

東京中心部における 建物床面積の予測モデルに関する研究

Prediction Model of Building Floor Area in Tokyo Central District

太田正孝*・中川義英**・森本章倫***

By Masataka OHTA, Yoshihide NAKAGAWA, Akinori MORIMOTO

The purpose of this paper is to catch a future urban structure metrically by predicting the transition of building floor area. This prediction model is constituted with transition velocity of building floor area and transition accelerated velocity, and calculated a image of future land use by making mesh map. And then, as one of solution of a problem which is coexistence with office construction and housing shortage in central district, we paid attention to Compulsory attached Housing and proposed an effectual urban policy.

1. はじめに

現在東京大都市圏において、過密問題、住宅不足、ビル需要等の問題に対処するために種々の政策型開発が行なわれている。しかし、これらは局地的に現実の動きをとらえた追認型であり、抜本的な問題解決には至っていない。今後の土地利用計画は局地的な開発ばかりでなく、法的規制を備えた目標誘導型の計画にも対応すべきであり、その誘導政策の方法を検討していく必要がある。そのためには地区の自然推移をトレンド型で示し、将来の土地形態を把握することで、現況かつ将来に即した容積コントロールを行なうことが望ましい。

本研究では、以上のような立場から建物用途別床

面積の推移を予測し、都市の将来像を計量的に把握することを目的とする。さらに、一つの適用例として、住宅付置義務に着目した政策的シミュレーションを行い、そのうえで有効な都市政策への提言を試みる。

既成市街地の土地利用変化を取り上げている既存研究としては、東京都都市計画局が実施したポイントサンプリング調査によるデータを利用した研究が進められている。千歳は、この調査結果をデータベースとして、環六以内の区域で土地利用の分析¹⁾、また東京都区部で地域計量モデルに基づく土地利用の分析²⁾を行っている。データを時系列的に取り上げた調査研究³⁾⁴⁾においては、建物分布、敷地規模用途が、調査の期首時、期末時でどの様に変化しているか把握し、それをモデル化し変化要因の究明を行っている。「東京都区部における土地利用研究調査」⁵⁾では、上述のポイントサンプリング調査のデータと今回61年の調査結果を用いて、過去5年の

* 正会員 工修 三菱商事株式会社 開発建設第三部 (〒100-86 千代田区丸の内2-6-3)

** 正会員 工博 早稲田大学助教授 理工学部土木工学科 (〒169 新宿区大久保3-4-1)

*** 学生会員 工修 早稲田大学理工学研究科

区部の土地・建物変化を量的に把握し、変化のメカニズムを解明することを試みている。

しかし現段階では、地区の現況を分析し、実態把握を行っているものの、地区構造、土地利用の変化に影響を及ぼす要因を抽出し、その要因を分析しているものがほとんどであり、地区の時間的な推移を主題として、それを連続的に扱い、変化を動学化して展開している例が少ない。一方、坂本⁶⁾は、土地利用変更行動という考え方を導入し、土地利用推移の動学化を図っている。土地利用変化は均衡状態の変化より遅れを伴っているとの基本前提のもとに、土地の供給側の論理を構築しており、従来の立地均衡モデルとは異なっている。

本論は、都市内の地区推移を視覚的にかつ単純に把握するため、推移曲面・推移曲線の概念を導入し、直行座標系内で地区の自然推移を表現した。⁷⁾⁸⁾

しかし、この従来のモデルにおいては間接指標（地価・人口・容積率）しか組み込まれておらず、直接土地利用の指標を予測することはできなかった。そこで本研究では、建物用途別に床面積の動向を捉え、用途別の推移が計量的に得られるようにし、土地利用の将来像が直接把握できるようなモデルにしている。また、3時点のメッシュデータを用い、地区の加速度的な推移を表現し、モデルの動学化を図っている。さらに、床面積の将来値を求めるまでは、政策変数が入っておらず、自己完結型のモデルであると言える。モデルからは、地区毎に、用途別の床面積が得られるが、これを用いれば、床面積がどれだけ増加するかが把握でき、種々の政策的なシミュレーションが行える。

