

第五回 都市モデル研究会

世帯の住宅タイプ選択及び 居住期間のモデル分析

An Empirical Analysis of Housing Tenure Choice and
Residential Mobility by Type of Ownership

山梨大学

流通科学大学

山梨大学

李 昂

西井和夫

佐々木 邦明

発表の流れ

I. 研究の背景と目的

II. 分析に用いた住宅立地行動調査データの基本特性

III. 居住期間モデルの定式化及び実証分析

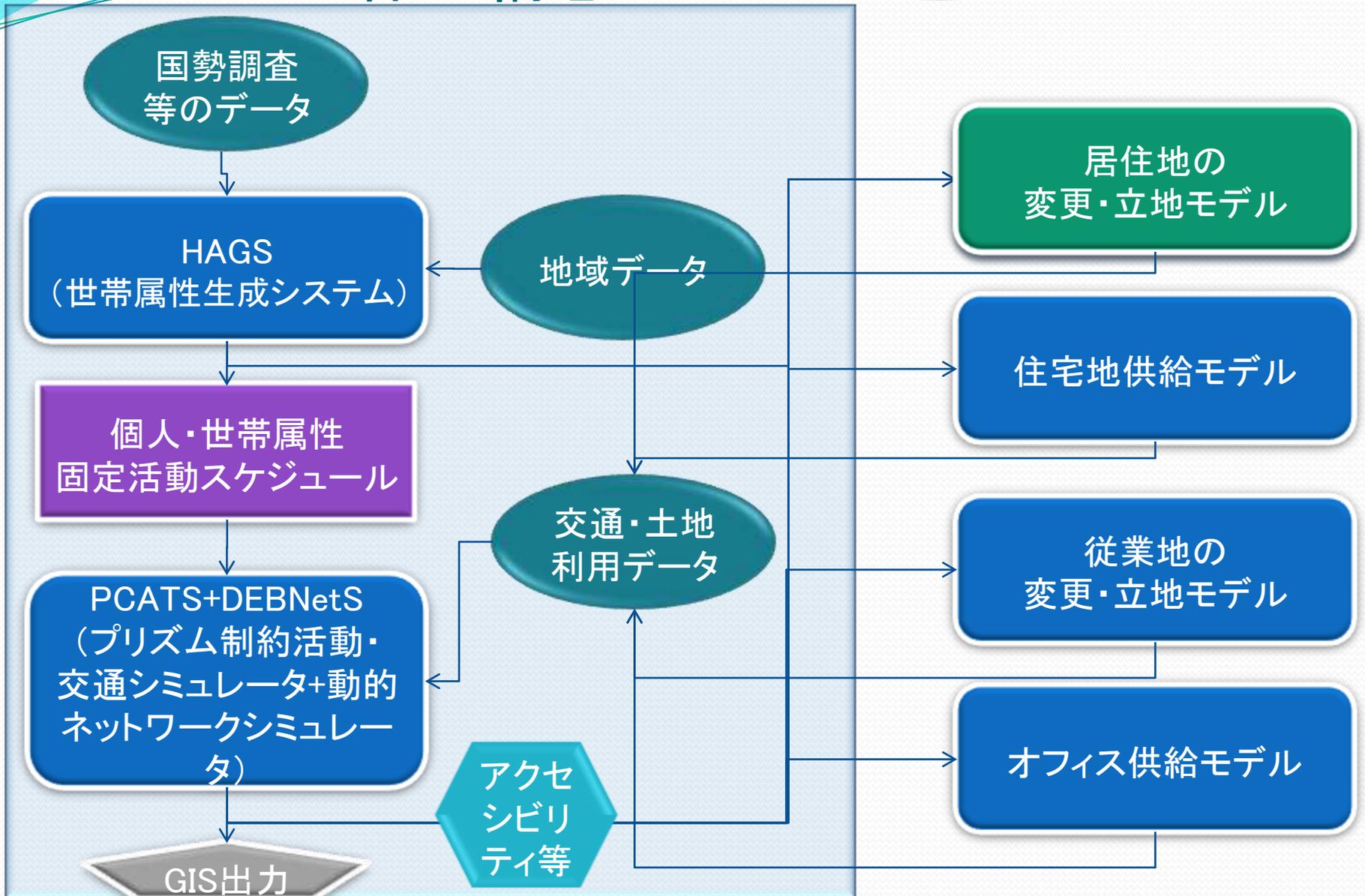
IV. 住宅タイプ選択モデルの定式化及び実証分析

V. まとめと今後の研究方向

本研究の背景と目的

- ▶ 生活行動シミュレータ(PCATS)、ネットワークシミュレーター(DebNETS)および世帯属性シミュレーター(HAGS)が開発され、土地利用が与件状態でのミクロシミュレーションモデルが構築されている。
- ▶ 土地利用を内生化することで、より包括的な都市/交通シミュレータとして利用可能。
- ▶ 本研究では、土地利用変化のミクロシミュレーションのために、世帯の居住行動をモデル化することが目的である。
 - 特に今回は世帯の転居を分析対象の行動として、**生存時間分析手法**による世帯の居住期間および住宅タイプ選択のモデルを構築する。

