

消費者の店舗選択行動を考慮した食料品店の買物環境評価指標

関口達也・貞広幸雄

An Index of Grocery Shopping Environment Through Choice Behavior of Consumers

Tatsuya SEKIGUCHI and Yukio SADAHIRO

Abstract: This study proposes an index for measuring a grocery shopping environment quantitatively, based on random utility theory. We take random factor into account for consumers' choice behaviors and apply it to their choice of grocery store. For verification of a usability of the index, we made numeric calculations with two examples. The result indicates that the index can accommodate with the temporary spatial changes of store distribution and reflects sense of consumers' choice better than other existing methods.

Keywords: ランダム効用理論 (Random utility theory), ハフモデル(Huff model), フードデザート問題(Food desert problem)

1. はじめに

近年、フードデザートが都市計画上の課題となりつつある。これは、社会・経済的な環境の変化により、食料品の購入が困難な人々が増加する問題である。日本でも、各地で問題が顕在化し始めており、様々な対策¹⁾が実施され始めている。特に最近では、政府や地方公共団体により、対策を実施する事業主体に向けて、積極的な経済的支援¹⁾が行われている。

しかし、今後、問題の深刻化が予想される中、それらの支援を無尽蔵に行う事は難しい。そのため、各地域の買物環境の評価と比較を行い、より問題の深刻な地域を優先しての効率的対応が重要である。

実際の地域の買物環境は、例えば、アンケート調査を用いても評価可能である。花岡ら(1999)²⁾は、負担を感じない移動時間を満足時間として算出し、実際の移動時間の調査との比較を行っている。しかし、調査の手間や費用を考慮すると、広範囲にわたる地域横断的な分析は困難である。

一方で、店舗へのアクセシビリティの指標化は、地域の環境を簡便かつ定量的に把握できるため、国内外での研究事例も多い(Jesse et al. (2010)³⁾, Andre et al (2011)⁴⁾や駒木(2010)⁵⁾など)。これらは、多様な定義の各指標から、フードデザート地域の抽出を試みている。その指標の多くは、地域から一定距離内の店舗の有無、最寄り店舗までの距離である。しかし前者は、距離基準の設定に結果が左右されるうえ、地域間の詳細な差異を比べにくい。後者は、店舗密度の疎な地域において、ある1件の店舗閉店が買物環境を急激に悪化させる例を見落としかねない。

これらの課題に対し、酒井(2007)⁶⁾や、崔ら(2011)⁷⁾は、連続的に値の分布する指標を用いて、買物環境を把握している。前者は、消費者の居住期間を考慮した指標提案を行い、後者は、実際の交通分担率に対し、算出した指標値が与える影響を明らかにした。これらはいずれも、消費者が利用可能な店舗の魅力度を重力モデルから計算し、その総和を指標としている。しかし、現実には、同業種の店舗が複数ある場合、多くの消費者は全ての店舗を均等には利用しないことから、店舗の魅力度の単純な総和ではなく、店舗ごとの利用状況を考慮する必要がある。

関口：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻

Phone: 03-5841-6259

E-mail: ta-sekiguchi@ua.t.u-tokyo.ac.jp

以上を踏まえ、本稿では、ランダム効用理論に基づいた消費者の店舗選択行動を考慮し、より実際の感覚に即した指標により、地域の買物環境を定量的に把握する手法提案を行う。そして、迅速かつ地域横断的な分析が求められるであろうフードデザート問題対策の検討の一助となる事を目的とする。

2. ランダム効用理論に基づく買物環境指標の提案

2-1 地域の消費者が店舗から得る効用について

まず、本稿で提案する手法の説明を行う。地域 k に住む消費者は、利用可能な全 n 店舗のいずれかを選択し、店舗 i を選択した時の効用を U_i とする。消費者は、店舗 i から得る効用が、店舗 i 以外の全店舗から得る効用より大きい時、店舗 i を選択する。この時、その選択確率 p_i は、(1)式で表される。

$$p_i = \text{Prob}(U_i > U_j \ \forall j \neq i) \quad (1)$$

ここで、 U_i が、確率的に変動する確率項 ε_i と、変動しない確定項 V_i の和で表されるとすると、 U_i は、 V_i と ε_i の和として表すことができる。

