

大規模小売店舗の中心市街地への出店が買い物行動に及ぼす影響の分析*

An Analysis of Effects of Department Store Opening at City Center on Shopping Engagement Behavior*

山本俊行**・赤佐浩一***・倉内慎也****・森川高行*****

By Toshiyuki YAMAMOTO**, Koichi AKASA***, Shinya KURAUCHI****, Takayuki MORIKAWA*****

1. はじめに

戦後の郊外化と自動車社会化の結果、郊外型の大規模小売店舗が郊外幹線道路沿いに次々と立地する一方で、都心の中心市街地の商店街の空洞化が深刻な問題となっている。郊外型大規模小売店舗が自家用車によるアクセスを前提としているのに対して、中心市街地商店街は都市の中心駅に隣接している場合も多く、鉄道利用者の減少による公共交通システムの破綻も生じている¹⁾。近年、このような状況を打破するため中心市街地活性化方策が進められており、駅前再開発や中心市街地への大規模小売店舗の出店も見られる。本研究は、このような大規模小売店舗の中心市街地への出店が地域の人々の買い物行動に及ぼす影響を実証的かつ定量的に把握することを目的とするものである。

買い物行動は、発生頻度及び目的地についての自由度が高いという特徴を持っており、他地域との競争を明示的に考慮した分析として、離散選択モデルの枠組みを用いた分析²⁾や、買い物行動を含む自由活動の発生に着目した資源配分モデルの枠組みを用いた分析³⁾が行われてきた。資源配分モデルでは、買い物行動の発生だけに留まらず、異なる場所での買い物行動を別の財と見なせば買い物場所選択も表現可能であり、より包括的なモデルと考えられる。

資源配分モデルでは、意思決定主体は資源を最適に配分しているという仮定が置かれている。この仮

定は十分長期間の観測に基づくデータの分析には適しているものの、通常得られるデータはある限られた期間の観測に基づくため、常に最適な配分が実現しているとは考えにくい。Kockelman⁴⁾は活動発生の離散性に着目し頻度モデルの枠組みを用いて上記の問題に対応している。すなわち、意思決定主体は最適資源配分を目指して離散的に各活動を実行しており、限られた期間内では各活動への時間配分が活動発生頻度として観測されるものとして、資源配分モデルのパラメータを推定している。

本研究では、Kockelman に基づき、頻度モデルの枠組みで目的地別買い物発生モデルを構築し、大規模小売店舗の出店の影響を定量化する。本研究で用いるデータは1週間の買い物行動データであるが、観測期間の影響を分析することを目的として、同時に収集されたパーソントリップ(PT)調査と同等の1日のトリップデータを用いた離散選択モデルを構築し頻度モデルとの比較分析を行う。

店舗の出店前後の変化を観測する方法としては、事前事後調査によって前後の変化を観測することが一般的であるが、事前事後調査には、事前と事後で独立に標本抽出を行う繰り返し断面調査と、同一の被験者に対して事前事後調査を行うパネル調査がある。本研究では繰り返し断面調査で得られたデータを用いた実証分析を行うが、繰り返し断面調査では、事前事後のサンプルの違いが事前事後の見かけの変化に影響を及ぼしてしまう。本研究では、調査への参加・不参加を予測する調査参加モデルを構築し、WESML 推定量⁵⁾を用いたパラメータ推定により事前事後のサンプルの違いによる影響を除去することを試みる。

2. 買い物行動モデル

*キーワード：交通行動分析，発生交通，分布交通
**正員，博(工)，名古屋大学大学院工学研究科
(愛知県名古屋市千種区不老町，TEL:052-789-4636，
E-mail:yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp)
***正員，修(工)，名古屋市(愛知県名古屋市中区三
の丸3-1-1，TEL:052-961-1111)
****正員，修(工)，名古屋大学大学院工学研究科
(E-mail:kurauchi@civil.nagoya-u.ac.jp)
*****正員，Ph.D.，名古屋大学大学院環境学研究科
(E-mail:morikawa@civil.nagoya-u.ac.jp)

(1) 頻度モデル

分析対象とする買い物目的地が単一で、買い物行動の発生がポアソン過程に従う場合、一定期間で観測される個人 n の買い物回数、 y_n 、は以下のポアソン分布で表される。

$$\begin{aligned} \Pr(y_n) &= \lambda_n^{y_n} \exp(-\lambda_n) / y_n! \\ \lambda_n &= \exp(\beta X_n) \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 β は未知パラメータ、 X_n は説明変数ベクトルを表す。ここで、買い物発生強度、 λ_n 、に対する非観測異質性が存在する場合には、非観測異質性にガンマ分布を仮定することで以下の負の二項分布が導かれる。

$$\Pr(y_n) = \frac{\Gamma(y_n + \theta)}{y_n! \Gamma(\theta)} \left(\frac{\lambda_n}{\lambda_n + \theta} \right)^{y_n} \left(\frac{\theta}{\lambda_n + \theta} \right)^\theta \quad (2)$$

