

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2014

課題番号：22243033

研究課題名(和文)顧客動線データを用いた消費者行動モデルの構築と実験

研究課題名(英文)Experiment and Modeling of Consumer Behavior Analysis by Using Shopping Path Data

研究代表者

矢田 勝俊(YADA, Katsutoshi)

関西大学・商学部・教授

研究者番号：00298811

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 25,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、小売業における顧客の購買履歴データとRFIDを用いて定量的に測定した顧客動線データを統合し、店内の移動行為と購入行為との因果関係を明らかにする消費者行動モデルを明らかにすることである。我々は店舗実験を通して得られたデータを用いて、文字列解析技術を適用した消費者行動モデル、店舗内行動の時系列モデルなど、様々な理論モデルを提示した。我々は多様な理論モデルの研究成果に依拠し、顧客動線研究に関する総括的枠組みを提示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to provide a model of consumer behavior which presents the relationship between consumer's in-store movement and purchasing behavior. We integrate customer's purchase history data with shopping path data which is consumer's in-store movement data in a retailer and then present various theoretical models such as customer's behavior model based on a string analysis, a time-series model of customer's movement and so on. Actually we implemented some marketing promotions in the real retailer based on our findings and achieved good sales performance. In conclusion we present a comprehensive framework of shopping path research based on these findings. We show significant implications for retail business and some theoretical contributions in marketing.

研究分野：社会科学

キーワード：経営学 経営情報 データマイニング

### 1. 研究開始当初の背景

従来 MIT の J.D.Little (Guadagni and Little 1983) らを中心に顧客の購買履歴データを用いた定量的な購買行動モデルが提案されてきたが購買履歴データは購買結果が記録されているだけでその購入プロセスを明らかにすることはできなかつた。近年の競争環境の下、消費者の購入プロセスの理解が不可欠になり、RFID を用いて顧客の店内移動、購買行動を追跡し、販売データと統合して、モデル化する顧客動線研究が消費者の購入プロセスを明らかにする重要なアプローチの一つとして、学会、研究者の注目を集めている。当該領域において、販売データなども考慮した総合的な顧客動線研究はペンシルベニア大学の P.S.Fader (Larson et al. 2005) らと我々の二つの研究グループしか存在しない。その意味で我々は当該分野の先導的な役割を担っている。我々はこれまで購買履歴データなどの大規模データ解析に関する技術や枠組みの開発を行ってきたが、経済産業省が行った「フューチャー・ストア・プロジェクト」のデータ解析を通して新技術 (RFID) から生じる新しいデータが新しい研究領域、ひいては新しい社会的価値を生み出す可能性に接することが出来た。同時にこうした研究は多様な大規模データを扱うことができるスキルと消費者行動に関する知識の両者が不可欠であり、我々の研究上の競争優位性が高い分野であることがわかったため本提案の着想に至った。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、小売業における顧客の購買履歴データとセンサー技術を用いて定量的に測定した店内移動経路に関する顧客動線データを統合することによって顧客の店内における移動行為と購買結果の因果関係を明らかにする消費者行動モデルを構築し、実証実験から得られる現実の顧客データによってその有用性を検証することである。本研究では上記のデータから得られた知見をもとに新たなマーケティング施策を店舗実験によって検証し消費者行動モデルの構築とその科学的な検証・開発した技術の頑強性などを検討した。同時に顧客動線調査を小売業経営で活用するための組織・マネジメントに関する研究も行い、顧客動線研究の総合的な枠組みを提示した。

### 3. 研究の方法

本研究は RFID を用いて顧客の店内行動を追跡し、そのデータを解析する実証研究である。データ収集は図 1 の RFID タグをつけた買い物カートを店舗に設置し顧客の店内動線データを蓄積する。またこのデータを顧客の購買履歴データとレジ通過時間を用いて統合することで、いつ、だれが、どのように店舗内を移動し、最終的に何を購入したのかをデータとして把握することが可能になる。

