

名古屋大学 正会員 ○林 良嗣
 名古屋大学 正会員 磯部友彦
 名古屋大学 学生会員 富田安夫

1. 研究の概要

本研究は、住み替え行動と居住タイプ選択行動とをNested Logitモデルを用いて、整合的に表現することを試みるものである。このモデルにより、都市圏の土地利用分析に必要な居住タイプ別の需要量が提供される。

2. 研究の目的

住宅の立地選好は、各土地の条件のみならず、立地主体すなわち世帯の属性に大きく依存するものである。

従来、LowryモデルをはじめとするシミュレーションタイプあるいはEMPIRICモデルをはじめとする連立線形回帰式タイプの土地利用モデルにおける住宅立地配分関数/モデルは、主として選択対象となるゾーンの特性(土地条件)に基づいて、その選好の強さを表現したものであって、世帯属性としては、これらの中でも精緻であると思われるモデルにおいても通勤時間が考慮されているので、他は捨棄されている、あるいは、選好特性の集計上のバラツキとして処理されている程度である。^{1),2)} 一方、Hervert-Stevensモデル等ミクロ経済学に基づいたモデルでは、理論上世帯属性を考慮しているが、各属性カテゴリーとゾーンの統組合わせ数に等しい数の変数の平均値が必要となり、実際の計算は極めて困難である*。

* ミクロ経済学に基づいた最適化モデルは、Alonsoの理論におけるような個人の効用最大化より出発したものであり、それを集計的に表現したものであるため、理論上は世帯属性(特に所得)が考慮されている。しかし、この代表例としてHervert-Stevensモデル(以下H.S.モデルと略す)を示してみるとわかるように、モデル変数のほとんどが世帯属性、ゾーンにより異なった値をとる形となっているため(たとえば、式中の b_i^{kw} , C_i^{kw} , T_i^{kw})、それらを実際のデータより与えるためには、属性カテゴリー数とゾーン数(H.S.モデルでは、さらに住宅タイプ数)の積の数だけのデータが必要となる。 b_i^{kw} や C_i^{kw} については、その値自身が何らかの平均値であるため、この統計量を得るためには、さらに何倍かのデータ量を必要とする。これらの理由により、実際の適用において世帯属性を考慮することは、極めて困難である。

H.S.モデルは、Penn-Jersey Regional Growth Model(1960)の中の住宅配分モデルであるが、実際の計算には使われなかったと言われており、上述の問題点が、大きな障害となったものと考えられる。

Hervert-Stevens モデル³⁾

このモデルは同一世帯タイプに属する各消費者の効用水準は、地区、住宅タイプにかかわらず一定としており、以下の式で定式化している。

$$\sum_{i,k,w} (b_i^{kw} - C_i^{kw}) \cdot T_i^{kw} \rightarrow \text{Max}$$

(目的関数: 総地代最大化)

$$\begin{cases} \sum_i S^k T_i^{kw} \leq A_i & (\text{ゾーン} i \text{ の利用可能面積条件}) \\ \sum_k T_i^{kw} = N^w & (\text{世帯タイプ} w \text{ の統消費者数条件}) \\ T_i^{kw} \geq 0 \end{cases}$$

ここに、 i :ゾーンの添字

w :世帯タイプの添字

k :住宅タイプの添字

b_i^{kw} :ある定められた効用水準に対して現実に消費者が支払っている住宅関係支出総額(通勤費を含む)

C_i^{kw} :その場合の地代以外の費用(通勤費等)

T_i^{kw} :立地者数, N^w :消費者数

S^k :住宅の敷地面積

A_i :住宅立地可能面積

これに対して、Logitモデル、Probitモデル等のいわゆる非集計行動モデルでは、個人（この場合、世帯）行動を各個人に共通な変数（generic項）と個人特有の変数（specific項）に分けて表現できるという仮定を設けることによって、必要データ数を減らして大幅な簡略化を図っている。近年これらのモデルが交通手段選択分析等でその有用性が認められるようになったのも、この点に負うところが大きいものと考えられるが、住宅立地選択分析においても有用性を確かめてみる価値はあるだろう。

