

# 客動線分析のためのID-POSデータを用いた エージェントシミュレーションシステムの提案

中村 綾乃<sup>1,a)</sup> 吉野 孝<sup>1,b)</sup> 松山 浩士<sup>2</sup> 貴志 祥江<sup>3</sup> 大西 剛<sup>3</sup>

受付日 2021年4月7日, 採録日 2021年10月8日

**概要:** 店舗内における客の行動を把握することで、店内のレイアウトの改善や品揃えの改善につながる。客の行動を詳細に把握する方法として、客動線分析という手法がある。しかし、実際に客の軌跡をたどって記録をすることはコストが高い。そこで、日々の客の購買データが自動で蓄積されるID-POSデータに着目し、ID-POSデータのみを用いた客動線分析ができないかと考えた。本研究では、客動線のシミュレーションを行うシステム「POSパワー」を開発した。POSパワーではID-POSデータのみを用いて客の購買行動のシミュレーションを行う。シミュレーションの結果、ID-POSデータだけでは見つけることが困難な、客の購買行動を再現する経路を可視化できる可能性を示した。

キーワード: 客動線分析, シミュレーションシステム, 可視化システム, POSデータ, 消費者行動

## Agent Simulation System Using ID-POS Data for Customer Flow Line Analysis

AYANO NAKAMURA<sup>1,a)</sup> TAKASHI YOSHINO<sup>1,b)</sup> KOJI MATSUYAMA<sup>2</sup>  
SACHIE KISHI<sup>3</sup> TAKESHI ONISHI<sup>3</sup>

Received: April 7, 2021, Accepted: October 8, 2021

**Abstract:** Understanding the behavior of customers in a store can aid in improving the store layout and product assortment for better sales. Customer flow analysis can be used to understand customer behavior in detail; however, tracing and recording of the trajectory of each customer can be highly expensive. Therefore, we focused on using ID-POS data, which are daily customer purchase data that are automatically collected, and hypothesized the possibility of analyzing customer flow lines by only using these data. We developed a system called “POS Power” to simulate customer behavior using the ID-POS data. The simulation results showed that our system can visualize a path that reproduces the purchase behavior of customers, which is otherwise difficult to achieve with only ID-POS data.

**Keywords:** customer flow analysis, simulation system, visualization system, Point Of Sales data, consumer behavior

### 1. はじめに

近年、スーパーマーケット以外においても食品販売を行

う店舗が多数存在している。実際、百貨店やスーパーマーケットは販売額が減少している一方で、ドラッグストアやコンビニエンスストアは販売額が増加している\*1ことから、スーパーマーケット以外で食品を購入する人が増えていることが考えられる。また、近年の小売店における来店客数や世帯あたりの消費支出、人口減少にともない、食品支出額は今後減少することが予想されていることから、スー

<sup>1</sup> 和歌山大学  
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,  
Wakayama 640-8510, Japan

<sup>2</sup> 株式会社サイバーリンクス  
Cyber Links Co., Ltd., Wakayama 641-0012, Japan

<sup>3</sup> 株式会社オークワ  
Okuwa Co., Ltd., Wakayama 641-8501, Japan

a) nakamura.ayano@g.wakayama-u.jp

b) yoshino@wakayama-u.ac.jp

\*1 全国スーパーマーケット協会：2020年版スーパーマーケット白書  
第2章, <http://www.super.or.jp/wp-content/uploads/2019/02/hakusho2020-2.pdf>

パーママーケットは生き残りをかけた戦略が必要である。そこで、小売店では客の購買行動を分析する客動線分析を行う。客動線分析を行うことで、現場の課題を洗い出すことができ、店舗の改善につながる。この分析手法は店員が来店した客の後をついていき、客の行動軌跡を線で記すことでデータを収集することが一般的である。しかし、1人の客につき1人の店員が調査を行うので非常に手間と時間がかかってしまう。

そこで、近年では客動線分析をシステムで行うことが可能である。客動線分析システムの1例として、株式会社 ABEJA が提供している ABEJA INSIGHT for Retail<sup>\*2</sup>があげられる。このシステムでは店舗内に様々な種類のカメラを設置し、顧客の行動を監視することが可能である。しかし、必要な店内の情報を調査し、店内に多数の適切なカメラを設置しなければならず、高コストである。そこで、本研究では ID-POS データに着目した。ID-POS データとはレジなどで収集されるレシートデータであり、「誰が何を購入した」という情報が自動で蓄積される。また、近年ではほとんどの小売店で収集されている。そこで、ID-POS データのみを用いた客動線分析により、低コストで顧客の動線分析が可能であると考えた。本研究では ID-POS データのみを用いたエージェントシミュレーションシステム「POS パワー」を開発した。「POS パワー」は顧客の購買行動をシミュレーションすることで購買経路を探索する。そして、購買経路の結果を可視化することで客動線分析を机上でより簡潔に行うことを目的とする。

## 2. 関連研究

### 2.1 マルチエージェントシミュレーションに関する研究

藤野らは POS データと RFID データを用いて店舗内行動のエージェントシミュレーションシステム「ABISS」を開発し、顧客の購買行動の分析を行った [2]。POS データを使用してシミュレーションシステムを開発し、顧客の購買行動を分析する点で類似しているが、購買経路上の商品情報を提示する点で異なる。石丸らは BLE ビーコンを用いて計測された店舗内の顧客行動のデータと ID-POS データと結び付けたデータから遷移確率を計算し、エージェントシミュレーションによって再現するモデルを提案した [3]。本研究では、シミュレーションと現実は一致しないことを前提にシステムを構築する点で異なる。山田らは小売店舗でのレイアウト設計などに関する意思決定支援ツールとして店舗内消費者行動シミュレータを構築した [4]。Arnaud らは、POS データと RFID タグを用いてシミュレーションシステムを構築し、顧客の集まる場所を分析を行った [5]。また、顧客の購買行動の検証や購買時間の制限を与えた影響の検証を行い、顧客の購買行動の分析を行っている。本