我々は RFID を用いた店舗実験を博多、横浜、甲府、大阪で実施した。予備実験では、本提案の核となる文字列解析技術の応用に関する検討を行った (矢田 2008)。最も有力な解析手法として、当初は文字列解析技術を改良し、顧客動線データを用いたモデル化を行った。顧客の訪問する売り場を時系列で結合すれば顧客の売り場訪問パターンはひとつの文字列として表現する事が可能である。予備実験の結果 (矢田 2008) でもその有用性が確認されたため、まず文字列解析技術の応用を優先して取り組んだ。また、顧客の動線データは多次元の時系列データとして非常にリッチな情報を含むため、様々な解析手法の適用が可能である。例えば図 2 はある顧客の店内動線について移動方法を矢印、滞在した売場を  $\square$  として視覚化したものだが、ネットワークデータ構造として表現することができ、グラフマイニング手法の適用などが可能である。こうしたその他の手法適用の可能性については順次検討していった。過去の我々の研究経験から、新しい解析手法を提案、分析結果を提示するだけでは、ビジネスでの活用は難しいことを理解している。したがって、店舗実験を通して、調査実施、知見の活用に関する実践経験を体系化することによって、顧客動線活用のためのマネジメントに関する総合的な枠組みを提示することを試みた。



図 1 RFID タグ付きカート

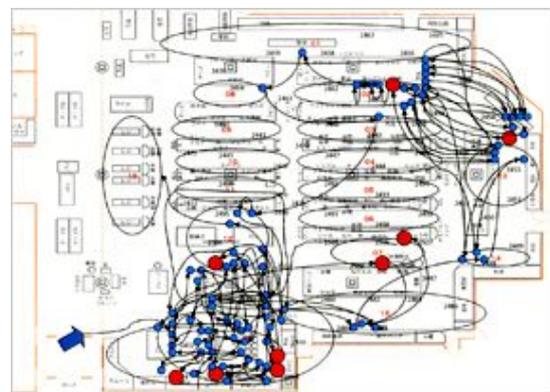


図 2 ネットワーク構造としての顧客動線

#### 4. 研究成果

本研究の当該期間において、顧客動線研究における理論的・実践的含意を得ることができた。

(1)パターン(文字列)検索によるモデル化

計画時に最も有力な解析手法と考えていたパターン検索、文字列検索技術による消費者行動のモデル化は、主要な顧客のクラスタリング、重要な移動パスの発見について重要な知見を得ること(②③)ができた。特に業績( )は知能システムに関する著名な学術誌に掲載され、文字列解析やパターン検索技術を顧客動線データに適用した初めての研究として高い評価を得た。

(2)店内顧客行動の時系列モデリング研究

購買行動の結果の時系列モデリングは様々な研究蓄積があるが、本研究では顧客の店内行動の時系列モデリングに関して2つの顕著な成果を達成することができた。

第一にベイジアンネットワークを用いた購買行動に関する時系列モデリング研究である( )。事前の移動行為と消費者自身の過去の購買行動をもとに、ベイジアンネットワークを用いて事後の購入行為に関する予測モデルを構築し、店舗実験データを用いてその有用性を証明した。

第二にエリア間移動に着目した隠れマルコフモデルを用いた消費者行動モデリング研究( )である(図3を参照)。これらの結果から過去の購買傾向や売上時点の販売促進施策から購買がどのように影響を受けるかが明らかになった。業績はニューラルネットワークに関する著名な学術誌に掲載された。

