

# 実データに基づく小売店舗内における顧客行動の分析

○藤野俊樹<sup>†</sup> 北澤正樹<sup>†</sup> 山田隆志<sup>†</sup> 高橋雅和<sup>††</sup> 山本学<sup>†</sup> 吉川厚<sup>†</sup> 寺野隆雄<sup>†</sup>  
(東京工業大学<sup>†</sup> 山口大学<sup>††</sup>)

## Analysis of actual customer behaviors in a retail store based on real store data

\*Toshiki FUJINO<sup>†</sup>, Masaki KITAZAWA<sup>†</sup>, Takashi YAMADA<sup>†</sup>,  
Masakazu TAHASHI<sup>††</sup>, Gaku YAMAMOTO<sup>†</sup>, Atsushi YOSHIKAWA<sup>†</sup>, Takao TERANO<sup>†</sup>  
(Tokyo Institute of Technology<sup>†</sup>, Yamaguchi University<sup>††</sup>)

**Abstract**— Agent-based in-store Simulator (ABISS) takes both buying behaviors and migratory behaviors in a store into account. However, it is difficult to represent the customer behavior of taking the goods from the shelf or looking for the goods by ABISS. For one thing, the setup of the simulator differs from customer behavior in a real store. We thus need to analyze the customers' behavior in real store. For this purpose, we use the data on their walking flow which are obtained by using Radio Frequency Identification (RFID) tags there. As a result, the correlation between values of flow line length and number of purchase items is not large value in the supermarket.

**Key Words:** Point of Sales (POS) data, Radio Frequency Identification (RFID), Line of flow

## 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<sup>1)</sup>。このような動きは、需要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<sup>2)</sup>。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のために、価格プロモーションやPOP広告、特別陳列など様々なセールスプロモーションを行っている。

しかし、実際に店舗内でセールスプロモーションを行うには、時間的・金銭的コストが掛かるという問題点がある。従って、コストをかけずに、店舗内におけるセールスプロモーションの効果を測定できるツールがあれば、小売店舗の売上向上に貢献できることが考えられる。実際に小売店舗へのインタビューで、「野菜や精肉、鮮魚などのメイン通路だけでなく、定番商品が売られている店舗中央の通路への誘導策を考えたい。」「誘導策として、レイアウト変更などは、コストが掛かるため難しい。」などの意見が得られた。ここからも、コストをかけずに、店舗内におけるセールスプロモーションの効果を測定できるツールの必要性があることが分かる。

そのような状況のなかで、我々はこれまで商品を購入する購買行動と店舗内を回遊する回遊行動まで考慮したシミュレータ、Agent-Based In-Store Simulator (ABISS) を開発してきた<sup>3, 4)</sup>。

ABISS は、小売店マネージャーの意思決定支援ツールを目標として開発された。ABISS 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、商品を購入するという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は島根県浜田市にあるスーパーマーケットをターゲットとしている。

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は、店舗内回遊行動を店内実験より導き出さ

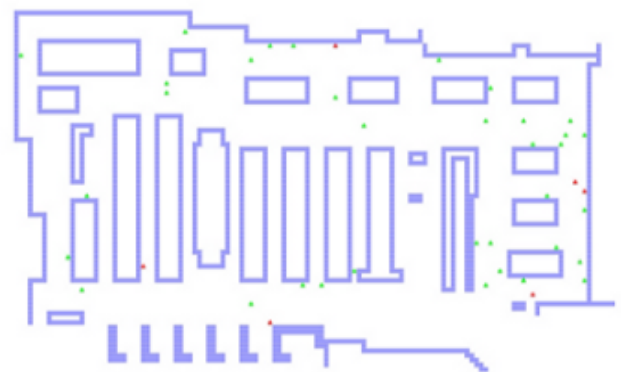


Fig. 1: Snapshot of ABISS

れたシナリオを用いたABISS2.0に改良されている。ABISS2.0では、実際の店舗の支援ツールを目的として、実際に来店した顧客の店舗内の行動との誤差を15%以内を目指していた。一致率の評価は、シミュレーション結果で出力された購買履歴と実際の店舗での購買履歴の比較での購買行動と店内実験より得られた顧客行動とシミュレーション結果の通過箇所の比較での回遊行動で評価している。しかし、ABISS2.0は、その目標を達成出来ていない。