図1に本研究で構築した建物床面積の予測モデルの全体構成を示した。

2. 分析対象地域及び使用データ

(1) 分析対象地域

本研究で分析の対象とする地域は、図2に示す東京都心部及び、その周辺である。概ね山の手線内となっており、千代田、港、新宿、文京、豊島、渋谷の各区、及び中央、台東、荒川、北、品川、目黒、にまたがる地域である。分析対象地域は、ポイント・サンプリング調査の際の500mメッシュに合わせて、

メッシュ分割している。その結果、分析対象地区は460個のメッシュに分割されるが、このうち皇居、公園、軌道、下水道などの占有面積が、過半を占める地域は、対象外とし、計444個のメッシュを分析対象とする。

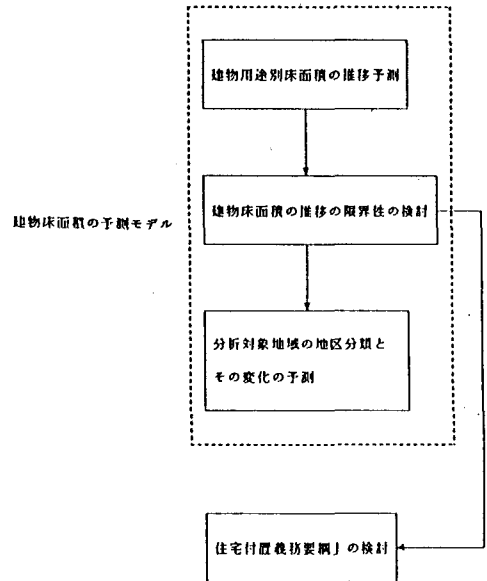


図1 モデルの全体構成

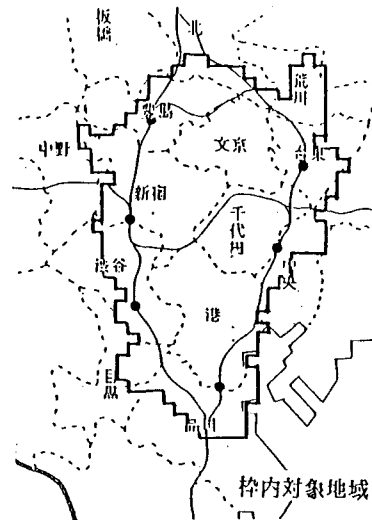


図2 分析対象地域（概ね山の手線内）

(2) 基礎データ

本研究の建物用途別床面積の基礎データとして、昭和52年、56年、61年の3時点の値を用いた。昭和52年は、「防災都市構造実態調査」の500mメッシュ

のデータを用い、昭和56年、61年のデータは、東京都都市計画局のポイント・サンプリング調査結果⁹⁾を用いた。尚、ポイント・サンプリング調査の精度については、日本住宅総合センターの調査研究¹⁰⁾を参考にした。

3. 建物床面積の推移予測

建物用途別床面積の将来値の算出方法を以下に示す。

用途別床面積のデータは、前述の3時点のものを用い、床面積の単位時間当りの変化量（推移速度）及び推移速度の単位時間当りの変化量（推移加速度）を求めて各用途毎に漸化式を作り、逐次予測値を算出した。その結果は、表1に示した本モデルでの分類毎に、つまり専用独立住宅、集合住宅、業務、商業、工業、その他の分類毎に集計し、5年おきに20年先まで予測した。

表1 本研究での分類

用地	建物用途の区分		統合した区分
	52年調査 Ⅱ1	56, 61年調査 Ⅱ2	
宅地	・ 住居	・ 専用独立住宅	①専用独立住宅
	・ 共同住宅	・ 集合住宅	②集合住宅
	・ 事務所 ・ 官公庁	・ 事務所建築物 ・ 官公庁施設	③業務
	・ 商店、修繕店 ・ デパート ・ 飲食店、風俗営業 ・ 劇場、遊興施設 ・ ホテル、旅館	・ 住商併用施設 ・ 専用商業施設 ・ 宿泊、遊興施設 ・ スポーツ、興業施設	④商業
	・ 工場 ・ 倉庫	・ 専用工場、作業所 ・ 住居併用工場、作業場 ・ 倉庫、運輸関係施設	⑤工業
	・ 学校、図書館、美術館 ・ 病院、託児所 ・ 上下水処理、ゴミ処理施設 ・ 卸売市場 ・ その他	・ 教育文化施設 ・ 厚生医療施設 ・ 供給処理施設	⑥その他

