

広告掲載商品の最適選定問題

2007MI016 崔康幸 2009SE092 岩瀬爽 2009SE228 岡村彩音

指導教員：鈴木敦夫

1 はじめに

1.1 背景

現在、数多くの流通業者は顧客獲得や売上を増加させる一つの手段として折込広告を使用している。表1より折込広告の広告費は年間5,061億円であり、テレビ、インターネット、新聞に次ぐ第4の媒体であることが分かる[1]。そして、折込広告は閲覧性や地域性が高いため日常生活における情報伝達の手段としての価値も意義も大きい。また、比較的低予算で作成することもできる。このような利点により、折込広告は流通業者と顧客の間での情報伝達に大きく貢献している。

今回委託研究を受けたホームセンターにおいても、折込広告を商品の主な宣伝手段として使用しており、その広告費用は莫大である。そのため、最大限の波及効果をもたらす広告掲載商品を選定したい。

そこで、本研究ではあるホームセンターの折込広告に掲載する商品の最適選定問題について考える。単品で購入される商品や、広告に掲載される商品と関連して購入される商品に着目し、波及効果が最大となる広告の掲載商品の最適化を行うことでホームセンター全体の利益向上を目指していく。

表1 媒体別広告費

媒体	構成比(%)	広告費(円/年)
テレビ	30.2	1兆7,237億
インターネット	14.1	8,062億
新聞	10.5	5,990億
折込広告	8.9	5,061億
...
総額		5兆7,096億円

出典：2011年日本の広告費(電通調査)

1.2 ホームセンターにおける折込広告作成の現状

ホームセンターで扱っている商品は約10万種類以上ある。現在、この数多くの商品の中から広告の制作部署の人が勘と経験に基づいて広告掲載商品を選定し、折込広告を作成している。そのため、大きな波及効果が得られる商品の見逃しや波及効果のない商品掲載をしていた可能性がある。

1.3 過去の研究

この現状を改善し、折込広告の作成方法の見直しにより利益の増加を目的に我々の研究グループは過去にプロジェクトを行った。また、過去のプロジェクトでも注目している関連購買については、バスケット分析についての解説論文がある。これらの研究内容を以下に示す。

(i) 我々の研究グループのプロジェクト

プロジェクトはホームセンターからの委託を受けて行われ、研究目的は販売数の増加と売上金額の増加に分けられる。

販売数の増加を目的とした研究では、過去の折込広告掲載商品が購入されたときのレシートデータを用いて分析を行い、最適広告掲載商品の選定をしていた[3]。ここでは、関連購買という概念を中心に研究が進められている。

売上金額の増加を目的とした研究では、過去のレシートデータをもとに購入履歴のある全商品を対象に販売傾向の分析を行い、広告掲載商品の最適選定を行うという研究であった[4]。この研究は売上金額増加を目的とし、前述の研究を発展させたものであった。

(ii) 解説論文

論文より、全ての経営者は顧客の購買行動を把握したいという現状があり、それはバスケット分析により実現できることが分かった[2]。バスケット分析とは、頻繁に共に購入される商品を見つける手法であり、マーケティング戦略を支援できる[5]。例えば、一緒に購入されやすい商品同士を近くに配置することによって、販売促進にも繋げることもできる。

1.4 アプローチ

解説論文では、バスケット分析を用いて関連購買商品の把握を行い、それを事例に適用したものがいくつかあったが、広告掲載商品の選定を行った研究例は少ない[2]。しかし、我々の研究グループのプロジェクトでは、大まかな商品分類同士の関連購買商品の組み合わせを把握し、広告掲載商品の最適選定を行う研究を進めていた。そして、本研究ではプロジェクトを改善し、より多くの評価指標を用いた商品選定を行うことができるようなアプローチを考えていく。

本研究の目的は、広告波及効果が最大となる広告掲載商品の最適選定を行うことである。波及効果の向上を正確に分析するためには、購買履歴の分析範囲を限定せず、細かい情報にまで目を向け、より具体的な購買状況を把握しなければならない。そのために、プロジェクトでは考慮されていない単品購入や細かな分類同士の関連購買にも注目する必要がある。