システム全体の構想



生存時間分析手法とは

- ▶ 生存時間分析(Survival Analysis)は、ある基準の時刻から、ある事象が生起、あるいは終了するまでの時間を解析の対象とするモデルである。
- ▶ ハザード関数
 - 最終的には生存関数を求めたいが、データの分析上、時点 t まで事象が発生していないという条件下で、時点 t に事象が発生するという条件付きの発生確率を表す。

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t + \Delta t > T \geq t | T \geq t)}{\Delta t} = \frac{S'(t)}{S(t)}$$

他の分析手法との比較

生存時間分析

- ☑ 期間を対象
- ☑ 期間中の属性の変化を考慮可能
- ☑ 打ち切りのあるデータを処理できる

離散連続系モデル

- ☑ 離散選択・期間の複合が可能
- ☑ 一時点の属性で説明する
- ☑ 打ち切りあるデータを処理できない

- 離散モデル系は各時間断面で選択を行うことになる。
- 転居データが比較的まれなデータのため、選択モデル構築データの入手が困難。
- 打ち切りデータから推定が困難。

研究の背景と目的

分析に用いた住宅立地行動調査
データの基本特性

居住期間モデルの定式化
及び実証分析

住宅タイプ選択モデルの定式化
及び実証分析

まとめと今後の研究方向

使用データの概要

調査対象

京都市内に居住する世帯

調査期間

配布:平成19年1月13日(土)、15日(月)、
16日(火)、24日(水)、25日(木)
回収:平成19年1月16日(火)~2月8日(木)

調査方法

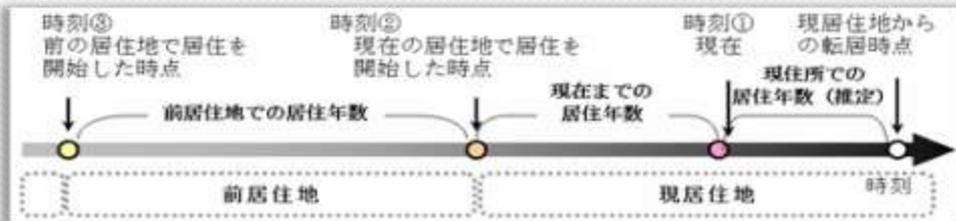
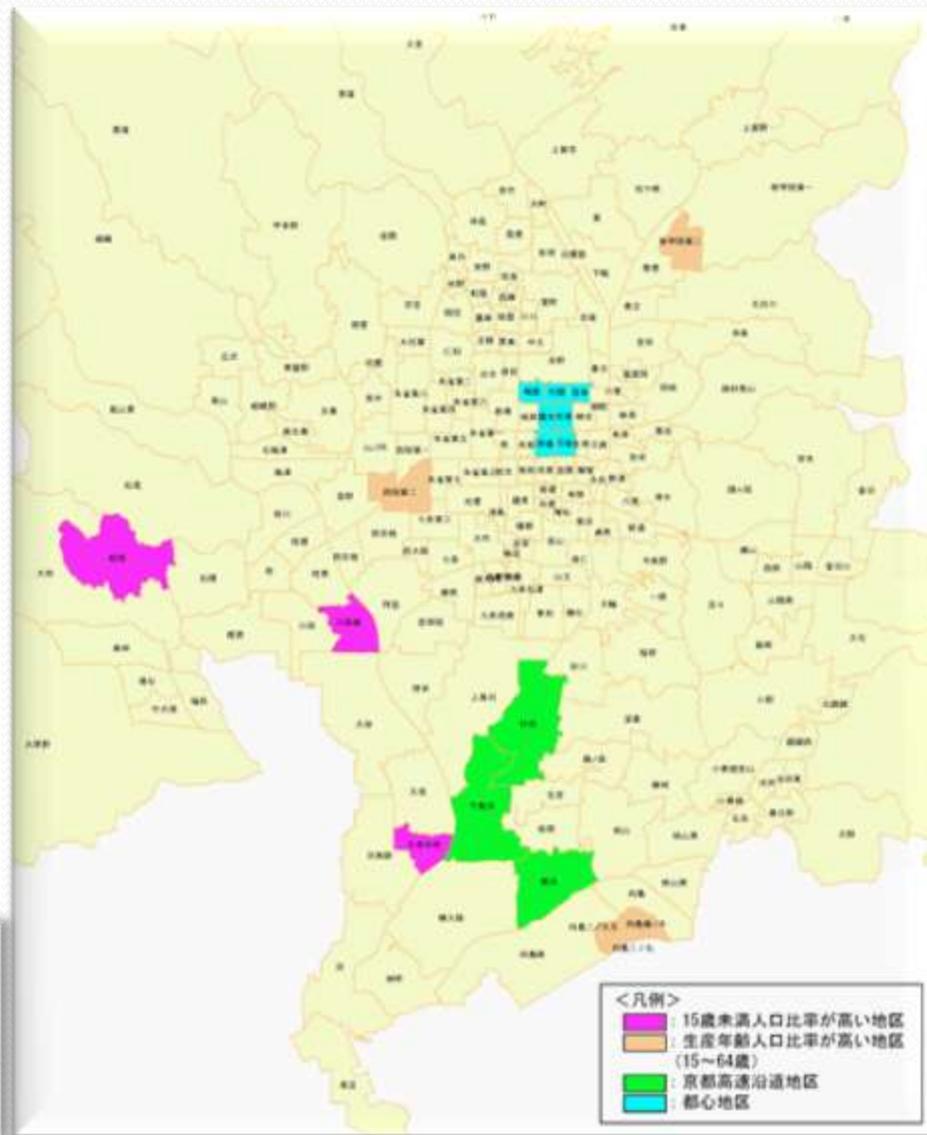
無作為抽出による郵送配布・郵送回収

