

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

力石 真¹・藤原 章正²・西川 文人³・瀬谷 創⁴・張 峻屹⁵

¹正会員 広島大学 大学院国際協力研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)
E-mail: chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp

²正会員 広島大学 大学院国際協力研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)
E-mail: afujiw@hiroshima-u.ac.jp

³学生会員 広島大学 大学院国際協力研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)
E-mail: m152891@hiroshima-u.ac.jp

⁴正会員 広島大学 大学院国際協力研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)
E-mail: hseya@hiroshima-u.ac.jp

⁵正会員 広島大学 大学院国際協力研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)
E-mail: zjy@hiroshima-u.ac.jp

本研究では、高齢化の進むニュータウンの住環境の維持・改善に資する方策検討に向けた基礎的な分析ツールの開発を念頭に、市場的／非市場的相互作用により発生する近隣小売店の魅力度を内生化した地域住民の買物目的地選択行動をモデル化した。また、広島市の郊外ニュータウンを対象とした実証分析を行った。本研究の主な成果は、(1) 周囲からの平均的行動ではなく、集計的行動に影響を受ける形で非市場的相互作用をモデル化した点、(2) 外生・相関効果を考慮してもなお、内生効果が有意に存在していることを実証的に示した点、(3) 分析対象地域においては、複数均衡は存在しない可能性が高いことを示した点にあると考えている。

Key Words : *shopping behavior, newtown, retail attractiveness, social interaction, multiple equilibria*

1. はじめに

多くのニュータウンでは、商業施設を有する近隣センターが計画的に配置され、住民の生活利便性を高める工夫がなされている。一方、地区人口の減少、地区周辺への大規模商業施設の進出などに伴い、店舗の維持に必要な需要が見込めず、撤退に至るケースが散見される。近隣小売店の撤退は、とりわけ自動車を利用出来ない交通弱者の生活利便性を著しく低下させる。将来、高齢化に伴い交通コストが上昇する可能性があることを踏まえれば、現時点において地区外商業施設で買物をする行為は、将来時点の自らの生活利便性を低下させる可能性があるという意味において、集合行為のジレンマ[dilemma of collective action (Olson, 1965)]の構造を有しているといえよう。

ところで買物施設の需要は、当然のことながら当該施設の(相対的な)魅力度に依存する。買物施設の魅力度

を規定する要因として、大別して以下の2種類が考えられる。1つは、市場的相互作用を通じて形成された魅力度であり、大きな需要が見込まれる地域であるほど、多様な商品を揃えることが想定される。もう1つは、施設の賑わいや当該地域・施設への愛着、友人と会うといった、市場メカニズム以外の要因を通じて形成される魅力度である。両者とも、他者の行動結果に依存して決まる魅力度である点において、買物客同士の相互作用によって形成される魅力度といえる。

比較的広範囲のマクロな買物需給問題を扱う場合、前者の市場的相互作用が卓越している可能性が高く、市場均衡を想定した買物需給モデルの適用可能性は高いと考えられる。一方、特定のニュータウンにおける近隣小売店の存続可能性の検討や維持方針について議論する場合、後者の非市場的相互作用の存在を積極的に考慮する必要があるように思われる。例えば樋野(2002)は、中小規模の店舗を利用する買物客は、「顔なじみ」や「接客」と

いったコミュニケーション要素を重要視していることを指摘している。さらに、人口規模や立地環境が類似したニュータウンであっても、あるニュータウンでは賑わいのある近隣小売店を維持している一方、別のニュータウンでは既に店舗が撤退してしまっているような状況が存在する。このような、市場メカニズムでは説明できない要因が近隣小売店の撤退／維持に影響を及ぼす場合、それらの影響を適切に捉え、地区のマネジメントに活かすことが望ましい。より積極的には、このような非市場的相互作用にこそ、上述の集合行為のジレンマを克服するための処方箋が隠されている可能性がある。

そこで本研究では、地区のより良いマネジメントに向けた基礎分析ツールの開発を念頭に、市場的／非市場的相互作用により発生する近隣小売店の魅力度を内生化した地域住民の買物目的地選択モデルを構築する。また、広島市郊外の住宅地を対象とした実証分析を行い、社会的相互作用の影響を定量的に把握する。

次章では、関連する既存研究をレビューし、本研究の位置付けを明確にする。3章では、相互作用を考慮した買物目的地選択モデルを提案する。4章では、提案モデルの特性を整理する。5章では、実証分析の対象地域及び使用データを概説する。6章では、提案モデルの推定結果を示し、考察を加える。7章にて本研究の成果と今後の課題をまとめる。

2. 既往研究のレビュー

(1) 買物難民に関する既往研究

近年、上述したような買物難民の問題を扱う研究が数多く見られる。例えば樋野(2002)は、買物施設へのアクセスに何を抱える高齢者において食事の欠食率が高くなることを示している。崔・鈴木(2012)は、日本及び韓国のニュータウンを対象に、高齢者の買物行動を分析し、人口減少下においては、一点集中型の施設配置よりも多数の施設が分散的に立地する方が望ましいとしている。ただし、以上の研究は、買物困難者または買物困難地域の現状を把握することを試みた研究であり、市場的／非市場的相互作用の存在は考慮されていない。

