

都市圏住宅立地需要予測モデル

東京大学工学部 正員 ○宮本和明

東京大学大学院 学生員 安藤 淳

東京大学大学院 学生員 清水英範

1. はじめに

都市圏における土地利用計画や交通計画あるいは各種生活基盤投資に関わる計画の事前評価においては、住宅立地の予測は不可欠の過程である。そのための分析方法として、住宅立地モデルあるいは土地利用モデルが構築されてきているが、それらの多くは、与えられた住宅立地需要量を地域内に配分するモデルである。その際、住宅タイプによつてその立地パターンが異なることから、住宅需要を住宅タイプ別に求めておく必要がある。本研究は、図1に示すように、これらの住宅立地モデルに対する住宅需要量のフレームワークを与えるための、住宅タイプ別の需要予測モデルの作成を目的としている。

住宅立地需要には、結婚、独立等による新規世帯の発生によるものと、地域外からの転入世帯によるものの他に、住み替え世帯によるものが大部分を占める。そして、住み替え行動およびその際の一戸建あるいは中高層といつて住宅種類の選択は、世帯特性に大きく依存すると考えられる。そのため、住宅需要分析においては、世帯特性に基づく立地行動を記述する非集計型の分析が適していると考えられる。

住宅需要分析に関連する非集計型モデル化、あるいはそれに近い取り扱いを行なった研究としては、主として住み替えに関して、小栗¹⁾、天野²⁾、山田³⁾、Ben-Akiva⁴⁾、住宅タイプ選択に関して、Lerman⁵⁾、宮本⁶⁾、両者に関して林⁷⁾による研究等がある。これらの研究は、各部分については緻密に検討されているが、地域全域の住宅需要を予測するモデルとしては十分とは言えない。

本研究は、まず、非集計型のアプローチによる世帯の行動分析を行い、それに基づいて、地域全域の住宅需要量を求めるための集計予測の方法についても検討するものである。

なお、本研究は現在パラメータの推定を完了していないため、全体モデルの適用性について議論できる段階ではない。そのため、本論文においては、全体モデルの構成とその考え方、および一部パラメータの推定結果について示すものである。

また、本研究の分析には、昭和53年の住宅需要実態調査のデータを用いている。

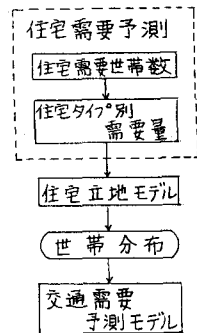


図1 住宅需要予測モデルの位置づけ

2. 首都圏における住宅需要の実態

住宅需要予測モデルの構築に先立ち、首都圏（東京、千葉、埼玉、神奈川、茨城南部）の住宅需要の実態分析を、昭和53年住宅需要実態調査のサンプルデータを用いて行なった。サンプルは無作為抽出で、抽出率は0.29%である。表1は、現在の住宅タイプ別に、転居の有無、および、転居世帯については、住み替え、独立、転入等の理由別、さらに、住み替え世帯については以前の住宅タイプを集計したものである。この表から、昭和49年から昭和53年までに入居した世帯は全世帯の35%を占めることがわかり、表1に拡大係数350を乗じることにより、実数は約280万世帯と推定される。これを住宅タイプ別にみると、持家一戸建80万戸、持家共同建17万戸、借家180万戸となる。また、このうち、住み替え世帯は全体の約70%を占めることから、住宅需要の予測において、住み替え需要の予測の重要性がわかる。

これ以外にも、各種の集計を行ない、既発表の集計結果⁸⁾を含めて、住宅需要の実態を分析し、モデル構築の基礎としている。

3. 都市圏住宅立地需要予測モデルの全体構成

(1) 住宅タイプと世帯タイプ

住宅タイプ別の需要予測を非集計型の分析にもとづいて行なうためには、まず、住宅と

世帯のタイプ分割を行なう必要がある。このタイプ分割は、非集計モデルの精度と、集計予測方法の精度にもとづいて行なうべきものであり、両者の分析精度の検討を経て決定するものである。ここでは、まだその段階にないことから、一般的なタイプ分割として以下のように考えている。まず、世帯に関しては、世帯主年齢、世帯人員、年収等、また、住宅に関しては、都心、近郊、郊外といった位置、価格、広さおよび一戸建あるいは中高層といったものでタイプ分割する。そして、集計予測方法の考え方を明解に表わせることから、両タイプの分布を以下に説明する住宅タイプ別世帯分布行列(A)を用いて表現する。そのため、本モデルにおける集計予測方法は分類法に属するものである。

