

購買者の個体差を考慮した 店舗内人流シミュレーション・システムの開発

1140435 坂口友理

高知工科大学マネジメント学部

1. 概要

スーパーマーケットなどの小売業界は、景気の停滞による購買者の購買意欲の低迷が進んでおり、業界規模が伸び悩んでいる。そこで購買者の購買意欲は、店内レイアウトやPOP配置によって影響を受けるのではないかという仮説が現れた。そこで、マルチエージェントを用い、シミュレーションモデルを作成する。このような背景をもつ[2]（以下、先行研究）がある。購買者の滞留時間が伸びれば、売り手側に利潤的影響が現れるという前提のもと、実験を行っている。しかし、先行研究にはいくつかの現実的ではない問題点がある。その問題を解決しシミュレーションを行った結果、先行研究の前提とは違った結果が現れ滞留時間が長い＝購買数が多いという訳ではないということが分かった。本研究では、レイアウト設計を行う際に活用できる、有効な結果を得ることができた。

2. 1. 研究背景

スーパーマーケットなどの小売店は、景気の停滞による購買者の購買意欲の低迷が深刻な問題となっている。業界規模[6]もほぼ横ばいとなり、伸び悩んでいる（図1）。購買者は容易に消費するのではなく、ひとつひとつの購買行動が慎重に吟味されるようになってきている。そのため、スーパーマーケットなどの小売業者は、自社の売り上げ向上のため、購買者に購買意欲駆り立てる施策の必要性が出てきたと考えられる。

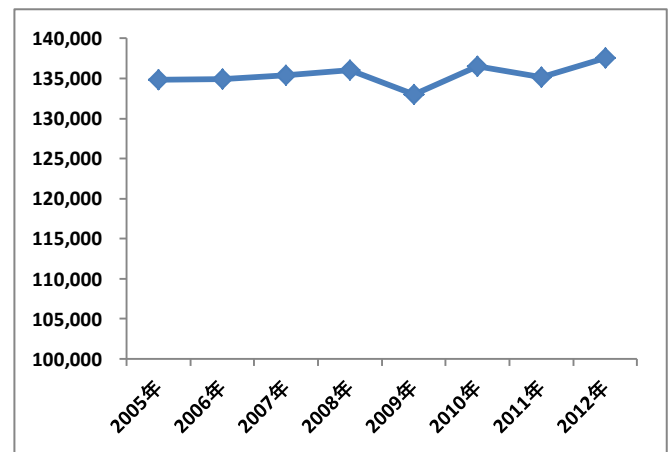


図1 小売業界の業界規模

また、私たち購買者側としては、買い物に行き、商品が見づらい、見る気が起こらない、欲しいものを探すのに時間がかかる、疲れる、などと感じることがある。このようなことを購買者に感じさせてしまえば、せっかくの売り上げ向上のチャンスを逃してしまう。

以上のことから、スーパーマーケットなどの小売店における、店内レイアウトやPOPの設置は、購買者の購買意欲に影響があるのではないかと考える。そこで本研究では、店内レイアウトに着目し、研究を行う。

2. 2. 先行研究

以上のような研究背景を持つ先行研究がある。

<先行研究の目的>

スーパーマーケットなどの小売店は来店する買い物客に多くの商品を購入させるための働きかけをしている。買い物客の動きを誘導し、滞留時間を高めることを考慮した店内レイアウトを考えることは重要である。しかし、買い物客の店内での動きを予測することは困難であり、また、実際の店舗内レイアウトを変更しての実験はコ

ストも時間もかかり、現実的ではない。そこで、マルチエージェントを用いて、店舗内人流シミュレーションを構築する。これを用いて、POP 広告の設置や商品配置・店舗内レイアウトの変更が買い物客の店内の動きや滞留時間に与える変化を分析し、買い物客の店内での滞留時間を長くするような商品配置のレイアウト設計を考える上での意思決定支援ツールとして利用することをねらいとする。

