

動的な空間的マイクロシミュレーションモデルを用いた 京町家更新の将来推計

花岡和聖

A dynamic microsimulation model for predicting Kyomachiya (traditional wooden townhouse) demolitions

Kazumasa HANAOKA

Abstract: The aim of this article is to construct a dynamic spatial microsimulation model called MachiyaSim to estimate Kyomachiya (Traditional wooden townhouse) demolitions in 15 years and provide quantitative information on them. Our major findings are as follows: 1) the synthetic microdata of Kyomachiya residents fits well to the population distributions of the existing survey. 2) The results of simulations show that more than 30% of Kyomachiya will be demolished in 15 years if the current trend continues; however the ratio will be less than 20% if some preservation policies are implemented. 3) MachiyaSim reveals spatiotemporal changes of populations and households as well as building conditions of Kyomachiya.

Keywords: 空間的マイクロシミュレーションモデル (spatial microsimulation model), 焼きなまし法 (simulated annealing), 合成ミクロデータ (synthetic microdata), オブジェクト指向 (object-oriented), 京町家 (Kyomachiya)

1. はじめに

京町家とは、主に明治期から第二次世界大戦までに建築された伝統的な建築様式に基づく木造建築物である。京都市都心部では、戦後多くの京町家が残存し、それらが「京都らしい」町並みを形成してきた。しかし、戦後減少の一途を辿り、近年の調査によれば、京町家は、1998年から2004年の間に28,000件から24,000件に減少した(矢野ほか, 2006)。その背景には、1) 京町家の老朽化や2) 都市部での中高層建築物に対する需要、3) 周辺の京町家の取り

花岡：〒603-8577 京都市北区等持院北町 56-1

立命館大学衣笠総合研究機構

Tel: 075-467-8801

E-mail: kht27176@fc.ritsumei.ac.jp

壊しに伴う残された京町家の住環境の悪化、4) 居住者の高齢化や世代交代があると考えられる。

京町家の取り壊しは、京町家や居住世帯、周辺環境など多様な主体が変化すると同時に、お互いが作用し合う中で進展して行く。こうした複雑性を有する京町家の取り壊し過程を把握するには、シミュレーションによる手法、とりわけ、近年注目される非集計レベルでのシミュレーション・モデルの一種である空間的マイクロシミュレーションモデル(以下、空間的 MSM) が有効と考えられる。

空間的 MSM とは、個人や世帯、企業などの意思決定主体を単位とするシミュレーション・モデルであり、経済学でのマイクロシミュレーションモデル

と異なり、個々の主体の詳細な位置情報に着目した分析が行われる。これまでに、空間的 MSM は、地域別にきめ細やかな政策的対応が必要な所得格差や高齢者医療、購買行動などの分野で利用されてきた。近年では、動的な空間的 MSM 研究も進められつつあるが（例えば、林・富田、1988；Rephann *et al.*, 2005），研究蓄積はいまだ不十分であり、また人口や世帯のみに着目したモデルに限定される。

そこで、本稿では、空間的 MSM を用いて、京町家と居住世帯の状態変化から京町家の取り壊しを予測し、京町家保全政策の評価を実施する。これにより、京町家の将来予測や政策実施に伴う効果の測定が可能となり、より効果的な京町家の保全政策の策定に必要な定量的な資料を提供できる。

2. 研究対象地域と使用するデータ

研究対象地域は、京都市上京区の西陣地区とする。西陣地区は、7つの元学区（乾隆と西陣、嘉樂、桃園、小川、正親、聚楽）で構成される範域である（図1）。西陣地区では、1998年から2004年までに京町家約2800件のうち約13%が取り壊された。