$$A = [A_{ij}] \quad i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J$$

ここで、行(i)は、世帯タイプ、列(j)は住宅タイプを表わす。ここでは、一世帯一住宅として計算勘定を合わせ、かつ、住宅ストックをも表現するため、世帯タイプの一つに世帯人員0人として、空家を表わすようにしている。従って、

$$\sum_j A_{ij} = A_{i.}; \text{地域全域における} j \text{タイプの住宅戸数}$$

$$\sum_i A_{ij} = A_{.j}; \text{地域全域における} i \text{タイプの世帯数}$$

$$\sum_i \sum_j A_{ij} = A_{..}; \text{地域全域の総住宅戸数}$$

となる。厳密には、住宅関連統計と、世帯関連統計の住宅および世帯に関する定義の違い等により調整を行なう必要があるが、一般的には以上のように表現可能である。

なお、この行列Aの求め方については5.に示す。

(2) タイプ別住宅需要の予測手順

a) 全体構成

住宅タイプ別の需要予測の手順を図2に示す。住宅需要は、住み替え、新規独立、転入の各世帯によるものであるから、まず、各世帯の需要量を求める。そして、次に、その世帯ごとの需要を住宅タイプ別に分解する過程をとっている。

まず各マトリックスおよびベクトルを定義しておく。

- ① $A = [A_{ij}]$: 住宅タイプ別世帯タイプ分布マトリックス
 $i = 1 \sim I$, 世帯タイプ
 $j = 1 \sim J$, 住宅タイプ

表1 首都圏における住宅需要の実態 (単位: 世帯)

現在の住宅タイプ	世帯数				昭和49年以降の入居世帯について							
	合計	昭和48年以前入居	昭和49年以降入居	入居年度不明	住み替え世帯							
					以前の住宅タイプ別				新規独立世帯			
持家					小計	一戸建	其建	借家	新独立世帯	転入世帯	不明	
一戸建	12266	10042	2216	8	1632	442	69	1121	236	48	300	
其建	1280	806	473	1	348	46	39	263	69	13	43	
借家	9146	3931	5198	17	2683	124	32	2527	1091	672	752	
合計	22692	14779	7887	26	4663	612	140	3911	1396	733	1095	

(昭和53年 住宅需要実態調査による)

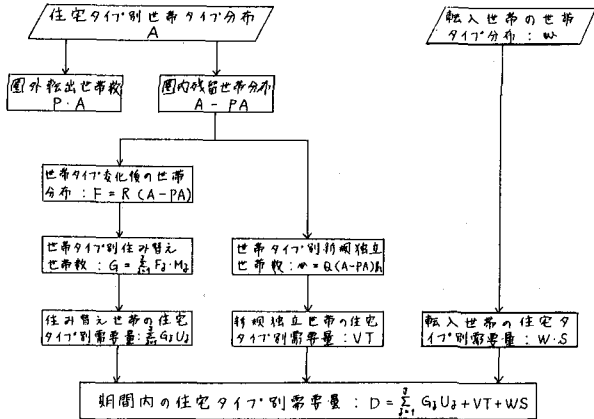


図2 住宅需要予測の全体フロー

$$\textcircled{2} \quad P = \begin{bmatrix} p_1 & 0 \\ p_2 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ 0 & p_I \end{bmatrix} : \text{ 圏外転出係数マトリックス}$$