研究ではマルチエージェントシミュレーションシステムに商品情報の提示を付加したシステムを用いて顧客の購買行動の分析を行う点で異なる。増田らは計画購買の店内購買行動と店舗レイアウトの関連効果をマルチエージェントシミュレーションを用いて分析・検証し、その結果を実際のアンケートで確認した [6]。田嶋らは商品間の相関関係を抽出し、商品関連誘導を行う顧客購買行動シミュレーションを構築した [7]。本研究ではシミュレーションと可視化の結果をもとに提案を行う。

### 2.2 客動線分析に関する研究

山田らは小売店の計画購買者の行動と非計画購買者の行動をマルチエージェントシミュレーションを用いて表し、環境要因の変化を検証した [8]。若井らは顧客の満足度の向上のために消費者の購買行動を3種類に分け、デバイスで記録したものを POS データと比較し、商品要因や環境要因に対する購買行動の影響を分析した [9]。宮崎らは滞在時間に対してチラシ広告の個数が与える影響を、デモグラフィック属性で特徴づけられたクラスごとに探索した [10]。これらの研究では店内の環境要因に対する客の購買行動への影響を検証している。本研究では環境要因について考慮しない。矢田は店内の購買行動を RFID データを利用して収集し、販売エリアへの訪問における立ち寄った場所を文字列で表現し、訪問パターン分析における文字列表現の適用可能性を示した [11]。本研究では ID-POS データのみを利用して客動線分析を行うことを目的とする。金子らは食料品販売店で、顧客が商品を選択する際の視線追跡データを利用した視線の効用関数を導入した理論モデルを提案し、被験者属性と商品属性を考慮して購買結果の分析を行った [12]。本研究では ID-POS データのみを用いて購買行動を調査・分析を行う。Miwa らは、店内の混雑度を削減することを目的とし、IC タグと POS データを活用したシミュレーションシステムを構築し、顧客の流れを分析した [13]。本研究とは店内の混雑度を削減することを目的とする点で異なる。

### 2.3 POS データに関する研究

原田らは ID-POS データを用いて、各月での季節の変化にともなう購買行動の変化を可視化した [14]。各月で購入された商品を知るために pLSA でクラスタリングを行った結果とアンケートを用いてベイジアンネットワークを行った。本研究とは購買行動の変化の対象を年代別の行動比較とする。Fukuhara らはウェアラブルセンサーで取得した従業員の動きと POS データを組み合わせ、従業員の行動の可視化によりサービスの改善を支援した [15]。本システムでは、ID-POS データのみを使用して顧客の購買行動の可視化を行った点で異なる。Hashimoto らは ID-POS データを用いて商品間の関係を視覚化できるシステムを構築

<sup>\*2</sup> ABEJA INSIGHT for Retail: <https://abejainc.com/insight/retail/ja/>

した [16]. このシステムでは共起ネットワークを使用して商品間の関係を可視化している. データ抽出や可視化を自動化するという目的は類似しているが, 本研究ではシミュレーションを行った結果を可視化する.

### 3. POS パワー

#### 3.1 システム概要

「POS パワー」は客の購買経路を再現し, 人の行動の結果を可視化するシミュレーションシステムである. 顧客の購買行動のシミュレーションを行うことで机上で簡単に客動線分析を行うことが可能である. 本システムは ID-POS データのみを使用しているため, ID-POS データの「POS」から名前をとり, POS パワーと命名した. 近年では, カメラやセンサーを使用した客動線分析システムがある. これらの客動線分析システム利用により, 店舗改善を行い, 売上が向上した例がある. しかし, 複数台のカメラやセンサーを設置する必要があるため, コストがとても高い. そこで, 近年では, POS データがほとんどの小売店で収集されていることに着目した. POS データは, 自社で収集して管理するため安価に使用することができ, 売場で起こっている事実を把握することができる. 「POS パワー」は, ID-POS データのみを利用したシミュレーションシステムである. エージェントが ID-POS データから各顧客のレシートデータを抽出して, 客の購買行動の再現を行う. 本システムでは, 客の行動の集計を行い, よく通る通路やあまり通らない通路の可視化を行い, 結果を用いて客の購買行動の分析を行うことができる.

#### 3.2 ID-POS データを利用した制限

本システムで利用している ID-POS データは顧客のレシートデータであるため, 顧客の行動データは記載されていない. そのため, 顧客が実際に商品を購入した経路は明確ではない. 本システムのエージェントが行う購買行動のシミュレーションと実際の顧客の購買行動は一致するとは限らない. しかし, 本研究で使用している ID-POS データには, レジで商品を購入するときにカードを提示した顧客<sup>\*3</sup>の情報が記載されている. 本研究で使用したデータは会員カードを保有している顧客が 70%以上であり, ほとんどの人が対象店舗の会員である. カードを提示した顧客はその店の会員であるため, 店について熟知している可能性がある. そのため, 目的の商品を購入するために最短経路を通って買い物を行う可能性がある. また, 本システムは ID-POS データを利用することで簡易にシミュレーションが可能である. つまり, 会員カードを保有した顧客のみを対象とすることで本システムは実行される. そのため, 会員カード利用が多い必要がある. 本研究で使用するデータ

<sup>\*3</sup> カードを提示しなかった客は非会員であり, 非会員の顧客情報は記載されていない.

は会員カード保有者が多く, リピーターが多いため, システムを実行することが可能である. これらの理由より, 実際の購買行動と一致しないことを前提とした ID-POS データのみを使用したシミュレーションシステムの構築を行った.

#### 3.3 使用データ

POS データとは, 商品がレジで購入される際のデータのことである. 使用データは, 株式会社オークワで収集された 2017 年 9 月 21 日~12 月 20 日の POS データである. データの種類は ID-POS データと商品分類データである. ID-POS データは POS データに顧客の情報が付加されているデータのことであり<sup>\*4</sup>. 商品の詳細な情報や購入時の情報が記載されている. 商品分類データは分類された商品名が記載されている. 該当する分類名が 1,362 種類記載されている. データ収集は和歌山県の業態の異なる店舗 P と店舗 N である.

