

顧客動線に基づく店舗内環境評価手法の提案

吉田 琢史[†] 小磯 貴史[†] 服部可奈子[†] 豊嶋伊知郎[†] 今崎 直樹[†]

[†] 株式会社 東芝 研究開発センター

〒 212-8582 川崎市幸区小向東芝町 1

E-mail: †{takufumi.yoshida,takashi.koiso,kanako.hattori,ichiro.toyoshima,naoki.imasaki}@toshiba.co.jp

あらまし 小売店舗店頭は、売り手の生産活動と買い手（顧客）の消費活動が共存する極めて相互作用的な場であり、その収益性を評価する際には、顧客の行動分析が非常に重要となる。従来の店頭研究における顧客行動分析は、POS (Point of Sale) 等のシステムにより支えられてきた。最近、RFID (Radio Frequency Identification) やビデオ・カメラに代表される各種センサによるユビキタス情報の獲得が急速に容易になりつつあり、店頭研究にパラダイム・シフトをもたらすと期待される。本研究では、店舗内での顧客の移動（動線）や状態など大量に取得されたユビキタス情報に基づき店舗 ROI (Return On Investment) を評価し、売り手と買い手共に生産性を高めるような ISM (In-Store Merchandising) の施策を策定するためのフレームワークを提案する。

キーワード 小売店舗、ISM、POS、RFID、動線、収益性、ROI、買物生産性、顧客満足、顧客行動、消費者行動、消費者情報処理

A Framework for Improving Profitability in a Retail Store Using Customer Behavior Analysis

Takufumi YOSHIDA[†], Takashi KOISO[†], Kanako HATTORI[†], Ichiro TOYOSHIMA[†], and Naoki IMASAKI[†]

[†] Toshiba Corporation

1, Komukai-Toshiba-cho, Saiwai-ku, Kawasaki, 212-8582, JAPAN

E-mail: †{takufumi.yoshida,takashi.koiso,kanako.hattori,ichiro.toyoshima,naoki.imasaki}@toshiba.co.jp

Abstract It is important for retailers to raise ROI (Return On Investment) by increasing labor productivity or customer satisfaction, or both. Thus it is essential for retailers or retail researchers to investigate how consumers behave in a retail store, as well as what achieves cost-savings. Recently observations of customer behavior are getting available using ubiquitous devices such as videos, cameras, and RF-ID tags as well as POS systems. Such observations provide or will provide us numerous and heterogeneous data concerning customers' activity in a retail store, which may help us understand what makes customers satisfied. In the present paper, we suggest a framework that retailers can evaluate the quality of customer satisfaction by analyzing ubiquitous information to improve their retail mix and maximize ROI.

Key words retail, ISM, customer satisfaction, profitability, productivity, RFID, POS, ROI, customer behavior

1. はじめに

小売店頭は、「需要（者）と供給（者）とが具体的な形で出会う境界面（interface）であり、財・サービスの購買および販売という具体的な行為を通して双方の目的が達成される場」[1]である。従って、小売店舗における収益性[2]向上施策は、販売員と顧客双方の生産性を高めるよう策定する必要がある[3]、

販売員による販売実績のみならず顧客の店舗内における購買行動分析[4]が重要である。

日本における上記研究や実務レベルでの ISM (In-Store Merchandising : インストアプロモーションやフロアレイアウト・棚割りなど) は、1980 年代ごろから、(1) 既存の行動調査手法 (店頭面接法・プロトコール法・直接観察法など。詳しくは文献[1]を参照) に加え、POS システムなどの購買履歴記録シス

テムの普及や、(2) 共分散構造分析などの統計的分析手法の発達 [5]、(3) S-O-R モデル [6] や Bettman モデル [7]、Howard モデル [8] など消費者情報処理理論の開発などに支えられ、顧客の購買行動における (調査) → (分析) → (評価・予測) といったパラダイムを確立してきた。

現在、上述のパラダイムは次に述べるような技術革新により、急速にその転機を迎えつつある。まず、(1') RFID など各種センサによる行動調査 [9] が挙げられる。安価なデバイスが大量に使用されることにより、多面的な解析が可能となる。また、センサ機器の小型化により被験者に強制感を感じさせることも少なくなり、自動化による調査コストの削減の効果も大きい。次に、(2') 大量データ処理に耐えるコンピュータの開発とデータマイニングなど統計的分析手法における優れたアルゴリズムを実装したソフトウェアの開発により、非常に高度な分析が即座に安価で可能になってきている。

