

エージェントシミュレーションによる小売店舗内商品販売促進施策の分析

岸本有之

An Agent Simulator for Analyzing Sales Promotion in a Retail Store

Ariyuki KISHIMOTO

Abstract: This study explores how a retail store should increase sales focusing on consumer flow by agent-based simulation. For this purpose, first we observe an actual retail store and analyze sales data. Then we construct a simulation model in order to verify consumer behaviors and test the validities of sales promotions, especially we investigate the effects of store design and arrangement of in-store advertisement. Our main finding are that the flow of customers, which is related to the sales, depends on the design of a store and that the places of in-store advertisement vary their sales.

あらまし: 本研究では、エージェント・ベース・シミュレーションで小売店舗内の顧客の動線長に焦点をあて、顧客一人の購買点数をどのように伸ばすべきであるかを分析した。まず、実際のスーパーマーケットでのフィールドワークと店舗販売データの分析をした。次に、分析結果を基に、店舗内行動分析シミュレータ ABISS を構築した。構築の際は、シミュレータが実際のスーパーマーケットを再現しているか検証した。このシミュレータを用いて、フロア・レイアウトの変更、店内広告という販売促進施策が、購買点数上昇要因である顧客の動線にどのような影響を与えるかを確かめるために実験を行った。その結果、各々の販売促進施策において顧客の動線を長くするための要因が理解できた。

1. はじめに

1.1 小売業界の現状

小売業における売場面積当たりの年間商品販売額は、平成6年以降減少が続いている[1]。これは、スーパーマーケットをはじめとする飲食料品小売業も例外ではない[1]。つまり、これら小売業の店舗内販売効率が下がっている傾向にあるといえる。しかも、各店舗には、この効率を上げるために、従業員を増やすという金銭の猶予も残されているわけではない。このことから、各店舗のスーパーマーケット運営者は、店舗内でなんらかの施策を打ち、売上高上昇を目指さなくてはならない。

1.2 スーパーマーケットの売上高構成

スーパーマーケットの売上高は来店客数と客単価の積である。また、来店客数は店舗利用客数と来店頻度により構成され、客単価は商品単価と購買点数により構成される。来店客数および客単価は、品揃えの方法に大きな影響を受けている。品揃えの深さ、つまり、商品のカテゴリーは少ないが1カテゴリーあたりの種類が多い場合は、客数、商品単価に影響する。また、品揃えの広さ、つまり、商品のカテゴリーは多いが、1カテゴリーあたりの種類が少ない場合は、来店頻度、購買点数に影響する。小売業界の中では、スーパーマーケットは品揃えの広さを追及する業態に位置づけられる。そのためスーパーマーケットの運営には、来店頻度の向上により利用客数増を実現し、購買点数の増加により客単価を上昇させることが重要な戦略となる[2]。

この戦略の達成には、顧客一人一人の来店1回あたりの購買点数の増加を図ることが必要である。なぜなら、来店1回あたりの購買点数が多いということは、店舗全体の購買点数に影響を与えるだけではないからである。顧客にとって利便的で、満足度が上がり、来店頻度の上昇につながる可能性もあるからである。したがって、スーパーマーケットでは顧客一人当たりの購買点数の増加させることで、売上、利益増に貢献していく必要性がある[2]。

1.3 購買点数要因

スーパーマーケット店舗内において客単価に関わる要因として、[3]はFig. 1をあげている。

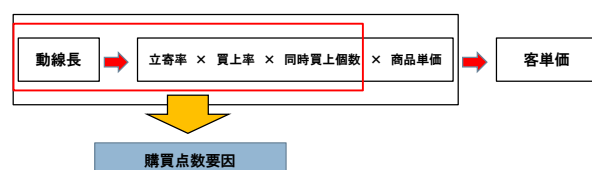


Fig. 1 客単価に関わる要因

顧客一人あたりの購買点数に関わる各要因の定義と、それぞれの要因を増加させるための施策を次に示す。

・ 動線長

店舗内での顧客の移動距離を動線長と言う。動線長が大きいほど、顧客が買い回る機会が多く、購買点数も上昇しやすい。動線長の上昇のためには、フロア・レイアウトをいかに設計すべきかがポイントになる。また、動線長は特に衝動買いにあたる非計画購買の点数と強い相関がある。

・ 立寄率

商品売場を通過するだけでなく、売場に立ち寄る確率を表す。この確率を上昇させるには、陳列計画、POP (Point Of Purchase advertising) 広告などのインストア・プロモーション計画が必要である。

・ 買上率

商品売場に立ち寄るだけでなく、確実に購入する確率を表す。この確率の上昇させるためには、棚割上の工夫やマス媒体広告と連動したインストア・プロモーション計画が必要である。

・ 同時買上個数

1回の売場立寄りに対して、購入される商品の個数を表す。この数量を上昇させるには、関連性や購買されやすい商品を近くに配置し、同時購買をさせること、POP 広告等により、顧客の注意と興味を喚起させる必要性がある。

以上のことから購買点数要因を上昇させるには、フロア・レイアウト設計やPOP 広告等の店舗内販売促進施策(インストア・プロモーション計画)が必要である。

1.4 計画購買と非計画購買

店舗に来店する顧客は大きく分けて、計画購買者と非計画購買者が存在する。計画購買、非計画購買の研究は様々なものがなされているが、その定義は曖昧である。[3]では「ある店舗に来店した消費者が当該店舗内で行った意思決定の結果として、来店前には意図していなかった商品を購入する場合、通常、そのような購買は非計画購買と呼ばれる。」としている。また、[4]では「来店前に商品カテゴリーレベルで購買意図があった場合には、それは計画購買であり、店内に入ってから購買意図を形成したならばそれは非計画購買である。」としている。双方の定義において、商品そのものに対する購買意図である場合と商品カテゴリーに対する購買意図ではある場合という違いがある。本研究では商品カテゴリーに対する購買意図であるとする。また、計画購買と非計画購買に関しては意思決定が来店前か来店後に行われるかによって区別されるという双方の共通点を適用する。非計画購

買は来店後の購買意思決定であり、販売促進施策をはじめとする店舗内での様々な要因によって影響を及ぼされる可能性が高い。店舗の購買点数上昇にもつながる可能性が高いことがわかる。

本研究では、特に計画購買だけを行う顧客を計画購買者、計画購買と非計画購買を組み合わせて行動する顧客を非計画購買者と定義する。そして、この非計画購買者の購買点数を上昇させるための店舗内施策を検討する。

1.5 本論文の構成

本論文では、2章で関連研究について言及し、3章で、研究の目的について述べる。4章で、モデル構築のための準備として行った実際のスーパーマーケットでの調査結果を報告する。5章でシミュレーションモデルの説明をし、6章でシミュレーション結果を報告する。さらに7章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

非計画購買は、店舗内での様々な要因の影響を受ける事前の意図とは異なる結果に至った購買である。したがって、非計画購買の生起メカニズムとともに店舗内行動分析研究を行うことは重要である[3]。[3]では、店舗内行動分析研究方法是マーケティング調査の3類型に従い、販売監査法（既存データの分析による方法）、サーベイによる方法、店舗内実験法の3つに分けられる。