p_i : 世帯タイプ i の圏外転出比率

$$\textcircled{3} \quad R = [r_{ii'}] : \text{ 世帯変化係数マトリックス}$$

$r_{ii'}$: 世帯タイプ $i' \rightarrow i$ への推移比率

$$\textcircled{4} \quad F = (f_1, f_2, \dots, f_J) : \text{ 世帯タイプ変化後の世帯分布}$$

f_j : 住宅タイプ j に居住する世帯の世帯タイプ分布ベクトル

$$\textcircled{5} \quad F_j = \begin{bmatrix} f_{1j} & 0 \\ f_{2j} & \\ \vdots & \vdots \\ 0 & f_{Ij} \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{6} \quad M_j = \begin{bmatrix} \overset{j \text{ 列}}{m_{1j}} & 0 \\ 0 & \underset{m_{2j}}{m_{2j}} & \underset{0}{0} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & m_{Ij} & 0 \end{bmatrix} : \text{ 住み替え係数マトリックス}$$

m_{ij} : 世帯タイプ i , 住宅タイプ j の世帯が住み替えを行う比率

$$\textcircled{7} \quad G = (g_1, g_2, \dots, g_J) : \text{ 住み替え世帯の前住宅タイプ別世帯タイプ分布}$$

g_j : 住宅タイプ j に居住していた住み替え世帯の世帯タイプ分布ベクトル

$$\textcircled{8} \quad G_j = \begin{bmatrix} g_{1j} & 0 \\ g_{2j} & \\ \vdots & \vdots \\ 0 & g_{Ij} \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{9} \quad U_k = [U_{ij}^k] : \text{ 住宅タイプ } k \text{ に居住していた世帯の住宅タイプ選択比率マトリックス}$$

U_{ij}^k : 住宅タイプ k に居住していた世帯タイプ i が、住宅タイプ j を選択する比率

$$\textcircled{10} \quad v = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_I \end{pmatrix} : \text{ 新規独立世帯の世帯タイプ分布ベクトル}$$

$$\textcircled{11} \quad Q = [q_{ii'}] : \text{ 新規独立係数マトリックス}$$

$q_{ii'}$: 世帯タイプ i' から世帯タイプ i が独立する比率

$$\textcircled{12} \quad h = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\textcircled{13} \quad V = \begin{bmatrix} v_1 & 0 \\ v_2 & \\ \vdots & \vdots \\ 0 & v_I \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{14} \quad T = [t_{ij}] : \text{ 新規独立世帯住宅タイプ選択比率マトリックス}$$

t_{ij} : 世帯タイプ i が住宅タイプ j を選択する比率

$$\textcircled{15} \quad w = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_I \end{pmatrix} : \text{ 圏外転入世帯の世帯タイプ分布ベクトル}$$

$$\textcircled{16} \quad W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 \\ w_2 & \\ \vdots & \vdots \\ 0 & w_I \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{17} \quad S = [s_{ij}] : \text{ 転入世帯住宅タイプ選択比率マトリックス}$$

s_{ij} : 世帯タイプ i が、住宅タイプ j を選択する比率

(i) 住み替え世帯による需要

住み替え世帯を求めるためには、まず転出世帯 PA を除いた圏内残留世帯分布 $(A - PA)$ を求める。そしてその期間内の世帯変化を考え、世帯タイプ変化後の世帯分布 F を求める。住み替えは、単に世帯タイプのみでは

なく、現在の居住住宅に依存することから、それを考えて、世帯タイプごとの住み替え世帯数 G を求める。そして、それを、以前の住宅タイプを考慮して、住み替え先の住宅タイプ別需要量を求める。

(ii) 新規独立世帯による需要

まず、住宅タイプ別世帯分布 A に新規独立係数 Q を乗ずることにより、新規独立世帯数を求め、それを住宅タイプ別に分解する。

(iii) 転入世帯による需要

転入世帯は圏内の従業者数予測等から外生的に与えられ、それを、タイプ別に分解する。

(3) パラメータの求め方

各行列およびベクトルの要素は、以下のようにして求める。まず、住宅タイプ別世帯分布 A は5.に述べる方法から求める。また、転入世帯の世帯タイプ分布は、圏内の産業立地予測にもとづく従業者数から総数を求め、5.と同様の方法により世帯タイプに分解する。圏外転出係数 P 、世帯変化係数 R 、新規独立係数 Q については、既存の統計および、人口問題研究所等の予測値を用いる。そして、残りの、住み替え係数 M_j 、住宅タイプ選択比率 U_j 、 T 、 S については、4.に述べる非集計分析から、各要素を求める。