しかしながら、住宅立地選択分析では、詳細な立地を見出す段階での利用は、次のような理由により困難である。すなわち、選択肢の数が膨大となるために discreteモデルには適さないこと、また、立地したという事実が、純粹に preferenceの反映とは認め難く、一般に他の立地候補者との競合のために、好まざる場所へ立地している場合が応々にして考えられるが、これをモデルに表現することは容易なことではない。そこで、本研究は個人（世帯）の選好特性を土地利用分析に反映させるために、従来開発されてきた Lowryモデル等の配分モデルの入力としての総住宅需要をさらに世帯の選好特性に基づいて居住タイプ別需要に分解する過程をモデル化すること、また、総住宅需要の算定にあたって、従来は十分に考察されていなかった住み替え行動の記述をモデルに組み込むことによって、従来のモデルによる分析精度を向上させることを目的とするものである。

3. Nested Logit モデル を用いた住宅需要分析モデル

3-1 居住選択行動と住宅需要推計プロセス

都市圏における住宅需要は、圏域内部における新規需要（就職、結婚等による）と住み替え需要、さらに圏域からの転入需要（転勤等により必然的に、住居を移転する）に分けられる。ここでは、これらの需要のうち、新規需要及び転入需要については、マクロ経済計画フレーム/モデルにより得られるものと考え、住み替え需要の推計及び新規・住み替え・転入を合わせた需要について、いかなる居住タイプ**を選択するかを推計を行うモデルの構築を試みる。この手順は、図-1. に示される。

新規需要者は、想定される居住タイプのうちで、最も効用の高い居住タイプを選択する

ものと考えられる。また、住み替え需要者は、既に現居住タイプと、住み替えした場合に選択すると思われるいくつかの移転先居住タイプ候補とを比較のうえ、最も効用の高い居住タイプを選択するものと考えられる。このように住み替え行動においては、そのための情報として移転候補に関する効用を勘案している。ここで、最も効用の高い移転先居住タイプを選択する過程は、新規需要者の居住タイプ選択行動と同一のものと考えられる。以上のことから、ここでは、類似性の問題に対処が可能であり、かつ、段階的な決定プロセスを表現できる Nested Logit モデル を用いて、住み替え行動と新規需要者及び住み替え需要者の居住タイプ選択行動を、一貫したモデルとして作成することにする。したがって、このモデルは、マクロ経済フレームより推定された世帯属性別新規需要および現況住宅立地分布を入力とし、タイプ別住宅需要を出力とするモデルであり、この出力は、詳細な立

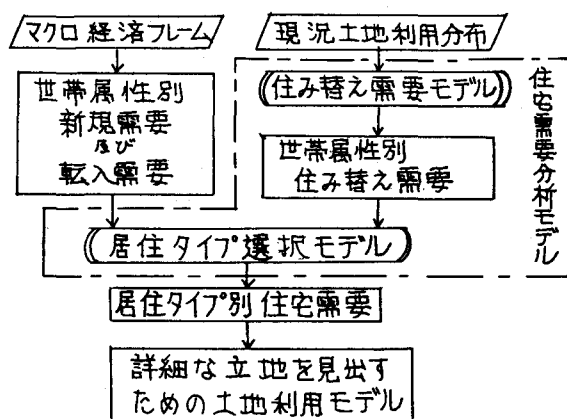


図-1 居住タイプ別需要予測プロセス

** 居住タイプとは、建物形式のみならず、近郊・郊外といった大略の位置をも含んだ意味で用いている。

地を見出すためのモデルの入力として与えられることになる。

3-2 選択肢の設定

モデルは、基本的には非集計 Nested Logitモデル（以下、N.L.モデルと略す）であり、そこでの選択肢は、図-2のように設定される。新規需要者は、現居住タイプを有していないため、レベル1では、必然的に新規居住地を選択し、レベル2において、タイプ①～④のうち最も効用の高い選択肢を選択することになる。住み替え需要者については、現居住タイプと、住み替え候補として想定される居住タイプとを直接比較して、住み替えるか留保するかを決定する。しかし、ここでは、住み替えるか否かの選択と居住タイプ選択とを段階的に行うものと仮定して、モデル化をはかっている。この場合、住み替えという選択肢の効用としては、想定される各居住タイプの効用の最大値の期待値（いわゆるLOGSUM変数の値）を用いることにより、上述の実際の選択行動との整合性を保証している。