Ⅱ1：防災都市計画調査（S.32） Ⅱ2：土地利用現況調査（S.56,541）

推移速度及び推移加速度を次のように定義した。

$$V(t) = \frac{S(t) - S(t - \Delta t)}{\Delta t} \quad (1)$$

$$\alpha(t) = \frac{V(t) - V(t - \Delta t)}{\Delta t} \quad (2)$$

ここで $V(t)$ ：t年次の推移速度（ m^2/year ）

$S(t)$ ：t年次の床面積（ m^2 ）

Δt ：tと（t- Δt ）年次の期間
（今回 4及び5年）

$\alpha(t)$ ：t年次の推移加速度（ m^2/year^2 ）

(1)式、(2)式を用いると Δt 年後の床面積 $S(t + \Delta t)$ は次のようになる。

$$S(t + \Delta t) = S(t) + V(t) \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \alpha(t) \cdot \Delta t^2 \quad (3)$$

(3)式を用いて、漸化式(4)を作り、逐次予測値を求めた。図3に算出方法の基本図を示した。

$$S(t_n) = S(t_{n-1}) + V(t_{n-1}) \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \alpha(t_{n-1}) \cdot \Delta t^2 \quad (4)$$

ここで、 $\Delta t = t_n - t_{n-1}$

$$V(t_{n-1}) = \frac{S(t_{n-1}) - S(t_{n-2})}{t_{n-1} - t_{n-2}}$$

$$\alpha(t_{n-1}) = \frac{V(t_{n-1}) - V(t_{n-2})}{t_{n-1} - t_{n-2}}$$

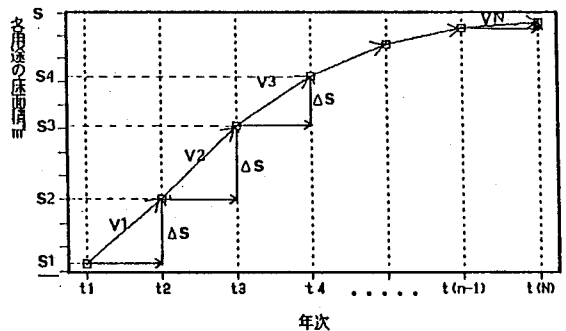


図3 算出方法の基本図

ここでの算出方法は、基本的にはトレンドモデルであるが、単純トレンドではなく、入手した3時点のデータで、建物用途別床面積の推移速度、推移加速度を求めたことにより、2時点のデータと比べて推移を加速度的に表現できるという点で有効であると言える。

しかし、ここで求めた将来値は、床面積の物理的な建築限界や法規制上の建築限界を考慮していないので、限界性を考えない場合または、その地区に何等の施策を施さずにそのまま放置しておいた場合の床面積の推移が把握できることになる。

4. 建物床面積の推移の限界性に関する検討

3. では建物用途別床面積の自然推移について将来値を算出したが、ここでは推移の限界を法定容積率とし、建物床面積の推移の限界性について検討する。分析単位は500mメッシュをパーソントリップの計画基本ゾーン毎に積み上げたものとした。現況容積率及び、自然推移による容積率は、3で求めた自然推移による建物用途別床面積の全床面積の値を、昭和61年の宅地面積で除したものである。

ロジスティック曲線 (logistic curve) は、式 (5) あるいは、式 (6) によって表される。

$$Y = \frac{1}{a + b \cdot c^t} \quad (5)$$

$$Y = \frac{L}{1 + m \cdot e^{-rt}} \quad (6)$$

ただし、a、b、c、m、r はパラメーター
L : 極限值

本研究ではL値先決法の極限值を法定容積率とし、昭和52年、56年、61年の容積率の値より曲線式を算出した。

図4、図5に容積率の自然推移とロジスティック曲線との比較を示す。図4、図5において、自然推移の値が、法定容積率を越える場合、ロジスティック曲線の値を採用し、それ以外は自然推移の値を容積率の将来値として修正した。その結果、予測期間内に法定容積率を、超えた地区がいくつかあった。

