

土木研究所資料

広域圏土地利用モデルの開発
—中間報告—

昭和59年 3 月

建設省土木研究所
企画部システム課

Copyright © 58年度 by P.W.R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

広域圏土地利用モデルの開発 — 中 間 報 告 —

1	はじめに	1
2	研究の目的と概要	2
2-1	研究の背景と目的	2
2-2	研究の概要	2
3	従来の土地利用モデルとその展開	13
3-1	土地利用モデルとその課題	13
3-2	土地利用モデルの展開	14
3-2-1	経済数理型モデル	14
3-2-2	ローリー型モデル	15
3-2-3	システムダイナミックス・モデル (SDモデル)	16
3-2-4	確率・統計型モデル	17
4	広域圏土地利用モデルの全体構成	19
4-1	土地利用モデルの基本的考え方	19
4-1-1	配分型モデル	19
4-1-2	従業人口ベース型モデル	19
4-1-3	ローリー型モデル	20
4-2	土地利用モデルの全体構成	21
4-2-1	土地利用モデルの基本仕様	21
4-2-2	土地利用モデルの全体フロー	23
4-3	立地配分の基本式	24
4-3-1	立地配分式の導出	24
4-3-2	立地配分式のパラメータ推定方法	28
5	住宅立地予測モデル	29
5-1	関東における人口・世帯分布の現況	29
5-2	モデルの基本構造	30
5-3	住み替え及び住宅需要予測モデル	31
5-4	居住地選択モデル	37
5-4-1	居住地選択モデル	37
5-4-2	戸建需要層居住地選択モデル	38
5-4-3	中高層需要層居住地選択モデル	41
5-5	住宅地地価モデル	43

5-5-1	住宅地地価モデル	43
5-5-2	パラメータ推定結果	43
6	商業・業務立地予測モデル	44
6-1	関東における商業・業務立地の現況	44
6-2	モデルの基本構造	46
6-3	近隣業立地モデル	48
6-3-1	近隣業立地モデル	48
6-3-2	パラメータ推定結果	48
6-3-3	時間距離感度分析	51
6-4	中枢業立地モデル	53
6-4-1	中枢業立地モデル	53
6-4-2	パラメータ推定結果	53
6-4-3	時間距離感度分析	55
7	工業立地予測モデル	57
7-1	関東における工業立地の現況	57
7-1-1	工業立地分布の現状	57
7-1-2	工業立地動向分析	57
7-2	モデルの基本構造	58
7-2-1	工業立地の基本的考え方	58
7-2-2	工業立地予測モデルの基本構造	59
7-2-3	工業立地需要の求め方	60
7-3	工業立地予測モデルの構築	62
7-3-1	モデルの定式化	62
7-3-2	Nested Logit Model による立地選好分析	64
7-4	工業立地予測モデルのテスト・ラン	72
7-4-1	前提条件	72
7-4-2	テストラン結果1～実績値の再現	74
7-4-3	テストラン結果2～時間距離感度分析	77
8	広域圏土地利用モデルの検討課題	80
9	収集資料一覧	82

1. はじめに

大規模特殊道路は周辺地域の交通条件を大きく改善するばかりではなく、周辺地域に工場や住宅等の立地を誘導し地域開発等を促進する効果を持っていると考えられる。

したがって、その効果を正しく把握するためにはまず特殊道路の供用によって生じる土地利用等の変化を予測し、それから開発交通量の推定や、地域開発効果の把握、特殊道路と周辺地域の地域計画や都市計画との整合性の評価等を行う必要があると考えられる。

当課では、昭和 57 年度より 3 ケ年の計画で、道路交通条件の変化によって生ずる土地利用等の変化を予測する土地利用モデルの開発を進めてきており、現在までに土地利用モデルの中心となる立地予測サブモデル（住宅、商業・業務、工業）を概成している。本資料は各立地予測サブモデルの概要および土地利用モデルの全体構想等について中間報告をするものである。

なお、モデルの開発にあたっては東京大学中村英夫教授、同宮本和明講師、日本立地センター金子勝部長、建設省建築研究所浅野光行都市施設研究室長、菊地正倫同室研究員、建設省関東地方建設局道路計画第二課酒井利夫係長らより貴重な助言をいただいた。また、宮本和明講師には工業立地予測モデルの作成において御尽力いただいた。ここに感謝の意を表したい。しかしながら、それらの助言が本報告に十分生かされていないとすればそれは筆者らの能力の不足に帰せられるべきものである。

建設省土木研究所企画部システム課

柴 崎 亮 介
市 村 靖 光

2. 研究の目的と概要

2-1 研究の背景と目的

首都圏中央連絡道等の大規模特殊道路は4～6車線の自動車専用部と2～4車線の一般側道部よりなり、国土主要幹線道路網の一部として様々な効果を発揮することが期待されている。それらの効果は大きく交通処理効果と地域開発効果に分けられる。

交通処理効果とは自動車交通量の一部を大規模特殊道路で分担することにより、既存の道路網の負担を軽減しあるいは機能を向上させる効果である。たとえば周辺都市の都心部通過交通の排除、既存道路の混雑解消、主に放射方向に発達してきたこれまでの主要幹線道路相互の連絡などがあげられる。

地域開発効果とは、輸送コストが安く輸送時間も短い新たな交通路を提供することにより、人や貨物の移動を円滑化し、周辺地域のアメニティや産業の活動水準を向上させ、あるいは新たな住宅、産業の立地を誘導する効果であり、交通処理効果に比べ間接的かつより長期的に生ずる効果である。例としては、都市間の連絡強化とそれによる商業・業務機能等の都市機能の強化、都市の計画的市街地形成のための交通軸の提供、あるいは地域開発のための交通軸の提供などがあげられよう。

大規模特殊道路の必要性を主張するためにはこれらの効果を定量的に把握する必要がある。しかしながら、これまでの多くの効果分析事例においては、大規模特殊道路の供用による土地利用等の変化を定量的に予測できなかったため、①沿道地域に誘導的に立地した工場や住宅等から発生する開発交通量の推計ができていない、②地域開発に与えるインパクトが不明であり、各県等の地域計画や都市計画との整合性が評価できていないなどの欠点があり、特に大規模特殊道路のような地域開発の意味で戦略的な路線については不十分であったと言えよう。また逆に言えば、土地利用変化の予測ができれば特殊道路による効果、特に、地域開発効果の定量的な評価は大きく前進すると考えられる。

本研究では、大規模特殊道路の供用が道路交通条件の変化を通じて住宅や産業の立地分布に与える影響を定量的に予測するモデルー広域圏土地利用モデルーを開発することを最終的な目的としている。

2-2 研究の概要

2-2-1 研究のフロー

本研究のフローを図2-1に示す。モデル構築のケーススタディ地区は関東一都六県（茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川）とする。なお、本資料では各サブモデルの構築の一部までを中間的に報告する。

本モデルの目標とする基本的な仕様は表2-1に示すとおりである。またモデル構築の基本的な考え方を以下に述べる。

1) 配分型モデル

本土地利用モデルは、対象地域全体における各立地主体の総立地量フレーム（夜間人口、業種別従業人口等）を所与とし、それらを各ゾーンに配分することによって各ゾーンの立地量を予測する配分型のモデルとする。その理由は、他の上位計画において設定されている将来人口、将来生産額等との整合が容易となること、モデルの中でフレームを予測する必要がないため、モデルの構造の簡略化や操作性（データの更新や機能の追加の容易さなど）の向上等がはかれることなどである。

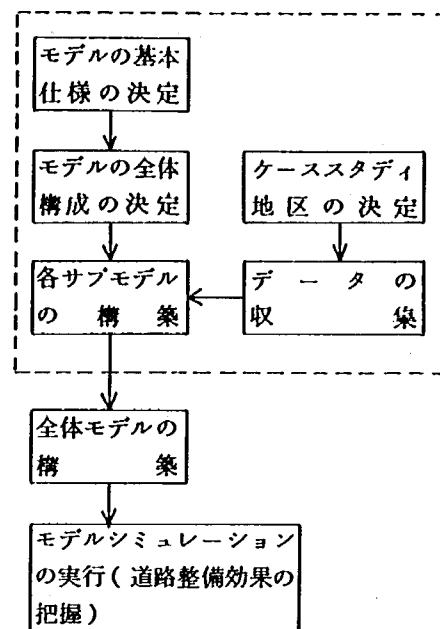


図2-1 広域圏土地利用モデルの開発フロー

表2-1 モデルの基本仕様

1. ゾーニング	建設省による集約Bゾーン（関東一都六県で208ゾーン）
2. 入力政策データ	① 経済計画，社会経済フレーム（人口，出荷額等） ② 土地利用規制（用途指定など） ③ 工場等の立地誘導政策（地域指定など） ④ 交通条件（道路・鉄道網）
3. 主要なゾーン別将来予測指標	① 夜間人口 ② 工業従業人口及び販売額 ③ 商業・業務従業人口及び販売額 ④ 土地利用 ⑤ 地域所得等
4. 予測目標年次	昭和75年（西暦2000年）
5. モデル構造	モデルはサブモデル群より構成され，サブモデル単位で機能の追加，変更やモデルの更新が可能な形とする。

2) 人口ベース型モデル

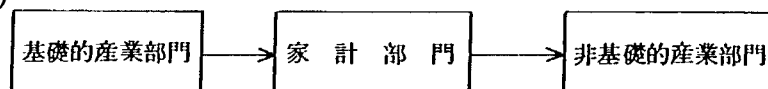
土地利用モデルが各立地主体（住宅、産業等）のゾーン別立地量を予測する場合、立地量は一般に人口ベース（夜間人口、従業人口等）、面積ベース（敷地面積、工場面積、売場面積等）、貨幣ベース（生産額、販売額等）の各立地量尺度により計測できる。

本モデルでは基本的に人口ベースで立地量を扱い、必要に応じて原単位等により面積ベース、貨幣ベースに変換する。その主な理由は、データの収集・加工が容易なことである。一般に人口ベースの統計データの入手は容易であり数値自体の信頼性も高い。例えば第3次産業については、従業人口以外のデータ（生産額等）の入手は困難である。さらに、貨幣データのように年次の差によりデフレートする必要がないのも大きなメリットである。

3) ローリー型モデル

ローリー型モデルとは一般に土地利用における立地主体を、①基礎的産業部門（例：製造業）、②非基礎的産業部門（例：商業）、③家計部門（従業者世帯）に大きく三分類し、まず基礎的産業部門が先験的に立地し、その基礎的産業部門の立地分布が家計部門の立地を規定し、さらに家計部門の立地分布が非基礎的産業部門の立地を規定するという立地序列を仮定して予測を行うモデルである。（図2-2参照）

このように立地序列を単純化して仮定することにより、モデル



構造の単純化や操作性（機能の追加やシミュレーション条件

図2-2 ローリー型立地序列（図4-1再掲）

設定の容易さ）の向上等が可能となる。

本モデルでは、以下のように5分類された立地主体について図2-3に示すような立地序列を仮定しており、1期=5年の逐次くり返し計算により予測を行う。

1. 製造業素材型生産部門 (M_1)
 2. 製造業組立型生産部門 (M_2)
 3. 家計部門 (H)
 4. 近隣型商業・業務部門 (C_1)
 5. 中枢型商業・業務部門 (C_2)
- } 基礎的産業部門
- } 非基礎的産業部門

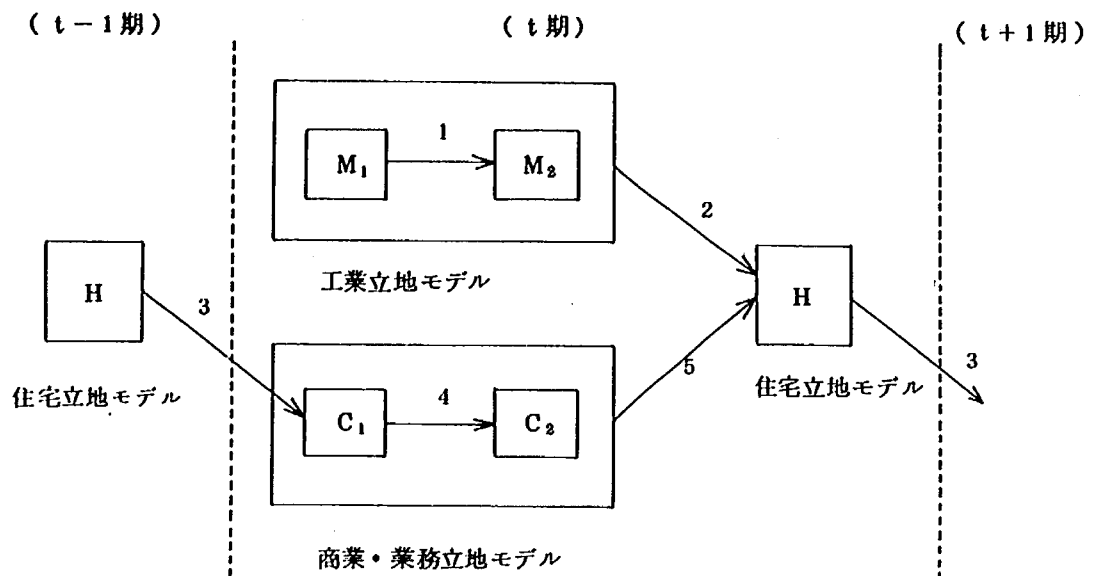


図 2-3 モデルの立地序列 (再掲図 4-2)

- 1 : 入出荷等
- 2 : 雇用, 通勤
- 3 : 商品・サービスの購入 (一期遅れ)
- 4 : 入出荷, 情報の提供等
- 5 : 雇用, 通勤

2-2-3 モデルの全体フロー

本モデルの全体フローは図 2-4 に示すとおりである。

まず従業人口は、ゾーン別に産業移転モデルにより残留層と移転層とに分解される。移転層とは、従業先 (従業ゾーン及び従業業種) の変化する従業人口層であり、それに伴って彼らの居住ゾーン及び居住住宅タイプも変化するものと仮定する。残留層はとりあえず従業先の変化しない従業人口層である。

移転従業人口と、将来従業人口フレームより算出される新規従業人口の新たな従業先 (従業ゾーン, 従業業種) を予測するのが産業立地モデルである。すなわち、各ゾーンごとに算出された移転従業人口を全ゾーンについて合計し、その合計値と新規従業人口を加えたものを業種別に各ゾーンに立地配分する。

以上のように移転+新規従業人口を設定し、それを立地配分して、ゾーン別、業種別従業人口を求めるのが産業立地セクターである。

従業先の変化を伴わない残留層は、固定層及び住替層に分解される。固定層とは従業先および居住地点の変化しない従業人口層であり、住替層とは従業先はそのまま、居住地点だけ変化 (言わゆる住み替え) させる従業人口層である。また上述の移転層についても、従業先の変化と

もに、居住地点も変化するものと仮定しているので、移転層及び変動層が新たな居住ゾーンと住宅を求める住宅需要人口層ということになる。

こうした住宅需要人口は、まず住宅需要モデルによって、住宅タイプ別（戸建住宅、中高層住宅）の需要人口に分けられる。

次いで、居住地選択モデルによって、これら住宅需要人口が、どのゾーンを居住地として選ぶかを予測する。この予測は、まず住宅需要人口の全ゾーンのトータルを各住宅タイプ別の居住地選択モデルによって各ゾーンに立地配分することによって行われる。

このように、産業立地セクターにより予測される従業先の変化をうけて、従業人口の居住ゾーン、住宅タイプを求めるのが、住宅立地セクターである。

各期ごとにゾーン別従業人口、すなわち、従業ゾーン別・業種別従業人口、及び居住ゾーン別・住宅タイプ別人口が算出されたところで、地域データデータベースが書き替えられる。この地域データデータベースは次期の産業立地及び住宅立地等を予測する際の説明変数を提供する。

こうして、今期の予測サイクルが完了し、次期のゾーン別従業人口予測へと続いていく。目標時点に到達すると、計算は終了する。

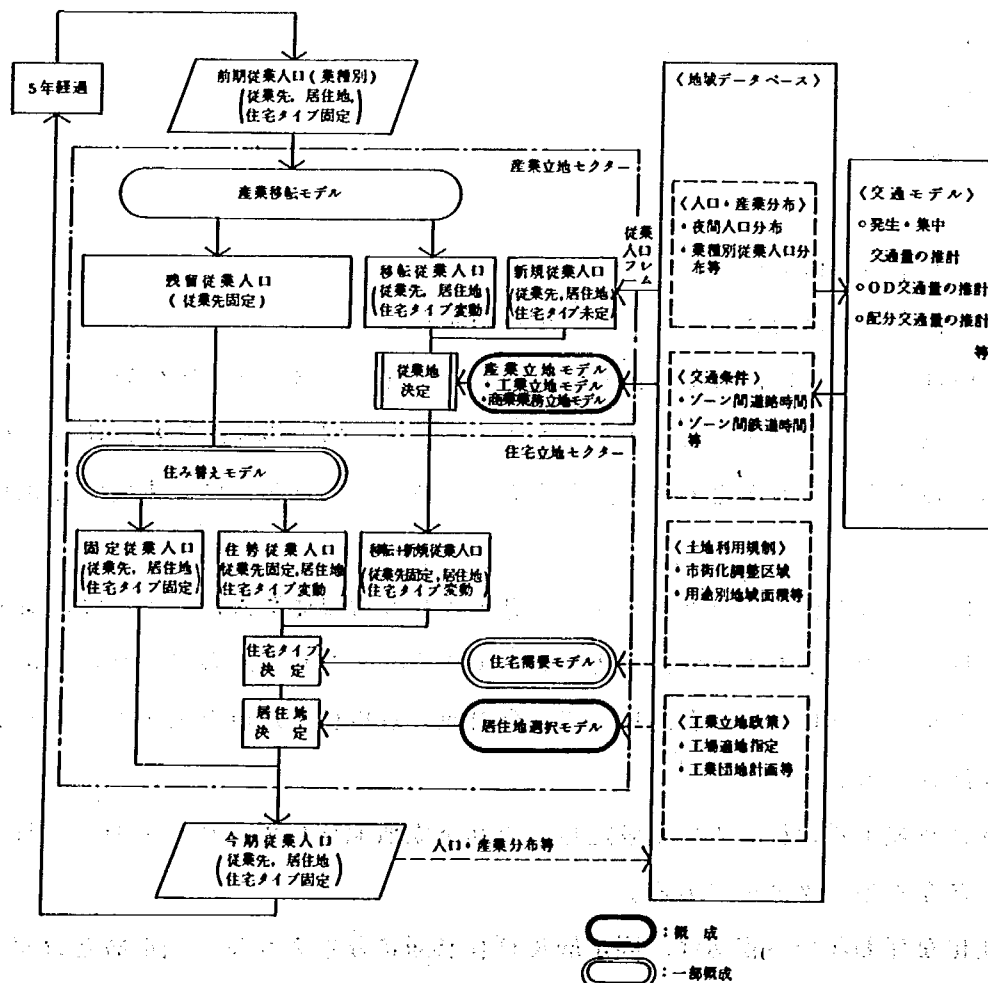


図2-4 土地利用モデルの全体フロー（図4-3再掲）

2-2-4 これまでの作業結果と今後の課題

図2-4に示したように、現在までに土地利用モデルの中心となる産業立地モデル（工業立地モデル、商業・業務立地モデル）および居住地選択モデルを概成しており、各立地モデルの現状再現性が十分に高いことを確認している。（図2-5～9参照）

今後の主な研究課題としては以下のようなものがあげられる。

1) 居住地選択モデルにおける通勤交通の機関分担の導入

居住地選択モデルにおいて、従業先の与えられた世帯の居住ゾーンを予測する場合に通勤時間が重要な要因となっている。モデル内の通勤時間は現在、ゾーン間の道路時間距離で定義されており、他の交通機関（特に鉄道）による通勤交通分担が考慮されていない。そのため、ゾーン間道路間ゾーン時間の変化が居住地選択に大きく影響する一方で、鉄道時間距離の変化は居住地選択に全く影響しない。

したがって、居住地の選択と同時に通勤交通機関も選択される構造にするなど居住地選択モデルの改良が必要であろう。

2) 住宅需要および居住地選択行動への世帯属性の導入

本土地利用モデルにおいて世帯の属性は居住住宅のタイプ（戸建、中高層）として導入されているが、実際の住宅需要行動、及び居住地選択行動においては、世帯構成（世帯人員、子供の年齢等）あるいは世帯収入、及びその保有する財産などの世帯属性が極めて大きな説明要因になっているものと考えられる。したがって住宅モデルにこれらの世帯属性を導入する必要があるだろう。

3) 対象地域のブロック化

本土地利用モデルにおける立地予測サブモデルは、各立地活動主体が関東全域において同一の立地行動をとるものと仮定し構築されている。しかしながら、例えば同じ住宅タイプ需要世帯であっても、北関東と南関東とでは時間選好を異にする等の理由により、異なった居住地選択行動を示すことが考えられる。

このような立地行動の地域性を考慮する場合には、対象地域を分割してモデル化することが考えられる。ブロックごとの将来フレームの設定の容易さや、本土地利用モデルが大規模特殊道路の整備効果の測定を目的としている点を考えると、北関東及び南関東の2ブロックについてモデルを構築することが妥当と考えられる。

4) 業種区分の細分化

本土地利用モデルにおいては、非基礎型産業部門、すなわち商業・業務部門を、①近隣業（＝近隣型商業業務）及び②中枢業（＝中枢型商業業務）の2業種に区分し、その立地行動予測モデルを構築した。

しかしながら、実際の活動主体の立地行動という点からみると、2業種区分型のモデルでは、十分にその立地行動を記述し得ない面があるものと考えられる。よって最終的にはより細かい業種区分を行ない、業種別の立地サブモデルを構築することが必要であろう。

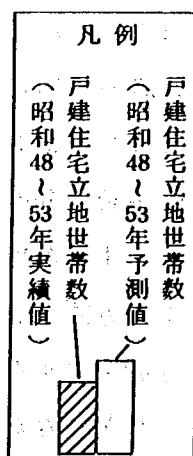
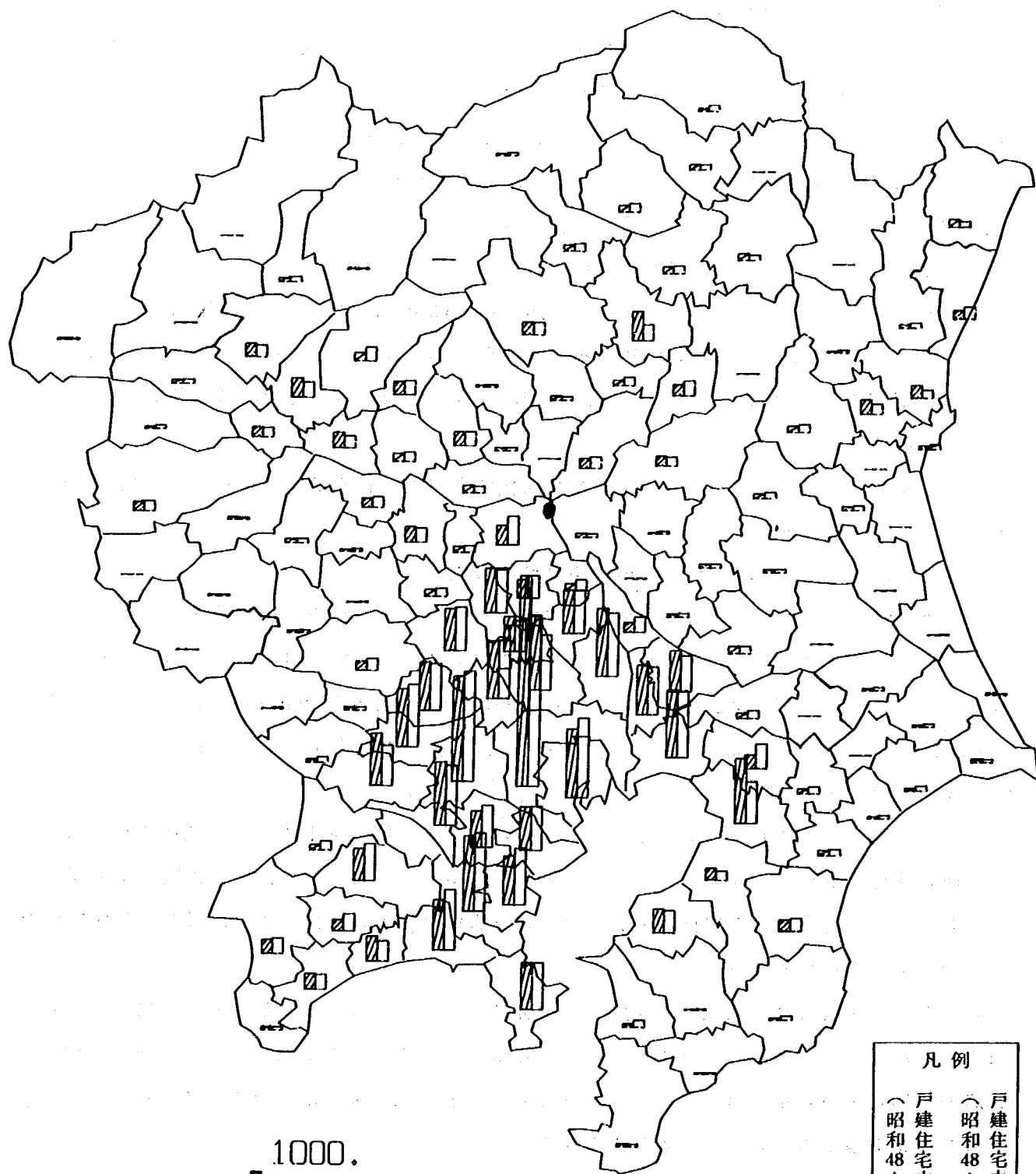
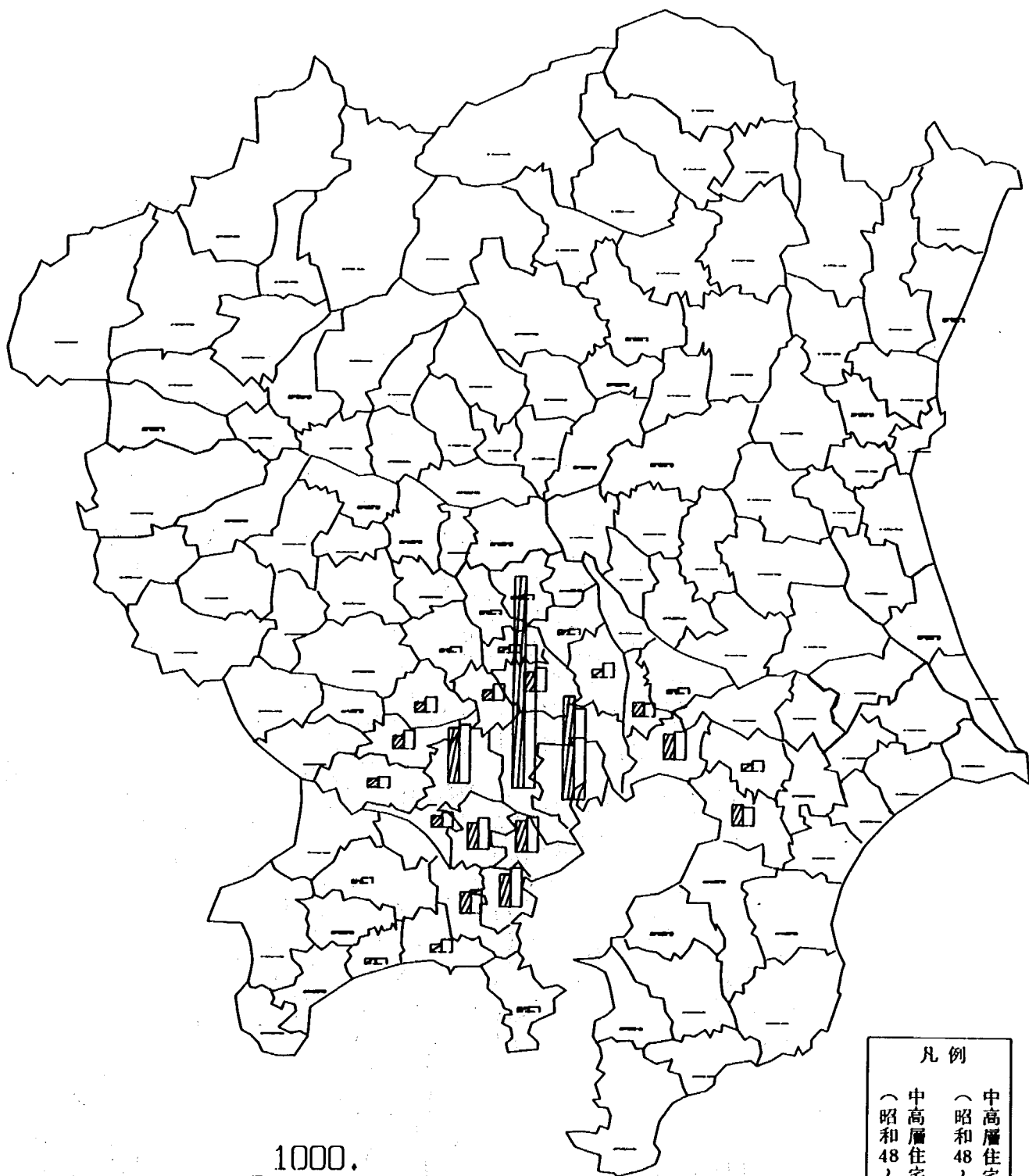