<先行研究の概要>

(1) 購買者

事前に買いたいものが決まってい目的があって来店する計画購買者と、これといって買いたいものが決まっておらず特に目的を持っていない非計画購買者に分類する。

(2) 購買パターン

①目的購買

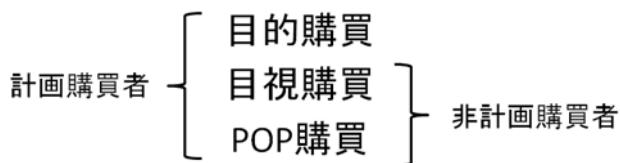
目的をもって来店する計画購買者の行動特性である。

②目視購買

計画にある商品に向かう途中、また店内を巡回している途中、商品自体が目に入り、計画にないのにも関わらず購買してしまう状態を表す。

③POP 購買

店内巡回中に POP に魅了され予定にない商品を購買してしまう状態。



(3) 評価方法

計画購買者エージェントと非計画購買者エージェントが店に入ってから出るまでの行動回数を評価値として用いる。この行動回数をステップ数とする。ステップ数は、多ければ多いほど各購買者の店内での滞留時間が長いことを意味する。店舗側からすると購買者の店内の滞留時間が長いことは、商品を多く買ってもらえる可能性が高くなることにつながるため、ステップ数は多いことが好ましい。レイアウト変更や POP 設置を行い、各購買者の滞留時間(ス

テップ数) の変化を評価する。

3. 1. 研究目的

先行研究にはいくつかの問題点がある。それらの問題点を改善し、より現実的なモデルを作成することを目的とする。

3. 2. 先行研究の問題点、改善法

①目視購買が商品の誘引値のみで買うか買わないかが決定している。そのため、すべての購買者が同じ確率で商品に引き付けられ、一律になっている。これでは、購買者の個体差が表されていない。

<改善法>

購買者に個体差を持たせるため、購買者に購入するのを抑制するという、誘引抑制値を持たせる。商品の誘引値>誘引抑制値のとき目視購買が行われる。

②購買者が店内を際限なく巡回する可能性がある。また現実社会では、長時間にわたる買い物はしんどくなり、商品を見てまわるのをやめ、必要なものだけを購入し、帰宅することがある。

<改善法>

購買者に体力を持たせる。体力がなくなったとき、計画購買者は目的購買のみを行い、終わると目視購買は行わず出口へ向かう。非計画購買者は目視購買を行わず、まっすぐ出口へ向かう。

③評価方法が購買者の滞留時間だけである。購買者は商品を購入せず、店内を巡回しているだけという可能性がある。それでは、滞留時間が増えても、売り手側に利潤的影響を及ぼさない。重要なのは購入点数である。

<改善法>

購買者の滞留時間に加え、商品を購入する回数も評価する。商品をたくさん購入されることが望ましいため、多ければ多いほど望ましい。これにより、購買者の滞留時間と購入回数の関係进行评估できる。

4. 1. シミュレーションモデルの構築

シミュレーションモデル構築にあたり、(株)構造計画研究所の

artisoc (マルチエージェントシミュレーション) を用いて、現実に近い2次元仮想空間を再現する。2次元では表せない商品棚の高さの違いや開放感、さらには色彩、照明などの店舗特性は考慮しないものとする。

