

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26820209

研究課題名(和文) マクロ構造へのフィードバックを考慮した生活行動シミュレーションモデルの開発と適用

研究課題名(英文) Development and application of activity simulation models with feedback to macro structure

研究代表者

力石 真(Chikaraishi, Makoto)

広島大学・国際協力研究科・特任准教授

研究者番号：90585845

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：集約型都市構造の実現及びそれに伴う交通システムの再編の必要性が指摘されている一方、我が国では既に郊外に住宅団地が広がっているケースが多く、各種施策を実施する際には、集約の過程で生じる負の影響を最小限に抑えつつ集約化を図ることが重要になる。そこで本研究では、集約を試みる各種施策が住民の生活に与える影響を可能な限り正確に把握しておく必要があるとの認識のもと、(1)集約の過渡期において生じるモビリティの問題に世帯が適応的に対応する状況を記述するモビリティ保有モデルの構築、(2)住区単位で人口減少の問題に適応的に対応する状況を記述する買物需給モデルを構築し、その政策的示唆について整理した。

研究成果の概要(英文)：The importance of achieving compact city has been widely recognized particularly in the era of population decline and aging society. On the other hand, since urban sprawl has already taken place, compact city policies could have negative impacts on the citizens' daily life in the period of transition. To minimize such negative impacts, it is important to understand the mechanisms of causing the impacts. In this study, we develop two models to understand the mechanisms: (1) a household mobility tool ownership model, intending to understand how a household adapts to mobility issues that the elderly household member will face in the near future, and (2) a shopping demand-supply model to understand residents collective behavior to adapt population decline in a neighborhood. The main finding based on our analysis is that the effectiveness and negative impacts of compact city policies would depend on social structure.

研究分野：土木計画学

キーワード：市場的相互作用 非市場的相互作用 買物行動 高齢者 モビリティ

## 1. 研究開始当初の背景

我が国では、人口減少及び高齢化の進展を見据えた社会システムの再設計が喫緊の課題となっている。これに呼応する形で、都市・交通計画分野においても、集約型都市構造の実現及びそれに伴う交通システムの再編の必要性が指摘されている。一方、我が国では既に郊外に住宅団地が広がっているケースが多く、都市・交通システムを再編し都市機能を集約する過程においては、例えば人口密度が疎な郊外地域が数多く出現することに伴う利便性の低下といった、負の影響が生じる恐れがある。従って集約を目的とした政策を進める際には、これらの負の影響を最小限に抑えつつ集約化を図ることが重要になる。そのためには、各種施策が住民の生活に与える影響を可能な限り正確に把握しておくことが求められる。

都市の集約プロセスにおいて生じうる変化は、マクロ的变化とミクロ的变化が相互にループする構造になっていると考えられる。例えば、郊外部の買物施設の撤退(マクロ的变化)は、地域内での買物頻度の減少(ミクロ的变化)に寄与するであろうし、同様に、買物頻度の減少(ミクロ的变化)は、更なる買物施設の衰退や宅配システムの発展(マクロ的变化)を通じてマクロ構造にフィードバックすることが想定される。このような現象のメカニズムを理解することが、都市の集約プロセスをデザインする上で必要不可欠であると考えられるものの、これまで、都市・交通計画分野においてループ構造を持つ現象のメカニズムを解明する理論的・実証的アプローチは十分に確立されていない。

ミクロな意思決定の蓄積やその相互作用がマクロ構造に影響する現象を扱った研究は、社会学や経済学の分野において多く見られる。例えば、個人の居住地選択や企業の施設立地選択(ミクロ)から都市の集積(マクロ)が生じると仮定したモデルが構築されてきている。また、交通分野においても、放置駐輪行動(ミクロ)と放置駐輪に対する規範の形成(マクロ)に焦点を当てた研究や、マルチエージェントシミュレーションを用いて微視的な交通の振る舞いと巨視的な現象の関係を分析した研究等が存在する。しかしながら、高齢化・少子化時代における都市の縮退を前提とした相互作用の研究は我々の知る限り皆無であり、都市の集約プロセスにおいて注意を払うべき相互作用の種類や、そのモデリング手法、評価手法について十分な議論がなされていない状況にある。