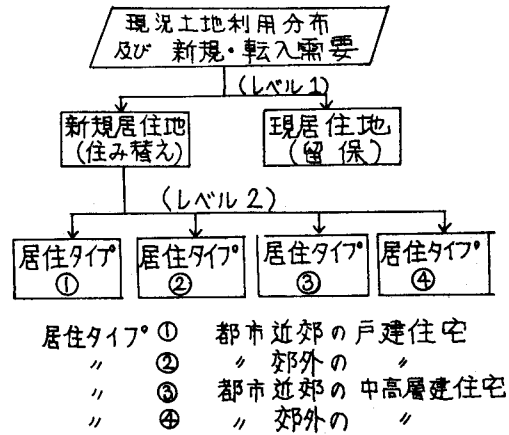


図-2 住宅需要分解モデルの構造

なお、居住タイプ①～④の設定は、明らかに選好の異なる戸建住宅と中高層住宅の区分を基本とし、さらに都市の近郊と郊外によって区分している。これは、同じ戸建住宅、および中高層住宅でも、近郊あるいは郊外という立地場所によって性質が著しく異なっていると考えられるからである。

すなわち、近郊では通勤時間が短縮でき、また文化施設、供給処理施設などが充実しているが、良質な環境条件に欠けているのに対し、郊外においては、その反対の性質を有している。また、本研究においては、所有形態（持家・借家）による選択肢の区分は行なっていないが、これは接続を想定している土地利用モデル CALUTAS²³⁾が、土地をベースとしたモデルであって、住宅ストックベースで扱うモデルでないこと、また持家にしてもローンによって割賦購入する例が多く、借家であることとあまり差異が見られないこと等によるものである。このように居住タイプ選択モデルは、建物形式と立地場所の同時選択モデルの形態をとっており、二段二項選択モデルの場合に問題となる建物形式の決定が先か、立地場所の決定が先かという問題は解消される。

3-3 定式化

本研究におけるN.L.モデルは、次のような形をとる。

まず、世帯 k が、レベル1すなわち住み替えるか、留保するかを選択確率 $P_a^{(k)}$ 、 $P_b^{(k)}$ と、レベル2すなわち住み替えるとした場合にどのような居住タイプを選択するかを選択確率 $P_{ila}^{(k)}$ さらにレベル1および2の全選択中に占める居住タイプ i の選択確率 $P_i^{(k)}$ との関係は、次式のように表わされる。

$$P_i^{(k)} = P_a^{(k)} \cdot P_{ila}^{(k)} \quad \dots\dots(1), \quad P_b^{(k)} = 1 - P_a^{(k)} \quad \dots\dots(2)$$

世帯 k の選択肢 i に対する効用は、

$$U_i^{(k)} = V_i^{(k)} + \varepsilon_i \quad \dots\dots(3)$$

のように、確定項 $V_i^{(k)}$ と確率項 ε_i によって表わされる。レベル2における居住タイプ選択確率 $P_{ila}^{(k)}$ をLogitモデルで表現すれば、次式のようになる。

$$P_{ila}^{(k)} = \frac{\exp(V_i^{(k)})}{\sum_{i=1}^4 \exp(V_i^{(k)})} \quad \dots\dots (4)$$

次に、レベル1における選択確率を定式化する。留保する場合の効用は、 $V_b^{(k)}$ で表わされる。一方、住み替える場合については、最も効用の高い居住タイプを想定するであろうことから、この場合の効用としては、各居住タイプにおける効用の最大値の期待値 Λ_a を用いるべきである。これは次式のように表わされる。

$$\Lambda_a = \frac{1}{\lambda} \ln \sum_{i=1}^4 \exp(\lambda \cdot V_i^{(k)}) \quad \dots\dots (5)$$

ここで入は、レベル2における選択肢に対する効用のバラツキの大きさすなわちワイゲル分布の分散の大きさを示すパラメータである。これを用いれば、世帯kが住み替えを選択する確率 $P_a^{(k)}$ は、次式で表わされる。

$$P_a^{(k)} = \frac{\exp(\Lambda_a^{(k)})}{\exp(\Lambda_a^{(k)}) + \exp(V_b^{(k)})} \quad \dots\dots (6)$$

以上が、非集計N.L.モデルを用いた住み替え行動と、居住タイプ選択行動の一体的表現である。

3-4. 世帯属性変数の考え方

Logit モデルにおいては、式(3)中の確定項 $V_i^{(k)}$ は、居住タイプiの特性に帰因する効用を表わす変数(群) R_i と、世帯kの属性の差異に帰因する効用の違いを表わす変数(群) $S_i^{(k)}$ とに分けて表現しようという仮定をおくことにより、変数を簡略化している。