ここで、広告波及効果をどのような点から測るのかということが課題となる。この課題を解決するために、アソシエーション分析を用いて関連購買の分析を行った上で、主成分分析による広告波及効果を測る指標の確定および分析ツールを用いた広告掲載商品支援システムの実現をする。そして、最終的にはホームセンター全体の利益の向上に繋げることを目指す。

2 データについて

2.1 ホームセンターにおける折込広告

ホームセンターでは毎週木曜日に折込広告を発行している。通常、500~800商品が掲載されており、広告掲載された商品を「広告商品」と呼ぶ。また、木曜日から月曜

日までを特売期間とし、広告商品を売り出している。一方、火曜日・水曜日を特売期間外とし、この期間では通常価格で商品を販売している。特売期間については、ほぼ毎週実施されており、週ごとに広告が作成されている。そして、半年に二度、通常より大きな広告を発行し、その際の売上、広告効果は最も大きいと考えられる。

広告に掲載する商品は、商品の種類ごとに決定されている。ホームセンターの商品は、大きく6つの商品群に分けることができ、この商品群を「ライン」という。さらに、このラインを細かく分けた分類を「部門」という。商品は表2の統合前のように27部門に分類されており、折込広告では、部門ごとに広告掲載する商品数が決められている。

本研究では、ラインを表2のように統合し、統合後のラインごとに分析を行った。

表2 統合前のラインと統合後のライン

統合前	統合後
ライン名	ライン名
園芸用品	園芸用品
資材用品	
レジャー用品	レジャー用品
日用品	日用品
電気用品	電気用品
インテリア用品	

2.2 レシートデータについて

レシートには、店舗名・購入日時・JANコード・購入商品名・購入商品金額などが記録されており、これらの情報をレシートデータという。また、レシートごとにレシート番号が振られており、各レシートの購買データの把握が可能となっている。本研究では、レシート一枚を購入者一人として考えた。

2.3 研究対象のレシートデータについて

本研究では全店舗のレシートデータを使用した。研究を進めるにあたり、主に特売期間と特売期間外のレシートデータの比較を行った。レシートデータの対象期間は2012年7月であり、特売期間外のデータは同月の火曜日・水曜日の計8日間のものを使用した。

ここで、特売期間のデータが土曜日・日曜日を含んでいるのに対し、特売期間外データは平日のみのレシートデータであるため、これらを比較するのは好ましくないのではないかと考えた。そして、ホームセンターでは一年に四週のみ、広告を発行していない週がある。そこで、広告を発行していない8月のある一週における木曜日から月曜日の5日間のレシートデータと2012年7月の火曜日・水曜日の計8日間のレシートデータから1日あたりの購買者数・売上数・総売上金額を求め、それらを比較した。その結果、これら2期間の数値には、あまり相違がないことが分かった。よって、より近い期間で比較した方が正確に効果を測ることができると考え、2012年7月の火曜日・水曜日の計8日間を比較対象のレシートデータとして選んだ。

2.4 商品番号について

商品にはJANコードが与えられている。本研究では見やすさのため、広告商品のJANコードを昇順に並び変え、それらに1から順に番号を与えた。このように広告商品のJANコードを簡易的にし、分析を進めた。また、章ごとに扱った広告商品が異なるが、章ごとに新たに番号を振っているため、同じ番号でも同一商品を指さない。

3 関連購買の分析

3.1 前提売上金額および関連購買金額の定義

「商品Aを購入したとき、商品Bと商品Cを購入する」といった場合、先にくる商品Aを「前提」と呼び、この売上金額を「前提売上金額」という。また、前提商品Aと共に購入された商品Bや商品Cを「関連購買商品」と呼び、これらの売上金額の合計を商品Aの「関連購買金額」と定義する。図1には、商品同士の関係を示す。

本研究では、広告商品を前提商品として考える。また、各広告商品の関連購買商品からは同じ期間に広告商品となっている商品を除いた。このように広告商品同士の商品組み合わせを除くことによって、ある広告商品が購買された際にどれだけの売上金額が付随するのかについて、より正確に知ることができると考えた。