うまくいかなかった原因として以下のようなことが考えられる。

- 顧客の動線長や滞在時間、購買点数の関係がシミュレーション上と、ターゲット店舗では異なる可能性がある。
- 顧客のセグメント分けがされていない。

一つ目の動線長や滞在時間、購買点数の関係については、一般的に動線長や滞在時間が延びると購買点数が増加し、売り上げが向上するといわれている<sup>2)</sup>。動

線長は、来店客が入店してからレジで精算するまでの店舗内を移動した距離を示したもので、動線長の大きさは、来店客の店舗内における情報接触の量に直結する。このことから、店舗内での顧客の動線長と購買数には、強い相関があることが言われている<sup>2)</sup>。また、情報接触の量という観点から滞在時間も重要な指標とされ、滞在時間を増加することで、客単価の増加に寄与するといわれている<sup>5)</sup>。ABISS2.0でのシミュレーション結果として、動線長と購買点数の相関関係は、0.869で強い相関がある結果となっている。ABISS2.0上での動線長と購買点数の関係を図2に示す。今回ターゲットとしている島根県のスーパーマーケットでは、動線長や滞在時間と購買点数の関係については、確認されていない。シミュレーションは、一般的に言われている動線長や滞在時間が延びると購買点数が増加することをベースに設計されている。従って、もし、ターゲットとしている店舗の結果がシミュレーションの設定と異なった場合には、それが精度が良くなかった原因の可能性が考えられる。

二つ目の顧客のセグメント分けについては、現在のABISS2.0では考慮されていない。ABISS2.0では、購買履歴の分析結果を基に、商品間のアソシエーションルールを作成し、顧客の回遊行動モデルを決定している。アソシエーションルールとは、2商品間の購買の関係性を表すもので、ある商品が購買されたときに、もう一方の商品が購買される条件付確率を表したものである。その確率を基に、購買商品を決めている。よって顧客の行動ルールが商品ごとのルールベースになっていて、多種多様な顧客に対応したルールが適用されていない。そのことが精度が良くなかった原因の一つではないかと考えられる。一般に20代や60代、主婦やサラリーマンなどの店舗内での行動は異なるものであることが予想される。実際に顧客をセグメントで分け、ターゲットを絞ったマーケティング手法も行われている<sup>6)</sup>。それぞれの顧客セグメントごとに顧客モデルを作成することで、精度が向上するのではないかと考えられる。

今回は、それらの考えられる原因のなかで、一つ目の動線長や滞在時間と購買点数の関係がターゲット店舗では、どのようになっているかの確認を行う。

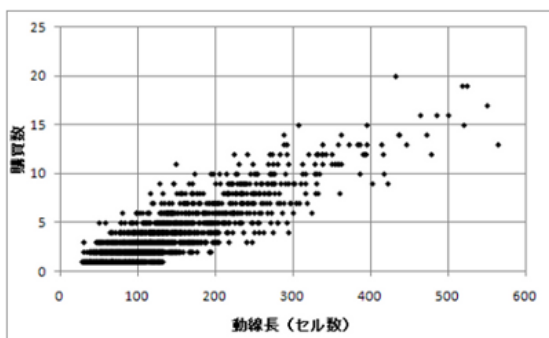


Fig. 2: Relation between flow line length and number of purchase items in ABISS2.0

## 2 店舗内の顧客行動取得手法

顧客の行動を把握する方法として、様々な方法が行われている。例えば、店頭面接法や直接観察法などがある。店頭面接法とは来店客に対して、買い物開始前と買い物終了後の2回にわたって店内で面接し、必要事項を聴取する調査方法である。直接観察法とは来店客の店舗内の行動を顧客の後についていき店舗内動線などの観察可能な行動を記録しようというものである<sup>7)</sup>。

近年では、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<sup>8)</sup>、カメラを用いた顧客行動取得<sup>9)</sup>、大量のPoint of Sales (POS) データを利用した顧客購買履歴からの顧客の分析や、Radio Frequency Identification (RFID) を用いて、顧客の移動データを取得し、移動経路を分析する動線分析手法<sup>10, 11)</sup>などより効率的に店舗内の顧客行動を把握しようとする方法が行われている。さらに、店舗内の各顧客をエージェントとみなし、店舗内の購買行動をモデル化する研究も行われている<sup>14)</sup>。