本モデルでは、世帯属性による選択行動への影響を可能な限り明示的に表現できるように、 $S_i^{(k)}$ の設定において以下に示すように、従来とは異なる方法を用いている。

一般に、Binary Logit モデルにおいては、選択肢の特性に関する変数の他に、選択主体の属性の違いによる選択肢の選好の差異を補正する変数も用いられている。しかし、Multinomial Logit モデルにおいては、前者は用いられているが、後者は選択肢固有ダミー変数として処理されていることが多い。本モデルでは従来、選択肢(i)の固有ダミー変数として表わされてしまっている部分を、選択主体の属性に応じて各選択肢の選好が異なることを明示的に表現しようように、同じ選択肢に対しても選択主体の属性(k)ごとに別々のダミー変数を設定している。これを式で書くと、次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} S_i^{(k)} &= 0 & (\bar{i}=1) \\ S_i^{(k)} &= \sum_{j_1} \alpha_{ij_1} \cdot A_{j_1}^{(k)} + \sum_{j_2} \beta_{ij_2} \cdot B_{j_2}^{(k)} + \dots\dots & (\bar{i} \neq 1) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (7)$$

ここで、 α_{ij_1} , β_{ij_2} , は、それぞれ世帯の属性変数のカテゴリー値、 $A_{j_1}^{(k)}$, $B_{j_2}^{(k)}$, は、世帯kが各属性変数において属するカテゴリーを示す。

このように選択主体の属性による選択肢に対する選好の差異を重視するのは、住宅選択においては、選択主体の属性による選択行動への影響が、交通手段選択などにおけるよりも大きいことが、調査結果の集計等からも言えるからである^{4), 5)}。したがって、このことにより各選択主体の属性による効用関数の補正が行われ、モデルの精度を向上させることが可能となるものと考えられる。

4. 名古屋市都市圏におけるモデルの推定

4-1. 居住タイプ選択モデル(レベル2)

この分析に用いたデータは、昭和53年に建設省が実施した住宅需要実態調査の愛知県におけるサンプルのうち、名古屋市通勤者で、かつ過去5年間に住み替えた世帯160サンプルである。

(1) 居住タイプの特性に帰因する効用

居住タイプの特性に帰因する効用は、表-1のように推定されている。これより、以下のことが読み取れる。

①公園、緑地、文化施設の面積比率が大きい。すなわち、環境の良好な市区町村ほど効用が大きく見積られている。

②通勤時間による効用は、30分から45分が最も大きく、以下30分以内、45分以上の順であって、名古屋都市圏においては適度な通勤時間として、30～45分の場所を指向していることを示すものである。これらの数値は、都市圏により相対的に異なるものであろう。

表-1 係数の推定結果

変数	係数
公園・緑地、文化施設の面積比率	0.05
通勤時間	
30分以内	10.52
30分～45分	-0.01
45分～	0.21
	-0.27

(2) 世帯の属性に帰因する効用

図-3は、各世帯属性(所得、移動前居住地など)の各カテゴリー(所得については、300万円以上または300万円未満など)に属する世帯の、それぞれの居住タイプに対する効用値を示すものである。ただし、各カテゴリーとも中高層郊外の効用値を0と置いているため、カテゴリー間の比較は意味がない。所得、移動前居住地、世帯主年齢、職業、世帯人員に帰因する各住宅タイプの効用の違いを図-3により、考察する。

③所得に帰因する効用は、いずれの所得階層も戸建郊外で著しく大きい値を示すが、これは、郊外の戸建住宅が立地する場所の地価の低さによるものであろう。また、中高層に対する戸建の選好の度合は、高所得層の方が著しい。

④移動前居住地に帰因する効用の値を見ると、近郊居住者は近郊へ、郊外居住者は郊外へ移動する傾向が表われている。

⑤世帯主年齢に帰因する効用の値を見ると、30代以下では選好の相違はあまり見られないが、40代以上では、郊外を選好する傾向を示している。

これは、年齢の増加とともに環境が良好で、持家取得のため地価の低い郊外を選好するためと解釈される。

⑥職業に帰因する効用の値を見ると、自営業は戸建近郊を、会社員は戸建郊外を選好する傾向を示している。これは、自営業は従業地と居住地とが同一の例が多く、会社員は地価の低い戸建郊外へ移動する傾向があることによるものであると考えられる。

