

属性の変化を考慮した世帯の居住形態選択の分析*

An Empirical Analysis of Housing Tenure Choice by Competing Risks*

李昂**・西井和夫***・佐々木邦明****・羅佳*****

By Ang LI**・Kazuo NISHII***・Kuniaki SASAKI****・Jia LUO*****

1. はじめに

近年、都市環境、とりわけ都市域の住環境の諸問題は、少子高齢化やライフスタイルの多様化といった人口動態的社会的要因の変化のもとでより複雑化してきている。これらの問題解決のために、都市交通戦略や環境改善策の効果計測ならびに施策評価を定量的にできる都市システムモデルによる検討手法の開発などが必要である。

1970年代以降世界の多くの研究者は、多種多様な都市モデルの開発を通じて、都市システムの変化過程を分析している。その中で、Wegener(1994)によるレビュー研究¹⁾では、彼が取上げた30余りの都市モデルに関する類型化やモデル構造の詳細な考察を行っているが、開発された都市システムの多くは、世帯行動や住宅施設の他に、ネットワーク、土地利用、事業所施設、従業者等、8つのサブシステムから構成されていること、その中で世帯の居住行動は都市モデルの主要なサブシステムの一つと位置づけられていると述べている。

また、本論で扱う住宅立地における居住形態(housing tenure)に関する選択行動については、やはり数多くの研究者が多様な接近法からのモデル開発を試みている。具体的には、多項ロジットモデル(Boehm, 1981)、tax arbitrage theory(Englund, 1982)、多項プロビットモデル(Ioannides, 1996)、Bayesian simultaneous equation(Li, 1998)、遺伝的アルゴリズム(Ozyildirim, 2005)等が挙げられる。

そこで本研究では、これまで筆者の知るところではあまり適用例が見当たらない『競合危険モデル』による居住形態選択行動の分析を行ってみたい。

本論文では、まず、競合危険モデルによる属性の変化を考慮した世帯の居住形態選択行動モデルを定式化し、その前提条件と確率分布の仮定等を明らかにする。次に、2007年京都市域で実施の住宅立地行動調査で得られたデータを用いた居住形態ならびに世帯の居住特性に関する実態把握結果に基づき、先に定式化された居住形態選択行動モデルのパラメータを推定する。そして、これらより得られた知見を整理するとともに、今後の居住行動モデルの方向性及び開発のあり方に言及する。

2. 居住形態選択モデルの定式化

(1) 競合危険モデルの基本的考え方

本節では、競合危険モデルによる属性の変化を考慮した世帯の居住形態選択行動モデルの定式化を試みる。

生存時間解析手法の一つとする競合危険モデル³⁾は、対象とする事象が生起する原因が複数考えられる場合がある。観測によって何れの原因によって個々の事象が生起したかを特定することが可能である場合には、何れの原因によって事象が生起するかを区別して分析を行うことが可能である。この分析の前提条件として、各原因による事象の生起が排反事象であると仮定する必要がある。

生存時間解析手法では、世帯の居住形態選択行動間隔(その時点まで居住していた住居での居住年数)を表わす確率をTで表わすと、時点tまで居住形態選択が発生していないという条件下で時点tの瞬間に居住形態選択が発生するという条件付き確率密度を表わす、ハザード関数h(t)は、式(1)で表わされる。

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t+\Delta t > T \geq t | T \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (1)$$

ここで、f(t)は確率密度関数を表わし、S(t)は生存関数を表している。

今回は、世帯の居住形態選択行動として、戸建持家の購入、分譲マンションの購入、住宅の賃貸の3種類を考え、それらの各々が転居する確率が同時に存在するものとする。そして、それら3種類の居住形態選択がお互いに独立であると仮定することにより、ハザード関数h(t)は式(2)で表される。