図2-5 戸建需要層居住地選択モデル(図5-5再掲)

—実績値及び予測値—



R (相関係数) = 0.949

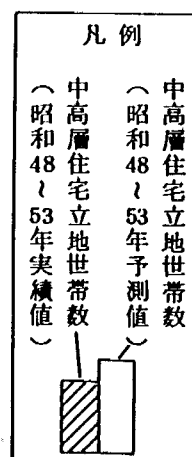
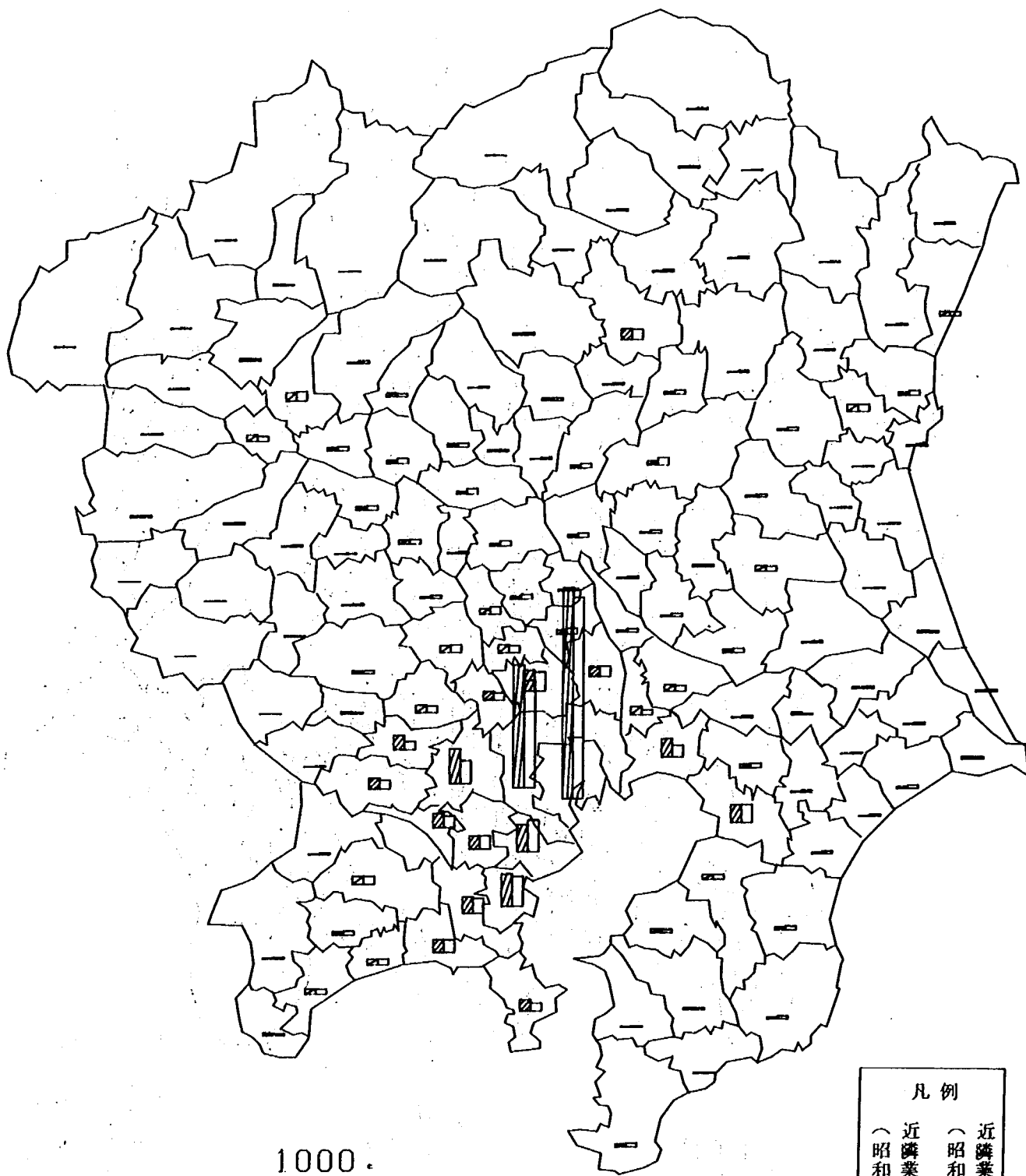


図2-6 中高層需要層居住地選択モデル(図5-6再掲)
—実績値及び予測値—



1000 .

R (相関係数) = 0.951

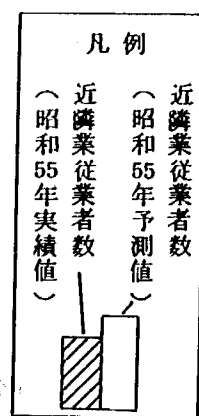
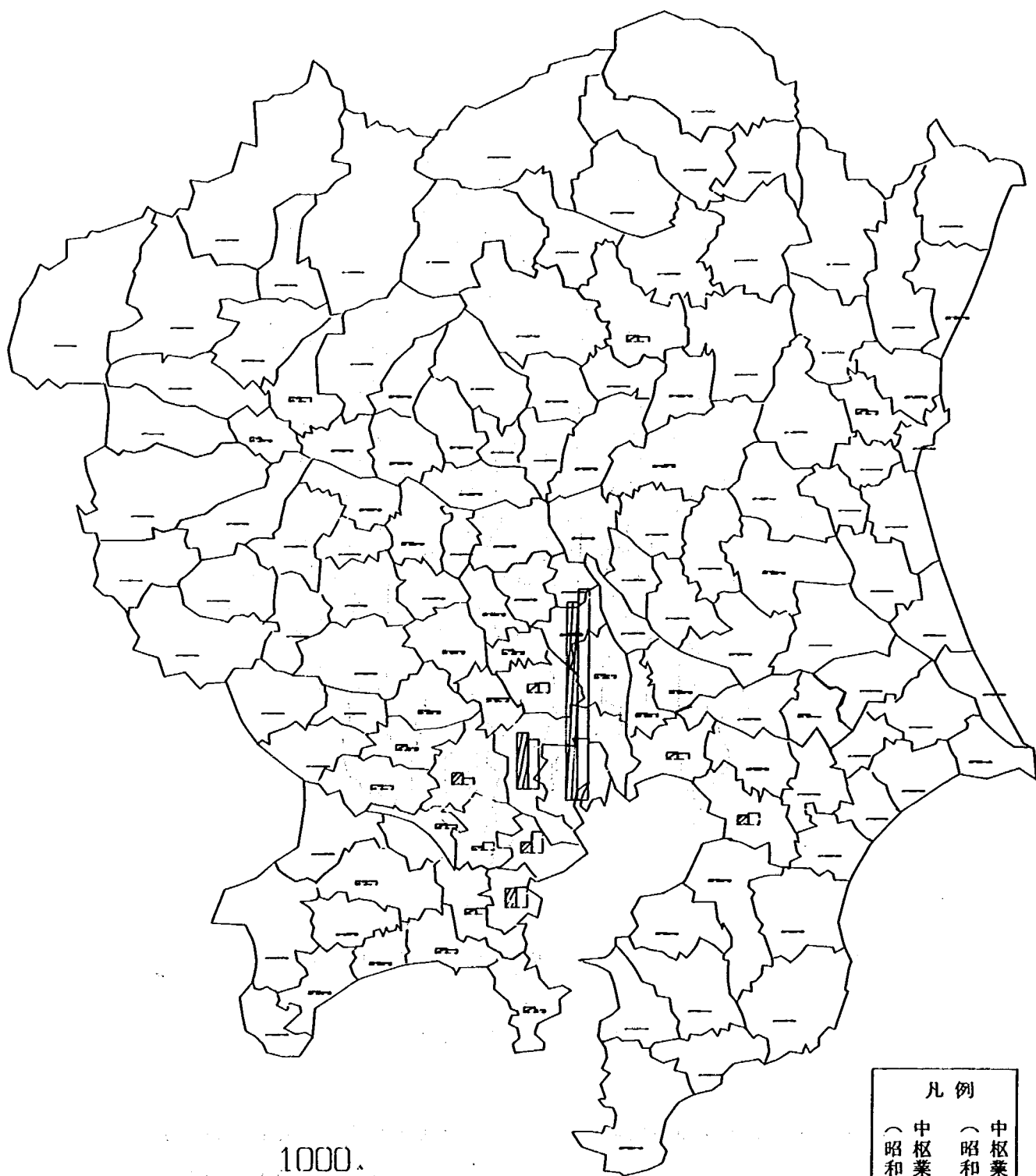
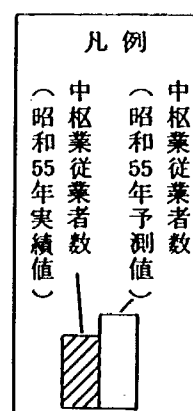


図2-7 近隣型商業・業務立地予測モデル(図6-3再掲)
—実績値及び予測値—



R (相関係数) = 0.953

図2-8 中枢型商業業務立地予測モデル(図6-5再掲)
—実績値及び予測値—



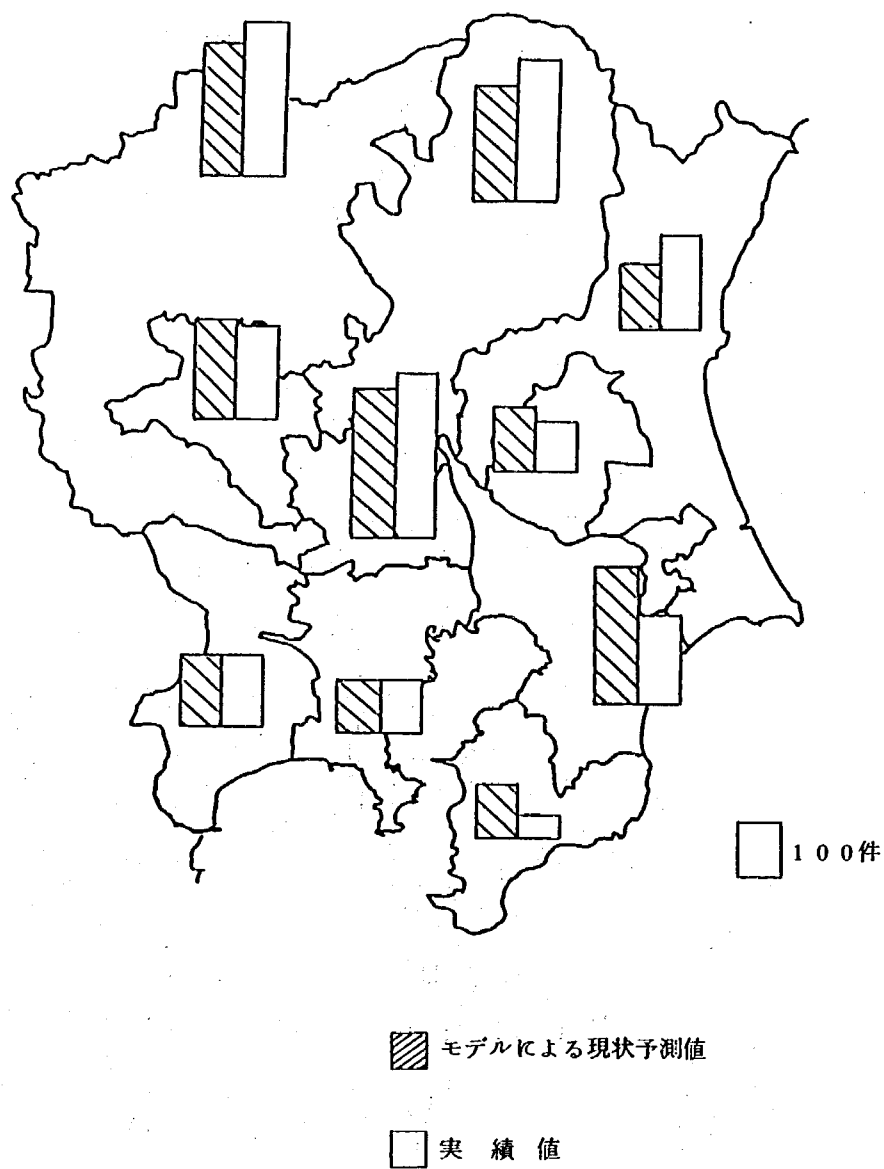


図2-9 工業立地予測モデル実績値と現状予測値の比較(全企業)

(図7-11再掲)

3. 従来の土地利用モデルとその展開

3-1 土地利用モデルとその課題

従来から都市計画・地域計画等において、土地利用計画と交通計画の斉合の重要性が主張されている。しかし、これまで、この土地利用計画と交通計画は別々に計画・立案され、相互の影響が明示的に考慮にされることは少なかった。¹⁾

これらの計画にあたり、その政策(policy)、計画(plan)の妥当性の評価、あるいはそれらがもたらす効果の測定において依りどころとされるのが土地利用モデル、交通モデルである。これらは1950年代にアメリカに端を発したUrban Transportation Study²⁾の初期においてすでにその連動性が謳われていたが、先にモデルとして一応確立されたのはいわゆる4段階推定法として知られる交通モデルであり、土地利用モデルはこうした確立化がなされなかった。

この土地利用モデルの確立における問題点は青山³⁾が既に10年程前に指摘している。その指摘した問題点は、①土地利用あるいはもっと広く地域計画と呼ばれるものが、対象とする現象に独立した理論体系が確立されておらず、土地利用モデルの基礎は経済学、社会学から理論を借用している場合がほとんどである。②土地利用モデルは現象としてはミクロ的に把握されることによつてのみその固有な特性を表わすにもかかわらず、それをモデル化し、コンピューターによつて再現するには膨大な変数群と関数方程式とを必要とするため余りに高価につき、したがって従来開発されている土地利用モデルは操作性を犠牲にしてミクロ的なモデルによつて現象の正確な再現に重点をおくか、あるいは現象の再現を犠牲にして、モデルの操作性に重点を置くかのいずれかであつて、現在のところ操作性および現実との関係の両面からみて、現実に利用可能なモデルは少ない。③土地利用はそれぞれの用途の間で強い相互作用を及ぼし合っているとみなされており、相互の連鎖機能を十分に反映させるためにはモデルは反復できるものであつて、時間軸にそつて組立てられる必要がある。一方、データの面からダイナミック・モデルはマクロ・モデルとならざるを得ない現状であり、時間軸にそつてダイナミックであり、かつ都市内の土地利用分布をも同時に考慮したミクロモデルは現在のところ検証されていないのである。

以上に指摘された問題点は今だに十分解決されたとはいえないのが実情である。次節では従来の土地利用モデルの研究を整理することにより、今後の研究の展望を得ることとする。

1) 本来、Transportation Studyはこの両者の相互影響を考慮していたが、我が国においては、HATS(広島都市圏総合交通計画)が最初の事例としてみられ、最近の事例としては横浜市総合交通体系策定調査がみられる程度である。

2) 土木学会関東支部編、「首都圏における土地利用と交通に関する現状と課題(S55.11)」において林良嗣が「土地利用と交通に関するモデルの系譜」においてTransportationの歴史を紹介している。

3) 大阪市総合計画局、「大阪市土地利用計画策定システム開発報告書」、昭和49年3月。

3-2 土地利用モデルの展開

現在までに開発されてきた土地利用モデルは、モデル化の理論・手法により、大別して次のように4分類化できる。

- ① 企業や家計の行動に関するミクロ的な立地論を依りどころとし、土地利用構造を解明しようとするもので通常、最適化モデルとして構築されるモデル 経済数理型モデル
 - ② ローリー (I. S. Lowry, 1964) に端を発するモデルで、土地利用を考慮した経済基盤説のシミュレーション化として構築されるモデル ローリー型モデル
 - ③ フォレスター (J. W. Forester, 1969) の開発したDYNAMO というシミュレーション言語を用い、動的なシミュレーションモデルとして構築されるモデル S D型モデル
 - ④ 土地利用現象を統計論あるいは確率論的に把握し、これら統計・確率概念に基づく理論・手法により構築されるモデル 確率・統計型モデル
- 以下、順次、この分類に従って各モデルの特徴を概述する。

3-2-1 経済数理型モデル

個人、家計そして企業といった立地主体の市場行動に焦点をあてミクロ的な立地論を前提とするモデルであり、今日、都市経済学と呼ばれる分野に多い。この分野において、経済数理型モデルは理論モデルの実証分析モデルとして発展してきており、都市における住宅市場に関するものが大半である。その出発点はケイン (Kain, J. F. 1962)¹⁾ による家計の直面する住宅スペースと都心への近接性とのトレード・オフ関係のデトロイト都市圏における実証分析である。いわゆる土地利用モデルとしてはこのケインを中心としたグループによって開発されたNBERモデル (National Bureau of Economic Research)²⁾ が家計や企業の最適化行動を前提とし、経済学の論理によって貫かれている点で画期的とされている。³⁾ このモデルは住宅タイプ別に住宅ストックの制約下で総通勤費用を最小化する住宅市場の最適解を求めようとしている。

この種のモデルでより交通を考慮したものとしてはTOPAZモデル、青山・峰モデルがある。TOPAZモデル (Technique for Optimun Placement of Activities in Zone)⁴⁾ は都市活動として最低限必要な床需要を満たし、かつ、利用可能量を上廻らないという制約下で、立

1) Kain, John F., "The Journey-to-work as a Determinant of Residential Location", Papers and Proceeding of the Regional Science Association, Vol. IX, 1962

2) Ingram G. K., Kain J. F. & Ginn J. R., "The Detroit Prototype of the NBER Urban Simulation Model", Columbia U.P., 1972

3) 山田浩之著, 「都市の経済分析」, 東洋経済新報社, S. 55

4) Brothie, "Sharpe, R. Brothie, J. F. and Toakley, A. R., "Use of Systems techniques in urban planing, Presented to the Australia New Zealand Association for the Advancement of Science Congress", 1970

地費用と B. P. R. 型のグラビティ式で表わされる交通費用の総和を最小とする床需要パターンを求める非線型計画モデルである。そのアルゴリズムは反復 L. P. 法による収束方法である。青山・峰モデル⁵⁾は TOPAZ モデルの拡張と目的関数の線型化を目途としたものであり、ある仮定の下に線型化された交通費用を最小にするゾーン間用途間 OD 量 (ゾーン i の用途 r からゾーン j の用途 S へのトリップ数) を求め、この解により用途間の結び付きを理解しようとするモデルである。制約条件は用途別の最大・最少、発生・集中トリップ数を満たすものであり、アルゴリズムは LP 解法である。

このような消費者行動理論 (効用極大化) を中心とするミクロ的立地論を前提としたモデルは極めて明解に仮説下での最適解を与えるが、単純抽象化した経済仮説が、現実の土地利用現象を十分反映しているかどうかは疑問である。

3-2-2 ローリー型モデル

都市の発展過程をとらえるにあたり、都市産業は都市外の需要 (全国市場や国際市場) を対象として生産活動を営む移出産業と都市内の需要に応ずるローカルな市場を対象とする地方産業に大別できる。前者は都市の持続的成長を可能ならしめ、都市の盛衰を左右する産業であり、通常、基礎的産業 (basic industry) と呼ばれる。これに対し、後者は基礎的産業活動を支えるものではあるが、都市成長の起動因となるものでなく、非基礎的産業 (non-basic industry) と呼ばれる。

この基礎的産業に対する需要が何らかの理由により増加してその雇用量が増加 ΔE_B したとすると、当然、これに応じて非基礎的産業に対する需要も増加し、その雇用増 ΔE_{NB} が派生する。さらに、この非基礎的産業の雇用増は次から次へと乗数波及的に非基礎的産業の雇用を増やす。最終的に総雇用量 E は雇用係数 $\alpha = \frac{\Delta E_{NB}}{\Delta E_B}$ が与えられれば、 $E = (1 - \alpha)^{-1} \Delta E_B$ として求まり、基礎的産業の雇用増が総雇用に及ぼす乗数効果を把握できる。同様に人口増加 ΔP に及ぼす乗数効果も雇用率 $\mu = \frac{\Delta P}{\Delta E} = \frac{P}{E}$ が与えられれば、 $P = \mu (1 - \alpha)^{-1} \Delta E_B$ より求まる。このような理論は通常、経済基盤説 (economic base theory) と呼ばれ、1930年代初期にホイット (Homer Hoyt) によって提起されたものである。⁶⁾

ローリー型モデルとはこのような経済基盤説的な考え方に雇用者1人当たり土地面積原単位等を導入して、基礎的産業の位置と雇用者数が与えられた時、地域内での非基礎的産業の雇用者数と分布、人口 (世帯) の数と分布を土地制約を勘案しつつ、安定するまで収束計算を繰り返すシミュレーションモデルである。

このタイプのモデルは1962~1963年にピッツバーグの総合再開発計画作成のために、ロー

5) 青山, 峰: 都市におけるゾーン別用途別床面積の予測モデル, 都市計画, No.104, 1978

6) 山田, "都市の経済分析", 東洋経済新報社, S.55

リー (I. S. Lowry)⁷⁾ が開発した大都市圏モデル (通常ローリーモデルと呼ばれる) に端を発する。このモデルは都市・地域計画における計量化の道具としてのシミュレーションモデルとして画期的なものであり、現在も改良が行われつつある。その代表的なものとしては、TOMM-1 (Time Oriented Metropolitan Model, 1964)⁸⁾, Bass-1 (Bay Area Simulation Study, 1965)⁹⁾, PLUM (Projective Land Use Model, 1968)¹⁰⁾, 南関東広域圏モデル (1973年)¹¹⁾ がある。これらの改良は、マトリックス演算化、動学化、立地主体の細分化、立地評価の精緻化といった方向に進んでいるが、実用性、操作性、地域性の観点からのバランスのとれたモデルが望まれるところである。

3-2-3 システム・ダイナミックス・モデル (SDモデル)

社会現象 (社会システム) は大規模であるが故に原因と結果の間に時間的・空間的に隔りがある不可逆現象であり、複雑な意志決定過程である。(このため、モデル的には非線型であり、かつ、多重フィードバックループを構成する) 従って、ある問題の解決を目的として社会システムの挙動を理解しようとするれば、シミュレーションモデルを用いるのが時間的にも経済的にも有効である。

システム・ダイナミックスとはこのような考えの下で、対象とする社会システム (企業、都市、世界) の挙動を時間的に展開された形で定量的に評価するため、対象社会システムを閉じたシステムとしてモデル化し、動的にシミュレーションするものであり、フォレスター (J.W. Forrester) が1950年から1960年のはじめにかけて開発したものである。¹²⁾ このSDモデルは連続システム・シミュレータであるDYNAMO (Dynamic Model) により記述される。(離散システム・シミュレータの代表的なものとしてはGPSSがある)

当初はインダストリアル・ダイナミックス (ID) として企業競争モデルや経営モデルを扱っていたが、その後、適用範囲を大きくし、都市モデル、地域開発モデル等のアーバン・ダイナミックス (UD)、そして世界モデルのワールド・ダイナミックス (WD) へと発展している。

SDモデルの基本構造はまずシステムの境界を設け、境界内のシステム構成要素間の因果構造

7) Lowry Ira S., "A Model of Metropolis" Rand Corporation, RM-4035-RC, 1964

8) Crecine, J.P. ; TOMM (Time Oriented Metropopolitan Model), Technical Bulletin Number 6 (Pittsburgh Community Renewal program), 1964

9) Coldnen, Wand R.S. Graybeal ; The Bay Area Simulation Study : Pilot Model of Santa Clara County and Some Applications (Berkley: center for Real Estate and Urban Economics, University of California), 1965

10) Goldner, W. ; Projective Land Model (PLUM) : A Model for the Spatial Allocation of Activities and Land Uses in a Metropolitan Region, BATSC Technid Report 219 (Berkley: Bay Area Transportation Study Commission) 1968

11) 伊藤滋: 南関東地域を対象とした広域圏土地利用・交通モデル, 都市計画74, 1973

12) 渡部茂編, 「システムとシミュレーション」, 共立出版, S. 50

をいくつかの正・負のフィードバックループで記述するものである。そして、このフィードバックループはレベル変数（例えば企業数、人口数、住宅数といった状態変数）とレベル変数の前後におかれ、レベル変数を変化させるレイト変数（意志決定関数）からなっている。さらに、このレイト変数にはポリシーに関連するサブ構造が付随している。

フォレスターのUDモデル¹³⁾を始めとするSDモデルは対象地域全体を一単位（一つの社会システム）として扱っているのに対し、KLUD(Kyoto Land Use Dynamics)¹⁴⁾モデルはモデルを地域全体と地域を細分化した地区に確率的にブレイクダウンする二層構造モデルとなっている。また、神戸市土地利用予測モデルは土地利用減少を現出させるため、コントロール・トータルをゾーンに配分する部分と内部移動を再現する部分との二つのサブモデルの連続反復を行っている。

SDモデルは単純な因果式の組合せによる政策指向・問題解決型のモデルとして示唆を得る点においては有効であるが、モデル構造、モデルパラメータ等における理論的裏付けが不十分な点に問題がある。

3-2-4 確率・統計型モデル

確率・統計型モデルとは前述したモデルと異なり、経済的行動理論のルールにのっとりながらも不確実性をより明示的に考慮したもので確率・統計論的概念・手法を援用したモデルである。

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L.P.手法(Herbert-Stevensモデル)による〈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起しやすい通勤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。¹⁵⁾彼はローリー型モデルにも条件つきエントロピー最大化の概念を応用している。¹⁶⁾青山・芝原¹⁷⁾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ごと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。このような確率論的モデルの他の概念例と

13) Forester, Jay, W. ; Urban Dynamics, The M.I.P. Press, 1969 あるいは Forester, J.W., 小玉陽一訳; アーバンダイナミックス, 日本経営出版会, 1970

14) 京都市都市計画局; 京都土地利用ダイナミックス, その開発と運用, 1974

15) Wilson, A. G. ; Entropy in Urban and Regional Modelling, London, Pion, 1970.