2.1 販売監査法

販売データを分析に用いる方法である。この分析により、間接的に店舗内販売施策が購買行動に与える効果を推測しようとする研究も存在する。

最近には特にID（Identification）付POS（Point Of Sales）データが普及しつつある。POSデータとは、店舗のレジで商品購入金額を算出する際、商品につけられているバーコードを光学スキャナーで読みとることによって収集された品目別の購買点数と価格データのことである[5]。また、ID付きPOSデータとは、個々の顧客情報に紐づいた購買記録である。従来のPOSデータでは、購買点数要因のうちの1商品あたりの購買点数に関する知見しか得られなかったが、顧客ごとのIDが紐づくことで、買上率に関する分析も可能となった。ID付POSデータの解析における主な研究は、顧客行動の分析を行っているもの[6,7]や、店舗レイアウトの分析を行っているもの[8,9]もある。

しかし、販売監査法では、顧客の購買商品の履歴からしか顧客行動を捉えられず、顧客ごとの動線や立寄率を分析することはできない。

2.2 サーベイによる方法

この方法には、大きく分けて、1）店頭面接法、2）プロトコル法、3）直接観察法の3つの方法が存在する。店頭面接法とは、来店客に対して買物開始前と買物終了後の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。プロトコル法とは、はじめ、被験者に店内で実際に買物をしてもらい、その過程で見たこと考えたことをすべてテープレコーダーに録音してもらう。そして得られたデータの分析を通して、店舗内における購買意思決定過程を明らかにするものである。直接観察法とは来店客の店舗内行動を店内動線等の観察可能な行動面から捉えようとするものである。

最近では、直接観察法をより分析しやすくするために、ビデオカメラを使用したり[10]、RFID（Radio Frequency）を用いたり[11]して客動線を捉えた研究が存在する。

問題点として、店頭面接法は、店舗内行動中における意思決定を捉えることができないということがあげられる。プロトコル法と直接観察法は、得られるデータが定性的なものであり、データ分析の困難性があげられる。

2.3 店舗内実験法

実際の店舗内において、商品価格や商品配置などのマーケティング変数を意図的に操作し、その結果を売上高などの評価基準と照らし合わせて測定することで、操作したマーケティング変数が購買行動に与える効果を推定するものである。問題点としては、店頭実験には莫大なコストがかかることがあげられる。

以上から、販売監査法や店頭面接法では、購買点数要因のうち顧客の動線を分析することは困難である。一方、客動線分析をするのに適するプロトコル法、直接観察法、店頭実験法は、時間的、金銭的コストがかかるという問題点がある。

2.4 エージェント・ベース・シミュレーション（以下、ABS）

ABSは「エージェント」と呼ぶ内部状態と意思決定能力とを備えた複数の主体を用いたボトムアップなモデルによるコンピュータシミュレーションである。ABSの特徴は、ミクロ的な観点においてエージェントが内部状態をもち、自律的に行動・適応し、情報交換と問題解決に携わる点、その結果として対象システムのマクロ的な性質が創発する点、エージェントとエージェントを囲む環境とがミクロ・マクロリンクを形成し、互いに影響を及ぼしあいながら、システムの状態が変化していく点にある[12]。また、シミュレーションモデルがコンピュータコードとして実行可能であるために、再現や追試が容易であり、モデルがコンピュータ言語として記述しているがゆえに、人々の間で伝達性・理解性が高い[12]。

店舗の顧客は、フロア・レイアウトや販売促進媒体のような周囲状況を判断し、自律的に購買行動を行う。そのため、店舗内行動分析には、ABSが有効である。そして分析の際には、個々の顧客に着目することが可能であり、動線分析にも有効である。また、時間的、金銭的にコストをかけずに、店舗内実験法を行うことが可能である。つまり従来の店舗内行動分析研究と比較すると、より詳細な分析を比較的容易に行うことが可能である。

ABSを用いた店舗内顧客行動分析研究は、客対流時間、購買点数を増加させるために店舗レイアウト変更施策やPOP広告配置変更施策を検討したもの[13][14]、店舗混雑回避のための店舗レイアウト変更施策を検討したものがある[15]。これらの研究は顧客の移動を含めた顧客行動を分析した上で、スーパーマーケット店舗内の誘導施策を提案した研究である。しかし、実験結果を実際の店舗データ分析結果と照らし合わせたものではなく、店舗内顧客行動を詳細に再現したとは言いがたい。また、顧客ごとに異なった、店舗内の新たな誘導施策を提案したものではない。

3. 研究目的

本研究の目的は、店舗内行動分析エージェント・ベース・シミュレータ「Agent-Based In-Store Simulator（以下、ABISS）」を構築し、特に顧客の動線に着目して、スーパーマーケット店舗内の顧客行動分析を行う。また、分析結果を基に、フロア・レイアウト設計や店内広告などの販売促進施策の検討実験を行い、顧客の動線に与える影響を分析する。

4. 食品スーパーマーケットでの調査

ABISS を構築するにあたり、島根県浜田市にある食品スーパーマーケットにおいてフィールドワークを行った。また、同店舗の ID 付き POS データを解析し、シミュレーションの基礎データとして活用した。店舗内の様子を Fig. 2 に示す。

4.1 用語の定義

- ・ 生鮮 3 品：店内商品のうち、野菜、魚、肉を示す。これらは売上高の大半を構成する商品である。
- ・ 主通路：入店したお客の大半が歩く、入口から続く店内のメインストリートを表す。主通路には、生鮮 3 品売場がある可能性が高い。Fig.1 では、野菜、魚、肉関連売場上の矢印部が主通路である。
- ・ 定番商品売場領域：店舗中央にある購買点数は高くはないが、利益の高い商品の置いている売場領域を示す。
- ・ PI 値：Purchase Incidence の略用語である。売上点数÷客数×1000 と定義され、レジ通過顧客 1000 人あたりの商品毎の支持率を表す。
- ・ 客単価：顧客の 1 取引あたりに支払った金額である。
- ・ 商品単価：顧客が購入した商品の単価である。

4.2 フィールドワークの結果

2008 年 2 月 9 日 12:00~12:30, 14:00~14:30 の 2 回に分けて、店舗での顧客の店舗内行動を観察した。顧客の来店ピークの時間と定常状態での相違を観察するために 2 回の観察を行った。この観察より以下のことがわかった。

- ・ 大半の顧客は生鮮 3 品商品売場を中心とした主通路を通りながら、店舗の奥へと移動していく (Fig. 3)。
- ・ 主通路領域訪問後、定番商品売場領域、レジ付近領域の順に、商品を買回る (Fig. 3)。
- ・ 人が群がる売場には、その売場にいる顧客の商品購買の誘因度があがる。