市場的相互作用を考慮した初期の研究として、Harris and Wilson(1978)の研究が挙げられる。彼らが提案するモデルでは、消費者の需要に応じて企業は施設規模(床面積)を変更すると仮定される(具体的には、利潤が正であれば拡大、負であれば縮小すると仮定)。また、消費者の需要は床面積に対して収穫逓増になり得ることを考慮した定式化がなされており、買物施設立地の均衡状態は複数存在し得ることが示されている。国内においては、山田ら(2013)は、買い物困難地域のための

買物需給モデルを構築し、小売店の撤退行動のモデル化を試みている。ただし、以上の研究においては、市場的相互作用のみが考慮された定式化となっており、施設の賑わいや当該地域・施設への愛着、友人と会うといった、市場メカニズム以外の要素に起因する相互作用の記述はなされていない。

(2) 非市場的相互作用のモデル化に関する既往研究

非市場的相互作用のモデル化については、Manski(1993)の研究を嚆矢として、数多くの研究が蓄積されてきている。なお、まとまったレビューが福田ら(2004a)によりなされているため、ここでは本研究に関連する既往研究のみレビューする。

Manski(1993)は特定の準拠集団内において発生しうる社会的相互作用の効果を、①内生効果(endogenous effects)、②外生効果(Exogenous effects)、③相関効果(Correlated effects)の3つに類型化している。それぞれ、①は集団全体の行動結果が個人意思決定に影響を及ぼす状況を、②は集団全体の属性が個人意思決定に影響を及ぼす状況を、③は個人間で類似した属性を有していることが原因で、準拠集団内の構成員が類似の行動をとる傾向にある状況を指す。

ニュータウンでの買物行動を例にとると、内生効果は「友達が地区内の店舗で買物しているから私もそうしよう」といった効果を、外生効果は「地区内住民の多くは高齢者であり移動制約が高いから地区内の店舗で買物する傾向にある」といった効果を、相関効果は「(観測できていない要因も含めて)個人属性が類似しているため、ある特定の地区では地区内買物が多い」といった効果を意味する。なお、外生効果と相関効果は、我々が観測できる個人及び集団の変数に依存して定義されるものと考えられる。例えば上の例では、高齢者であることは外生効果として説明しているが、仮に年齢が観測できていない場合、その影響は相関効果として捉えざるを得ない。

上の3種類の効果のうち、内生効果が存在するかどうか最も重要とされる。これは、内生効果が存在する場合、一部の人々の地区内での買物行動が他の人々の地区内での買物を誘発する意味において社会的増幅(Social multiplier)の性質を有するためである。外生効果及び相関効果はこのような効果を有していない。ただし、内生効果を観測データから同定する場合、外生効果及び相関効果をコントロールしておく必要がある(Manski, 1993)。

以上のような非市場的相互作用のモデル化は、理論的にも実証的にも研究の蓄積がある。理論研究としては、例えば上田(1991)は、市場的及び非市場的相互作用を通じた生活機会の増大が人口移動に及ぼす影響を記述する理論モデルを構築している。奥村ら(1998)は、非市場的相互作用効果として知識・情報のスピルオーバー効果を

想定した都市集積の理論モデルを構築している。

内生効果の推定を試みた実証分析としては、Fukuda and Morichi (2007)による違法駐輪行動、福田ら(2004b)によるETC車載器の普及モデル、溝上ら(2013)によるバストリガー制導入効果の検証等がある。ただし、これらの研究においては、外生効果及び相関効果のコントロールがなされておらず、同定された内生効果の影響の一部が外生効果・相関効果である可能性が残る。例えばWu et al. (2013)は、観光発生行動モデルを例に、内生効果、外生効果、相関効果の識別を試み、外生・相関効果が考慮されていない場合、内生効果が過大に推計されることを示している。ただし、Wu et al. (2013)の研究を含め、上述の研究においては、本来内生性を有するはずの内生効果を外生変数として扱うことによりパラメータを推定しているために、推定結果にバイアスが生じている恐れがある。また、上述のモデルはいずれもBrock and Durlauf (2001a, 2001b)が提案している、周囲の「平均的行動」から受ける影響をモデル化するもので、本研究で対象とする賑わいや友人と会うといった周囲の「集計的行動」の影響を記述するモデルとなっていない。

(3) 本研究の位置付け

以上を踏まえ、本研究では、以下の特徴を有する買物目的地選択モデルを構築する：

1. 施設の賑わいや当該地域・施設への愛着、友人と会うといった非市場的相互作用の考慮
2. 周囲の「平均的行動」ではなく「集計的行動」の影響を想定した社会的相互作用モデルの構築
3. 内生効果と外生・相関効果を峻別した上でのパラメータ推定

3. 買物目的地選択モデルの構築

(1) 買物目的地選択行動の定式化

個人*i*が地域*j*において買物する確率 P_{ij} を以下のロジット型の離散選択モデルにより表現する。

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{j'} \exp(V_{ij'})} \quad (1)$$

$$V_{ij} = \gamma S_j + \beta x_{ij} + \alpha_j \quad (2)$$

ここで、 V_{ij} は個人*i*が地域*j*での買物から得られる効用の確定項、 γ, β, α_j は未知パラメータ、 S_j は地域*j*の買物魅力度を表す変数、 x_{ij} は個人*i*の地域*j*へのアクセシビリティ等の説明変数ベクトルである。