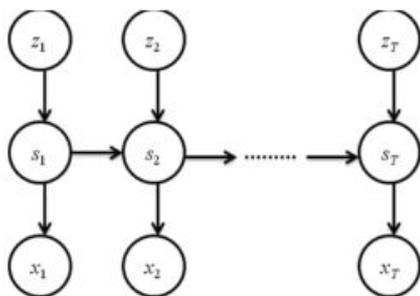


図3 HMMによる時系列モデリング

(3)店舗内移動行動に関する新しいアプローチ

本研究では店舗以内移動行動に関する多様で新しいアプローチを数多く提案した。第一に店舗内移動方向に関する研究( )である。本研究では店舗内における「時計回り行動」を定義(図4を参照)し、様々な仮説を検証した。例えば、「時計回り行動」する顧客はその他の顧客と比べ、多くの買上金額をあげることが明らかになった。また、「反時計回り行動」をとる顧客は「時計回り行動」する顧客と比べ、店舗内移動距離が短くなる傾向を発見した。本研究は移動方向に関する重要な知見を提示し、実務上の重要な含意を

提供している。

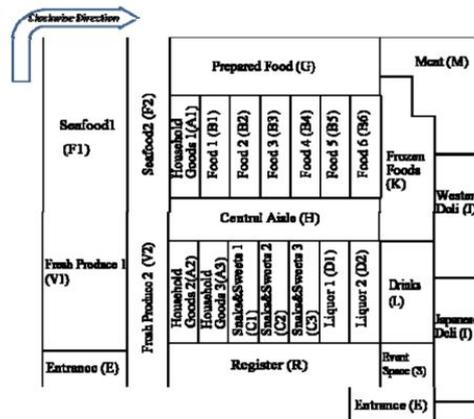


図4 時計回り行動のモデリング

第二に売場での購入時間と購買に関する因果関係を明らかにする研究( )がある。この研究では滞在時間と購買確率の関係をモデリングしており、異なる因果関係を持つ顧客グループが店舗内に混在していることを明らかにした。つまり、ある顧客群は購入時間が長くなるほど購入確率が上昇するのに対して、ある顧客群は異なることを発見した。

第三に「顧客の潜在価値」を提示した研究(②①②)がある。顧客動線データと購買履歴データを統合し、購入潜在性のある顧客の価値をモデル化し、販売促進などで利用する顧客ごとの購入予測モデルを提案した。この顧客の潜在価値モデルはWEBの領域などにも応用され、その広がりをみせている。

第四にバースト検知手法を用いた混雑状況の予測モデルに関する研究( )である。SNSに関する研究では「炎上」という現象をモデル化したバースト検知手法が提案されているが、本研究ではそれを応用し、レジの混雑状況を予測するモデルを提案した。

(4)経営的枠組みの提案

こうしたRFIDのような新しいICTは様々な経営問題に大きな影響を与えている。本研究ではそうした影響を経営的な観点から総合的な枠組み( )を提示している。新しいICTを経営に取り組み、新しい価値を生み出す枠組みは理論的かつ実務的に重要な貢献をもたらすと考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 23 件)

中原 孝信、羽室 行信、宇野 毅明、グラフ研磨手法を用いた顧客の店舗選択モデルの構築、オペレーションズ・リサーチ、査読無、vol.60, No.2, 2015, 89 - 95、[http://www.orsj.or.jp/archive2/or60-2/or60\\_2\\_89.pdf](http://www.orsj.or.jp/archive2/or60-2/or60_2_89.pdf)

N. Sano, K. Yada, The Influence of Sales Areas and Bargain Sales on Customer Behavior in a Grocery Store, Neural

Computing and Applications, 査読有, 26 巻, 2014, 355 - 361, DOI: 10.1007/s00521-014-1619-8

N. Sano, K. Yada, T. Suzuki, Category Evaluation Method for Business Intelligence Using a Hierarchical Bayes Model, Proc. of 13th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, 査読有, 2014, 400 - 407, DOI: 10.1109/ICCI-CC.2014.6921490

N. Sano, S. Tamura, K. Yada, T. Suzuki, Evaluation of Price Elasticity and Brand Loyalty in Milk Products, Proc. of 18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 2014, 査読有, 2014, 1482 - 1487, DOI: 10.1016/j.procs.2014.08.213

Y. Zuo, A.B.M. Shawkat Ali, K. Yada, Consumer purchasing behavior extraction using statistical learning theory, Proc. of 18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 2014, 査読有, 2014, 1464 - 1473, DOI: 10.1016/j.procs.2014.08.209