Fig. 2 実際のスーパーマーケット店舗内の様子

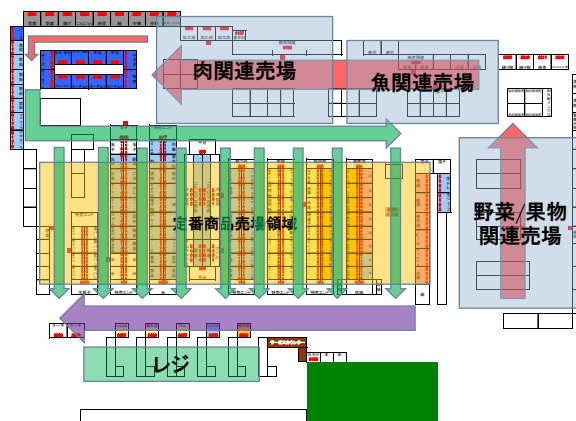


Fig. 3 スーパーマーケット店舗内での顧客の移動の様子

また、店舗運営スタッフへのインタビューでは、以下のような意見があげられた。

- ・ 生鮮 3 品を中心とした主通路を通った上で、店舗の奥まで移動する顧客は多い。
- ・ 顧客の店舗内回遊時間は 20 分と考えている。
- ・ 各々の顧客に適した商品を推薦し誘導する施策を考えたい。
- ・ 店舗レイアウト変更や新種の販売促進施策の取り入れには、時間や金銭的なコストが大きく、なかなか検討しがたい。

フィールドワークを通して、顧客移動経路が解明し、顧客を商品売場に誘導するための施策が必要であることが理解できた。また、コストのかからない販売促進施策実験の必要性がわかった。

4.3 POS データ解析結果

店舗の POS データ (2007/8/31~2007/9/29 分、総取引数 51,109) を使用して、平均来客間隔 (Table. 1)、売場ごとの平均 PI 値 (Table. 2)、売場ごとの商品平均単価 (Table. 2)、購買点数ごとの顧客数分布 (Fig. 4)、客単価ごとの顧客数分布 (Fig. 5) が理解できた。この結果から、1) 10:00~11:59 と 16:00~18:59 において来客頻度高いこと、2) 生鮮 3 品の PI 値が高く、顧客に購買されやすいということがわかった。

Table. 1 各時間帯の平均来客間隔

時間帯	平均来客数(人)	平均来客間隔(秒/人)
9:00~9:59	3,454	31.3
10:00~10:59	5,105	21.2
11:00~11:59	5,672	19.0
12:00~12:59	4,696	23.0
13:00~13:59	3,111	34.7
14:00~14:59	3,421	31.6
15:00~15:59	4,394	24.6
16:00~16:59	5,498	19.6
17:00~17:59	5,820	18.6
18:00~18:59	5,294	20.4
19:00~19:59	3,264	33.1
20:00~20:59	1,454	74.3

Table. 2 売場ごとの平均PI値, 平均単価 (10時のデータのうちPI値の高い商品を一部抜粋)

商品カテゴリー	総売上点数(点)	PI 値	単価(円)
野菜・果物	13537	265.2	135.6
精肉関連	3851	75.4	210.5
海産関連	3120	61.1	231.7
惣菜	3009	58.9	267.6
パン	2569	50.3	133.6
豆腐	1141	22.4	85.2
加工肉	1062	20.8	252.1
玉子	1027	20.1	123.9
花	929	18.2	192.8
牛乳	650	12.7	159.4

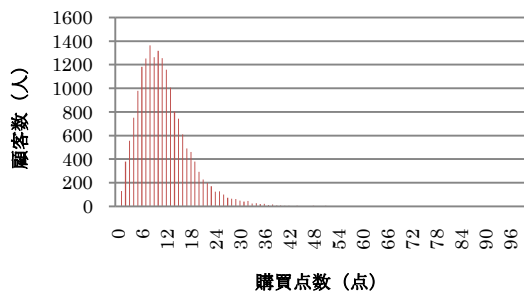


Fig. 4 購買点数ごとの顧客数分布

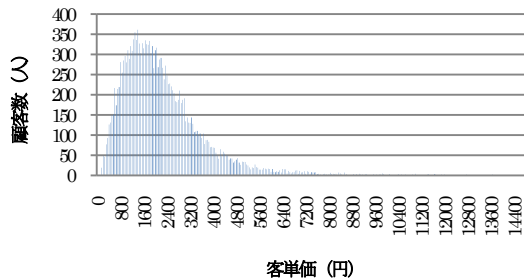


Fig. 5 客単価ごとの顧客数分布

5. ABISS の説明

本研究では株式会社構造計画研究所のマルチエージェントシミュレーションソフトウェア「artisoc」を使用してモデルを構築した。5.1 ではシミュレーションモデル空間について述べ、5.2 と 5.3 では、空間上のオブジェクトである顧客エージェント、レジについて述べる。

5.1 空間

本研究では、スーパーマーケット店舗内空間をセルで構成された二次元平面で表す (Fig. 6)。顧客エージェント 1 人の人体円半径 0.3[m]とし、シミュレーション空間の 1 セルを人体円直径の 0.6[m]×0.6[m]と定義する。また、セル上には、以下のオブジェクトが存在する。

- ・ **顧客エージェント**
店内顧客を表す。
- ・ **壁**

商品棚や店舗の壁など顧客の移動に障害となるオブジェクトを表す。

- ・ **販売促進媒体**
店内広告などの販売促進媒体を表す。
- ・ **商品売場** : $U = \{u_i | i = 0, \dots, m\}$
商品棚からの商品取得地点を表す。
- ・ **入口**
顧客が入店する地点を表す。
- ・ **レジ**
金銭取引処理を行うレジを表す。

また、売場 $U = \{u_i | i = 0, \dots, m\}$ はそれぞれ、平均商品単価 $C = \{c_i | i = 0, \dots, m\}$ を保持する。また、Fig. 6 に示されている店舗中央部にある領域を定番商品売場領域と定義する。

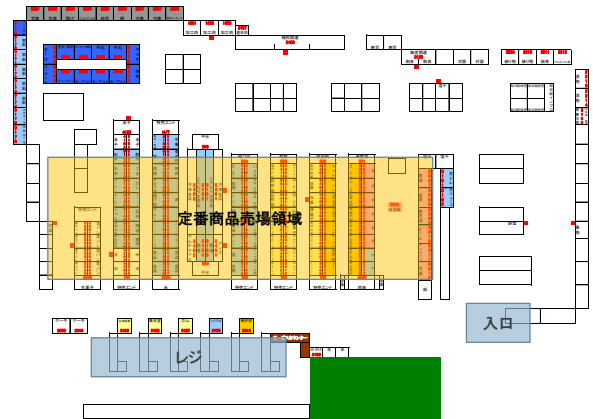


Fig. 6 店舗内空間

5.2 顧客エージェント

顧客エージェントは店舗入店時に購買意思決定した計画購買商品を買回りながら店舗内移動する。移動中には視野に入った売場の商品を非計画購買する。また、店内広告などの販売促進施策媒体に遭遇すると、媒体によって宣伝/推薦された商品を非計画購買する。すべての購買が終わると、レジに向かい、金銭処理を受ける。レジでの処理が終わると、店舗内での行動を終了する。