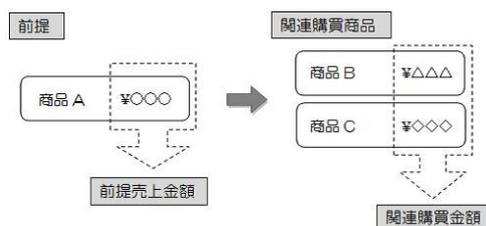


図1 前提と関連購買商品

3.2 アソシエーション分析

関連購買金額は、レシートデータから商品の関連購買商品を把握することで算出できる。そこで、商品ごとの関連購買商品を把握するための一つの手段として、アソシエーション分析を用いた。このアソシエーション分析により、レシートデータから各商品の関連購買商品を全て列挙することができる。

3.3 単品購入について

ある広告商品のみを1個以上購入することを「単品購入」、その金額を「単品売上金額」と定義する。単品購入された時のレシートは関連購買商品がないため、それらのレシートを除外してアソシエーション分析を行った。

3.4 関連購買商品のダブルカウントについて

1枚のレシートに複数個の広告商品が含まれていた場合、関連購買商品はダブルカウントされていることとなる。2012年7月広告実績より、1枚のレシートに含まれる広告商品数は平均1.7商品であった。よって、商品のダブルカウントに大きな影響はないと考えた。

4 広告波及効果

4.1 広告波及効果の測定方法

商品を広告に掲載したことで、広告商品の売上が伸びるだけでなく、他の商品にも影響を与える効果のことを「広告波及効果」という。この広告波及効果の傾向を把握する手段として、主成分分析を用いた。主成分分析は、各商品を次の3つの傾向に分類することを目的に行った。

1. 広告商品の売上金額のみが伸びる傾向
2. 関連購買金額が伸びる傾向
3. 広告商品が単品で購入される割合が高くなる傾向

4.2 主成分分析に用いたレシートデータについて

使用した特売期間のレシートデータは、2012年7月第二週のものであり、この特売期間の広告商品の商品傾向について調べた。前節で述べた3つの傾向を知るために、商品ごとに「売上金額」・「関連購買金額」・「単品個数割合」という指標を計算し、主成分分析を行った。それぞれの指標は、各商品の特売期間と特売期間外の1日あたりの実績の差を計算したものである。

4.3 記号の定義

以下のように特売期間の数値を示す記号を定める。これらの集合と定数に*を付けたものは特売期間外の数値を示す。

添え字集合

L : 部門の集合 $L = \{1, 2, 3, \dots, 27\}$ ($l \in L$)

I_l : 部門 l の前提商品の集合 ($i \in I_l$)

J_{li} : 部門 l 商品 i と関連購買された商品 j の集合 ($l \in L, i \in I_l, j \in J$)

定数

S_{li} : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の単品売上個数 (個/日)

N_{li} : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の前提商品売上個数 (個/日)

T_{li} : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の単品売上金額 (円/日)

P_{li} : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の前提売上金額 (円/日)

R_{lij} : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I$ と関連購買された商品 $j \in J_{li}$ の売上金額 (円/日)

4.4 主成分分析で用いる指標

各商品の広告波及効果の傾向を把握するための指標は以下の3つである。

- 売上金額 (前提売上金額+単品売上金額) の差

$$(P_{li} + T_{li}) - (P_{li}^* + T_{li}^*) = \alpha_{li} \quad (l \in L, i \in I_l) \quad (1)$$

- 関連購買金額の差

$$\sum_{j \in J_{li}} R_{lij} - \sum_{j \in J_{li}^*} R_{lij}^* = \beta_{li} \quad (l \in L, i \in I_l) \quad (2)$$

- 広告商品が単品で購入された個数割合の差

$$\frac{S_{li}}{N_{li} + S_{li}} - \frac{S_{li}^*}{N_{li}^* + S_{li}^*} = \gamma_{li} \quad (l \in L, i \in I_l) \quad (3)$$