16) Wilson, A. G., Rees, P. H. and Leigh, (eds); Model of Cities and Regions : Teoretical and Empirical Developments, Chichester, Willy, 1978

17) 木下, 青山, 大谷, 芝原, 「エントロピー法による土地利用の予測モデルに関する研究」, 第15回都市計画学会学術研究発表, S. 55

しては、土地利用の変化を確率過程（マルコフ連鎖）を用いて記述しようとする¹⁸⁾ものがある。

一方、統計論的モデルの代表的なものとしては林の数量化理論を応用したモデルがある。大阪港・紀伊水道地域モデル¹⁹⁾がこの種のモデルの祖である。このモデルは都市的土地利用の立地主体の持つ利潤関数（企業）と効用関数（世帯）が地域特性のみで説明できるとし、この関数の代替として土地利用主体が立地している地域の方が立地していない地域よりも大きな値をとるような適地度関数を定義している。この適地度関数を数量化理論Ⅱ類を用いて同定し、この関数値を指標として総需要量を各メッシュに立地配分している。このような数量化理論の応用は東大の²⁰⁾ 内陸工業立地モデル、住宅立地モデルにもみられる。

以上のような確率・統計型モデルはパラメータ、関数等の経済学的意味付けが不十分な点に問題があるが経済学の数量化も確率・統計論の発展とともに進んでおり、土地利用モデルにおいてもこうした確率・統計論の導入は今後ますます重要になると思われる。

18) Bell, J. E. ; Markov analysis of land use change-Auapplication of stochastic processes to remotely sensed data, Socio-Economic planning Science, vol. 8, 1974

19) 建設省計画局, 近畿地方建設局企画局; 大阪湾, 紀伊水道地域大規模開発計画報告書 (土地利用予測調査), 1971~1973

20) 林, 中村, 松江, 山中, 「広域都市圏土地利用モデル」, 第2回土木計画学研究発表会講演集, 1980

4. 広域圏土地利用モデルの全体構成

4-1 土地利用モデルの基本的考え方

広域圏土地利用モデルを構築するにあたっての基本的考え方は、以下の3点に要約される。

4-1-1 配分型モデル

広域圏土地利用モデルは、対象全域における各活動主体の総立地量フレーム(人口・生産額等)を所与とし、その枠組の中で各ゾーンに対する立地配分量を予測するという配分型のモデルとする。

配分型モデルを採用する理由としては、以下の2点があげられる。

まず第1は、通常関東全域というような地域ブロックでは、将来人口、将来生産額などが他の上位計画等によって設定されており、これとの斉合を図る必要がある点である。

第2は、配分型のモデルにすることにより、モデルの構造を簡単にし、操作性を高めることができる点である。土地利用モデルは、いくつもの交通計画の代替案を評価するのに用いられるため、モデル構造のわかりやすさやモデルの操作性を向上させることが重要となっている。

4-1-2 従業人口ベース型モデル

土地利用モデルの目標は、各活動主体のゾーン別立地量を予測することにほかならない。但しその際、立地量をいかなる単位ではかるかについては、いろいろな考え方がある。

例えば産業活動について言えば、人口ベース(=従業者数)、面積ベース(敷地面積、工場面積、売場面積)、貨幣ベース(=生産額、販売額)の立地量尺度がある。また家計についても、人口、世帯数、住宅数等の尺度がある。

本モデルは、基本的に人口ベースで各活動主体立地量を予測するモデルとする。その理由としては、主として以下による。

まず第1に、データ収集・加工の容易さである。一般的に人口ベースの統計データの入手は容易であり信頼性も高い。例えば第3次産業については、従業人口以外の立地量・活動量に関する指標のデータ収集は困難である。また、金額データのように年次別にデフレートする必要がないのも大きなメリットである。

第2に、各サブモデル間の接続の容易性である。家計・住宅分野については、基本的には人口ベースで立地量を測らざるを得ない。これとの接続性を考えると、産業分野についても従業人口タームで立地量を測ることがより望ましいと言える。

第3に、従業人口は、他の指標(生産額、販売額、床面積等)への、原単位等による変換が比較的容易である点をあげることができる。

4-1-3 ローリー型モデル

広域圏土地利用モデルは、立地活動主体の立地序列を明示的に考慮した、ローリー型モデルとする。ローリー型モデルは、シミュレーションモデルとして収束性、安定性、操作性、に優れ、これまでも、各種の土地利用モデルの基本型となっている。

最も基本的なローリー型モデルでは、土地利用における活動主体が、①基礎的産業部門(basic sector)、②非基礎的産業部門(non basic sector)、③家計部門(employment or population)に大きく三分類されている。そしてこれら活動主体の立地を予測する際には、まず基礎的産業部門が先験的に立地し、その基礎的産業部門の立地分布が家計部門の立地を規定し、さらに家計部門の立地分布が非基礎的産業部門の立地を規定するという立地序列を仮定している。(図4-1参照)

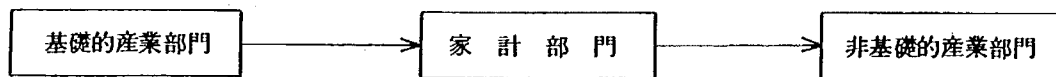


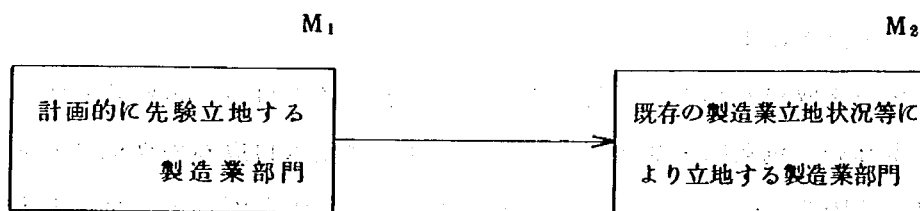
図4-1 ローリー型立地序列

本研究における土地利用モデルにおいては、立地活動主体を、以下に大きく5分類する。

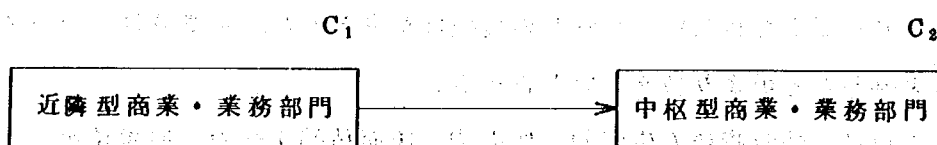
- | | |
|-------------------------|------------|
| 1. 製造業素材型生産部門 (M_1) | } 基礎的産業部門 |
| 2. 製造業組立型生産部門 (M_2) | |
| 3. 家計部門 (H) | - 家計部門 |
| 4. 近隣型商業・業務部門 (C_1) | } 非基礎的産業部門 |
| 5. 中枢型商業・業務部門 (C_2) | |

そして、この5分類立地活動主体について、以下のような基本的な立地序列を仮定する。

生産部門のみに分離された工業部門においては、



商業部門においては、



そして、これら各部門の収束・均衡を次のように考える。

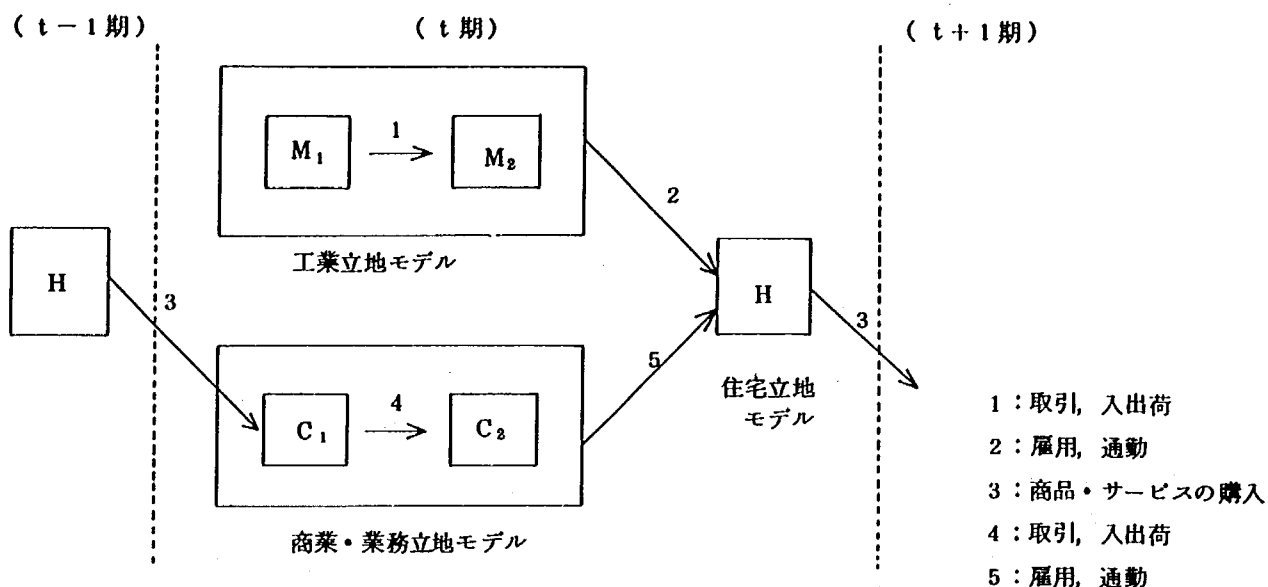


図 4-2 モデルの立地序列

4-2 土地利用モデルの全体構成

4-2-1 土地利用モデルの基本仕様

広域圏土地利用モデルは、すでに述べたように、関東地域一都六県をケーススタディ対象地区として、大規模特殊道路の供用による土地利用変化等の予測を目的とするシミュレーションモデルである。

ここでは、モデル構築の基本的な仕様を整理しておく。

- (1) ゾーン区分は、建設省による集約 B ゾーン単位とし、従来の交通量推計モデルとの斉合をはかるものとする。(図 4-3 参照)
- (2) 将来予測を行なう主な指標はゾーンごとの
 - ① 人口, ② 工場従業者及び出荷額, ③ 商業, 業務従業者及び販売額,
 - ④ 土地利用, ⑤ 所得等とする。
- (3) 地域の経済活動に関する計画, 規制, 誘導策としては
 - ① 経済計画・社会経済フレーム
 - ② 土地利用規制
 - ③ 工場等の立地誘導政策(地域指定など)
 - ④ 交通条件(道路・鉄道網)
 の 4 通りの条件を考慮する。
- (4) 予測シミュレーションの目標年次は、昭和 75 年とする。
- (5) モデルは、サブモデルに分割しその入出力関係を規定し、サブモデル単位で機能の追加変更が可能な形にする。

4

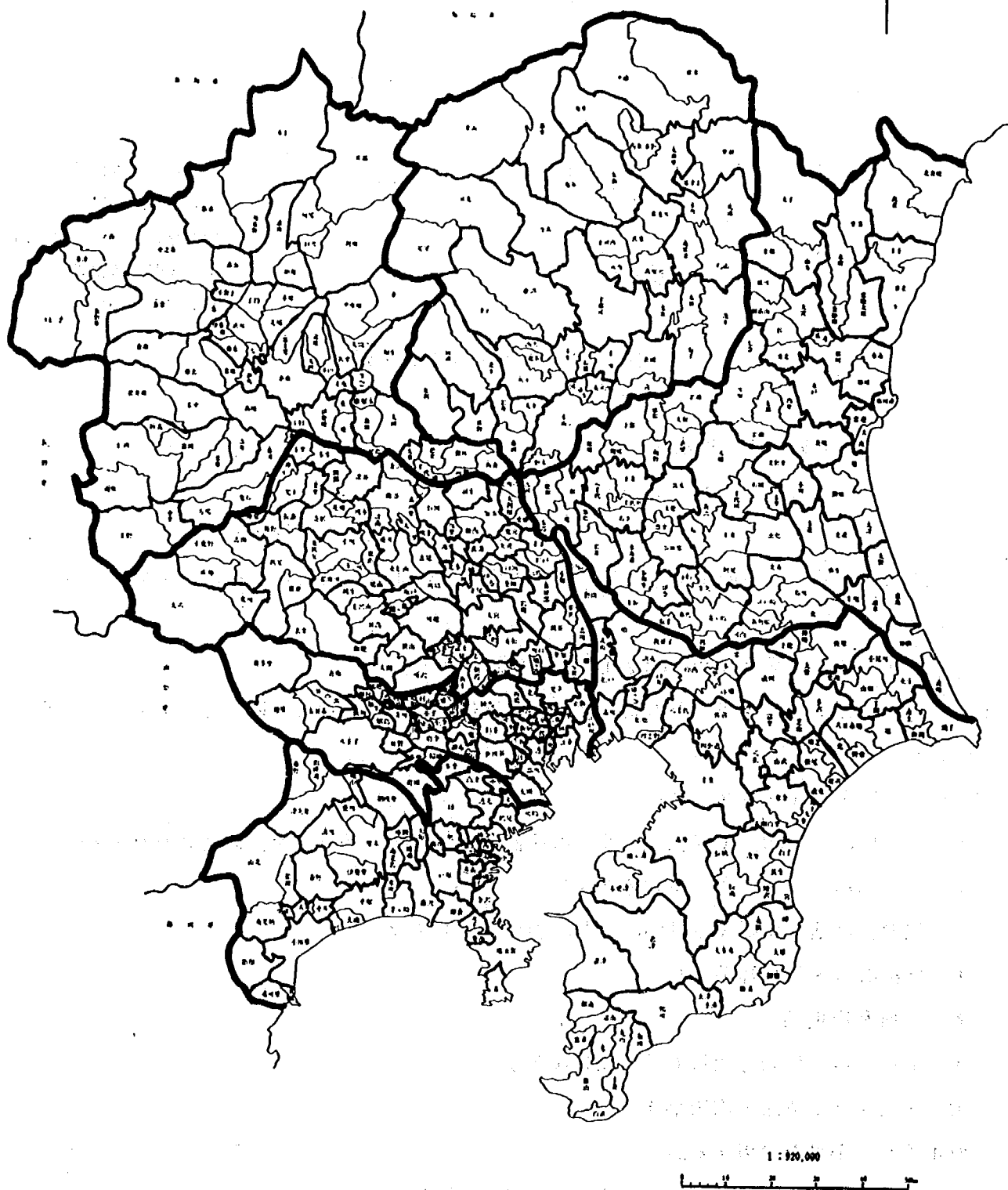


図4-3 集約Bゾーンゾーニング図

4-2-2 土地利用モデル全体フロー

広域圏土地利用モデルの全体フローは、以下に示す通りである。

将来予測においては、5年毎のゾーン別従業人口を、逐時型のシミュレーションにより算出する。すなわち、業種別従業人口が、①従業ゾーン別、及び②居住ゾーン別・居住住宅タイプ別に前期のゾーン別従業人口から算出される。

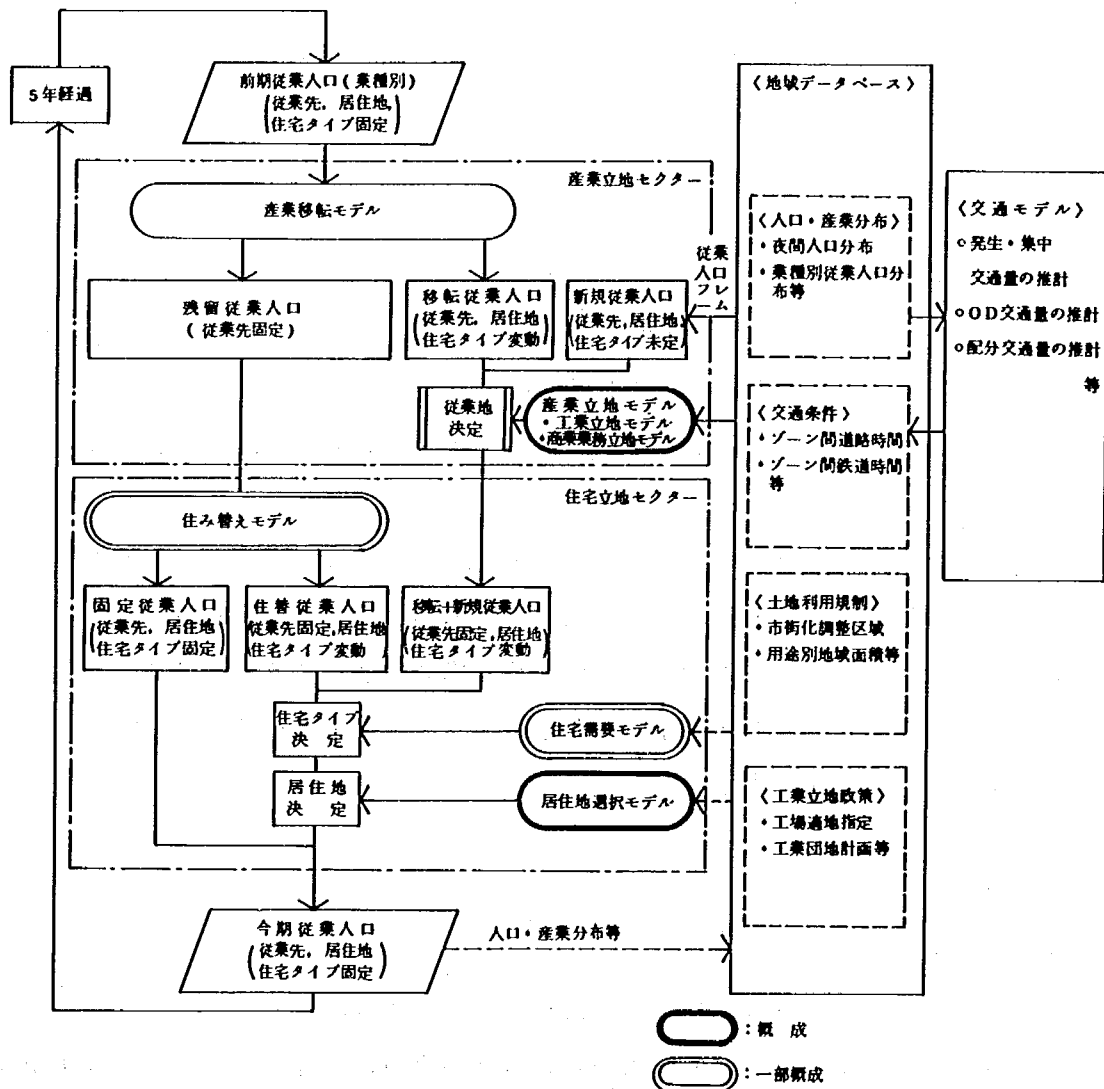


図 4-4 土地利用モデル全体フロー

図 4-3 に沿って説明すると、まずゾーン別従業人口は、残留層と移転層とに分解される。移転層とは、従業先（従業ゾーン及び従業業種）の変化する従業人口層でありそれに伴って居住ゾーンおよび居住住宅タイプも変化すると仮定する。残留層はとりあえず従業先の変化しない従業人口層である。

移転従業人口が新たな従業先としてどのゾーンを選ぶかを予測するのが、産業立地モデルであ

る。この予測は、移転従業人口の全ゾーントータルを業種別就業人口将来フレームにより調整したのち、各ゾーンに立地配分するという手順により行われる。

以上のように移転従業人口を設定し、それを再配分した上でゾーン別・業種別従業人口を求めるのが産業立地セクターである。

従業先の変化を伴わない残留層は固定層及び住替え層に分解される。固定層とは従業先および居住地点の変化しない従業人口層であり、住替え層とは従業先はそのまま居住地点だけ変化する（いわゆる住替え）従業人口層である。また上述の移転層についても、従業先の変化とともに、居住地点も変化するものと仮定しているので、移転層及び住替え層が新たな居住ゾーンと住宅を求める住宅需要人口層ということになる。

こうした住宅需要人口はまず住宅需要モデルによって住宅タイプ別（戸建住宅、中高層住宅）の需要人口に分けられる。

次いで、居住地選択モデルによって、これら住宅需要人口がどのゾーンを居住地として選ぶかを予測する。この予測はまず住宅需要人口の全ゾーントータルを各住宅タイプ別の居住地選択モデルによって各ゾーンに立地配分することによって行われる。

このように、産業立地セクターにより予測される従業先の変化をうけて、従業人口の居住ゾーン、住宅タイプを求めるのが住宅立地セクターである。

各期ごとにゾーン別従業人口、すなわち、従業ゾーン別・業種別従業人口及び居住ゾーン別住宅タイプ別人口が算出されたところで、地域データベースが書き替えられる。この地域データベースは次期の産業立地及び居住地選択等を予測する際の説明変数を提供する。

こうして、今期の予測サイクルが完了し、次期のゾーン別従業人口予測へと続いていく。目標時点に到達すると、計算は終了する。

4-3 立地配分の基本式

4-3-1 立地配分式の導出

本土地利用モデルにおける立地活動主体の行動基準としては、

『個々の立地主体は、その立地によって得られる立地余剰、すなわち、立地効用（立地により得られる効用）と立地費用（立地に要する費用、地価等）との差が最も高いと考えられる地区に立地する。』

という立地余剰最大化原理を仮定する。

今、対象地域を、各ゾーンが互いに文脈独立な土地の選択肢となるように計 n 個の立地単位ゾーンに分割する。^(注) この立地単位ゾーンは立地主体によっても異なり、製造業であれば個々の

（注）これは例えば、 n 個の立地単位ゾーンへの立地選択確率がそれぞれ等しい時（すなわち $1/n$ ）、ある任意のゾーンが何らかの理由で立地不可能になると、残りのゾーンへの立地選択確率は $1/(n-1)$ になるということである。

工業団地、世帯であれば住宅団地、街区等になると考えられる。

ある立地主体が、あるゾーン i に立地することによって得られる立地効用 U_i 、及びゾーン i の立地に要する立地費用を C_i とするとき、 U_i 及び C_i はゾーン i の属性 X_{ik} ($k=1, \dots, K$) によって

$$U_i = \sum_K \alpha_K X_{ik} + \epsilon_i \quad (4.1)$$

$$C_i = \sum_K \beta_K X_{ik} + \epsilon'_i \quad (4.2)$$

と表わされるものと仮定する。 $(\epsilon_i, \epsilon'_i)$ はかく乱項)。このとき、立地主体にとっての立地余剰 V_i は

$$\begin{aligned} V_i &= U_i - C_i \\ &= \sum_K \theta_K X_{ik} + (\epsilon_i - \epsilon'_i) \\ &= \sum_K \theta_K X_{ik} + d\epsilon_i \quad (\theta_K = \alpha_K - \beta_K) \end{aligned} \quad (4.3)$$

立地単位ゾーンは選択肢として互いに独立なので、 $d\epsilon_i$ は相互に独立な確率分布に従う。分布形にはワイブル分布を仮定すると、 $d\epsilon_i$ の累積分布関数 $\psi_i(d\epsilon_i)$ は、

$$\psi_i(d\epsilon_i) = \exp \left[-e^{-(d\epsilon_i + \mu_i)} \right] \quad (4.4)$$

(μ_i : 定数)

となる。すると、あるゾーン i の立地余剰 V_i が、全ゾーンに対する立地余剰 $V_1, \dots, V_N$ の中で最も高くなる確率 p_i は、

$$p_i = \frac{\exp \left(\sum_K \theta_K X_{ik} - \mu_i \right)}{\sum_i \exp \left(\sum_K \theta_K X_{ik} - \mu_i \right)} \quad (4.5)$$

となることが導かれる。今、 $\theta_{K+1} = 1$ 、 $X_{i,K+1} = \mu_i$ として、 μ_i をゾーン属性のひとつと考えると、ある立地主体が、ゾーン i に立地する確率は、

$$p_i = \frac{\exp \left(\sum_K \theta_K X_{ik} \right)}{\sum_i \exp \left(\sum_K \theta_K X_{ik} \right)} \quad (4.6)$$

となる。(多項ロジットモデル)

このように、各立地単位ゾーンについて θ_K 、 X_{ik} が与えられれば、立地主体の立地確率を求めることができる。しかし、立地条件 X_{ik} (交通条件、社会経済条件等) に関するデータを各立地単位ゾーン毎に収集することは非常に困難であるので、実際には予測式をデータ入手可能な市町村、あるいはそれをいくつか集約したゾーンに対して構築せざるを得ない。市町村、あるいはその集約ゾーンは図4-4に示すようにいくつかの立地単位ゾーンを含んでいる。そして、集約ゾーンの中に含まれる立地単位ゾーンの立地条件は、集約ゾーン全体の立地条件とミクロ的な部分を除いてほぼ等しいと考えられる。ここで、立地単位ゾーンの立地条件をそれが含まれる集約ゾーンのゾーン内平均的な立地条件に等しいとして以下のモデル構築を行う。これにより、各立地単位ゾーンごとのミクロ的な立地条件は無視されるが、集約ゾーンにはば共通して考えられるようなよりマクロ的な立地条件は立地予測において考慮される結果となり、しかも立地条件デ

ータの収集等はかなり容易になる。

対象地域全域が計 N 個の集約ゾーンより成るとし、各集約ゾーン I ($I = 1, \dots, N$) がそれぞれ S_I 個の立地単位ゾーンから成っているとする。ある集約ゾーン I 内における S_I 個の立地単位ゾーンのゾーン属性はほぼ等しいと考えられるので、そのゾーン属性を X_{IK} ($K = 1, \dots, K+1$) とおくと、集約ゾーン I 内の立地単位ゾーン i に立地する確率 p_i は、

$$p_i = \frac{\exp\left(\sum_K \theta_K X_{IK}\right)}{\sum_I S_I \exp\left(\sum_K \theta_K X_{IK}\right)} \quad (4.9)$$

と書き直すことができる。よって、ある立地主体が、集約ゾーン I に立地する確率 p_I は、

$$p_I = \sum_{i \in L(I)} p_i$$

よって

$$p_I = \frac{S_I \exp\left(\sum_K \theta_K X_{IK}\right)}{\sum_I S_I \exp\left(\sum_K \theta_K X_{IK}\right)} \quad (4.8)$$

ここで $L(I)$: 集約ゾーン I 内の立地単位ゾーンの集合

となり、集約ゾーンベースの立地配分式を導出することができる。そして、集約ゾーンに含まれると考えられる立地単位ゾーンの個数は、ほぼ、各立地活動主体にとっての立地可能面積に比例していると考えることが妥当であろう。したがって S_I は立地可能面積と読みかえられる。

よって、本土地利用モデルにおける基本立地配分式は、以下のようになる。

基本立地配分式

ある立地活動主体 m が、ゾーン i (集約ゾーンベース) に立地する確率 p_i^m は、

$$p_i = \frac{S_i^m \exp\left(\sum_K \theta_K^m X_{ik}^m\right)}{\sum_I S_I^m \exp\left(\sum_K \theta_K^m X_{ik}^m\right)} \quad (4.9)$$

$$\text{但し, } \sum_I p_i^m = 1 \quad (4.10)$$

X_{ik}^m : 第 i ゾーン k 項目ゾーン属性

θ_K^m : パラメータ

S_i^m : 第 i ゾーン立地可能面積

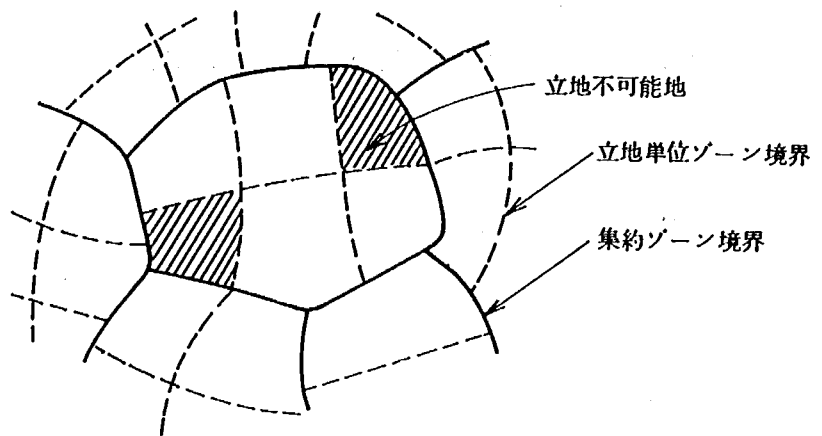


図 4-5 土地単位ゾーンと集約ゾーン

なお、上の基本立地配分式は、個々の活動主体が立地余剰最大化則に従って立地行動を行なうと仮定した場合に、ある集約ゾーン*i*を立地地点として選ぶ確率を与える式として定式化したものである。

しかし、全く同型の式は、『活動主体全体という集団による立地のパターンは、そのいろいろなパターンの中で、最も起りやすいパターンが生じる』という集団立地行動を仮定しても、同様に導くことができる。

今、対象地域における全活動主体数*P*による総立地余剰は一定水準にあると仮定し、各ゾーンに活動主体が立地する場合の数が最大となるような立地行動を集団立地行動として定式化する。

すなわち、

$$Z(P) = \frac{P!}{\prod_i P_i!} \prod_i g_i^{P_i} \rightarrow \text{Max}_{\{P_i\}} \quad (4.11)$$

$$\text{subject to } \sum_i P_i = P \text{ (総立地主体数)} \quad (4.12)$$

$$\sum_i P_i \left(\sum_k \theta_k X_{ik} \right) = Y \text{ (総立地余剰)} \quad (4.13)$$

但し、 P_i : *i* ゾーン立地活動主体数

g_i : *i* ゾーン先験立地確率

X_{ik} : *i* ゾーン第 *k* 項目ゾーン属性

上の最大化問題は、ラグランジュ未定乗数法によって解くことができる。今、

$$L = \log Z(P) + \lambda_1 \left(\sum_i P_i - P \right) + \lambda_2 \left\{ \sum_i P_i \left(\sum_k \theta_k X_{ik} \right) - Y \right\} \quad (4.14)$$

とおき、

$$\frac{\partial L}{\partial P_i} = \frac{\partial \log Z(P)}{\partial P_i} + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot \sum_k \theta_k X_{ik} = 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (4.15)$$

なる連立方程式を解く。

この時、 $\log X! = X \log X - X$ とすると (Stirling の近似式)、

$$\log Z(P) = P \log P + \sum_i P_i \log g_i - \sum_i (P_i \log P_i - P_i) \quad (4.16)$$

と置くことができる。よって

$$\frac{\partial \log Z(P)}{\partial P_i} = \log g_i - \log P_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (4.17)$$

ゆえに

$$\log P_i = \log g_i + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot \sum_k \theta_k X_{ik} \quad (4.18)$$

$$\therefore P_i = g_i \exp \left(\lambda_1 + \lambda_2 \sum_k \theta_k X_{ik} \right) \quad (4.19)$$

今、先験立地確率 g_i が、立地可能面積 S_i に比例するものとする上式は

$$\frac{P_i}{P} = \frac{S_i \exp \left(\sum_k \theta_k X_{ik} \right)}{\sum_i S_i \exp \left(\sum_k \theta_k X_{ik} \right)} \quad (4.20)$$

と変形できる。

すなわち、『最も起こりやすい立地パターンが生じる』という集団立地行動を仮定しても、全く同様の立地配分式が求められるわけである。

4-3-2 立地配分式のパラメータ推定方法

立地配分式

$$\frac{w_i}{W} = \frac{A_i \exp(V_i)}{\sum_i A_i \exp(V_i)} \quad (4.21)$$

$$\text{where } V_i = \sum_k \theta_k X_{ik} \quad (4.22)$$

は、通常の線型回帰による方法によって、パラメータ推定を行なうことができる。今、ある j なる基準ゾーンを固定し、任意の i ($i \neq j$) に対して、 w_i/w_j なる比をとるとき

$$\begin{aligned} \frac{w_i}{w_j} &= \frac{w_i}{W} \cdot \frac{W}{w_j} \\ &= \frac{A_i \exp(V_i)}{A_j \exp(V_j)} \end{aligned} \quad (4.23)$$

$$\begin{aligned} \therefore \log \left(\frac{w_i}{w_j} \cdot \frac{A_j}{A_i} \right) &= V_i - V_j \\ &= \sum_k \theta_k (X_{ik} - X_{jk}) \end{aligned} \quad (4.24)$$