⑦世帯人員に帰因する効用の値を見ると、世帯人員3人以下の世帯では、戸建より中高層を選好し、世帯人員4人以上の世帯ではその逆の傾向を示しており、世帯人員により求める住宅の広さが異なることが表わされている。

なお、このモデルによる現実再現性を見ると、適中率は全体として68.7%であった。また、尤度比は0.27であった。

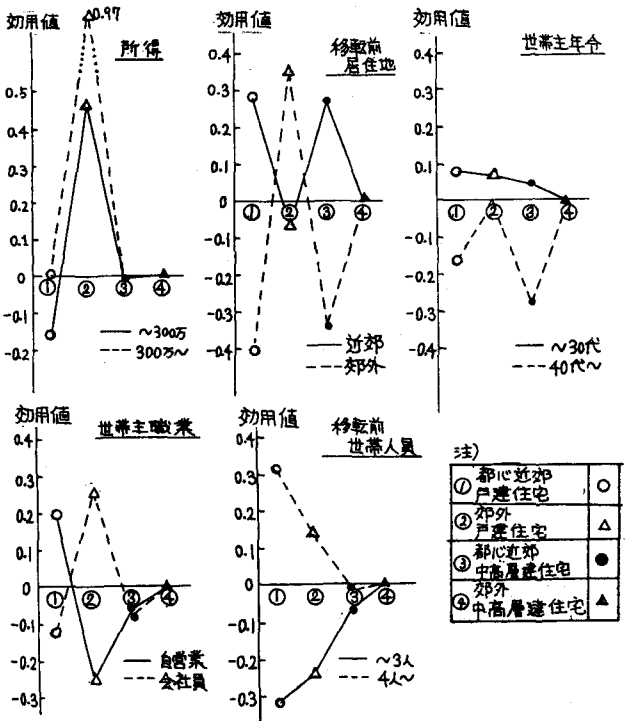


図-3 世帯属性に帰因する効用の居住タイプ間変動

4-2. 住み替え需要モデル(レベル1)

分析に用いたサンプルは、レベル2で用いた住み替え世帯に、住み替えしていない世帯188サンプルを加えたものである。

住み替えするという選択肢の効用値は、レベル2の居住タイプ選択モデルの結果を用いて、各居住タイプへ住み替えした場合の効用値をLOGSUM変数としてまとめた合成変数を用いている。

一方、留保するという選択肢の効用値は、前居住地、世帯主年齢、居住室数、所有形態、所得、家族人員という世帯属性に関する変数と、商業業務地比率という住み替え行動に影響を及ぼす選択肢の特性に関する変数との和によって表わされる。

以下に、係数値の推定結果についての考察を行う。(図-4参照)

①前居住地が郊外の方、住み替えしやすくなっている。この分析は、名古屋への通勤者のみを対象としているので、郊外の世帯は通勤時間が長い。よって、この要因の係数値の傾向は、通勤時間が長いために住み替えることを表わしている。

②世帯主年齢は、40才代未満の若い世帯が住み替えしやすいことを示している。これは、40才代未満では借家が多く、家族人員の変動期であるという理由の他に、土地に対する執着がないと等の住み替えを好む要因を有していることを示すものである。

③居住室数は、3室以下の狭い住宅に居住する世帯の方が、住み替えしやすい。

④所有形態は、持家の場合と借家の場合とでは、借家の方が、はるかに住み替えしやすいという一般にも認められている傾向が得られている。

⑤所得は、資金力のある300万円以上の世帯の方が、300万円未満の世帯よりも若干ではあるが移転しやすいことを示している。

⑥移転候補市区町村と現居住市区町村の商業業務地面積比率の差が大きいほど、住み替えしやすいことを示している。これは、現居住市区町村が比較的便利なところでは留保しやすく、そうではない場合は、より便利なところへ住み替えようとすることを示すものであると考えられる。

このモデルによる、住み替えしたか、しないかの現況再現性を適中率で見ると78.2%であった。また、尤度比は0.29であった。

留保 ← 0 0.5 → 住替

前居住地	近郊 郊外	
世帯主年齢	40才未満 40才以上	
居住室数	3室以下 4室以上	
所有形態	持家 借家	
所得	300万円未満 300万円以上	
家族人員	3人以下 4人以上	
留保ダミー		
商業業務地面積比率 の差の係数 [(住替候補地の値) - (現居住地の値)]		0.016
住み替え先 合成変数 の係数		0.009