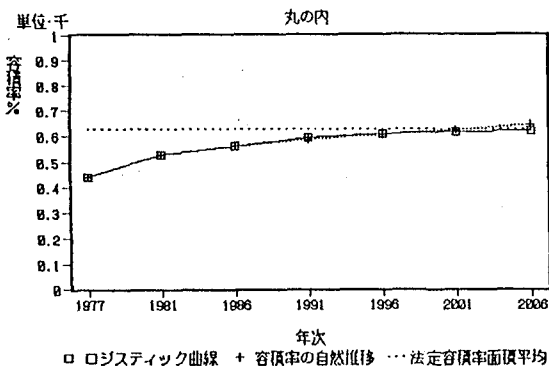


図4 容積率の推移とロジスティック曲線 (丸の内)

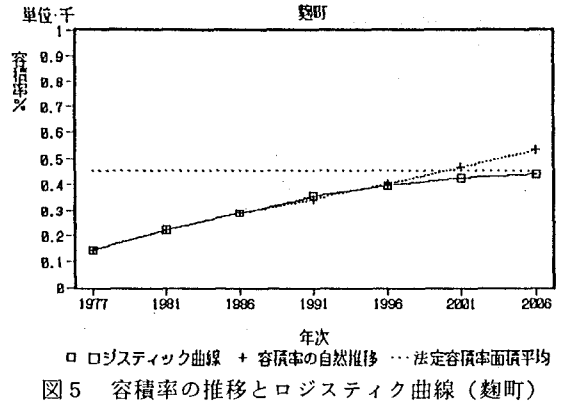


図5 容積率の推移とロジスティック曲線 (麹町)

修正後の容積率を用いて、新たに建物床面積の将来値を求め、3で求めた建物用途別床面積の6つの用途分類 (専用独立住宅、集合住宅、業務、商業、工業、その他) の全床面積に対する構成比により、配分して用途別床面積を算出した。(図6、図7)

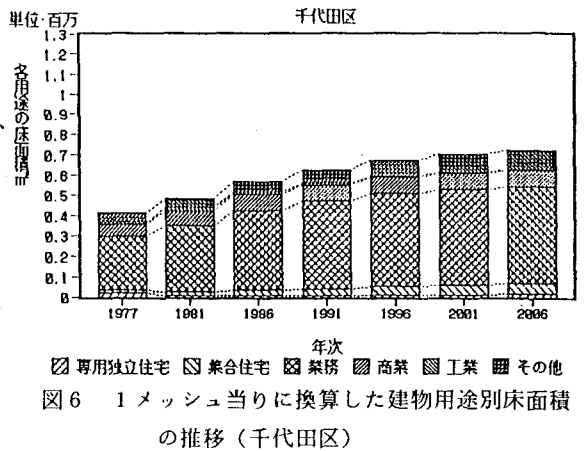


図6 1メッシュ当りに換算した建物用途別床面積の推移 (千代田区)

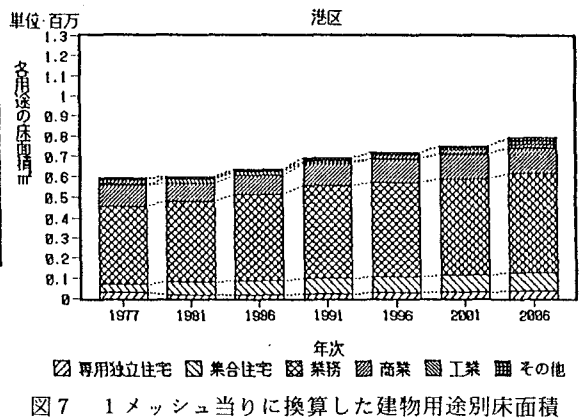


図7 1メッシュ当りに換算した建物用途別床面積の推移 (港区)

都心3区（千代田、中央、港区）では、全床面積に対する業務用途床面積の比率が高く、業務用途床面積の増加が全床面積の増加の大きな要因となっている。また、3区とも工業用途床面積が将来的には減少し全床面積に対する割合は、極めて小さくなるという結果である。また、住居用途床面積は、増加傾向を示しているがおもに増加しているのは、集合住宅である。しかし、全床面積に対する割合は小さい。また、中央区は、1977年～1981年にかけて一旦減少傾向にあるが、将来的には全床面積は、増加傾向を示している。また各区の床面積の利用の特徴として、千代田区ではその他用途の床面積が大きく、また商業用途の床面積が小さい、港区では都心3区の中では住居用途床面積の比率が比較的高いということである。

