

小売店舗内における顧客行動シミュレーションに関する研究

藤野俊樹[†] 北澤正樹[†] 高橋雅和^{††} 山田隆志[†] 山本学[†] 吉川厚[†] 寺野隆雄[†]
(東京工業大学[†] 山口大学^{††})

Simulating Customers' Behaviors in a Supermarket

*Toshiki FUJINO[†], Masaki KITAZAWA[†], Masakazu TAHASHI^{††}, Takashi YAMADA[†],
Gaku YAMAMOTO[†], Atsushi YOSHIKAWA[†], Takao TERANO[†]
(Tokyo Institute of Technology[†], Yamaguchi University^{††})

Abstract— This study tries to develop a behavioral model of customers which explains actual buying and migratory behavior in a supermarket. For this purpose, we analyze the data on their walking flow which are obtained by using Radio Frequency Identification (RFID) tags there. As a result, the customers who buy a lot have a tendency to go through the center path in the store.

Key Words: Supermarket, Point of Sales (POS) data, Radio Frequency Identification (RFID), Agent-based simulation

1 はじめに

近年、我が国の総人口の減少と高齢化が同時に進んでいる。このような動きは、需要の量的規模が縮小することを意味し、小売店の売り上げにも大きな影響を及ぼす¹⁾。そのような状況の中で小売店は、企業の生き残りのために売上や利益の維持または向上を目指す必要がある。売上は以下のように計算することができる。

$$[\text{売上}] = [\text{客数}] \times [\text{客単価} : (\text{価格} \times \text{購買数})] \quad (1)$$

式(1)より、売り上げを向上させるためには、客数・価格・購買個数を増加させる必要がある。しかし、人口減少により客数を増加させることは難しく、また価格は、日本経済がデフレーション状態にあることや、顧客の離反を招くため上げにくいという現状がある。従って、店に訪れた顧客に1品でも多く買ってもらうことが必要になる。そのため小売店は様々な店舗内販売促進施策を行っている。

店舗内販売促進施策を効果的に行うためには、顧客の店舗内行動を分析することが重要となる。田嶋らは、店舗内行動分析研究方法としてマーケティング調査の3類型に従い分けしている²⁾。1) 既存のデータの分析による販売監査法、2) 店頭で顧客に面接をするサーベイによる方法、3) 実際に販売促進施策を行う店頭実験法。これらの方法では、店舗内の顧客行動を金銭的、時間的コストをかけずに行うことは難しい。そこで、これらの分析方法の課題点を補う方法としてエージェントベース・シミュレーション (Agent-based simulation: 以下 ABS) を用いた方法がある。

店内実験やデータマイニングより導出された店舗内販売促進施策を ABS で実装し、事前評価を行うということが行われている²⁾。しかし、これらの ABS は購買履歴である Point of Sales (POS) データを基にして顧客の購買行動にしか注目していない。顧客の店内回遊行動に着目している ABS は小売店舗行動シミュレータ Agent-Based In-Store Simulator (以下, ABISS) とそれを改良した ABISS-2nd のみである⁴⁾⁵⁾。ABISS と ABISS-2nd は、購買行動と回遊行動を考慮しているが、現実の顧客行動を表現できていないとは言い難い。また、北澤らが行った店内実験では、店舗内での顧客の詳細

な回遊行動まで取得できていない⁴⁾。

そこで、本研究では、新たな店内実験より得られた顧客回遊行動データを用いて、店舗内での顧客の行動分析を行う。分析結果から顧客行動に影響を与える顧客属性の抽出を行う。そして、その分析結果を基に小売店舗内の顧客行動シミュレータ Agent-Based In Store Simulation (ABISS) を改良し、実際の顧客行動を再現できるシミュレータの構築を目指す。

2 関連研究

ここでは、ABS に関する関連研究と ABS の一つである ABISS と ABISS-2nd について述べる。ABS は「Agent」と呼ばれる内部状態と意思決定機能を持つ動作主体が相互作用することで、ボトムアップに社会や経済といった複雑システムの性質を解析するものである³⁾。顧客は商品や広告といった周囲の環境から多くの影響を受けながら購買、回遊していくため、顧客行動を表現するのに ABS は非常に適していると言える。顧客行動に関する ABS の研究を Table 1 に示す。

Table 1: Earlier studies on using Customers' Behaviors ABM

	目的	評価	
		購買	回遊
豊島 2005	モデルの提案	×	×
田嶋 2010	レイアウトの提案		×
Hayashi 2010	戦略評価		×
岸本 2009	レイアウトの提案		
北澤 2010	モデルの提案		

Table 1 に示すように、購買行動に関する ABS は多く存在するが、店舗内において購買行動と店内回遊行動を同時に考慮しているモデルは少ない。以下で、回遊行動も考慮している ABISS と ABISS-2nd について述べる。

ABISS では、ターゲットの店舗を基にした 2 次元仮想店舗内を Agent が回遊しながら、商品を購入しているシミュレータである。Fig. 1 に ABISS のシミュレーション図を示す。ABISS は、シミュレーション結果とし