5.2.1 顧客エージェントが持つパラメータ

各顧客エージェントは以下のようなパラメータを持つ。

- ・ **計画購買商品数** : N_{plan}
店舗入店前に顧客エージェントが購買を予定している商品の数量を表す。 N_{plan} は、Fig.4 の購買点数分布を 0.3 倍したものとする。高橋は、小型スーパーマーケットにおける非計画購買率 69.2% としている [16]。また、浜田市の食品スーパーマーケットは小型のスーパーマーケットと位置づけられ、計画購買商品数は、全体の購買点数の 0.3 倍が妥当であると判断したからである。
- ・ **計画購買商品選択確率** : P_{plan}
 N_{plan} の数量分、計画購買商品を選択する際の確率を示す。この確率は、Table.2 の PI 値から求める。Table.2 のうち、同じ商品カテゴリーの売場が複数ある場合は、その数量分 PI 値を等分する。等分したそれぞれの商品の PI 値とする。すべての商品の PI 値合計を 100% としたときの、各商品の PI 値の割合を計画購買商品選択確率とする。
- ・ **計画購買商品売場リスト** : L_{plan}
店舗入店前に顧客エージェントが計画購買しようとする商品の売場が格納されているリストを示す。

超えた場合、顧客エージェントは計画購買者と定められ、店舗内で非計画購買を行うことができない。

顧客エージェントは、選択した計画購買商品が置かれている売場以外にも、商品を見て回り、見回った商品を購買する可能性がある。この計画購買商品売場以外で、見て回るための商品売場を巡回予定売場と定義する。巡回予定売場は、全ての売場において、巡回予定売場選択確率 P_{round} により決定される。 L_{plan} に格納された計画購買商品の売場と、選択された巡回予定売場は訪問予定売場リスト L_{all} に格納される。

L_{all} に格納された売場は店舗調査結果 (Fig. 3) に従い、主通路領域、定番商品売場領域、レジ付近領域の優先順に並び替えられる。さらに主通路領域では、Fig. 3 の矢印のように売場優先順位が定められ、定番商品売場領域では、右側の棚の脇の通路から優先づけられる。レジ付近領域では、右端の本売場を先頭に左端のパン売場へと優先順位がつけられている (Fig. 3)。これらの優先順位はスーパーマーケット調査で、大半の顧客がそのように動いたという知見に基づいた。

(2) 店舗内移動中

店舗内移動中は、以下のような行動を繰り返す。

A. 通常の移動

森下の顧客移動法[13]に従い、壁を避け、歩行速度に従って移動する。また、 L_{all} に格納された売場に向かうように移動をする。

顧客の移動にはネットワークモデルを導入する。ネットワークはノードとノード間をつなぐエッジからなる。エッジにはコストがあり、コストはエッジ間の距離である。

本モデルのノードは、ネットワークをつなぐためのだけのノードと、訪問売場、入口やレジフィールド移動ポイントを表す位置を兼ねているノードの2種類が存在する。エージェントは売場間や、入口と売場の間を移動する際、現在いる売場と次に訪問する予定の売場をスタートノードとゴールノードとして定める。エージェントは最短経路を通るものと仮定し、ゴールノードまでの経路を、最短経路を探索する方法のひとつであるダイクストラ法により決定する。エージェントは決定した経路を辿りゴールノードに対応する売場へと移動する。これにより、通路の形に合わせて移動することが可能になる。売場間や売場からレジ移動ポイントへ移動する際は、この移動方法を繰り返す。

B. 目視購買

目視購買とは、非計画購買行動の一部であり、目的商品に向かう最中、商品自体が視野に入り、計画購買予定ではないにも関わらず購買してしまう行動を表す。Fig.9 に目視購買の概要を示す。

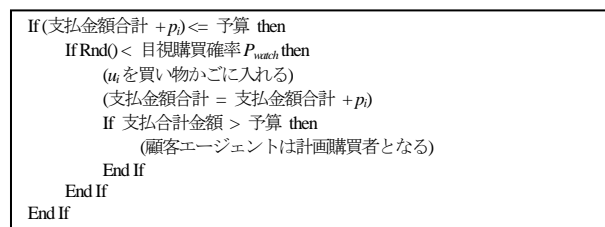


Fig.9 目視購買ルール概要

この購買行動では、売場を通過する際や到着時に、計画購買予定にない商品を目視購買確率 P_{watch} の確率でその売場にある商品を購買する。もし、目視購買後、支払金額合計が予算を超えてしまう場合は、目視購買は行われない。

また、視野内の売場に他の顧客エージェントが群がっている場合、顧客1人につき10%分、目視購買を実行する確率が

上がる。これは人が群がる売場では、商品購買の誘因度がある状況を表現している。

商品取得のための時間として、10ステップ間留まる。これは店舗観察の結果から得られた値である。また、自分以外の顧客エージェントが同じ売場にいる場合、その顧客エージェント1人あたり追加5ステップ間、売場での滞在時間が長くなる。これは、売場の混雑を表し、群がっている顧客が多いほど、商品の取得に時間がかかることを示す。

商品の取得が終了すると、支払金額合計に取得商品1つにつき商品単価を加える。また、支払金額合計が予算を越えると、非計画購買ができなくなる。

C. 販売促進施策購買

販売促進施策購買とは、非計画購買行動の一部であり、店内広告などの販売促進媒体により、当初の購買行動に追加された購買行動のことを示す。この購買により追加された商品の売場は、 L_{all} と販売促進購買商品売場リスト $L_{promotion}$ に格納される。

(3) 商品売場到着時

L_{all} に格納されている商品売場に到着すると、商品を取得し、買い物かごに入れる。また、目視購買のときと同様に、商品取得のための時間として、1つの購買予定商品売場への訪問につき、10ステップ間留まる。自分以外の顧客エージェントが同じ売場にいる場合、その顧客エージェント1人あたり5ステップ間、売場での滞在時間が長くなる。 $L_{promotion}$ に格納された売場に到着した場合のみ支払金額合計に取得商品の商品単価を加える。また、支払金額合計が予算を越えると、非計画購買ができなくなる。これらの行動後、目視購買行動も実行する。

(4) 店舗内移動終了時

L_{all} に格納されているすべての売場への到着が終了すると、レジフィールドに移動する。ただし、レジフィールドへ向かう途中に、店内広告などの販売促進施策媒体に遭遇し、情報を受け入れると、宣伝・推薦された商品売場へと移動経路を変動することはあり得る。

5.3 レジ

レジにおいて、顧客エージェントは、レジ処理までの順番待ちとレジ処理による合計時間分レジに留まり、レジ処理が終了すると店舗内行動も終了する。レジモデルはレジとレジ選択を行うためのレジフィールドにより構成される。レジモデルに関する Fig.10 を下に示す。