*キーワード：土地利用・交通統合モデル、居住形態選択

**学生員、工修、山梨大学 大学院医学工学総合教育部
(山梨県甲府市武田4-3-11、TEL055-220-8670)

***正員、工博、流通科学大学 情報学部
(神戸市西区学園西町3-1、TEL078-769-4852)

****正員、工博、山梨大学 大学院医学工学総合研究部
(山梨県甲府市武田4-3-11、TEL055-220-8671)

*****非会員、工修、山梨大学 大学院医学工学総合教育部
(山梨県甲府市武田4-3-11、TEL055-220-8343)

$$h(t) = \sum_i [h_{hi}(t) + h_{ci}(t) + h_{ri}(t)] \quad (2)$$

ここで、 $h_{hi}(t)$ 、 $h_{ci}(t)$ 、 $h_{ri}(t)$ はそれぞれ、世帯iの戸建て持ち家、分譲マンション、借家/賃貸住宅の3種類による居住形態選択のハザード関数である。

パラメータの推定には、部分尤度法を用いる。部分尤度PLは式(3)のように表される。

$$L = \prod_{i=1}^N L_i \\ = \prod_{i \in NC} [h(t_i | x_i) \cdot S(t_i | x_i)] \cdot \prod_{i \in RC} S(t_i | x_i) \quad (3)$$

ここで、NCは打ち切りを受けていないケースを示し、RCは右打ち切りを受けたケースを示している。

各居住形態選択行動が独立であると仮定することにより、各居住形態選択に対するハザード関数ごとのパラメータを個別に推定する。例えば、世帯が戸建て持ち家への転居を選択した場合、この転居が観測された時刻に基づき今回の選択行動に関するパラメータを推定し、他の居住形態への選択行動、すなわち、分譲マンションと借家/賃貸住宅に対するパラメータを推定する際には、転居した時点で打ち切りを受けたケースとして取り扱う。

(2) 居住形態選択モデルの確率分布

ハザード関数としての比例ハザードモデルと加速故障モデルの両方とも、ここで提案する居住形態選択行動に関する競合危険モデルの中で用いることができる。すなわち、比例ハザードモデルの場合には、対象が比例ハザード性を満足するとしてハザード比が一定となるが、加速故障モデルの場合には、対象のハザード比が時間に伴う変化すると仮定している。本論文では、ハザード比が時間に伴う変化するという利点を活かし、後者の加速故障モデルを採用することとし、競合危険モデルにおけるハザード関数を説明する。

また、加速故障モデルを用いる場合、ハザード関数に何らかの確率分布を仮定しなくてはならない。本研究では、a) 指数分布、b) ワイブル分布、c) 対数ロジスティック分布、d) 対数正規分布、e) ゴンペリツ分布、f) 一般化ガンマ分布、合計6種類を取上げてどの分布形がより適切かを実証的に検討する。それぞれの分布形の確率密度関数は式(4)から式(9)に示す。

a) 指数分布

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t) \quad (4)$$

b) ワイブル分布

$$f(t) = \lambda p t^{p-1} \exp(-\lambda t^p) \quad (5)$$

c) 対数ロジスティック分布

$$f(t) = \frac{\lambda p t^{p-1}}{(1+\lambda t^p)^2} \quad (6)$$

d) 対数正規分布

$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\ln t - \beta X)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (7)$$

e) ゴンペリツ分布

$$f(t) = p \exp(-\lambda t) \exp \left\{ \frac{p}{\lambda} [\exp(-\lambda t) - 1] \right\} \quad (8)$$

f) 一般化ガンマ分布

$$f(t) = \frac{\lambda p t^{p\kappa-1} \exp[-\lambda t^p]}{\Gamma(\kappa)} \quad (9)$$

ここで、 λ は尺度パラメータ、 p 、 σ 、 κ は形状パラメータである。

3. 分析に用いた住宅立地行動調査データの基本特性

(1) 調査概要

本研究で分析データとして用いたのは2007年に、京都市で実施されたアンケート調査である(表-1参照)。

当該調査は、複数の元学区(元の小学校区/京都市の統計単位)より、多様な転居行動特性の把握という観点から、京都市内で「15歳未満人口比率」と「生産年齢(15~64歳)人口比率」の上位の地区を選定した。さらに上記に加えて、住宅立地行動と交通網整備・都市構造との関係性という視点から「京都高速沿道の地区」及び「都心部」も選定した。