買物魅力度 S_j は、上述したように、他者との市場的／非市場的相互作用の結果として決まるため、当該地域の買物需要に依存する。そこで本研究では、 S_j を当該地域の買物需要 D_j の関数として、以下のように定義する。

$$S_j = f(D_j) \quad (3)$$

なお、このような定式化は、上田(1991)で見られる定式化と同一のものである。また、分析対象地域全体の総買物需要を $D = \sum_i TR_i$ (TR_i : 個人*i*の買物トリップ頻度)とすると、地域*j*の買物需要 D_j は以下のように定式化される。

$$D_j = \sum_i TR_i \cdot P_{ij} \quad (4)$$

ここで、 $D = \sum_j D_j$ である。以上の仮定のもとでは、買物需要関数(4)式と施設魅力度関数(3)式が同時に成立する均衡解は、以下の買物需要 D_j の不動点問題の解に等しい。

$$D_j = \sum_i TR_i \frac{\exp(\gamma f(D_j) + \beta x_{ij} + \alpha_j)}{\sum_{j'} \exp(\gamma f(D_{j'}) + \beta x_{ij'} + \alpha_{j'})} \quad (5)$$

なお、本研究では、買物トリップ頻度は全個人で一定、すなわち、 $D_j = \sum_i TR_i \cdot P_{ij} = D \cdot \bar{P}_j$ として実証分析を進めるが、本条件は、買物トリップ発生モデルの構築により緩和することが可能である。

(2) 本研究で置く仮定

式(5)の不動点問題を解くことにより、市場的／非市場的相互作用を考慮したモデルを同定できるが、選択肢が3つ以上に及ぶ場合、解の挙動は極めて複雑になり、数値的に解かざるを得ない場合が多い（例えばHarris and Wilson, 1978; Brock and Durlauf, 2001a&2001b; 大澤ら, 2014）。

本研究の関心は、地区内買物施設の利用行動をモデル化する点にある。そこで本研究では、以下に示す仮定を設けることにより、(1) 解析的に均衡解を示し、また、(2) 実データを用いた実証分析を可能にする。具体的には、[仮定1] 買物目的地選択肢集合として、地区内／地区外の2つのみを有する、[仮定2] 地区内居住者のみ地区内施設で買物を行う、と仮定する。仮定1は解析的に均衡解を導出するために重要な仮定であり、仮定2は、地区内居住者の行動データのみで実証分析を可能とするために必要な仮定といえる。

加えて、本実証分析では、買物魅力度と買物需要が線形の関係 $S_j = kD_j$ ($k \geq 0$)にあると仮定する。以上の仮定のもとでは、地区*m*に居住する個人*i*の地区内買物施設($j = 1$)における買物遂行確率は、以下のように定義される。

$$P_{im1} = \frac{e^{\gamma k D_{m1} + \beta x_{im1} + \alpha_1}}{e^{\gamma k D_{m1} + \beta x_{im1} + \alpha_1} + e^{\gamma k (D - D_{m1}) + \beta x_{im2}}} \quad (6)$$

なお、[仮定2]より、地区内施設の買物需要は地区内住民の総買物需要 TR_{m1} ($= \sum_{i \in m} TR_i$)にのみ依存するため、 $D_{m1} = TR_{m1} \bar{P}_{m1}$ となる。

(3) 均衡方程式の導出

以上の仮定のもとで導出される均衡解の性質は、Brock and Durlauf (2001a, 2001b)が示している均衡解の性質

と極めて類似したものとなる。具体的には、 ω_{im} を地区 m に在住する個人 i の選択結果を示す2項変数とし、地区内買物施設を選択した場合1、地区外買物施設を選択した場合-1の値をとるとすると（すなわち、 $\omega_{im} = 2P_{im1} - 1$ ）、 ω_{im} の期待値は、

$$E[\omega_{im}] = \frac{e^{h_{im} + \gamma k D_{m1}}}{e^{h_{im} + \gamma k D_{m1}} + e^{-(h_{im} + \gamma k D_{m1})}} - \frac{e^{-(h_{im} + \gamma k D_{m1})}}{e^{h_{im} + \gamma k D_{m1}} + e^{-(h_{im} + \gamma k D_{m1})}}$$

$$= \tanh\left(\frac{(\beta x_{im1} + \alpha_1) - (\gamma k D + \beta x_{im2})}{2} + \gamma k D_{1m}\right) \quad (7)$$

$$\text{where, } h_{im} = \frac{(\beta x_{im1} + \alpha_1) - (\gamma k D + \beta x_{im2})}{2}$$

となる。また、 $\omega_{im} = 2P_{im1} - 1$ より、 D_{m1} は、

$$D_{m1} = TR_{m1} \bar{P}_{m1} = 1/2 TR_{m1} + 1/2 TR_{m1} E[\omega_i] \quad (8)$$

であるから、

$$E[\omega_{im}] = \tanh\left(\frac{(\beta(x_{im1} - x_{im2}) + \alpha_1 - \gamma k D + \gamma k TR_{m1})}{2} + \frac{\gamma}{2} k TR_{m1} E[\omega_{im}]\right) \quad (9)$$

となる。さらに、 β_1 と k 、及び、 α_1 と $\gamma k D$ は識別不可能であるから、 $\gamma' = \gamma k, \alpha' = \alpha_1 - \gamma' D$ とおくと、最終的に以下の均衡方程式が導出される。

$$\omega_m^* = \tanh\left(\frac{(\beta(x_{im1} - x_{im2}) + \alpha' + \gamma' TR_{m1})}{2} + \frac{\gamma'}{2} TR_{m1} \omega_m^*\right) \quad (10)$$