4. 世帯単位にもとづく住宅タイプ選択行動分析

(1) 住み替え行動の分析

住み替え行動は以下の考え方をを用いてlogit modelにより分析を行っている。

まず、世帯は現在の住宅の効用 U_0 と、住み替えとした場合の新しい住宅の効用 U_1 の差があるいき値を越えた時に、住み替えを行うと考えられる。すなわち、住み替えの条件として、

$$\Delta U = U_1 - U_0 \geq \delta \quad \cdots (1) \quad \delta: \text{いき値}$$

を考える。ここで、 U_1 、 U_0 に確率項を導入し、それをワイブル分布と仮定すれば、世帯が住み替えを行う確率 P は、logit modelにより、

$$P = \frac{1}{1 + \exp(V_0 - V_1 + \delta)} \quad \cdots (2)$$

V_0 : U_0 のうち観測可能な部分

V_1 : U_1 のうち観測可能な部分

V_0 は、現在の住宅の特性 x_{0i} を用いて

$$V_0 = \sum_i \theta_i x_{0i} \quad \cdots (3) \quad (\theta_i; \text{パラメータ})$$

と表わされる。一方、 V_1 は住み替え対象住宅に対する平均効用と考え、図3に示すように、Nested logit modelを用いて求める。なお、世帯によ、ては住み替え対象住宅が異なることから、実際には、このようなnestの一部を用いて平均効用を求めることとなる。

(2) 住宅タイプの選択行動分析

住宅タイプの選択行動の分析は、図3に示すnestの部分の分析に相当する。この部分の分析には、既存のlogit modelの他に、選択肢の利用可能性を考慮した改良logit modelによる分析も行なっている。⁶⁾ただし、改良logit modelを用いての平均効用の導出には、まだ不明点が残されているため、改良logit modelは、最も下の選択分析にのみ用いている。

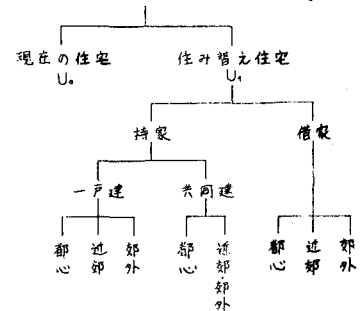


図3 Nested logit modelによる住み替え住宅の平均効用の求め方

(3) 分析結果の一例

以上の分析結果の例として、持家一戸建居住世帯について示す。持家一戸建居住者のほとんどは再び持家一戸建に住み替えることから、図4に示す選択肢を設定している。結果を表2、表3に示す。この結果：(1)、(2)に述べた分析方法の適用性が高いことがわかる。

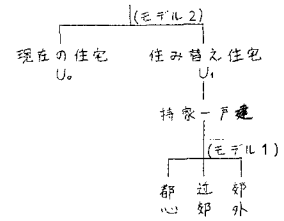


図4 持家一戸建居住世帯の住み替えモデル

5. 住宅タイプ別世帯分布(A)の求め方

(1) 将来予測における集計化問題

非集計モデルを用いての将来予測において、地域全体の需要量を求めるためには、何らかの方法で集計化する必要がある。その際、集計化に必要な世帯タイプの分布を求める必要がある。本研究では3に示した手順により、この将来の世帯分布および需要算出のための集計化を行なっているが、まず、最初の段階として、現在(基準年)の世帯分布を求めておく必要がある。すなわち、3で定義した所の、住宅タイプ別世帯分布行列Aである。

一般に非集計モデルにおいては、個人(世帯)についていくつかの属性を説明変数とするが、それらの属性に属する個人(世帯)数に関する統計は存在しない。すなわち、利用できる統計資料としては、属性の一つあるいは二つの項目に関する集計資料しか存在しない。そのため、非集計モデルの精度に合った、個人(世帯)の分布を求めることはできないのが現状である。しかし、非集計モデルのパラメータ推定のためのサンプルについては、その分布は当然求められている。そこで、本研究では、将来予測における集計化の基礎となるべき、現在の世帯および住宅の全数の分布を、このサンプル分布をもとに推定するものである。