## 3 店舗内実験

店舗内実験は、島根県浜田市にあるスーパーマーケットで行った。店舗のレイアウトを図3に、店舗の基本情報をTable 1に示す。

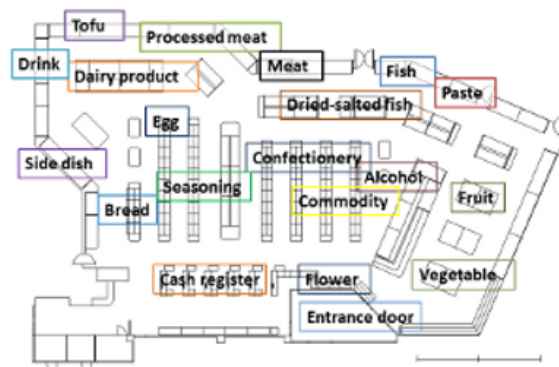


Fig. 3: The store layout

Table 1: 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
取得日	2011 年 3 月 4 日
ポイントカード使用率	85%
ショッピングカート使用率 (観測)	50%

本研究では、RFIDを用いた店舗内実験の結果を使用する。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を屋内位置推定方法に用いる研究が盛んになってきている<sup>12)13)</sup>

RFIDを用いて、顧客の店舗内行動を取得する利点として、観測者が顧客に影響を与えない点である。直接観察法などは、観測者が顧客の行動に影響を与える可能性があり、顧客が普段と異なる行動をする場合も起こりうる。RFIDのICタグは比較的小さいため、顧客に与える影響が小さいと考えられる。

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8か所とそれぞれのレジに6か所、計14か所に配置をした。店内のアンテナの位置をFig. 4に実験環境をTable 2に示す。また、ショッピングカートに装着したタグの様子をFig. 5に、店舗内に装着したアンテナタグの様子をFig. 6に示す。

Table 2: Experimental 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7台 レジ6台

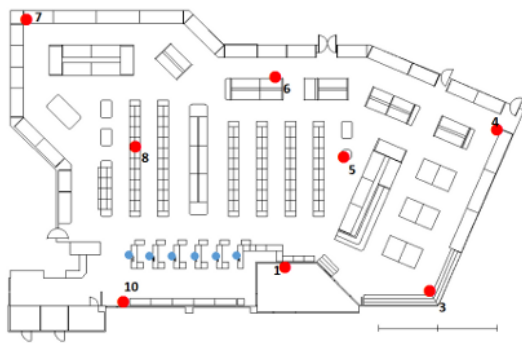


Fig. 4: Antenna position



Fig. 5: RFID Antenna on a Shopping Cart



Fig. 6: RFID Antenna on a Display Fixture

#### 4 店舗内顧客行動分析

購買履歴であるPOSデータとRFIDを用いた店舗内実験より得られたデータを使用して、店舗内の顧客行動分析を行う。顧客の店舗内の行動としては、Fig. 3の入り口(Entrance door)から入店し、店舗内を回り、レジ(Cash register)を通過し退店していく顧客行動と仮定している。

本研究では、滞在時間を入店して、入り口から一番近い野菜売場のアンテナタグ3の電波を初めて受信した時間から、レジアンテナタグの電波を受信し終わった時間までの間と定義する。滞在時間は、RFIDを用いた店舗内実験のデータとPOSデータを紐付けすることで導出できる。レジに装着してあるタグが記憶している時間とPOSデータの精算時の時間を合わせ、そこからRFIDのデータをもとに入店時間を算出し、滞在時間を求める。

動線長は、入り口から、レジまでの移動した距離とし、Fig. 7で示すように通路を辺、分かれ道を節と考え、通過したと思われる辺を決定し、動線長を計算する。動線長もPOSデータとRFIDのデータを紐付けしたデータを使用する。POSデータの一部をTable 3に示す。Table 3の商品名称とライン名称から、顧客の購買した商品とその購買した商品の置かれてある棚の位置が分かる。そこから、購買した商品の棚の前の通路を通過したと仮定する。