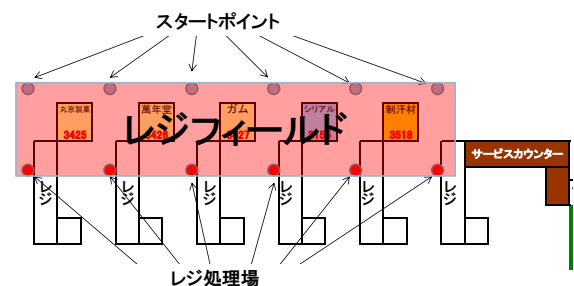


Fig.10 レジモデルの概要

5.3.1 レジモデルにおける顧客エージェントの行動

(1) レジフィールド到着前

売場を巡り終えた顧客エージェントは、レジフィールドへと向かう。なお、各顧客エージェントは、その時の売場から一番近いスタートポイントへと移動する。

(2) レジフィールド到着後

レジフィールドのスタートポイントに到着すると、複数あ

ョンを行った。次に、店内広告を加えた状態で、レイアウトを変化させたシミュレーションを行った。

7.1 フloor・レイアウト設計実験

前節の分析によって、PI 値の高い生鮮3品に関連する売場を変更すれば、顧客の行動を変化させることができるのではないかという仮説が生まれた。そこで、調査したスーパーマーケットのレイアウト (Fig.14) から生鮮3品関連売場を変更した複数のレイアウトを用意し、開店時間を表す43200ステップ分のシミュレーションを3回ずつ行った。このFloor・レイアウトの変更が顧客の動きにどのような影響を及ぼすかを分析した。実験の設定については、Table.4 に示す。

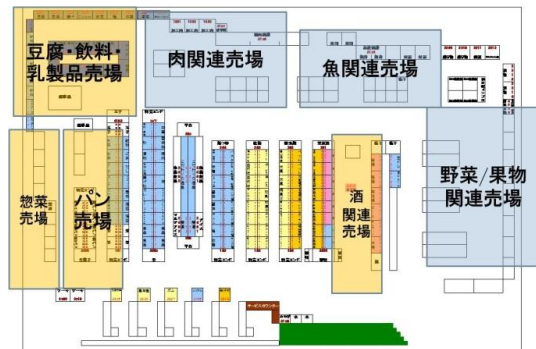


Fig.14 調査したスーパーマーケットのレイアウト

Table.5 実験設定 (Floor・レイアウト設計実験)

レイアウト	基本レイアウト レイアウト1~5
時間帯	9:00~21:00
シミュレーション回数	3回

- ・ **基本レイアウト**：調査したスーパーマーケットと同じレイアウト
- ・ **レイアウト1**：野菜/果物売場と、野菜に関連する生ドレッシング、生ジュース売場を、店舗左奥の惣菜やパンを中心とする売場と入れ替えた。
- ・ **レイアウト2**：精肉、加工肉、魚肉ソーセージ、肉に関連する香辛料売場を、店舗左奥の惣菜やパンを中心とする売場と入れ替えた。
- ・ **レイアウト3**：鮮魚、塩干売場を、店舗左奥の惣菜やパンを中心とする売場と入れ替えた。
- ・ **レイアウト4**：野菜/果物売場と、野菜に関連する生ドレッシング、生ジュース売場を、定番商品売場領域右端の飲料やパンを中心とする売場と入れ替えた。
- ・ **レイアウト5**：生鮮3品である野菜、肉、魚関連の売場を店舗左奥に移動させたレイアウトである。野菜関連売場は豆腐、飲料や乳製品売場と、肉関連売場は惣菜、パン売場と、魚関連売場は、惣菜売場と入れ替えた。

レイアウト1~5と基本実験レイアウトにおける顧客1人あたりの動線長、目視購買点数のグラフをFig.15~Fig.18に示す。

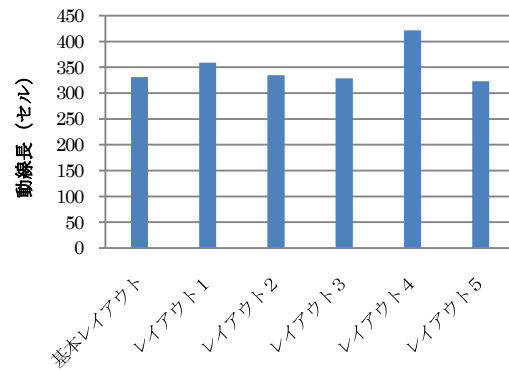


Fig.15 顧客一人あたりの動線長 (全営業時間)

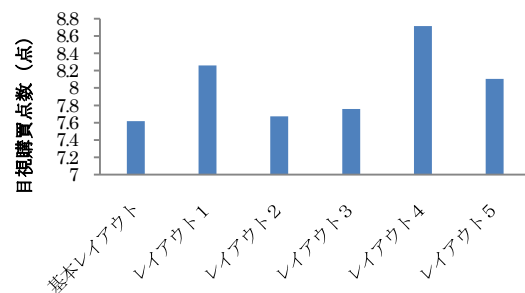


Fig.16 顧客一人あたりの目視購買点数 (全営業時間)

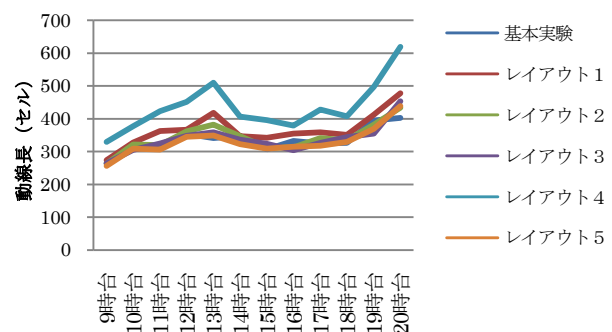


Fig.17 顧客一人あたりの動線長 (時系列)

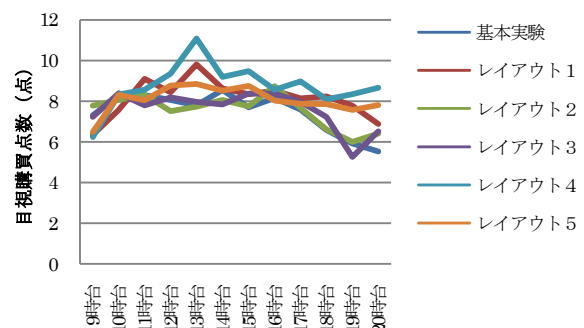


Fig.18 顧客1人あたりの目視購買点数

Fig.15を見ると、レイアウト1、4において高い動線長を示している。双方のレイアウトに共通することは野菜/果物関連の売場が、店舗の入口からより離れた場所に移し替えられ

ていることである。野菜/果物関連商品は、店舗の中で最もPI値の高い商品群であり、奥に売場を移動させられると、顧客も誘引されていく傾向にあると考えられる。また、Fig.16を見ると、目視購買点数においてもレイアウト1、4が高い値を示している。このことから、動線長と目視購買には関連性があることがわかる。

