

市街地変化にもとづいた用途別床面積供給量の推計手法^{*}

A model for Forecasting Floor Space Supply
based on Urban Land Development Process

文 世一^{**}・吉川和広^{***}・本田武志^{****}・亀井三郎^{*****}

By Seil MUN, Kazuhiro YOSHIKAWA, Takeshi HONDA, Saburo KAMEI

This study is an attempt at operational urban land use model which focuses on developers' behavior and forecast building construction from new development and redevelopment. The model takes advantage in analysing some land use control policy which are difficult to deal with by conventional land use models. A special feature in model structure is that choice of land use and floor-area ratio are described as mixed discrete/continuous choice model. Through case study in Osaka metropolitan area, parameter values of the model have been estimated and the effects of alteration of floor-area ratio regulations have been analysed by simulation experiments.

1. はじめに

土地利用の形成変化には、種々の主体が関与しており、公共主体がなんらかの政策的意図のもとに、都市における土地利用構造の改編を図る際には、そのための政策手段がどの主体の行動に影響を及ぼすかを認識しておく必要がある。

土地利用モデルは、土地利用の形成変化過程に関わる政策手段の及ぼす影響を定量的に把握するために有用な分析手法であるが、従来のモデルは主として世帯、事業所などの立地行動記述に重点をおいており、これらは交通施設をはじめとする都市施設整

備の効果分析に適した手法であった。¹⁾

近年、都市圏においては再開発の重要性が強調されているが、そこでは公共主体が自ら行なう再開発事業とともに、民間の自発的な再開発活動に対する誘導・規制が大きな役割を果たすものと思われる。ところが、このような誘導・規制策は、開発行為や建設活動など主としてデベロッパーの行動に影響することにより効果を発揮するものといえるので、活動立地にもとづいた従来の土地利用モデルではそのような効果のメカニズムを明示的に分析することが困難である。

本研究は、デベロッパーらの建設活動の結果として生ずる市街地変化のメカニズムに着目した土地利用モデル開発の試みであり、本稿は、昨年度の本学会において提案したモデル²⁾の改良と、政策分析への適用について述べている。