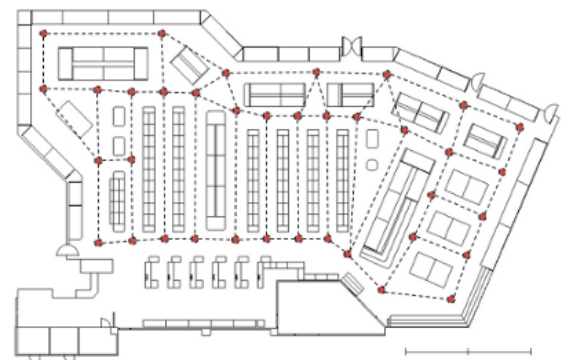


Fig. 7: Vertex and Edge on Store



Table 3: An example of pos data

日付	時間	顧客ID	商品名称	ライン名称	価格	個数
2011/3/4	12:25:00	xxxxxxx	のどくろ	丸物	xxx	1

RFIDによる店内実験の結果からは、通信先のアンテナタグ番号と電波強度によって、どの通路を通ったかを判定する。それぞれのアンテナの通信範囲を示したものを Fig. 8 に示す。水色で囲まれた部分はそのアンテナタグが通信できる範囲を示している。以上のように、POS と RFID を用いて動線長を決定する。ただ、Fig. 8 にあるように、店舗中央付近など電波範囲外の部分も存在することや、隣り合う二つの通路の電波強度の差があまりないなどの理由から、どの通路をとったかを特定することは困難である。従って、POS と RFID の結果からある程度の動線を推測することを試みる。

分析対象人数は、2011年3月4日のPOSデータとRFIDを紐付けた結果得られた顧客のうち、50名のデータを用いて分析を行った。統計量を Table 4 に示す。店舗内を Fig. 9 のようにメイン通路を歩いて1週すると動線長は、約78.60mである。青い線が動線をあらわし、赤の星印が購買商品の位置を表している。



Fig. 8: Communication range of antenna

Table 4: Basic Statistics of flow line length, stay time and number of purchase items

	動線長 (m)	滞在時間	購買点数 (点)
平均	174.07	14':45"	12.38
標準偏差	83.28	11':06"	8.04
メディアン	157.44	10':26"	10.00
最小値	42.55	03':44"	2.00
最大値	425.11	47':51"	39.00

動線長と滞在時間、購買点数の関係を示した散布図を以下に示す。Fig. 10 は、動線長と滞在時間の関係を示した図である。相関係数は、0.828 であった。Fig. 11 は、購買点数と動線長の関係を示した図である。相関係数は、0.434 であった。Fig. 12 は、購買点数と滞在時間の関係を示した図である。相関係数は、0.259 で