#### 3.4 システム構成

図 1 にシステム構成を示す. 本システムは, 特徴抽出を行う入力部分とシミュレーションシステムの出力部分とで構成される.

##### 入力

顧客の購買リストの情報が与えられている ID-POS データを入力する. ID-POS データから各顧客の 1 回分のレシートデータの特徴抽出を行い, システムに入力する. 抽出を行う特徴は, 顧客 ID と購入する商品の部門, AU, クラス, ライン, 購入日時である.

##### 出力

抽出された特徴はシミュレーションシステム内のエージェントに付加され, 購入する商品を認識し, 購買経路を探索し, 購買行動を再現する. エージェントの購買行動が終了するとレジへ向かいエージェントは消える. 店内の経路でエージェントが通った数を可視化するためにヒートマップが出力される.

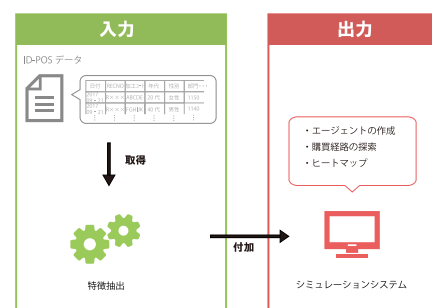


図 1 システム構成

Fig. 1 System configuration.

<sup>\*4</sup> 匿名データである.

### 3.5 シミュレーション画面

図 2 に本システムのシミュレーション画面を示す。図 2(1) は店内の棚である。株式会社オークワから店舗の見取り図を提供していただいたものを参考に配置している。棚のサイズや通路の幅は実店舗と異なる。棚の数、およその配置は実店舗と同じである。本システムのシミュレーション画面ではエージェントは右下の入口より来店(エージェントの生成)する\*5 (図 2(2))。エージェントの動きについては 3.9 節で詳しく述べる。そして、エージェントは購買行動を行い、レジへ向かい退店する (図 2(3))。図 2(4) の日時は「年：月：日：時：分」というように区別されている。ID-POS データには顧客が購入した「年、月、日、時台」が記載されているため、本システムでも「年、月、日、時」を認識する。ID-POS データと同日時になるとエージェントは入店する。エージェントの 1 分間の入店人数は「ある時台に購買した人数/60」で計算している。例として、2017 年 10 月 1 日 11 時台の購買人数が 295 人である場合、11 時 1 分に生成されるエージェント数は 5 人である。本システムでは、時間帯別 (昼、夜など) に購買行動のシミュレーションを行うことが可能であるが、今回は年代別のシミュレーションを実施した。図 2(5) より、エージェントは小さな赤点で表示される。各赤点 (エージェント) は、購買すべき商品の場所を探索する。また、エージェントは図 2(1) の棚を通り抜けることはできない。

図 3 に商品探索画面を示す。赤点を棚に沿ってなぞると商品名が取得され、表示される。この機能により、配置されている商品の名前を容易に取得することが可能である。

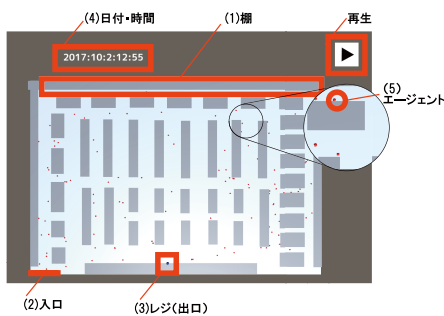


図 2 シミュレーション画面  
Fig. 2 Simulation screen.

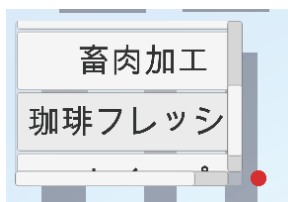


図 3 商品探索画面  
Fig. 3 Product exploration screen.

\*5 本システムでは入口を 1 つにして理想的に行動することを仮定してシステムを構築した。

### 3.6 設定画面

図 4 に本システムの設定画面を示す。設定画面は「操作モード (図 4(1))」、「設置モード (図 4(2))」、「マップデータ保存 (図 4(3))」が存在する。「操作モード」では、シミュレーションモードと設定モードに切り替える。「シミュレーションモード」を選択中は商品配置を行うことができず、エージェントのシミュレーションのみを行う。「設定モード」を選択中は「設置モード」を操作することができ、商品の配置・登録を行う。設置モードの「削除」では、商品を削除することができる。「ポイント」では、商品の配置を行う。「操作」では、配置された商品情報を登録する。商品の登録については 3.7 節に記述する。「マップデータ保存」は、設置モードを選択中に配置・登録した商品をマップデータに保存する。保存を行うことで商品の位置を記憶させることができる。次回起動時に商品の配置が自動で行われる。

### 3.7 商品配置図

図 5 に本システムのシミュレーションを行う商品の配置図を示す。青い点は商品を示す。図 6 に商品登録画面を示す。図 6(1) は商品を認識するための階層を表した図である。POS データに記載されている商品は階層化されており、部門・AU・ライン・クラス・JAN コードの順に細かく分類されている。例として、コーヒー牛乳をあげる。コーヒー牛乳が売れると、その値はコーヒー牛乳が所属する 1150-169-1-1 クラス分類に集計される。さらにその上

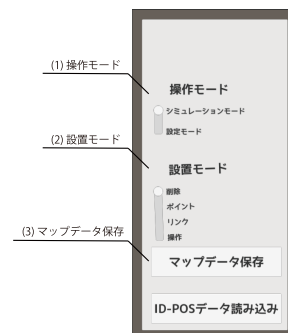


図 4 設定画面  
Fig. 4 Setting screen.