2. 都市圏における土地利用の変化の動向

*キーワード 土地利用モデル、市街地変化、再開発

**正会員 工博 京都大学工学部土木工学科、
日本学術振興会特別研究員
(〒606 京都市左京区吉田本町)

***正会員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科
(同上)

****正会員 工修 茨城県土木部都市計画課
(〒310 水戸市三の丸1-5-38)

*****学生会員 京都大学大学院修士課程
(〒606 京都市左京区吉田本町)

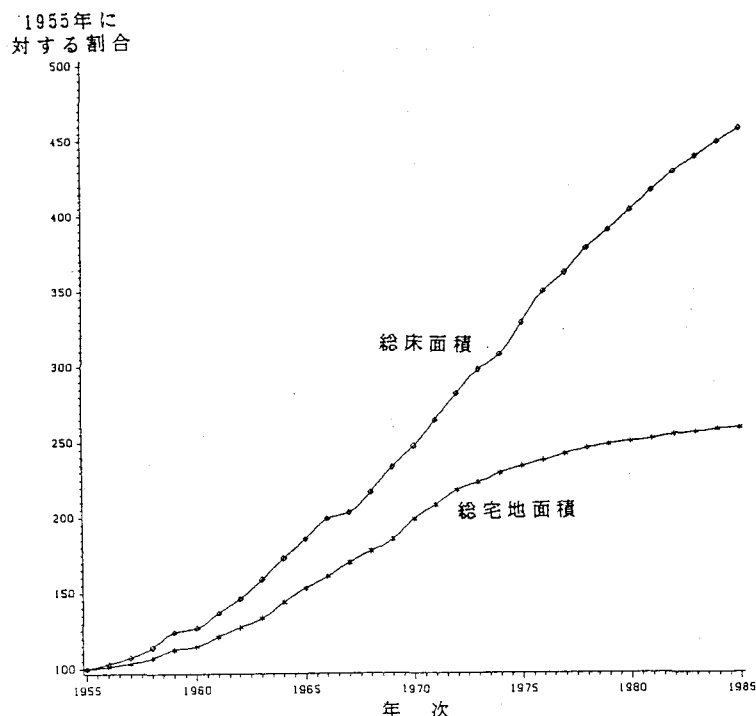


図-1 大阪府における総宅地面積と総床面積の推移

図-1は、大阪府における1955-1985年の総宅地面積、及び建築物総床面積の変遷を図示したものである。縦軸の値は、1955年の値を100として、各年度の床面積、宅地面積の相対的な値を計算したものである。図を見ると、1970年頃までは宅地の伸びと床面積の伸びがほぼ同じような傾向で推移しているが、その後は宅地の伸びが鈍りながらも、床面積の増加が続いている。これは、1975年までは主として農地などの非市街地を開発することにより建物の建設が進んだのに対して、最近では、新規開発のための適地が減少したため、宅地の伸びが鈍ったものと思われる。一方、このような状況のもとで床面積の増加が続いていることは、既成市街地における既存建物の更新や高度利用化による建物の建設が多く行われるようになったことを示している。

このような現象は、デベロッパーらの行動を考慮することによって説明することができる。すなわち、都市圏の外縁部における開発が都心への通勤可能な限界にまで達したため、さらに郊外の土地を開発しても、コストに見合った額で建物を供給できなくなっているのに対して、既成市街地の再開発は、建物の除却コストを支払ったとしても、デベロッパーに

とってより大きな利潤が期待できるようになったものと思われる。

3. 従来の研究

1. で述べたように、既存の土地利用モデルの多くは、活動立地のモデル化を主たる対象としており、土地や床の供給を外生変数として取り扱う場合が多い。ところが、2. で述べたように、再開発や高度利用により土地や床の供給メカニズムが複雑化している状況のもとで、従来のような取り扱いモデル出力の信頼性を低下させる恐れがある。

土地利用モデルに関する研究は、初期のシンプルな活動立地モデルから次第に精緻化、大規模化、総合化という方向で発展したが、そのような

過程で土地や床の供給を内生的に求めるというモデルも開発されるようになった（たとえばNBER,³⁾ MEP,⁴⁾ ANAS⁵⁾ など）。これらのモデルは、土地市場、住宅市場における需要と供給の均衡にもとづいて、地代や立地量を求めることを目的としており、既成市街地における建物更新や新市街地における土地開発のメカニズムを十分に考慮していないため、建築規制や用途規制の効果を分析することが困難である。

これに対して、青山・大橋・近藤⁶⁾、吉川・春名・屋井⁷⁾らは、地主やデベロッパーの行動に着目して用途規制や開発規制の効果分析を試みている。しかし、前者は空間を考慮しておらず、また両者とも既成市街地の再開発を分析の対象とはしていない。

ところで、上述のような土地利用モデルの発展には、都市経済学の成果が多く反映されているが、Alonso以来、都市経済学における土地利用の理論はほとんどが静学モデルに関するものであった。これらの静学モデルでは、都市内の各地点が常に最大のつけ値を付けた者によって占有され、宅地の供給や土地利用の変更が何の費用も伴わず速やかに行われる

ものと仮定されていた。これに対して、スプロール、インナーシティの空洞化、といった現実の都市現象を説明するため、1970年代後半よりモデルの動学化に関する研究が行われるようになった（たとえばAnas⁸⁾、Brueckner⁹⁾、Fujita¹⁰⁾、Akita・Fujita¹¹⁾、田淵¹²⁾など）。これらの動学モデルは、デベロッパーの建設活動を利潤最大化行動により定式化しており、特に建物ストックの耐久性とその変更に必要な費用、デベロッパーによる将来への期待などが考慮されている。このモデルは主として供給者の行動をモデル化しているが、需要者の行動は彼らの予見の中に含まれている。このような動学的都市経済モデルの考え方はきわめて示唆に富むものであるが、これまでのところ、土地利用予測モデルにあまり導入されてはいない。