Y. Zuo, K. Yada, Using Bayesian Network for Purchase Behavior Prediction from RFID Data, 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 査読有, 2014, 2291 - 2296, DOI: 10.1109/SMC.2014.6974262

T. Kawakami, Gloria Barczak, Serdar S. Durmusoglu, Information Technology Tools in New Product Development: The Impact of Complementary Resources, Journal of Product Innovation Management, 査読有, 2014, DOI: 10.1111/jpim.12244

N. Sano, K. Yada, Determining the Share of Product Categories on Discount Flyers Based on the Interaction Effect between Bargain Scale and Sales Area, Proc. of 12th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, 査読有, 2013, 315 - 319, DOI: 10.1109/ICCI-CC.2013.6622260

中原 孝信, 前川 浩基, 羽室 行信, テレビ番組視聴時における Twitter 投稿からのトピック検知、オペレーションズ・リサーチ, 査読有, 58 巻, 2013, 442 - 448, <http://ci.nii.ac.jp/naid/110009631379>

T. Kawakami, M. E. Parry, The Impact of

Word-of-Mouth Sources on the Perceived Usefulness of an Innovation, Journal of Product Innovation Management, 査読有, 30 巻, 2013, 1112-1127, DOI: 10.1111/jpim.12049

N. Sano, K. Yada, The Influence of Sales Areas and Bargain Sales on Customer Behavior in the Grocery Store, Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, 査読有, 243 巻, 2012, 2104 - 2113, DOI: 10.3233/978-1-61499-105-2-2104

M. Kholod, K. Yada, An Examination of the Impact of Neurophysiologic and Environmental Variables on Shopping Behavior of Customers in a Grocery Store in Japan, Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, 査読有, 243 巻, 2012, 2099 - 2103, DOI: 10.3233/978-1-61499-105-2-2099

K. Takai, K. Yada, A framework for Analysis of the Effect of Time on Shopping Behavior, Journal of Intelligent Information Systems, Journal of Intelligent Information Systems, 査読有, Online First, 2012, DOI: 10.1007/s10844-012-0223-6

T. Nakahara, K. Yada, Analyzing consumers' shopping behavior using RFID data and pattern mining, Advances in Data Analysis and Classification, 査読有, 6 巻, 2012, 355 - 365, DOI: 10.1007/s11634-012-0117-z

N. Sano, K. Yada, Customer Behavior Modeling Using Radio Frequency Identification Data and the Hidden Markov Model, Proc. of 2012 Service Research and Innovation Institution Global Conference, 査読有, 2012, 509 - 514, DOI: 10.1109/SRII.2012.63

K. Yada, String Analysis Technique for Shopping Path in a Supermarket, Journal of Intelligent Information Systems, 査読有, 36 巻, 2011, 385 - 402, DOI: 10.1007/s10844-009-0113-8

X. Ding, K. Yada, Transition Matrix Compression Algorithm for In-store Shopping Path Analysis, Proc. of SIAM International Workshop on Data Mining for Marketing, 査読有, 2011, 43 - 47, <http://siam.omnibooksonline.com/2011datamining/data/papers/WS02.pdf#page=47>

K. Ichikawa, Edward Ip, K. Yada, T. Washio, Application of DNA Sequence Alignment Algorithm to Classification of Shopping Paths through a Supermarket Large-Scale Customized Models for Advertisers, Proc. of SIAM International Workshop on Data Mining for Marketing, 査読有, 2011, 37 - 42

K. Yada, T. Washio, H. Koga, A Framework for Shopping Path Research, Proc. of SIAM International Workshop on Data Mining for Marketing, 査読有, 2011, 31 - 36, <http://siam.omnibooksonline.com/2011datamining/data/papers/WS02.pdf#page=35>