確率項が i によらず、 μ , η をパラメータにもつ、同一で独立のガンベル分布、

$$G(x) = \exp \left[-\exp \left\{ -\left(\frac{x-\mu}{\eta} \right) \right\} \right] \quad (-\infty < x < \infty) \quad (2)$$

に従う時、前述の p_i は、以下の(3)式となる。

$$p_i = \frac{e^{V_i/\eta}}{\sum_{j \in B} e^{V_j/\eta}} \quad (B \text{ は選択肢としての店舗集合}) \quad (3)$$

また、 A_i を店舗 i の魅力度^{注2)}、 d_{ik} を地域 k と店舗 i 間の距離とすると、確定項が $V_i = \alpha \log A_i - \beta \log d_{ik}$ (α, β はパラメータ) で表される時、

$$p_i = \frac{A_i^{\alpha/\eta} d_{ik}^{-\beta/\eta}}{\sum_{j \in B} A_j^{\alpha/\eta} d_{jk}^{-\beta/\eta}} \quad (4)$$

であり、特に $\alpha = \eta$ の時、(4)式は以下になり、ハフモデルと同様の形をとる(本間(2011)⁸⁾。本稿では、 $\alpha = 1$, $\beta = 2$ の修正ハフモデル⁹⁾を用いる。

$$p_i = \frac{A_i d_{ik}^{-\beta}}{\sum_{j \in B} A_j d_{jk}^{-\beta}} \quad (5)$$

この時、 $\eta = 1$ であり、 $\mu = 0$ と仮定をしても差し支えない^{注3)}。以上より、確率項には累積密度関数が、

$$F(x) = \exp\{-\exp(-x)\} \quad (6)$$

で表されるガンベル分布を用いる事ができる。

2-2 地域で得られる効用の期待値の計算

$F(x)$ の確率密度関数を $f(x)$ とすると、消費者が店舗 i を選択する時に得られる効用が \bar{U} の時、店舗 i が選択される確率は、以下で表すことができる。

$$P_i = \text{Prob}(U_i > U_j \ \forall j \neq i | U_i = \bar{U}) \\ = f_i(\bar{U} - V_i) \times \prod_{j \in B, j \neq i} \int_{-\infty}^{\bar{U}} f_j(x - V_j) dx \quad (7)$$

この時、店舗 i から得られる効用の期待値は、

$$E_i(U | U_i = \bar{U}) \\ = \bar{U} \times f_i(\bar{U} - V_i) \times \prod_{j \in B, j \neq i} \int_{-\infty}^{\bar{U}} f_j(x - V_j) dx \quad (8)$$

である(図1)。これを、全ての \bar{U} について合計したものを $E_i(U)$ 、選択しうる全 n 店舗に関する $E_i(U)$ の総和を $E(U)$ とすると、以下の様になる。

$$E(U) = \sum_{i=1}^n E_i(U) \quad (9) \\ = \sum_{i=1}^n \int_{-\infty}^{\infty} \bar{U} \times f_i(\bar{U} - V_i) \times \prod_{j \in B, j \neq i} \int_{-\infty}^{\bar{U}} f_j(x - V_j) dx \, d\bar{U}$$