4. 2. シミュレーションの時間の流れ

計画購買者の行動の流れ(図4-1)と、非計画購買者の行動の流れ(図4-2)、目視購買とPOP購買の流れ(図4-3)を以下に示す。

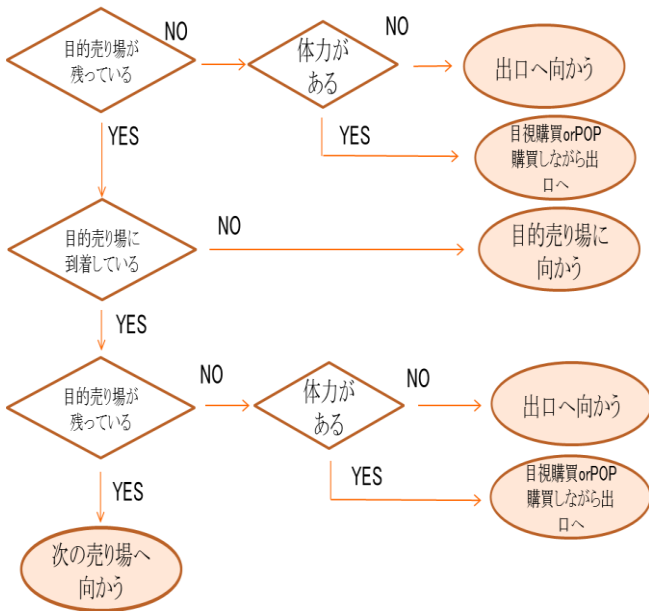


図4-1 計画購買者の行動の流れ

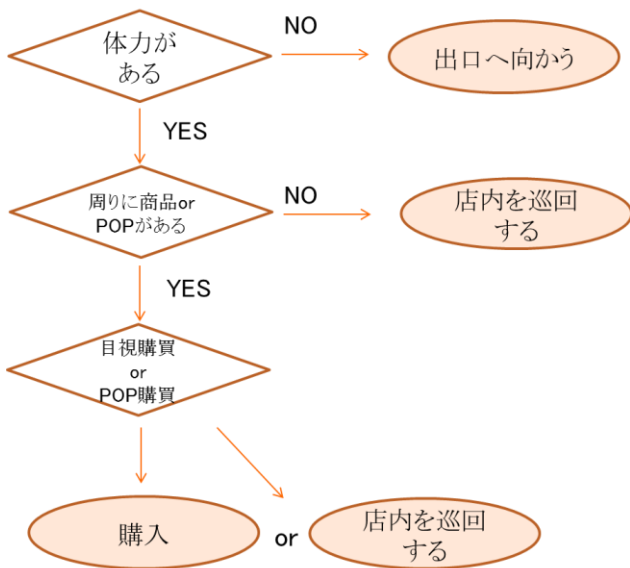


図4-2 非計画購買者の行動の流れ

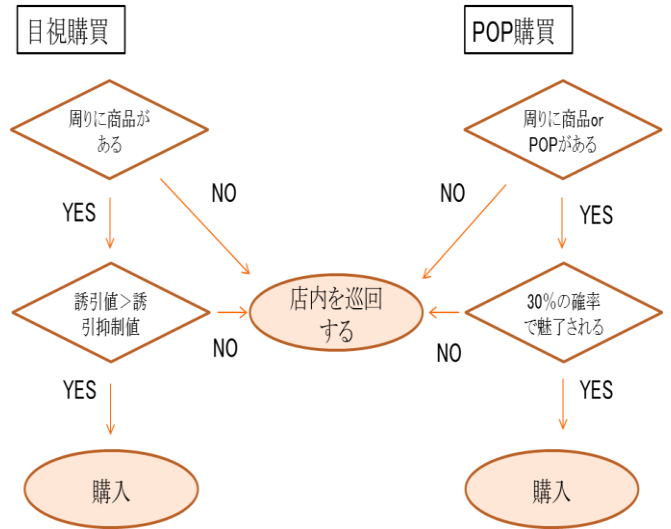


図4-3 目視購買とPOP購買の流れ

計画購買者の行動の流れ(図4-1)と、非計画購買者の行動の流れ(図4-2)の一連の流れを1ステップとする。この1ステップの処理は、それぞれの購買者が入店～出ていくまで繰り返し行われる。購買者が入店～出ていくまで何ステップかかったかが滞留時間(ステップ数)となる。目視購買とPOP購買の流れ(図4-3)の一連の流れは、それぞれの購買者の1ステップ中に行う。

4. 3. モデル概要

(1) 店内

一定の広さをもつ店内をコンピュータ上で表した2次元空間であり、正方形のセルの集合で表される(図4-4)。ここでPOPの配置やレイアウト変更を行い、計画購買者エージェントや非計画購買者エージェントの滞留時間及び購入回数などがどのように変わるのかを評価する。店内(図4-4)には計画購買者エージェント、非計画購買者エージェント、商品エージェント、入口、出口が配置される。なお、配置された計画購買者エージェントや非計画購買者エージェントは、入口で発生し、商品棚及び壁で区切られた通路を移動し、出口で消去される。