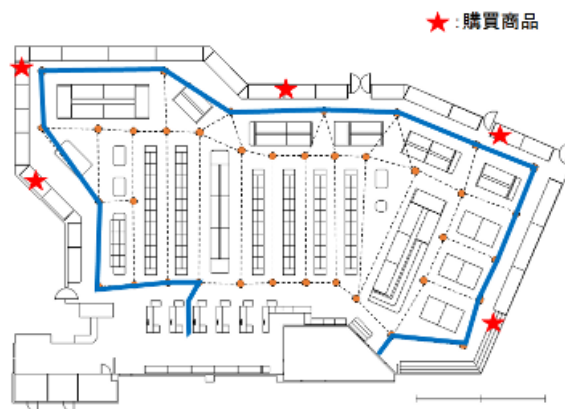


Fig. 9: Sample of flow line length

あった。

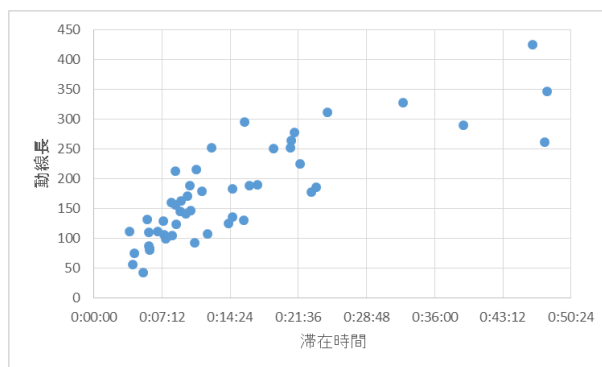


Fig. 10: Relation between flow line length and stay time

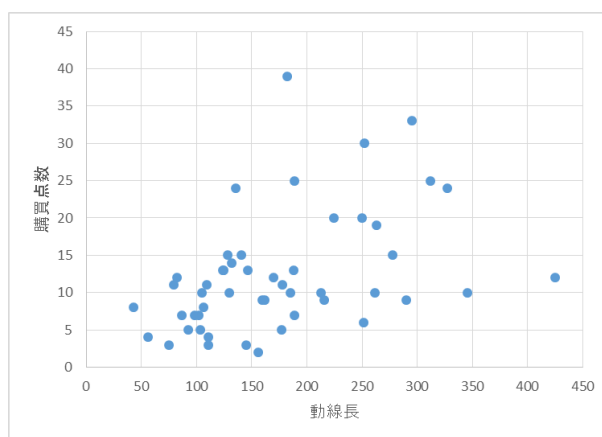


Fig. 11: Relation between number of purchase items and flow line length

この店舗においては、先ほど示した相関係数の関係から動線長と滞在時間には強い相関があるが、動線長と購買点数、滞在時間と購買点数については、強い相関があるとはいえないことが分かった。従って、滞在時間が延びると動線長が伸びる傾向があるが、動線長や滞在時間が延びても購買点数が増加するとは限らないということが言える。

特徴的な顧客として、動線長や滞在時間が短く、購

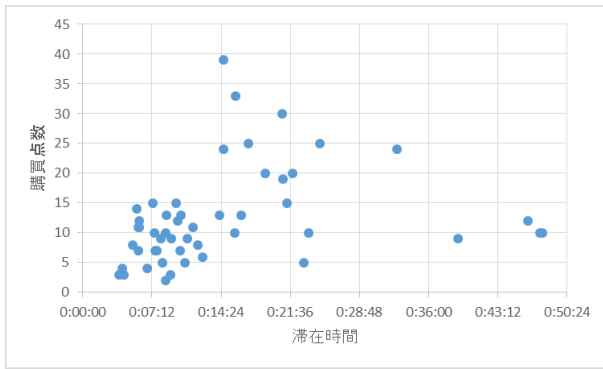


Fig. 12: Relation between number of purchase items and stay time

買点数が多い顧客の動線長の例を Fig. 13 に示す。Fig. 13 の顧客は、同じ商品や同じ棚の商品をいくつも購買していることが分かる。効率よく回っていることから、この顧客は、入店する前に、ある程度購買したい商品が決まっていて、さらに店舗内の商品の位置を把握している顧客ではないかと考えられる。

一方、動線長が長く、購買点数が少ない顧客の動線長の例を Fig. 14 に示す。1 週目の動線長を青の実線で 2 週目の動線長を赤の点線で表している。この顧客は、店舗内を 2 週回っていたり、同じ場所を行き来していることがわかる。店舗での顧客観察を行って、1 週目では、どのような商品があるかを見て回り、2 週目で 1 週目に見ていた商品を購入している顧客がいることがわかった。動線長や滞在時間が大きく、購買点数が少ない顧客は、このような顧客の可能性もある。ただ、顧客の行動が 1 週目か 2 週目かということについては、RFID の電波を受信した時間で判断している。従って、1 週目と 2 週目どちらで商品を購入しているかを判断することは今回の実験データでは不可能である。

また、今回の店舗内実験では、ショッピングカートにタグを装着している。ショッピングカートを使用する場合は、かごを使用する場合と比べて、重さを感じることが少なく、より多くの場所を回ることが可能であると考えられる。その RFID タグをショッピングカートに装着した実験状況が結果に影響した可能性もあるのではないかと考えられる。

## 5 まとめ

小売店舗内顧客行動シミュレータ ABISS2.0 の精度がよくない原因の一つとして、顧客の動線長や滞在時間、購買点数の関係がシミュレーション上と、ターゲット店舗では異なる可能性が挙げられた。今回は、その可能性を確認するために、POS データと RFID を用いた店舗内実験データをもとに、実際に店舗に来店した顧客の店舗内での行動分析を行った。

結果としては、ターゲットとしている、島根県のスーパーマーケットでは、動線長と滞在時間には強い相関が見られたが、動線長と購買点数、滞在時間と購買点数については、強い相関が見られなかった。この結果は、現在の ABISS2.0 から出力される、動線長と購買点数の関係とは異なる結果となった。従って、今後は、従来の動線長が伸びると目視する商品が増え購買点数が増加するという顧客行動モデルだけではなく、動線

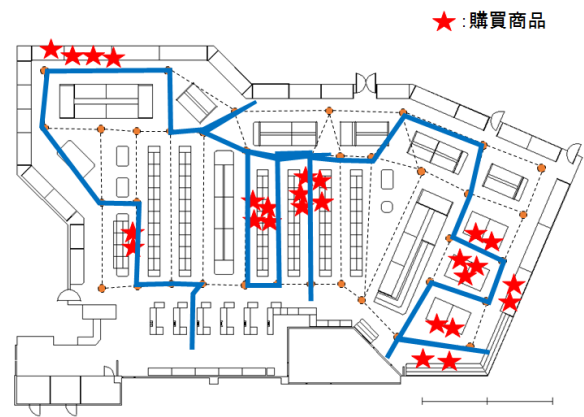


Fig. 13: Flow line length of Characteristic customer (Flow line length is short, number of purchase items is large)