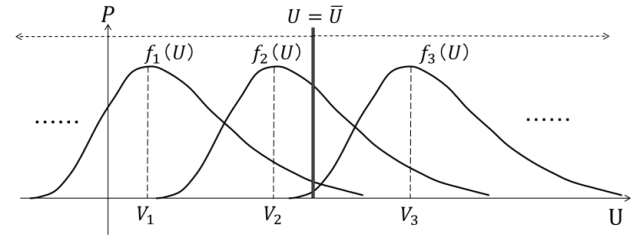


図1: $E_i(U)$ の導出過程の概略図

$E(U)$ は、店舗の効用の確定項に修正ハフモデルにおける魅力度の対数を、誤差項に独立で同一のガンベル分布 ($\mu, \eta = (0, 1)$) を用いた時、ある地域の消費者が利用しうる店舗から得る、効用の期待値を表す。これを、本稿での買物環境の評価指標とする。

3. 数値計算による手法の有用性の検討

以下では、実際に $E(U)$ の値の計算^{注4)}を行う。

3-1 数値計算の積分区間

$E(U)$ の計算を行う時、積分区間に $-\infty$ や ∞ が含まれる。しかし、数値計算では、それらを解析的に扱う事はできず、近似的な有限区間を定める必要がある。そこで、以下で、この積分区間を検討する。

積分区間を $(-\infty, \infty)$ とすると、 $f(x)$ の定義から、

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) = 1 \quad (10)$$

である。そこで、積分区間を複数設定し、(10)式の左辺の近似計算を行った(表1)。計算にはモンテカルロ法¹⁰⁾を用い、試行回数は1000万回とした。

乱数の発生範囲が、 $f(x)$ の値が小さい部分にも拡大したため、区間 $[-10, 10]$ 以降は、やや値が減少しているが、この結果から、積分区間を区間 $[-5, 5]$ より広く設定すると、値はいずれもほぼ1となる。また、実際は、図1の様に各店舗の確定項 V_i の影響を考慮する必要がある。図2に現実の都市の例として、茨城県^{注5)}の2006年の食料品店の V_i の分布を示す。 V_i の値は概ね20から-5の範囲にある事がわかる。これを考慮し、本稿では、(7)~(9)式において \bar{U} の取りうる範囲を区間 $[-50, 50]$ として計算を行う。

3-2 実際の都市空間を想定したモデル解析

本章では、モデルの有用性を検討するために、仮想の都市を設定、分析を行う。得られた結果の類似手法によるものとの比較のため、以下では、地域の消費者の総効用が(9)式の $E(U)$ で表される場合を手法1、前述の崔ら(2011)、酒井(2007)の様に、(5)式の分子から求まる店舗 i の魅力度を、店舗の効用とし、消費者の得る総効用がその全店舗の総和、

$$U = \sum_i^n \frac{A_i}{d_{ik}^{-\beta}} \quad (11)$$

で表されるものを手法2とする。さらに、店舗から得る効用が(11)式のように表され、地域の消費者が得られる総効用を、各店舗の効用と、その選択確率の積の総和、すなわち、(12)式の、効用の期待値 $E(U)_c$ で表される場合を手法3とする。なお、手法1における u の刻み幅は1.0、手法2、3の $\beta = 2$ とする。

$$E(U)_c = \sum_i^n A_i d_{ik}^{-\beta} \times \frac{A_i d_{ik}^{-\beta}}{\sum_{j \in B} A_j d_{jk}^{-\beta}} \quad (12)$$

表1：

積分区間の設定と、
数値積分の値係

下限	上限	数値積分の値
-1	1	0.62620
-2	2	0.78867
-2	2	0.87277
-3	3	0.95141
-5	5	0.99317
-10	10	0.99921
-50	50	0.99642
-100	100	0.99513
-500	500	0.99047

3-2-1 ケース1： 同質の店舗が2つある場合

町丁目を単位としたある地域と、その周辺店舗から構成される、仮想の都市を考える(図3)。町丁目の位置はその重心で代表されるとする。表2に、図中の各都市要素の位置、売場面積などの情報を示す。また、地域 k と店舗 i の距離 d_{ik} は、町丁目重心と各店舗との間の直線距離とする。そして、手法ごとの各店舗の効用 $E(U)_i$ 、 U_i 、 $E(U)_c$ と、それらの総効用である $E(U)$ 、 U 、 $E(U)_c$ の値を、表3に示す。手法1と手法3では、利用可能な店舗が複数ある場合の、各店舗の選択確率を考慮しており、その総効用は、手法2における各店舗の効用の和よりも小さい。これは、地域に同質の2店舗が存在する場合、その利便性が、必ずしも1店舗だけの時の2倍とならない、現実の感覚を反映していると考えられる。

