市圏土地利用モデル→都市土地利用モデル→交通モデルという連鎖構造を持つモデル体系を構築した。そして、このモデルを首都圏に適用し、その有効性を実証した。