よって $\pi_i = \frac{w_i}{w_j} \cdot \frac{A_j}{A_i}$, $y_{ik} = X_{ik} - X_{jk}$ とおくと

$$\log \pi_i = \sum_k \theta_k y_{ik} \quad (4.25)$$

と表わすことができる。そこで $\{w_i\}$ 及び $\{X_{ik}\}$ が現況データとして与えられれば、 $(n-1)$ 個の観測値

$$(\pi_i, y_{i1}, \dots, y_{iK})$$

が得られるので、未知パラメータ $\{\theta_k\}$ の推定値 $\{\hat{\theta}_k\}$ は、通常の原点まわりの線型回帰によって求めることができる。

5. 住宅立地予測モデル

5-1 関東における人口・世帯分布の現況

関東全域の夜間人口は、昭和50年の3,280万人から昭和55年の3,490万人へと、5年間で6.3%増加している。この5年間の人口増加率を地域別に見ると、北関東は6.9%であり、南関東の6.1%を上回っている。但し県別に見ると、千葉(14.1%増)、埼玉(12.4%増)の伸びが著しい。(表5-1参照)

表5-1 夜間人口

年次	都道府県別							地域別		計
	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	北関東	南関東	
昭和50年	2,342,198 (7.1%)	1,698,003 (5.2%)	1,756,480 (5.3%)	4,821,340 (14.7%)	4,149,147 (12.6%)	11,673,554 (35.5%)	6,397,748 (19.5%)	5,796,681 (17.7%)	27,041,789 (82.3%)	32,838,470 (100%)
昭和55年	2,558,007 (7.3%)	1,792,201 (5.1%)	1,848,562 (5.3%)	5,420,480 (15.5%)	4,735,424 (13.6%)	11,618,281 (33.3%)	6,924,348 (19.8%)	6,198,770 (17.8%)	28,698,533 (82.2%)	34,897,303 (100%)

(資料) 国勢調査

関東地域居住世帯について、その居住住宅タイプを見ると、北関東では9割強の世帯が戸建住宅に居住している。一方、南関東では4割近くが中高層住宅に居住しており、特に東京では約5割が中高層住宅である。(表5-2参照)

表5-2 居住住宅タイプ構成比

年次	都道府県別							地域別		計
	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	北関東	南関東	
戸建住宅比率	89.7%	93.1%	91.4%	80.7%	72.3%	50.4%	65.9%	91.4%	62.6%	66.3%
中高層住宅比率	10.3%	6.9%	8.6%	23.1%	27.7%	49.6%	34.1%	8.6%	37.4%	33.7%

(資料) 住宅需要実態調査(昭和53年)

関東全域全居住世帯のうち、結婚等の世帯独立、もしくは就職・転職を理由として転居した世帯(移動世帯)の比率は約1割で、北関東、南関東ともほぼ同様の比率である。

表5-3 住み替え比率及び移動比率

	都 道 府 県 別							地 域 別		計
	茨 城	栃 木	群 馬	埼 玉	千 葉	東 京	神奈川	北関東	南関東	
住み替え比率	13.7%	17.6%	16.1%	27.1%	22.8%	23.2%	21.7%	15.8%	23.5%	22.5%
移動世帯比率	11.8%	12.6%	10.7%	13.0%	14.2%	14.9%	12.3%	11.7%	13.9%	13.6%

(資料) 住宅需要実態調査(昭和53年)

一方、世帯独立や就職・転職以外の理由による転居(いわゆる住み替え世帯)の比率は、北関東15.7%に対し、南関東23.5%で、南関東が上回っている。(表5-3参照)

自宅外通勤・通学者の利用交通手段を従業地・通勤地別に見たのが表5-4である。東京への通勤・通学者の66%、神奈川への通勤・通学者の40%が鉄道を利用しているのに対し、埼玉・千葉への通勤・通学者による鉄道利用率は20%台、茨城・栃木・群馬への通勤・通学者による鉄道利用率は、10%前後となっている。

表5-4 利用交通手段別・通勤・通学者数

通勤手段	都 道 府 県 別							地 域 別		計
	茨 城	栃 木	群 馬	埼 玉	千 葉	東 京	神奈川	北関東	南関東	
徒 歩	109,181 (12.3%)	77,205 (11.4%)	85,417 (12.2%)	232,624 (14.3%)	200,455 (13.9%)	855,484 (11.4%)	420,895 (16.1%)	271,803 (12.0%)	1,709,458 (13.0%)	1,981,261 (12.8%)
二 輪 車	167,842 (18.9%)	163,344 (24.6%)	152,234 (21.8%)	375,320 (23.0%)	215,544 (15.0%)	551,217 (7.4%)	258,019 (9.9%)	486,420 (21.5%)	1,400,100 (10.6%)	1,886,520 (12.2%)
バ ス	125,257 (14.1%)	66,654 (9.8%)	53,087 (7.6%)	85,732 (5.3%)	147,122 (10.2%)	312,861 (4.2%)	256,850 (9.8%)	244,998 (10.8%)	802,565 (6.1%)	1,047,563 (6.8%)
鉄 道	101,355 (11.4%)	63,131 (9.3%)	55,722 (8.0%)	399,455 (24.5%)	405,771 (28.2%)	4,903,897 (65.6%)	554,893 (40.4%)	220,208 (9.7%)	6,764,016 (51.4%)	6,984,224 (45.3%)
自家用車 タクシー	365,897 (41.3%)	289,968 (42.9%)	337,093 (48.3%)	495,471 (30.4%)	432,878 (30.1%)	718,632 (9.6%)	1,566,007 (21.7%)	992,958 (43.9%)	2,212,988 (16.8%)	3,205,946 (20.8%)
そ の 他	17,205 (1.9%)	12,186 (1.8%)	14,607 (2.1%)	40,047 (2.5%)	35,890 (2.5%)	139,752 (1.9%)	56,830 (2.2%)	43,998 (1.9%)	273,119 (2.1%)	317,117 (2.1%)
計	886,737	675,488	698,160	1,629,249	1,437,660	7,481,843	2,613,494	2,260,385	13,162,246	15,422,631

(資料) 国勢調査(昭和55年)

5-2 モデルの基本構造

住宅立地モデルとは、従業地が既知の従業人口についてその居住地および居住住宅タイプを各ゾーンの住宅地価分布、及び交通条件、社会・経済条件等より予測し、将来の世帯(夜間人口)分布を求めるモデルである。

住宅立地モデルは、住み替えモデル、住宅需要モデル（Ⅰ）、住宅需要モデル（Ⅱ）、及び居住地選択モデルから構成される。その基本的なフローは、図5-1に示す通りである。

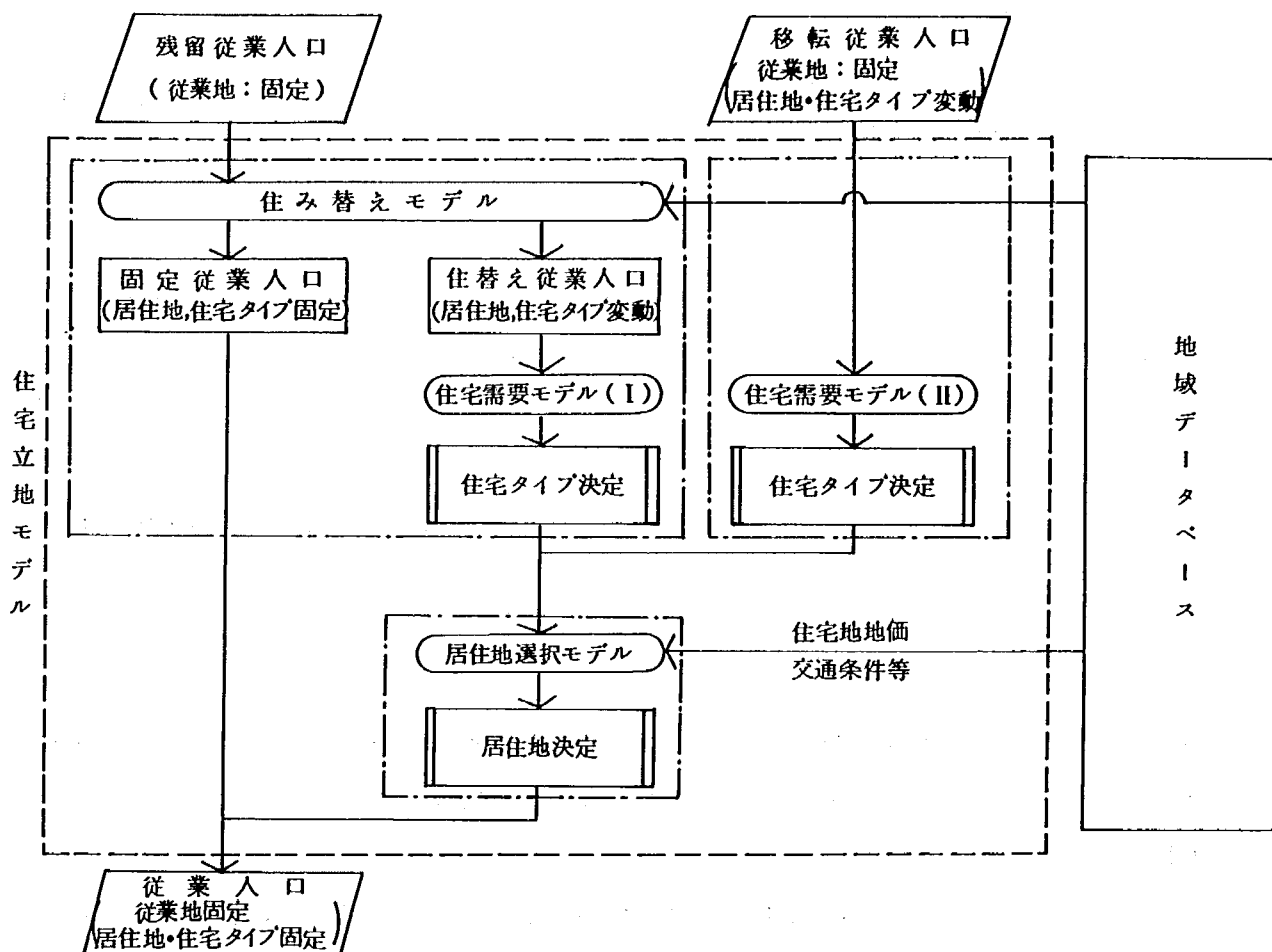


図5-1 住宅立地モデルフロー

5-3 住み替え及び住宅需要予測モデル

住み替え及び住宅需要モデル（Ⅰ）、（Ⅱ）とは、住み替え世帯を含めた住宅需要世帯がどのタイプの住宅に居住するかを予測するモデルである。

現在、住宅立地の多くは従業先を固定させたままの住み替えによるものであり、今後この傾向は強まると考えられる。（表5-2参照）そのため、住宅立地の将来予測を行うためには、住み替え需要の推定を行なうことが重要となる。

現在開発されているモデルの例としては、東京大学・測量研究室による住宅需要予測モデルがある。この住宅需要モデルはある世帯が次の5年間にどのどのような住宅に住みかえるかを世帯属性（世帯主年齢等）、現在居住している住宅のタイプ（所有形態及び構造）等から、非集計ロジットモデルにより予測するものである。住み替え行動の選択構造は図5-2に示すとおりである。

広域圏土地利用モデルにおいても、最終的には以上のような住み替え・住宅需要推定モデルを開発、これを組み込むことを一応の目標としている。

本年度は、以下に示すような、中間段階としての原単位型のモデルを開発している。

原単位型モデルは、昭和 53 年度住宅需要実態調査データを集計し、従業地、居住地、及び住宅タイプ（戸建住宅、中高層住宅）別に、住み替え率、タイプ別住宅需要比率（戸建住宅選択比率原単位）を算出し、これを用いて、住宅タイプ別の住宅需要世帯数を求めるモデルである。

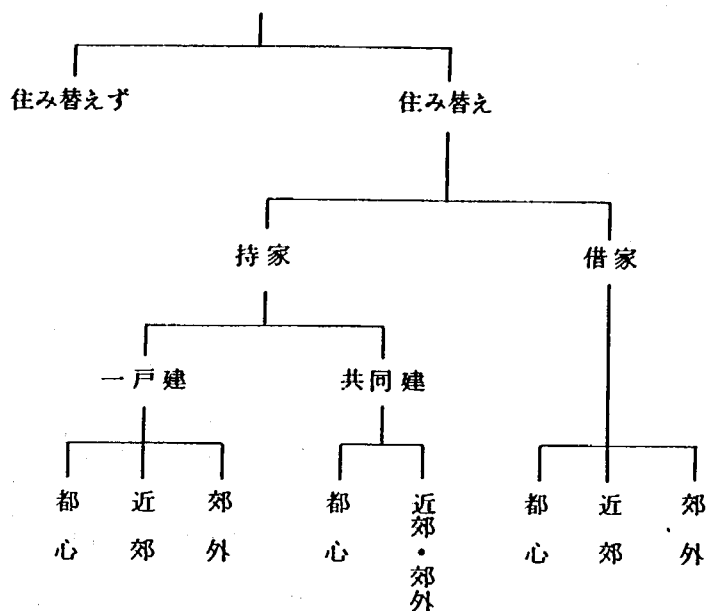


図 5-2 住み替え行動の Choice Tree

① 住み替えモデル及び住宅需要モデル (I)

ある人口（世帯）が次の 5 年間に住み替えるか否かを予測するのが住み替えモデルであり、住み替え世帯がどういった住宅タイプ（戸建の中高層）を需要するかを求めるのが住宅需要モデル (I) である。

本モデルにおいては、従業地、居住地、及び現居住住宅タイプ別に、戸建移転比率及び中高層住宅移転比率を設定し、これに残留層世帯数を乗じることによって、住み替えによる戸建住宅需要世帯数、及び中高層住宅需要世帯数を求めることとする。（式 5.1 参照）

住み替えモデル+住宅需要モデル (I)

$${}_j^t W_m^I = \sum_{ij} \mu_{mn} \cdot {}_{ij}^t T_m \quad (5.1)$$

但し

$${}_{ij}^t T_m : \text{第 } t \text{ 期残留層従業人口} \quad \begin{pmatrix} j : \text{従業ゾーン} \\ i : \text{居住ゾーン} \\ m : \text{居住住宅タイプ} \end{pmatrix}$$

$${}_{ij} \mu_{mn} : \text{住み替え比率} \quad \begin{pmatrix} j : \text{従業ゾーン} \\ i : \text{居住ゾーン} \\ n : \text{居住住宅タイプ} \\ m : \text{需要住宅タイプ} \end{pmatrix}$$

$${}_j^t W_m^I : \text{第 } t \text{ 期住替え層従業人口} \quad \begin{pmatrix} j : \text{従業ゾーン} \\ m : \text{需要住宅タイプ} \end{pmatrix}$$

なお従業地及び居住地の地域区分は、集約Bゾーンをさらに集約した拡大ゾーンとし、この拡大ゾーン間通勤ODペアをさらに集約したOD別に、住み替え比率及び住宅需要比率を設定する。(表5-5参照)

表5-5 住み替え比率及び住宅需要比率

ODペア コード	従業地	居住地	従業拡大ゾーンと居住拡大ゾーン 同一性	住み替え率		タイプ別住宅需要比率			
				戸建 居住世帯	中高層 居住世帯	戸建→ 戸建	戸建→ 中高層	中高層→ 戸建	中高層→ 中高層
1	茨城県内	茨城県内	○	0.082	0.528	0.813	0.188	0.816	0.184
2	"	"	×	0.091	0.500	0.500	0.500	1.000	0.0
3	栃木県内	栃木県内	○	0.126	0.763	0.969	0.031	0.889	0.111
4	"	"	×	0.045	0.250	1.000	0.0	1.000	0.0
5	群馬県内	群馬県内	○	0.125	0.462	0.833	0.167	0.900	0.100
6	"	"	×	0.059	1.000	1.000	0.0	1.000	0.0
7	埼玉県内	埼玉県内	○	0.162	0.546	0.888	0.112	0.630	0.370
8	"	"	×	0.134	0.607	0.923	0.077	0.647	0.353
9	千葉県内	千葉県内	○	0.103	0.480	0.842	0.158	0.595	0.405
10	"	"	×	0.087	0.475	0.846	0.154	0.684	0.316
11	23区内	23区内	○	0.127	0.410	0.600	0.400	0.312	0.688
12	"	"	×	0.108	0.420	0.571	0.429	0.363	0.637
13	東京都下	東京都下	○	0.152	0.510	0.696	0.304	0.570	0.430
14	"	"	×	0.099	0.429	0.909	0.091	0.542	0.458
15	神奈川西部	神奈川西部	○	0.130	0.427	0.739	0.261	0.750	0.250
16	"	"	×	0.088	0.400	0.667	0.333	0.750	0.250
17	横浜・川崎	横浜・川崎	○	0.136	0.413	0.764	0.236	0.442	0.558
18	"	"	×	0.145	0.483	0.591	0.409	0.451	0.549
19	神奈川県内	神奈川県内	×	0.140	0.316	0.778	0.222	0.417	0.583
20	その他			0.134	0.406	0.825	0.175	0.543	0.457

居住ゾーン 従業ゾーン		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		水土下鹿宇栃那前桐沼熊利浦越東川成館千松都城山城城武南西足山湘横横横川 館・古河島宮木須橋生田谷根宮谷山越田山葉戸心南手東西北野摩摩柄北南北東南崎 戸浦河島宮木須橋生田谷根宮谷山越田山葉戸心南手東西北野摩摩柄北南北東南崎																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	戸浦河島宮木須橋生田谷根宮谷山越田山葉戸心南手東西北野摩摩柄北南北東南崎																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

図5-3 ODペアコード一覧図

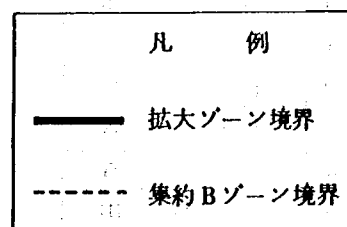
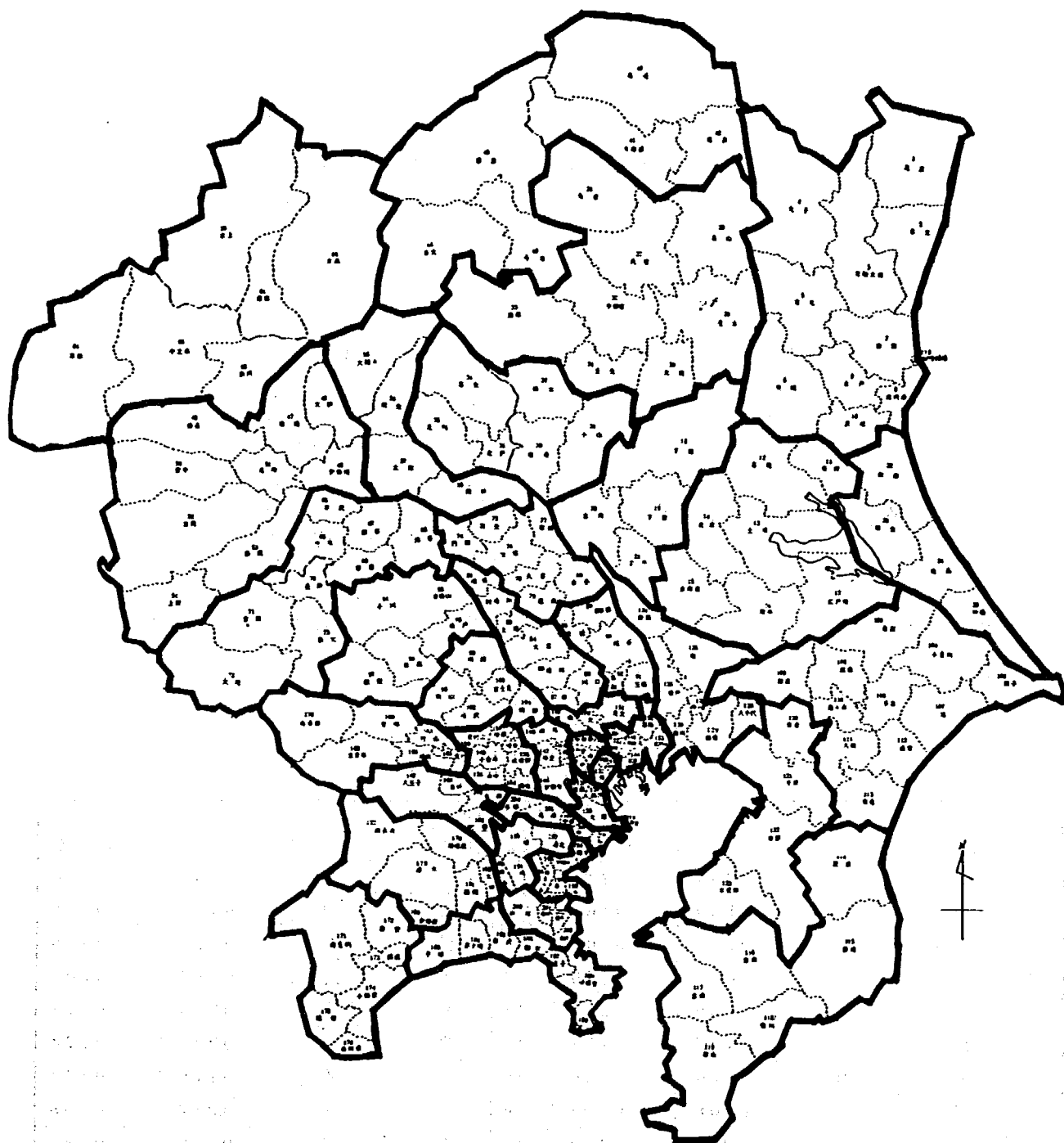


図 5 - 4 拡大ゾーン境界図

② 住宅需要モデル (II)

住宅需要モデル (II) は、転勤・転職等により従業先が変化した人口 (世帯)、あるいは新規に就職もしくは世帯形成 (結婚等の世帯独立) を行った人口 (世帯) の住宅タイプを選好比率を求めるモデルである。

すなわち従業地別に戸建住宅選定比率及び中高層住宅選定比率を選定し、これに変動層世帯数を乗じることによって、戸建住宅需要世帯数、及び中高層住宅需要世帯数を求める。すなわち、

住宅需要モデル (II)

$${}_j^t W_m^c = {}_j \lambda_m \cdot {}_j^t W^c \quad (5.2)$$

但し、

${}_j^t W^c$: 第 t 期・移転層従業人口 (j ゾーン従業)

${}_j \lambda_m$: 住宅選定比率 (j ゾーン従業
 m 住宅タイプ需要)

${}_j^t W_m^c$: 第 t 期・移転層従業人口 (j ゾーン従業
 m 住宅タイプ需要)

住宅需要モデルと同じ従業拡大ゾーン別の戸建住宅需要比率及び中高層住宅需要比率を表 5-6 に示す。

表 5-6 タイプ別住宅需要比率

従業地 (拡大ゾーン)		戸建住宅 需要比率	中高層住宅 需要比率	従業地 (拡大ゾーン)		戸建住宅 需要比率	中高層住宅 需要比率
1	水戸	0.756	0.244	19	千葉	0.554	0.446
2	土浦	0.839	0.161	20	松戸	0.471	0.529
3	下館・古河	0.692	0.308	21	都心	0.311	0.689
4	鹿島	0.0	1.000	22	城南	0.297	0.703
5	宇都宮	0.759	0.241	23	山手	0.226	0.774
6	栃木	0.727	0.273	24	城東	0.226	0.774
7	那須	0.750	0.250	25	城西	0.176	0.824
8	前橋	0.708	0.292	26	城北	0.242	0.758
9	桐生	0.958	0.042	27	武蔵野	0.315	0.685
10	沼田	0.929	0.071	28	南多摩	0.341	0.659
11	熊谷	0.696	0.304	29	西多摩	0.412	0.588
12	利根	0.643	0.357	30	足柄	0.758	0.242
13	浦和・大宮	0.527	0.473	31	山北	0.500	0.500
14	越谷	0.579	0.421	32	湘南	0.587	0.413
15	東松山	0.692	0.308	33	横浜北	0.333	0.667
16	川越	0.660	0.340	34	横浜東	0.203	0.797
17	成田	0.692	0.308	35	横浜南	0.364	0.636
18	館山	0.467	0.533	36	川崎	0.215	0.785

5-4 居住地選択モデル

5-4-1 居住地選択モデル

居住地選択モデルは、住み替えモデル及び住宅需要モデル(I), (II)によって得られた、戸建住宅需要世帯及び中高層住宅需要世帯(従業先は既知)を対象に、その居住地を予測するモデルである。

住宅需要世帯は、その居住地点を選定する際、そこに住むことによって得られる効用が高く、かつその居住に要するコストが低い地区を指向する。すなわち個々の住宅居住世帯にとっては、立地余剰、すなわち立地によって得られる効用と、それに要するコストとの差が最大となるような居住地点を選ぶことが、最も合理的な居住地選択行動であると言える。

居住地選択行動を定式化するに際しては、その前提条件を以下に設定する。

- i) 地域は、 $i = 1, \dots, n$ ゾーンに分割されており、それぞれのゾーンの従業人口を、 $W_1, \dots, W_n$ とする。
- ii) 各ゾーンに立地することによる立地効用は、ゾーン諸属性による線型関数によって与えられるものとする。すなわち、 i ゾーンにおけるゾーン属性 $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iK}$ に対し、 i ゾーン立地効用 U_i は、

$$U_i = \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ik} \quad (5.4)$$

となる。

- iii) 各ゾーンに立地することによる居住費用は、(地代+通勤費用)であると考え、 j ゾーンの従業者が i ゾーンに居住する際の居住費用 y_{ij} は、

$$y_{ij} = r_i S_{ij} + c d_{ij} \quad (5.5)$$

但し、
 r_i : i ゾーン平均地代
 S_{ij} : i ゾーン常住 j ゾーン従業者の平均敷地規模
 d_{ij} : i ゾーンから j ゾーンへの通勤所要時間
 c : 通勤時間当り費用価

と表わされる。

- iv) 住宅需要世帯による i ゾーンへの住宅立地可能面積は A_i とする。

③ 居住地選択行動の定式化

住宅需要世帯は立地余剰が最も高いと期待されるゾーンを居住地として選択する。よって、所与のゾーン j を従業地とする住宅需要世帯が、あるゾーン i を居住地として選択する確率 p_{ij} は、立地余剰の確率項がワイブル分布に従うことを仮定すれば、

$$p_{ij} = \frac{A_i \exp \left\{ \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ik} - r_i S_{ij} - c d_{ij} \right\}}{\sum_i A_i \exp \left\{ \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ik} - r_i S_{ij} - c d_{ij} \right\}} \quad (5.6)$$

と表わされる(4-3節参照)。よって、居住地選択モデルの基本式は、以下のようになる。

$$\frac{T_{ij}}{W_j} = \frac{A_i \exp(\beta_1 r_i + \beta_2 d_{ij} + \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ik})}{\sum_i A_i \exp(\beta_1 r_i + \beta_2 d_{ij} + \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ik})} \quad (5-7)$$

但し、
 T_{ij} : i ゾーン居住 - j ゾーン従業通勤人口
 A_i : i ゾーン住宅立地可能面積
 r_i : i ゾーン住宅地代表地価
 W_j : j ゾーン従業人口
 d_{ij} : $i - j$ ゾーン間時間距離
 $\beta_1, \beta_2, \theta_1, \dots, \theta_k$: パラメータ
 X_{ik} : i ゾーン k 項目ゾーン属性

広域都市圏土地利用モデルでは、住宅需要世帯を、戸建住宅需要世帯及び中高層住宅需要世帯に二分しており、居住地選択モデルについてもそれぞれ戸建住宅需要層及び中高層住宅需要層を対象としたモデルに分けて推定した。これは戸建住宅と中高層住宅では地価負担力などに差があり、立地選好が大きく異なるためである。

5-4-2 戸建需要層居住地選択モデル

1) 戸建需要層居住地選択モデル

戸建需要層居住地選択モデルは、従業先の決まっている戸建住宅需要世帯がいかなる地点を居住地として選択するかを予測するモデルである。

なお居住地選択モデル基本式における戸建住宅立地可能面積には本来ならば現在住宅市場に供給されている宅地の面積をとることが望ましい。しかしながら、そのようなデータについての入手は極めて困難であり、また可住地面積などを代理変数としたケースについては統計的にさほどの精度が得られなかった。そこで、立地可能面積についてはモデル式から除くこととしている。

なお戸建需要世帯の立地に関するデータは、昭和53年住宅需要実態調査を利用しており、同調査において過去5年間に戸建住宅に移転した世帯を戸建住宅需要世帯とした。

2) パラメータ推定結果

パラメータ推定結果は表5-7に示す通りである。居住地選択世帯数についての実際値と予測値との相関係数は0.951で、かなり再現性の高いモデルと見ることができる。

通勤時間は居住地選択行動における最も大きな説明要因となっている。これは住宅需要者が、居住地が従業地に近いほど、すなわち通勤時間が短いほど、居住地として好ましいものと考えていることを示している。

可住地人口密度は、戸建住宅需要者にとって、立地効用を減少させる要因となっている。こ

れは、特に関東1都6県というような大都市圏においては、人口密度が低い地域ほど良好な居住環境を有しており、また特に戸建住宅需要層においては、良好な居住環境に対する選好が強いと考えられる。