上記 (1') と (2') の変化をふまえ、我々は、(3') 顧客購買行動における大量の局所的・経時的データを用いた高度な統計的分析結果に基づく、行動モデルや店舗収益性の評価・予測手法の確立、が急務であると感じている。本研究では、小売店舗内での顧客の行動 (動線情報を含む) や状態など大量に取得されたユビキタス情報に基づき店舗の収益性を評価し、販売員と顧客双方の生産性を高めるような ISM の施策を策定するためのフレームワークを提案する。

以下、2 章では、ISM の 1 要素である売場の再配分・再配置 (フロアレイアウト) に着目し、フロアレイアウトの施策が向上に直接影響すると考えられている売場効率 ROI (Return on Investment) [10] という収益性評価指標の測定について述べる。次に、3 章では、測定値としての ROI ではなく、ROI 最大化問題へのアプローチについて述べる。つまり、ROI の側面として、店舗の現状把握としての役割ではなく、売場の再配分・再配置がどう収益性を規定するのか、ということについて述べる。最後に、4 章で本稿の内容を纏め、将来の研究方針について言及する。

2. ROI による店舗評価

本章では、ROI の定義と、ROI をブレイクダウンし各々の指標を測定・比較することによる店舗の現状把握について述べる^(注1)。

2.1 ROI の定義

まず、収益性を表す指標である ROI を定義する。ROI は投下資本 (今は売場効率 ROI を考えるので、資本は売場の資産価値) に対する利益の大きさを定義される [11]。例えば、店舗全体の期間 T における ROI は以下の式で与えられる。

$$ROI_T = \frac{NP_T}{CA} = \frac{NP_T}{CU \cdot SA} \quad (1)$$

ここで、

NP_T : 期間 T における純利益

CA : 店舗全体の売場資産価値

CU : 単位面積当りの平均資産価値

SA : 全売場面積

である。 CA (CU) には店舗事務所や駐車場など売場以外の施設も含まれることに注意しよう。

上の式は、店舗全体の収益性指標であり、フロアレイアウトにより改善施策を打ち出す際の影響を調べるには、フロアレイアウトの対象となる売場単位での ROI が必要となる。式 (1) を少し修正して、売場 i の ROI は以下の式で与えられる。

$$ROI_{T,i} = \frac{NP_{T,i}}{CA_i} = \frac{NP_{T,i}}{CU \cdot SA_i \cdot \delta_i} \quad (i \in A) \quad (2)$$

ここで、

$NP_{T,i}$: 期間 T における売場 i の純利益

CA_i : 売場 i の資産価値

SA_i : 売場 i の面積

δ_i : 売場 i の販売力指数

A : 全売場の添え字集合

である。ここで、 δ_i は売場 i の場所により顧客の通過率が異なることによる補正である。すなわち、通過率が高い方が販売力が高いので、売場の資産価値は高く見積もり、低い方は資産価値も低く設定する。これにより、様々な販売力の売場に配置された商品の ROI を、同じ土俵の上で比較することができる。

2.2 ROI 測定による店舗の現状把握

ROI は、いろいろな評価指標を内包する総合的な指標である。例えば、以下の式

$$ROI_{T,i} = \frac{NP_{T,i}}{SA_i} \cdot \frac{CA_i}{SA_i} = \frac{NP_{T,i}}{GS_g} \cdot \frac{GS_g}{SA_i} \cdot \frac{CA_i}{SA_i}, \quad (3)$$

GS_g : 商品 g の在庫額

を考えてみよう。上式右辺第一項をスペース生産性、右辺第二項を単位面積当り資産価値、最右辺第一項を ROII (Return On Inventory Investment)、最右辺第二項を単位面積当り在庫額と呼ぶ。

例えば、スペース生産性が高いのに ROI が低いという商品カテゴリがあるとすれば、式 (3) より、当該商品カテゴリに対して売場スペース当り資産価値が高すぎるということが分かり、当該商品の陳列位置を見直すべきだということになる。また、ROII は高いのだがスペース生産性が低く、そのせいで ROI が低くなっているという場合には、やはり式 (3) より、スペースが過剰だということが分かるだろう。このように、売場・商品単位での ROI と ROI をブレイクダウンした指標を測定すると、売場の再配分・再配置の方向性が見えてくる場合がある。

2.3 ROI 測定から ROI 予測へ

本章の今までの内容を纏めると、商品・売場サイズの測定は比較的容易に可能であり、それにより、ROI や ROII などの指標を当該サイズの粒度で測定することができる。従って、それ