調査状況

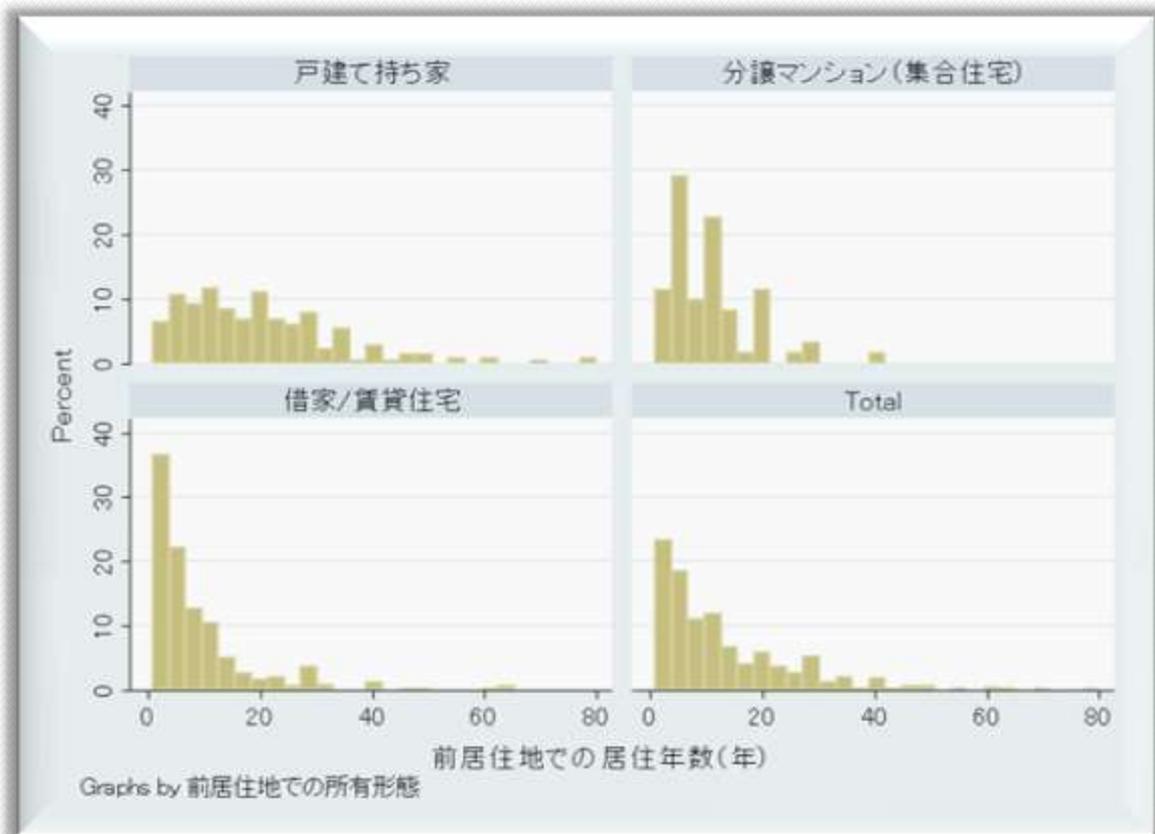
配布枚数: 5,000枚
回収枚数: 907枚
回収率: 18.1%

調査内容

世帯属性、住居特性、交通便利特性、立地特性、満足度特性



世帯の居住特性の実態把握



➤ どの所有形態も、前居住地での居住年数の増加とともに、その相対頻度は減少している。

➤ 所有形態別にみた前居住地での平均居住年数は、

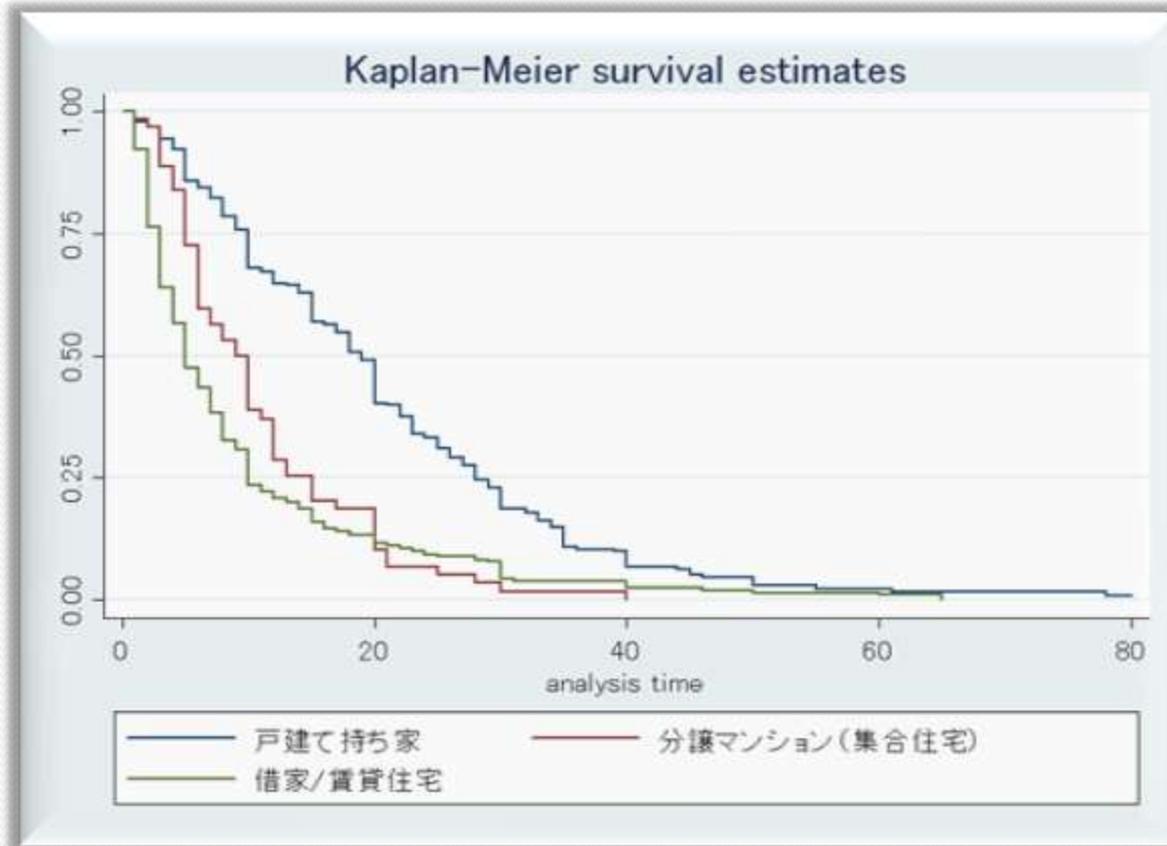
「戸建て・持ち家」19.4年

「分譲マンション」10.7年

「借家・賃貸住宅」8.4年 である。

➤ 前居住地での居住年数分布の裾が右に長いことから、生存時間分析手法の適用が可能

Kaplan-Meier Survival Analysis法 を用いた居住年数分布の有意性検定



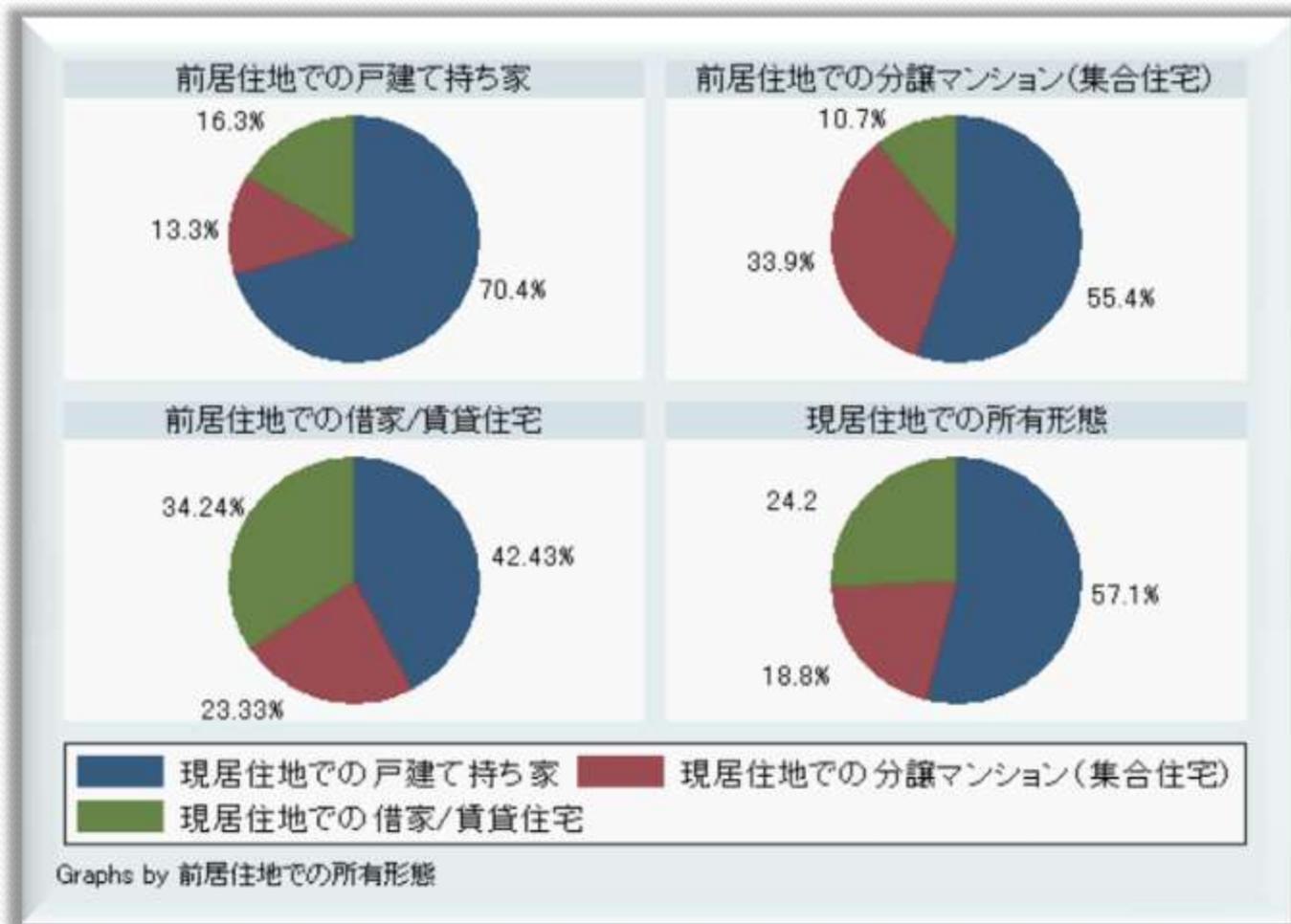
乗積極限法を使い、生存率を推定すると同時に、一つの影響要素を検定する。

図は、前居住地での各所有形態別の居住年数に関する累積生存率曲線を示している

👉 所有形態別の生存率曲線の違いは統計学的に有意であった

👉 Log-Rank法での検定統計量は $\chi^2=144.163$, $\nu=2$, $P=0.0004$

居住形態特性変化の把握



研究の背景と目的

分析に用いた住宅立地行動調査データの基本特性

居住期間モデルの定式化
及び実証分析

住宅タイプ選択モデルの定式化
及び実証分析

まとめと今後の研究方向

居住期間モデルの定式化

▶ 比例ハザードモデル

$$h(t | x_i) = h_0(t) \exp(\beta x_i)$$