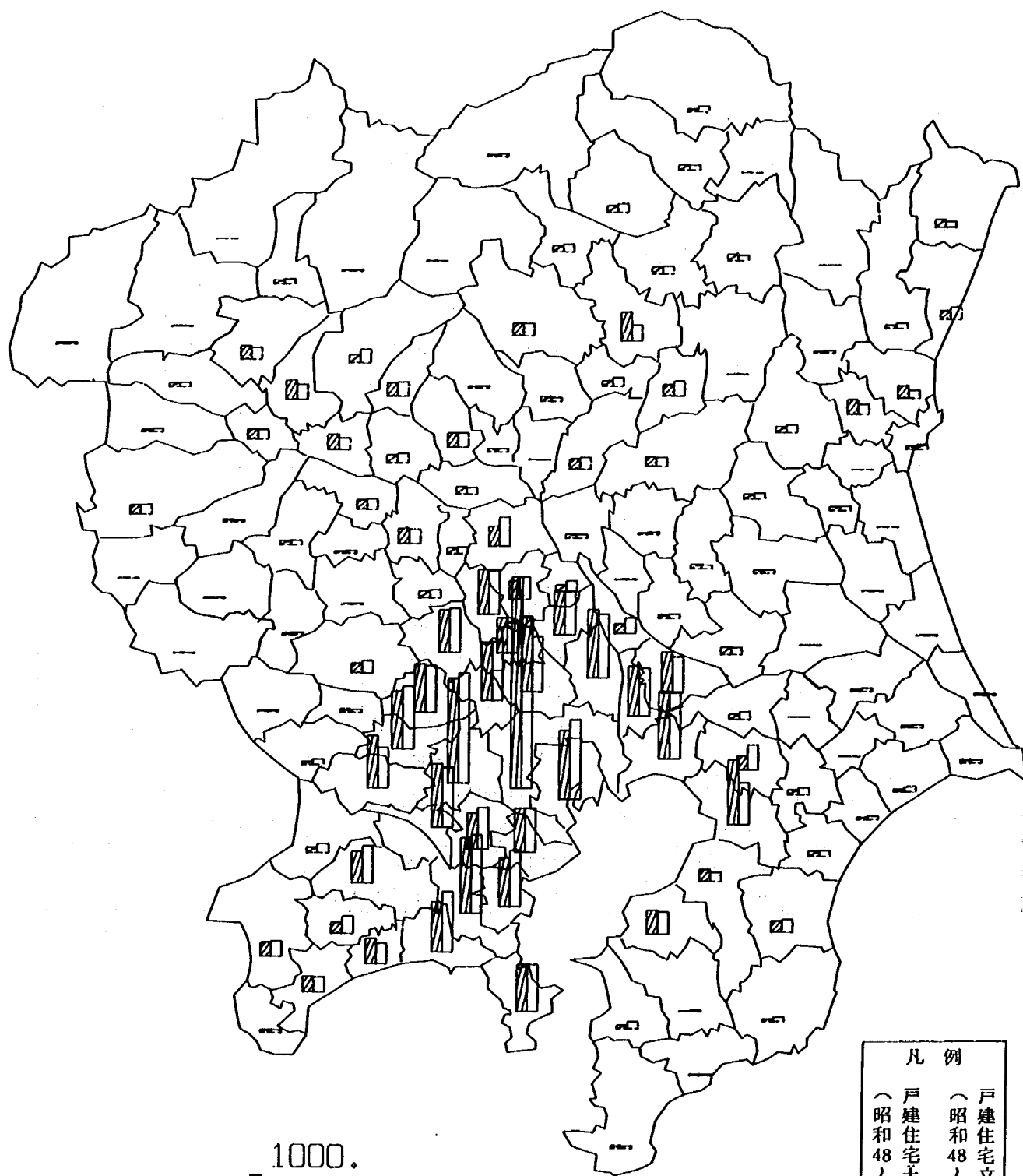
住宅地地価による説明力は必ずしも高いものではないが、過度の人口集中を防ぐ制約要因としても重要な変数であるため、説明変数のひとつとして採用する。

表 5-7 戸建需要層選択モデル パラメータ推定結果

		回 帰 係 数	t 値
独 立 変 数	通 勤 時 間	-0.1296×10^{-1}	-34.122
	可住地人口密度	-0.2544×10^{-2}	-5.418
	住 宅 地 地 価	-0.1595×10^{-4}	-1.443
相 関 係 数			0.951

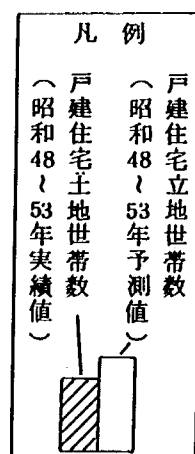
採用変数の定義は、以下の通りとする。

	変 数 名	単 位	定 義	出 典
被説明変数	戸建住宅立地世帯数 (53年)	世帯	昭和48年から53年の5年間に立地した戸建住宅世帯	住宅需要実態調査 (53年)
説明変数	住 宅 地 地 価 (50年)	円/㎡	各市区町村住宅地平均地価の集約Bゾーン内最高値	地 価 公 示 (50年)
	可 住 地 人 口 密 度 (50年)	人/ha	$\frac{\text{(夜間人口)}}{\text{(可住地面積)}}$	国 勢 調 査 (50年) 及び地域経済総覧(51年)
	通 勤 時 間 (50年)	分	集約Bゾーン間道路時間距離 (交通モデルによる配分結果)	建 設 省 デ ー タ



R (相関係数) = 0.951

図 5 - 5 戸建需要属居住地選択モデル
— 実績値及び予測値 —



5-4-3 中高層需要層居住地選択モデル

1) 中高層需要層居住地選択モデル

中高層需要層居住地選択モデルは、従業地点を所与とする中高層住宅需要人口世帯が、いかなる地点を居住地として選択するかを予測するモデルである。

中高層需要層居住地選択モデルにおいても戸建居住地選択モデルと同様の理由で中高層住宅立地可能面積をモデル式から除いている。

なお中高層住宅需要世帯の立地データは戸建需要層居住地選択モデル同様、昭和53年住宅需要実態調査を利用している。

2) パラメータ推定結果

パラメータ推定結果は表5-10に示す通りである。居住地選択世帯数についての実際値及び予測値の相関係数は0.949で、かなり再現性の高いモデルと見ることができる。

通勤時間は中高層需要世帯による居住地選択行動の最も大きな説明要因となっている。その係数の値も、戸建需要層居住地選択モデルにおける値の約4/3倍となっており、中高層需要世帯のほうが時間選好がより強いものと見ることができる。

人口密度等の居住環境の代理変数となるような説明変数は全て有意な説明力は得られなかった。これは、中高層需要世帯については、戸建需要層におけるほど、居住環境に対する選好が高くないためと考えられる。

また住宅地地価については、戸建需要層居住地選択モデルと同様、説明力自体は必ずしも高いものではないが、片側確率6%程度の水準で有意であり、立地制約要因として重要な変数であるため、説明変数として採用した。

表5-10 中高層需要層居住地選択モデル・パラメータ推定結果

		回帰係数	t 値
独立変数	住宅地地価	-0.2690×10^{-4}	-1.549
	通勤時間	-0.2144×10^{-1}	-4.3402
相関係数			0.949

採用変数の定義は、以下の通りである。

	変数名	単位	定義	出典
被説明変数	中高層住宅立地世帯数 (53年)	世帯	昭和48年から53年の5年間に 立地した中高層住宅世帯数	住宅需要実態調査 (53年)
説明変数	住宅地地価 (50年)	円/㎡	各市区町村住宅地平均地価の集約 Bゾーン内最高値	地価公示 (50年)
	通勤時間 (50年)	人/ha	集約Bゾーン間道路時間距離 (交通モデルによる配分結果)	建設省データ

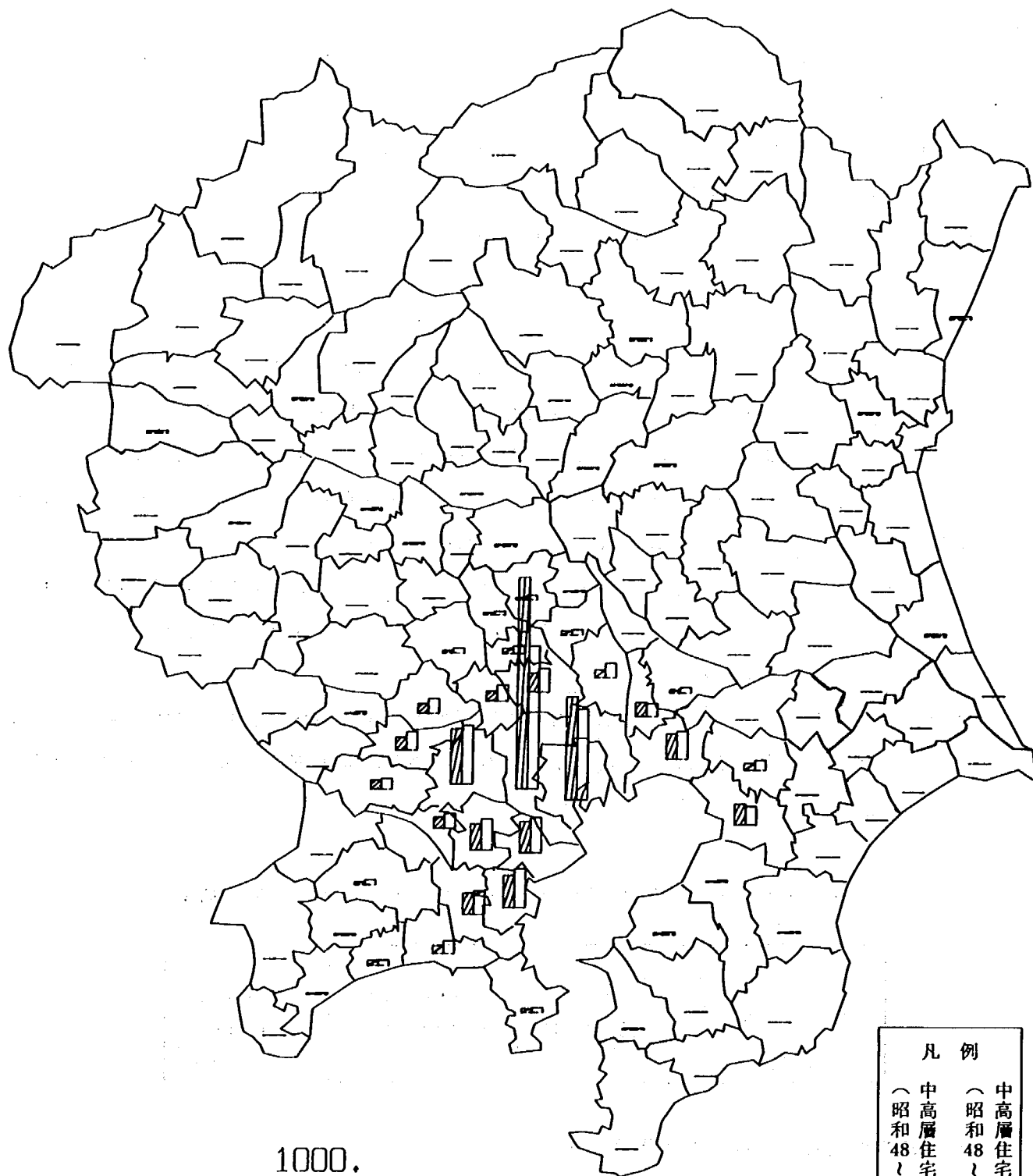


図5-6 中高層需要層居住地選択モデル
—実績値及び予測値—

5-5 住宅地地価モデル

5-5-1 住宅地地価モデル

住宅地地価モデルは、人口等の集積度、交通条件及び地形条件等のゾーン属性から、ゾーンの代表的な住宅地地価を予測するモデルである。

住宅地地価モデルの関数型は次の形とし、平均値まわりの重回帰式として係数推定を行なう。

$$\log(\text{住宅地地価}) = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k (\text{k項目ゾーン特性}) \quad (5.10)$$

5-5-2 パラメータ推定結果

推定された重回帰式は、下表の通りである。

表5-13 住宅地地価モデル・パラメータ推定結果

定数項		重回帰係数	t 値
		1.081×10^1	
説明変数	可住地人口密度(50年)	5.872×10^{-3}	8.51
	中枢業人口密度(50年)	4.500×10^{-3}	6.37
	可住地面積率(50年)	4.763×10^{-3}	4.24
	生活圏中心までの 道路時間距離	-2.462×10^{-3}	-4.39
	生活圏中心から都心までの 鉄道時間距離	-1.026×10^{-2}	-10.73
相関係数			0.949

採用した変数一覧は、以下の通りである。

	変数名	単位	定義	出典
被説明変数	住宅地地価 (55年)	円/㎡	各市区町村住宅地平均地価の集約 Bゾーン内最高値	地価公示(55年)
説明変数	可住地人口密度 (50年)	人/ha	$\frac{(\text{夜間人口})}{(\text{可住地面積})}$	国勢調査(50年) 及び地域経済総覧(51年)
	中枢業従業人口密度 (50年)	人/km ²	$\frac{(\text{中枢業従業人口})}{(\text{可住地面積})}$	国勢調査(50年), 商業統計(49年) 及び地域経済総覧(51年)
	可住地面積率 (50年)	%	$\frac{(\text{可住地面積})}{(\text{総面積})}$	国勢調査(50年) 及び地域経済総覧(51年)
	生活圏中心までの 道路時間距離	分	当該ゾーン-生活圏中心ゾーン間 道路時間距離(交通モデルによる 混雑時所要時間)	建設省データ
	生活圏中心から都心までの 鉄道時間距離	分	生活圏中心ゾーン-都心ゾーン間 鉄道距離時間	建設省データ

6. 商業・業務立地予測モデル

6-1 関東における商業・業務立地の現況

本節においては、近隣型商業・業務部門及び中枢型商業・業務部門の関東における立地動向について概観する。

近隣型商業・業務（以下、近隣業と略す）とは、比較的狭い地域をサービス圏域として世帯・事業所等に財・サービスを提供する業種である。

中枢型商業・業務（以下、中枢業と略す）とは、広範囲なサービス圏域を持ち、主として各業種の事業所に対して、財・サービスを提供する業種である。近隣業及び中枢業と既存の業種分類との関連は以下のようになっている。

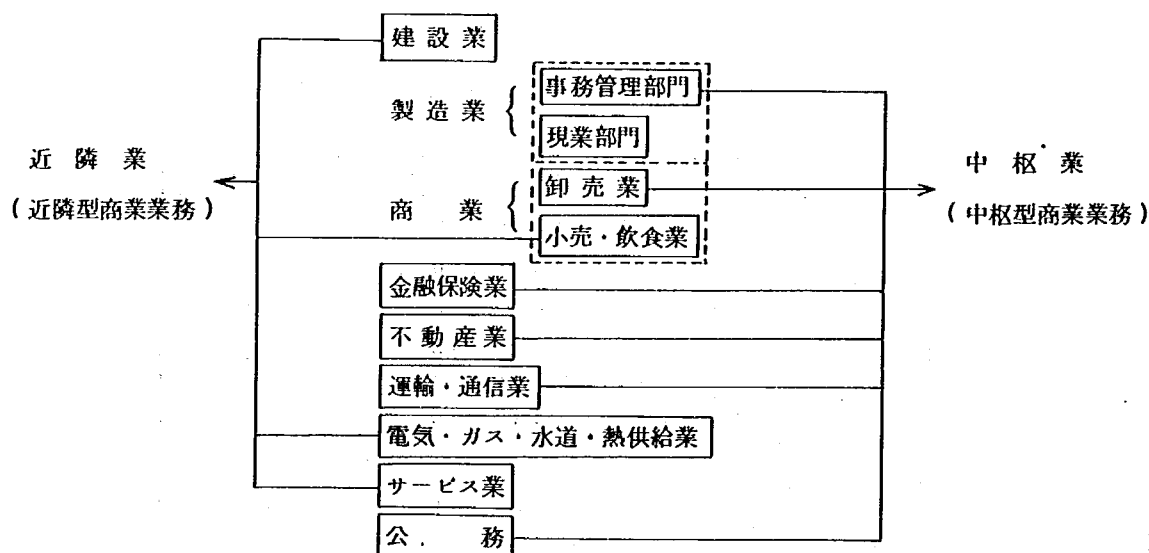


図6-1 業種区分一覧

なお、近隣業及び中枢業従業人口は国勢調査ベースの従業人口にそろえるため、下式により算出される。

$$\begin{aligned}
 \text{〔近隣業従業人口〕} = & \text{〔建設業従業人口（国勢調査）〕} \\
 & + \text{〔電気・ガス・水道業人口（国勢調査）〕} \\
 & + \text{〔サービス業従業人口（国勢調査）〕} \\
 & + \text{〔卸売業・小売業従業人口（国勢調査）〕} \times \frac{\text{〔小売・飲食店従業人口（商業統計）〕}}{\text{〔商業従業人口（商業統計）〕}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{〔中枢業従業人口〕} = & \text{〔金融業・保険業従業人口（国勢調査）〕} \\
 & + \text{〔不動産業従業人口（国勢調査）〕} \\
 & + \text{〔運輸・通信業従業人口（国勢調査）〕}
 \end{aligned}$$

+〔公務従業人口（国勢調査）〕

+〔製造業事務管理部門従業者数（工業統計）〕

+〔卸売・小売業従業人口（国勢調査）〕× $\frac{〔卸売業従業人口（商業統計）〕}{〔商業従業人口（商業統計）〕}$

以上の業種区分による近隣業従業人口は昭和55年において、関東全域で約736万人である。地域別シェアを見ると、北関東16%、南関東84%という構成であるが、近年では北関東での伸びが南関東を上回っている。

一方、中枢業従業人口（昭和55年時点）は関東全域で約404万人である。地域別シェアは北関東11%、南関東89%であるが、近隣業同様、北関東での伸びが目立っている。

表6-1 近隣業・中枢業従業人口

		都 道 府 県 別							地 域 別		計
		茨 城	栃 木	群 馬	埼 玉	千 葉	東 京	神 奈 川	北 関 東	南 関 東	
近 隣 業	50年	377,757 (5.8%)	299,865 (4.6%)	315,984 (4.9%)	648,879 (10.0%)	633,575 (9.8%)	3,110,428 (48.1%)	1,085,848 (16.8%)	993,606 (15.4%)	5,478,730 (84.6%)	6,472,335 (100%)
	55年	452,632 (6.1%)	344,791 (4.7%)	361,408 (4.9%)	815,745 (11.1%)	765,634 (10.4%)	3,368,118 (45.8%)	1,252,741 (17.0%)	1,158,831 (15.7%)	6,202,237 (84.3%)	7,361,068 (100%)
中 枢 業	50年	144,508 (4.0%)	112,434 (3.1%)	122,676 (3.4%)	245,678 (6.7%)	244,454 (6.7%)	2,300,035 (63.1%)	473,368 (13.0%)	379,618 (10.4%)	3,263,535 (89.6%)	3,643,152 (100%)
	55年	173,284 (4.3%)	130,182 (3.2%)	138,539 (3.4%)	312,408 (7.7%)	311,957 (7.7%)	2,444,514 (60.5%)	526,469 (13.0%)	442,005 (10.9%)	3,595,348 (89.1%)	4,037,353 (100%)

さて、集約Bゾーンごとの業種別従業人口の業種間相関係数を示したものが表6-2である。

夜間人口；製造業従業人口、近隣業従

業人口相互間には相関係数0.6～0.7

という強い正の相関が見られる。中枢

業従業人口は、近隣業従業人口と相関

係数0.8という強い正の相関を持つが

製造業従業人口との相関係数は0.4、

夜間人口との相関係数は0.2程度と

表6-2 業種間相関係数

	夜 間 人 口	製 造 業 従 業 人 口	近 隣 業 従 業 人 口	中 枢 業 従 業 人 口
夜 間 人 口	100000	067306	065250	024448
製 造 業 従 業 人 口	067306	100000	059297	038357
近 隣 業 従 業 人 口	065250	059297	100000	081778
中 枢 業 従 業 人 口	024448	038357	081778	100000

なっており、近隣業と中枢業とでは、異なる従業人口分布の様相を示していることがわかる。

次に集約Bゾーンごとの近隣業従業人口の

業種間相関係数を見たのが表6-3である。

建設業従業人口と、小売・飲食・サービス業

従業人口の相関係数は0.95であり、極めて

強い正の相関を持つ。この両者と電気・ガス

・水道業従業人口との相関係数も0.83であ

表6-3 近隣業業種間相関係数

	建 設 業 従 業 人 口	電 気 ・ ガ ス ・ 水 道 業 従 業 人 口	小 売 ・ 飲 食 ・ サ ー ビ ス 業 従 業 人 口
建 設 業 従 業 人 口	1.00000	0.83292	0.95103
電 気 ・ ガ ス ・ 水 道 業 従 業 人 口	0.83292	1.00000	0.82706
小 売 ・ 飲 食 ・ サ ー ビ ス 業 従 業 人 口	0.95103	0.82706	1.00000

り、かなり高い。

同様に集約Bゾーンベース・中枢業従業人口の業種間相関係数を見たのが表6-4である。金融・保険・不動産業従業人口、製造業（本社）従業人口、及び卸売業従業人口の単相関係数は、それぞれ0.9を超えており、極めて正の相関が高い。

表6-4 中枢業業種間相関係数

	金融・保険・不動産業従業人口	運輸通信業従業人口	公務従業人口	製造業（本社）従業人口	卸売業従業人口
金融・保険・不動産業	1.00000	0.82206	0.75354	0.92823	0.93355
運輸通信業	0.82206	1.00000	0.77016	0.74571	0.79785
公務	0.75354	0.77016	1.00000	0.69497	0.61150
製造業（本社）	0.92823	0.74571	0.69497	1.00000	0.93895
卸売業	0.93355	0.79785	0.61150	0.93895	1.00000

このように、前述の業種区分による近隣業及び中枢業の関東地域における立地パターンを見ると、近隣業内部、あるいは中枢業内部での各業種間ではかなり似かよった立地パターンを示しているが、近隣業全体と中枢業全体とでは、明らかに異なる立地パターンを有していることがわかる。よって以上の業種区分は、商業業務部門における立地モデルを考えるに際しての業種区分として、妥当なものと考えられる。

6-2 モデルの基本構造

商業・業務立地予測モデルとは、所与の人口分布、従業人口分布、及び交通条件に対して、商業業務従業人口分布を予測するモデルである。（図6-2参照）

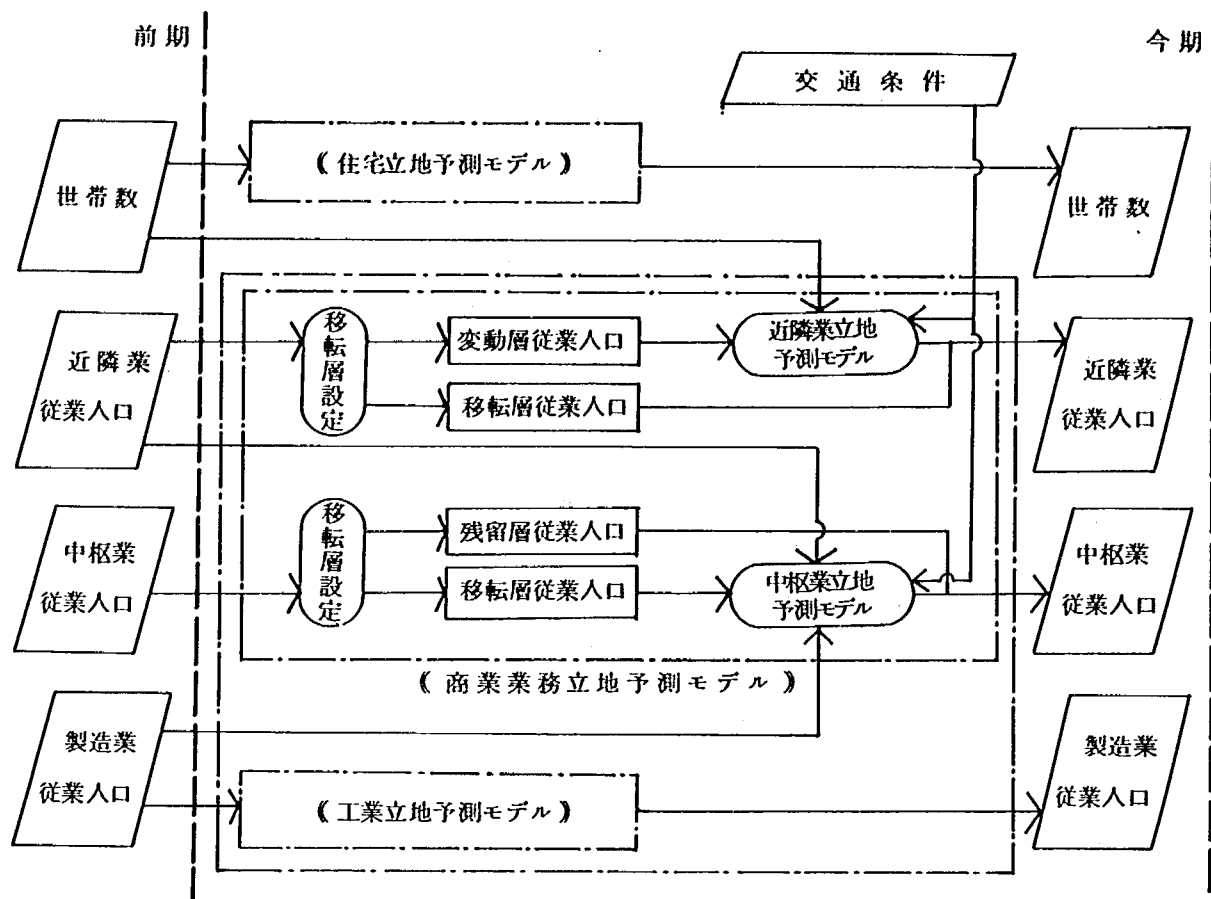


図 6-2 商業業務立地予測モデル全体フロー

商業業務の基本的な機能は、6-1で述べたように人口・産業に対する財・サービスの提供にある。よって商業業務による財・サービスの売り上げは、人口あるいは産業の集積地に近く、かつその集積度が高いほど、大きくなるものと考えられる。すなわち、人口及び産業の集積に強く依存して立地する性格を有する。

しかしながら商業業務の過度の集積立地は、地面の上昇等の形によって立地費用を増大させる。

よって商業業務にとっての合理的な立地動向は、そのゾーンに立地することによって期待される売り上げから立地費用を差し引いた利潤が最も大きくなると期待されるゾーンを選択し、そのゾーンへ立地することであると考えられる。このような観点から、商業業務立地モデルを導出する。

商業業務立地行動を定式化するに際しては、その前提条件を以下に設定する。

- i) 対象地域全域での商業業務総従業人口は R 人とし、この従業人口が対象地域内のいずれかのゾーンに立地するものとする。
- ii) 地域は計 n ゾーンに分割されており、各 i ゾーンにおける第 k 項目ゾーン属性（人口・産業への接近性、地価等）を X_{ik} とする。
- iii) 商業業務が i ゾーンに立地するに際しての従業人口ひとり当たりの利潤 π_i は、ゾーン属性に

よる一次関数で表わされる。

$$\pi_i = \sum_k \theta_k X_{ik} \quad (6.1)$$

IV) 商業業務による i ゾーンへの立地可能面積を A_i とする。

商業業務は得られる利潤が最も高いと期待されるゾーンに立地する。よってある商業業務従業人口が、あるゾーンに立地する確率 P_i は、次の形の基本式として導かれる。

$$P_i = \frac{R_i}{R} = \frac{A_i \exp(\sum_k \theta_k X_{ik})}{\sum_i A_i \exp(\sum_k \theta_k X_{ik})} \quad (6.2)$$

但し X_{ik} : i ゾーン属性 ($k = 1 \cdots K_N$)

θ_k : 利潤関数パラメータ

A_i : 立地可能面積

R_i : i ゾーン商業業務従業人口

R : 商業業務従業人口総計

6-3 近隣業立地モデル

6-3-1 近隣業立地モデル

近隣業立地モデルは、所与の人口分布、交通条件に対し、近隣業従業人口がどのゾーンに立地するかを予測するモデルである。

定式化した近隣業立地モデル基本式を用いる場合、近隣業立地可能面積を設定する必要がある。近隣業が主として立地すると考えられる区域は、基本的には既成市街地内である。よって立地可能面積としては、建物用地面積（国土数値情報による建物用地 A + 建物用地 B）を採用するものとする。

6-3-2 パラメータ推定結果

パラメータ推定結果は表 6-5 に示す通りである。

近隣業立地行動の主な説明要因は、人口ポテンシャル及び幹線交通用地率となっている。すなわち、人口集積が高く、かつその集積地に近いゾーンに立地する、あるいは交通条件の良いゾーンに立地するという、近隣業立地行動の特性が表われている。