T. Nakahara, T. Kin, K. Yada, Analysis of the Impact of Media Contact on the Purchase Process, Proc. of SIAM International Workshop on Data Mining for Marketing, 査読有, 2011, 48 - 61, <http://siam.omnibooksonline.com/2011datamining/data/papers/WS02.pdf#page=59>

②T. Nakahara, T. Kin, K. Yada, Extraction of Customer Potential Value Using Unpurchased Items and In-store Movements, Proc. of KES 2011, Lecture Note in Computer Science, 査読有, 2011, 295 - 303, DOI: 10.1007/978-3-642-23854-3\_31

②中原 孝信, 未購買アイテムを考慮した顧客潜在価値に関する研究、オペレーションズ・リサーチ、査読有、vol.56、No.2、2011、98 - 103

③T. Nakahara, T. Uno, K. Yada, Extracting Promising Sequential Patterns from RFID Data Using the LCM Sequence, Proc. of KES 2010, Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, Lecture Notes In Artificial Intelligence, 査読有, 6278 巻, 2010, 244 - 253, DOI: 10.1007/978-3-642-15393-8\_28

〔学会発表〕(計 26 件)

中原 孝信, 矢田 勝俊, バースト検知手法を用いたレジの混雑状況の特定、日本オペレーションズ・リサーチ学会、2015 年春季研究発表会、2015 年 3 月 27 日、東京理科大学 (東京都・新宿区)

佐藤 俊樹, 高野 祐一, 中原 孝信, 店舗選択モデルの構築と整数計画法による変数選択、情報処理学会第 77 回全国大会、2015 年 3 月 18 日、京都大学 (京都府・京都市)

K. Yada, How Does Purchase of a Product Affect the Next Purchase?, 14th International Marketing Trends Program

Conference, 2015 年 1 月 24 日, Paris (France)

矢田 勝俊, ビジネスにおけるビッグデータの活用 - 流通小売業の現場から -, CREST 戦略的創造研究推進事業、2014 年 11 月 14 日、東京大学医科学研究所 (東京都・港区)

K. Yada, Big Data and Marketing (Keynote speech), IEEE APWC on CSE 2014, 2014 年 11 月 4 日, Nadi (Fiji)

T. Kawakami, Serdar S. Durmusoglu, Gloria Barczak, Organizational Factors for Enhancing IT Tool Usage in New Product Development Phases: Top Management View, Product Development and Management Association 2014 Research Forum, 2014 年 10 月 1 日, Denver (USA)

T. Nakahara, T. Uno, Y. Hamuro, Prediction Model Using Micro-clustering, Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 18th Annual Conference, 2014 年 9 月 15 日, Gdynia (Poland)

T. Kawakami, Information and Communication Technology (ICT) Tools for Improving New Product Development, Adoption and Brand Loyalty, American Marketing Science Special Panel Session, 2014 年 8 月 7 日, Lima (Peru)

T. Kawakami, Value of Local Studies: How Can Asian Researchers Contribute to the Literature?, 日本商業学会全国研究大会、統一論題報告 (招待講演), 2014 年 5 月 31 日, 一橋大学 (東京都・国立市)

矢田 勝俊, 購買行動研究の最前線、オグノ F S P 研究会、2014 年 5 月 20 日、ベルクラシック甲府 (山梨県・甲府市)

中原 孝信, 宇野 毅明, 羽室 行信, マイクロクラスタリングを用いた概念化とモデルの構築、2014 年度人工知能学会 (第 28 回)、2014 年 5 月 15 日、ひめぎんホール (愛媛県・松山市)

中原 孝信, 宇野 毅明, 羽室 行信, マイクロクラスタリングを用いた単語分類とトピック検知、アルゴリズム研究会、2013 年 11 月 6 日 - 2013 年 11 月 7 日、花巻南温泉峡渡り温泉さつき (岩手県・花巻市)

K. Yada, Data Mining and Shopping Path, 2013 NY Chapter of IEEE, SMC Society (招待講演), 2013 年 7 月 18 日, New York (USA)

M. E. Parry, T. Kawakami, Word of Mouth, Complementary Products and Adoption of Innovation with Indirect Network Externalities: The Case of E-Readers, 2013 International Product Development Management Conference (招待講演), 2013年6月23日 - 2013年6月25日, Paris (France)