4.5 商品傾向の把握方法

主成分分析を行ったところ、どのレシートデータにおいても第1主成分が総合評価となりやすい結果を得た。そこで、図2に示すような手順により商品の効果の大きさを決定し、その中で各商品の傾向を調べた。効果の段階分けは、まず全体のデータを主成分分析し、総合評価が出た場合のみ行う。総合評価となった場合、主成分得点の正負を基準にして効果大の商品群と残りの商品群に分類する。次に、効果大の商品群を主成分分析し、商品傾向をみる。ここでは、絶対値が0.1以上の相関係数に注目し、商品に効果付けを行った。相関係数の絶対値が0.1未満のものについては、大きな影響はないと考え、考慮しないこととした。残りの商品群についても再度主成分分析し、図2の手順に沿って同様に商品の効果を決定した。

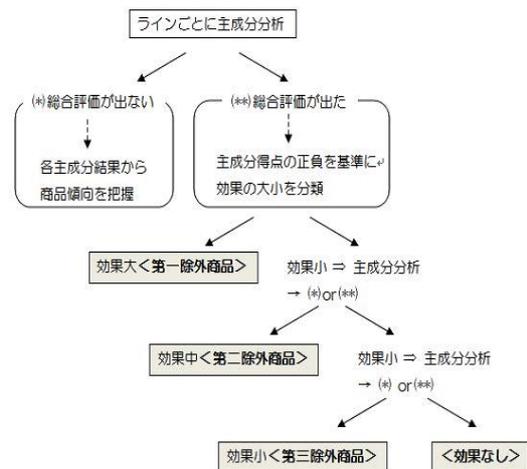


図2 主成分分析による商品の分類方法

ここでは、特に商品傾向が表れやすいHK商品についての分析結果を図3に示す。

Importance of components:			
	Comp.1	Comp.2	Comp.3
Standard deviation	1.3171247	0.9783611	0.5549703
Proportion of Variance	0.5782725	0.3190635	0.1026640
Cumulative Proportion	0.5782725	0.8973360	1.0000000
Loadings:			
	Comp.1	Comp.2	Comp.3
売上金額.差.	-0.886	-0.179	0.705
関連購買金額.差.	-0.889	-0.154	-0.709
単品割合.差.	-0.235	0.972	0.018

図3 主成分分析結果 (全体)

図3より、第1主成分が負の総合評価となっている。よって、第1主成分が負になるほど各商品効果が大きいと判断でき、図2の手順より、第1主成分の主成分得点が負である商品を「第一除外商品 (効果大)」と決めることができる。この第一除外商品 (効果大) の商品群について主成分分析した結果が図4である。

Importance of components:			
	Comp.1	Comp.2	Comp.3
Standard deviation	1.271552	0.9819341	0.6472723
Proportion of Variance	0.538948	0.3213982	0.1396538
Cumulative Proportion	0.538948	0.8603462	1.0000000
Loadings:			
	Comp.1	Comp.2	Comp.3
売上金額.差.	0.892	0.122	0.712
関連購買金額.差.	0.680	0.222	-0.699
単品割合.差.	-0.243	0.967	0.071

図4 主成分結果 (効果大)

効果付けをする際は、寄与率が高い主成分同士を優先して次のように効果付けをする。図5、図6はそれぞれ

効果大の商品群の第1主成分と第2主成分、第1主成分と第3主成分の主成分得点をプロットした図である。図4において、第1主成分と第2主成分の絶対値が0.1以上の相関係数に注目すると、売上金額における相関係数は共に正の値となっている。よって、図5で第1象限にプロットされた商品は売上金額が伸びる傾向にある商品であることが分かる。同様に、関連購買金額や単品割合について考えると、第1象限は関連購買金額が伸びる傾向にある商品でもあり、第2象限は単品割合が伸びる商品であることが分かる。