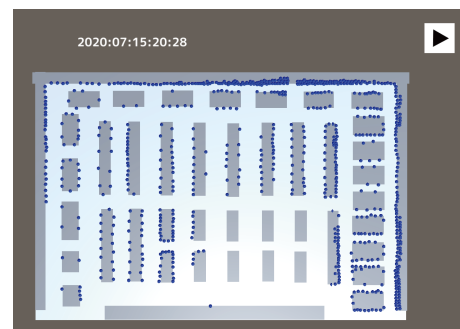


図 5 商品配置例  
Fig. 5 Example of product placement.

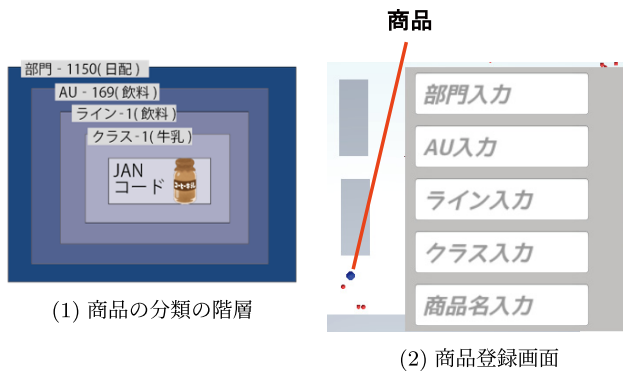


図 6 商品登録画面

Fig. 6 Product registration screen.

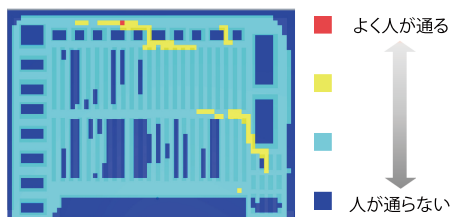


図 7 ヒートマップ

Fig. 7 Heatmap.

の 1150-169-1 ライン分類へ、また、1150-169 の AU 分類に集計される。そして、1150 日配部門の売り上げとして集計されるというように、各商品は細かく分類される。本システムでは部門・AU・ライン・クラスによって 1 商品を確認する。図 6(2) は商品登録画面である。商品を配置する際、その商品の部門・AU・ライン・クラス・商品名を入力すると商品を登録することができる。商品は実店舗で陳列されている場所と同じ場所に配置する。

### 3.8 購買行動の可視化

図 7 にヒートマップを示す。本システムはシミュレーションを行った後、エージェントが通った場所にヒートマップを付加させることで通路の可視化を行うことができる。赤色、黄色、水色、濃い青色の順にエージェントの通過数を 4 段階で色付けを行い、可視化している。ヒートマップの着色方法は、最大ステップ数と最小ステップ数から四分位範囲を用いて決定している。店舗の入口部分と出口部分は必ず全顧客が訪れる場所である。本システムのヒートマップ機能は顧客がよく通る通路を分析することを目的としているが、全顧客が訪れる入口と出口は分析する必要がないため、ヒートマップから除外している。

### 3.9 エージェントの動き

図 8 にエージェントの動きのフロー図を示す。エージェントの詳細な動きを以下に記す。

(1) システムによって各エージェントは ID-POS データから抽出された購買予定リストを持たせることで、エー

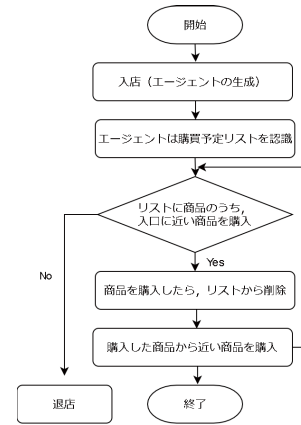


図 8 エージェントの動き

Fig. 8 Agent movement.

表 1 客動線調査対象者の年齢構成

Table 1 Age structure of customer flow line survey targets.

年代	人数 (人)	割合
80 代	1	4%
70 代	10	45%
60 代	5	23%
50 代	2	9%
40 代	2	9%
30 代	2	9%

合計 22 人

※割合は小数第 1 位を四捨五入

ジェントは入店時に購入する商品を確認する。

- (2) エージェントは購買予定リストのうち、入口に近い商品を購入する。
- (3) エージェントが購買予定リストの商品を手にとったらその商品は購買予定リストから削除される。そして、エージェントは購買予定リストのうち、現在の位置から最も近い商品を購入する。
- (4) (2), (3) の動きを繰り返し、購買予定リストの商品がなくなったらレジへ向かい、退店する。

## 4. システム評価

### 4.1 客動線調査の概要

客動線調査とは客の購買行動の軌跡を記録するために、店舗レイアウトを紙に図示し、客の通った経路を線で書き込む。客動線調査は 2021 年 4 月 15 日に実施した。この日は年金支給日であった。客動線調査の実施場所は和歌山県内にある店舗 P で実施した。実施時間は午前 11 時から午後 3 時の 4 時間である。女性 21 名、男性 1 名の計 22 名の承諾を得て、購買行動の追跡を行った。また、調査開始前に数問の口頭質問を行った。調査対象者の年齢構成を表 1 に示す。平均年齢は 64.5 歳、最頻値年齢は 75 歳、標準偏差は 14.9 歳であった。使用データの平均年齢は 58.3 歳、最頻値年齢は 65 歳、標準偏差 15.2 歳であった。つまり、調査対象の顧客と使用データの顧客の年齢に差はない。本

調査目的は、POS パワーで採用したエージェントの購買行動と実際の客の購買行動の比較を行うことである。

4.2 調査結果

実際の客動線調査の結果を図 9 に示す。このように顧客 1 人に対して購買経路を追跡し、紙に線で記録した。計 22 名の客動線調査を集約したものを図 10 に示す。図 11 に 60 代・70 代の提案システムを用いた動線シミュレーションの結果を示す。図 10 より、赤色で囲まれた部分に着目すると、動線が集まっていることが分かる。図 11 より、赤色で囲まれた部分に着目すると、図 10 と同じ場所が着色していることが分かる。これらの結果より、本システムと実際の客動線は同様の傾向を示していると考えられる。

4.3 口頭質問の結果

客動線調査開始前に対象者に対して 4 つの質問を口頭で行った。質問項目を表 2 に示す。質問 4「店内で立ち寄るが、商品を買わないエリアはあるか」という質問は 22 人中 17 人が未回答のため、結果を省略する。質問 1 の結果を表 3 に示す。質問 1 の結果、週 1 以上で来店する人がほとんどであることが分かった。次に質問 2 の結果を表 4

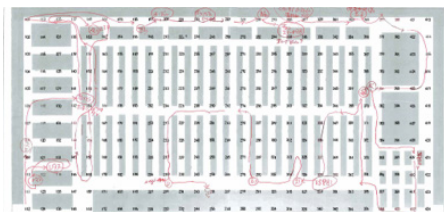


図 9 ある客の実際の動線結果  
Fig. 9 A customer flow results.