5. 分析対象地区の地区分類とその変化

建物用途別床面積の現況値と将来値をもとに地区分類を行った。採用した地区分類方法は、大島、太田⁷⁾⁸⁾が作成したもので、各地区の住居・業務・商業の各用途の全用途に対する比率をもとに、三角座標上で分類を行った。

本研究の分析対象地域である図2に示す地域は、大部分が既成市街地であり、そのほとんどが都市的土地利用が行われている。しかし、各地区ごとにみて行くと、かなりの違いが生じている。高度に業務機能の集積した地域や、低層の木造住宅が多い地域など、その土地利用形態には、様々なものがある。建物用途別床面積を使い地区分類を行うことにより、地区推移の方向性あるいは、推移傾向を分析した。図8に住居、業務、商業の3用途の構成比率による分類方法を三角座標上に示した。

単一用途としては住居、業務、商業、工業を設定し、さらに住居、業務、商業の内2つが混合している状態の混合用途を考え設定した。尚表1に示した建物用途の区分に対し、専用独立住宅と、集合住宅を住居系用途とした。

図8で明かなように、業務用途に関しては、60%でその集積を認め、さらに60%以上では、集積が著しいとし、業務用途に特化している地区と判定することにした。この数字は、業務、商業、その他を3軸とする座標で50%以上を業務卓越としている先の苦瀬¹²⁾の方法に対応するものである。つまり、本

論では「業務、商業、その他」ではなく、「業務、商業、住居」を軸としているわけで、「その他」の中から「住居」系以外の比率を除けば、その分だけ業務用途、商業用途の構成比率の上昇を招くと考えたためである。

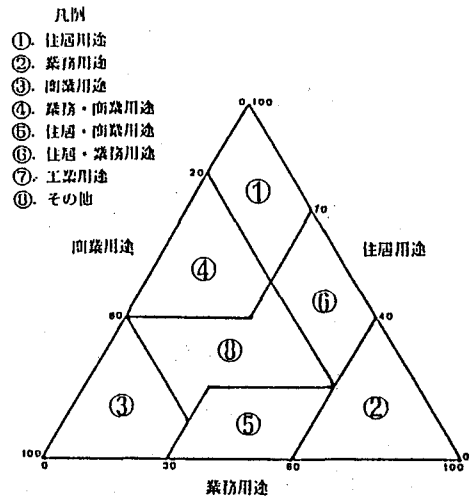


図8 三角座標による地区分類基準

また、商業用途に関しては、その集積を認めるボーダーを20%と低くした。これにより、商業用途が他の2用途と混合した形態をとることが多い現実の地区を的確に捕らえることができると考える。しかし、商業特化については、業務の場合と同様に60%以上としている。

表2：用途分類の変化（メッシュ数）

年次	1977	1981	1986	
住居用途	209	190	190	
業務用途	70	87	69	
商業用途	11	9	8	
住居・商業用途	40	82	77	
業務・商業用途	17	18	21	
住居・業務用途	60	34	35	
工業用途	17	4	9	
その他	20	34	35	
合計				
年次	1991	1998	2001	2008
住居用途	182	180	164	161
業務用途	79	95	115	120
商業用途	10	10	14	18
住居・商業用途	53	32	30	28
業務・商業用途	18	17	14	16
住居・業務用途	63	72	70	72
工業用途	7	8	8	7
その他	32	30	29	22
合計				444

表2に用途分類の変化を示す。メッシュ数の上からは住居用途の減少が目立つ、1977年には、209メ

ッシュあったものが、2006年には、161メッシュに減少している。また、業務用途の増加は際だっており1977年には70メッシュだったものが120メッシュへと増加している。