(2) 住宅タイプ別世帯分布行列(A)の構成

国勢調査によれば、世帯は普通世帯と準世帯に分けられる。このうち、住宅に住む普通世帯から間借りの2人以上の同居世帯を除いた主世帯と、間借り・独身者の单身者のような新規独立をする可能性の高い準世帯で、全世帯数の99%を占めている。そこで、主世帯と準世帯について、図5のように $A = [A_{ij}]$ を定義する。このうち、準世帯数は国勢調査より、また、住宅タイプ別空家数は住宅統計調査より求める。そして、行列Aの部分構成する、住宅タイプ別主世帯分布行列 $[X_{ij}]$ を以下の方法により求める。

(3) 住宅タイプ別主世帯分布行列 $[X_{ij}]$ の求め方

母集団、すなわち、都市圏全域の住宅タイプ別主世帯分布から、ランダムサンプリングによって形成された、住宅タイプ別主世帯のサンプル分布 $[x_{ij}]$ が与えられる時に、母集団の分布 $[X_{ij}]$ を推定することを考える。この場合、サンプル分布は、住宅需要実態調査から与えられる。そして、 $[X_{ij}]$ には、国勢調査等の

表2 モデル1のパラメータ推定結果

パラメータ	説明変数	推定値	t値
θ_1	0 1 0	0.823	3.00
θ_2	0 0 1	1.700	3.85
θ_3	T T T	-0.031	-3.50
θ_4	R R R	2.008	10.41
θ_5	C C C	-0.107	-1.99

サンプル数 222 ($H_1: 57, H_2: 111, H_3: 54$)

尤度比 0.4230

過中率 80.2%

説明変数

T: 通勤時間(分)

R: 住み替え前の居住地ダミー

(以前の居住地に対して1)

C: 価格⁽²⁾ - 平均住宅価格(万円)

注1) H_1 : 総額53年度住宅用地価格 10万円以上
 H_2 : " " 7万円以上10万円未満
 H_3 : " " 7万円未満
 (住宅用地価格は、住宅金融公庫宅地部「住宅用地価格調査報告」54年度版による)

注2) 代官案 H_1 H_2 H_3
 価格 2130 1810 1360
 (単位: 万円)

注3) 平均住宅価格(Y)は、世帯年収(X)を用いて以下の式により求めた。

$$Y = 1000 + 2.29 \cdot X$$
 (単位: 万円)

表3 モデル2のパラメータ推定結果

パラメータ	説明変数	推定値	t値
θ_1	0 1	3.856	6.78
θ_2	ΔW 0	0.237	1.40
θ_3	W W	0.086	11.10
θ_4	0 P	-0.178	-2.26
θ_5	0 T	-0.001	-4.11
θ_6	0 A	0.908	3.25
θ_7	I 0	0.003	5.40

サンプル数 934 (住み替え221,住み替えず713)

尤度比 0.3640

過中率 78.8%

説明変数

ΔW : 一戸建割合変数

W: 居住面積(m^2)

(住み替え対しては48 m^2)

P: 世帯人数(人)

T: 通勤時間(分)

A: 世帯主年収ダミー(35万円以上の場合1)

I: 世帯年収(万円)

全数統計調査資料から、いくつかの属性項目に関する集計データが、制約条件として存在する。例えば、郡県ごとの持家一戸建住宅に住む主世帯数等である。この場合、サンプル行列 $[x_{ij}]$ はランダムに求められたものであるから、それをもとに、確率的に最も生じ易い母集団分布 $[X_{ij}]$ を推定するのが妥当であると考えられる(図6)。手法としては、分布交通量の推定に用いられる同時確率最大化法を用いる。

先の「確率的に最も生じ易い」という概念を確率論的に規定すれば以下になる。

ある世帯が母集団の (i, j) 要素に属する確率を $P_{ij} = x_{ij} / \sum_{ij} x_{ij}$ と考え、このとき、集団の要素 (i, j) に全世帯数 $T (= \sum_{ij} x_{ij})$ を x_{ij} ずつ割りあてると同時確率 P は、

$$P = {}_T C_{x_{11}} \cdot {}_T C_{x_{12}} \cdots {}_T C_{x_{1n}} \cdot {}_T C_{x_{21}} \cdots {}_T C_{x_{2n}} \cdots = \frac{T!}{\prod_{ij} x_{ij}!} \prod_{ij} P_{ij}^{x_{ij}} \cdots (4)$$