また行政都市ダミー、都心ダミーも有意な変数となっており、人口交通条件等の要因以外の近隣業立地要因を代表しているものと見られる。

表6-5 近隣業立地予測モデル，パラメータ推定結果

		回 帰 係 数	t 値
説 明 変 数	人口ポテンシャル	0.8697×10^{-4}	7.036
	幹線交通用地面積率	0.8381×10^{-1}	5.667
	県庁都市ダミー	0.4355	2.636
	都心ダミー	0.7868	2.713
相 関 係 数			0.951

採用した変数の出典及び定義式を以下に示す。

	変 数 名	単位	定 義 式	出 典
被説明変数	近隣業従業人口(55年)	人	6-1節参照	国勢調査(55年)及び 商業統計(54年)
説明変数	人口ポテンシャル (50年)	人/分 ²	$\sum_j \frac{(j \text{ゾーン夜間人口})}{(i-j \text{ゾーン間道路時間距離})^2}$	国勢調査(55年)及び 建設省データ
	幹線交通用地面積率	—	$\frac{\text{幹線交通用地面積}(A)}{\text{可住地面積}(A)}$	国土数値情報
	政令指定・県庁所在地 ゾーンダミー	—	水戸，宇都宮，前橋，浦和，千葉，横浜，川崎の各ゾーンで1	
	都心ゾーンダミー	—	千代田，中央，新宿の各ゾーンで1	
立地可能面積		ha	建物用地A+B	国土数値情報

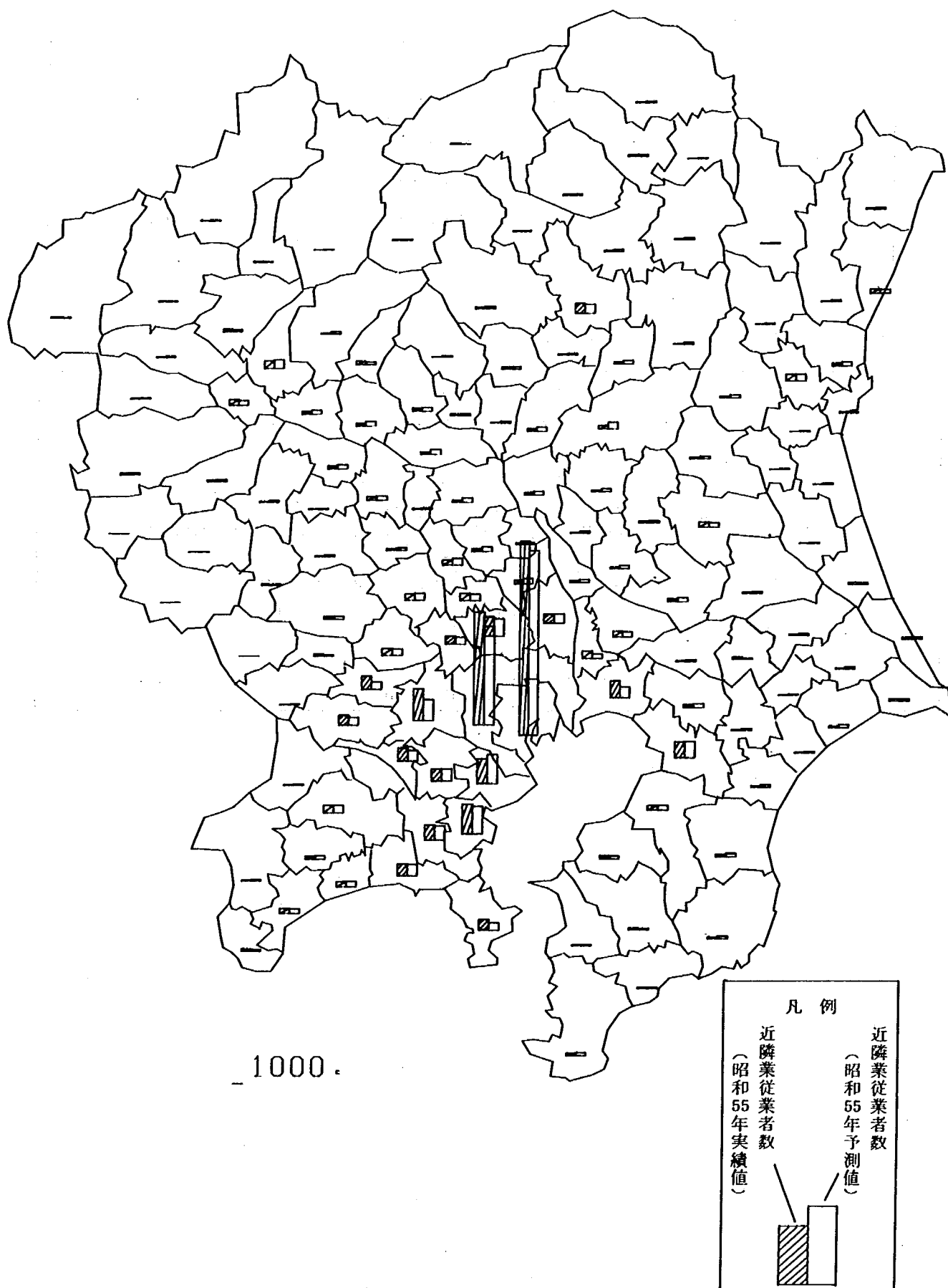


図6-3 近隣業立地予測モデル
—実績値及び予測値—

6-3-3 時間距離感度分析

次いで、時間距離に対するモデルの感度を見るために、説明変数のうちの人口ポテンシャル算出に用いるゾーン間時間距離についてのみ、1) 現在時間距離(昭和55年)を用いたケースと、2) 将来時間距離(昭和75年)を用いたケースで、近隣業従業者数を予測してみた。(説明変数を構成するその他のデータについては、ともに現況データを用いている。)

その予測結果を見ると、将来時間距離による予測値は、現在時間距離による予測値に比べ、都心ゾーンにおいてより低く、その周辺の近郊ゾーンにおいてはより高く算出されていることがわかる。

これは、将来ゾーン間時間距離が、現在ゾーン間時間距離に比べ、都心ゾーンに比較して周辺ゾーンの交通条件が相対的によいという性格をもつデータとなっているため、そのポテンシャルの向上が、従業者数を増大させたものと見られる。

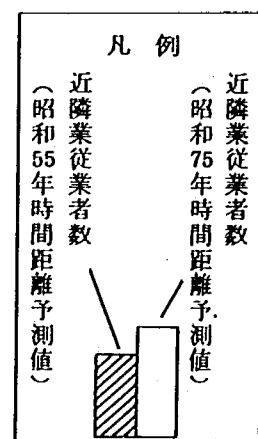
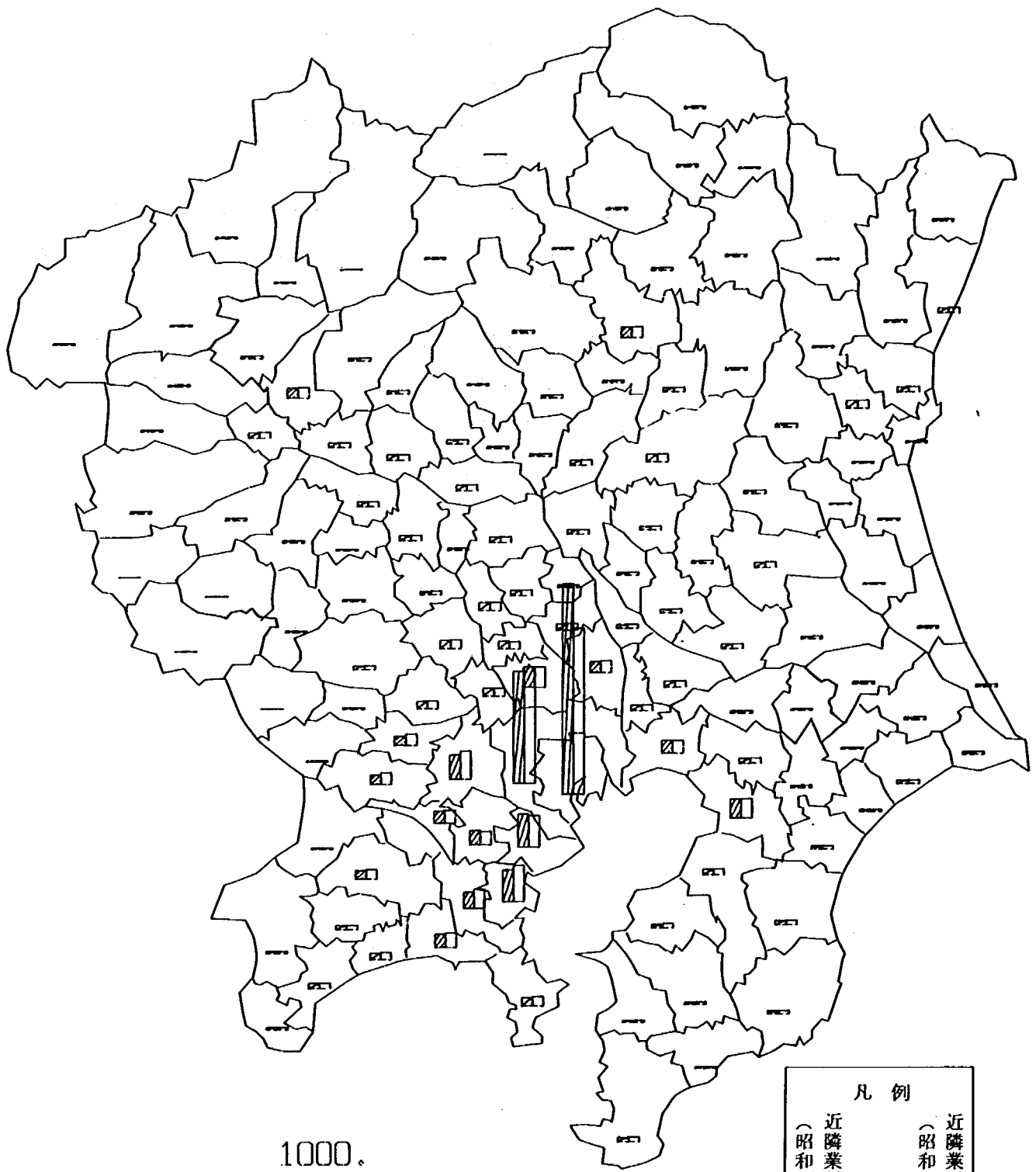


図 6 - 4 近隣業立地予測モデル
—時間距離感度分析—

6-4 中枢業立地モデル

6-4-1 中枢業立地モデル

中枢業立地モデルは、所与の製造業及び近隣業従業人口分布、及び交通条件等から、中枢業従業人口がどのゾーンに立地するかを予測するモデルである。

中枢業が実際に立地する地域も、基本的には既成市街地内と考えられる。よって立地可能面積としては、近隣業立地モデルの場合と同様に、建物用地面積を採用するものとする。

6-4-2 パラメータ推定結果

パラメータ推定結果は表6-7に示す通りである。中枢業従業人口についての実際値及び予測値の相関係数は0.953である。

中枢業立地行動の主な説明要因は、2時間圏内製造業従業人口、近隣業従業人口、及び幹線交通用地面積率となっており、製造業、近隣業の集積及び交通条件に依存して立地するという、中枢業立地行動の特性がよく反映されている。

表6-7 中枢業立地予測モデル、パラメータ推定結果

		回 帰 係 数	t 値
独 立 変 数	2時間圏製造業従業人口	0.8728×10^{-6}	8.965
	近隣業従業人口ポテンシャル	0.6332×10^{-5}	2.898
	幹線交通用地面積率	0.1578	10.398
	県庁都市ダミー	0.8134	4.239
	都心ダミー	0.5923	1.762
相 関 係 数			0.953

採用した変数の定義及び出典は、下表の通りである。

	変 数 名	単位	定 義	出 典
被説明変数	中枢業従業人口 (55年)	人	6-1節参照	国勢調査(55年)、工業統計 (55年)及び商業統計(50年)
説明変数	2時間圏製造業 従業人口(55年)	人	$\sum_j (j\text{ゾーン製造業従業人口})$ (但しjゾーンから道路距離2時間内ゾーン)	工業統計(50年)及び関東地建 データ
	近隣業従業人口 ポテンシャル	人/分 ²	$\sum_j \frac{(j\text{ゾーン近隣業従業人口})}{(1-j\text{ゾーン間道路時間距離})^2}$	国勢調査(55年)、商業統計 (54年)及び関東地建データ
	幹線交通用地 面積率	—	$\frac{(\text{幹線交通用地面積}(A))}{(\text{可住地面積}(A))}$	国土数値情報
	県庁都市ダミー	—	水戸、宇都宮、前橋、浦和、千葉、横浜 川崎各ゾーンで1	—
	都心ダミー	—	千代田、中央、新宿の各ゾーンで1	—
立 地 可 能 面 積		ha	建物用地A+B	国土数値情報

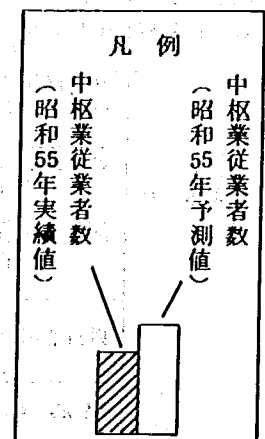
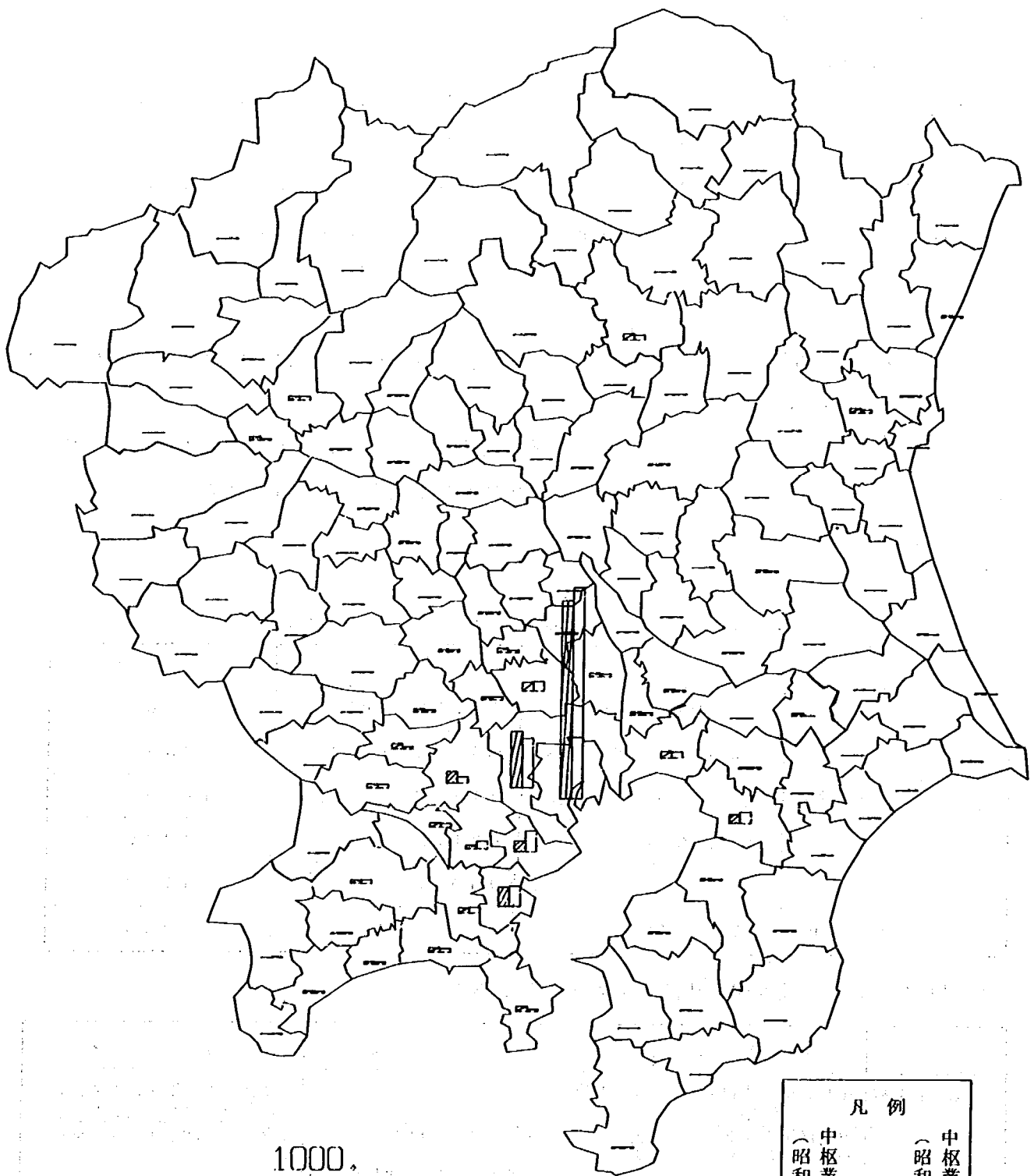


図 6 - 4 中 枢 業 立 地 予 測 モ デ ル
— 実 績 値 及 び 予 測 値 —

6-4-3 時間距離感度分析

次いで、時間距離に対するモデルの感度を見るために、説明変数のうちの2時間圏製造業従業員人口、近隣業ポテンシャル算出に用いるゾーン間時間距離について、1) 現在時間距離(昭和55年)を用いたケースと、2) 将来時間距離(昭和75年)を用いたケースで、中枢業従業者数を予測してみた。(説明変数を構成するその他のデータについては、ともに現況データを用いている。)

その予測結果を見ると、将来時間距離による予測値は、現在時間距離による予測値に比べ、都心ゾーンにおいてより低く、その周辺の近郊ゾーンにおいてはより高く算出されていることがわかる。

これは、将来ゾーン間時間距離が現在ゾーン間時間距離に比べ都心ゾーンに比較して周辺ゾーンの交通条件が相対的によいという性格をもつデータとなっているため、そのポテンシャルの向上が、従業者数を増大させたものと見られる。

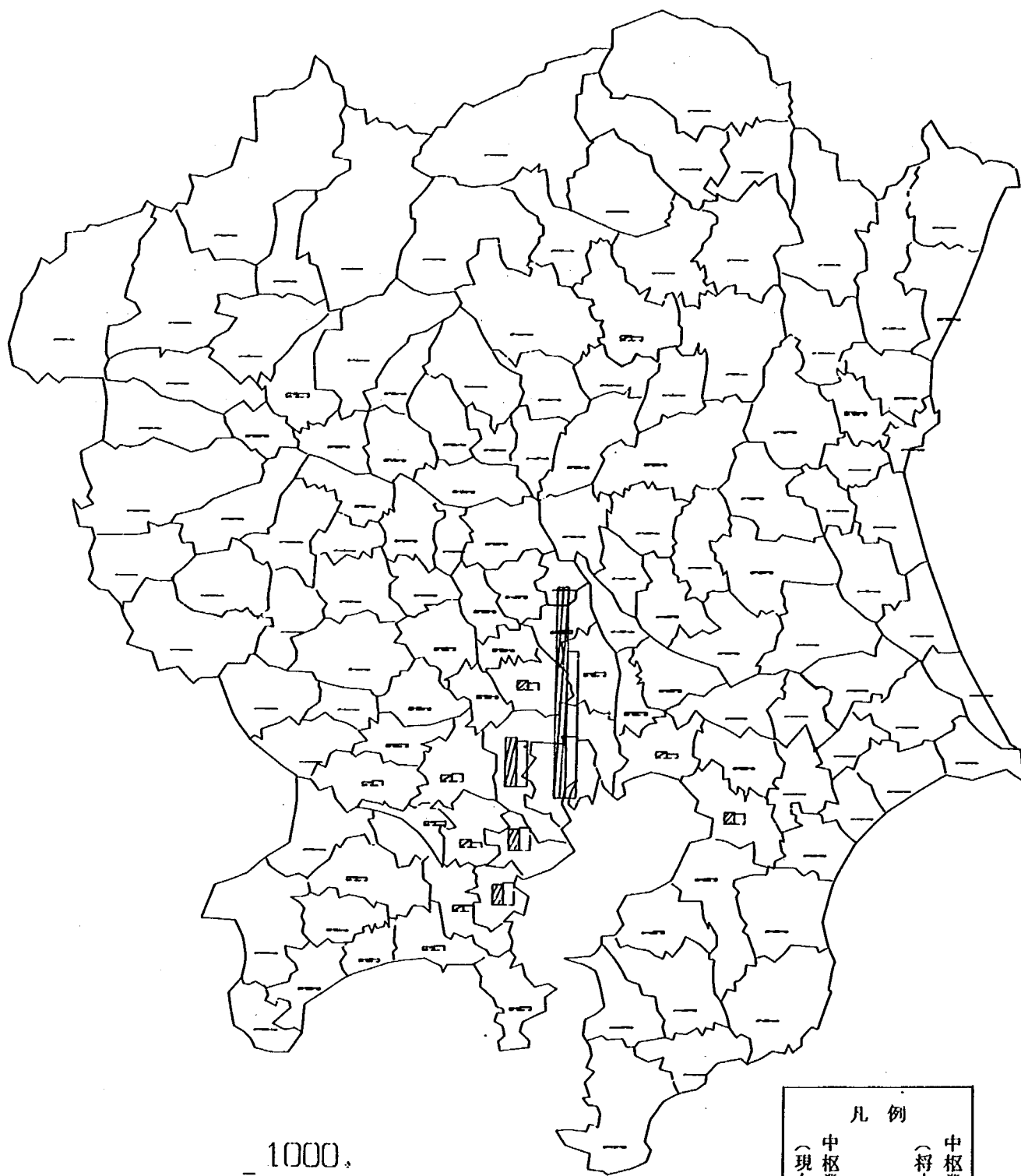


図 6 - 5 中樞業立地予測モデル
—時間距離感度分析—

7. 工業立地予測モデル

7-1 関東における製造業立地の現状

7-1-1 製造業立地分布の現状

関東全域の製造業従業者数（現業部門）は，昭和50年の3150万人から，昭和55年の3070万人へと，約2.5%の減少を見せている。これを地域別に見ると，北関東では5.2%の増加を示したが，南関東では，4.9%の大幅減となっている。

表7-1 製造業従業人口

年次	都 道 府 県 別							地 域 別		計
	茨 城	栃 木	群 馬	埼 玉	千 葉	東 京	神奈川	北関東	南関東	
昭和50年	244285	212001	208195	467968	275232	1,047,722	698,717	664481	2489639	3,154,120
昭和55年	262467	220095	216157	489094	274776	934692	670,179	698,718	2368,741	3,067,460

（資料）工業統計

7-1-2 工業立地動向分析

本調査においては，通産省の工業立地動向調査の個表データをもとに分析を行なっている。その単純集計結果をもとに，業種別の立地因子に関する考察を行なった。

本調査で用いた個表データは，昭和51年から昭和56年の間において，1000㎡以上の工業用地を取得した企業に関するものである。

1) 業種別立地分布

まず，標準産業分類3けたコードに基づく業種別に立地分布の動向を見ると，特定地域を強く志向する業種と主に市場指向により立地を決める業種とに大きく2分類されることがわかる。

つまり，特定地域を強く指向する業種は首都圏を高速道路に基づいて「東海，中央自動車道方面」，「関越自動車道，東北自動車道方面」，「千葉，茨城方面」と3つに分割したときに，1つの地域に集中的に立地している。このように，特定地域を指向する理由としては，関連性の強い企業の近傍に立地することによっていわゆる集積の効果をj得ることができるということ，地域的に偏在する原料を指向して立地するという2つの理由が考えられる。

2) 用地決定の理由についての集計

企業が立地地域を決定し，さらには立地地点を決定するときどのような因子が重要視されているかを知るために個表データの集計を行った。ここでは，業種を6つに分類し，それぞれ重要とした立地因子をみている。集計結果のまとめを表7-2に示す。

表 7-2 業種別立地因子

	市 場 指 向	原 材 料 指 向 地 供給 地	労 働 力 指 向	地 元 指 向	成 果 市 協 力 を 重 視 助	取 引 企 業 指 向	臨 海 型
食 料 品	○						△
繊 維 ・ そ の 他	○		○		△		
紙 パ ・ 窯 業 ・ 土 石	○			○			
化 学 ・ 石 油	△	△		△	○	△	△
金 属 ・ 一 般 ・ 輸 送				○	○	△	△
電 気 ・ 精 密			○	△		△	

7-2 モデルの基本構造

7-2-1 工業立地の基本的考え方

製造業の事業所（工場）の立地においては、個々の企業特性により、その立地点の選好行動が大きく異なる。また、今後、製造業の各業種特性は大きく変化していくと考えられる。これらのことから、今後考えられる業種変化をも考慮して工業立地の予測を行うためには、ゾーン単位の分析にもとづく集計モデルよりも、個々の企業を分析単位とする非集計分析にもとづくモデルが適していると考えられる。

非集計分析用のモデルとしては、Logit Model, Probit model 等いくつか提案されている。これらのうち、Logit Model はパラメータ推定も比較的容易であることから、適用例も多く代表的なモデルと言える。本調査では、これを改良したNested-Logit Modelという既存のモデルを用いる。従来のNested-Logit Model の適用においては、主に交通機関選択分析に用いられて来たことから、選択肢の容量制約にもとづく利用可能性についてはほとんど考慮されていない。しかし工場はその立地可能用地が極めて限定されることから、用地面積制約を明示的にとり入れる必要がある。

本調査では、まず、企業の工場立地選好の分析においては、分析に用いる選択肢の代替案として、その企業が確実に立地可能であった工業用地のみをとりあげて行ない、用地面積の制約に基づく立地選好の歪みを取り除いている。そして、立地予測モデルにおいて、各工業用地の面積制約を明示的にとり入れて予測する方法を作り上げることにより、先に示した問題の解決を図っている。

なお、本年度の調査においては、工業立地予測モデルのプロトタイプモデルを構築し、そのモデルが過去の工業立地をかなり再現できることを全体テストにより確認しており、また、予測

の試算をも行っている。

7-2-2 工業立地予測モデルの基本構造

本調査における工業立地予測は図7-1に示す多段階の配分により、最終的には、集約Bゾーン内の工業立地量を求めるものである。

まず、産業連関分析や、いくつかのシナリオにもとづく予測、あるいは、既存の将来計画から、関連地域全域における業種別生産額（出荷額）が与えられる。そして、その関連地域全域の生産額を工場敷地面積（立地件数）に変換し、関連地域を2段階に分割したゾーンに配分する。この配分を行なうモデルが本調査でいう工業立地モデルであり、Nested-Logit Model による分析にもとづいている。そして、さらに、以上のゾーン内の集約Bゾーンに対してはそれらの立地条例がほぼ同質と考えられることから、集約Bゾーン内の工業立地可能用地の面積に比例して配分を行う。

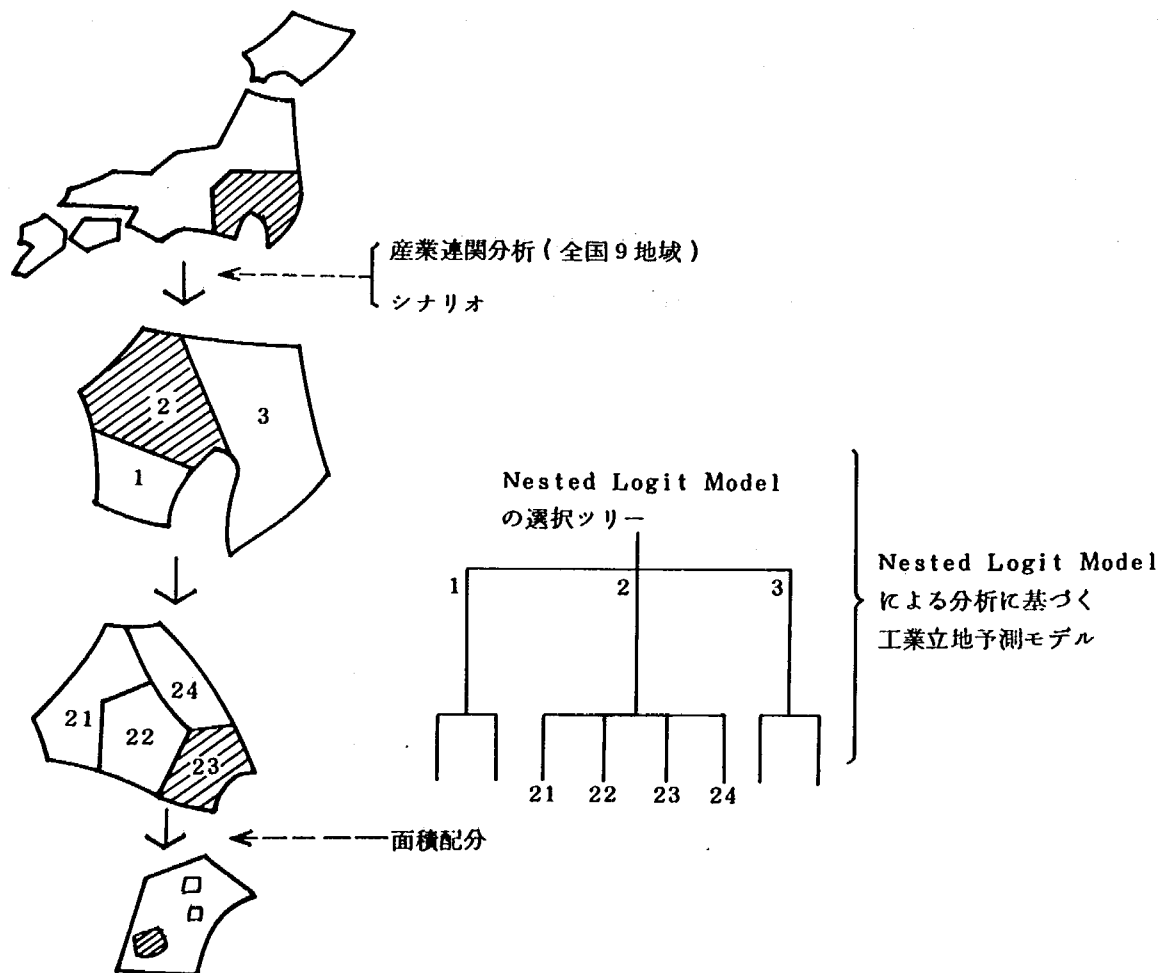


図7-1 工業立地予測の全体構成

なお、工業立地予測モデルは外生的に与えられる立地需要（後に述べる、工場グループ毎）を所与の工業用地（立地条件も所与）に配分するモデルである。立地需要は一定期間毎に与えられ、各期間においては、全ての立地条件は不変であると仮定している。また、一般に、立地需要は期間内にすべて立地するものとみなし、用地供給は個々の用地においては制約があるが、配分対象地域全域の総計は、立地需要の総計よりも大きいものと仮定している。