一方、土地利用変化に関する実証的研究は、さまざまな分野で数多く行われており、市街地内部の再開発や高度利用化なども取り扱われている。これらの研究は、土地利用変化の現象把握に関する研究（たとえばL. S. Bourne¹³⁾、J. F. McDonald¹⁴⁾、¹⁵⁾など）、多変量解析手法を用いた市街地更新や容積率の要因分析（たとえば、深海¹⁶⁾、谷口・天野¹⁷⁾）が主であり、モデル化の際には有用な多くの仮説を提示しているものの、上述の研究とは無関係に行われているので、計量的なモデルの開発には反映されていない。

以上の検討を踏まえ、本研究では、新規開発、既成市街地の更新といった異なる側面を持つ建設活動のメカニズムに着目することにより、市街地内部の再開発、用途転用や高度利用化という現象を記述し得るモデルの開発が必要であると考えた。このようなモデルにより、都市再開発を促進、誘導するための用途規制や容積率指定の変更などに関する効果分析が可能となる。

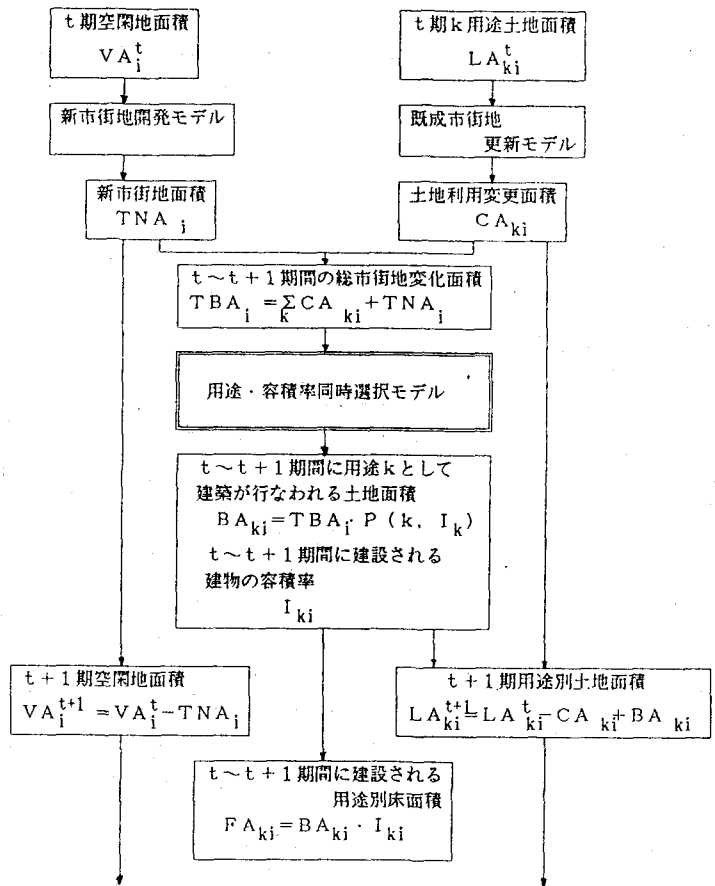


図-2 市街地変化モデルの全体構成

4. 市街地変化モデルの全体構成

筆者らはすでに、昨年度の本学会において市街地変化モデルの基本的な考え方を示しているが、²⁾その後の検討により、モデルの改良と再構成をおこなった。すなわち、昨年度提案したモデルでは、用途の選択と容積率の選択を独立に扱っていたところを、本年度は両者を一貫した選択行動として再定式化している。ここで、用途は離散変数として表わされるのに対して、容積率は連続変数であるため、このモデルは離散／連続混合選択という構造上の特徴を持っている。