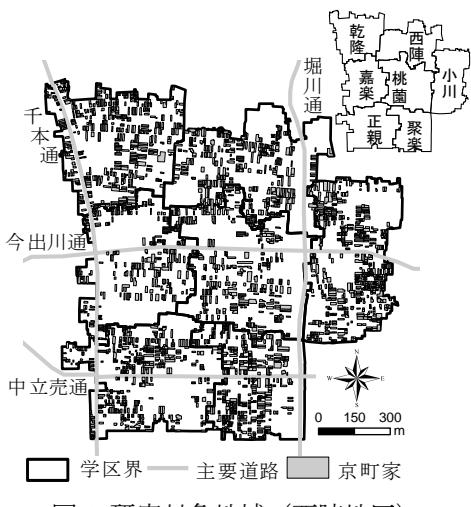


図1 研究対象地域（西陣地区）

分析に使用するデータは、平成12年国勢調査小地域集計、京町家まちづくり調査の京町家外観調査（第I期：1995–98年、第II期：2003-04年）と居住者調査、平成12年度京阪神都市圏パーソントリップ調査（以下、PT調査）である。

3. 研究方法

町家シムの構築は、1) 京町家居住世帯の合成ミクロデータの作成、2) オブジェクトの定義とモジュールの作成、3) 推計精度の検証、4) 京町家保全政策の評価の順で行う。

3.1 京町家居住世帯の合成ミクロデータ作成

合成ミクロデータとは、分析に必要な大規模なミクロデータが得られない状況において、複数のマクロな統計資料や小規模なミクロデータを駆使して作成された疑似的なミクロデータを指す。

京町家居住世帯の合成ミクロデータの作成手順は、以下の通りである。

- 1) 西陣地区居住世帯の合成ミクロデータ作成
- 2) 世帯主となる世帯人員の推計
- 3) 京町家居住の有無の推計

まず、西陣地区居住世帯の合成ミクロデータの作成には、組合せ最適化アルゴリズムである焼きなまし法を利用する。焼きなまし法による合成ミクロデータにおいて、高い推計精度が示してきた。

本稿では、焼きなまし法の制約条件として、国勢調査小地域集計の a) 家族類型別世帯数、b) 世帯人員別世帯数、c) 年齢別産業別人口を用いる。町別に、これらのクロス表と一致する PT 調査の個票データの組合せを焼きなまし法で求めることで、西陣地区的全世帯の合成ミクロデータを作成する。

次に、モンテカルロ・シミュレーションを用いて、世帯主となる人員を推計する。具体的には、国勢調査の世帯主年齢別家族類型別世帯数の条件付き確率を求め、世帯人員から世帯主となる人員を特定する。

京町家居住の推計では、家族類型別世帯主年齢別世帯数に関して、居住者調査結果を国勢調査結果で除した値を京町家居住確率として求める。次に、これを用いたモンテカルロ・シミュレーションを実行し、町別の京町家件数を限度に、世帯の京町家居住を推計する。さらに、京町家居住世帯を同一町内の京町家一件に無作為に割り当てる。

合成ミクロデータを家族類型と世帯主年齢別に集

計し、居住者調査結果と比較したところ、両者の相関係数も有意に高く、構成比の乖離も数%であった。

3.2 オブジェクト

シミュレーションには、エージェント・ベース・モデルに特化した Java 言語の総合開発環境である AnyLogic5.5 を使用する。町家シムでは、個人と世帯、京町家オブジェクトを定義する。図 2 に各オブジェクトの属性とオブジェクトの関連を示す。

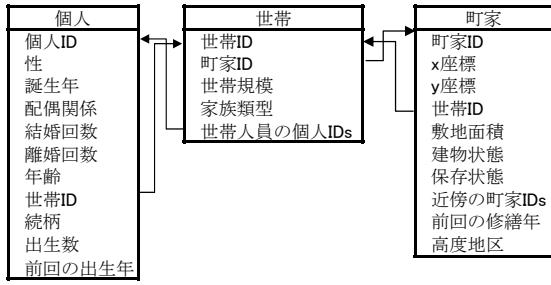


図 2 オブジェクトの属性と関連

3.3 人口・世帯動態モジュール

個人・世帯オブジェクトの更新には、人口動態として加齢と出生、死亡、離家、婚姻を、世帯動態として転出・転入と世帯分離に関するモジュールを作成し使用する。事象の生起は、生起時間（次の事象が生起するまでの期間）ごとに生起確率、乱数を用いたモンテカルロ・シミュレーションで決定する。