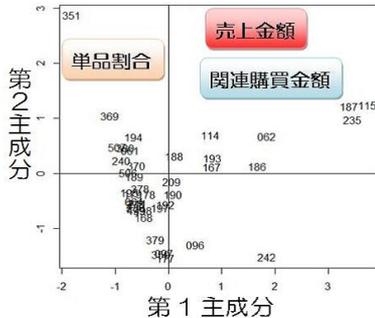


図5 第1主成分&第2主成分による商品分類

次に、図4において、第1主成分と第3主成分の絶対値が0.1以上の相関係数に注目すると、ここでも売上金額における相関係数は共に正の値となっている。よって、図6で第1象限に位置する商品も売上金額が伸びる傾向にある商品であるといえる。同様に、関連購買金額や単品割合についても、第4象限は関連購買金額、第2象限および第3象限は単品割合が伸びる傾向にある商品であるといえる。ここで、図5で商品傾向を分類した商品については図5での分類を優先する。最後に、第2主成分と第3主成分のプロット図をもとに商品傾向を決定しようとしたが、これらの商品群は図5と図6ですでに分類された商品であったため、このプロットにおける商品傾向の分類は省略する。

このようにして、はじめに効果大と分類されなかった商品についても同様の手順で効果付けをし、最大3段階の効果の大きさ別に商品の傾向を決定することができる。

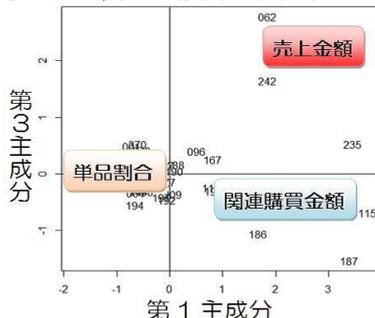


図6 第1主成分&第3主成分による商品分類

4.6 主成分分析による商品分類の評価と考察

前節では、主成分分析により各商品について、効果の大きさの段階別に広告波及効果の傾向を調べた。効果大の商品群において、売上金額・関連購買金額に商品傾向があるとされた商品は全体の上位20%に入る商品が分類されていた。また、単品割合に商品傾向があるとされた商

品についても全体の上位20%に入る商品が分類されていた。以上より、主成分分析による商品傾向の分類は、効果の大きさごとに分類をしているため、全体の商品の中での傾向を決定することはできないが、効果の大きさごとの商品群の中における各商品の広告波及効果の傾向を掴むことができた。詳細なデータに着目すると、売上金額・関連金額が伸びる傾向のあった商品は売価と特売売価に変化がある商品がほとんどであった。しかし、どの商品も特売期間の方が特売期間外より売上金額および関連購買金額が高い。このことから、値引きによる広告波及効果が高いことがいえるだろう。また、単品割合が高い傾向の商品は、比較的売価が高い商品が分類されやすい傾向があった。

5 最適商品選定

5.1 定式化の概要

前章で商品ごとに傾向を決定した結果、売上金額（前提売上金額+単品売上金額）および関連購買金額が共に伸びる傾向がある商品が多かった。そのため、本章では、売上金額と関連購買金額を足した値を合計売上金額とし、この値の特売期間内外での差が広告による効果の大きさであると考えた。よって、合計売上金額を最大とする目的関数により、広告波及効果のある商品の選定を行った。

ここでは、以下の3つの条件について考慮した。まず、粗利についての制約である。目的関数である広告効果が大きいことに加え、粗利実績も同時に高くなる必要がある。次に、単品割合についても考慮する。ある商品が広告掲載された時、その商品のみ購入されてしまうより、できるだけ多くの商品と一緒に購入してもらうことが望ましい。よって、単品個数の割合はできる限り抑えるようにした。また、商品掲載数についての制約も入れた。

5.2 商品選定に用いるデータ

最適商品を選定するにあたり、2012年7月全週の1日あたりの売上、粗利、単品割合の実績値を用いた。異なる週で同じ商品が広告掲載された場合のデータについては次のように扱った。

1. 特売価格が異なる場合：異なる商品として考える。
2. 特売価格が同じ場合：同一の商品として考える。

前者の場合は値引き率の高い方のデータを使用し、後者の場合は平均値を使用した。本章の最適化に用いたデータは2012年7月全週の広告商品2005商品から1に該当する商品を除いた1897商品である。これらの商品から最適広告商品の選定を行う。商品番号については、部門ごと、JANコード昇順に1から番号を順に振った。

5.3 記号の定義

前節で定義した記号に加え、定式化で用いる変数と新たな定数を記号で定める。

変数

$$x_{li} = \begin{cases} 1 & (\text{部門 } l \in L, \text{ 商品番号 } i \in I_l \text{ を掲載する}) \\ 0 & (\text{部門 } l \in L, \text{ 商品番号 } i \in I_l \text{ を掲載しない}) \end{cases} \quad (4)$$

定数

n_l : 部門 $l \in L$ の広告掲載商品数 (個)

p_{li} : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の特売価格 (円)

p_{li}^* : 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の通常価格 (円)

5.4 商品選定のための指標

広告掲載商品の波及効果を示すにあたり, 次の指標を求める.