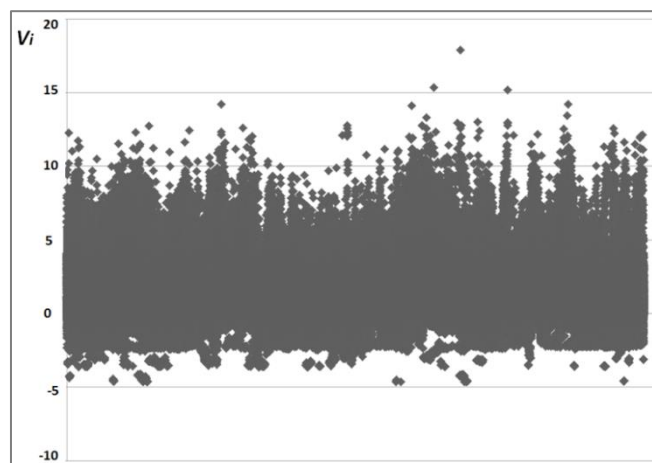


図2：2006年茨城県の食料品店における、 V_i の分布

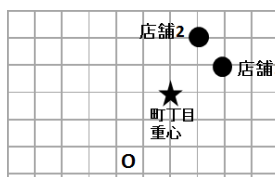


図3：

ケース1における町丁目
重心と店舗の配置

表2：

ケース1における
都市要素の情報

	X座標	Y座標	売場面積
町丁目重心	10	20	
店舗1	30	30	200
店舗2	20	40	200

表3：手法ごと店舗の効用、総効用(ケース1)

	$E(U)_i, E(U)$ (手法1)	U_i, U (手法2)	$E(U)_c, (E(U)_c)$ (手法3)
店舗1	0.178	0.400	0.200
店舗2	0.178	0.400	0.200
総効用	0.356	0.800	0.400

3-2-2 ケース 2： 小規模店舗が出店した場合

次に、ケース 1 の状態に、新たに既存の 2 店舗よりも魅力度の低い店舗が新規出店した場合を想定する（図 4，新規出店は，図中白丸の店舗 3）．また，表 4 に，図中の各都市要素の情報を示す．そして，表 5 に，手法ごとの各店舗の効用 $E(U_i)$ ， U_i ， $E(U)_c$ と，それらの総効用 $E(U)$ ， U ， $E(U)_c$ の値を示す．

手法 1 と手法 3 では，この場合も，総効用は，手法 2 から計算される店舗の効用の単純和より小さくなっている．ところが，この場合，手法 3 では，店舗数の増加にも関わらず，総効用が，ケース 1 の時より低下している．これは，既存の 2 店舗を選択していた消費者の一部が，より魅力度の低い店舗を選択する事になる，手法 3 のモデル構造に起因する．一方，手法 1 では，この新規出店に伴う総効用の減少はみられず，今回比較した 3 つの手法では，より実際の感覚に即した指標であると考えられる．

4. まとめと今後の課題

本稿では，ランダム効用理論に基づく店舗選択モデルを利用して，一般に入手の容易なデータから計算可能な買物環境指標の提案を行った．また，実証計算の結果から，既存手法と比較し消費者の感覚により近く，新規出店など店舗分布の時系列変化にも対応できる指標である事が示唆された．