Fig.17を見ると、レイアウト1や4の13時～14時において、他の時間帯と比べて、動線長が長いことがわかる。Fig.18と比較すると、この二つのレイアウトにおいては、動線長に対応しながら、目視購買点数が高くなっていることがわかる。時間ごとに見ても、動線長と目視購買点数に関連性があることがわかった。

それに対し、19時～21時においては異なる結果が得られた。レイアウト1において、動線長は上昇しているものの、目視購買点数は減少しているのである。

次に各レイアウトにおける客動線 Fig.19～Fig.23 に示す。

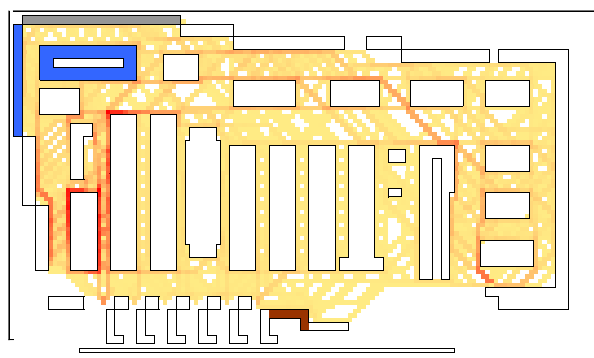


Fig.19 レイアウト1における客動線図

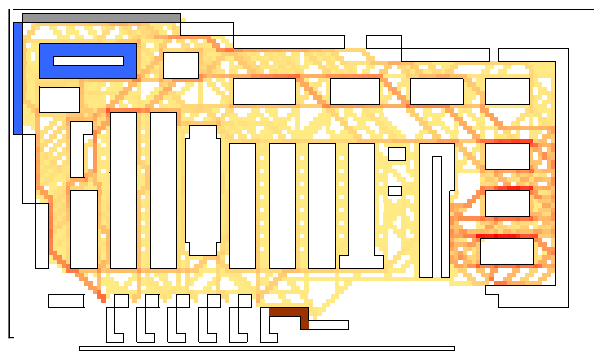


Fig.20 レイアウト2における客動線図

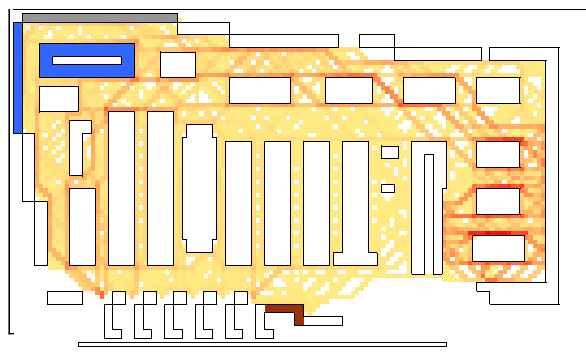


Fig.21 レイアウト3における客動線図

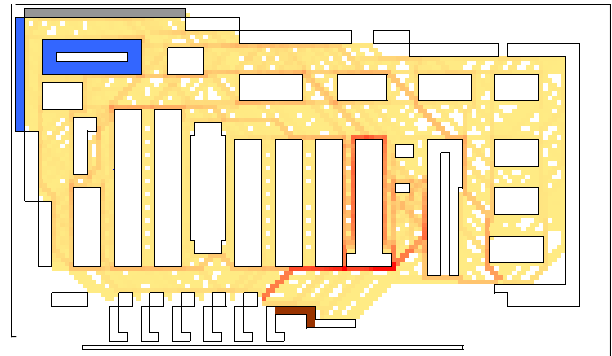


Fig.22 レイアウト4における客動線図

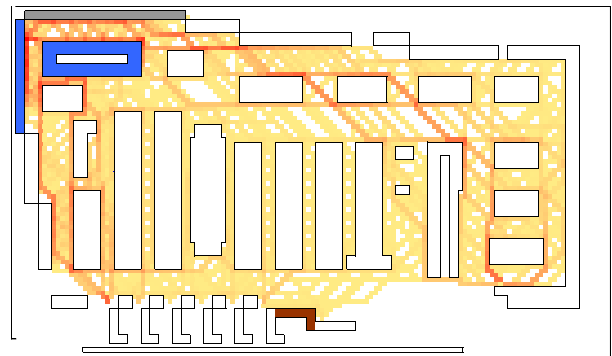


Fig.23 レイアウト5における客動線図

基本レイアウトによる Fig.23 と比較すると、野菜/果物関連売場を移動させたレイアウト1、レイアウト4やレイアウト5における、顧客の通過が多かったセルの位置に変化が見られた。このことから野菜関連商品の顧客誘引力は強いことがわかる。特に、レイアウト1、レイアウト4においては、訪問優先順の低い位置に野菜/果物関連売場があるため、動線長が上昇されやすいと考えられる。また、レイアウト4では定番商品売場領域に野菜/果物関連売場があるため、入口から直接、定番商品売場領域に向かう動線も確認できる。

以上から、1) 基本的には、動線長と目視購買に関連性は強いが、2) レイアウトや時間帯によっては、関連性が弱い場合もあることがわかった。また、3) 動線長を変化させるには、野菜/果物のようなPI値の高い商品の売場の位置によって誘引すると効果高いことがわかった。

7.2 店内広告配置実験

販売促進媒体である店内広告を店舗内に配置し、媒体が顧客の動きに対してどのような影響を与えるのかを分析するためにシミュレーション実験を行った。

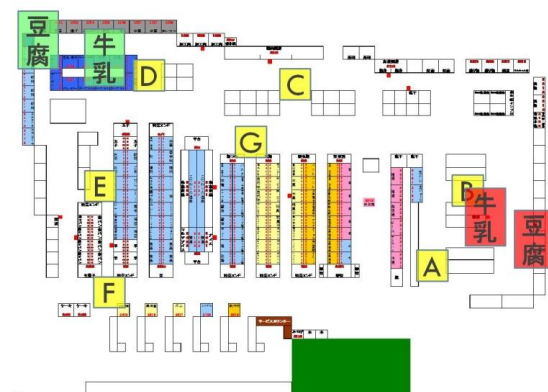


Fig.24 販売促進媒体の配置

7.2.1 店内広告の定義

店内広告は、全ての顧客に対して同様な情報を掲載する店舗内販売促進媒体を示す。店内広告は商品情報と商品の配置情報を持つ。Fig.25 に調査したスーパーマーケットの店内広告を示す。



Fig.25 店内広告の写真

7.2.2 広告購買

販売促進購買の一つである。店内広告により生じた購買行動を広告購買と定義する。Fig.26 に広告購買の疑似コードを示す。

```

If(視野内に店内広告が入る)
  If Rnd() < 視認率 then
    If(支払合計金額 + 宣伝された商品売場の p) < 予算
      If(買い物かご,  $L_{all}$  と  $L_{promotion}$  に宣伝された商品がない)
        If Rnd() < 販売促進購買確率  $P_{promotion}$ 
          ( $L_{all}$  と  $L_{promotion}$  に宣伝された商品を格納)
        End if
      End if
    End If
  End If
End If
End If