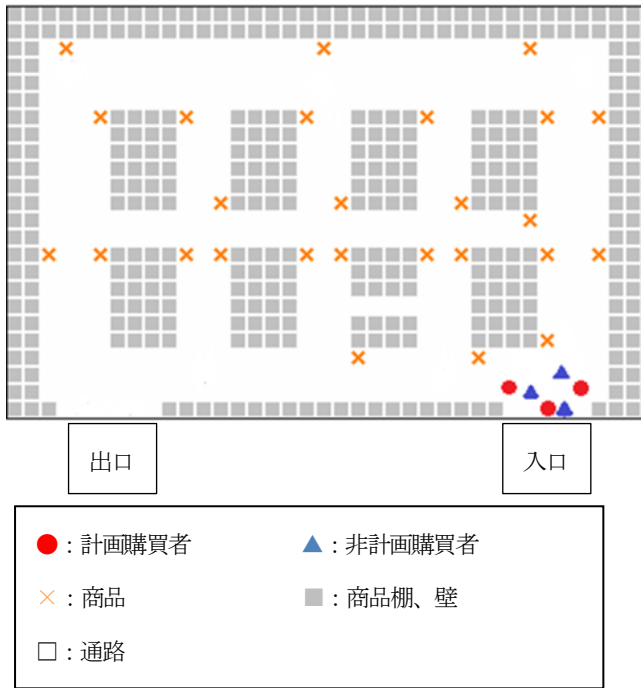


図4-4 店内

- ・店内の広さ：縦24×横37セル
- ・各購買者の1回の行動：1ステップ
- ・各購買者の初期配置数：3人（計6人）
- ・各購買者の発生確率：10%

(2) 商品 (26個)

1つの商品エージェントは、1種類の商品を表す。

・商品の種類：

野菜、果実、水物日配、パン、乳製品、菓子、惣菜、農海産物、鮮魚、調味料、肉、嗜好品飲料、練物日配、麺、冷凍食品、塩干、加工品、ケア用品、嗜好品食料、卵、アイス、キッチン、米、日用品、化粧品、ギフト

- ・商品の誘引値：表4-1
- ・商品配置：図4-5

	惣菜	農海産物	鮮魚	調味料	肉
購買確率(%)	50	50	50	50	50
	嗜好品飲料	練物日配	麺	冷凍食品	塩干
購買確率(%)	40	40	30	30	30
	加工品	ケア用品	嗜好品食料	卵	アイス
購買確率(%)	20	20	20	20	10
	キッチン	米	日用品	化粧品	ギフト
購買確率(%)	10	10	10	10	10

表4-1 商品の誘引値(26個)

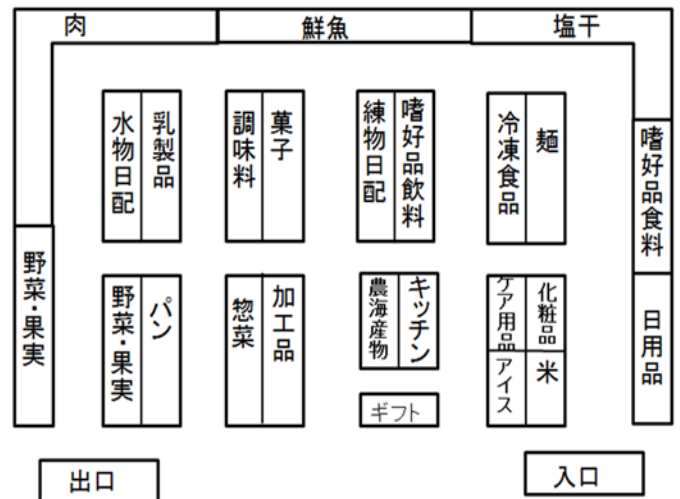


図4-5 商品配置

(3) 購買者

1つの購買者エージェントは1人の購買者を表す。それらの購買者は、計画購買者と非計画購買者に分類する。両者ともに店内の売り場を見ながら商品を購入する。また値段や広告表示などのPOPに購買意欲が刺激され、購入してしまったりする。計画購買者は計画している売り場を目指し、店内を巡回する。非計画購買者は4ステップに1度ランダムに方向を決め、店内を巡回する。非計画購買者は、店内巡回中に体力が残っているのにも関わらず、出口にた