(4) 外生・相関効果の考慮

以上の定式化においては、外生・相関効果を考慮出来ていないため、内生効果を過大推計する恐れがある。そこで本研究では、定数項 α' を地区間の差異を表現するランダム変数 $\alpha_m \sim N(\alpha_1, \sigma^2)$ に置き換え、居住地 m に住居する個人 i の地区内での買物遂行確率を以下のように再定義する：

$$P_{im1} = \frac{e^{\gamma' TR_{m1} \bar{P}_1 + \beta x_{im1} + \alpha_m}}{e^{\gamma' TR_{m1} \bar{P}_1 + \beta x_{im1} + \alpha_m} + e^{-\gamma' TR_{m1} \bar{P}_1 + \beta x_{im2}}} \quad (11)$$

以上の定式化により、外生・相関効果を制御した上で内生効果を推定できる (Wu et al., 2013)。

(5) モデルの推定方法

モデルの推定にあたっては、本研究では以下に示すNFXP(Nested Fixed Point)法 (Rust, 1987)を用いる。

1. 選択確率の初期値 $P_{ij}^{(0)}$ として観測値を与え、パラメータ $\theta^{(1)}$ を推定する。
2. パラメータが収束するまで以下の計算を繰り返す。

(a) Inner fixed point algorithm:

パラメータ $\theta^{(k)}$ から選択確率 $P_{ij}^{(k)}$ を求める

(b) Outer hill climbing algorithm:

選択確率 $P_{ij}^{(k)}$ を所与とし、 $\theta^{(k+1)}$ を推定する

なお、ランダム変数を考慮する場合 ($\alpha_1 \rightarrow \alpha_m$ とする場合)、推定結果をもとに α_m の縮約推定量 $\tilde{\alpha}_m$ (individual parameterとも呼ばれる (Train, 2003))を計算し、ステップ2(a)の選択確率の計算に用いる。

4. 提案モデルの特性

提案モデルの興味深い点は、Brock and Durlauf (2001a, 2001b)のモデルとは異なり、周囲の集計的行動の影響を考慮しているため、地区内人口規模が均衡解の挙動に影響を与える点にある。具体的には、内生効果の大きさが準拠集団の規模に依存するモデル構造となっている。以下では、まず均衡解の挙動をBrock and Durlauf (2001a, 2001b)を参考に解析的に整理した後、仮想的にパラメータを与え解の挙動を確認する。

(1) 均衡解の挙動

$$A = \frac{(\beta(x_{im1} - x_{im2}) + \alpha' + \gamma' TR_{m1})}{2}, B = \frac{\gamma'}{2} TR_{m1}$$

とおくと、均衡解の挙動は以下のように分類できる (Brock and Durlauf, 2001a&2001b)：

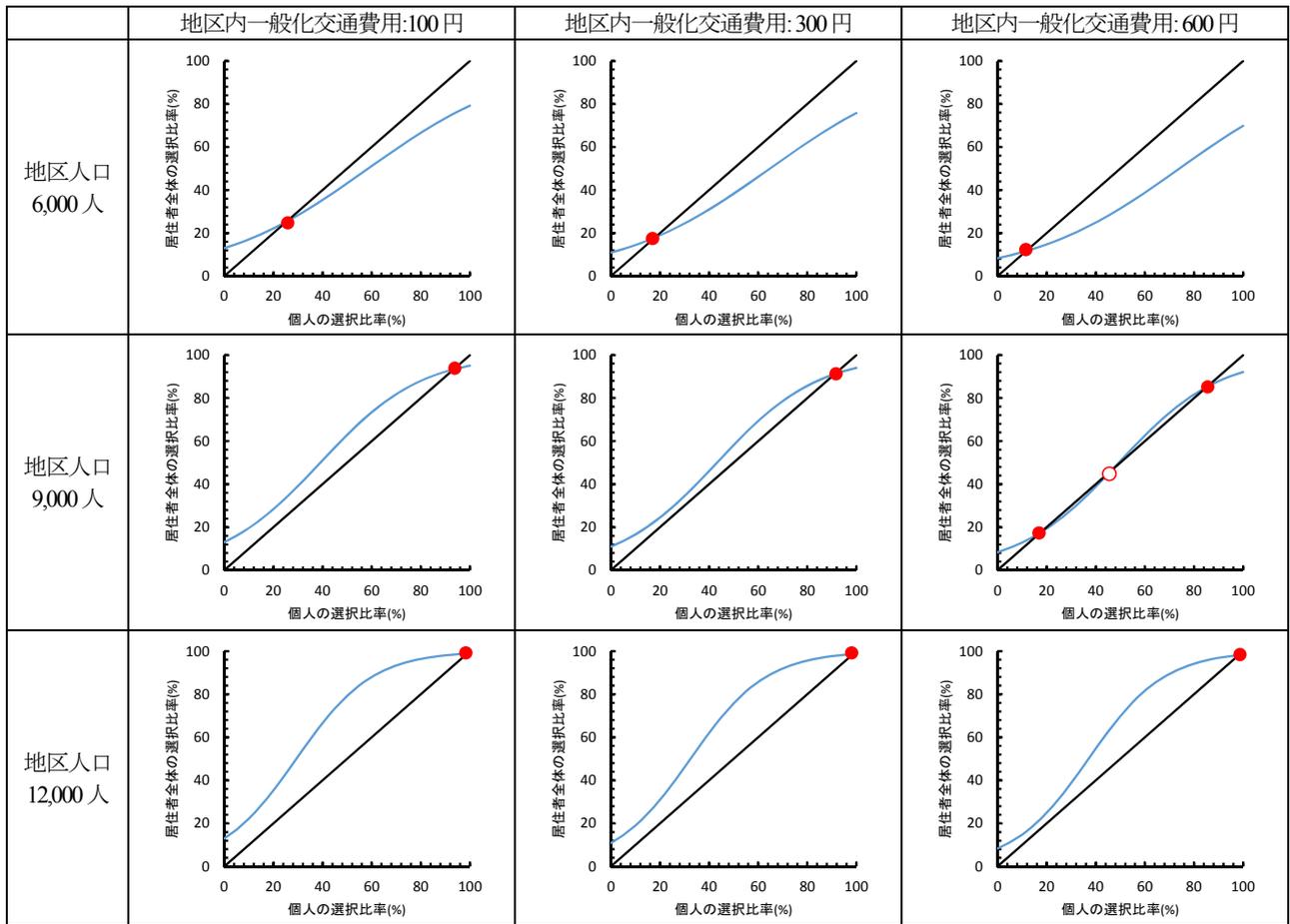
1. $B < 1$ ならば、1つの均衡解が存在
2. $B > 1$ かつ $A = 0$ ならば、3つの均衡解が存在
3. $B > 1$ かつ $A \neq 0$ ならば、閾値 H が存在し、それに対してさらに、
 - (a) $|A| < H$ ならば、3つの均衡解が存在
 - (b) $|A| = H$ ならば、2つの均衡解が存在
 - (c) $|A| > H$ ならば、1つの均衡解が存在