その結果、回収枚数は907枚(回収率18.1%)に達したため、目標のサンプル数を確保できた。また、この中の780サンプルは、今回の選択行動モデルのパラメータを推定することによって有効的なサンプルとして用いた。

表-1 住宅立地行動調査の概要

調査対象	京都市内に居住する世帯
調査期間	配布：2007年1月13日、15日、16日、24日、25日 回収：2007年1月16日~2月8日
調査方法	無作為抽出による郵送配布・郵送回収
調査状況	配布枚数：5,000枚 回収枚数：907枚 回収率：18.1%

競合危険モデルによる居住形態選択モデルの定式化において、セグメントの対象となる属性を明確にする必要があるため、属性別の居住形態を分析する。以下に示すとおり、世帯居住地実態調査においては、「前居住地」及び「現居住地」での属性を質問している。また、時間軸では前居住地での居住開始時(時刻③)、現居住地での居住開始時(時刻②)、現居住地での現時点(時刻①)の3時点での属性を質問している(図-1参照)。

本研究は時刻②に基づき、調査データにおける前居住地部分を使い、統計解析ソフトSTATA/SE 10で居住形態選択行動モデルのパラメータを推定する。

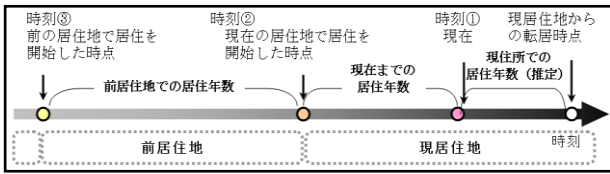


図-1 居住地年数の時系列

(2) 居住形態特性変化の把握

以下の図-2により、現居住地の所有形態から特性変化を述べよう。まず、前居住地での戸建て持ち家、借家/賃貸住宅、分譲マンションの世帯主は、現時点に戸建て持ち家という居住形態を選択した場合、それぞれが48.47%、43.62%、7.91%を占め、現時点に分譲マンションへ転居した場合、それぞれ、24.16%、63.09%、12.75%となり、現時点に借家/賃貸住宅へ替えた場合、それぞれ、23.40%、73.40%、3.19%となっている。

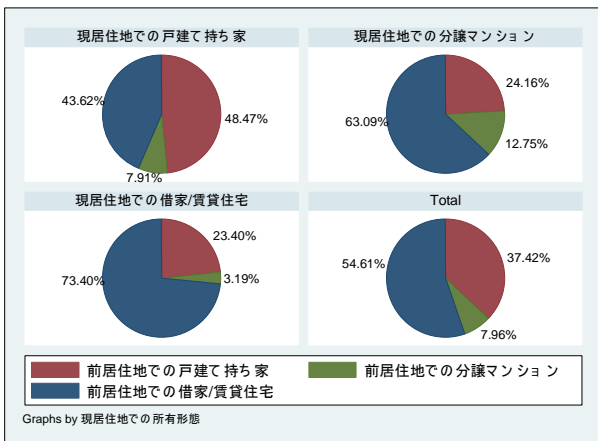


図-2 所有形態変化 (現居住地×前居住地)

また、時点②で、戸建て持ち家、分譲マンション、借家/賃貸住宅を選択した世帯は、前居住地での居住年数の中位数がそれぞれ、10年、8年、6年となり、前居住地での同居人数の平均数がそれぞれ、4人、3人、3人であった。