ただし、 $1/\theta$ は非観測異質性の分散パラメータを表す。

分析対象とする買い物目的地が複数ある場合、各目的地への買い物発生回数がポアソン分布に従うと仮定すると、一定期間で観測される個人 n の各目的地での買い物回数、 $y_{n1}, y_{n2}, \dots, y_{nl}$ 、は以下の多変量ポアソン分布で表される。

$$\begin{aligned} \Pr(y_{n1}, y_{n2}, \dots, y_{nl}) &= \prod_{i=1}^l \{ \lambda_{ni}^{y_{ni}} \exp(-\lambda_{ni}) / y_{ni}! \} \\ &= \frac{y_{nT}!}{\prod_{i=1}^l y_{ni}!} \prod_{i=1}^l \left(\frac{\lambda_{ni}}{\lambda_{nT}} \right)^{y_{ni}} \frac{\lambda_{nT}^{y_{nT}} \exp(-\lambda_{nT})}{y_{nT}!} \\ y_{nT} &= \sum_{i=1}^l y_{ni}, \quad \lambda_{nT} = \sum_{i=1}^l \lambda_{ni} \end{aligned} \quad (3)$$

同様に、各目的地への買い物発生回数が負の二項分布に従うと仮定すると、以下の式で表される。ただし、ここでは、各目的地の買い物発生回数に対する非観測異質性の分散は同一で独立であることを仮定している。

$$\begin{aligned} \Pr(y_{n1}, y_{n2}, \dots, y_{nl}) &= \prod_{i=1}^l \left\{ \frac{\Gamma(y_{ni} + \theta)}{y_{ni}! \Gamma(\theta)} \left(\frac{\lambda_{ni}}{\lambda_{ni} + \theta} \right)^{y_{ni}} \left(\frac{\theta}{\lambda_{ni} + \theta} \right)^\theta \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

一方、非観測異質性が目的地に因らず同一の値をとると仮定した場合には、以下の多変量負の二項分布

で表される。

$$\begin{aligned} \Pr(y_{n1}, y_{n2}, \dots, y_{nl}) &= \frac{y_{nT}!}{\prod_{i=1}^l y_{ni}!} \prod_{i=1}^l \left(\frac{\lambda_{ni}}{\lambda_{nT}} \right)^{y_{ni}} \\ &\times \frac{\Gamma(y_{nT} + \theta)}{y_{nT}! \Gamma(\theta)} \left(\frac{\lambda_{nT}}{\lambda_{nT} + \theta} \right)^{y_{nT}} \left(\frac{\theta}{\lambda_{nT} + \theta} \right)^\theta \end{aligned} \quad (5)$$

本研究で対象とする買い物行動では、非観測異質性は各目的地に対する選好の異質性及び買い物行動発生に対する異質性の両方が考えられる。式(2)では両方の異質性が含まれていると考えられるのに対して、式(4)では前者の異質性のみ、式(5)では後者の異質性のみが考慮された形となっている。本研究では、各モデルを比較することでいずれの異質性が卓越するかについて検討する。

(2) 離散選択モデル

本研究では、頻度モデルと比較するために、上位レベルを買い物行動の有無、下位レベルを買い物目的地の選択と仮定したネスティッドロジット(NL)モデルの枠組みを用いたモデルの推定を行う。各選択肢の選択確率は以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \Pr(0) &= \frac{1}{1 + \exp \left\{ \sigma \ln \left(\sum_{i=1}^l \exp(\beta X_{ni} / \sigma) \right) \right\}} \\ \Pr(i) &= \frac{\exp(\beta X_{ni} / \sigma)}{\sum_{i=1}^l \exp(\beta X_{ni} / \sigma)} \{ 1 - \Pr(0) \}, \quad i = 1, 2, \dots, l \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、 $\Pr(0)$ は買い物行動をしない確率を表し、 $\Pr(i)$ は目的地 i を選択する確率を表す。また、 σ は未知パラメータを表し、 $\sigma = 1$ の時、各目的地の選好の非観測異質性は独立であることを意味し、 $\sigma = 0$ の時、非観測異質性が目的地に因らず同一の値をとることを意味する。これらは、前述の頻度モデルにおける非観測異質性の解釈と対応するものである。さらに、NLモデルでは $0 < \sigma < 1$ の値を取る場合もある。この場合は、非観測異質性は目的地に因らず同一の部分と各目的地に独立の部分の両者を含むことを意味するため、NLモデルは前述の頻度モデルと比較して非観測異質性に関する取扱がより柔軟であると見えよう。

