IV-188 MOGIT MODELによる住宅立地行動の一考察

岐阜大学工学部 正会員 加藤 晃
岐阜大学工学部 正会員 森杉 壽芳
岐阜大学工学部 学生会員 ○阿佐 真一

1．はじめに　従来，都市内における住宅立地の分布を見出すための立地モデルが数多く開発されてきたが，その代表としてローリー型モデルがある[1]。ローリー型モデルの発展，改良は進んできているが，まだ不十分であり，特に日本の大都市地域のような複雑な土地利用に対して適用するためには，さらにきめ細かな土地資質の考慮が必要である。また，明示的に経済理論を導入しているとはいえない。本研究は，都市において経済活動を営む経済主体の行動に関するミクロ理論を前提として，個々の世帯の住宅立地行動の数学的モデル化のために，交通行動モデルで開発された非集計選択モデルを適用し，「つけ値」という概念を導入して，住宅立地を予測するモデルとしてMOGIT MODEL[2]を提案し，適用性について検討している。

2．立地余剰について

1）効用最大化立地行動のモデル化　個人が住宅立地するときには，まず住宅の特性をX，他財一般をYとして，その効用$u(X,Y)$を最大にするようなXとYとの組合せで，住宅立地を決定する。この際，住宅価格を$P(X)$，他財一般の財の価格を1としたときの彼の所得制約を満足せねばならない。所得をIとし，定式化すると，

$$\max_{X,Y} u(X,Y) \quad \text{s.t.} \quad P(X)+Y=I \qquad \text{——(1)}$$

(1)式の最適化条件は，次式となる。

$$\partial P/\partial X=(\partial u/\partial X)/(\partial u/\partial Y) \quad P(X)+Y=I \qquad \text{——(2)}$$

(2)式を満足する函数$P(X)$と$u(X,Y)$が与えられたとき，XとYについて解いたもののうち，X^*が求める最適住宅である。このときの最大効用レベルを$\bar{u}$とする。

2）つけ値の誘導と立地余剰の定義　つけ値とは，一定の住宅Xに対して他財の価格を固定し，一定の効用レベル$\bar{u}$のもとで最大限支払うに個人が値すると考えている額をいう。1）で達成された一定の効用レベル$\bar{u}$を満足するように，最小支出額となるXとYとを求める。すなわち次式のように定式化できる。

$$\min_{X,Y} P(X)+Y \quad \text{s.t.} \quad u(X,Y)\geq \bar{u} \qquad \text{——(3)}$$

(3)式の最適化条件は，次式となる。

$$\partial P/\partial X=(\partial u/\partial X)/(\partial u/\partial Y) \quad u(X,Y)=\bar{u} \qquad \text{——(4)}$$

今，(4)式を満足するX^*の値を一定の値X°に保つとする。このとき，(4)式を満足するPの値をϱとすると，

$$\varrho=\varrho(X^\circ,\bar{u}) \qquad \text{——(5)}$$

となる。このϱの値こそ，つけ値に他ならない。このようにつけ値とは，X°を与えたとき(4)式を満足するϱ，$P(X^\circ)$，すなわち(5)式によって定義される。したがって立地余剰$S(X^\circ)$とは，つけ値$\varrho(X^\circ)$から実際の価格$P(X^\circ)$を差し引いた値となり，次式で定義される。

$$S(X^\circ)=\varrho(X^\circ)-P(X^\circ) \qquad \text{——(6)}$$

3）立地余剰最大化行動と効用最大化行動の一致性

(6)式を最大にする立地行動は，次式で定義される。

$$\max S(X)=\varrho(X)-P(X) \quad \text{s.t.} \quad S(X)\geq 0 \qquad \text{——(7)}$$

(7)式の最適化条件は，次式となる。

$$\partial S/\partial X=\partial\varrho/\partial X-\partial P/\partial X=0 \quad \therefore \partial\varrho/\partial X=\partial P/\partial X$$

ところが，ϱはつけ値であり，(4)式を満足するから，

$$\partial\varrho/\partial X=\partial P/\partial X=(\partial u/\partial X)/(\partial u/\partial Y) \qquad \text{——(8)}$$

となり，(8)式は，また効用最大化行動の最適条件(2)式をも満足している。したがって，効用レベルを$\bar{u}$としたときには，立地余剰最大化行動と所得制約下での効用最大化行動とは一致することが証明された。