3.4 町家更新モジュール

町家更新モジュールでは、モンテカルロ・シミュレーションを用いて、京町家の建物状態と保存状態の更新、取り壊しの有無を決定する。

建物状態と保存状態の変化には、第Ⅰ期と第Ⅱ期から各状態の変化確率を求め使用する。ただし、年齢別の所得分布と京町家保全意識の調査結果を重みとして、変化確率に乘じ、修繕費の経済負担能力や京町家の保存意識の差異を反映させる。

京町家の解体確率は、京町家の建て方や空家、建物状態、保存状態、高度規制、道路距離、近傍の京町家（敷地重心から半径 50m 円内にある京町家の敷地面積合計）を説明変数とするロジスティック回帰

モデルで推定した。

3.5 グラフィカル・ユーザ・インターフェース (GUI)

GUI 上に、地図とグラフを用いてリアルタイムに京町家と世帯、個人の動態を表示する（図 3）。

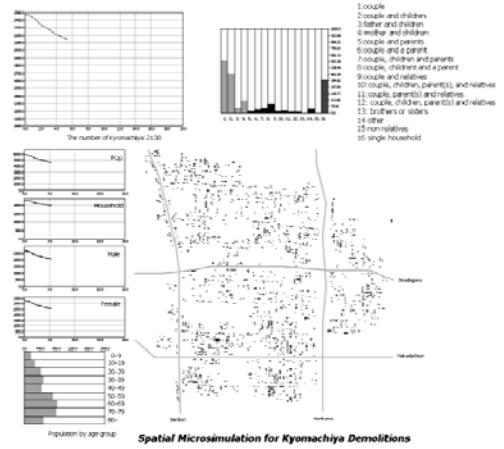


図 3 町家シムの画面構成

4. シミュレーション結果

4.1 モデル検証

第Ⅰ期の京町家データ約 2800 件を用いて、第Ⅱ期までの京町家の残存数を推定し、観測結果と比較する。学区別に集計した京町家の観測度数と推計度数との相関係数は 0.976 と、両者の分布はほぼ一致した。また誤差率 ($= |(\text{観測値} - \text{推定値}) / \text{観測値}|$) を求めたところ、平均で 2.3% と高い精度であった。

4.2 シナリオ分析

現在の京町家の保全計画を参考に、以下の政策シナリオを設定し、15 年後までの京町家残存数を推定することで、各政策の効果を検討する。

- A : 現状維持
- B : 修繕費助成による修繕率の上昇 (低率)
- C : 修繕費助成による修繕率の上昇 (高率)
- D : 空家への入居率の上昇 (低率)
- E : 空家への入居率の上昇 (高率)
- F : 高度規制の強化
- G : C と E, F の組合せ

シナリオ別に 100 回のシミュレーションを実行した結果を表 1 に示す。解体率は、解体された京町家

表1 シナリオ別シミュレーション結果

シナリオ	残存数	解体率	A: 現状維持との比率
A: 現状維持	1667	32.7%	100.0%
B: 修繕率の上昇（低率）	1738	29.9%	104.2%
C: 修繕率の上昇（高率）	1845	25.6%	110.7%
D: 入居率の上昇（低率）	1679	32.3%	100.7%
E: 入居率の上昇（高率）	1687	31.9%	101.2%
F: 高度規制の強化	1886	23.9%	113.1%
G: シナリオCとE、Fの組合せ	2045	17.5%	122.7%

件数を第II期の京町家件数で除した値である。

シナリオAでは、2004年からの15年間に32.7%の京町家が解体され、京町家件数は2478件から1667件に減少する。一方、修繕助成を想定したシナリオBとCの解体率は29.9%，25.6%であり、現状維持と比較して、4%から7%の京町家の解体を抑制できる。次に、シナリオDとEの解体率は32.3%，31.9%であり、わずかであるが空家への入居者斡旋の効果がみられた。シナリオFの解体率は23.9%と、単独での保全政策としては、最も高い効果がみられた。最後に、シナリオGの解体率が17.5%と、現状維持と比較して、京町家の解体を半分に抑制できる。