本研究で提案する市街地変化モデルは、図-2に示すように、新市街地開発モデル、既成市街地更新モデル、用途・容積率選択モデルの3つのサブモデルから構成されている。ここで、新市街地開発モデルは、 $t \sim t+1$ 期間にゾーン内で新たに開発される土

地の面積を求めるものであり、既成市街地更新モデルは当該期間中に既成市街地内で建築物の更新を行なうために、除却活動が行なわれる土地面積を推計するものである。用途・容積率選択モデルは建設活動が行なわれた土地の用途の選択確率とそこに建設される建築物の容積率を求めるものである。先述したように本研究では、土地の開発あるいは既存建物の更新に続いて、用途と容積率の組合せを同時に選択するといったプロセスにより市街地変化が進むものと考えている。以下、その計算プロセスについて示す。

まず、新市街地開発モデルより i ゾーン総新規開発面積 TNA_i が計算され、既成市街地更新モデルより i ゾーン k 用途市街地更新面積 CA_{ki} が得られると次式のようにこれを一旦合計して $t \sim t+1$ 期間内にゾーン i に建設活動が行なわれる土地面積 TBA_i を求める。

$$TBA_i = TNA_i + \sum_k CA_{ki} \quad (1)$$

この TBA_i は除却あるいは造成が終わった「さら地」の状態であり、その上に建設される建築物の用途と容積率は用途・容積率選択モデルにより求められる。

このモデルではデベロッパーの利潤最大化行動に基づいて用途 k とそれに対応する容積率 I_k の組合せを推定する。すなわち、容積率 I_{ki} のもとで用途 k の選択確率 $P_i(k, I_{ki})$ と容積率 I_{ki} がこのモデルより得られるが、上で求めた TBA_i に $P(k, I_k)$ と、容積率 I_k を乗ずることにより用途別の床建設量を算出することができる。

$$FA_{ki} = BA_{ki} \cdot I_{ki} = TBA_i \cdot P_i(k, I_{ki}) \times I_{ki} \quad (2)$$

以上のように、 $t \sim t+1$ 期間の CA_{ki} 、 BA_{ki} 、 FA_{ki} が得られると次式により i ゾーンにおける $t+1$ 期の用途 k の土地面積 LA_{ki}^{t+1} 、および床面積 LF_{ki}^{t+1} が計算される。

$$LA_{ki}^{t+1} = LA_{ki}^t - CA_{ki} + TBA_i \times P(k, I_{ki}^*) \quad (3)$$

$$LF_{ki}^{t+1} = LF_{ki}^t - \rho_{ki}^t \times CA_{ki} + FA_{ki} \quad (4)$$

$$\text{ここに } \rho_{ki}^t = LF_{ki}^t / LA_{ki}^t \quad (5)$$

LF_{ki}^t : t 期 i ゾーン用途別床面積

LA_{ki}^t : t 期 i ゾーン用途別土地面積

上式により求められた次期の用途別の床ストック LF_{ki}^{t+1} 、土地ストック LA_{ki}^{t+1} は次期の土地利用予測への初期条件となり、上述のプロセスで繰り返し計算が行なわれる。

上述の各サブモデルの内、新市街地開発モデル、既成市街地更新モデルについては新たな変更はないので、以下では用途・容積率選択モデルを中心に述べることにする。

5. 用途・容積率選択モデルの定式化

上述のように、本モデルは離散・連続混合選択モデルの形をとっているが、このようなモデルは、Westin, Gillen⁽⁸⁾ によって、交通手段と駐車場選択行動を記述するために初めて開発された。その後、Miller, Lerman⁽⁹⁾ は商業活動の立地点と規模の選択行動に、同様のモデルを適用している。