	野菜・果実	水物日配	パン	乳製品	菓子
購買確率(%)	80	70	70	60	60

どり着いた場合、そのまま出ていく。

購買者の購買パターンとして、目的購買（計画購買者のみ）、目視購買、POP 購買を行う。

<購買者の状態>

★入店前

向かう売り場の数と、どの商品を購入するかを計画する行動計画状態。（計画購買者のみ）

★入店後

- ・店内を巡回する状態。（非計画購買者）
- ・商品を購入する状態。
- ・計画にある商品の売り場に向かう状態（計画購買者）
- ・到着して次の計画にある商品の売り場に向かう状態（計画購買者）
- ・出口に向かう状態

<購買パターン>

① 目的購買

計画購買者の購買行動である。目的購買を終えると、出口へ向かう。

② 目視購買

視野に商品が入り、商品の誘引値>購買者の誘引抑制値のとき目視購買が行われる。視野の中に入っている商品は、一度商品の誘引値と購買者の誘引抑制値の比較処理が行われると、次のステップでは行われない。そのため、商品の誘引値と購買者の誘引抑制値の比較処理が行われたあとは、その商品から離れる動きをする。計画購買者は、目的購買を終えてから目視購買を行う。

③ POP 購買

視野に POP が入ったとき、ランダムに 30%の確率で POP に魅了され購入する。POP とその商品の場所は同じとする。目視購買と同じように、一度ランダムに 30%の確率の処理が行われると、次のステップでは行わない。そのため、ランダムに 30%の確率の処理が行われたあとは、その商品から離れる動きをする。計画購買者は、目的購買を終えてから目視購買を行う。計画購買者は目的購買を終えてから POP 購買を行う。

<計画購買者パラメータ設定値>

- ・売り場訪問数：1～5 か所（ランダム）
- ・売り場決定確率：表 4-1
- ・誘引抑制値：0～100%（ランダム）
- ・体力：500 ステップ
- ・視野：自分を中心に 8 近傍（1 セル分）
- ・移動範囲：東西南北 4 方向（1 セル分）
- ・移動方向：目的売り場がある方向

<非計画購買者パラメータ設定値>

- ・誘引抑制値：0～100%（ランダム）
- ・体力：500 ステップ
- ・視野：自分を中心に 8 近傍（1 セル分）
- ・移動範囲：自分を中心に 8 近傍（1 セル分）
- ・移動方向：360 度（ランダム）
(4 ステップに 1 度方向を変える)

4. 4. 評価方法

基本配置、基本配置を元に商品配置を変えた場合（配置 1、配置 2）、POP を設置した場合（POP 1、POP 2）、レイアウトを変えた場合の 6 通りの実験を行い、滞留時間及び、購入回数の変化を評価する。

① 基本配置（先行研究）

図 4-5

② 配置 1

基本配置の購買確率の高い野菜・果実を日用品、化粧品、米の配置と入れ替え、入口付近に配置する。

③ 配置 2

基本配置の購買確率の高い野菜・果実を塩干、嗜好品食料と入れ替え入口奥に配置することで、店の奥の売り場に行きやすい人の流れになるかを調べる。

④ POP 1

基本配置の乳製品と菓子の 2 か所に POP を設置する。

⑤ POP 2

基本配置の肉とパンの 2 か所に POP を設置する。

⑥ レイアウト

中央の9つの商品棚を上下で合体させ、縦長の4つの商品棚にする。(図4-6)