地区分類の結果をメッシュ図におとすと図9～図11のようになる。

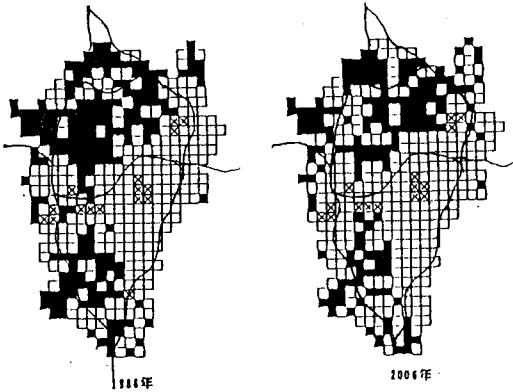


図9 住居用途比率70%以上の地区の推移

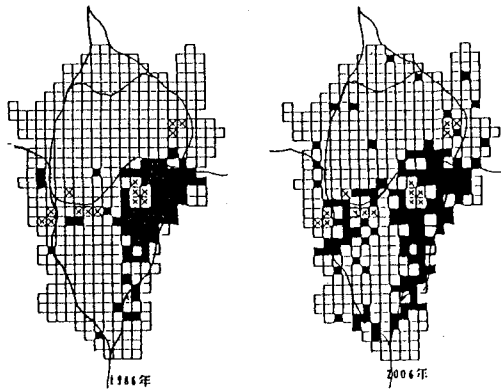


図10 業務用途比率60%以上の地区の推移

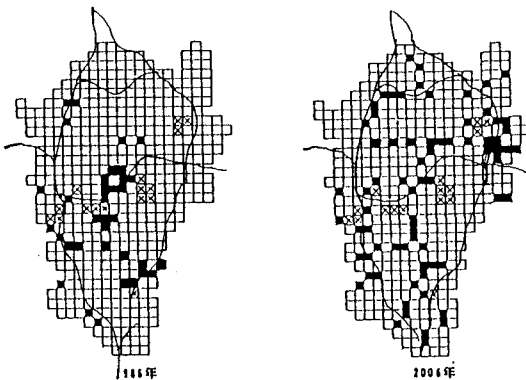


図11 住居・業務用途比率70%以上の地区の推移

6. 建物床面積の将来値の利用法の一例

建物床面積の将来値の利用法の一例として、港区の「住宅付置義務要綱」のモデル化を行い、その効果を計量的に把握することを試みる。港区の「大規模建築物等の建設計画の事前協議に関する指導要綱」をシミュレートし、4. で求めた用途別床面積の現況値、将来値及び容積率等を用いてモデルを構築するものとする。分析の基本単位は、3、4と同様に500m*500mメッシュとし、最終的には区単位で集計するものとする。

以下、モデルの構築方法を述べる。

(1) 適用対象

要綱の対象となるのは、「大規模建築物等のうち延べ面積が3000平方メートル以上」とあるが、ここでは次のようにモデル化する。

①1メッシュ内、1期(5年)で1件の建設があったものとする。

②1期(5年)で、住居用途以外の床面積の増加量が3000平方メートル以上のメッシュを対象とする。

(2) 付置住宅の規模

付置住宅の規模は、敷地面積の50%以上(商業地域)、敷地面積の100%以上(商業地域以外)となっている。

(3) 特例措置

建築物に住宅を付置できない場合は、区内の他の敷地に住宅を建設することもできるとあるが、これは、モデルに組み入れないものとする。結果は、最終的には区単位で集計するのでこの特例が区内に限定されていれば特に組み入れる必要はないものと思われる。

該当メッシュが商業地域であるか否かの判断は、用途地域図から、メッシュ内で最大面積を占める用途地域を調べ定めた。

この方法で商業地域に該当したメッシュについては、(7)式により、「住宅付置義務要綱」による住居床面積の増加量を算出する。

ここで、 t 期における該当メッシュの容積率を V_t 、 t 期における該当メッシュの住居以外の床面積を S_t とすると、「住宅付置義務要綱」による住居床面積の増加量 E_t (1メッシュ、 t 期から $t+1$ 期)は、

$$E_t = (S_{t+1} - S_t) \cdot \frac{50}{V_t} \quad (7)$$

また、商業地域以外の場合は、

$$E_t = (S_{t+1} - S_t) \cdot \frac{100}{V_t} \quad (8)$$

と表せる。

港区の建物用途別床面積の推移、及び住居床、業務床の構成比を図12、図13に示した。

また、構築した「住宅付置義務要綱」のモデルを港区に適用した結果を図14、図15に示す。

図12、図13からわかるように、港区の全床面積の増加のほとんどが業務床であり、構成比からみると、1977年では、住居と業務の比がほぼ1:1あるのに対して、2006年には3:5となってしまうことが予測された。