と表現できる。この時、確率的に最も生じやすいパターンは、この同時確率 P を最大化する x_{ij} の組である。

一方、全数統計資料から与えられる制約条件は次のように表現できる。

$$\sum_{ij} C_{ij}^k x_{ij} = Y_k \cdots (5)$$

$$C_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \cdots x_{ij} \text{ が制約式} k \text{ に加わる時} \\ 0 & \cdots x_{ij} \text{ が制約式} k \text{ に加わらない時} \end{cases}$$

よって、 $[x_{ij}]$ は、(5)式の制約のもとに、 P を最大化する x_{ij} の組として求めることができる。解法としては、対数をとリスターリングの公式を用いる。

なお、住宅需要実態調査と国勢調査は指定統計、あるいはそれに準ずるものであるので、一定期間ごとにデータの取得が可能である。

このようにして、サンプル分布をもとに、地域全域における、住宅タイプ別世帯分布を求めることができる。そして、これをもとに、将来予測を3.で示した方法により行なっていく。

$[A_{ij}] =$

	住宅タイプ	主世帯数	計
世帯タイプ	住宅タイプ別 主世帯分布行列 (x_{ij})	0 0 0 0 0	
準世帯 空家	0 0 0 0 0 0	0	
計			

図5 住宅タイプ別世帯分布行列

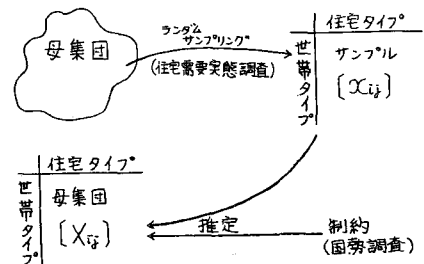


図6 住宅タイプ別主世帯分布行列の推定方法

6. おわりに

本研究は、都市圏における住宅立地需要を予測するために、住み替え行動と住宅タイプ選択行動を非集計型のアプローチで分析し、さらに、それを用いての将来予測を行うための集計化手法についても検討している。現段階ではパラメータの推定が完了していないことから、全体モデルの実際問題への適用可能性については議論できる段階ではないが、その理論的な構築は一応なされたと考えられる。しかし、モデルの細部においては、いくつか検討の必要な部分が残されている。今後、それらの改良と、首都圏における実際の分析を行な、ていく予定である。

本研究は東京大学中村研究室において行なわれている、土地利用交通分析システムに因する一連の研究に含まれるものである。中村英夫教授には、研究の位置づけをはじめ、全体モデル構成に関して有益な御助言を頂いた。記して深謝の意を表したい。また、現北海道開発局の宮地博夫氏との議論は、研究に際して非常に有益であった。さらに、住宅需要実態調査のデータ使用に関しては、建設省住宅局住宅政策課の御厚意による。記して謝意を表

したい。

参 考 文 献

- 1) 小栗、石塚：東京大都市圏居住世帯の潜在的住み替え需要と住宅選好パターンの調査および解析、都市計画別冊，都市計画学会，1982
- 2) 天野、青山、三木：住宅と生活環境に対する満足度の研究、都市計画別冊，都市計画学会，1971
- 3) 山田他：東京大都市圏における住宅市場の計量分析、経済企画庁経済研究所、1976
- 4) Ben-Akiva, Palma: An Interactive Dynamic Model of Residential Locations, International Conference on Structural Economic Analysis and Planning in Time and Space, 1981
- 5) S. R. Lerman: Neighbourhood Choice and Transportation Services in the Economics of Neighbourhood, Academic Press, 1979
- 6) 宮本、宮地：非集計住宅タイプ選好モデル、都市計画別冊，都市計画学会，1982
- 7) 林、磯部、富田：大都市圏におけるタイプ別住宅需要推計モデル、都市計画別冊，都市計画学会，1982
- 8) 昭和53年住宅需要実態調査結果報告、日本住宅協会，昭和54年3月