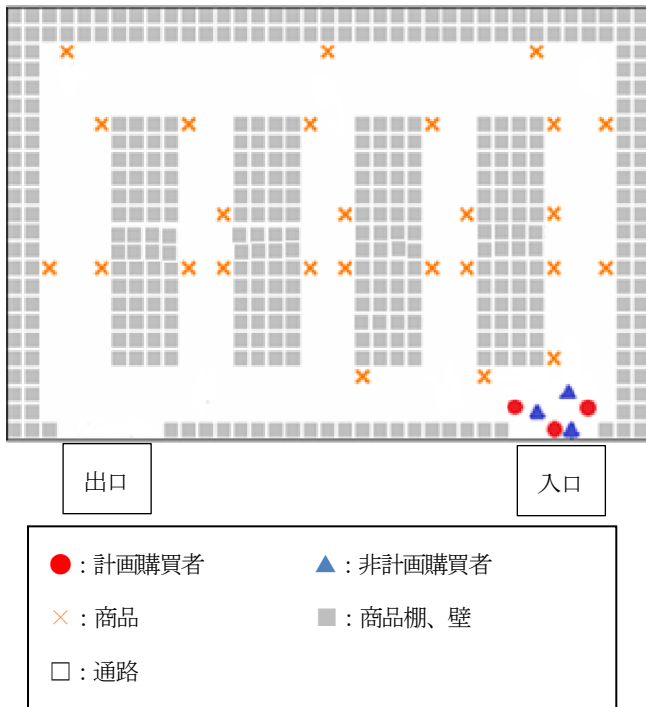


図4-6 レイアウト

4. 5. シミュレーション手順

初めに店内に各購買者エージェントを3人ずつ(計6人)発生させておき、1ステップごとに10%の確率で各購買者エージェントを発生させる。各購買者エージェントを各々100人(計200人)に達するまで発生させ、すべての購買者エージェントが削除されるまでを1シミュレーションとする。この間の各購買者エージェントの滞留時間(ステップ数)及び購入回数を求め、シミュレーション終了時にそれらの総和を求める。本研究では、1シミュレーションを現実社会の1日(開店から閉店まで)と考え、1か月分のシミュレーションを行う。1か月分、つまりシミュレーションを30回繰り返し、6つのレイアウトパターンを実験する。そして、30回分の各購買者の平均滞留時間(ステップ数)及び平均購入回数を求め、結果を考察する。

5. シミュレーション結果

6つのレイアウトパターンのシミュレーション結果を示す(表2、

表3、図8、図9、図10、図11)。

	基本	配置1	配置2	POP1	POP2	レイアウト
買った回数	545	550	553	543	554	548
目視購買数	249	257	257	245	259	250
滞留時間(ステップ数)	4895	5247	5190	5137	5075	5267

表5-1 計画購買者

	基本	配置1	配置2	POP1	POP2	レイアウト
買った回数	912	1129	987	901	944	837
滞留時間(ステップ数)	42477	42701	42495	42285	42719	43620