適応結果の図14をみると、要綱施行後5年間で住居床111万㎡増だけの効果があることがわかった。構成比に換算すると4%増である。

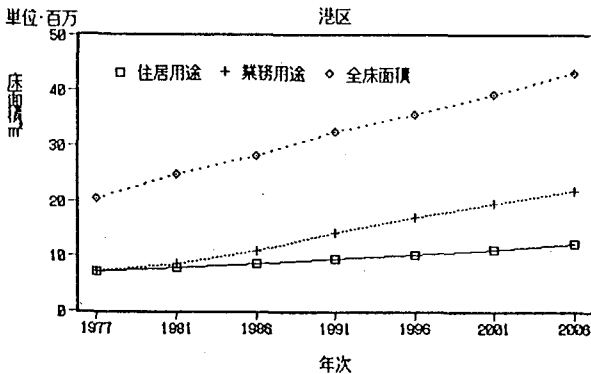


図12 建物床面積の推移（港区）

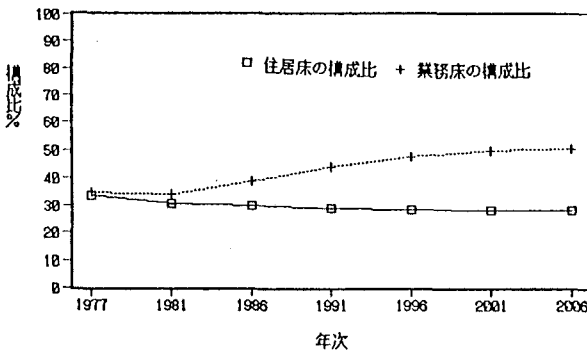


図13 建物用途別床面積構成比の推移（港区）

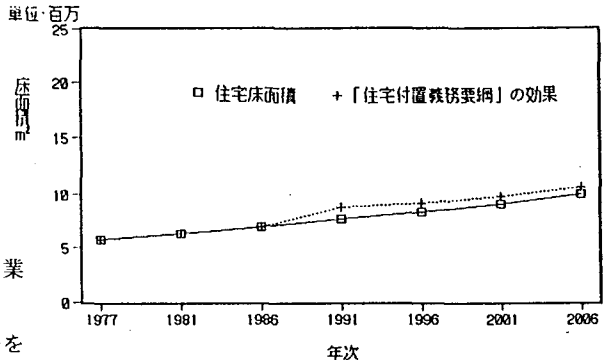


図14 「住宅付置義務要綱」の効果（住居床面積）

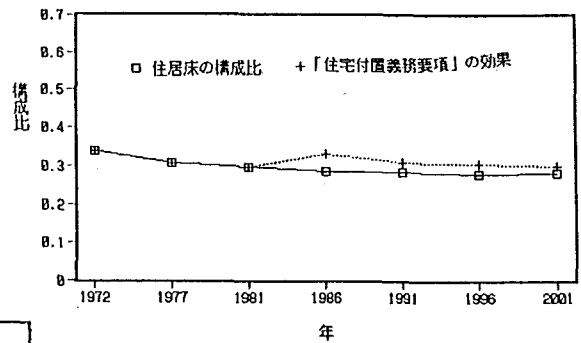


図15 「住宅付置義務要綱」の効果（床面積構成比）

7. まとめ

本研究からは、次のようなことが導かれた。

3. で算出した床面積の推移が法定容積率をL値にしたロジスティック曲線を超えた地区、つまり、高度利用の必要性、需要が高い地区がいくつかあった。丸の内、麹町、神田、有楽町、八重洲、銀座、麻布地区がそれにあたる。こうした地区は、需要優先の立場から言えば、規制緩和をすべき地区の候補である。逆に、他の地区は、まだ飽和段階に達してはいないと判断できる。しかし、規制緩和の必要性の高い地区でもインフラ容量、都市容量を検討した上で、緩和措置を考えるべきである。

業務用途の地区では、業務機能の過度の集中を抑制しながら、再開発により、インテリジェントビルの建設等の業務施設の充実を図っていくことが望まれる。

住居用途の地区では、業務用途の地区とは直接接触せず、住居・業務用途というクッションの効果を

利用して、居住空間の回復を進めて、定住性を高め、環境づくりにも力を入れて行くべきである。

また、住居・業務地区では、業務機能の都心、副都心を中心とする拡大を食い止め、地区計画などにより、良好な住宅地の保全を図るとともに、ボーナス住宅性、立体的用途制などの導入により、業務機能と住居のバランスを保つ役割を果たすように計画するべきである。都心部では、住居床の過半を集合住宅が占め、住居床の増加分のほとんどを占めている。住居床は、現在、将来ともに、漸増傾向にあり、「住宅付置義務要綱」の効果も合わせれば、住居床の増加により、人口の増加も期待できるはずである。