上の分類より、地区住民の総会物需要 TR_{m1} が $2/\gamma'$ よりも大きい場合、複数均衡が出現する可能性があることが確認できる。実際、以下の数値計算例でみるように、均衡解の挙動は地区の規模に大きく依存する点が提案モデルの特徴である。

(2) 数値計算例

提案したモデルの挙動を仮想的にパラメータを設定して確認する。具体的には、 x_{im1}, x_{im2} をそれぞれの地域への一般化交通費用、 $\beta = -0.1, \alpha' = -3.0, \gamma' = 0.9$ 、各個人の平均買物トリップ頻度を3(従って地区内住民の買物総需要 TR_{m1} は地区内人口数 $\times 3$)と仮定した場合の均衡解の挙動を図-1に示す。なお、地区外への交通コスト x_{im2} は1,200円に固定している。

図より、上記パラメータ設定下における均衡解の挙動は、地区内交通費用だけでなく、地区人口に大きく依存していることが確認できる。具体的には、地区人口が6,000人のとき、地区内交通費用を100円まで低下させたとしても地区内での買物客の増加は限定的である一方、地区人口が倍の12,000人のとき、地区交通費用に依らず極めて高い確率で地区内の買物施設で買物が行われる。また、地区人口が9,000人のとき、地区交通費用を低く設定すれば地区内で多くの買物需要が見込める一方、地区内での交通費用が高い場合、低位均衡 (2つ存在する安定均衡のうち、選択比率の低い均衡点) に陥ってしま



注) ●:安定均衡点, ○:不安定均衡点

図-1 地区人口の変化, 地区内一般化交通費用の変化に伴う均衡解の変化

う可能性が確認できる。

なお、以上にみた均衡解のパターンは、買物客間の相互作用の影響 (γ') が大きく、他の買物客の買物行動が当該施設の魅力度を高める作用を持つ場合にのみ生じる。このような影響が実際に存在するかどうかについて、次章以降の実証分析により確認する。

5. データ及び対象地域

本研究では、広島市郊外に点在するニュータウンを実証分析の対象とする。具体的には、図-2及び表-1に示す近隣小売店を地区内に抱える10の郊外ニュータウンを対象に分析を進める。実証分析では、2008年に実施された広島市交通実態調査データを用いる。本調査は、1日の交通行動を把握するために実施された交通日誌調査であり、計37,253票(抽出率約3.4%)が回収されている。なお、居住地情報がゾーンCの空間解像度のみ利用可能であったため、幾つかのニュータウンでは本来のニュータウンだけでなく周辺地域を含んでいる点に注意する必要がある。

対象とする10のニュータウン間で買物トリップ特性に幾つか顕著な違いが確認できる。第一に、人口規模が大きなニュータウンにおいて、地区内での買物比率が高くなっていることが確認できる。また、地区外を発地とする場合であっても、居住地区に戻ってから買物する傾向にあることが確認できる。さらに、図-3より、地区内買物頻度が高い地域ほど、総買物頻度が高くなっていることが分かる。このことは、比較的魅力度の高い買物施設を地区内に有する場合、地区内の買物施設を選択するという目的地の選択だけでなく、買物頻度の増加につながる可能性を示唆している。

なお、当然のことながら、ニュータウンの空間の取り方に依って分析結果は異なるため、本研究では商業施設数の対数を説明変数に加えることでAggregate alternativeの問題に対処する (BenAkiba and Lerman, 1985)。