離散選択モデルは1回の買い物行動を対象とする

のに対して、頻度モデルは一定期間内の複数回の買い物行動を対象とするため、両者をそのまま比較することは出来ない。よって、本研究では通常の1日のトリップデータを用いたパラメータ推定に加えて、一定期間に観測された買い物行動を各回の買い物行動を独立に複数回観測したものと見なして以下の式によりパラメータの推定を行う。

$$\Pr(y_{n1}, y_{n2}, \dots, y_{nI}) = \prod_{i=0}^I \Pr(i)^{y_{ni}} \quad (7)$$

$$y_{n0} = Y - y_{nI}$$

ただし、 Y は一定期間内に実施可能な最大の買い物回数を表し、外生的に与える必要がある。本研究では、観測期間は1週間であるため $Y=7$ とした。

(3) 重み付き最尤推定

本研究では、事前事後のサンプルの違いによる影響を除去するため、2項プロビットモデルを用いて調査への参加・不参加行動を表す調査参加モデルを構築し、調査参加確率から各ケースの重み、 w_n 、を以下の式により算出する。

$$w_n = \frac{1}{\hat{Q}_n} / \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{1}{\hat{Q}_n} \right) \quad (8)$$

ただし、 \hat{Q}_n は調査参加モデルによる個人 n の調査参加確率の推定値、 N はサンプル数を表す。算出された重みを用いて、買い物行動モデルのパラメータを以下の WESML 推定量、 LL_w 、によって推定する。

$$LL_w = \sum_{n=1}^N w_n \ln \Pr(y_{n1}, y_{n2}, \dots, y_{nI}) \quad (9)$$

3. データの概要

本研究で用いたデータは愛知県豊田市で市民を対象に実施されたアンケート調査によるものである。豊田市では、2001年10月25日(木)に大規模小売店が中心市街地である豊田市駅前に出店しており、アンケート調査は出店前後の2001年10月14日(日)と11月18日(日)に実施されている。調査項目は、通常のPT調査と同様の項目を休日に関して尋ねた休日PT調査及び過去1週間の買い物行動に関して目的、目的地、滞在時間、回数等を尋ねた買い物行動調査からなる。買い物目的地の分類を図-1に示す。

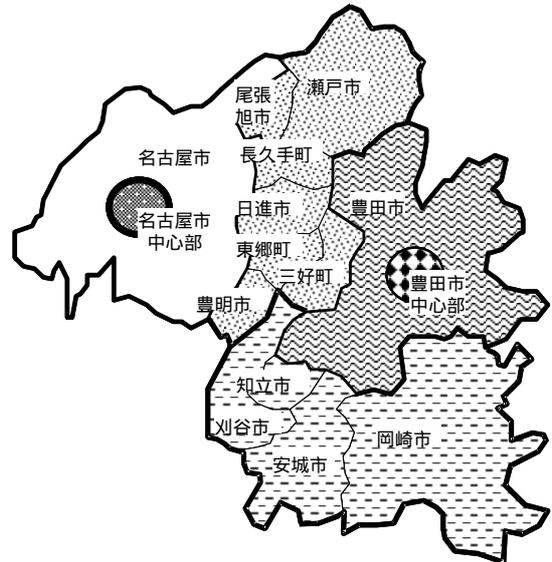


図-1 買い物目的地分類

調査では、豊田市中心市街地、豊田市内その他地域、名古屋市中心市街地、豊田市周辺西側地域、名古屋周辺南側地域、その他、の6地域となっており、本研究では、その他を除く5地域を対象としたモデルの構築を行う。

調査票配布数は、10月に675世帯1772人、11月に675世帯1814人であり、有効回収数は10月で1384人(78.1%)、11月で1469人(81.0%)であった。本研究では、このうち回答に不備のない2822人のデータを用いて分析を行う。

4. 推定結果

(1) 調査参加モデル

10月の調査で得られたデータと11月の調査で得られたデータに対して個別に参加モデルを推定した結果、1つの変数を除いて全てのパラメータに差が認められなかったためパラメータを共通としたモデルを構築した。推定結果より、男性は女性に比べて参加確率が低く、18才から39才では他の年齢層に比べて参加確率が低い。また、居住地域によっても参加確率に差があることが確認された。これらの差異は、PT調査でも拡大係数を用いて補正を行っているものである。推定結果では、さらに、単身世帯では参加確率が他の世帯に比べて低いことが示された。世帯人数に関してはPT調査データの拡大係数で考慮されていないのに対して、本モデルでは、他の変数に比べて最も係数の絶対値が大きく参加確率に大き