時点②で、戸建て持ち家、分譲マンション、借家/賃貸住宅を選択する世帯主は、前居住地での子持ちの世帯なら、それぞれ、62.8%、18.8%、18.4%となり、前居住で仕事持ちの世帯主がいる世帯の場合、それぞれ、54.4%、24.4%、21.2%となり、前居住地での住宅ローン持ちの世帯の場合に、それぞれ、73.7%、18.4%、7.9%となっている。

そして、前居住地と現居住地での世帯属性変化を考慮してみれば、時点②で、戸建て持ち家、分譲マンション、借家/賃貸住宅を選択する世帯主は、前居住地より現居住地での居住人数が減少した世帯の場合、それぞれ、51.0%、20.8%、28.1%となり、前居住地より現居住地での祖父母数が減少した世帯なら、それぞれ、48.3%、

13.8%、27.9%となり、前居住地より現居住地での子供数が増加した世帯の場合、それぞれ、63.1%、21.4%、15.5%となっている。

4. 実証分析

(1) 赤池情報量規準による確率分布仮定

加速故障モデルを用いる場合、ハザード関数に何らかの確率分布を仮定する必要がある。本研究では、先に紹介した通り、a) からf) までの確率分布の6種類を使って仮定を行う。これらの確率分布の赤池情報量規準値は以下の表-2に表している。赤池情報量規準により、戸建て持ち家、分譲マンション、借家/賃貸住宅の確率分布はそれぞれ、ワイブル分布、対数正規分布、対数正規分布が6つの中では最も適切であることがわかる。

しかし、本論文では、一般化ガンマ分布で居住形態線選択行動モデルの確率分布を仮定することにした。理由としては、ハザード関数間の比較を行うために、同じ確率分布を用いる方がより有効であると考えたからである。また、一般化ガンマ分布は、 p と κ との二つの形状パラメータを持つため、他の確率分布より使いやすいたところがある。そして、一般化ガンマ分布は、 $\kappa=1$ の場合にワイブル分布となり、 $\kappa=0$ の場合に対数正規分布となるという特徴を有し、適応性も高いと判断したからである。

表-2 赤池情報量規準 (AIC) の比較

確率分布	赤池情報量規準 (AIC)		
	戸建持家	分譲マンション	賃貸住宅
指数分布	372.18	452.56	496.60
ワイブル分布	320.02	437.16	485.51
対数ロジスティック分布	325.28	428.50	478.66
対数正規分布	331.49	424.53	477.44
ゴンペリツ分布	349.22	449.21	486.16
一般化ガンマ分布	322.01	426.17	479.16

(2) 変数の定義

競合危険モデルによる居住形態選択行動モデルを構築する際、世帯属性、住宅属性、世帯属性変化という三つの説明変数を使用する。この世帯属性は、同居人数(人)、子供の有無(有=1、無=2)、勤めの有無(有=1、無=2)、ローンの有無(有=1、無=2)を含む。住宅属性は、所有形態(戸建て持ち家=1、分譲マンション=2、借家/賃貸住宅=3)、住居タイプ(LDKタイプ)となる。前居住地から時点②までの世帯属性変化の説明変数は、同居人数減(減少=1、その以外=2)、祖父母数増(増加=1、

その以外=2)、子供数増(増加=1、その以外=2)、勤め先の一致(変動無し=1、変動あり=2)、結婚(発生した=1、その以外=2)、就職(発生した=1、その以外=2)、離職(発生した=1、その以外=2)がある。

(3) 推定結果と考察

パラメータの推定結果は表-3の通りに、パラメータの推定値がプラス(マイナス)である場合、世帯居住形態選択行動間隔が長く(短く)なることを示し、競合危険の視点から考えれば、当該世帯居住形態が選択される確率が他の選択行動に比べて低く(高く)なることを表している。以下の表-3から、3つのハザード関数間のパラメータ推定値と有意度は異なっていることがわかる。