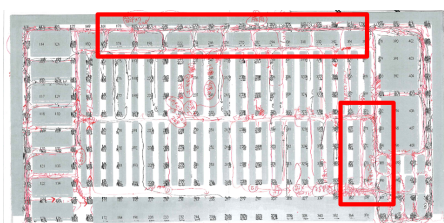


図 10 実際の動線の集計結果  
Fig. 10 Aggregate results of customer flows.

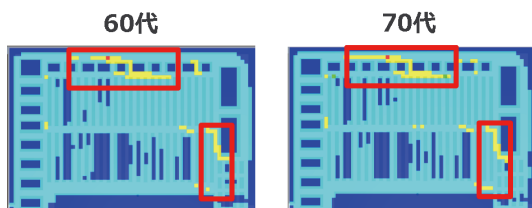


図 11 60 代・70 代の提案システムを用いた動線シミュレーションの結果  
Fig. 11 Simulation results obtained (using our system) for customers in their 60s and 70s.

に示す。質問 2 の結果、店内の陳列場所をよく知っていると回答した人が 7 割以上であることが分かった。質問 1、質問 2 の結果より、多くの人が店内について熟知していると思っていることが分かった。次に質問 3 の結果を表 5 に示す。質問 3 の結果、商品を決めてから買い物に出かける人が約 7 割を占める。このことから、計画購買の人が多いことが分かった。衝動的に購入せず、あらかじめ計画をして店内を回遊している人が多い可能性を示す。店内を熟知し、計画購買を行っている人が多数であることから、店内を最短経路で購買を行う人が買い物に訪れていると考えられる。

表 2 質問項目  
Table 2 Question items.

	質問項目
質問 1	来店頻度はどれくらいか
質問 2	店内の商品陳列場所を把握しているか
質問 3	買物をする前に購入商品を決めてから店内を回るか
質問 4	店内で立ち寄るが、商品を買わないエリアはあるか

表 3 質問 1：来店頻度はどれくらいか

Table 3 Question1: How often do you visit the store?

来店頻度	人数 (人)	割合
週 1	5	23%
週 2	4	18%
毎日	3	14%
週 3	3	14%
週 4	1	4%
週 5	1	4%
月 3	1	4%
月 1	1	4%
未回答	3	14%

表 4 質問 2：店内の商品陳列場所を把握しているか

Table 4 Question2: Do you know where the products are placed in the store?

回答	人数 (人)	割合
把握している	16	72%
把握していない	3	14%
未回答	3	14%

表 5 質問 3：買物をする前に購入商品を決めてから店内を回るか  
Table 5 Question3: Do you decide what you want to buy before you go shopping or do you go around the store and then decide?

回答	人数 (人)	割合
出かける	15	68%
出かけない	4	18%
未回答	3	14%

## 5. 実験

### 5.1 実験概要

本システムは、様々な条件下でシミュレーションを行った際に、エージェントの購買行動を可視化し、店舗のレイアウトについて理解することを目指している。本システムを利用して、年代が異なると購買経路がどのように異なるのか検証を行う。また、店舗が異なるとどのような購買経路の違いが生まれるのか検証を行う。以下に実験項目と仮説を述べる。

- 店舗 P における年代別の行動比較  
仮説 (1) 世代別で購入するために通る経路が異なる。  
仮説 (2) 高齢者と若者では購買行動が異なる。
- 2 店舗間 (店舗 P と店舗 N) の行動比較  
仮説 (3) 店舗が異なると同世代であってもよく通る通路が異なる。

### 5.2 店舗 P における年代別の行動比較

#### 5.2.1 全世代の行動比較

本項では、店舗 P における年代別の行動比較を行う。対象となる年代は 20 代から 70 代である。

図 12 に店舗 P における全世代のシミュレーション結果を示す。ヒートマップに着目すると全世代に共通してヒートマップの結果が赤色や黄色に着色している部分がある。図 12 に赤色 (図 12 (1)) とオレンジ色 (図 12 (2)), 紫色 (図 12 (3)) で囲まれた部分が多くのエージェントが通った可能性を示している。図 12 (1) 付近に肉類が陳列され、図 12 (2) は飲料類、パン類が陳列され、図 12 (3) は乳製品\*6が陳列されている通路である。これらのことより、全世代で肉類、飲料類、パン類、乳製品類の場所をよく通る可能性があることが分かった。

#### 5.2.2 世代間の行動分析

##### 50 代と 60 代の購買行動比較

図 13 に 50 代と 60 代のシミュレーション結果を示す。50 代、60 代は全体的に着色している部分が類似している。50 代と 60 代の結果より、図 13 (1), (2) で示している部分が類似している。図 13 (1) 付近は乳製品が陳列されている

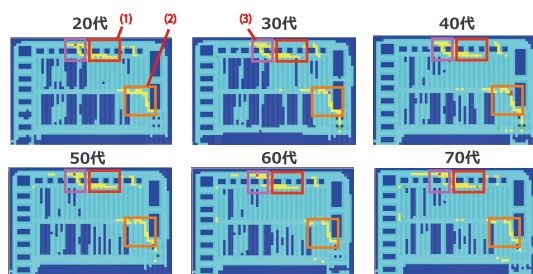


図 12 店舗 P での全世代の結果  
Fig. 12 Results for all generations in store P.