ここに、 $h(t | x_i)$: 共変量ベクトル x_i を持つケース i の転居ハザード関数;

$h_0(t)$: 基準転居ハザード;

β : 未知パラメータベクトル;

x_i : ケース i の共変量ベクトル。

▶ 制約条件-比例ハザード性

$$\frac{h(t | X_A)}{h(t | X_B)} = \frac{h_0(t) \exp(\beta X_A)}{h_0(t) \exp(\beta X_B)} = \exp[\beta(X_A - X_B)]$$

ハザード比hazard ratio は、時間によらず、共変量のみ関数となる。

居住期間モデルによる推定結果(1/3)

説明変数	全所有形態		戸建持ち家		分譲マンション		賃貸住宅	
	B(SE)	Exp(B)	B(SE)	Exp(B)	B(SE)	Exp(B)	B(SE)	Exp(B)
前居住地での世帯主との一致	-.659***(.151)	.517	-	-	-	-	-	-
前居住地での同居人数(人)	-.076**(.038)	.925	-.129***(.044)	.879	-	-	-.160***(.056)	.852
前居住地での配偶者の有無	-	-	-	-	-	-	-	-
前居住地での祖父母の有無	-	-	-	-	.710(.536)	2.034	-	-
前居住地での子供の有無	-	-	-	-	-	-	-	-
勤め先一致(前居住地と現居住地)	-.239**(.105)	.788	-	-	-	-	-.420***(.153)	.657
前居住地での所有形態								
戸建て・持ち家	-.844***(.133)	.430	-	-	-	-	-	-
分譲マンション	-.456***(.157)	.634	-	-	-	-	-	-
前居住地での住居タイプ(LDKタイプ)	-.128***(.049)	.880	-.163**(.065)	.850	-.430*(.256)	.651	-.153**(.070)	.858
前居住地での賃貸料(百円)	-	-	-	-	-	-	.000***(.000)	1.000
前居住地での駐車場の借用有無	-	-	-	-	-	-	.341**(.142)	1.406
地区近隣の自然環境(前居住地の満足度)	-	-	-	-	-.139**(.070)	.870	-	-
道路交通便利性(前居住地の満足度)	-	-	-.096***(.029)	.909	-	-	-	-
住居環境(前居住地の満足度)	-	-	-.081**(.033)	.923	-	-	-	-
サンプル数	487		249		47		230	
打ち切り値数	35		25		4		7	
-2 Log Likelihood(df)	4743.237(6)		2108.140(4)		265.123(3)		2034.510(5)	
Sig.	.000		.000		.028		.000	

*** Indicates the coefficient is significant at the 0.01 level (2-tailed).
 ** Indicates the coefficient is significant at the 0.05 level (2-tailed).
 * Indicates the coefficient is significant at the 0.1 level (2-tailed).