本研究では、用途・容積率の選択行動を以下のように定式化する。まず建設活動に際して、デベロッパーは敷地面積当り利潤 π に着目していると考え、この π は、建物売却収入 R と、建設費等のコスト C との差で定義されるが、 R と C は用途 k と容積率 I_{ki} の組合せにより定まり、 i ゾーンにおける利潤 π_i は(6)式のように表わされる。

$$\pi_i(k, I_{ki}) = R_i(k, I_{ki}) - C_i(k, I_{ki}) \quad (6)$$

ここに $R_i(k, I_{ki})$: (k, I_{ki}) に対する建物売却収入

$C_i(k, I_{ki})$: (k, I_{ki}) に対する建物建設コスト

π の具体的な関数形について以下に示す。まず収入 R_i は、建設された建物を売却することにより得られるが、ここでは(7)式のように表わすことにした。

$$R_i(k, I_{ki}) = PR_{ki} \times I_{ki}^{\alpha_k} \quad (7)$$

PR_{ki} : k 用途単位面積当り床価格

α_k : パラメータ

次にコスト C は、次のように表わされる。

$$C_i(k, I_{ki}) = C_{0k} I_{ki} + C_{1k} \left(\frac{I_{ki}}{I_{ki}^*} \right) \quad (8)$$

ここに C_{0k} : k 用途単位面積当り建設コストパラメータ

C_{1k} : 追加費用パラメータ

第一項は建物の建設費であり、敷地面積当りで考えているので容積率に比例して増大する。さらに第二項は容積率規制による制約を一種の追加費用と考え

たものである。これは、建設される建物の容積率 I_{ki} が法定容積率 I_{Lki} に近づくに従って増加するものと考えている。収入と費用については以上述べた通りであるが、さらに本研究では、各用途に対応する立地主体数を考慮する必要があると考えた。例えば住宅と商業用途を比較した場合、立地主体数を考えると住宅用途の方が大きいので全体的に住宅用途として建設される割合が高くなっている。このような状況を表わすために本モデルでは、利潤の式 π に立地主体数に関する項 D_{ki} を追加することとした。従って、本研究では用途 k 、容積率 I_{ki} に対する利潤が次式のように定式化される。

$$\pi_i(k, I_{ki}) = PR_{ki} I_{ki}^{\alpha_k} - (C_{0i} + \frac{C_{1k}}{I_{Lki}}) I_{ki} + \tau_k D_{ki} \quad (9)$$

デベロッパーは各用途毎に利潤 π を最大とする最適容積率 I_{ki}^* を想定し、それに対応する利潤 π を比較検討して、開発地の用途を選択するものとした。この I_{ki}^* は次の極大条件式により得られる。

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial I_{ki}} = 0 \quad \frac{\partial^2 \pi_i}{\partial I_{ki}^2} < 0$$

式(9)のように定式化した利潤関数について上の一階の条件を求め、 I_{ki} に関して解くと次の式が得られる。

$$I_{ki}^* = \left\{ (C_{0k} + \frac{C_{1k}}{I_{Lki}}) / (\alpha_k \times PR_{ki}) \right\}^{\frac{1}{\alpha_k - 1}} \quad (10)$$

ただし $I_{ki} \leq I_{Lki}$

また π は I_{ki}^* において、極大となる必要があるので、上に示した二階の条件より次式を満たさなければならない。

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial I_{ki}^2} = \alpha_k (\alpha_k - 1) PR_{ki} \times I_{ki}^{\alpha_k - 2} < 0 \quad (11)$$

ここで価格 $PR_{ki} > 0$ 、容積率 $I_{ki} > 0$ であることより、パラメータ α_k は、 $0 < \alpha_k < 1$ の範囲になければならない。

さて、式(10)を式(9)に代入して I_{ki} を消去すると、このモデルは用途選択に関する通常の離散選択モデルとして取り扱うことができる。いま、式(6)において π が確率変動し、その確率項がガンベル分布に従うと仮定すると式(12)のような用途選択に

するロジットモデルが誘導できる。

$$P_i(k, I_{ki}^*) = \frac{\exp(\pi_i^*(k, I_{ki}^*))}{\sum_h \exp(\pi_i^*(h, I_{hi}^*))} \quad (12)$$