\*6 牛乳やヨーグルト類のことを示す。チーズは含まない。

付近であり、図 13 (2) は冷凍食品類からパン類へつながる通路である。つまり、50 代と 60 代は類似した購買行動を行う可能性がある。また、乳製品の付近をよく通る可能性があることが分かった。

##### 20 代と 30 代の購買行動比較

図 14 に 20 代と 30 代のシミュレーション結果を示す。結果より、20 代と 30 代は全体的に濃い青色に着色している部分が多いことから、あまり通らない通路が多いことが分かった。表 6 に年代別の顧客のバスケットの平均、標準偏差、中央値を示す。表 7 に年代別の客単価の平均、標準偏差、中央値を示す。20 代、30 代に着目すると、他の年

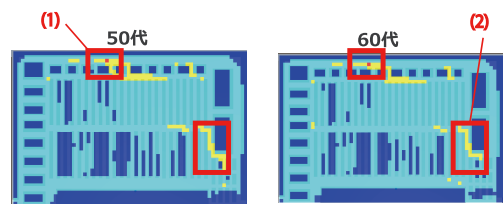


図 13 店舗 P の 50 代・60 代のシミュレーション結果  
Fig. 13 Simulation results obtained (using our system) for customers in their 50s and 60s for Store P.

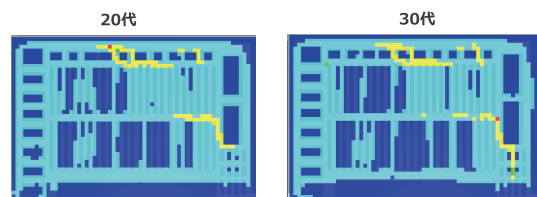


図 14 店舗 P の 20 代・30 代のシミュレーション結果  
Fig. 14 Simulation results obtained (using our system) for customers in their 20s and 30s for Store P.

表 6 買上個数の平均、標準偏差、中央値

Table 6 Mean, standard deviation, and median value of the number of purchases.

年代	平均 (個)	標準偏差 (個)	中央値 (個)
70 代	9.85	8.48	8
60 代	9.94	8.16	8
50 代	9.78	8.33	8
40 代	9.95	8.47	8
30 代	9.02	8.08	7
20 代	7.16	6.71	5

表 7 客単価の平均、標準偏差、中央値

Table 7 Mean, standard deviation, and median value of the customer unit price.

年代	平均 (円)	標準偏差 (円)	中央値 (円)
70 代	1,901	1,799	1,374
60 代	1,876	1,731	1,400
50 代	1,820	1,716	1,348
40 代	1,801	1,732	1,322
30 代	1,601	1,613	1,123
20 代	1,238	1,298	822

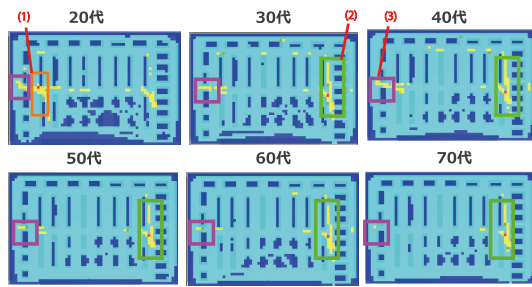


図 15 店舗 N の全世代のシミュレーション結果

Fig. 15 Simulation results for all generations of Store N.

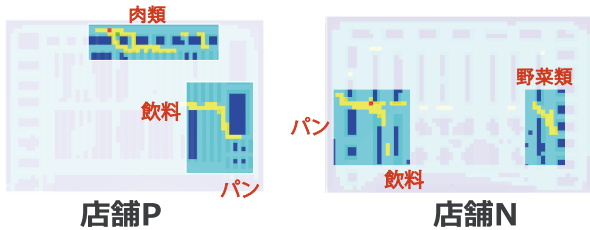


図 16 20代の2店舗間の比較

Fig. 16 Comparison between two stores with regard to the results obtained for customers in their 20s.

代よりも平均買上数が少なく、平均客単価も低い。インスタマーチャンドライジングの公式<sup>\*7</sup>より、客単価が低い理由として買上数が少ないことと動線が短いことがあげられる。これらの理由より、図 14 の結果から、20代、30代はあまり回遊行動をせずに購買を行うことが分かった。

### 5.3 店舗 N における行動分析

図 15 に店舗 N の全世代のシミュレーション結果を示す。

図 15 より、30代から70代の結果は類似していた。しかし、20代は他世代と異なる結果であった。20代は図 15 (1) の部分が着色しているが、30代から70代は図 15 (2) の部分が同着色である。また、全世代を比較すると、図 15 (3) の部分が同着色である。図 15 (3) は乳製品が陳列されている棚の通路である。つまり、店舗 N では全世代ともに乳製品が陳列されている棚の通路をよく通る可能性があることが分かる。

### 5.4 2店舗間の購買行動比較

#### 5.4.1 全世代の行動比較

図 12 の結果と図 15 の結果を比較する。図 12 (3) と図 15 (3) はどちらも乳製品が陳列している棚の付近である。店舗 P と店舗 N はどちらも乳製品の付近をよく通る可能性があることが分かった。

#### 5.4.2 世代別の行動比較

図 16 は20代の店舗 P と店舗 N の購買行動の比較を示す。店舗 P では肉類、飲料類、パン類の付近をエージェン

<sup>\*7</sup> 客単価 = 動線の長さ × 立ち寄り率 × 視認率 × 買上率 × 買上個数 × 商品単価

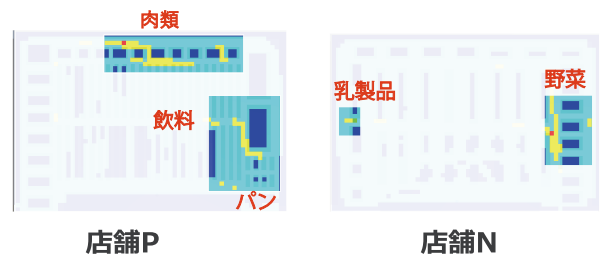


図 17 60代の2店舗間の比較

Fig. 17 Comparison between two stores with regard to the results obtained for customers in their 60s.