表5-2 非計画購買者

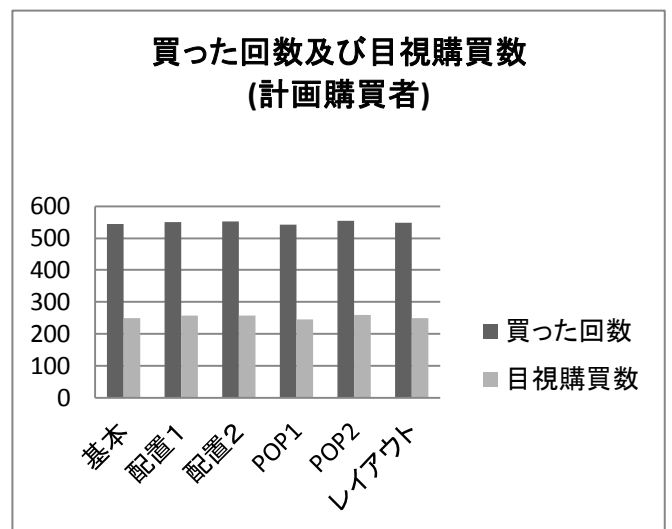


図5-1 計画購買者の買った回数及び目視購買数

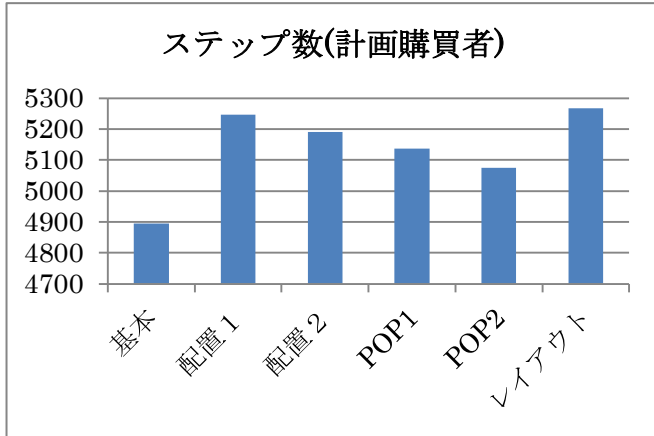


図5-2 計画購買者のステップ数

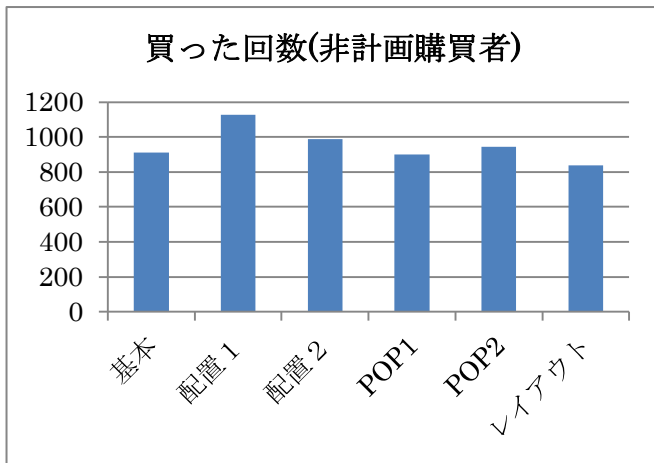


図5-3 非計画購買者の買った回数

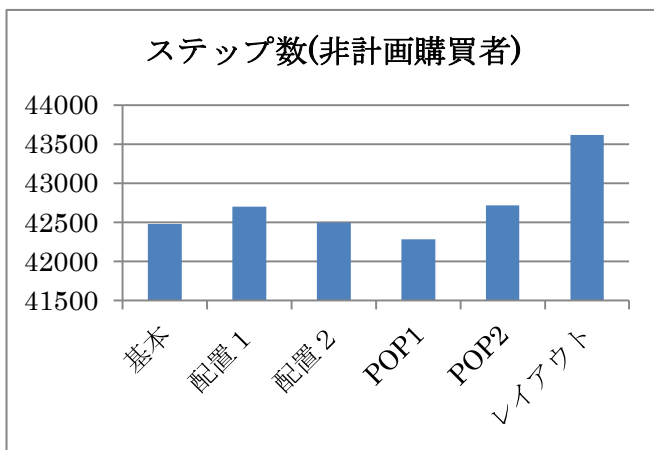


図5-4 非計画購買者のステップ数

計画購買者は買った回数及び目視購買数(図5-1)において大きな変動見られず、買った回数と目視購買数の差も似たり寄ったり

の結果となった。しかし、ステップ数(図5-2)においては、レイアウト、配置1で多くなり、基本配置では大幅に少なくなった。

非計画購買者は購入数(図5-3)において、配置1で最も多くなったが大きな差は見られない。ステップ数(図5-4)においては、レイアウトが大幅におおくなっており、他の配置ではあまり差は見られない結果になった。

6. 考察

計画購買者においては、レイアウト変更やPOP配置によって、購入点数に大きな変化は見られなかったが、ステップ数に変化が見られた。最もステップ数が多かったレイアウトについては、東西を貫く4つの通路がなくなったため、目的売り場に向かうまでの近道ができなくなり、長く店内を巡回する様子が見られた。最もステップ数が少なかった基本配置については、購買確率の高い野菜・果実が出口の前にあるため、目的購買を終えてすぐに出て行ってしまう購買者が多数いたためである。