今後の課題としては，まず，実際の都市空間のデ

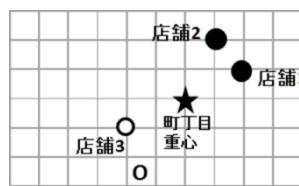


図 3：
ケース 2 における町目重心と店舗の配置

表 4：
ケース 2 における
都市要素の情報

	X 座標	Y 座標	売場面積
町目重心	10	20	
店舗 1	30	30	200
店舗 2	20	40	200
店舗 3	-10	10	150

表 5： 手法ごと店舗の効用、総効用（ケース 2）

	$E(U_i)$, $E(U)$ (手法 1)	U_i , U (手法 2)	$E(U)_c$, $E(U)_c$ (手法 3)
店舗 1	0.244	0.400	0.145
店舗 2	0.244	0.400	0.145
店舗 3	0.183	0.300	0.082
総効用	0.671	1.100	0.372

ータを用いて本モデルを適用し，食料品の買物環境を定量的に把握，比較を行う事が挙げられる．また，地域の購買環境の実態を把握した上で，本手法の実用性について，より詳細な検討を行っていきたい．

謝辞 本稿で利用した，国勢調査データ（平成 17 年，22 年），食料品店の位置情報取得の号レベルアドレスマッチングサービスは，東京大学空間情報科学センターの共同研究に基づくものである．また，食料品店のデータは，株式会社商業界のご厚意により，書籍データのデジタル化，加工をさせていただいた．ここに記して感謝の意を表す．

注釈

- 注 1) 移動販売，宅配サービス，公共交通利用補助など．
 注 2) 本稿では，魅力度 A_i を，売場面積として定めた．
 注 3) 店舗の選択確率は，誤差項の差のみで決まるため．
 注 4) 使用言語は C 言語，プログラムの出力には，Microsoft Visual Studio Express 2012 for Windows Desktop を用いた．
 注 5) 「生鮮品販売店舗までの距離が 500m 以上の人口割合¹¹⁾」で都道府県別の集計値が 50% を超え，食料品店舗数が多い．対象町丁目数 3963，店舗は対象町丁目から 40km 以内の 625 店舗．

参考文献

- 1) 経済産業省 (2012), 「地方公共団体における買い物弱者支援関連制度一覧(H24)」 < <http://www.meti.go.jp/policy/economy/distri-bution/tihoukanrenjigyou.pdf> >, 2012.11
- 2) 花岡憲司, 近藤光男, 廣瀬義 (1999) 「買い物行動における移動の満足時間に基づく商業環境の評価に関する研究」, 都市計画論文集, **34**(3), pp253-258
- 3) Jesse McEntee, Julian Agyeman (2010) "Towards the development of a GIS method for identifying rural food deserts: Geographic access in Vermont, USA", *Applied Geography*, **30**, pp165-176.
- 4) Andrea L.Sparks, Neil Bania, Laura Leete (2011), "Comparative Approaches to Measuring Food Access in Urban Areas: The Case of Portland, Oregon" *Urban Studies*, **48**(8), pp1715-1737
- 5) 駒木伸比古 (2010) 「フードデザートマップを作成する -GIS を用いたエリア抽出方法」, 地理, **55**(8), pp25-32
- 6) 酒井理 (2007) 「消費者の出向データを用いた地域の買い物利便性の測定と評価」, 日本行動計量学会大会発表論文抄録集, **35**, pp341-342
- 7) 崔 唯爛, 鈴木 勉 (2011) 「地理的加重回帰法(GWR)を用いた食料品アクセシビリティの推定～東京都を例に」, 地理情報システム学会講演論文集, **20**, C-6-4 (CD-ROM)
- 8) 本間健太郎, 藤井明 (2011) 「消費者行動に着目したハフモデルの新しい導出方法」, 都市計画論文集, **46**(3), pp865-870
- 9) 山中均之 (1977) 「小売商業集積論」, 千倉書房
- 10) 伊理正夫, 藤野和建 (1985) 「数値計算の常識」, 共立出版
- 11) 農林水産政策研究所, 「食料品アクセスマップ」, < <http://cse.primaff.affrc.go.jp/katsuyat/> >, 2012.7.3