図-4 NLモデルによる
住替需要モデルの推定結果

5. 居住選択行動分析におけるLogitモデルと判別関数モデルの適用性比較

5-1. 名古屋都市圏における推定結果に基づいた比較

本研究においては、Logitモデルの改良型であるN.L.モデルを用いて、居住選択行動のモデル化を行なっているが、同様な分析は、判別分析を用いても可能であるとも考えられる。そこで、住み替え行動について判別関数を用いたモデルを作成し、両方法の比較を行なうこととする。なお、判別関数による方法を用いた分析については、既発表⁷⁾であるので詳しくはそれを参照されたい。

この判別関数モデルは、居住状況及び世帯属性に基づいて、世帯が住み替え行動を起こすグループと見なされるか、留保するグループと見なされるかを判別するモデルである。サンプルとしては、N.L.モデル(レベル1)で用いたサンプル348個に、名古屋市以外の愛知県全域でのデータを加えた約10倍の3482個を用いている。

このモデルの説明変数は、N.L.モデル(レベル1)のものに対応しているが、各変数のカテゴリーをかなり細分化してお

り、その推定結果は表-2に示される。いずれの変数においても平均的なスコアの傾向は、Logitモデルのそれと同じである。

各要因のカテゴリ間のスコアの差が大きい要因（レンジの大きい要因）は、両モデルともに世帯主年令、居住室数、所有形態となり一致している。また、現況再現性について適中率で比較すると、Logitモデルは78.2%、判別関数モデルは78.5%となり、ほとんど同じといえる。

しかし、ここでの判別関数モデルは、各要因を多くのカテゴリに分け、きめ細かく分析を行っているのに対して、今回作成したLogitモデルは、カテゴリをすべて2分割としてある。

以上の名古屋都市圏における推定結果から、Logitモデルの方が、同程度の現況再現性を得るためにサンプル数及びモデル変数のカテゴリ分類が少なく済み、かなりの程度の簡略化が図られるものといえるであろう。

推定結果の比較からは、現況再現性という観点から議論を行なった。しかしながら、モデルの信頼性という意味では、現況再現性の他に時間的、空間的移転可能性、すなわち、モデル化しようとする対象システムに変化が生じた場合にもあてはまるかどうかという検討もなされなければならない。これについては、次節で述べる。

5-2. 理論的考察

(1) 多段階選択における各段階相互の適合性

本研究で対象とする住み替え行動と居住タイプ選択行動の関係のように、本来一貫した行動を段階的に表現しようとする場合、NLモデルは、LOGSUM変数の利用により、段階相互の適合性を保つために極めて有用である。しかしながら、判別関数モデルを用いた場合には、この適合性を保つことは、一般に困難である。

(2) 多選択肢の場合への適用性

Logitモデルの場合も、判別関数モデルの場合も、多選択肢の場合には二項選択の場合に比べて、困難な問題が生じてくる。Logitモデルの場合には、主として選択肢間の独立性に帰因するものであり、これに対してNLモデルを用いるなどの解決法が考えられている。一方、判別関数モデルの場合には、サンプルの分布によっては、たとえば、第1群と第2群を判別するのに適した軸が、第2群と第3群の判別には極めて不都合となりがちであるため、精度の高い多群判別関数を決定することは困難となることが多い。ただし、本研究の住み替え需要の推定では、二項選択であるため、この問題は、さほど重要ではない。

(3) 選択肢の追加に対する適応性

まず、Logitモデルでは、新しい選択肢、すなわち既にモデル内に設定されている選択肢とは別の範ちゅうに属する選択肢が追加された場合に、その選択肢による影響を考慮して、現象の変化を把握することができる。（ただし、新しい選択肢に関する説明変数の値が、モデル推定時の説明変数の有効変域外に出る場合はこの限りでない。）たとえば、新しい住宅団地が建設された場合、その住宅選択行動への影響を建設前のサンプルに基づいて推定されたモデルを用いて、ある程度の精度で予測しうることが期待できる。しかし、判別分析においては、係数推定がサンプルの分布に依存しているため、新しい選択肢が設定される場合、その選択肢を含めた場合における説明変数の値の分布がわからないと、それに適用可能なモデルが得られない。なお、本分析においては、選択肢として、戸建・中高層および近郊・郊外という大分類を用いているので、将来予測に際して、まったく新し