中原 孝信, センチメントと影響伝播モデルを用いた Twitter データの解析、2012年度消費者行動ワ - クショップ、2013年3月7日、南山大学 (愛知県・名古屋市)

中原 孝信, オリンピック期間中の Twitter データによるセンチメント分析、日本オペレーションズ・リサーチ学会、2013年春季研究発表会、2013年3月5日、東京大学 (東京都・文京区)

K. Yada, Knowledge Discovery in Shopping Path Data, The 36th Annual Conference of the German Classification Society (招待講演), 2012年8月1日, Hildesheim (Germany)

K. Yada, Data Mining and Shopping Path Research, Int. Workshop on Intelligent Data Management (招待講演), 2012年6月8日, Kaohsiung (Taiwan)

矢田 勝俊, 丁 瀟君、ストリームデータマイニングが拓く研究フロンティア、日本情報経営学会第62回全国大会、2011年7月2日、神戸大学六甲台第一キャンパス (兵庫県・神戸市)

中原 孝信, 矢田 勝俊, 買い物時間による顧客の分類と売場の訪問順序を考慮した購買モデルに関する研究、2011年度人工知能学会全国大会 (第25回)、2011年6月1日 - 3日、アイーナ いわて県民情報交流センター (岩手県・盛岡市)

②矢田 勝俊, 鷲尾 隆, 古賀 広志, 顧客動線研究の枠組み、第91回知識ベースシステム研究会 (SIG-KBS)、2011年1月27日、大阪大学コンベンションセンター (大阪府・吹田市)

②市川 昊平, E.H. Ip, 矢田 勝俊, 鷲尾 隆, DNA シーケンスアラインメント手法を応用したスーパーマーケットにおける顧客動線分類に関する研究、第91回知識ベースシステム研究会 (SIG-KBS)、2011年1月27日、大阪大学コンベンションセンター (大阪府・吹田市)

②K. Takai, K. Yada, How does a Customer

Walk and Buy Goods in a Supermarket ?, The 2010 Joint Statistical Meeting (JSM2010), 2010年8月5日, Vancouver (Canada)

②K. Ichikawa, K. Yada, T. Washio, A Classification Method Using DNA Sequence Alignment Algorithms for Path Data in Supermarket, 34th Annual Conference of the German Classification Society (GfKI), 2010年7月22日, Karlsruhe (Germany)

②K. Takai, T. Washio, K. Yada, R. Kohli, Estimation of Exposure Time and Purchase Probability for Supermarket Categories from RFID Data, 34th Annual Conference of the German Classification Society (GfKI), 2010年7月22日, Karlsruhe (Germany)

②中原 孝信, 宇野 毅明, 矢田 勝俊, LCM シークエンスを用いた顧客動線データからの特徴抽出、2010年人工知能学会全国大会 (第24回) JSAI2010、2010年6月10日、ブリックホール (長崎県・長崎市)

[ 図書 ] (計 1 件)

K. Yada, Springer, Data Mining for Service, 2014, 291

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

矢田 勝俊 (YADA, Katsutoshi)  
関西大学・商学部・教授  
研究者番号: 00298811

### (2) 研究分担者

川上 智子 (KAWAKAMI, Tomoko)  
関西大学・商学部・教授  
研究者番号: 10330169

中原 孝信 (NAKAHARA, Takanobu)  
専修大学・商学部・講師  
研究者番号: 60553089

### (3) 連携研究者

市川 昊平 (ICHIKAWA, Kouhei)  
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・准教授  
研究者番号: 90511676

西岡 健一 (NISHIOKA, Kenichi)  
関西大学・商学部・准教授  
研究者番号: 40553897

高井 啓二 (TAKAI, Keiji)  
関西大学・商学部・准教授  
研究者番号: 20572019