しかし、集合住宅のオフィス化率が年々増加しているために人口は、実際には、減少している。人口減少に歯止めを掛けるためには、「住宅付置義務要綱」の積極的な利用もさることながら、集合住宅の利用の実態にも目を向けなければならない。図16に土地利用の現況と将来像を示したが、特に住居・業務用途の地区では、「住宅付置義務」の導入または強化により、住居と業務のバランスを図るべきである。

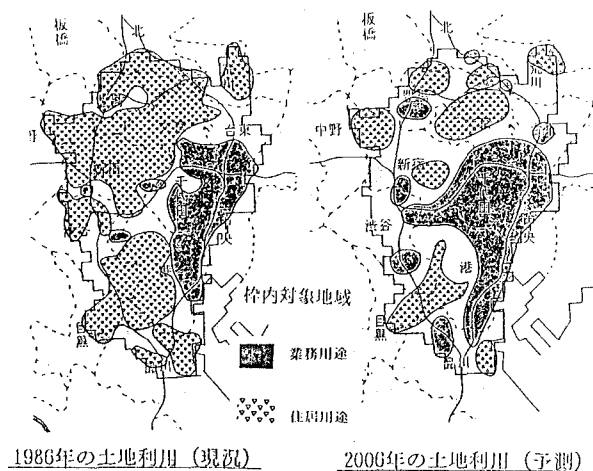


図16 土地利用の動向

3, 4で求めた建物用途別床面積の将来値の利用法として、「住宅付置義務要綱」の効果为例に上げて検討した。都市の成長・発展や現在直面している土地問題を解決するためには他にも今回の分析の利用法が考えられる。

1つは、土地の高度利用の進展と地価上昇との間には、強い相関関係があり、これを使えば、高度利用の進展に伴う地価上昇が合理的に予測でき、将来の開発利益を推計できる。また、各種のプロジェクトの立地地点の特性やその発展方向の予測も可能である。また、駐車場整備、新交通システム、地下鉄新線等の公共サービスの建設などの実現化の可能性の調査にも応用できる。

さらに、今回の手法により、建物用途別床面積の増加量が計画的に把握できれば、昼間人口、夜間人口、従業者数の増減、地価の上昇、固定資産税の増収などの予測も可能である。このように、本研究で求めた床面積を使っているいろいろなシミュレーションを行うことにより、現在われわれが直面している数々の都市問題、土地問題の解決に役立つことになると思われる。

参考文献

- 1) 千歳寿一；東京の都心及びその周辺部の土地利用構成，日本都市計画学会学術研究論文集，No5, pp92-95, 1970
- 2) 千歳寿一；多地域計量モデルによる東京都区部の土地利用の分析について，地理評58-10, pp674-684, 1983
- 3) 東京都区部における土地利用変化の分析に関する調査研究，（財）日本住宅総合センター，1983
- 4) 東京都区部の土地利用変化とその要因のモデル分析に関する調査研究，（財）日本住宅総合センター，1985
- 5) 東京都都市計画局；東京都区部における土地利用研究調査，（座長：森村道美），1988
- 6) 坂本一郎；既成市街地の土地利用推移に関する基礎的研究，東京工業大学学位論文，1985
- 7) 大島伸生，中川義英，松村茂；土地利用の着目した地区推移過程を把握する手法の開発，土木学研究・講演集，No. 8, pp405-410, 1986
- 8) 太田正孝，中川義英，大島伸生；地区推移過程分析モデルの開発に関する研究，土木学会第42回年次学術講演会，pp478-479, 1987
- 9) 東京都都市計画局；防災都市構造実態調査，1977，土地利用現況調査，1981, 1986
- 10) 日本住宅総合センター；東京都区部における土地利用変化の分析に関する研究，1983
- 11) 日本住宅総合センター；東京都区部の土地利用変化とその要因のモデル分析に関する調査研究，1985
- 12) 苦瀬博仁；地方都市における中心業務地区（CBD）の研究，学位論文，1980