```

Fig.26 広告購買の疑似コード

顧客エージェントは視野内に店内広告が入った場合、視認率により広告の情報を受け入れ態勢に入るか否かを選択する。受け入れ態勢に入ったエージェントは販売促進購買確率 $P_{promotion}$ により、宣伝された商品を購入するかを決定する。決定した場合、 L_{all} と $L_{promotion}$ に対応する売場を格納する。ただし、宣伝された商品が、すでに買い物かごにある商品である場合、 L_{all} や $L_{promotion}$ に格納された売場に対応する商品である場合は、購買しない。宣伝された商品を購入した場合、予算を超える場合も購買をしない。

また、顧客エージェントは店内広告に遭遇すると、宣伝された商品売場の位置によって、次のように移動方法を変更する。

- ・ 宣伝された商品売場が今までに通過した売場である場合：次のノードに移動後に、宣伝された商品売場へ移動する。
- ・ 宣伝された商品売場が次に移動しようとするノードである場合：移動に変化は生じず、ノードに到着した際に、商品を買って買い物かごに入れる。この場合は、 L_{all} にも宣伝された商品を入れる必要はなくなる。
- ・ 宣伝された商品売場が次の購買予定売場よりも後の優先順位である場合：次の購買商品売場へ移動後に広告により宣伝された商品売場へ移動するよう促される。

ただし、宣伝を受けた商品の単価を支払金額合計に加えるのは、売場に到着してからである。

7.2.3 実験設定

宣伝した商品は、実験1では豆腐のみ、実験2では豆腐と牛乳である。これらの商品は、PI 値が高い商品の中で、商品の入れ替わりの激しい野菜、肉、魚の生鮮3品、パンや総菜を除いたものである。

また広告は、Fig.24 で示される A~G のいずれかの場所に配置し、媒体の効果を分析するための実験を行った。A~F

は基本実験レイアウトの Fig.12 において客動線が密集していた位置である。また、G は顧客エージェントが定番商品売場領域に侵入する位置のうち、最も客動線が密集していた位置である。

なお、レイアウト1~4における牛乳の位置は、Fig.24 の左上にあり、レイアウト5では右下にある。豆腐の位置も、レイアウト1~4においてはFig.24の左上にあり、レイアウト5では右下にある。

Table.6 実験設定 (店舗広告配置実験)

レイアウト	基本レイアウト レイアウト1~5
広告情報	豆腐 豆腐と牛乳
広告位置	A~G
時間帯	9:00~21:00
シミュレーション回数	1 回
視野	10 セル
認知率	70%
$P_{promotion}$	$P_{round} \times 2.5$

(1) 豆腐を宣伝する実験 (実験1)

店内広告を1つ用意し、宣伝する商品を豆腐1種類として実験を行った。広告は、6.2のレイアウト1~5と調査スーパーマーケットを再現した基本レイアウトにおいて、A~Gのいずれかの場所に配置した。

広告配置前と配置後の顧客1人あたりの動線長を、レイアウトごとに比較した結果を示す (Fig.27)。

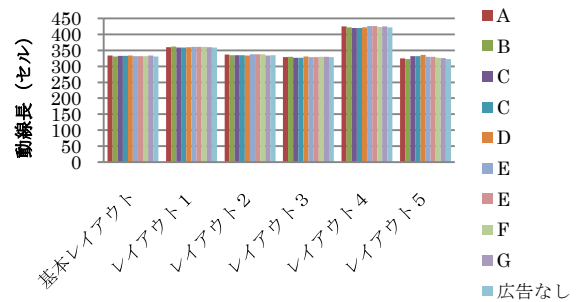


Fig.27 顧客1人あたりの動線長 (実験1)

全体としてどの位置に広告を置いても、大きな違いは見られない。これはFig.28からわかるように、全てのシナリオにおいて顧客全体のうち宣伝が成功した顧客の割合が0.05に達しないほどわずかであるためである。

そこで、広告購買をした顧客のみに着目し、広告が顧客の動線にどのような影響を与えたのかを予測するために、顧客1人あたりの広告購買点数を比較する (Fig.28)。

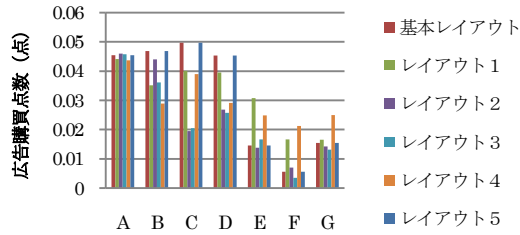


Fig.28 顧客1人あたりの広告購買点数 (実験1)

いずれのレイアウトにおいても、入口付近であるAの位置に広告を配置した場合に、高い広告購買点数を示している。この理由は、入口付近であれば、支払合計金額が予算に達しておらず、広告購買を行う余裕があるからであると考えられる。

基本レイアウトのグラフを見ると、A～Dの位置に比べて、E～Gの位置では広告購買点数が低いことがわかる。基本レイアウトでは、顧客は、訪問当初から野菜、肉、魚のような比較的PI値の高い商品売場を回遊する。そのため、入口から遠ざかるにつれて、予算の上限に支払合計金額が近づいてしまい、広告購買がしにくくなると考えられる。

レイアウト4のグラフを見ると、Bの位置に広告を置いた場合の広告購買点数が、他のレイアウトと比べると比較的小さい傾向にある。Fig.23によると、レイアウト4では、入口付近から直接を定番商品売場領域に向かう動線が多いことがわかる。そのため、Bの位置付近を通る顧客が減少したのだと考えられる。

以上から、1) 顧客の予算に余裕がある位置に広告を置くと効果が高いこと、2) 野菜/果物関連商品に引き付けられた顧客の動線上に配置すると効果が高いことが理解できた。

(2) 豆腐と牛乳の2商品を宣伝する実験 (実験2)

店内広告を2つ用意し、一方は豆腐を、もう一方は牛乳を宣伝する実験を行った。豆腐広告は、実験1においてどのレイアウトにおいても広告購買点数の高い傾向を示したFig.24のAの位置に固定して配置した。牛乳広告はB～Gのいずれかの場所に配置した。

広告配置前と配置後の顧客1人あたりの動線長を比較した結果を示す (Fig.29)。

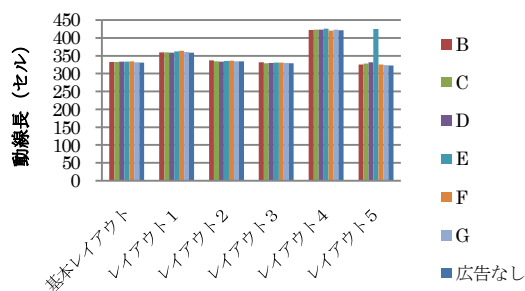


Fig.29 顧客1人あたりの動線長 (実験2)