表2 数量化Ⅱ類による住替需要モデル

要因	カテゴリ	サンプル数	スコア	レンジ	
① 通勤時間	自宅・住込み 15分～40分 40分～	703 807 1925 48	-0.042 -0.023 0.018 0.239	0.331	
② 世帯主年令	～25才 25才～29才 30才～39才 40才～49才 50才～59才 60才～	22 146 1036 1020 691 569	1.321 0.832 -0.205 -0.184 -0.111 -0.175	1.505	
③ 居住室数	1室 2室 3室 4室 5室～	68 457 639 632 1686	1.018 0.524 0.199 -0.011 -0.257	1.275	
④ 所有形態	持家 借家・同居	2200 1282	-0.543 0.932	1.475	
⑤ 所得	～100万円 100～200万円 200～250万円 250～300万円 300～400万円 400～500万円 500～700万円 700万円～	92 498 604 604 840 464 308 172	0.005 -0.188 -0.350 -0.189 0.079 0.279 0.369 0.434	0.784	
⑥ 家族員	1人 2～4人 5～7人 8人～	97 2191 1153 41	-0.159 -0.093 0.069 0.200	0.359	
⑦ 商業業務 地価騰 比率	～2% 2～10% 10～20% 20%～	1455 789 590 148	0.044 0.020 -0.124 -0.194	0.238	

い選択肢を設定する必要はあまり生じないが、A住宅地とB住宅地というような具体的な選択問題へ適用する場合には、この種の問題が生じる。

(4) 選択肢特性の値の分布の変化に対する適応性

判別関数モデルにおける総合特性値が、

$$L = \sum_i a_i x_i \quad \dots\dots (8)$$

で表わされるものとする。ここに、 x_i は各項目の説明変数（世帯属性および選択肢特性を表わす変数）であり、 a_i はその係数パラメータである。二群判別の場合、 $\{a_i\}$ は次式で表わされることが知られている。

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_i \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x_1 x_1} & \dots & S_{x_1 x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{x_i x_1} & \dots & S_{x_i x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{x_n x_1} & \dots & S_{x_n x_n} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} m_{x_1} \\ \vdots \\ m_{x_i} \\ \vdots \\ m_{x_n} \end{pmatrix} \quad \dots\dots (9)$$

ここに、 $S_{x_i x_i}$ ：変数 x_i の分散

$S_{x_i x_j}$ ：変数 x_i, x_j の共分散

m_{x_i} ：変数 x_i で割った群間距離

いま、ある選択肢の特性に変化が生じるとすれば、一般に $S_{x_i x_i}, S_{x_i x_j}, m_{x_i}$ ($i, j=1, \dots, n$)は変化する。これらの要素の値が変化しても右辺の行列の積が変化しない場合は、極めて特殊な場合である。したがって、選択肢特性に変化が生じれば、一般に係数パラメータは変化するはずであり、変化前のデータに基づいて推定された係数パラメータを用いて変化後の選択行動を予測すれば、明らかに誤差が生じる。

一方、Logitモデルは、個人の効用に確率誤差を仮定して、最尤推定されるもので、サンプルの分布に基づいて推定される判別関数モデルとは根本的に異なるため、ここに述べた問題は生じないと言える。

6. 結論

6-1. 本研究で得られた成果

- (1) N.L.モデルを用いて、住み替えおよび居住タイプ選択のプロセスを統一的に表現した。
- (2) 住み替えプロセスにおける代替的モデルとして判別関数モデルをも作成し、非集計Logitモデルと判別関数モデルの適用性の比較を行ない、その差異を実際の推定結果および理論の両面から示した。
- (3) 住宅立地分析において世帯の立地行動の差異を表現するために、非集計行動モデルが、ある程度の適応性を有することを、他の種類のモデルとの概念的な差異および実際の推定結果の両面より示した。
- (4) 従来の配分モデルとしての土地利用モデルには、世帯属性による住宅選好の違いがあまり考慮されていなかったが、本研究では、これを考慮するために、従来の土地利用モデルへの入力データを与える段階で、世帯属性別居住タイプ別の住宅需要を、かなりの精度で求められるモデルが得られた。