トが通る可能性を示した。店舗 N では飲料類、パン類、野菜類の付近をエージェンが通る可能性を示した。つまり、店舗 P と店舗 N はともに飲料類、パン類の付近を通過することが多いことを示す。しかし、店舗 P では乳製品や肉類付近を通り、店舗 N では漬物類や野菜類付近を通ることが異なる。図 17 は60代の2店舗間の比較である。60代では店舗が異なるとエージェンがよく通る通路も異なることが分かった。他世代は各店舗60代と類似したシミュレーション結果であるため、2店舗間の比較は60代の結果と類似している。これらのことから20代は店舗が異なっても通る経路が類似する可能性があり、他世代は店舗が異なるとよく通る経路が異なるものになることが分かった。

## 6. 考察

### 6.1 シミュレーション結果に対する考察

4章で述べた結果から、4.1節で述べた仮説について検証する。

図 12 より、全世代で同じ場所をエージェンがよく通っている可能性があることが分かった。結果より、全世代のエージェンは入店してから乳製品、肉類、飲料類、パン類の付近の通路を順に通る可能性があると考えられる。「仮説 (1) 世代別によって購入するために通る経路が異なる」について、全世代で共通した経路を通る可能性があることが分かった。図 13 と図 14 より、20代と30代はあまり回遊行動をせずに、購買行動を行うことが分かった。この結果より、年齢が若くなるにつれ、回遊行動をあまり行わず、目的とするものだけを購入していると考えられる。「仮説 (2) 高齢者と若者では購買行動が異なる」について、高齢者と若者では購買行動が異なり、若者は回遊行動をあまりしないことが分かった。図 12 と図 15 より、店舗 P と店舗 N ではどちらの店舗も乳製品の場所をよく通る可能性があることが分かった。しかし、店舗が異なると乳製品以外の場所は違う商品を購入する傾向があることが分かった。これらのことより、乳製品は毎日購入する商品であるため、店舗が異なっても購入しやすいと考えられる。しかし、その他の商品は店舗ごとに目玉にしている商品が異なるため、購買傾向も異なると考えられる。図 16 より、20代は店舗が異なってもパン類と飲料類の場所を通りやすい可能性が



ある。しかし、図 17 より、60 代では店舗が異なると異なる場所を通りやすい可能性がある。20 代以外の世代は店舗が異なると通りやすい場所も異なると考えられる。「仮説 (3) 店舗が異なると同世代であってもよく通る通路が異なる」について、店舗 P と店舗 N で乳製品が陳列されている場所をよく通る可能性があることが分かった。また、20 代以外の世代では店舗が異なると購買経路も異なることが分かった。

仮説をもとにシミュレーションを行った結果より、店舗 P では年代が異なっても同じ通路を通ることや若い世代はあまり回遊行動をしないことが分かった。60 代は店舗が異なると違う購買経路を通るが、20 代は店舗が異なっても類似した購買経路をたどる可能性があることを示した。また、店舗 P の ID-POS データでは日配部門\*8 が最も売上数が多く、次に野菜類の売上数が多い。しかし、本システムを使用した店舗 P のシミュレーション結果では野菜類の場所に着色した色はなかった。つまり、本システムは ID-POS データだけでは分からない顧客の購買行動を示すことが可能である。これらの仮説検証により、本システムを利用し、店内における顧客の行動を可視化することで、ID-POS データから得られないマーケティング的知見を得ることが可能であることが分かった。

## 6.2 システムの印象

本システムを活用することで実店舗でのマーケティング的知見を取得するという点で有用であるか評価を行っていただくことを目的に、システムとシミュレーション結果について 1 人のスーパーマーケットの従業員の方にインタビューを行った。後日、2 人のスーパーマーケットの従業員の方にフリー記述のアンケートを行った。以下、従業員の方の評価を記述する。

### (1) 省力化

実店舗では客動線調査を行うが、データ化をせずに活用されていない場合がある。また、多くの人数の顧客の購買行動のデータを人力で収集を行う。しかし、本システムを使用することで客動線分析のために人力を使用する必要がなく、顧客の購買行動が自動でデータ化が行われるため、店舗にとって省力化となる。

### (2) シミュレーション結果と実行の差

提供しているデータの店舗では会員カードの利用率が 70% 以上であるため、店内を熟知した顧客が多く、店内を迷わず購入する人が多い。したがって、多くの顧客が最短経路を通って購買行動を行うと考えられる。また、実店舗では広告の品などの売りたい商品を棚の端に陳列させるが、本システムのシミュレーション結果から商品を棚の端に陳列させることは効果的であ

ることが示された。したがって、店舗の戦略とシミュレーションの結果は一致している。

### (3) 購買行動の前提知識としての活用

店舗改装やレイアウトの変更の際にシステムのシミュレーション結果を用いることで、顧客の購買行動の前提知識として活用することができる。システムのシミュレーション結果を使用することで、店舗のレイアウト作りの参考にすることができる。

(1), (2) の評価結果より、本システムは実際の購買行動と一致しないことを前提に構築しているが、シミュレーション結果と実行の結果は類似していると考えられることが分かった。本システムは実行と類似していることから、本システムを利用して客動線調査を行うことは実店舗にとって省力化となることが分かった。これらの結果より、本システムを用いて客動線の可視化を行うことで、客がよく通る通路を簡易に分析することが可能である。また、客がよく通る通路を分析し、理解することで大まかなマーケティング的知見を得ることが可能である。(3) の評価結果より、本システムのシミュレーション結果を用いることで、大まかな知見を得ることができ、小売店では前提知識として戦略を立てることが可能である。