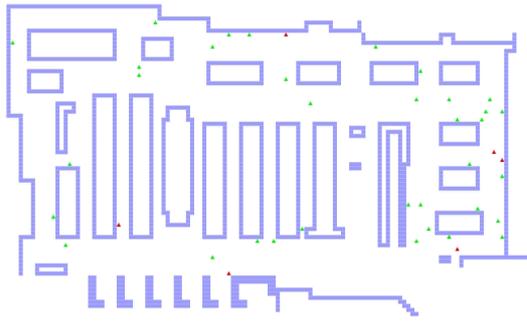


Fig. 1: Snapshot of ABISS

て POS データ，顧客の店内回遊データを得ることが可能である．その出力結果と現実の店舗での POS データや，回遊データから現実の顧客行動をどの程度表現しているかを比較することができる．ABISS は，POS データを用いてパラメータ設定をした購買行動モデルと，ストアマネージャーへのインタビューを基にした店舗内回遊モデルが導入されている．ABISS-2nd は，店舗内回遊行動を Radio Frequency Identification(RFID) を用いた店内実験から得た実データを基に行っている．しかし，現実の顧客行動を表現できているとは言い難い．上記のように実際の顧客を表現できている顧客行動モデルは未だ存在していない．

3 店内実験

実際の顧客行動を再現できるシミュレーションの構築を行うには，店舗内での実際の顧客の行動を取得することが重要になってくる．

店舗内での顧客の行動を取得する実験はこれまで様々行われている．Jeffrey らは，店舗にあるカートに加速度センサを用いて，顧客行動の取得を行っている⁶⁾．しかし，加速度センサでは顧客の位置までは，取得できない．一方 Radio Frequency Identification(RFID) による動線取得技術では，顧客の位置を電波強度により推測することができる．

RFID とは，無線アンテナと IC タグを用いた個体識別技術であり，小さい設備で非接触のままデータを取得できる点が優れている．従来は流通管理に用いられているのが主であった．近年では，RFID を小売店舗に導入する研究が盛んになってきている⁷⁾⁸⁾．本研究では RFID を用いて取得した顧客行動データを使用する．実験環境を Table 2 に示す．

Fig. 2 に示す店内で実験を行った．IC タグを店内に用意されている買い物カート 53 台に取り付けて使用する．また店内には，売り場の 10 か所とそれぞれのレジに 6 か所，計 16 か所に配置をした．店内のアンテナの位置を Fig. 3 に示す．さらに，店内の店員 5 名にタグをつけて店員が顧客に与える影響を見た．

4 データ分析

店舗の POS データと店内実験で得られた顧客行動データを用いて，顧客行動の分析を行った．店内での顧客回遊行動に影響を与える顧客属性を抽出するため，今回は購買数の違いによる顧客行動の分析を行った．島根

Table 2: Experimented Design

実験期間	2011 年 3 月 3 日から 5 日
場所	島根県浜田市
タグの配置	カート 53 台 什器 10 台 レジ 6 台 従業員 5 台

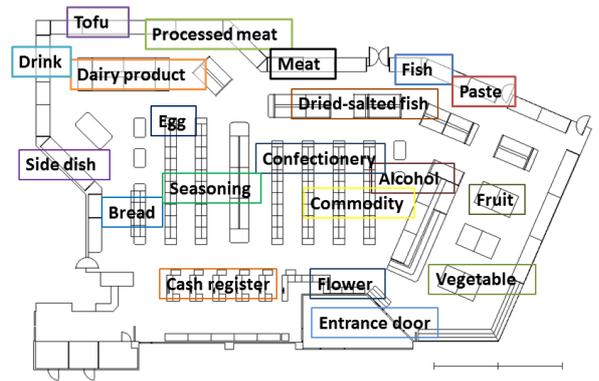


Fig. 2: The store layout

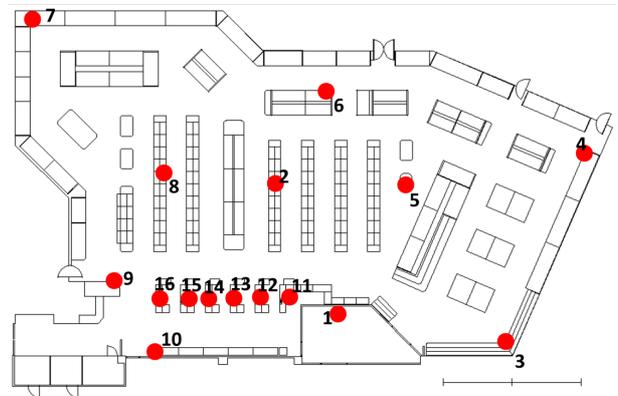


Fig. 3: Antenna position

県にあるスーパーマーケットの POS データ (2011/3/4 分，総取引数 1855) を使用した．店舗の基本情報を Table 3 に示す．今回は，購買数に注目したため，顧客の一人あたりの購買個数の推移を調べた．顧客情報を Table 4 に示し，一人当たりの購買個数を Fig. 4 に示す．