表-3 パラメータの推定結果

説明変数	推定値		
	戸建持家	分譲マンション	賃貸住宅
世帯属性			
同居人数(人)	—	0.27 ^a	0.30 ^a
子供の有無	0.29 ^b	—	—
勤めの有無	—	—	-0.86 ^a
ローンの有無	0.47 ^a	—	—
住宅属性			
所有形態	-0.23 ^b	-0.62 ^a	-0.55 ^a
住居タイプ(LDKタイプ)	0.19 ^a	—	—
世帯属性変化			
同居人数減	-0.51 ^a	—	—
祖父母数増	—	—	-1.08 ^b
子供数増	—	-0.40 ^b	-0.61 ^a
勤め先の一致	-0.24 ^b	0.58 ^a	—
結婚	-0.97 ^b	—	—
就職	—	—	-0.74 ^a
離職	-0.65 ^a	—	—
定数項	5.88	3.65	9.07
kappa	0.96	-0.23	0.16
sigma	0.54	1.10	1.02
Log likelihood	-150.00	-206.09	-230.58
サンプル数	780	780	780

a, bはそれぞれ、0.01レベル、0.05レベルで有意である。

具体的に、住宅属性については、

まず、所有形態という説明変数の場合、戸建て持ち家世帯から、分譲マンション世帯、賃貸住宅世帯までの順序に従い、次の居住形態選択行動を行うまでの期間は短くなる。すなわち、戸建て持ち家と分譲マンションの世帯に比べて賃貸住宅の世帯は転居する可能性が高くなる。次に、住居タイプの場合、住居タイプの大きい世帯は、戸建て持ち家への転居までの期間が長くなることが示された。つまり、世帯の住居タイプが大きければ大きいほど、新たに住宅を購入する可能性が低くなる。

世帯属性については、

同居人数については、同居人数が多いほど、分譲マンションと賃貸住宅への転居までの期間が長くなることが見えるため、つまり、分譲マンションと賃貸住宅への転居する可能性が低くなる。このことは祖父母数増と子供数増の場合にも見える。世帯における子供数が増えれば、分譲マンションと賃貸住宅への転居までの期間が長くなり、転居する可能性が低くなる。祖父母数が増加するほど、賃貸住宅への転居までの期間が長くなり、転居する可能性が低くなる。逆に、同居人数が少ないほど、戸建て持ち家への引越しまでの期間が長くなることが示された。

最後に、世帯属性変化については、

勤め先の一致の場合、変動がなければいかに、戸建て持ち家への転居までの期間が長く、転居する可能性が低くなり、反対に、分譲マンションを選択し、引越す可能性が高くなる。結婚の場合、結婚がしなければいかに、戸建て持ち家への転居する可能性が高くなる。離職の場合、世帯主が離職をする世帯は、戸建て持ち家の購入という選択行動を行うまでの期間が長くなり、戸建て持ち家への転居する可能性が低くなるが考えられる。

5. おわりに

本研究では、競合危険モデルで居住形態選択行動の分析を行ってみた。その結果一般化ガンマ分布を確率分布とするハザード関数を仮定した。次に、調査データを用いて居住形態選択行動モデルのパラメータを推定して、世帯居住形態選択行動への影響要因を定量的に考察した。

競合危険モデルの前提条件として、個々の原因が互いに独立していることを仮定している。しかし、原因相互が独立しているか否かを数理的に評価できない²⁾ので、今後、この点を踏まえ、居住形態選択行動を検討し続けていく。

参考文献

- 1) Wegener, M. (1994) Operational urban models: state of the art, Journal of the American Planning Association, 60, 17-29.
- 2) David G. Kleinbaum and Mitchel Klein (2005) Survival Analysis: A Self-Learning Text, 2nd ed., Springer-Verlag, New York.
- 3) 北村隆一, 森川高行, 佐々木邦明, 藤井聡, 山本俊行: 交通行動の分析とモデリング, 技報堂出版, 2002.
- 4) 山本俊行: 連続時間軸上における世帯の自動車保有更新行動及び世帯内での配分・利用行動に関する研究, 京都大学大学院博士論文, 2000年4月.