(注1): 本章では、3 節を除いてほぼ全部文献 [2] に準拠している。

らの指標の測定値をもとに現在の店舗における売場配分や配置に関する問題点を発見することが可能になる。

ところが、ROI 測定は、「問題点がある」ということを教えてくれているが、「売場配分や配置を変更するとどれだけ ROI が向上するか」ということまでは教えてくれない。なぜなら、レイアウト変更による ROI の分子（すなわち純利益）の変動は、顧客の需要レベルと強く正相関を持ち、顧客の需要レベルは当該商品と店舗に対する経時的または永続的な満足度と深く関連があると思われ、満足度を推定することは一般に困難であると考えられているからである。

3. ROI 最大化へのステップ

前章では、店舗の問題発見の手がかりとして ROI の測定が有力なツールとなり得ることを認識すると共に、フロアレイアウトなどの店舗要因から ROI を予測・制御することは、顧客の心理的要因と深く関連があるため困難であることを再確認した。しかし、顧客の行動や心理状態が時系列データとして取得できるユビキタス環境の実現を考慮に入れると、これらユビキタス情報を用いて顧客の満足度や需要を推測できる仕組みを構築することが、店頭研究におけるブレークスルーであると思われる。本章では、上記仕組みを構築するためのフレームワークについて議論する。

3.1 需要と顧客満足

期間 T における商品 g の需要を $D_{T,g}$ とすると、売場効率 ROI は以下のように表される。

$$ROI_{T,i} = \frac{\sum_{g \in G_i} (P_g - C_g) D_{T,g} - FC_i}{CU \cdot SA_i \cdot \delta_i} \quad (4)$$

ここで、

- P_g : 売場 i にある商品 g の単位当りの売値
- C_g : 売場 i にある商品 g の単位当りの変動費
- FC_i : 売場 i の固定費
- G_i : 売場 i にある全商品の添え字集合

である。客 n による買上数を $D_{T,gn}$ とすると、 $D_{T,gn}$ は以下の 6 つの要素に分解することができる（文献 [1], [2] など参照）。

- $FV_{T,n}$: 来店頻度
- LP_n : 動線長
- RP_n : 通過率
- RD_{in} : 立寄率
- RS_{gn} : 視認率
- $D0_{gn}$: 買上個数

このように需要を分解してそれぞれに関して規定要因を調べると、フロアレイアウトなどの要因がどのように需要全体に効いているのかの手がかりになる。ここで、レイアウトと需要をつなぐ重要な要因が、顧客満足である [13]。顧客満足には、購買行動のその時々での反応的な満足度 S_{TS} と、全体的なサービスや商品に対する満足度 S_C がある。 $FV_{T,n}$ には、 S_C が客 n のデモグラフィック変数などと共に主要な規定要因として働き、 $D0_{gn}$ には、 S_{TS} と S_C 両方が客 n の商品 g に対するニ

ズや商品関与と共に主要な規定要因として働くであろう。フロアレイアウトは、通路の使用状況や売場吸引力を直接的に調整するので [14]、主に客の移動を規定すると考えられ、 LP_n や RP_n 、 RD_{in} を主に規定しているであろう。また、 RS_{gn} を主に規定している要因は、その売場で商品 g がどれだけアピールしているかという、いわば POP (Point Of Purchase) や棚割り (planogram) によるものである [15]。

ここで注意したいのは、 $FV_{T,n}$ から $D0_{gn}$ の要素にレイアウト要因と満足度が独立に寄与しているわけではなく、満足度はレイアウト要因の従属変数であるということである。つまり、客が来店した時点で（過去の購買経験や店外情報収集から） S_C が態度として形成されており、客はレイアウト要因の影響を主に受けながら売場を訪問し、売場で刺激を受けることにより S_{TS} が形成される。このように形成された S_{TS} により購買関与が変動し、もともとのニーズや商品関与との兼ね合いにより購買/非購買を決定する。そして、退店までのこれら一連の購買行動によって S_C が変化する。すなわち、レイアウト要因による顧客の移動などが、顧客の満足度を規定しているのである。

3.2 需要予測のアプローチ

前節の内容より、需要を予測するためには、

- 1) レイアウト要因と顧客行動（動線・購買など）の関連性
- 2) 顧客行動と顧客満足の関連性
- 3) 顧客満足と需要の関連性

を明らかにすることが必要である。取り組みの段階としては 3 つあり、1 つめは、実際の店舗における顧客行動のデータを収集することである。レイアウト変更など店舗要因の情報収集に関しては、店舗側の協力が必須であり、顧客情報の収集に関しては、顧客側の協力が必須である。特に、顧客情報の収集に関しては困難が予想される。顧客行動の測定方法としては、従来から利用されてきた店頭面接法や直接観測法、プロトコル法などがあり、また最近では、RFID やビデオ・カメラを用いた自動観測システムが挙げられる。