この分析では，顧客の購買数と顧客の回遊行動の関係を見出すことを目的としている．そこで，購買数が 10 点未満，10 点台，20 点台，30 点台，40 点台の顧客行動を分析した．6 点購買した顧客の回遊行動を Fig. 5 に，13 点購買した顧客の回遊行動を Fig. 6 に，24 点購買した顧客の回遊行動を Fig. 7 に，32 点購買した顧客の回遊行動を Fig. 8 に，49 点購買した顧客の回

Table 3: Store information

営業時間	9:00 ~ 21:00
一日のレジ通過人数	1855 人
一日の総取引点数	16282 点
一日の総取引金額	2,862,607 円
収得日	2011 年 3 月 4 日
ポイントカード使用率	85%
カート使用率 (観測)	50%

Table 4: Customer information

	個数 (点)
平均	11.1
標準偏差	8.0
中央値	8.0

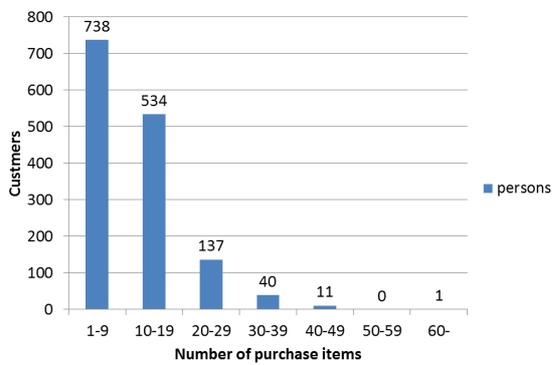


Fig. 4: Number of purchases items

遊行動を Fig. 9 に示す . この分析には , POS データと RFID データを用いて分析を行った .

分析結果から , 購買数が多くなると店内中央の棚を通る確率が高くなる可能性があることがわかった .



Fig. 5: Customers' Behavior (purchasing number: 9)



Fig. 6: Customers' Behavior (purchasing number: 10)



Fig. 7: Customers' Behavior (purchasing number: 24)

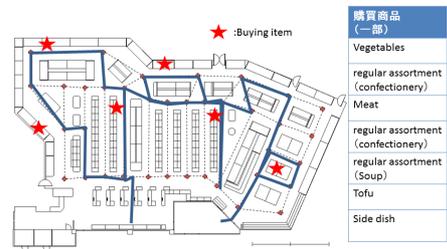


Fig. 8: Customers' Behavior (purchasing number: 32)



Fig. 9: Customers' Behavior (purchasing number: 49)

5 まとめ

本研究では、新たな店内実験データをもとに顧客の行動分析を行った。顧客の購買数と顧客の回遊行動の関係を見出すことを目的として、購買数の異なる顧客の行動分析を行った。分析の結果、購買数が多くなると店内中央の棚を通る確率が高くなる可能性があることがわかった。

今回は、購買数の違いによる分析を10点未満、10点台、20点台、30点台、40点台の顧客をそれぞれ3名ずつおこなったが、妥当性を示すためにも今後はより多くの顧客分析が必要になる。また、購買数だけでなく、ほかの属性が顧客の回遊行動に与える影響を調べるために、POSデータと回遊データを組み合わせた店舗内での購買と回遊の詳細な分析があげられる。さらに、その分析結果をもとに実際の顧客行動を再現できるシミュレーションモデルの構築が考えられる。

参考文献

- 1) 流通経済研究所：インストア・マーチャндаイジング-製配販コラボレーションによる内場作り，日本経済新聞出版社 (2008)
- 2) 田嶋拓也，阿部武彦，木村春彦：商品間の相関関係を取り入れた顧客購買行動シミュレータ，生産管理，Vol(16),241/248 (2010)
- 3) 寺野隆雄：エージェント・ベース・モデリングへの招待，オペレーションズ・リサーチ，Vol(49)131/136 (2004)
- 4) 北澤正樹，高橋雅和，山田隆志，吉川厚，寺野隆雄：RFID技術による小売店舗販売シミュレータの顧客回遊行動の分析，第24回人工知能学会全国大会 (2010)
- 5) 岸本有之，高橋徹，高橋雅和，山田隆志，津田和彦，寺野隆雄：エージェント・シミュレーションによる店舗内顧客行動と販売促進策の分析，第23回人工知能学会全国大会 (2009)
- 6) Jeffrey S .Larson, Eric T .Bradlow, Peter S .Fader: An Exploratory Look at Supermarket Shopping Paths, International Journal of Research in Marketing, Vol(22),395/414 (2006)
- 7) Rebecca Angeles: RFID Technologies Supplu-Chain Application AND Implementation Issues, Information System Management, 51/65 (2005)
- 8) Frederic Thiesse, Jasser AI-Kassab, Elgar Fleisch: Understanding the Value of Integrated RFID Systems: A Case Study from Apparel Retail, European Journal of Information System, 1/23 (2009)