広告を2つにしたとしても、各レイアウトにおいて、どの位置に広告を置いたとしても動線長に大きな変化は見られない。ただし、Eの位置に牛乳広告を置いたときのみ、レイアウト5において動線長の上昇が見られた。Eはレイアウト5での牛乳売場からの距離が長い。このことより、宣伝する商品の売場から特に距離の大きい位置に広告を配置した場合、動線長を高める要因になる可能性はありうることがわかった。

次に実験1と同様に、広告購買をした顧客のみに着目し、広告が顧客の動線にどのような影響を与えたのかを予測するために、顧客1人あたりの広告購買点数を比較する (Fig.30)。

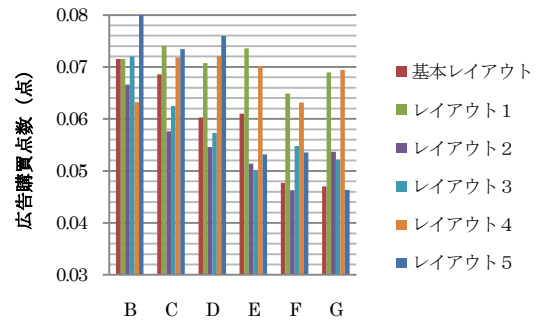


Fig.30 顧客1人あたりの広告購買点数 (実験2)

いずれのレイアウトにおいても、店内広告が1つだけである実験1よりも広告購買点数は高い傾向を示している (Fig.28, Fig.30)。

基本レイアウトにおける結果は、実験1の基本レイアウトにおけると同様に、広告位置がBからGを変更するにつれて、広告購買点数は低くなっていく。ただし、この低下の度合は、実験1のときと比較して小さいと言える。このことから、広告を2つ配置した場合、2つ目の広告による効果は、1つ目よりも小さいことがわかった。

レイアウト4を見ると、広告をC～Gのどの位置においても、基本レイアウトと比較して、広告購買点数は高い値を示している。しかし、Bの位置のみ高い値ではない。これらの理由は、前者は、顧客にとって、購買確率の高い野菜/果物関連商品の購買が後の方であるため、予算に余裕があると考えられる。後者は、Fig.23の客動線図が示すように、野菜関連の購買確率が高いがゆえに、Bの位置を通らず、直接、野菜/果物関連売場のある定番商品売場領域に向かう顧客エージェントが多いということが考えられる。このような傾向は、実験1でも見られた。レイアウト1、5においても、実験1と同様に、野菜/果物関連売場への移動途中において、高い広告購買点数を示している。

以上から、1) 広告の数量を増やすと、配置によっては動線長の高い上昇要因になること、2) 二つ目の広告の効果は一つ目より小さいこと、3) 顧客の予算に余裕がある位置に広告を置くと効果が高いこと、4) 野菜/果物関連商品に引き付けられた顧客の動線上に配置すると効果が高いことが理解できた。

8. 結論

8.1 まとめ

本研究では、顧客が店舗内でどのような行為をとるのかを分析するための店舗内行動分析エージェント・ベース・シミュレータ「ABISS」を開発し、動線を変更しうる要因を様々な与えながら顧客の行動分析を行った。まず、構築したモデルの妥当性を確かめるために、実際の店舗データ、文献データとABISSのシミュレーション結果を照合した。次に動線を変更しうる要因として、フロア・レイアウト設計の2種類の分析を行った。

フロア・レイアウトの実験では、レイアウトによって顧客の動線に変化が生じた。特に商品支持率の高い商品の売場の配置を変更することで動線長が伸びた。次の、店内広告配置実験では、顧客全体の動線を変動させるほどの大きな効果が

見られなかった。

8.2 今後の課題

今後は、本シミュレータ ABISS をスーパーマーケット運営者にとって、より使い勝手のいい支援ツールにしていくことが重要である。そのためには、顧客層や商品カテゴリーにおいて、より粒度の細かい分析ができるようにしなければならない。

そのために、

- ・ 商品売場カテゴリーを細分化する。
- ・ 顧客エージェント行動・意思決定ルールに多様性をもたせる。

ことが必要である。

また、新たな実験設定として、

- ・ 実際に存在する他のスーパーマーケットのレイアウト設計も試してみる。

ことも必要である。

また、シミュレーションの精度を上げるために、

- ・ 実際のスーパーマーケット店舗において、顧客動線の追跡調査を行い、評価精度を高める。

ことも必要である。

謝辞

本研究を行うにあたって、POS データの提供、実地調査の機会を提供いただきました有限会社一番街さま、artisoc を無償貸与していただきました（株）構造計画研究所さまに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 経済産業省「商業統計」2004.
- [2] 田島義博「インスタマーチャンダイジング- 流通情報化と小売経営革新」ビジネス社, 1989.
- [3] 田島義博, 青木幸弘「店頭研究と消費者行動分析- 店舗内行動分析とその周辺」誠文堂新光社, 1989.
- [4] 清水聰「消費者視点の小売戦略」千倉書房, 2004.
- [5] 安部誠, 近藤文代「マーケティングの科学-POS データの解析-」朝倉書店, 2005.
- [6] 鶴見祐之, 澁谷浩太郎, 村瀬明宏「小売業のカテゴリー間プロモーション・マネジメント -消費者の複数カテゴリー購買行動モデル- オペレーションズ・リサーチ, Vol. 50, No. 2, pp. 92-98, 2005.
- [7] 渡辺亮, 北村裕人, 星野直人, 関庸一「買い回りタイプによる顧客購買行動の理解」オペレーションズ・リサーチ, Vol. 50, No. 9, pp. 644-653, 2005.
- [8] 中山厚徳「POS データを活用した店舗内の売場配置の考察」オペレーションズ・リサーチ, Vol. 48, No. 2, pp. 100-106, 2003.
- [9] 北口大輔, 羽室行信, 加藤直樹, 加藤玲「百貨店における店舗配置からの知識発見 -GA を用いた最適店舗配置の提案-」オペレーションズ・リサーチ, Vol. 49, No. 2, pp. 101-109, 2004.
- [10] 水野誠, 濱井脇, 岡平祐介, 澤井大樹, 西山直樹「小売店舗内回遊行動と購買に関するモデル分析」日本マーケティング・サイエンス学会 第 80 回研究大会 プロジェクト研究報告, 2006.
- [11] Jeffy S. Larson, Eric T. Bradlow, Peter S. Fader「An Exploratory Look at Supermarket Shopping Paths」2005.
- [12] 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, No. 3, pp. 131-136, 2004.
- [13] 森下信, 山本英臣, 大高義光, 中野孝昭「セルラオートマトンによる小売店舗内購買シミュレーション」日本計算工学会, No. 19990019, 1999.
- [14] 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」The 19th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 3E3-02, 2005.
- [15] 増田浩通, 新井健, 野村耕太郎「ハイパーマーケットにおける食料品売り場の比較分析」日本経営工学会秋季研究大会予稿集, pp. 140-143, 2003.
- [16] 高橋郁夫「非計画購買の規定要因分析」杏林社会科学研究, Vol. 3, No. 1, pp. 34-52, 1991.