取り組みの 2 つめは、上記 1) から 3) の関連性を発見するためのデータマイニングである。データマイニング手法には様々なものがあり [16]、目的に適したものを適宜利用することが重要である。発見されるべき関連性は、現象の記述であり、「A ならば B である」のようなルールのなものや、抽出された特徴量間の相関係数などである。

3 つめは、発見した関連性を再現するための説明モデルの構築である^(注2)。アプローチとしては 2 つあり、数式によるモデルとシミュレーションモデルである。どちらも上記関連性を再現するための仕組みを内包しているほか、通常は多くのパラメータを持っており、観測データに基づき現実により即するよう決定する。

以上の流れにより、入力変数（レイアウト要因）から出力変数（需要）の値を予測する仕組みを作ることが可能である。

(注2)：店舗内購買行動の研究として現象の記述を目指すならば、2 つめまでの取り組みで十分であるが、本研究においては予測・制御までを目標にしているため、数式モデルやシミュレーションモデルを用いた構造型アプローチを採択する。

3.3 店舗 ROI の最大化

前節で提案したフレームワークにより、店舗 ROI を最大化するためのアプローチも明確となる。店舗 ROI は各売場の限界生産性^(注3)が等しくなるよう売場を配置・配分する場合が最大であるから、売場毎の限界生産性を入力変数から予測し、各売場で等しくなるよう調整する仕組みがあれば良い。数式モデルによるアプローチの場合、上記仕組みを作るのは容易であり、解析的もしくはコンピュータによる数値計算により最適解が求められる。シミュレーションモデルによるアプローチの場合、シミュレーション結果を分析することにより入力変数と限界生産性との関連を見出すか、(コンピュータによる計算コストの許容範囲内で)シミュレーションを繰り返して限界生産性の等しくなる状況を探る方法がある。

4. おわりに

本研究では、小売店舗の収益性向上のためにどのような ISM の施策を採択すれば良いか、という従来の問題に対し、顧客の店舗内動線情報やセンサ情報などのユビキタス情報が施策決定に利用可能となる環境において、どのようにして上記問題にアプローチしていくと良いか、という1つの指針を得ることができた。具体的には、顧客の買物満足度あるいは買物生産性といった心理的要因と動線情報やセンサ情報との間のふるまいの関連性をデータマイニングなどの手法を用いて模索し、発見した関連性を、説明モデルまたはシミュレーションモデルなどの形で構造化する。このように、顧客の心理的要因から顧客行動の特徴量が再現可能になれば、その特徴量を用いて、店舗の収益を評価することができる。

本研究によって得られたフレームワークに従って店頭研究を進める場合、取り組むべき問題は大別すると4つである。まず1つめは、実際の店頭で顧客の行動情報を調査しデータを蓄積することである。心理的要因を含むユビキタス情報の収集は容易ではなく、顧客の個人情報の取り扱いなど様々な困難が予想される。2つめは、蓄積されたデータに対し、データマイニングなど統計的手法を用いて何らかの関連性やルールを発見することである。様々な店舗要因や顧客個人属性の中で必要な少数要因のみの影響をうまく抽出し、そこから統計的に有意なふるまいをルールとして取り出すのは容易ではないだろう。3つめは、得られたルールの集合を集約させ説明モデルを構築するか、あるいはルールをうまくマルチエージェントシステムのルールに反映させシミュレーションモデルを構築することである。店舗要因などから顧客の心理状態を再現する、あるいは、顧客の心理的要因から行動または行動の特徴量を再現するための構造化アプローチであるが、信頼に足る妥当性・再現性・安定性をモデルに持たせることが必要となる。最後に4つめは、以上の研究で蓄積された ISM の施策による店舗収益性の変動に関する知見を、収益最大化問題としてとらえ、最適な ISM の施策

(注3)：限界生産性とは資本1単位を投入したときの利潤の増加のことである。例えば、入力変数として売場の面積 SA_i のみを考えると、売場 i の限界生産性は $d(NPr_i)/d(SA_i)$ (面積の1単位を1とした)で表され、各売場でこの量が等しくなるときに店舗 ROI の最大化が実現される。

を提案する仕組みを構築することである。得られた仕組みが、店舗横断的なものなのか、業態横断的なもののかなど、実際のアプリケーションとして活用できるレベルにするまでに解決すべき事案が多数挙げられる。