➤ ハザード比Exp(B)



➤ 例えば、「全所有形態」で、ハザード比Exp(B)値から「戸建て・持ち家」と「分譲マンション」の転居リスクは、「賃貸住宅」の方よりかなり低くて、それぞれ0.430倍と0.634倍である。

居住期間モデルによる推定結果(2/3)

「戸建て・持ち家」の場合：

- 同居人数が多い(0.879)、
 - 居住空間が広い(0.850)、
 - 道路交通便利性が高い(0.909)、
 - 住居環境に関する満足度が高い(0.923)、
- ケースは居住年数が長くなる。

「借家・賃貸住宅」の場合：

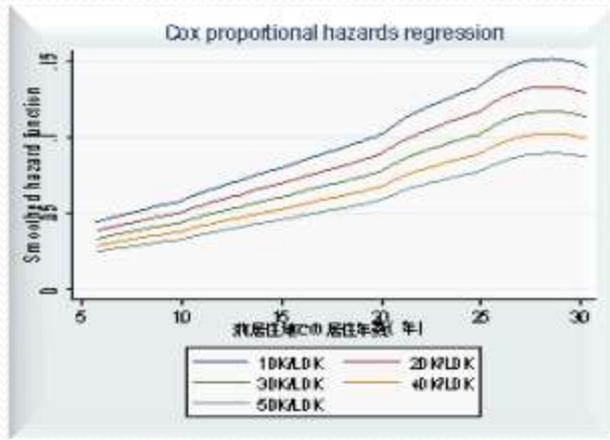
- 同居人数が多い(0.852)、
 - 勤務先の移動有り(0.657)、
 - 居住空間がより広い(0.858)、
 - 家賃が比較的安い(1.000)、
 - 近くに駐車場ある(1.406)、
- ケースで居住時間が長くなる。

「分譲マンション(集合住宅)」の場合：

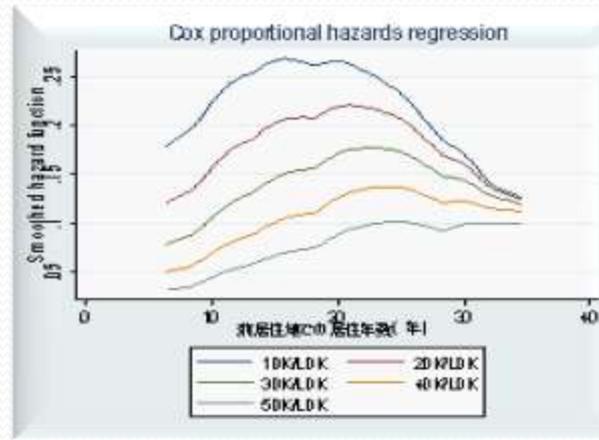
- 居住空間が広い(0.651)、
 - 地域での自然環境が良好(0.870)、
- ケースは居住年数が長くなる。

居住期間モデルによる推定結果(3/3)

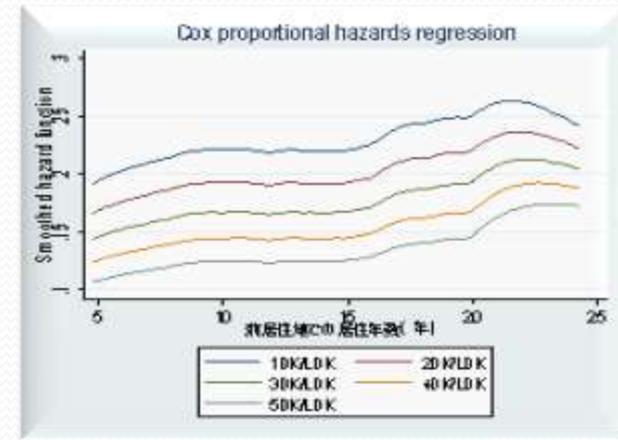
例：住居タイプ(LDKタイプ)