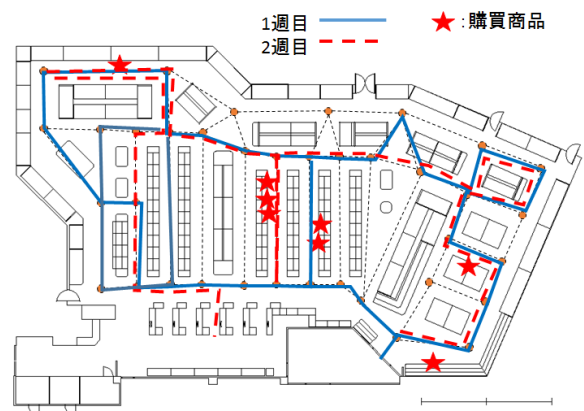


Fig. 14: Flow line length of Characteristic customer (Flow line length is long, number of purchase items is small)

長や購買点数に影響をするほかの要因を含めたより詳細な顧客行動モデルが必要であると考えられる。

また、そのほかの原因の可能性である顧客のセグメントがされていない部分についても、顧客のセグメント分けを行い、顧客セグメントごとの顧客モデルの構築することが考えられる。これも詳細な顧客モデルに繋がると思われる。顧客を分ける項目としては、年齢や性別のほか、購買している商品や来店の時間帯などが考えられる。そこで、そのような分類項目による顧客行動の分析が必要である。

## 参考文献

- 1) 総務省統計局, 平成 22 年国勢調査, 基本集計結果要約, 総務省 (2013)
- 2) 流通経済研究所: インストア・マーチャンダイジング-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)
- 3) Masaki Kitazawa, Masakazu Takahashi, Takashi Yamada, Atushi Yoshikawa, Takao Terano, How Do Customers Move in a Supermarket? -Analysis by Real Observation and Agent Simulation-. Proc. the 3rd Japan-China Joint Symposium on Information Systems, 2010, pp. 23-26, (2010).
- 4) Takao, Terano, Ariyuki Kishimoto, Toru Takahashi, Takashi Yamada, and Masakazu Takahashi, Agent-

- Based In-Store Simulator for Analyzing Customer Behaviors in a Super-Market. J.D. Velasquez et al. (Eds.): Proc. KES 2009, Part II, LNAI 5712, pp. 244-251 (2009).
- 5) 武井博一, 工藤憲一, 宮田知明, 伊藤慶史, ターニングポイントに直面する小売業の適応戦略, 知的資産創造, 8号, 32/47 (2006)
  - 6) 鈴木雄高, 小売店舗における来店促進の取り組みの課題と展望, 流通情報, pp. 23/35 (2011)
  - 7) 田嶋義博, 青木幸弘, 店頭研究と消費者行動分析-店内行動分析とその周辺 誠文堂新光社, (1989)
  - 8) 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)
  - 9) 窪田 進, 丸山昌之, 伊久美智則: 複数の全方位カメラによる人物導線計測システム, 東芝レビュー, Vol. 63, No. 10, pp. 44/47 (2008).
  - 10) 矢田勝俊: データマイニングとマネジメント, 人工知能学会学会誌, Vol. 24, No. 4, pp. 572/578 (2009).
  - 11) 日立製作所: 組織内コミュニケーションを可視化—「ビジネス顕微鏡」で知識創造活動を支援, 日立評論, Vo. 94, No. 02, p. 71 (2012).
  - 12) Rebecca Angeles: RFID Technologies Supplu-Chain Application AND Implementation Issues, Information System Management, 51/65 (2005)
  - 13) 白石 剛大, 小室 信喜, 上田 裕巳, 河西 宏之, 坪井 利憲, UHF 帯パッシブ型 RFID を用いる屋内位置推定アルゴリズムの提案 (ネットワーク), 電子情報通信学会論文誌. B, 通信 J95-B(10), 1302/1312, (2012)
  - 14) 林 久志: 店舗内顧客購買行動のエージェント・ベース・シミュレーション, 流通情報, Vol. 41, No. 483, pp. 32/39 (2010).