これにより、 k 用途として建設される床面積 FA_{ki} が式(13)により求められる。

$$FA_{ki} = TBA_{i1} \times P_i(k, I_{ki}^*) \times I_{ki}^* \quad (13)$$

6. 用途・容積率選択モデルのパラメータ推定結果

ここでは定式化されたモデルのパラメータを推定し、実績値との比較を通じてモデルの適合性を検証する。対象地域は大阪府全域、ゾーンは市区町村単位とし、期間は1975～1980年とした。用いたデータは、床、土地のストックをそれぞれ固定資産税の課税台帳、及び国土地理院の細密数値情報に基づく集計表から、そして床面積のフローについては、建築統計年報からそれぞれ得た。モデルの作成にあたって、工業用地の変化は外生的に与え、用途の選択肢は住宅、商業の2つとした。用途・容積率選択モデルの推定結果を表-1に示す。表において、パラメータ α_k の値は式(11)に示したような極大条件、 $0 < \alpha_k < 1$ を住宅、商業とも満たしており、用途構成比の推定値と実績値の相関係数も十分高い。また、推定されたパラメータを用いて式(10)により計算された I_{ki} と実績値との相関係数は住宅、商業用途とも十分高く、このモデルは用途選択と容積率決定の状況を十分説明しているといえる。

次は、既に作成済みの新市街地開発モデル、既存市街地更新モデルに、ここで推定した用途・容積率選択モデルを連結して、1975-1980年の間に建設され

表-1 用途・容積率選択モデルパラメータ推定結果

(9)式におけるパラメータ記号		推定値	t 値
住宅用途	α_1	0.43359	1650
	C_{01}	0.92782	251
	C_{11}	1.33310	460
	γ_1	0.01869	589
商業用途	α_2	0.38803	761
	C_{02}	0.02770	736
	C_{12}	9.89532	126
	γ_2	0.16753	14
相関係数(用途構成比)		0.8074	
相関係数(住宅用途容積率)		0.8684	
相関係数(商業用途容積率)		0.7747	

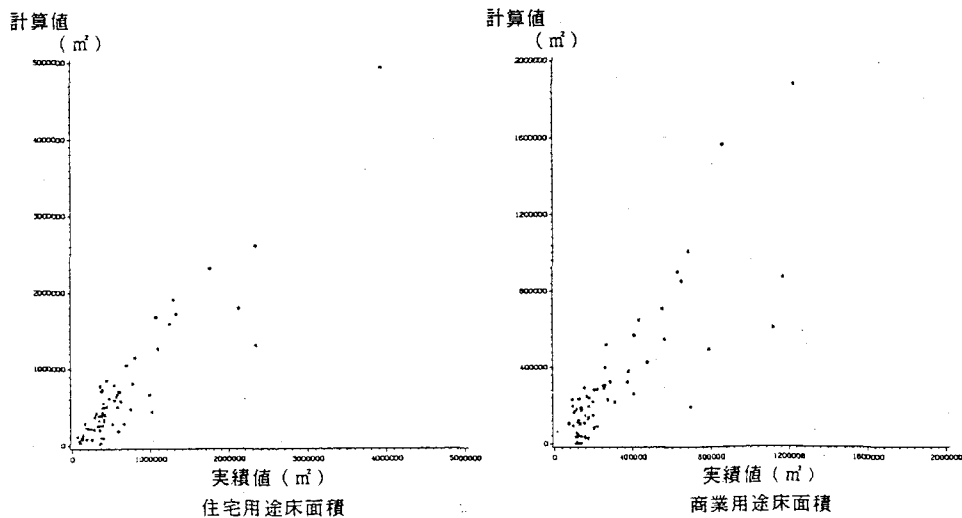


図-3 1975～1980年の間に建設された床面積に関する計算値と実績値の比較

た用途別床面積を推計し、実績値と比較した。図-3にその結果を示すが、相関係数は住宅用途で0.927、商業用途で0.840という良好な結果を得ている。

7. 法定容積率の変更にに関するシミュレーション分析

用途地域制は、土地利用計画の基本手段であるが、次に述べるような効果が期待できる。たとえば用途指定の変更により法定容積率が引き上げられると、既成市街地において、デベロッパーが既存建物の更新を行うことによる利潤を増加させることが可能となるので、都市再開発を促進するものと思われる。