戸建て・持ち家



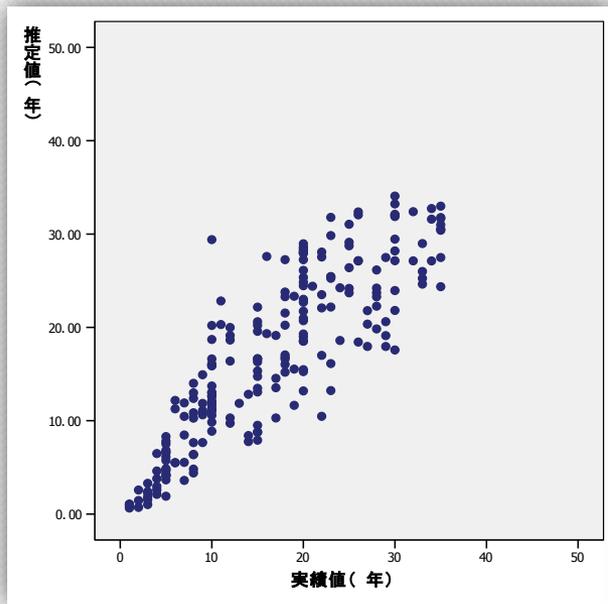
分譲マンション



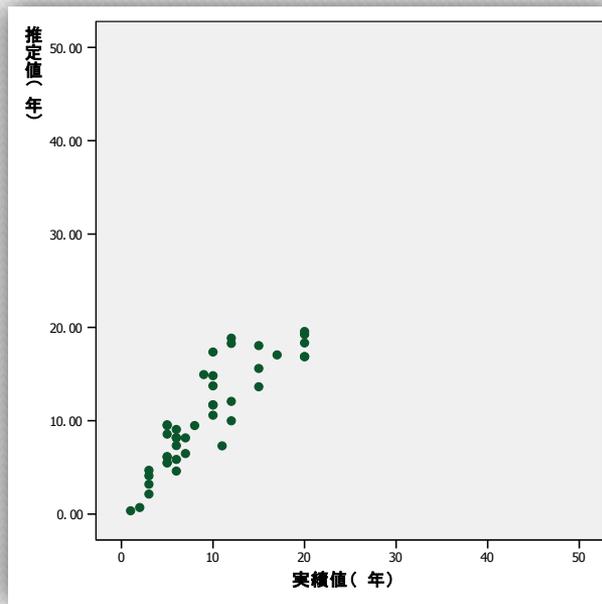
借家・賃貸住宅

- 「戸建て・持ち家」: 「住居タイプ(LDKタイプ)」が一つの単位を増やすと、居住地での転居リスクは以前の**0.850倍**となる。
- 「分譲マンション」: 「住居タイプ(LDKタイプ)」が一つの単位を増やすと、居住地での転居リスクは以前の**0.651倍**となる。
- 「借家・賃貸住宅」: 「住居タイプ(LDKタイプ)」は一つの単位を増やすと、居住地での転居リスクは以前の**0.858倍**となる。

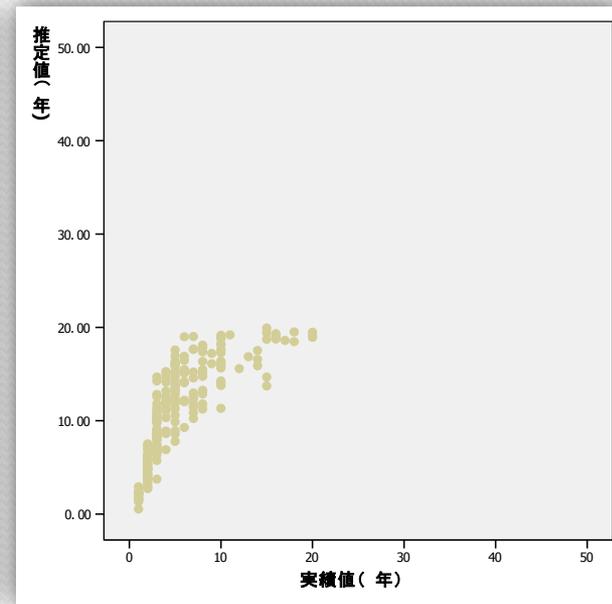
モデル精度の比較



戸建て・持ち家



分譲マンション



借家・賃貸住宅

▶ 「戸建て・持ち家」($R^2=0.746$)、「分譲マンション(集合住宅)」($R^2=0.777$)に対してモデルは比較的高い精度を現しているが、「借家・賃貸住宅」($R^2=0.626$)については系統的と思われる誤差が出ている。

研究の背景と目的

分析に用いた住宅立地行動調査データの基本特性

居住期間モデルの定式化
及び実証分析

住宅タイプ選択モデルの定式化
及び実証分析

まとめと今後の研究方向

住宅タイプ選択モデルの定式化

➤ 競合危険モデルの原理と構造

- 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、それらのタイプに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

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

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。

ハザード関数	特徴
比例ハザード型	<ul style="list-style-type: none">➤ 特定の関数を仮定する必要がない；➤ 比例ハザード性を仮定する必要。
パラメトリックな回帰型	<ul style="list-style-type: none">➤ 特定の確率分布（指数分布、ワイブル分布、対数正規分布など）を仮定する；➤ 時間依存共変量の導入が可能。

パラメトリックな回帰型の確率分布

指数分布	$\lambda \exp(-\lambda t)$
ワイブル分布	$\lambda \rho t^{\rho-1} \exp(-\lambda t^\rho)$
対数ロジスティック分布	$\frac{\lambda \rho t^{\rho-1}}{(1 + \lambda t^\rho)^2}$
対数正規分布	$\frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln t - \beta X)^2}{2\sigma^2}\right]$
ゴンペリツ分布	$\rho \exp(-\lambda t) \exp\left\{\frac{\rho}{\lambda} [\exp(-\lambda t) - 1]\right\}$
一般化ガンマ分布	$\frac{\lambda \rho t^{\rho\kappa-1} \exp(-\lambda t^\rho)}{\Gamma(\kappa)}$

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

赤池情報量規準(AIC)によって確率分布の仮定

確率分布	戸建持家	分譲マンション	賃貸住宅
指数分布	1072.84	728.74	416.64
ワイブル分布	1022.49	700.38	406.87
対数ロジスティック分布	1017.73	696.90	400.89
対数正規分布	1022.12	693.25	398.46
ゴンペリツ分布	1045.25	711.73	416.59
一般化ガンマ分布	1016.70	694.92	400.46

- 「戸建持家」を選択する場合、一般化ガンマ分布を仮定；
- 「分譲マンション」を選択する場合、対数正規分布を仮定；
- 「賃貸住宅」を選択する場合、対数正規分布を仮定。