6. 推定結果及び考察

(1) 交通コストの算出

交通コストを算出するため、まず、買物トリップのみ

表-1 各ニュータウンにおける買物トリップ頻度

	地区人口	総サンプル数(人)	発地=地区内		発地=地区外		合計	
			一人一日あたり買物頻度	地区内での買物比率 (%)	一人一日あたり買物頻度	地区内での買物比率 (%)	一人一日あたり買物頻度	地区内での買物比率 (%)
あさひが丘	8,155	312	0.154	39.58	0.115	11.11	0.269	27.38
美鈴が丘	10,086	447	0.125	23.21	0.143	4.69	0.268	13.33
五月が丘	6,925	259	0.112	34.48	0.089	13.04	0.201	25
藤の木	4,948	143	0.077	18.18	0.154	0	0.231	6.06
向洋	14,847	485	0.132	28.13	0.093	4.44	0.225	18.35
井口台・井口鈴が台	22,544	728	0.14	50.98	0.109	24.05	0.249	39.23
山田新町・鈴が峰	11,886	408	0.135	21.82	0.135	3.64	0.27	12.73
矢野	18,617	656	0.122	28.75	0.105	15.94	0.227	22.82
高陽	39,423	1,394	0.197	71.17	0.088	31.71	0.285	58.94
高陽第一	20,437	788	0.19	52.67	0.086	26.47	0.277	44.5
計	157,868	5,620	0.155	48.68	0.104	17.29	0.259	36.06

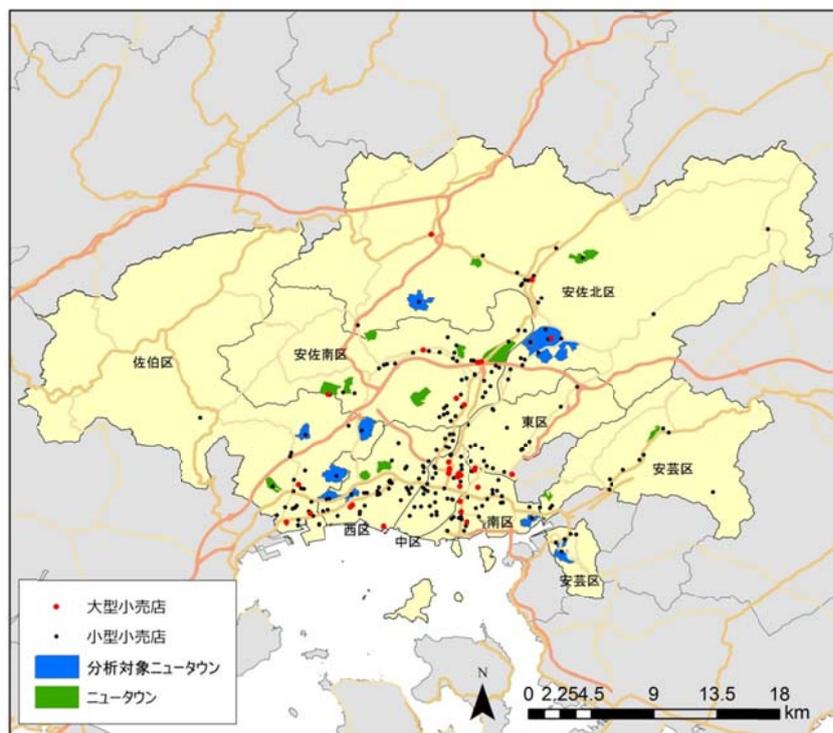


図-2 対象地域 (広島市郊外ニュータウン)

を抽出し、買物時の多項ロジットモデルにより交通手段選択モデルを構築した。推定結果を表-2に示す。本推定結果を用いて、地区内・地区外施設へのログサム型のアクセシビリティ（期待最小費用）を算出し、地区外/地区内それぞれの効用関数の説明変数として導入する。具体的には、以下の計算式により、アクセシビリティを算出する：

$$Acc_{imj} = \frac{1}{\hat{\epsilon}} \ln \left[\sum_{n=1}^4 \delta_{in} \exp(\hat{b}_n z_{imn}) \right] \quad (12)$$

ここで、 $\hat{\epsilon}$ は表-2内の費用のパラメータ推定値であり、 \hat{b}_n も同様に表-2の各パラメータの推定値である（ $\hat{\epsilon}$ も含む）。また、 δ_{in} は各交通手段の利用可能性を示す変数であり、利用可能な場合1、そうでない場合0をとるダミー