## 6.3 本システムの限界

本システムは ID-POS データのみを使用して構築した。ID-POS データに顧客の購買行動データは記載されていないため、実際の顧客の購買順序などは不明である。そのため、本システムは実際の購買行動と一致しないことを前提に構築を行った。本システムを用いて正確な客動線分析を行うことは不可能である。しかし、本システムのシミュレーション結果はおおよその顧客の購買行動の一面を表しており、簡易的な客動線分析として活用が可能である。

## 7. おわりに

本論文では ID-POS データのみを用いて客動線を再現するエージェントシミュレーションシステム「POS パワー」について述べた。本システムでは、客が通る通路をヒートマップを使用して、4 段階で着色することで可視化を行う。結果で示した通路に陳列している商品を可視化できるような設計をした。

システムを利用して、店舗 P における年代別の行動比較と 2 店舗間 (店舗 P と店舗 N) の行動比較を行った。本システムを利用した実験により、通路を可視化することは ID-POS データだけでは分からない客の購買行動の可能性を示すことができることが分かった。しかし、通路に陳列されている商品についての詳細は本システムでは分からない。そのため、ID-POS データを用いて分析をする必要がある。今後は、商品情報の可視化を目的とした機能の追加を検討する。よく購入する世代や購入される時間帯など

\*8 乳製品類の商品を含む。

を可視化することで、簡潔に情報を取得する機能の開発を行う。

**謝辞** 本研究を遂行するにあたり、多くの方々にご指導、ご協力を承りました。研究に関して様々なアドバイスをいただいた酒井航太さんに心から感謝致します。

### 参考文献

- [1] 経済産業省：2019年小売業販売を振り返る，入手先 (<https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/archive/kako/20200508.1.html>) (参照 2021-02-01)。
- [2] 藤野俊樹，北澤正樹，山田隆志，高橋雅和，山本 学，吉川厚，寺野隆雄：スーパーマーケットで客はどう動く？—顧客動線分析とエージェントシミュレーションからわかること，第5回社会システム部会研究会資料，Vol.5, pp.57-68 (2014)。
- [3] 石丸悠太郎，森田裕之：顧客の移動履歴データを用いた店舗内回遊シミュレーションに関する研究，経営情報学会全国研究発表大会要旨集，Vol.2018, No.1, pp.140-143 (2018)。
- [4] 山田健司，阿部武彦，木村春彦：マルチエージェントを用いた店舗内消費者行動シミュレータ，消費者行動研究，Vol.13, No.1, pp.79-88 (2006)。
- [5] Doniec, A., Lecoecueche, S., Mandiau, R. and Sylvain, A.: Purchase intention-based agent for customer behaviours, *Information Sciences*, Vol.521, pp.380-397 (2020)。
- [6] 増田浩通，菊池晋也，新井 健：エージェントベースシミュレーションによる小売店舗レイアウトの効果分析，日本経営工学会論文誌，Vol.60, No.3, pp.128-144 (2009)。
- [7] 田嶋拓也，阿部武彦，南保英孝，木村春彦：商品間の相関関係と顧客属性を取り入れた顧客購買行動シミュレータ，人工知能学会全国大会論文集，第22回，pp.328-329 (2008)。
- [8] 山田健司，阿部武彦，木村春彦：計画・非計画購買者を考慮した店舗内人流シミュレーション，2005年度人工知能学会全国大会論文集，Vol.2005, pp.1-4 (2005)。
- [9] 若井拓哉，中平勝子，北島宗雄：顧客満足度向上のための購買行動とPOS販売履歴の比較，情報処理学会第76回全国大会，Vol.1, pp.551-552 (2014)。
- [10] 宮崎 慧，矢田勝俊：顧客動線データを利用した消費者の店舗内回遊行動の探索，行動経済学第6回大会プロシーディングス，Vol.5, pp.204-207 (2012)。
- [11] 矢田勝俊：スーパーマーケットにおける顧客動線分析と文字列解析，統計数理，Vol.56, No.2, pp.199-213 (2008)。
- [12] 金子雄太，石橋 健，矢田勝俊：視線追跡データを用いた消費者の店舗内購買行動の分析，経営情報学会 PACIS2018 全国研究発表大会要旨集，pp.103-106 (2018)。
- [13] Miwa, K. and Takakuwa, S.: Simulation modeling and analysis for in-store merchandizing of retail stores with enhanced information technology, *Proc. Winter Simulation Conference*, pp.1702-1710 (2008)。
- [14] 原田奈弥，山下和也，本村陽一：ID付POSデータによる購買行動の季節変化の分析と可視化，人工知能学会，Vol.27, No.7, pp.1-7 (2016)。
- [15] Fukuhara, T., Tenmoku, R., Okuma, T., Ueoka, R., Takehara, M. and Kurata, T.: Improving service processes based on visualization of human-behavior and POS data: A case study in a Japanese restaurant, *Proc. 1st International Conference on Serviceology*, pp.1-8 (2013)。
- [16] Hashimoto, K., Otake, K. and Namatame, T.: Proposal for a Visualization System of Purchase Relationship Using ID-POS Data, *Advances in Science, Tech-*

*nology and Engineering Systems Journal*, Vol.2, No.3, pp.1290-1297 (2017)。



中村 綾乃 (学生会員)

2021年和歌山大学システム工学部システム工学科卒業。現在、同大学大学院システム工学研究科システム工学専攻博士前期課程に在学中。ID-POSデータに関する研究に従事。



吉野 孝 (正会員)

1992年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。1994年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。博士(情報科学)。現在、和歌山大学教授。コミュニケーション支援およびビッグデータの社会的応用に関する研究に興

味を持つ。



松山 浩士

株式会社サイバーリンクス・流通事業本部・副事業本部長・執行役員，2006年より，流通BMSサービス構築，流通データ分析・ソフトウェア開発に従事，現在に至る。



貴志 祥江

1989年株式会社オークワ入社。2021年情報管理部・営業支援課課長補佐。



大西 剛

1995年株式会社オークワ入社。2014年情報管理部・部長(現職)。