パラメータの推定結果

説明変数	戸建持家	分譲マンション	賃貸住宅
<i>世帯属性</i>			
同居人数(人)		0.30 ^a	0.21 ^a
配偶者の有無	0.60 ^a	0.52 ^a	
祖父母の有無	-0.23 ^b		
保有台数(台)			0.38 ^b
<i>住宅属性</i>			
賃貸料(百円)			-0.00 ^c
住居タイプ(LDKタイプ)	0.12 ^a		0.27 ^a

➤ a,b,cはそれぞれ、0.01レベル、0.05レベル、0.1レベルで有意である。

☞ 符号(+):ある居住形態を選択する可能性の低さ;

☞ 符号(-):ある居住形態を選択する可能性の高さ。

推定結果と考察(1/2)

世帯属性について

- **同居人数**が多いほど、分譲マンション(0.30)と賃貸住宅(0.21)への転居ハザードが低くなる。
- 世帯主が**配偶者無し**の場合には、戸建持家(0.60)と分譲マンション(0.52)への転居ハザードが低くなる。
- 世帯主の**祖父母がすでに無くなっている**場合には戸建持家(-0.23)への転居ハザードが高くなる。
- **自動車の保有台数**が多いほど、賃貸住宅(0.38)への転居ハザードが低くなる。

住宅属性について

- **部屋数**が大きければ大きいほど、新たに住宅を購入する(0.12)と賃貸する(0.27)可能性が低くなる。

続き...

説明変数	戸建持家	分譲マンション	賃貸住宅
<i>満足度</i>			
公共交通利便性		0.04 ^c	
道路交通利便性			0.07 ^c
住居環境	0.84 ^a		
<i>前回の選択行動</i>			
戸建持家ダミー		0.94 ^a	
分譲マンションダミー			
賃貸住宅ダミー	-0.22 ^b		
定数項	1.64	1.10	0.81
kappa	0.49		
sigma	0.82	1.08	1.012
Log likelihood	-500.35	-340.62	-192.23
サンプル数	780	780	780

➤ a,b,cはそれぞれ、0.01レベル、0.05レベル、0.1レベルで有意である。

推定結果と考察(2/2)

満足度について

- ▶ 世帯が**公共交通の利便性**に満足していると分譲マンション(0.04)への転居する可能性が低くなる。
- ▶ 世帯が**道路交通の利便性**に満足していると、賃貸住宅(0.07)への転居する可能性が低くなる。
- ▶ 世帯が**住居環境**に満足していると、戸建持家(0.84)への転居する可能性が低くなる。

前回の選択行動について

- ▶ 世帯は現在居住形態が**戸建持家**となっている場合、次回の転居は分譲マンション(0.94)にする可能性が低くなる；
- ▶ 世帯は現在居住形態が**賃貸住宅**となっている場合、次回の転居は戸建持家(-0.22)にする可能性が高くなる。

研究の背景と目的

分析に用いた住宅立地行動調査データの基本特性

居住期間モデルの定式化
及び実証分析

住宅タイプ選択モデルの定式化
及び実証分析

まとめと今後の研究方向

結論と今後の研究方向—居住期間

👉 結論

- 「戸建て・持ち家」、「分譲マンション」、「借家・賃貸住宅」という3種類所有形態別の居住期間に有意な差があることを検証。
- 比例ハザードモデルは、「戸建て・持ち家」と「分譲マンション」との所有形態別における居住年数分布を推定する場合に、高い精度を現した。

👉 今後の研究方向

- 「借家・賃貸住宅」の居住年数分布を推定するために、パラメトリックな回帰モデル(加速故障モデル)を導入する。
- 現居住地の居住年数を用いた推定。

結論と今後の研究方向—住宅タイプ選択

👉 結論

- 戸建持家のハザード関数には一般化ガンマ分布が最も適合し、分譲マンションのハザード関数と賃貸住宅のハザード関数は対数正規分布が最も適合していた。
- 各要因による住宅タイプ選択行動への影響に対し、定量的な分析を行った。
- 時間依存共変量を時間非依存共変量とした場合には、有意なパラメータが得られたため。時間依存共変量(世帯属性の変化)は有意に影響している。
- 独立性についての検証は行っていない。

👉 今後の研究方向

- 立地場所の選択の統合的なモデル化。

参考までに時間共変量導入

説明変数	戸建持家	分譲マンション	賃貸住宅
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。

御清聴有難うございました

謝辞

本研究は、国土交通省近畿地方整備局京都国道事務所による御支援、及び「京都交通－土地利用研究会」のメンバー方からの御指導をいただいで行いました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- David G. Kleinbaum and Mitchel Klein (2005) Survival Analysis: A Self-Learning Text, 2nd ed., Springer-Verlag, New York.
- John, L., Andrew, D., Patricia, J. et al. (2008) Modelling survival in acute severe illness: Cox versus accelerated failure time models. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 14, 83-93.
- Wegener M. (2003) Overview of land-use transport models. Invited Paper of *the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Sendai, Japan, May 27-29.

土地利用・活動/交通マイクロシミュレーションにできること？

- 交通需要予測から都市圏の予測に
- シミュレーション全体
 - フォアキャストの意味では、将来的にあり得る状態を複数提示
 - 多世界解釈の意味または平均的な予測
 - バックキャスト的な意味では、必要条件の確率的な提示