3．非集計MOGIT MODELの定式化　本研究で提案する非集計MOGIT MODELは，付け値および立地余剰の概念を導入することによって，非集計LOGIT MODELの修正をしたモデルである。すなわち，多くの立地点および住環境からなる代替案の中から，個々の世帯が立地余剰(=つけ値−住宅価格)が最大になるような代替案を選択し，かつそのつけ値が選択された代替案の市場価格よりも大きいときに現実の住宅立地として顕在化してくるであろうという仮定をおくのである。

今，特定な個人iが代替案集合Jの中から代替案jを選択したときのつけ値をu_{ij}とし，代替案jの市場価格をW_jとしたとき，代替案jを選択する確率P_{ij}は，

$$P_{ij}=Prob[U_{ij}-W_j\ge U_{ik}-W_k,\ U_{ij}\ge W_j]\quad (k=1,2,\cdots,j,\cdots,J) \qquad (9)$$

となる。このとき立地余剰$v_{ij}=U_{ij}-W_j$をランダム要因項ε_{ij}を用いて(9)式に代入すると、

$$P_{ij}=Prob[v_{ij}+\varepsilon_{ij}\ge v_{ik}+\varepsilon_{ik},\ v_{ij}+\varepsilon_{ij}\ge 0]$$
$$=Prob[\varepsilon_{ij}-\varepsilon_{ik}\ge v_{ik}-v_{ij},\ \varepsilon_{ij}\ge -v_{ij}]\quad (k=1,2,\cdots,j,\cdots,J) \qquad (10)$$

次に、余剰関数に付加されるランダム変数ε_{ij}がワイブル分布をすると仮定し、二者選択を行なう場合のMOGIT MODEL式を導出すると、

$$P_{1i}=Prob[v_{1i}\ge v_{2i},\ v_{1i}\ge 0]$$
$$=1/(1+e^{v_{2i}-v_{1i}})\cdot[1-\exp[-e^{v_{1i}}(1+e^{v_{2i}-v_{1i}})]] \qquad (11)$$
$$P_{2i}=Prob[v_{2i}\ge v_{1i},\ v_{2i}\ge 0]$$
$$=1/(1+e^{v_{1i}-v_{2i}})\cdot[1-\exp[-e^{v_{2i}}(1+e^{v_{1i}-v_{2i}})]] \qquad (12)$$

となり、(11),(12)はそれぞれ代替案1,2の顕在化される選択確率であり、一方顕在化されない選択確率は、

$$P_0=1-(P_{1i}+P_{2i})=Prob[v_{1i}<0,\ v_{2i}<0]$$
$$=\exp[-(e^{v_{1i}}+e^{v_{2i}})] \qquad (13)$$

であり、(11)~(13)式は、図1で示される領域の確率である。これを複数選択の場合に拡張すれば、選択確率P_{ij}を表わすモデルは、次式のように表わせる。

$$P_j=e^{v_{ij}}/(\sum_{k=1}^{J}e^{v_{ik}})\cdot[1-\exp[-\sum_{k=1}^{J}e^{v_{ik}}]]\quad (j=1,2,\cdots,J) \qquad (14)$$

4．非集計MOGIT MODELの適用性

非集計MOGIT MODELを適用して、一対比較質問のアンケートで得られたデータをもとにして実証分析を行なう。使用したデータは、昭和55年12月に実施した「生活環境と住宅に関するアンケート調査」によるものであり、特定の調査地域は考えなかった。サンプルサイズは、1人に対して48個の質問があり、31人の回答があったので48個×31人＝1488個である。MOGIT MODELを実際の住宅立地にあてはめるには、余剰関数の構造とその値を推定しなければならない。そこで、余剰関数を評価要因別の荷重和として表現する。一対比較質問のため、二者択一の代替案となり、世帯iの住宅代替案に対しての余剰は、次式で表わせる。

$$v_{1i}=\sum\beta_k x_{1k}-W_1 \qquad (15)$$
$$v_{2i}=\sum\beta_k x_{2k}+\alpha+\sum\gamma_k S_{ik}-W_2 \qquad (16)$$