シナリオGに関して、京町家の外観構成割合の時系列変化（図4）をみると、空家割合が約8%から約4%に低下、悪化した建物状態の割合は急速な低下、悪化した保存状態の割合と近傍の京町家総面積はほぼ定率での上昇または減少がみられた。また、京町家居住者にうち60歳以上の人口割合が49.2%となり、現状維持よりも約2%低下すると予測された。

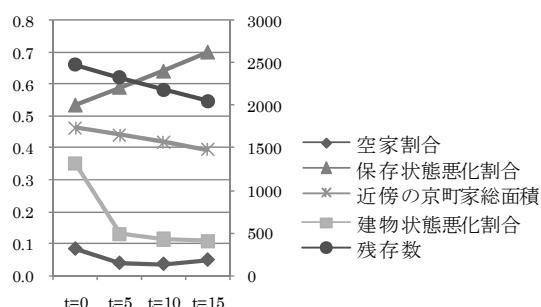


図4 京町家の状態変化（シナリオG）

左軸：空家割合と保存状態悪化割合、建物状態悪化割合
右軸：残存数と近傍の京町家総面積（m²）

5. おわりに

本稿では、動的な空間的MSMを用いて、京町家及び居住世帯の状態変化から京町家の取り壊しを予測し、京町家の保全政策の有効性を検討した。本稿

の研究成果を以下のように整理できる。1) 町家シムでは、複数の統計資料と手法を駆使することで、京町家居住世帯の合成ミクロデータを高い精度で推計できた。2) 分析結果からは、15年後までに、現存する京町家の約3割が取り壊されるが、包括的な京町家の保全政策を実施した場合、それを2割にまで抑制できることがわかった。このように町家シムを京町家保全政策の評価に活用できる。3) 町家シムは、京町家の建物状態や周辺環境の時系列変化や居住者の高齢化を明らかにでき、京町家の取り壊しをめぐる時空間的変容や因果関係の解明に利用でき得る。

今後の研究課題として、a) 合成ミクロデータ作成の精緻化、b) 人口・世帯動態及び京町家解体モジュールの改良、c) 政策分野での実践による空間的MSMの操作性の検証が指摘できる。かかる課題点を克服することで、空間的MSMが、都市の様々な現象の解明や政策立案・評価において有益な分析ツールとして利用できると考えられる。

付記

京町家外観調査データの利用に関しては、京都市都市計画局都市企画部都市づくり推進課と特定非営利活動法人京町家再生研究会に、居住者調査データの利用に関しては、(財)京都市景観・まちづくりセンターに、パーソントリップ調査データの利用に関しては、京都府に記して感謝致します。研究推進に当たって、文部科学省学術フロンティア推進事業「文化遺産と芸術作品を自然災害から防御するための学理の構築」(代表者:土岐憲三)、立命館大学GCOEプログラム「日本文化デジタル・ヒューマニティーズ拠点」(代表者:川嶋将生)に基づく支援を受けた。

参考文献

- 林良嗣・富田安夫 (1988) マイクロシミュレーションとランダム効用モデルを応用した世帯のライフサイクル－住宅立地－人口属性構成予測モデル、土木学会論文集, 395 (4-9), 85-94.
 矢野桂司・磯田弦・中谷友樹・河角龍典・松岡恵悟・高瀬裕・河原大・河原典史・井上学・塙本章宏・桐村喬 (2006) 歴史都市京都のバーチャル時・空間の構築、E-journal GEO, 0 (0), 12-21.
 Repmann, T. J., Mäkilä K. and Holm E. (2005) Microsimulation for local impact analysis: an application to plant shutdown, Journal of Regional Science, 45(1), 183-222.