文 献

- [1] 田島義博・青木幸弘 編著 (1989), 『店頭研究と消費者行動分析』誠文堂新光社, 1頁。
- [2] 小売店舗の収益性に関する文献はたくさん存在するが、中でも ISM の施策による ROI の向上について議論しているものとして、田島義博 編著 (2001), 『インスタマーチャンダイジングがわかる→できる』ビジネス社。
- [3] 収益性と生産性、消費者満足に関して関連性を議論した研究として、Eugene W. Anderson, Claes Fornell, and Roland T. Rust (1997), "Customer Satisfaction, Productivity, and Profitability: Differences Between Goods and Services", *Marketing Science*, Vol. 16, No. 2, pp. 129-145.
- [4] 包括的な書籍として、高橋郁夫 (2004), 『消費者購買行動』千倉書房。
- [5] 例えば、G. W. Bohrnstedt, and D. Knoke (1988), *Statistics for Social Data Analysis*, 2nd ed., F. E. Peacock/海野道朗・中村隆 訳 (1990), 『社会統計学』ハーベスト社, 341-344頁, R. P. Bagozzi (1980), *Causal Models in Marketing*, New York : Wiley.
- [6] S-R モデルや S-O-R モデルを扱った研究として、F. M. Nicosia (1966), *Consumer Decision Processes : Marketing and Advertising Implications*, Prentice Hall, J. A. Howard, and J. N. Sheth (1969), *The Theory of Buyer Behavior*, John Wiley, J. Engel, D. Kollat, and R. Blackwell (1978), *Consumer Behavior*, The Dryden Press など。
- [7] J. R. Bettman (1979), *An Information Processing Theory of Consumer Choice*, Addison-Wesley.
- [8] J. A. Howard (1989), *Consumer Behavior in Marketing Strategy*, Prentice Hall, p. 29.
- [9] RFID を用いた顧客行動分析の最近の研究として、小磯貴史, 服部可奈子, 吉田琢史, 今崎直樹 (2003), 『歩行者動線分析システムを用いた大型家電量販店での行動分析』情報処理学会研究報告-ユビキタスコンピューティングシステム, Vol. 2003, No. 115.
- [10] 以降、本稿において単に ROI という場合は、売場効率 ROI (分母の投下資本が売場資産価値) のこととする。小売業では、産出を何で測るかが明確でないこともあり、複数の ROI (投下資本が労働力だったり在庫だったり異なる) を用いて多面的に収益性を評価する。この点については、C. A. Ingene (1982), "Labor Productivity in Retailing", *Journal of Marketing*, Vol. 46.
- [11] 宮沢雅夫 (1985), 『売場生産性向上運動としてのインスタマーチャンダイジング』, 流通情報。
- [12] 関与については、様々な研究がなされている。例えば、堀啓造 (1997), 『消費者の関与』杉本徹雄 編著『消費者理解のための心理学』福村書店, 164-177頁, P. Laaksonen (1994), *Consumer Involvement : Concepts and Research*, Routledge/池尾燕一・青木幸弘 監訳 (1998)『消費者関与』千倉書房。
- [13] 顧客満足に関する研究は様々であり、代表的なものを挙げると、C. Fornell, M. D. Johnson, E. W. Anderson, J. Cha, and B. Everitt-Bryant (1996), "The American Customer Satisfaction Index : Nature, Purpose, and Findings", *Journal of Marketing*, Vol. 60, No. 10, pp. 7-18, M. D. Johnson, and C. Fornell (1991), "A Framework for Comparing Customer Satisfaction across Individuals and Product Categories", *Journal of Economic Psychology*, Vol. 12, No. 6, pp. 267-86, M. D. Johnson, and C. Fornell (1995), "Rational and Adaptive Performance Expectations in a Customer Satisfaction Framework", *Journal of Consumer Research*, Vol. 21, pp. 695-707 などがある。
- [14] 小売店舗に関する通路設計や磁石売場の設置に関しては、瀧美俊一 (2003), 『店舗レイアウト』実務教育出版。
- [15] 棚割りに関する研究は多く、代表的な文献として、K. Cox (1970), "The Effect of Shelf Space Upon Sales of Branded

- Products”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 7, pp. 55-58. X. Dreze, S. J. Hoch, and M. E. Purk (1994), “Shelf Management and Space Elasticity”, *Journal of Retailing*, Vol. 70(4), pp. 301-326. J. Kotzan, and R. Evanson (1969), “Responsiveness of Drug Store Sales to Shelf Space Allocations”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 6, pp. 465-469.
- [16] データマイニング手法は実に多様であり、種類に応じて様々な文献が多数存在する。その中でも包括的な文献として、J. Han, and M. Kamber (2001), “Data Mining”, *Morgan Kaufmann Publishers*.