## 2. 研究の目的

以上に述べた問題意識に基づき、本研究では、高齢化・人口減少の局面において重要と考えられる幾つかの相互作用に焦点を当て、(1)土地利用・交通システムへのフィード

バックメカニズムを組み込んだ生活行動シミュレーションモデルを開発すること、(2)実証分析を通じて政策的含意を提示すること、を目的とした。具体的には、主に以下の2つの相互作用に焦点を当てた研究を行った。

1. 利他性を考慮したモビリティ保有意思決定のモデル分析(世帯構成員間の相互作用)
2. 市場的/非市場的相互作用を考慮した消費者行動と商業施設立地のモデル分析(市場を介した相互作用, 地区住民間の相互作用(非市場的相互作用))

1点目は、集約の過渡期において生じうるモビリティの問題に個々人が適応する状況を想定した分析であり、モビリティの欠如に直面している高齢者に対する他の世帯構成員の利他的配慮に焦点を当てている。2点目は、コミュニティ単位で人口減少に適応する状況を想定した分析であり、地区住民間の非市場的相互作用に焦点を当てている。まとめると、人口減少/高齢化に伴い直面する問題に対して、家族やコミュニティが取る適応行動に焦点を当てる点に本研究の特徴がある。

## 3. 研究の方法

上記2点のモデル分析を行うにあたって、相互作用モデルに関する豊富な研究蓄積がある社会学、経済学分野の論文を包括的にレビューした。レビューの結果に基づき、以下の特徴を持つ分析手法を採用した。

### (1) 利他性を考慮したモビリティ保有意思決定のモデル分析

本研究では、高齢者にとって有用と思われるパーソナルモビリティ(以下、PM。たとえばシニアカー)の保有を例にモデル分析を行った。モビリティ保有の意思決定は、車両のスペックや、実際に車両を利用する者の選好だけでなく、家族の選好も考慮した上でなされるケースが多いものと考えられる。例えば、高齢者は自動車を利用したいが、安全性の問題から家族が反対し、結果的に自動車の利用を取り止めた事例は枚挙にいとまがない。

以上のような世帯の意思決定をモデル化する場合、利己的な個人を仮定する伝統的なモデリング技法では不十分であり、利他的配慮を反映した分析フレームが必要となる。具体的には、世帯構成員が高齢者に対して抱く「シニアカーといった身体的負担の少ないモビリティを保有した方が良い」、「危険性の低い低速のモビリティを保有した方が良い」といった世帯構成員の利他的配慮と、「利便性の高い自動車を利用し続けたい」といった高齢者の効用の双方を反映した世帯意思決定モデルを構築する必要がある。そこで本研究では、経済学の分野において提案されてい

る Collective household model をベースに、利他的配慮を反映した世帯 PM 保有モデルを構築した。なお、モデルの構築に当たって必要となる個々人の選好、及び、世帯の選好を観測するために、本研究では、世帯を対象とした選好意識調査手法を新たに提案、実施している。

#### (2) 市場的 / 非市場的相互作用を考慮した消費者行動と商業施設立地のモデル分析

買物施設の立地は、伝統的な経済学的視点に立つと、買物客の需要行動と小売業者の供給行動の市場におけるやりとり(市場的相互作用)の結果として決まるといえる。他方で、このような市場原理を介さない社会的相互作用(非市場的相互作用)が近隣小売店において生じる可能性がある。例えば既往研究において、「人付き合い」、「知人とのコミュニケーション」といった要因が買物施設選択に影響することが報告されている。従って、買物施設の立地は、市場的相互作用だけでなく様々な(非市場的)相互作用の存在下で決まるものと考えられる。例えば過疎地域では、住民の自助努力により維持されている買物施設が散見されるが、このような施設の維持は、市場的相互作用というよりはむしろ非市場的相互作用の結果として生じたものと解釈できる。しかしながら、筆者らの知る限り、非市場的相互作用を明示的に扱った買物立地モデルは存在せず、結果として、上述したような住民の自助努力存在下での交通政策の実施が、買物施設立地の均衡パターンにどのような影響を及ぼすのか明らかになっていない。