変数である。

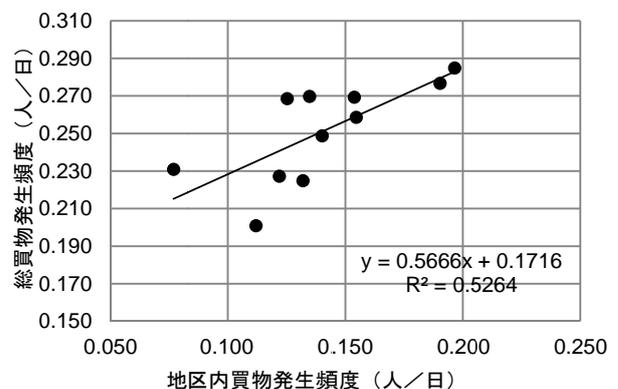


図-3 地区内買物頻度と総買物頻度の関係

LOS変数 z_{imn} は、地区内施設へのアクセシビリティ(Acc_{im1})と地区外施設へのアクセシビリティ(Acc_{im2})、それぞれ以下に示す方法で計算した。具体的には、まず、地区内施設へのアクセシビリティについては、地区内を50mメッシュに区切り、メッシュ毎に(1)メッシュ人口、(2)自動車による所要時間・費用、(3)公共交通による所要時間・費用、(4)自転車による所要時間、(5)徒歩による所要時間のデータを整備し、各交通手段のLOS変数の地区内人口の重み付け平均値を算出し、これらの平均値を z_{imn} として代入し、 Acc_{im1} を計算した。なお、公共交通を用いた場合のLOS変数はナビタイムジャパンの検索エンジンから得たデータ(高田ら、2013)を、それ以外のLOS水準については、ESRI社の道路網データを用いて算出している。

次に、地区外の施設へのアクセシビリティに関して、地区外の買物施設を利用した個人については、実際の買物施設の立地ゾーンを特定し、当該ゾーンまでの各交通手段のLOS変数を z_{imn} として代入し、 Acc_{im2} を計算した。地区外の買物施設を利用していない個人については、同地区に居住する個人で、地区外買物施設を利用した場合の Acc_{im2} の平均値を代入した。ただし、自動車を利用できる個人とそうでない個人に分類して算出することで、交通手段の利用可能性を考慮した Acc_{im2} を算出している。

(2) 買物目的地選択モデルの推定結果

買物目的地選択モデルの推定結果を表-3に示す。本実証分析では、(1)社会的相互作用項無し、(2)内生効果のみ考慮、(3)外生・相関効果のみ考慮、(4)内生効果、外生・相関効果の両者を考慮した、計4つのモデルを推定した。AICの比較結果より、買物目的地選択行動におい

て社会的相互作用の影響が存在していること、また、その効果は外生・相関効果ではなく内生効果であることが確認された。また、買物魅力度 γ' の推定値は、1.014E-04であることから、地区住民の総会物需要 TR_{m1} が $2/\gamma'=19,724$ [トリップ/日]を超える場合、複数均衡が生じる可能性がある。ただし、今回の場合、最も総買物需要が多い高陽ニュータウンにおいても11,236[トリップ/日]($=39,423人 \times 0.285$ [トリップ/人・日])であり、複数均衡が生じているニュータウンは存在していないことが確認された。なお、複数均衡が生じない場合、式(5)で定義されるような、社会的相互作用項を組み込んだ(選択肢を2つに限定しない)一般的な買物目的地選択モデルであっても、解析的に明確なモデル構築が可能である。

なお、このことは社会的相互作用の効果が存在しないことを意味しているわけではないことに注意する必要がある。社会的相互作用を通じた買物目的地選択への影響は無視できないこと、ただし、その影響の大きさは複数均衡が出現するほど大きいわけではないこと、が本実証分析から得られた主な知見である。

表-2 交通手段選択モデルの推定結果

	推定値	t値
定数項(自動車)	0.822	7.21
定数項(自転車)	0.887	6.25
定数項(徒歩)	2.518	14.20
所要時間[分](自動車・公共交通)	-0.056	-10.81
所要時間[分](自転車・徒歩)	-0.172	-18.29
費用[100円](自動車・公共交通)	-0.118	-2.41
初期尤度	-4822.7	
最終尤度	-3506.5	
修正済 ρ^2	0.272	
サンプル数	4,886	

表-3 買物目的地選択モデルの推定結果

	社会的相互作用項無し		内生効果		外生・相関効果		内生効果、外生・相関効果	
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
定数項 α'	4.585	8.22 **	1.068	1.03	3.901	4.10 **	1.066	1.03
アクセシビリティ(期待最小費用)	-0.019	-1.98 *	-0.018	-1.81 +	-0.017	-1.68 +	-0.018	-1.81 +
30歳以下ダミー	-0.600	-1.78 +	-0.598	-1.75 +	-0.623	-1.83 +	-0.598	-1.75 +
65歳以上ダミー	-0.035	-0.20	0.057	0.31	0.007	0.04	0.057	0.31
男性ダミー	-0.202	-1.06	-0.271	-1.39	-0.250	-1.28	-0.271	-1.39
専業主婦ダミー	-0.293	-1.47	-0.302	-1.50	-0.281	-1.39	-0.302	-1.50
無職ダミー	-0.249	-1.12	-0.301	-1.34	-0.260	-1.14	-0.301	-1.34
\ln (地区内商業施設数)	0.960	9.25 **	0.356	1.96 *	0.824	4.69 **	0.355	1.96 *
<u>内生効果</u>								
買物魅力度 γ'			1.014E-04	3.93 **			1.015E-04	3.94 **
<u>外生/相関効果</u>								
地区間非観測異質性 σ^2					0.095	[7.96] **	3.2E-15	[0]
サンプル数	864		864		864		864	
初期対数尤度	-598.88		-598.88		-598.88		-598.88	
最終対数尤度	-546.40		-538.51		-542.42		-538.51	
AIC	1108.80		1097.03		1102.84		1099.03	