一方、このような床面積の増減は交通需要の発生源を変化させるので、交通計画との関連も深い。とりわけ大都市における交通混雑の問題は、もはや交通施設整備のみによる対応では解決不可能であることが明らかであり、土地利用計画サイドの政策手段との結合をはかることが望まれる。反面、無計画な再開発促進は交通需要の集中により混雑の激化を招

く恐れもあり、交通容量と再開発の水準に関する検討も必要であろう。

ここでは、市街地変化モデルを用いて、用途地域の変更などによる法定容積率の変更が、都市圏における建設活動と交通流動に及ぼす影響を定量的に把握することとする。なお、交通流動への影響を調べるため、本分析では市街地変化モデルの出力である床面積を土地利用の指標として用いた発生集中モデルを作成し、四段階推定法による交通需要予測を行った。

法定容積率の変更にに関する分析ケースは、次のように設定した。まず、大阪府における市区町村を、都心、準都心、インナーシティ、大都市隣接地域、郊外地域に区分し、各地域において容積率を引き上げた場合を考えた。なお、郊外地域に関しては、現状においても、法定容積率に対して実現容積率が低いので、この地域の容積率変更は考えないこととする。表-2、3には、何も変更のない場合を含めた

表-2 法定容積率の変更が床面積供給量に及ぼす影響

ケース	容積率の変更を行なう地域	容積率の変更を行なった地域における床面積の増加率			増加床面積 増加容量×100
		住宅	商業	合計	
1	都心	1.081	1.090	1.088	14.4
2	準都心	1.070	1.055	1.064	8.4
3	インナーシティ	1.100	1.196	1.122	10.1
4	大都市隣接地域	1.034	1.227	1.095	6.4

*増加容量＝（変更後の法定容積率－変更前の法定容積率）×市街地区域面積

表-3 法定容積率の変更が交通サービス水準に及ぼす影響

	平均混雑度	平均走行時間	総走行時間
現況	180.7	0.7547	5.4413
ケース①	177.8	0.7536	5.4093
ケース②	180.6	0.7544	5.4384
ケース③	176.9	0.7541	5.4177
ケース④	182.5	0.7600	5.5587

計5ケースに関するシミュレーション結果を示すが、これより、次のことが明らかとなった。

①法定容積率の変更が都市圏の建設活動に及ぼす影響は、増加容量に対する床面積の増加でみると、6.4～14.4%と、地域毎に大きく異なる。すなわち都心において最も建設活動を増加させ以下インナーシティ、準都心、隣接地域と続く。

②都心、準都心地域における法定容積率増加は住宅、商業とも同じ割合で増加させるが、インナーシティ、隣接地域の法定容積率増加は商業床面積を著しく増加させる

③交通流動面では、都心における法定容積率の増加が住宅床面積を増加させるため、トリップを短距離化させ、総走行時間を軽減させるが一方で都心関連のトリップが増大するので混雑がやや増える傾向も見られる。またインナーシティの法定容積率引き上げは混雑の軽減に効果がある

8. おわりに

本研究は、デベロッパーによる建設活動のメカニズムに着目して、新市街地の開発、既成市街地の再開発という市街地変化のプロセスを記述することにより、都市圏における床面積供給量を推計するモデルを提案したものである。このモデルは、建築規制のように、既存の土地利用モデルでは取り扱うことが困難な政策手段の効果分析が可能であり、また再開発や高度利用化などの現象を記述できるので、土地利用予測そのものの精度向上にも意義がある。本モデルの構造上の特徴は、用途と容積率の選択を離散/連続混合選択モデルとして定式化したことである。

今後の研究課題としては、次の点を指摘できる。

①本モデルは、デベロッパーによる床供給活動をモデル化しているが、立地需要は、彼らの予見として含まれるものである。今後は、このような予見のあり方に関する代替的仮説について実証的な検討が必要である。