表-1 買い物行動モデルの推定結果（一部）

| 観測期間 | 多変量ポアソン | | 多変量負の二項分布 | | | | ネスティッドロジットモデル | | | |
|----------|---------|--------|-----------|--------|-------|--------|---------------|--------|-------|-------|
| | 1週間 | | 1週間 | | 1週間 | | 1週間 | | 1日 | |
| 非観測異質性 | 無し | | 独立 | | 目的地共通 | | 相関あり | | 相関あり | |
| 変数名 | 推定値 | t値 | 推定値 | t値 | 推定値 | t値 | 推定値 | t値 | 推定値 | t値 |
| 店舗床密度 | 6.394 | 10.99 | 5.705 | 5.80 | 6.978 | 8.59 | 9.413 | 12.30 | 4.998 | 2.05 |
| θ | | | 0.589 | 23.70 | 2.573 | 15.07 | | | | |
| σ | | | | | | | 0.774 | 11.29 | 0.406 | 1.55 |
| サンプル数 | | 2822 | | 2822 | | 2822 | | 2822 | | 2822 |
| 最終尤度 | | -11406 | | -10263 | | -11117 | | -18794 | | -2908 |
| パラメータ数 | | 17 | | 18 | | 18 | | 18 | | 18 |
| AIC | | 22846 | | 20562 | | 22271 | | 37625 | | 5852 |

な影響を及ぼすことを示している。西田ら⁶⁾、石田ら⁷⁾は、同一の性・年齢の個人でも世帯属性によって交通行動が大きく異なることを示しており、母集団の代表性向上に重要な変数であると考えられる。

(2) 買い物行動モデル

買い物行動モデルの推定結果の一部を表-1に示す。いずれのモデルにおいても店舗床密度は統計的に有意な値を取っており、中心市街地への大型小売店舗の出店の影響を定量的に把握することが出来た。紙面の都合上割愛したが基礎集計分析では出店の影響が明確でなく、モデルの適用が影響把握の効率性を向上させたものと考えられる。

AICを比較すると、多変量ポアソン分布よりも、多変量負の二項分布の方がモデルの当てはまりが良い事が分かる。これは、個人間に非観測異質性が存在することを示すものである。また、非観測異質性が目的地に因らず共通のモデルよりも各目的地に独立のモデルの方が再現性が高い。これは、各目的地に独立な非観測異質性が卓越していることを示唆する。ただし、NLモデルの推定結果は非観測異質性は各目的地に独立な部分と目的地に因らず共通な部分の両者を含んでいることを示唆しており、モデルの改良の余地が考えられる。

また、観測期間が1日のNLモデルと観測期間が1週間の頻度モデルを比較すると、全ての説明変数について頻度モデルの方がt値が大きく、観測期間の長期化によってパラメータ推定のための情報量が増加することを示唆している。さらに、観測期間が1週間のNLモデルに比べて頻度モデルの方がAIC

が小さく、頻度モデルの方が買い物行動の再現性が高いことが示された。

5. おわりに

本研究では、頻度モデルにより大規模小売店舗の中心市街地への出店が買い物行動に及ぼす影響を定量化し、頻度モデルの有効性を示した。また、調査参加モデルによりサンプルの母集団代表性の向上を試み、個人属性に加えて世帯属性が調査参加率に大きな影響を及ぼすことを示した。なお、調査の実施に際しては財団法人豊田都市交通研究所に多大な協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 秋山孝正, 山本俊行: 鉄道に敗れた都市, 鉄道でまちづくり(北村隆一編著), 学芸出版社, pp. 67-97, 2004.
- 2) 例えば, 西井和夫, 近藤勝直, 古屋秀樹, 鈴木隆: パネルアトリプションを考慮した買物場所選択モデル - 甲府買物パネルデータを用いて, 土木計画学研究・論文集, No. 12, pp. 389-396, 1995.
- 3) 例えば, 山本俊行, 阿部昌幸, 藤井聡, 北村隆一: 個人の自由目的来訪活動における滞在時間・出費・来訪頻度同時選択モデルの構築, 土木計画学研究・論文集, No. 16, pp. 561-567, 1999.
- 4) Kockelman, K.M.: A model for time- and budget-constrained activity demand analysis, *Transportation Research Part B*, Vol. 35, pp. 255-269, 2001.
- 5) Manski, C.F. and McFadden, C.D.: Alternative estimators and sample designs for discrete choice analysis. In C.F. Manski and D. McFadden (eds.) *Structural Analysis of Discrete Data*, Cambridge: MIT Press, pp. 2-50, 1981.
- 6) 西田悟史, 山本俊行, 藤井聡, 北村隆一: 非集計交通需要分析のための将来世帯属性生成システムの構築, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 779-787, 2000.
- 7) 石田東生, 上原穂高, 岡本直久, 古屋秀樹: 東京都市圏における世帯の自動車保有及び交通行動に関する基礎的研究, 土木計画学研究・論文集, No. 21, 2004(印刷中).