そこで本研究では、他主体の平均的行動に影響を受けるケース(解釈例:規範・同調を通じた相互作用)と、他主体の集計的行動に影響をうけるケース(解釈例:賑わいを通じた相互作用)を想定したモデルを構築し、モデルの性質を理論的・実証的に確認した。

#### 4. 研究成果

主要な知見を以下にまとめる。

##### (1) PM 保有モデル分析結果

- (a) 高齢者の選好だけでなく、高齢者以外の世帯構成員の選好も PM 保有の意思決定に影響することが確認された。また、世帯構成員間の関係性が全世界で同一とする仮定をおいた場合、非高齢者の選好 0.4、高齢者の選好 0.6 として重み付け平均をとった世帯選好を用いる場合のモデル精度が最も高いことが確認された。
- (b) どの世帯構成員の意見が重視されるかは、個人属性や主張内容に依存することが確認された。例えば、共用可能性を重視して「電動アシスト自転車」の保有を主張した構成員の意見は優先されやすいことが示唆された。

##### (2) 買物目的地選択 / 商業施設立地モデル分析結果

- (a) 市場的相互作用と非市場的相互作用の双方を考慮した買物需給モデルを用いた簡単なシミュレーション分析の結果、非市場的相互作用が市場的相互作用よりも短期間で均衡に至るとの仮定の下では、提案モデルによって、市場メカニズムの下では存続が難しいような小売店であっても、非市場的相互作用を介して施設の存続が可能となる状況を表現できることを示した。
- (b) 広島市を対象とした実証分析の結果、買物目的地選択行動に対して交通費用が負で有意に働くことが確認された。加えて、他主体の集計的行動からの影響として記述される「賑わい」よりも、他主体の平均的行動からの影響として記述される「同調・規範」が買物目的地選択行動に影響することが示唆された。

以上の結果は、理論的な課題や実証分析に基づくエビデンスが不足しているため一般的な結論とは言えないものの、地域の社会構造のより良い理解を下敷きに都市・交通政策を展開する重要性を示唆するものと考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

1. Nguyen, T.A.H., Chikaraishi, M., Fujiwara, A., Zhang, J. (2017) Mediation effects of income on travel mode choice: Analysis of short-distance trips based on path analysis with multiple discrete outcomes, *Transportation Research Record* (In Press).
2. Nguyen, T.A.H., Chikaraishi, M., Seya, H., Fujiwara, A., Zhang, J. (2017) Elderly's heterogeneous responses to topographical factors in travel mode choice within a hilly neighborhood: An analysis based on combined GPS and paper-based surveys, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17(3), 411-424.
3. 力石真, 西川文人, 瀬谷創, 藤原章正, 張峻屹 (2016) 近隣住民間の社会的相互作用を考慮した買物目的地選択行動のモデル分析, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, 72(5), I\_595-605.
4. Nguyen, T.A.H., Chikaraishi, M., Seya, H., Fujiwara, A., Zhang, J. (2016) Exploring Self-Containment of Discretionary Activities in an Aging Newtown of Japan Based on a Destination Choice Model with Social Network Effects, *Asian Transport Studies*, Vol.