7-2-3 工業立地需要の求め方

工業立地は新規立地と移転立地に大別することができる。そして、各々、その立地行動が異なることから、立地需要の算出においては両者を分離する必要がある。

図7-2は、関東全域に与えられた業種別の出荷額と、前期の既立地用地分布をもとに、工業立地モデルの配分対象となる立地需要を求めるフローを示している。

工場の移転は、極めて個々の企業の特性に依存するが、それらの特性は、予測が非常に困難であることから、非集計分析を行なったとしても予測には使えない。また、工業移転の多くは移転促進地域からのものであり、ある程度ゾーン単位の移転率を算出することが可能であると考えられる。そのため、本調査においては、工場移転に関しては集計分析にもとづく移転率を用いて算出することとしている。

また、敷地当りの出荷額は、立地してからの年数により異なることから、新規、移転立地および既立地の各用地に対して異なる原単位を用いる必要がある。

図7-2に示す各原単位は、既存の統計資料をもとに作成する。

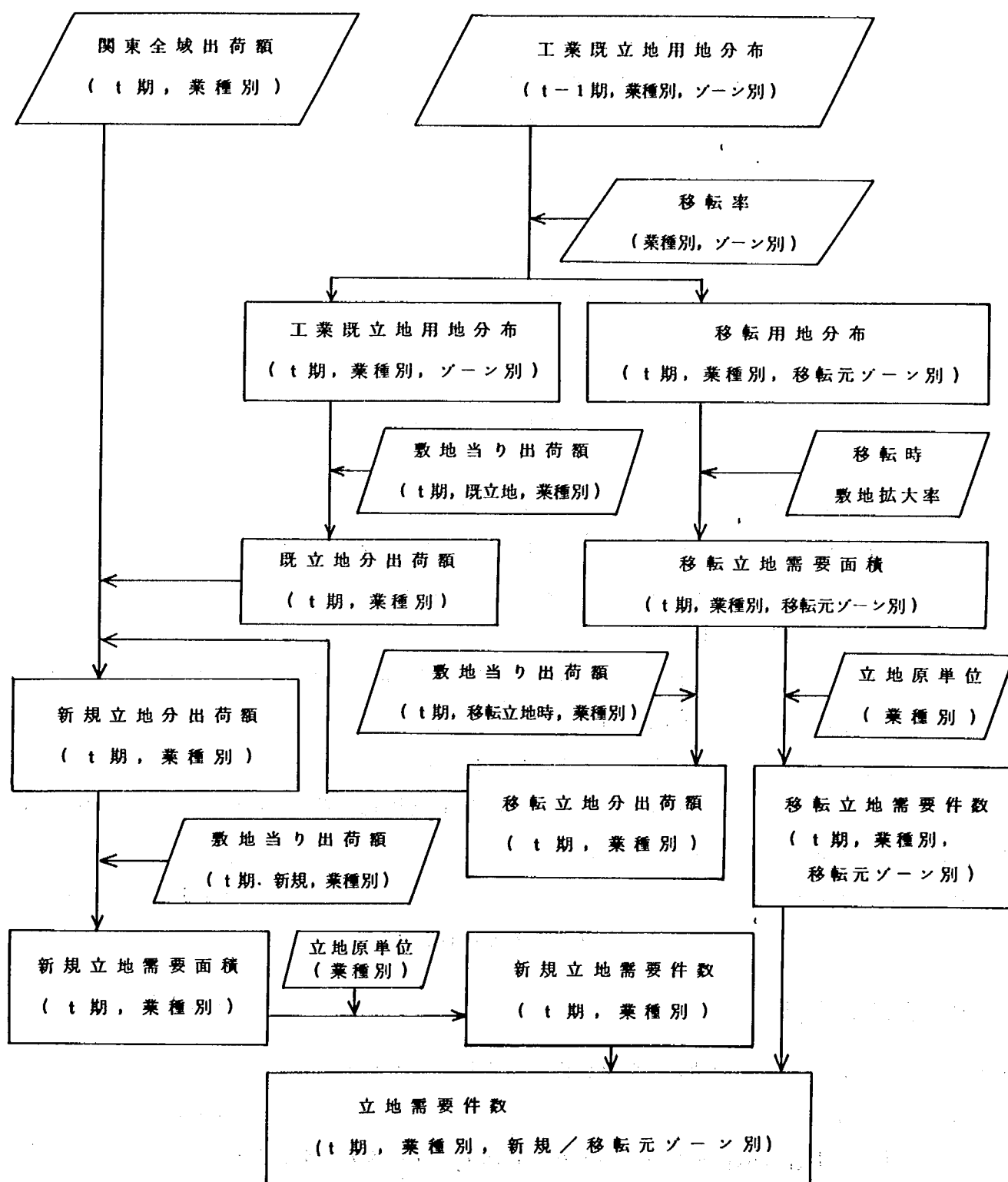


図7-2 工業立地需要(件数)の算出フロー

7-3 工業立地予測モデルの構築

7-3-1 モデルの定式化

まず、以下のように記号を定義する。

k : 工場グループ (1, 2, …… k , …… $K-1$)

同一の立地選好を行うとみなされる工場群。業種、敷地面積等により分類される。

i : 工業用地 (1, 2, …… i , …… I)

同一の立地条件を有する工業用地を集計したもの。

a_k : 1 工場あたりの敷地面積 (所与)

D_k : k 工場グループの立地需要面積 (所与)

k 工場グループに属する工場のうち、期間内に立地するものの面積の総和。

N_k : k 工場グループの立地需要件数

k 工場グループに属する工場の敷地面積は一定 (a_k) とみなすことから、

$$N_k = D_k / a_k$$

S_i : i 工業用地のうち、工場立地が可能な部分の面積

n_{ki} : k 工場グループの i 工業用地における立地件数 $\sum_i n_{ki} = N_k$

P_{ki} : k 工場グループが用地制約のない場合において、全ての工業用地の中から i 工業用地を選択する確率

ネステッドロジットモデルを用いた立地選好分析結果から求められる。7-3-2節

に求め方を示す。 $\sum_i P_{ki} = 1$

そして、用地面積制約を考慮に入れるため、 $k = K$ として、「空地」を工場グループの1つとして扱う。他の制約がない場合、「空地」が各工業用地に生ずる確率は、各工業用地の広さ S_i に比例すると仮定できることから、

$$P_{ki} = S_i / \sum_i S_i \quad (7.1)$$

とおくことができる。また「空地」の立地需要面積 D_k は、

$$D_k = \sum_{i=1}^I S_i - \sum_{k=1}^{K-1} D_k \quad (7.2)$$

として求められ、その敷地面積 a_k を単位面積とすることにより、

$$N_k = D_k / a_k \quad (7.3)$$

となる。以上の、 P_{ki} と n_{ki} を行列表示すれば、図7-3、図7-4となる。

工業用地		
工場グループ	1 2 i I	$\sum_i P_{ki}$
1	$\{P_{ki}\}$	1
2		1
$\vdots$		$\vdots$
k		1
$\vdots$		$\vdots$
K-1		1
K		1

図 7 - 3 立地選択確率行列

工業用地		
工場グループ	1 2 i I	$\sum_i n_{ki}$
1	$\{N_{ki}\}$	N_1
2		N_2
$\vdots$		$\vdots$
k		N_k
$\vdots$		$\vdots$
k-1		N_{k-1}
K		N_k

図 7 - 4 立地件数行列

なお、各工業用地 i に対して、

$$\sum_{k=1}^K a_k n_{ki} = S_i \quad (7.4)$$

が成立し、これが、用地面積の制約を明示的に表わす式となる。

一般に、土地を利用する主体間の立地競合は地価を介して顕在化する。本モデルにおいては、期間内の地価を固定して考えるので、工場グループ間の個々の工業用地における立地競合は考慮する必要はない。^{注)}

注) 工業用地としては、工業団地と一般の工業用地に大別できる。前者の地価(分譲価格)は、一定期間においては極めて固定的であり、また、その価格形成は、土地の需給関係以外の要素、すなわち、行政計画的な要素に大きく作用されている。また、一般の工業用地の地価は、工業の立地需要よりも、周辺の住宅地地価、すなわち、住宅立地需要により大きく影響を受けることが多い。そのため、工業立地モデルにおいては、工業地地価を内生化する必然性は乏しい。言いかえると工場グループ間の立地競合を考える必要はない。

さて、期間内で最も生起し易い立地件数の組み合わせ $\{N_{ki}\}$ は、組み合わせが生起する同時確率を定義する次の式を所与の条件下に最大にするものと考えることができる。

$$L = \frac{\pi_k}{\pi_i} \left(\frac{N_{ki}!}{n_{ki}!} \right) \frac{\pi_i P_{ki}^{n_{ki}}}{\pi_k P_{ki}^{n_{ki}}} = \frac{\pi_k N_k!}{\pi_{ki} n_{ki}!} \frac{\pi_i P_{ki}^{n_{ki}}}{\pi_k P_{ki}^{n_{ki}}} \quad (7.5)$$

そして、条件は、

$$S_i = \sum_k a_k n_{ki} \quad (7.6)$$

$$N_k = \sum_i n_{ki} \quad (7.7)$$

となる。

対数を取り、スターリングの公式を用いてこれを解けば、

$$n_{ki} = P_{ki} \exp(\mu_i a_k + \lambda_k) \quad (7.8)$$

ただし、 μ_i 、 λ_k は、次の式を満たすラグランジュ定数である。

$$N_k = \sum_i P_{ki} \exp(\mu_i a_k + \lambda_k) \quad (7.9)$$

$$S_i = \sum_k a_k P_{ki} \exp(\mu_i a_k + \lambda_k) \quad (7.10)$$

式(7.8)～(7.10)までの繰り返し計算により、用地制約がないとした場合に各工場グループが i 工業用地を選択する確率 P_{ki} ^{注)} が修正され、各工場グループの立地件数 n_{ki} が工業用地ゾーン別に用地制約を満足するように決定される。

また、さらに詳細なゾーンに対して立地件数を求める場合には各ゾーンの用地面積に比例して配分を行うものとする。

なお、本モデルの適用においては、 N_{ki} は、100 以下になると考えられるが、立地選好分析において期待される精度からみて、スターリングの公式による近似は十分とみなせる。

7-3-2 Nested-Logit model による立地選好分析

ここでは、nested logit model を用いて、首都圏を対象に工業立地選好分析を行う。nested logit model を適用するに当たっては、5 で述べた立地動向の分析結果を踏まえて、立地行動特性の違いにより、企業をグループ分けする必要がある。また、企業が工場の立地地点を決定していくステップに従って選択肢の統合とその段階決定を choice tree として表現する。本節では、まず 1) でこの choice tree 設定と企業のグループ分けの考え方、立地因子を説明する変数のとり方についての考え方を示す。そして 2) で、分析の結果と考察について述べる。

1) 前提条件

i) 企業による立地選定の考え方

本調査では、企業の工場立地点の選定が、図 7-5 の流れに従って行なわれると仮定した。

これは、7-2 の集計結果と、工業立地問題の専門家の意見によるものである。

注) P_{ki} はネステッドロジットモデルにより求められる(7-3-2節 参照)

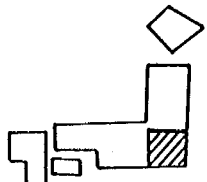
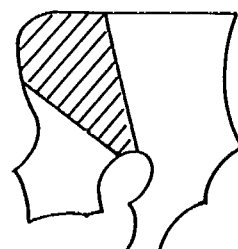
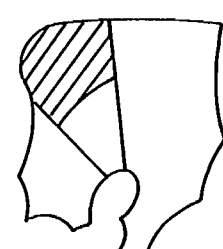
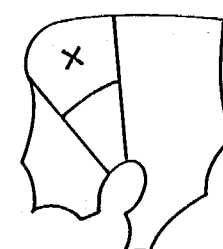
	代 替 案 例	決 定 因 子	
圏 域 ↓	首都圏，近畿圏 etc	市 場	
地域 1 ↓	東 海 ， 関 越 etc	方向 { 地元性 業種別集積度	
地域 2 ↓	近 郊 ， 郊 外	距離帯 { 地 価 地価負担力	
土 地 ↓		高速道路への アクセシビリティ 水利性 地 価 団 地 etc	

図 7 - 5 立地点選定のフロー

第 1 段階は，東京から放射状に伸びている高速道路等の交通幹線により特徴づけられた地域に分割する。本研究では，集積地域指向型業種の立地した圏域を分割の単位とし，また各地域の立地件数がだいたい等しくなるようにして，図 7 - 6 の 3 地域を選択肢とする。

第 2 段階は，東京までの時間距離，地価，高速道路へのアクセス距離という 3 つの要素によって特徴づけられる。図 7 - 7 の 10 の地域を選択肢とする。そして，工業用地の種別（一般用地，工業団地），あるいは

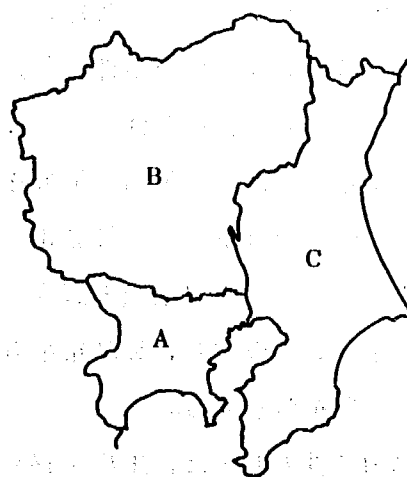


図 7 - 6 選択肢(1)

は工業用水の利便性等は、第2段階の選択がなされたあとに、その地域内の地点を決定する際に考慮される因子であると仮定する。

以上により、ネステッドロジットモデルに用いる choice tree は、図7-8のように仮定される。

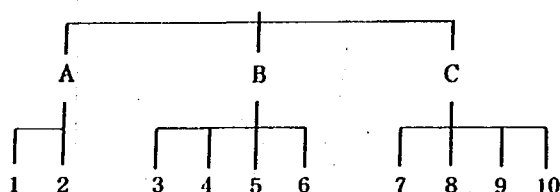


図7-8 Nested Logit model
に用いる choice tree

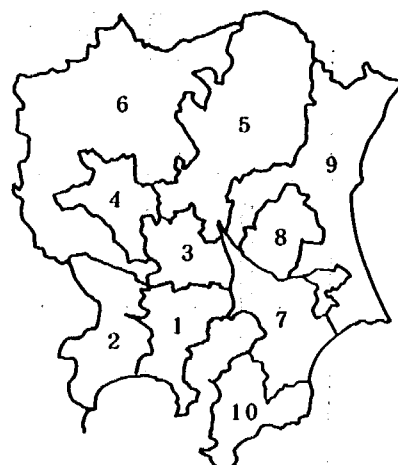


図7-7 選択肢(2)

ii) 立地企業の分類

立地地点の決定に際して立地因子の評価の重要度が異なる業種は別のモデルにより立地選好分析を行い、各立地因子のパラメーターを変える方がより合理的である。そこで、表7-3に示すように集積地域指向型業種と市場指向型業種の2業種を設け、それらは別のモデルとしてパラメーターの推定を行う。また製鉄業、石油精製業は立地臨海工業用地に限定され、印刷業は東京近辺に集中的に立地するので、これらの業種は分析の対象からはずす。

iii) 立地因子(説明変数)の選定

立地因子としては、輸送条件、労働力条件、費用条件、集積条件、地元性等が考えられる。輸送条件としては、

原材料供給地近接性、製品市場近接性の2つの面があるが、原材料の輸送費用は原材料供給者が負担する場合が多く、製品市場近接性の方がより重要な因子と考えられる。工業立地動向調査では、製品市場地域も調査しているが、今回はそのデータを利用できなかったので市場を東京周辺と仮定し、製品市場近接性を表わす説明変数として工場立地地点から千代田区までの時間距離をとる。

労働力条件としては、工場を移転した場合の現有労働力の確保の問題がある。これは、通勤時間により説明されると考え、移転元と移転先の時間距離を説明変数とする。この変数は

表7-3 立地企業の業種分類

市場への近接性, 重視型 (市場指向型)	関連業種への近接性, 重視型 (集積地域指向型)
食 料 品	パルプ・紙
窯業, 土石製品	家具・装備品
金 属 製 品	木材・木製品
化 学	衣 服
石油・石炭	繊維工業
皮革・同製品	精密機械
非鉄金属	輸送用機械
一般機械	ゴム製品
	電気製品

地元性をも表現していると思われる。

また地価、地代等の立地に関わる費用条件としては、以下の4つの説明変数を考えた。

1. 地価
2. 資本金に対する地価の割合
3. 用地取得費（地価×用地面積）
4. 資本金に対する用地取得費の割合

地価は、設定した10地域を特徴づける変数として有意な値を持っていたが、2, 3, 4, はいずれも地域を特徴づける有意な値をとらず、またロジットモデルによるパラメーターの推定の結果t値は低く、t値の符号も不安定であった。そのため、本調査では費用条件として地価そのものを取りあげた。

集積条件は、工業用地決定の第1段階において、設定した3つの地域のうち、ある業種の既存の集積が高い地域にはその業種が立地しやすいとして導入した。既存の集積を表現する変数として、以下の式により特化率を定義する。

$$\alpha_A^i = S_A^i / \sum_i S_A^i \quad (7.11)$$

α_A^i ; i 業種の A 地域における特化率

S_A^i ; i 業種の A 地域における出荷額

$\sum_i S_A^i$; A 地域における全業種の出荷額

ただし、機械工業、電気工業は既存の少数の大工場の存在により、出荷額が大きく増え、よって、特化率が大きくなると考えられる。そのためこれらの業種については特化率の値を各地域ともゼロとし、集積条件を考えない。本研究では業種を集積地域指向型と市場指向型の2グループに分けて分析を行うので、特化率のt値は集積地域指向型の方が高くなると予想される。

他に、高速道路のインターチェンジまでの近接性や地域の立地優遇措置等も重要な因子と考えられるが、後の実証分析においては有意な説明力は得られなかった。その結果、説明変数としては、表7-4に示すものが結果として得られた。尚、合成変数Aは、Nested Logit modelにおける下位の選択肢の平均的な効用を与えるものである。そして、上位の選択モデルのパラメータ推定においては、理論的にそのパラメータが0と1の間にある必要性がある。

表7-4 Nested Logit model に用いた説明変数

	説 明 変 数	単 位
A	地 価	円
B	千代田区までの時間距離（都心距離）	分
C	移転元からの時間距離（移転元距離）	分
D	業 種 特 化 率	
A	合 成 変 数	

2) 立地選好分析結果

前節で設定した choice tree に従って, nested logit model を適用した。モデルは, 特定地域指向型とその他の市場指向型のそれぞれについて4つある。図7-9, 7-10に選択肢とモデルの対応を示す。

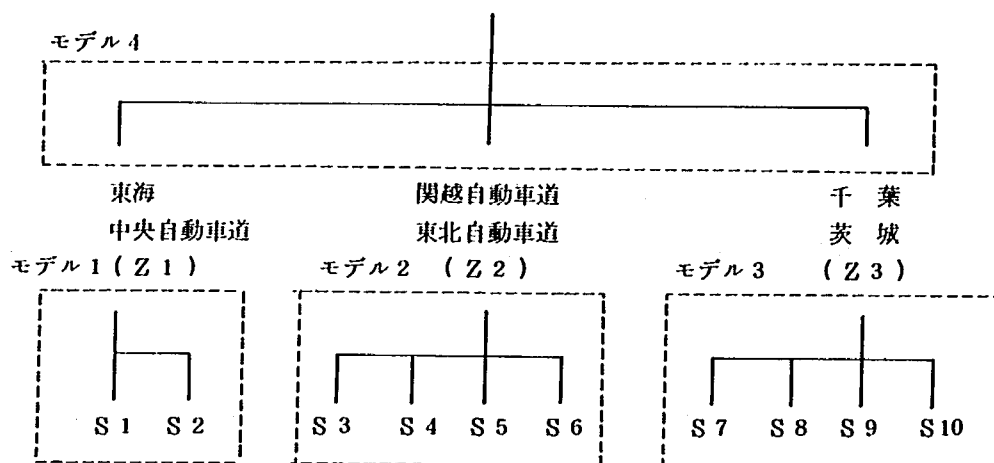


図7-9 集積地域指向型業種のモデル化と選択肢

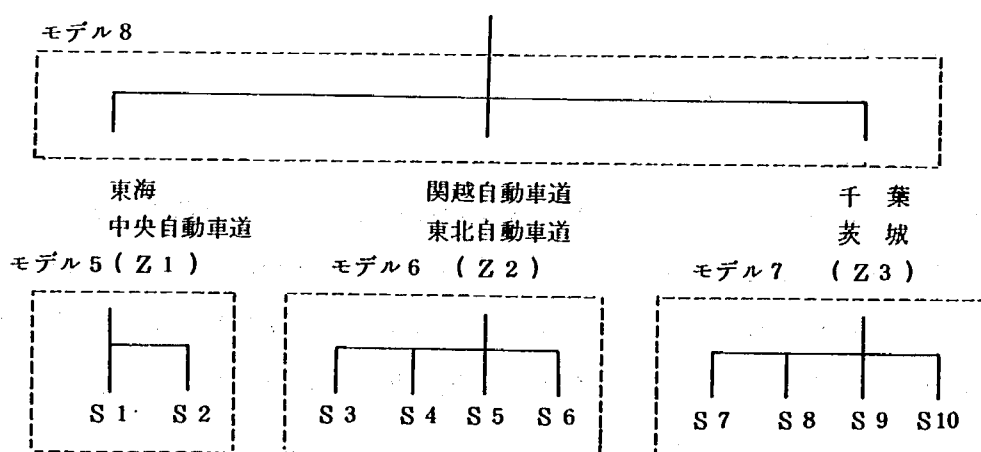


図7-10 市場指向型業種のモデルと選択肢

各モデルの推定結果を表7-5に示す。変数の記号は表7-4に示すとおりである。なお、変数の「1」は各地域特性を示すダミーである。また、S1～S10は、下位の選択肢におけるゾーン、Z1～Z3は上位の選択肢のゾーンを示す。全てのモデルとも尤度比(0.2以上で有意といわれている)、適中率(実際の立地ゾーンとモデルにより推定される立地ゾーンが一致するサンプルの全サンプル数に対する百分率)とも一応満足のいく結果が得られる。

この推定結果を用い、企業kのi用地(ゾーン)の選択確率 P_{ki} は、以下の式で求められる。

$$V_i^k = \sum_n \theta_n X_n \quad (7.12)$$

$$P_{ki} = \frac{e^{\theta_i X_{ki}}}{\sum_j e^{\theta_j X_{kj}}} \quad (7.13)$$

θ_n : パラメータ

X_n : 説明変数

これが, Nested Logit Model による企業の用地選択確率である。

表7-5 各モデルの推定結果(モデル1~8)

<モデル1>

■ 推定値

パラメータ	変数		estimated value	"t" statistic
	S1	S2		
θ_1	A	A	-159×10^{-3}	-0.475
θ_2	C	C	-1243985×10^{-8}	-4.608

■ 適中率

モデルによって推定 実際に 立地した地域	モデルによって推定 される立地地域		計
	S1	S2	
S1	44	27	71
S2	37	59	96

尤度比 0.124
適中率 61.8%

■ 偏相関係数

	A (地価)	C (移転元距離)
A		-0.00557
C		

<モデル2>

■ 推定値

パラメータ	変数				estimated value	"t" statistic
	S3	S4	S5	S6		
θ_1	0	1	0	0	-0.626	-2.75
θ_2	0	0	1	0	1.877	4.38
θ_3	0	0	0	1	1.120	3.77
θ_4	A	A	A	A	-3612×10^{-3}	-2.69
θ_5	B	B	B	B	-860372×10^{-8}	-5.65
θ_6	C	C	C	C	-2237374×10^{-8}	-1.365

■ 適中率

モデルによって指定される 実際に 立地した地域	モデルによって指定される 立地地域				計
	S3	S4	S5	S6	
S3	158	1	57	0	216
S4	8	43	56	0	107
S5	19	0	135	13	167
S6	6	1	12	144	167

尤度比 0.383 適中率 73.5%

■ 偏相関係数

	A (地価)	B (都心距離)	C (移転元距離)
A		0.08285	0.05118
B			0.12912
C			

<モデル3>

■ 推定値

パラメータ	変数				estimated value	"t" statistic
	S7	S8	S9	S10		
θ_1	0	1	0	0	2.451	6.466
θ_2	0	0	1	0	8.115	8.495
θ_3	0	0	0	1	1.962	4.766
θ_4	A	A	A	A	-1306×10^{-3}	-2.123
θ_5	B	B	B	B	-2148738×10^{-8}	-8.838
θ_6	C	C	C	C	-1058280×10^{-8}	-7.457

■ 適中率

モデルによって指定される 実際に 立地した地域	モデルによって指定される 立地地域				計
	S7	S8	S9	S10	
S7	100	29	0	0	129
S8	27	34	0	0	61
S9	18	0	110	0	128
S10	23	0	0	5	28

尤度比 0.405
適中率 72.0%

■ 偏相関係数

	A (地価)	B (都心距離)	C (移転元距離)
A		0.020369	0.10353
B			0.13628
C			

<モデル4>

■ 推定値

パラメータ	変数			estimated value	"t" statistic
	A	B	C		
θ_1	D	D	D	1.4048	9.113
θ_2	A	A	A	0.521	1.6553

■ 適中率

モデルによって推定 実際に 立地した地域	モデルによって推定 される立地地域			計
	Z1	Z2	Z3	
Z1	119	0	0	119
Z2	154	187	2	343
Z3	40	0	102	142

尤度比 0.290
適中率 67.5%

	D (特化率)	A (合成変数)
D		0.43424
A		

<モデル5>

■ 推定値

パラメータ	変数		estimated value	"t" statistic
	S1	S2		
θ_1	A	A	-117×10^{-8}	-0328
θ_2	C	C	-254756×10^{-8}	-3370

■ 適中率

モデルによって推定される立地地域 実際に立地した地域	変数		計
	S1	S2	
S1	21	9	30
S2	18	22	40

尤度比 0.252
適中率 61.4%

■ 偏相関係数

	A (地価)	C (移転距離)
A		-0.0974
C		

<モデル6>

■ 推定値

パラメータ	変数				estimated value	"t" statistic
	S3	S4	S5	S6		
θ_1	0	1	0	0	-175×10^{-3}	-0539
θ_2	0	0	1	0	2572	4536
θ_3	0	0	0	1	1540	3800
θ_4	A	A	A	A	-4693×10^{-8}	-2368
θ_5	B	B	B	B	-113206×10^{-8}	-5599
θ_6	C	C	C	C	-2743027×10^{-8}	-8665

■ 適中率

モデルによって指定される立地地域 実際に立地した地域	S3	S4	S5	S6	計
S3	51	5	0	27	83
S4	1	29	0	38	68
S5	1	0	120	7	128
S6	6	0	13	81	100

尤度比 0.434 適中率 74.1%

■ 偏相関係数

	A (地価)	B (都心距離)	C (移転距離)
A		0.12782	0.06769
B			0.10782
C			

<モデル7>

■ 推定値

パラメータ	変数				estimated value	"t" statistic
	S7	S8	S9	S10		
θ_1	0	1	0	0	1098	1793
θ_2	0	0	1	0	5347	4038
θ_3	0	0	0	1	0846	1320
θ_4	A	A	A	A	-6566×10^{-8}	-4091
θ_5	B	B	B	B	-1681543×10^{-8}	-4846
θ_6	C	C	C	C	-1526479×10^{-8}	-5074

■ 適中率

モデルによって指定される立地地域 実際に立地した地域	S7	S8	S9	S10	計
S7	35	9	0	0	44
S8	6	18	4	0	28
S9	1	2	45	0	48
S10	1	5	0	5	11