7. おわりに

本研究では、高齢化の進むニュータウンの住環境の維持・改善に資する方策検討に向けた基礎的な分析ツールの開発を念頭に、市場的／非市場的相互作用により発生する近隣小売店の魅力度を内生化した地域住民の買物目的地選択行動をモデル化した。また、広島市の郊外ニュータウンを対象とした実証分析を行った。本研究の主な成果は、(1) 周囲からの平均的行動ではなく、集計的行動に影響を受ける形で非市場的相互作用をモデル化した点、(2) 外生・相関効果を考慮してもなお、内生効果が有意に存在していることを確認した点、(3) 対象とした地域においては、複数均衡が生じるほどの強い相互作用が観測されなかった点である。

非市場的相互作用は、市場的相互作用と比べ、当該地域のボトムアップ的な活動によりある程度コントロールできる可能性がある。また、ミクロな視点からは地区内のローカルな規範や価値観、他者との関係性に、マクロな視点からは地区コミュニティのガバナンスの問題として非市場的相互作用を捉えることができる。発表時にはこの点を踏まえた議論を展開出来ればと考えている。

参考文献

- 1) Ben-Akiva, M., and Lerman, S. R., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press, 1985.
- 2) Brock, W., and Durlauf, S.: Interaction-based models, *In: Heckman, J., Leamer, E. (Eds.), Handbook of Econometrics, vol. 5. North-Holland, 2001a*.
- 3) Brock, W., and Durlauf, S.: Discrete choice with social interactions, *Review of Economic Studies*, Vol. 68, pp. 235-260, 2001b.
- 4) Fukuda, D., and Morichi, S.: Incorporating aggregate behavior in an individual's discrete choice: An application to analyzing illegal bicycle parking behavior, *Transportation Research Part A*, Vol. 41, pp. 313-325, 2007.
- 5) Harris, B., and Wilson, A. G.: Equilibrium values and dynamics of attractiveness terms in production-constrained spatial-interaction models, *Environment and Planning A*, Vol. 10, pp. 371-388, 1978.
- 6) Manski, C. F.: Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem, *The Review of Economic Studies*, Vol. 60, No. 3, pp. 531-542, 1993.
- 7) Olson, M., *The Logic of the Collective Action: Public Goods and the Theory of Group*, Cambridge: Harvard University Press (依田博, 森脇俊雅訳 (1996) 集合行為論: 公共財と集団理論, ミネルヴァ書房), 1965.
- 8) Rust, J.: Optimal Replacement of GMC Bus Engines: An Empirical Model of Harold Zurcher, *Econometrica*, Vol. 55, No. 5, pp. 999-1033, 1987.
- 9) Wu, L., Zhang, J., and Chikaraishi, M.: Representing the influence of multiple social interactions on monthly tourism participation behavior, *Tourism Management*, Vol. 36, pp. 480-489, 2013.
- 10) 上田孝行: 交通改善による生活機会の増大が人口移動に及ぼす影響のモデル分析, *土木計画学研究・論文集* Vol. No. 9, pp. 237-244, 1991.
- 11) 大澤実, 赤松隆, 高山雄貴: Harris & Wilson (1978) モデル再訪: 集積の経済を考慮した商業立地モデルの分岐解析, *土木計画学研究・講演集* No. 50, (CD-ROM), 2014.
- 12) 奥村誠, 小林潔司, 山室良徳: 輸送費の減少が都市群システムに及ぼす影響のシミュレーション分析, *土木学会論文集* No.604/IV-41, pp. 23-34, 1998.
- 13) 高田加奈子, 太田恒平, 前田雅人, 藤原章正: 経路検索エンジンを用いた公共交通のサービス水準評価: 広島県公共交通ネットワーク情報提供・移動活発化推進事業における乗換課題抽出, *土木計画学研究・講演集*, Vol. 47, 2013.
- 14) 崔唯爛, 鈴木勉: 高齢者に着目した食料品購買行動と利便性の意識に関する研究, *都市計画論文集* Vol. 47(3), pp. 271-276, 2012.
- 15) 樋野宏宏: 買物不便が高齢者の食生活に与える影響とその対策, *日本建築学会計画系論文集* 第556号, pp. 235-239, 2002.
- 16) 福田大輔, 上野博義, 森地茂: 社会的相互作用存在下での交通行動とミクロ計量分析, *土木学会論文集* No.765/IV-64, pp. 49-64, 2004a.
- 17) 福田大輔, 渡邊健, 屋井鉄雄: 利用者間の相互依存性を考慮したETC車載器普及モデル, *土木計画学研究・論文集* Vol. 21(2), pp. 463-472, 2004b.
- 18) 溝上章志, 梶原康至, 円山琢也: バストリガー制導入のための需要予測モデルと契約成立条件, *土木学会論文集土木計画学*, Vol. Vol.68, No.5, pp. I_589-I_597, 2012.
- 19) 山田綱己, 紀伊雅敦, 土井健司, 伊丹絵美子: 小売りサービスの空間需要を考慮した買い物困難者の発生予測手法に関する研究, *土木学会論文集D3(土木計画学)*, Vol. 69(5), pp. I_91-I_99, 2013.

(2015. 4. 24 受付)

MODELLING SHOPPING BEHAVIOUR IN A NEIGHBOURHOOD WITH ENDOGENOUS REPRESENTATION OF RETAIL ATTRACTIVENESS

Makoto CHIKARAISHI, Akimasa FUJIWARA, Fumihito NISHIKAWA,
Hajime SEYA, and Junyi ZHANG