非計画購買者においては、買った回数はレイアウト変更やPOP配置によってそれほど大きな変化は見られなかったが、配置1で最も多くなっている。これは、購買確率の高い野菜・果実を入口付近に配置することによって、入店後すぐに野菜・果実が目に入り、多くの非計画購買者がそれを購入しているからである。一方、ステップ数については、レイアウトが最も多くなり、その他のシミュレーションパターンでは、大きな変動は見られなかった。これは、計画購買者と同じで、東西を貫く4つの通路がなくなったため、店内を巡回するにおいても、出口に向かうにおいても、近道ができなくなったためである。

計画購買者と非計画購買者、両者に共通することとして、レイアウト変更や、POP配置によって、買った回数及び、ステップ数が変化することがわかった。このことから、店内レイアウトの設計や、POP配置を行うことは、購買者の購買意欲を駆り立て、売り手側に利潤的影響をあたえることのできる1つの施策であるといえる。

また、冒頭で紹介した、先行研究では前提として、購買者は店にいる時間が長くなるほどたくさん買うため、購買者の動きを誘導し滞留時間を高めることを考慮した店内レイアウトを考えることが重要である、と述べている。しかし、本研究では滞留時間が長い＝

購入数が多いという結果にはならなかった。シミュレーションの種類レイアウトのような、購買者の通る道を少なくしてしまえば、近道ができなくなり、行きたいところへ行くのに回り道をしなければならなくなるので、滞留時間が多くなるのは当然のことだといえる。

以上のことから、滞留時間を長くすれば購入数もなるという訳ではないのである。そして本研究では、先行研究の前提とは違った結果が得ることができた。

7. 成果

本研究は、スーパーマーケットなどの小売店において、レイアウト設計やPOP 広告の配置のシミュレーション実験を行うことで、意思決定支援を行うことができる。スーパーマーケットなどの小売店は、シミュレーションによって得られた結果を活用することによって、より精度の高い店内レイアウト設計を行うことができる。より良い店内レイアウト設計を行えば、売り手側には購買者の購買意欲を刺激し利潤的影響をもたらす。また、私たち購買者側も、商品が見やすく、行動しやすい店舗では、快適な買い物をする事ができる。

8. 今後の課題

本研究で作成したモデルでは、モデル化するプログラムの難しさと時間の都合上、いくつか現実的にすることができたかった箇所がある。

まず1つ目に、購買者同士の回避行動である。現実社会では、自身が進んでいる方向に人がいると、進む方向を変え、他者を避ける動きをとる。しかし、本研究ではその回避行動をモデル化することができず、対抗者がいたときに、そのまま進む方向を変えず、人と人が重なってしまう状態になってしまった。

2つ目に、計画購買者の目的購買の動きである。目的地に向かう途中、壁や商品棚に対面したとき、回り道をするのが当然なのだが、

本研究では、壁や商品棚を飛び越えるようになっている。レイアウト変更やPOP 配置での購買者の動きを見ることが、本研究の重視することだったため、壁や商品棚を飛び越えることを許したのだが、やはりこれは現実的ではない。

3つめに、他者から受ける影響についてである。現実社会では、他者の動きに影響されて自身の行動を変えるということがある。たとえば、人がたくさん集まっているところが気になって、その場所に行ってみるであったり、この商品はたくさん売れているから買ってみよう、この商品はあまり売れてないからやめておこうであったり、他者から影響されることは多々ある。しかし本研究では、購買者個人の判断だけで、そこまでモデルに組み込むことができなかった。

不十分な点は挙げていけばたくさんあるのだが、以上の3点を踏まえて、現実社会との比較・検証を行い、さらに現実的なモデルを作成すること今後の課題とする。

参考文献

- [1] 山影進：人工社会構築指南-artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門, 図書新聞(2007)
- [2] 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, 2005(2005)
- [3] 大村あつし：かんたんプログラミング Excel2010VBA 基礎編, 技術評論社(2011)
- [4] 大村あつし：かんたんプログラミング Excel2002VBA 応用編, 技術評論社 (2002)
- [5] 立山秀利：ExcelVBA のプログラミングのツボとコツがゼッタイにわかる本, 秀和システム(2007)
- [6] 業界動向 SEARCH.COM : スーパー業界 , <http://gyokai-search.com/3-su-pa.htm>