②用途・容積率選択モデルの推定の際、用途選択の情報のみにもとづいてパラメータを推定しているため、そのパラメータを用いて式(10)より推定した容積率 I_{ki} の値はバイアスを持っている。そこで、用途選択と容積率の観測値という二つの情報と整合の

とれるようなパラメータを推定する手法の開発が必要である。

最後に、本研究の実施にあたって、鳥取大学工学部小林潔司助教授には有益なコメントを多くいただいた。またデータ利用に際して、大阪府総務部地方課、及び大阪市財政局固定資産税課の皆様には便宜をはかっていただいた。ここに感謝の意を表する次第である。

なお、本研究に対して文部省科学研究費(奨励研究A、課題番号62790209)の補助を受けたことを記し感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 土木学会：国際セミナー「土地利用と交通—モデルと政策シミュレーション」、1986年
- 2) 文 世一・吉川和広・本田武志・亀井三郎：都市圏における市街地変化のモデル化に関する研究、土木計画学研究・講演集10、pp299-305、1987年
- 3) G.K.Ingram, J.F.Kain and J.R.Ginn :The Detroit Prototype of the NBER Urban Simulation Model, National Bureau of Economic Research, 1972
- 4) Marcial Echenique : The Practice of Modelling in Developing Countries, in B.Hutchinson and M.Batty(eds.) : Advances in Urban Systems Modelling, North-Holland,1986
- 5) A.Anas : Residential Location Markets and Urban Transportation, Academic Press,1982
- 6) 青山吉隆・大橋健一・近藤光男：地方都市圏における市街化過程のマクロ均衡モデル、土木計画学研究・論文集2、pp173-180、1985年
- 7) 吉川和広・春名 政・屋井鉄雄：小規模な宅地の開発コントロールに関する分析、土木計画学研究・講演集9、pp313-320、1986年
- 8) A.Anas :Short-run dynamics in the Spatial housing market, in G.J. Paragiorgiou(ed.): Mathematical Land Use Theory, pp. 261-276, Lexington Books,1976.
- 9) J.K.Brueckner :Residential succession and land-use dynamics in a vintage model of ur

- ban housing, *Regional Science and Urban Economics* 10, pp.225-240, 1980
- 10) M.Fujita : Urban spatial dynamics : A review, *Sistemi Urbani* 3, pp.411-475, 1983
 - 11) T.Akita and M.Fujita : Spatial Development Process with Renewal in a Growing City, *Environment and Planning A*, Vol. 14, pp. 205-223, 1982
 - 12) 田淵隆俊: 企業と住宅の動学的立地モデル, 日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 259-264, 1987年
 - 13) L.S.Bourne : Urban Structure and Land Use Decisions, *Annals of The Association of American Geographers*, Vol. 66, No. 4, pp.531-547, 1976
 - 14) J.F.McDonald : Changing Patterns of Land Use in a Decentralizing Metropolis, *Papers of the Regional Science Association*, Vol.54, pp. 59-70, 1984
 - 15) J.F.McDonald : The Intensity of Land Use in Urban Employment Sectors : Chicago 1956-1970, *Journal of Urban Economics*, Vol.18, pp. 261-277, 1985
 - 16) 深海隆恒: 容積率に関する基礎的研究, 日本都市計画学会論文集第6号, pp. 27-32, 1971年
 - 17) 谷口汎郎・天野克也: 既存建築物の更新実態とその内容に係わる物的条件について, 日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 277-282, 1983年
 - 18) R.B.Westin and D.W.Gillen : Parking location and transit demand : A case study of endogenous attributes in disaggregate mode choice model, *Journal of Econometrics*, Vol. 8, pp. 75-101, 1978
 - 19) E.J.Miller and S.R.Lerman : A Model of retail location, scale and intensity, *Environment and Planning A*, Vol. 11, pp. 177-192, 1979