推定方法としては、(15)~(16)式を(11)~(13)式に代入して、最尤推定法で解析すればよいが、本研究の比較質問によって得た実績値は、立地をしない場合でも代替案を選択させたものであるから、(11)~(13)式によりそのまま推定することはできない。よってデータを利用して推定することができる次式の確率により解析を行う。

$$P_{1i}=Prob[v_{1i}>v_{2i},\ v_{1i}\ge 0]=1/(1+e^{v_{2i}-v_{1i}})-P_{3i} \qquad (17)$$
$$P_{2i}=Prob[v_{2i}\ge v_{1i},\ v_{1i}\ge 0]=1-(P_{1i}+P_{3i}+P_{4i}) \qquad (18)$$
$$P_{3i}=Prob[v_{1i}>v_{2i},\ v_{1i}<0]$$
$$=1/(1+e^{v_{2i}-v_{1i}})\cdot\exp[-e^{v_{1i}}(1+e^{v_{2i}-v_{1i}})] \qquad (19)$$
$$P_{4i}=Prob[v_{2i}\ge v_{1i},\ v_{1i}<0]=\exp[-e^{v_{1i}}]-P_{3i} \qquad (20)$$

(17)~(20)式は、図2で示される領域の確率である。(17)~(20)式を推定するには、次式で示す尤度関数によって、立地余剰関数(15)~(16)式のパラメータ$\alpha,\beta_k,\gamma_k\ (k=1,\cdots,k)$を最尤推定により求めて行う。尤度関数は、

$$L^*=\sum_{i=1}^{m}\left\{y_i^{(1)}\log\frac{P_{1i}}{P_{1i}+P_{2i}}+(1-y_i^{(1)})\log\frac{P_{2i}}{P_{1i}+P_{2i}}\right\}$$
$$+\sum_{i=1}^{m}\left\{y_i^{(2)}\log\frac{P_{3i}}{P_{3i}+P_{4i}}+(1-y_i^{(2)})\log\frac{P_{3i}}{P_{3i}+P_{4i}}\right\} \qquad (21)$$

ただし、$y_i^{(1)}=\begin{cases}1: v_1>v_2,\ v_1\ge 0\\ 0: v_2\ge v_1,\ v_1\ \ 0\end{cases}$　$y_i^{(2)}=\begin{cases}1: v_1>v_2,\ v_1<0\\ 0: v_2\ge v_1,\ v_1<0\end{cases}$

であり、その結果を(11)~(13)式に代入すれば、任意の1組の住宅に対して1および2を選好する確率P_1, P_2および顕在化しない確率P_0を求めることができる。推定結果(→表1)より、相関係数および的中率はLOGITと比較してMOGITの方がわずかに良く、説明力は落ちないことがわかった。またMOGIT MODELでは、選択はするが立地しないという潜在立地者を説明できる点で優位性があることがわかった。

図1　代替案2種の場合の選択確率

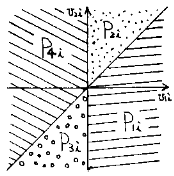

図2　推定可能な選択確率

今後の問題として、相関の高い世帯属性パラメータ(x_8~x_{13})の取り扱いに取り組む必要がある。

	LOGIT	MOGIT
x_1	-1	-1
x_2	10.972	11.831
x_3	-14.861	-15.152
x_4	57.209	57.550
x_5	-11.098	-10.968
x_6	100.942	103.486
x_7	60.947	59.017
x_8	-5.347	13.485
x_9	-0.699	-1.398
x_{10}	-0.014	-0.024
x_{11}	3.054	8.172
x_{12}	-0.731	14.413
x_{13}	3.143	8.227
定数項	2.423	1.663
R	0.497	0.501
COR	0.870	0.894
的中率	74.46%	75.0%

x_1：住宅の価格差
x_2：住宅の広さ
x_3：通勤の便
x_4：日あたり
x_5：買い物の便
x_6：公害(騒音と大気汚染)
x_7：公共サービス
x_8：性別ダミー
x_9：年令
x_{10}：年間の家計収入
x_{11}：家族の人数
x_{12}：居住状況ダミー
x_{13}：住宅の購入意志ダミー
R：実績値Pと推定値$\hat{P}$との相関係数
COR：選択比率Pと集計した推定値$\hat{P}$との相関係数

表1　LOGITとMOGITとによる推定結果

参考文献 1) 林 良嗣「既存土地利用モデルの概観」都市計画 104号
2) 冠者 信男「MOGITによる利用者便益の推定」土木学会第35回講演集