6-2. 残された課題および今後の展望

- (1) 立地配分の段階まで適用するには、どのようなモデルが可能であろうか。このような問題に関して、S. R. Lerman (1979)⁶⁾, S. R. Lerman, et al. (1980)⁷⁾, A. Anas (1981)⁸⁾らによってモデルの作成が試みられている。しかし、これらは、配分対象ゾーン数が6個から10個程度の特殊な場合についてのものであり、大都市圏全体における配分に対しては、そのまま適用することはできない。さらに、より局地的な配分では、配分対象ゾーンが小さくなり、容量制約下での立地主体間（異なる土地利用間）での競合を考えねばならず、一個人（一主体）に関する選好を十分に表現することは困難である。段階的配分を考え、N.L.モデルの適用等を検討する必

要があろう。

(2) N.L.モデルの第2段のモデル。すなわち居住タイプ選択モデルにおいては選択肢の特性として、ゾーン平均値を用いているが、これについても、ゾーン内部の各地区特性をLOGSUM変数によって代表することにより、モデルの精度を向上させることが可能であらう。

(3) 住宅選択行動は、従業先の決定や交通選択行動と密接に関係しており、それらは、ある個人あるいは世帯全体の行動の中で、本来、有機的な関係をもったプロセスとして位置づけられているはずである。したがって、モデル構造の設定あるいはモデル変数等の選択においては、あらかじめ、個人(世帯)の意志決定の全体プロセスを明らかにした上で、これと整合性を保ちつつ行なわなければならない。

(4) 立地モデルを非集計行動モデルによって構築しようとする場合には、従来より交通選択行動の適用に際してとりあげられている問題、すなわち選択肢に対する Captivity や選択肢固有の容量あるいは、選択肢間のIEA特性等の問題の他に、主体属性が、交通選択行動に比してより強く作用するという問題がある。これらのうち、従来の研究では、Captivity と Capacity の問題が混同されていることもあるが、それぞれに対する対処の仕方は、全く異なるものであることから、明確に区別されなければならない。また、属性が支配的なことに対しては、本研究でも、同一の選択主体の属性に対して各選択肢ごとに別々のダミー変数を設定することによって、部分的には対処し得たが、さらに説明変数の係数(スコア)が、主体によって変化しうることを考慮することが必要となる場合もありうる。ただし、これは一般に複雑な方法になり、また、このことによってデータ数が少なくて済むという非集計行動モデルの長所が損われる恐れもある。

(5) 住み替え需要モデルにおいては、ローンの金利の変動等による需要の増減および住宅ストックの供給量の変動は、データ等の制約から考慮していないが、一般にモデル推定のためにこれらのデータを得ること、および、予測においてこれらのデータの将来値を与えることは極めて困難である。

謝辞

本研究においては、特に分析全体への非集計モデルの適用の枠組について東京大学中村英夫教授より得た貴重な示唆が生かされている。ここに記して深謝の意を表する。また、Logitモデルの適用については、名古屋大学土木計画学研究室広島慶祐助手との討論が有益であったこと、さらに住み替え及び立地に関するデータを愛知県建築部から提供していただいたことを記し、ここに謝意を表する次第である。

参考文献

- 1). 林 良嗣, 宮本和明: 既存土地利用モデルの概観, 都市計画, vol 104, 1980
- 2). 中村英夫, 林 良嗣, 宮本和明: 広域都市圏土地利用——交通分析システム, 土木学会論文報告集(投稿中)
- 3). Hervert, D.J. and H.B. Stevens, A Model for the Distribution of Residential Activity in Urban Areas, Journal of Regional Science, Vol. 2, No. 2, 1960
- 4). 愛知県建築部: 愛知県における住まいの意識について(昭和53年住宅需要実態調査結果より), 1979
- 5). 林 良嗣, 磯部友彦, 富田安夫: 大都市圏におけるタイプ別住宅需要推計モデル, 日本都市計画学会学術発表会論文集, 1982
- 6). Lerman, S.R. et al.: Tradeoffs in residential location decisions, Transport Policy and Decision Making, 1980
- 7). Lerman, S.R.: Neighborhood Choice and Transportation Services in the Economics of Neighborhood, Academic Press, 1979
- 8). Anas, A.: The estimation of multinomial logit models of joint location and travel mode choice from aggregate data, Journal of Regional Science, vol 21, No. 2, 1981