尤度比
0.410

適中率
78.6%

■ 偏相関係数

	A (地価)	B (都心距離)	C (移転距離)
A		0.13903	0.30672
B			0.15632
C			

<モデル8>

■ 推定値

パラメータ	変数			estimated value	"t" statistic
	A	B	C		
θ_1	D	D	D	28557	28133
θ_2	A	A	A	06869	104113

■ 適中率

モデルによって推定される立地地域 実際に立地した地域	Z1	Z2	Z3
Z1	47	0	0
Z2	37	150	0
Z3	1	0	60

尤度比 0.659
適中率 87.1%

■ 偏相関係数

	D (特化率)	A (合成変数)
D		0.15156
A		

7-4 工業立地予測モデルのテスト・ラン

ここでは、7-3において構築した工業立地予測モデルの全体テストを行う。テストはNested Logit Modelの構築に使用したデータ(工場立地動向調査、昭和51~56年)について、モデルにより各工場のゾーン別立地分布をどれ程再現できるかを調べることにより行なった。

7-4-1 前提条件

1) 企業分類

<移転元による企業分類>

選好分析の結果、「移転元までの距離」が立地選好の重要な要因であることがわかった。

また、工業用地の代替案は、7-3-2の分析で設定したように10コに分類した。したがって、集計化の際も移転元によって11に分類することが望ましい。(移転元が10, 新規立地が1)しかし後に述べるように、業種によっても4分類する必要があるため、 $4 \times 11 = 44$ の分類となり、集計モデルの精度からみて多すぎるものとなる。そこで、移転元は、Z1, Z2, Z3の3地域に統合する。この時、選択確率を以下の式により与える。

$$P_{ii} = \sum_i (P_{i'i} \times R_{i'}) \quad (7.14)$$

$$R_{i'} = n_{i'} / \sum_{i \in I} n_{i'} \quad (7.15)$$

P_{ii} ; Iよりiに移転する確率

$P_{i'i}$; i'よりiに移転する確率

(Nested=Logit Modelより求める)

$R_{i'}$; 移転元がIである企業のうち、移転元がi'である割合

$n_{i'}$; 移転元がi'である企業の件数

(IはZ1~Z3の大きいゾーン, iはS1~S10の下位のゾーンを示す)

<業種による企業分類>

次に業種による分類について述べる。7-1-2で述べた様に、業種は大きく「集積地域指向型」と「市場指向型」に大別される。集計化においてはさらに特化率によって、合計4グループに分類する。(表7-5)この分類では、「関越・東北自動車道地域」の特化率が大きな値を取るものがa, cの業種, その他をb, dの業種とした。

表7-5 全体テストに用いる業種分類

	市場への近接性 重視性	関連業種への近接性 重視性
関越・東北地域の 特化率が高い業種	a 食 料 品 窯業、土石製品 金 属 製 品	c パルプ、紙 家具、装備品 木材、木製品 衣 服 繊維工業
そ の 他	b 化 学 石油・石炭 皮革・同製品 非鉄金属 一般機械	d 精密機械 輸送用機械 ゴム製品 電気製品

以上、企業の種類は移転元によって4分類、業種によって4分類、計16に分類する。各企業グループ立地需要件数（＝実績値）を下表に示す。

表7-6 全体テストに用いる実績値（昭和51年から昭和56年）

業種	移 転 元	立 地 し た 地 域										計
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
a	A	16	37	15	1	5	1	15	1	2	0	93
	B	0	0	49	15	23	30	3	0	1	0	121
	C	0	0	0	0	0	0	30	5	11	5	51
	新規立地	11	7	23	36	45	49	35	13	42	5	266
b	A	13	27	24	3	5	3	4	7	5	1	92
	B	0	0	41	19	18	22	1	2	3	0	106
	C	0	0	1	0	0	0	10	5	7	0	23
	新規立地	10	3	22	14	32	24	20	14	30	8	177
c	A	4	13	10	0	3	2	6	3	0	0	41
	B	0	0	24	14	28	37	0	1	1	0	105
	C	0	0	0	0	0	0	7	4	4	2	17
	新規立地	4	5	11	22	40	39	10	11	17	8	167
d	A	22	28	15	2	5	2	6	4	4	3	91
	B	0	0	32	28	20	29	1	0	2	0	112
	C	0	0	0	0	0	0	8	2	18	1	29
	新規立地	18	12	28	16	37	46	7	16	26	5	211
計		98	132	295	170	261	284	163	88	173	38	1702

2) 面積制約

また面積制約は、昭和51年から昭和56年までの間に、企業が工業用地として取得した面積に、工業用地として造成したが昭和56年の段階で未分譲のまま残っている面積を加えた。用地取得面積と、残存利用可能面積を表7-7に示す。

表7-7 全体テストに用いる用地面積

地域	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
A	715812	1191140	2168614	1351830	3270514	2463016	1603431	1837568	3154383	655370
B	0	0	146000	535000	0	28000	5149000	0	673000	10273000
C	715812	1191140	2314614	1886830	3270514	2491016	6752431	1837568	3827383	10928370

A：昭和51年から昭和56年までに企業が取得した工業用地面積（ m^2 ）

B：昭和56年における残存利用可能面積（ m^2 ）

C：A+B（ m^2 ）（面積制約）

3) 空地立地ダミーグループの立地先験確率

空地に立地するダミーグループの立地先験確率は以下の式によって求める。その結果を表7-8に示す。

$$P_i = S_i / \sum_i S_i \quad (7.16)$$

P_i ：ダミーグループがi地域に立地する確率

S_i ：i地域の制約面積

表7-8 空地立地の先験確率

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
0.019	0.029	0.065	0.052	0.093	0.070	0.191	0.051	0.120	0.309

7-4-2 テストラン結果1～実績値の再現

以上の前提のもとに昭和51年から昭和56年の工業立地を事例的に予測した。まず、表7-8は、各統合された業種が各用地を選択する確率であり、7-3-2の分析に基づいて算出したものである。表7-9、図7-11に、予測結果と実績値の比較を示している。

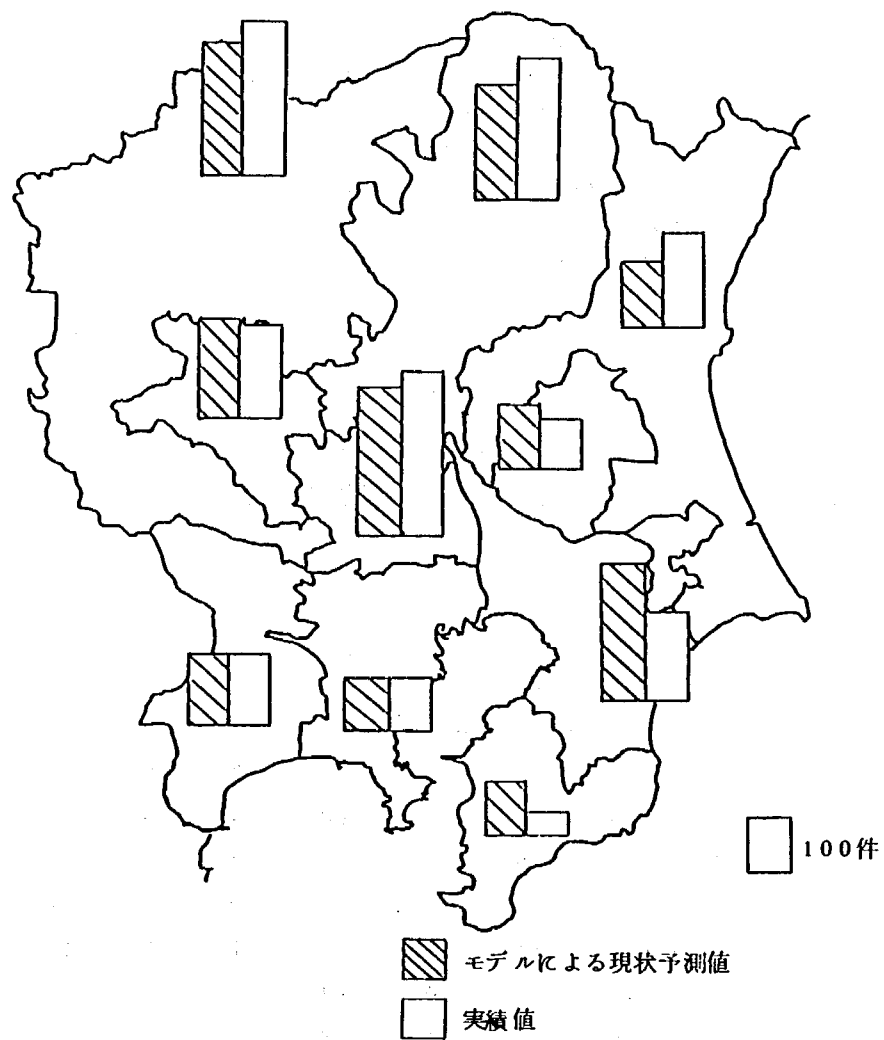


図 7-11 実績値と現状予測値の比較（全企業）

表 7 - 9 現状の交通ネットワークにおける選好確率

		S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10
a	A	06183	02546	00431	00067	00019	00001	00623	00077	00004	00048
	B	01697	01122	02335	00777	01264	02044	00456	00196	00076	00033
	C	02212	01806	00306	00023	00446	00002	02257	00523	01817	00508
	新規	02407	02423	00976	00454	01365	00946	00562	00352	00285	00230
b	A	06657	02312	00312	00049	00014	00001	00541	00067	00004	00042
	B	02180	01431	01977	00820	01086	01696	00490	00206	00079	00035
	C	02509	02054	00230	00017	00452	00001	02038	01292	01270	00136
	新規	02789	02808	00785	00365	01098	00761	00548	00344	00279	00225
c	A	08232	01654	00042	00008	00001	00000	00048	00006	00000	00009
	B	00545	00241	01847	00935	02482	03772	00067	00075	00025	00011
	C	01532	01023	00121	00009	00185	00000	02349	01702	01723	01457
	新規	03651	03664	00465	00322	00767	00490	00119	00159	00118	00245
d	A	07961	01930	00045	00008	00001	00000	00042	00005	00000	00008
	B	00806	00342	02579	02376	01452	02291	00077	00049	00013	00013
	C	00953	00636	00081	00006	00320	00000	01269	00983	05188	00464
	新規	03629	03642	00495	00343	00817	00522	00102	00137	00102	00211
タミ-グループ		00190	00290	00650	00520	00930	00700	01910	00510	01200	03090

表 7 - 10 現状の予測値

業種	移転元	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	計
a	A	8	9	3	12	5	4	7	7	11	28	93
	B	3	3	46	11	10	18	4	5	10	7	121
	C	1	2	1	6	2	0	13	4	9	17	51
	新規立地	6	17	17	29	69	52	9	9	56	31	266
b	A	10	9	2	11	1	3	7	7	11	28	92
	B	3	4	37	11	10	14	4	5	10	7	106
	C	1	1	0	1	1	0	6	3	4	5	23
	新規立地	5	14	10	14	26	32	6	6	40	22	177
c	A	11	6	0	3	1	1	1	2	1	15	41
	B	2	1	29	11	22	30	2	3	2	5	105
	C	0	0	0	0	0	0	5	2	1	8	17
	新規立地	8	20	4	15	23	34	4	5	15	34	167
d	A	26	16	1	8	2	1	3	3	1	30	91
	B	2	1	39	26	13	15	2	3	2	6	112
	C	1	0	0	0	1	0	8	2	6	10	29
	新規立地	10	25	6	20	32	47	5	6	17	43	211
計		1	5	119	67	61	32	598	15	14	334	1246
		98	132	315	237	261	287	686	88	210	634	

予測値は、実績値に近い値を再現しており、この工業立地予測モデルの有意性が高いことを示している。選好分析の結果、尤度比が高く適中率も高かったため、その結果を集積した結果も有意な値が得られたといえる。

用地選好確率はS1, S2の地域が高い値をもっている。この確率にしたがって立地件数を求めればこの地域の立地件数が実績と較べて多くなりすぎてしまう。しかし面積の制約条件が有効にきいているために、S1, S10地域の立地件数は実績とほぼ同じ値が得られた。このことから、面積制約を考えた集計化が、工業立地予測においては適していたことがわかる。

7-4-3 テストラン結果2～時間距離感度分析

昭和56年において、昭和75年時の交通ネットワークが完成していたという仮定のもとで、各地域の立地件数がどのように現在と変わっていたかをシュミレーションする。このとき、外生値として与える各企業グループの立地件数、各地域の面積制約は現在と同じ値を用いる。説明変数の値は、地価、業種特化率は現在と同じ値を用いる。千代田区までの時間距離、移転元からの時間距離は、昭和75年のタイムテーブルより求める。

結果を表7-11, 7-12, 図7-12 に示す。表7-11は、本ケースにおける立地選好確率であり、表7-12はシュミレーション結果、図7-12は、シュミレーション結果と、現状予測値(表7-10)の比較である。この結果を見ると、昭和75年の交通ネットワークが昭和56年に完成されていたと仮定したシュミレーションでは、S9, S10における立地件数がこの交通ネットワークがない場合の予測値と較べて高い値を示している。このことから、本研究において構築した工業立地予測モデルは、高速道路の工業立地に及ぼす効果を、ある程度表わす感度を有していると考えられる。

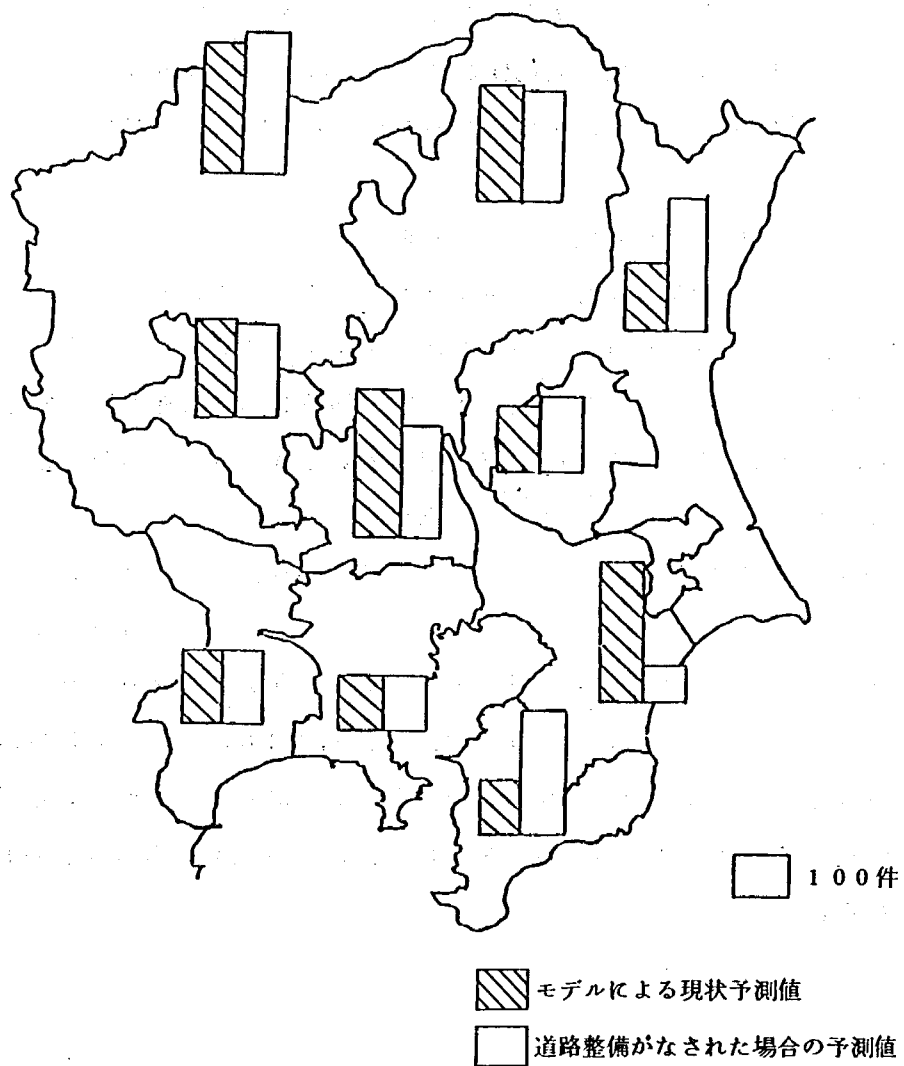


図7-12 現状予測値と道路整備が
なされた場合の予測の比較（全企業）

表7-11 昭和56年に、昭和75年の交通ネットワークが完成した場合の選好確率

		S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10
a	A	03621	01564	00041	00267	00217	00213	00063	00663	02635	00717
	B	01713	00741	00930	00325	00701	01428	00051	00646	03230	00235
	C	01432	00858	00023	00080	00249	00066	00280	00829	05044	01040
	新規	01044	01089	00095	00191	00698	01181	00029	00309	05070	00295
b	A	04164	01459	00032	00209	00170	00166	00058	00620	02464	00659
	B	02088	00903	00755	00328	00567	01130	00052	00661	03272	00245
	C	01679	00947	00019	00067	00251	00055	00258	01149	04969	00606
	新規	01237	01290	00078	00157	00574	00971	00029	00308	05062	00294
c	A	07308	01466	00005	00102	00050	00052	00018	00227	00230	00541
	B	01452	00240	00845	00449	01835	03481	00032	00523	00895	00248
	C	01698	00537	00006	00059	00165	00031	00533	01683	02859	02530
	新規	02221	02229	00043	00205	00630	01302	00025	00306	02404	00635
d	A	07151	01745	00005	00108	00053	00055	00016	00196	00199	00472
	B	02107	00349	01242	01157	01176	02299	00036	00563	00762	00308
	C	01051	00325	00004	00039	00137	00022	00295	00946	05971	01110
	新規	02287	02295	00048	00226	00695	01436	00022	00274	02150	00568
ダミーグループ		00190	00290	00650	00520	00930	00700	01910	00510	01200	03090

表7-12 昭和75年の交通網が昭和56年にあると仮定したシュミレーション

業種	移転元	立 地 し た 地 域										計
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
a	A	8	10	15	3	1	0	51	2	0	4	93
	B	1	2	35	16	15	30	17	3	2	1	121
	C	0	1	1	0	2	0	26	2	12	5	51
	新規立地	4	11	40	26	44	38	55	12	16	21	266
b	A	9	10	12	3	0	0	51	2	0	4	92
	B	1	2	28	16	12	24	17	3	2	1	106
	C	0	1	1	0	1	0	13	3	4	1	23
	新規立地	3	10	24	15	27	23	40	9	12	15	177
c	A	18	11	3	1	0	0	7	0	0	1	41
	B	0	0	21	15	23	42	2	1	0	0	105
	C	0	0	0	0	0	0	7	2	3	4	17
	新規立地	0	19	21	20	28	22	13	6	7	25	167
d	A	38	29	6	1	0	0	13	1	0	2	91
	B	0	0	20	38	13	26	2	0	0	0	112
	C	0	0	0	0	1	0	7	2	17	2	29
	新規立地	8	24	29	27	38	30	14	7	8	27	211
計		1	2	49	55	56	52	360	33	126	520	1246
		98	132	315	237	261	287	686	88	210	634	

8. 今後の課題

1) 居住地選択モデルにおける通勤交通の機関分担の導入

居住地選択モデルにおいて、従業先の与えられた世帯の居住ゾーンを予測する場合に、通勤時間が重要な要因となっている。モデル内の通勤時間は現在ゾーン間の道路時間距離で定義されており、他の交通機関（鉄道）による通勤交通分担が考慮されていない。そのため、ゾーン間道路間ゾーン時間の変化が居住地選択に大きく影響する一方で、鉄道時間距離の変化は居住地選択に全く影響しない。これは、関東地方においては比較的鉄道のネットワーク密度が高いため、ゾーン間鉄道時間距離と道路時間距離の相関が高く、両変数を同時に回帰分析に導入すると重共線性により係数の値が不安定になるためである。

したがって居住地の選択において同時に通勤交通機関も選択する構造にするなど、居住地選択モデルの改良が必要であろう。

2) 住宅需要および居住地選択行動への世帯属性の導入

本土地利用モデルにおいて世帯の属性は居住住宅のタイプ（戸建、中高層）として導入されているが、実際の住宅需要行動、及び居住地選択行動においては、世帯構成（世帯人員、子供の年齢等）あるいは世帯収入、及びその保有する財産などの世帯属性が極めて大きな説明要因になっているものと考えられる。

但し、このような世帯属性を土地利用モデルに組み込むためには2つの制約がある。ひとつは他の産業立地モデルとの接続が難しいという点である。もうひとつは、必要データ量が増大し、計算時間が長くなるため、操作上の困難性が増大することである。

このような制約条件を勘案しつつも、住宅需要モデルや居住地選択モデルの精度向上のため、世帯属性の設定についての検討を行う必要がある。

3) 対象地域のブロック

本土地利用モデルにおける業種別立地モデルは、各立地活動主体が、関東全域において同一の立地行動を取るものと仮定し構築されている。しかしながら、例えば同じ住宅需要世帯であっても、北関東と南関東とでは時間選好を異にする等の理由により、異なった居住地選択行動を示すことが考えられる。

このような立地行動の地域性を考慮する場合には、対象地域を分割してモデル化することが考えられる。ブロックごとの将来フレームの設定の容易さや、また、本土地利用モデルが大規模特殊道路の整備効果の測定を目的としている点を考えると、北関東及び南関東の2ブロックについてモデルを構築することが妥当と考えられる。

4) 業種区分の細分化

本土地利用モデルにおいては、非基礎型産業部門、すなわち商業・業務部門を、①近隣業（＝近隣型商業業務）及び②中枢業（＝中枢型商業業務）の2業種に区分し、その立地行動予測モデルを構築した。

しかしながら、実際の活動主体の立地行動という点からみると、2業種区分型のモデルでは、十分にその立地行動を記述し得ない面があるものと考えられる。よって最終的にはより細かい業種区分を行ない、業種別の立地サブモデルを構築することが必要であろう。

5) 幹線道路沿道立地型業種の抽出

幹線道路沿道には、大規模小売店舗を始め、郊外型ファミリーレストラン、ガソリンスタンド等、種類の限定された特有な業種が立地する。

大規模特殊道路の整備効果を、よりクリアな形で見るためには、このような幹線道路沿道立地型業種を抽出し、それらの立地活動を予測する別個のサブモデルを設定することが必要と考えられ、検討課題である。

6) 土地利用・交通モデルの支援システムの開発

本土地利用モデルは主に住宅需要実態調査、工場立地動向調査、国勢調査、商業統計、工業統計の各データより構築されており、モデル構造もできるだけ単純化してあるが、土地利用モデルをランさせるためのデータの作成、入力、チェック、および極めて多数の出力データの表示などにはやはり労力を要することが予想される。一方、土地利用モデルは、それを用いて道路整備による土地利用変化の予測や開発交通量の推定等のシミュレーションを何ケースかの代替案について行い比較することにより初めて計画資料として役立つものであるから、その機能を十分発揮させるためには、入出力機能を基本とし、ついでモデルに必要な統計データを中心とした社会・経済データのデータベース機能も持った土地利用・交通モデル支援システムの整備が不可欠であると考えらる。

7) 土地利用モデルと交通モデルの有機的結合

現在、土地利用モデルで推定された人口等の将来活動量は交通モデルに入力され、交通モデル内で土地利用モデルとは独立してゾーン別発生、集中交通量の推定、およびOD交通量の推定が行われている。しかしながら土地利用モデルにおいては、住宅等の分布が予測されるのと同時に将来の通勤パターンも予測されているにもかかわらず、その情報が交通モデルにおけるOD交通量の推定に生かされていない。したがって最終的には土地利用の予測と交通量の予測を同時に行うような手法（モデル）の開発を行う必要がある。

9. 收集資料一覽

表1 人口・経済指標ファイル一覧表

	指 標 名	単 位	年	資 料 の 出 所	備 考
人 口	① 夜間人口	人	S5510.1	国勢調査	
	② 昼間人口	"	"	"	
	③ 流出従業者	"	"	"	
	④ 流出通学者	"	"	"	
	⑤ 流入従業者	"	"	"	
	⑥ 流入通学者	"	"	"	
	⑦ 就業人口	"	"	"	
	産業別従業員人口				
	⑧ 総従業員人口	"	"	"	
	⑨ 農 業	"	"	"	
	⑩ 林業・狩猟業	"	"	"	
	⑪ 漁業・水産養殖業	"	"	"	
	⑫ 鉱 業	"	"	"	
	⑬ 建 設 業	"	"	"	
	⑭ 製 造 業	"	"	"	
	⑮ 卸売業・小売業	"	"	"	
	⑯ 金融・保健業	"	"	"	
	⑰ 不動産業	"	"	"	
	⑱ 運輸・通信業	"	"	"	
	⑲ 電気・ガス・水道・熱供給業	"	"	"	
	⑳ サービス業	"	"	"	
	㉑ 公 務	"	"	"	
	㉒ 分類不能	"	"	"	
農 業	㉓ 農業就業者数	人	S55.1	世界農林業センサス	
	㉔ 農業粗生産額	百万円	S55年次	生産農業所得統計	
	㉕ 生産農業所得	"	"	"	
工 業	㉖ 工 場 数	所	S5512末	工業統計(市区町村編)	
	㉗ 従業者数	人	"	"	
	㉘ 製造品出荷額等	百万円	S55年次	"	
商 業	㉙ 卸売業従業者数	人	S54.5.1	商業統計(市区町村編)	
	㉚ 卸売業年間販売額	百万円	S54	"	
	㉛ 小売・飲食店業従業者数	人	S545.1	"	バー、キャバレー、ナイトクラブ、酒場、ビアホールはデータなし
	㉜ 小売・飲食店業年間販売額	百万円	S54	"	
所 得	㉝ 課税対象所得額	千 円	S54年度	個人所得指標 (日本マーケティング教育センター)	横浜・川崎は区別データなし
自 動 車 台 数	㉞ 乗用車保有車車輛数	台	S553末	市区町村別自動車保有車両数	軽自動車(550cc以下)はデータなし
	㉟ 貨物車 "	"	"	"	地建の定義と整合
	㊱ 乗合車 "	"	"	"	
	㊲ 貨物車 "	"	"	"	
	㊳ 乗用車 "	"	"	"	
	㊴ 特殊車 "	"	"	"	
土 地 利 用	㊵ 総 面 積	km ²	S5510.1	全国都道府県市区町村別面積調	
	㊶ D I D面積	"	S557.1	国 調	
	㊷ 住宅地公示地価	円/m ²	S55	国土庁地価公示	平均値
	㊸ 商業地 "	"		"	
	㊹ 工業地 "	"		"	

表2 土地利用・産業政策指標ファイル一覧表

	指 標 名	単 位	年	資 料 の 出 所	備 考
土 地 利 用 規 制 面 積	㊦ 一種住専指定地域	ha	S55.3.1	都市計画年報	用途地域指定, 都市計画区域 指定等のある市町村
	㊧ 二種住専 "	"	"	"	
	㊨ 住宅 "	"	"	"	
	㊩ 近隣商業 "	"	"	"	
	㊪ 商業 "	"	"	"	
	㊫ 準工業 "	"	"	"	
	㊬ 工業 "	"	"	"	
	㊭ 工業専用 "	"	"	"	
	㊮ 市街化区域	"	"	"	
政 策 指 定	㊯ 市街化調整区域	"	"	"	
	㊰ 地方生活圏中心	定性	S55	各 種 資 料	
	㊱ 二次生活圏中心	"	"	"	
	㊲ 新産業都市	"	"	"	
	㊳ 近郊整備地帯	"	"	"	
	㊴ 都市開発区域	"	"	"	
	㊵ 移転促進区域	"	"	"	
	㊶ 誘導地域	"	"	"	
	㊷ 工業整備特別地域整備促進法	"	"	"	
大 規 模 開 発 計 画	㊸ 低開発地域工業開発促進法	"	"	"	
	㊹ 農村地域工業導入促進法	"	"	"	
	住宅団地				
	㊺ 計画住宅団地施行面積	ha	完成予定年	建設省資料	
	㊻ 計画戸数	戸	"	"	
	㊼ 計画人口	人	"	"	
	工業団地				
	㊽ 分譲済工場地面積	千 m ²	"	通産省資料	
	㊾ " 工場用地面積	"	"	"	
	㊿ 分譲中・未分譲工業団地面積	"	"	"	
	㊽ " 工業用地面積	"	"	"	
	㊾ 造成済分譲済面積	"	"	"	
	㊿ " 分譲中面積	"	"	"	
	㊽ " 未分譲面積	"	"	"	
	㊾ 造成工事中分譲済面積	"	"	"	
	㊿ " 分譲中面積	"	"	"	
	㊽ " 未分譲面積	"	"	"	
	㊾ " 未造成工事面積	"	"	"	

キーワード: 土地利用モデル, シミュレーションモデル, 道路整備効果, 大規模特殊道路
柴崎亮介
市村靖光

要旨

大規模特殊道路の供用によって生ずる土地利用の変化を
予測する土地利用モデルの開発について中間報告を行う
ものである。



郵便はがき

305-□□

40円切手
をはいて
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

企画部システム課 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 2116 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