〔学会発表〕(計 14 件)

1. Nguyen, T.A.H., Chikaraishi, M., Fujiwara, A., Zhang, J. (2017) Mediation effects of income on travel mode choice: Analysis of short-distance trips based on path analysis with multiple discrete outcomes, Paper presented at the 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 8-12, Washington D.C., USA (DVD-ROM).
2. 倉橋一将, 力石真, 藤原章正 (2016) オールド・ニュータウンにおけるコミュニティ主体の PM 共同利用サービスの住民受容性, 交通工学研究会発表論文集, 36, 663-666, 2016, 日本大学.
3. 西川文人, 力石真, 瀬谷創, 藤原章正, 張峻屹 (2016) 消費者行動と商業施設立地の市場的相互作用と非市場的相互作用のモデル分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 53 (CD-ROM), 北海道大学.
4. 力石真, 瀬谷創, 福田大輔 (2016) 社会的相互作用に着目したミクロ計量経済分析の展開と土木計画への応用可能性, 土木計画学研究・講演集, Vol. 53 (CD-ROM), 北海道大学.
5. Nguyen, H.N.T., Chikaraishi, M., Seya, H., Fujiwara, A., Zhang, J. (2015) Travel behavior in a hilly neighborhood in Japan: A case study on the impacts of slope on elders' mode choice decisions, Paper presented at the 13th International Conference on Travel Behaviour Research, July 19-23, London, UK.
6. Nguyen, T. A. H., Chikaraishi, M., Fujiwara, A., Zhang, J. (2015) Self-containment of non-mandatory activities in an aging newtown: Modeling destination choice with social network effects, Proceedings of Infrastructure Planning, Vol. 51, CD-ROM, 九州大学.
7. 力石真, 藤原章正, 西川文人, 瀬谷創, 張峻屹 (2015) 近隣小売店の買物魅力度を内生化した地域住民の買物行動のモデル化, 土木計画学研究・講演集, Vol.51 (CD-ROM), 九州大学.
8. 西川文人, 力石真, 瀬谷創, 藤原章正, 張峻屹 (2015) 施設魅力度を内生化した買物目的地選択モデルの構築, 土木学会中国支部第 67 回研究発表会発表概要集 (CD-ROM), 山口大学.
9. Tran M. T., Zhang, J., Chikaraishi, M., Fujiwara, A. (2015) A joint analysis of residential location, work location and commuting mode choices in Hanoi, Vietnam, Paper presented at the 94th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 11-15, Washington D.C., USA (DVD-ROM).
10. Chikaraishi, M., Uehara, A., Fujiwara, A., Zhang, J. (2014) A collective household model of personal mobility vehicle ownership: A case study in newtowns in Japan, Paper presented at the 19th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, Hong Kong, December 13-15, 2014.
11. 力石真, 上原亜由美, 藤原章正, 張峻屹 (2014) Collective モデルに基づくニュータウンにおける世帯の PM 保有行動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.49 (CD-ROM), 東北工業大学.
12. 倉橋一将, 力石真, 藤原章正, 張峻屹, 太田恒平 (2014) 高解像度データを用いた地区間及び地区内アクセシビリティ解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.49 (CD-ROM), 東北工業大学.
13. 倉橋一将, 力石真, 藤原章正, 張峻屹 (2014) 広島市における集約型都市構造の実現に向けた郊外ニュータウンのアクセシビリティ評価, 土木学会中国支部第 66 回研究発表会発表概要集 (CD-ROM), 松江工業高等専門学校.
14. 力石真, 上原亜由美, 藤原章正, 張峻屹 (2014) オールド・ニュータウンにおけるパーソナルモビリティ保有の世帯意思決定分析, 第 12 回日本都市計画学会中国四国支部研究発表会, pp. 17-20, 広島市.

〔図書〕(計 2 件)

1. Chikaraishi, M. (2016) Mobility of the elderly, Zhang, J. (ed.) Life-Oriented Behavioral Research for Urban Policy, Springer, 267-291.
2. 力石真, 藤原章正, 張峻屹, 塚井誠人 (2015) 高齢者のモビリティと生活行動に関する研究, 張峻屹(編) 市民生活行動学, 土木学会, pp. 231-250.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

力石 真 (CHIKARAISHI MAKOTO)  
広島大学・大学院国際協力研究科  
・特任准教授  
研究者番号：90585845