U_{li} : 特売期間中, 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の合計売上金額 (円/日)

M_{li} : 特売期間中, 部門 $l \in L$, 商品番号 $i \in I_l$ の粗利の合計 (円/日)

これらの指標は, それぞれ以下のように計算する.

$$U_{li} = P_{li} + T_{li} + \sum_{j \in J_{li}} R_{lij} \quad (l \in L, i \in I_l) \quad (5)$$

粗利については, 特売価格と通常価格が異なる場合, 前提売上金額と単品売上金額の合計の 1 割と関連購買金額の 3 割の和となると仮定する. 特売価格と通常価格が同じ場合は, 前提売上金額と単品売上金額と関連購買金額の合計の 3 割を粗利とする.

$$M_{li} = \begin{cases} 0.3(P_{li} + T_{li} + \sum_{j \in J_{li}} R_{lij}) \\ \quad (p_{li} = p_{li}^*) \quad (l \in L, i \in I_l) \\ 0.1(P_{li} + T_{li}) + 0.3 \sum_{j \in J_{li}} R_{lij} \\ \quad (p_{li} \neq p_{li}^*) \quad (l \in L, i \in I_l) \end{cases} \quad (6)$$

また, 特売期間外の値は * を付けた記号で表し, 特売期間外の値で同様に計算をする. 特売期間外の粗利については, 前提売上金額と単品売上金額と関連購買金額の和の 3 割とする.

$$U_{li}^* = P_{li}^* + T_{li}^* + \sum_{j \in J_{li}^*} R_{lij}^* \quad (l \in L, i \in I_l) \quad (7)$$

$$M_{li}^* = 0.3(P_{li}^* + T_{li}^* + \sum_{j \in J_{li}^*} R_{lij}^*) \quad (l \in L, i \in I_l) \quad (8)$$

5.5 定式化

目的関数は合計売上金額の特売期間内外の差の最大化, つまり, 広告波及効果を最大にするような目的関数となっている.

$$\max. \sum_{l \in L} \sum_{i \in I_l} (U_{li} - U_{li}^*) x_{li}$$

また, 制約条件は以下ようになる.

● 粗利に関する制約

$$\sum_{l \in L} \sum_{i \in I_l} M_{li} x_{li} \geq \frac{\sum_{l \in L} \sum_{i \in I_l} M_{li}^*}{\sum_{l \in L} n_l} \sum_{l \in L} \sum_{i \in I_l} x_{li} \cdot a \quad (a : \text{整数}) \quad (9)$$

● 単品割合に関する制約

$$\frac{\sum_{l \in L} \sum_{i \in I_l} S_{li} x_{li}}{\sum_{l \in L} \sum_{i \in I_l} (N_{li} + S_{li}) x_{li}} \leq \mu \quad (\mu : \text{実数}) \quad (10)$$

● 掲載回数に関する制約

$$\sum_{l=1}^{10} \sum_{i \in I_l} x_{li} = \sum_{l=1}^{10} n_{li} \quad (11)$$

$$\sum_{l=11}^{14} \sum_{i \in I_l} x_{li} = \sum_{l=11}^{14} n_{li} \quad (12)$$

$$\sum_{l=15}^{20} \sum_{i \in I_l} x_{li} = \sum_{l=15}^{20} n_{li} \quad (13)$$

$$\sum_{l=21}^{27} \sum_{i \in I_l} x_{li} = \sum_{l=21}^{27} n_{li} \quad (14)$$

式 (9) は粗利についての制約であり, 広告掲載した商品の特売期間中の粗利実績が, 特売期間外の粗利実績の平均の整数倍になるように定めた式となっている. また, 式 (10) は, 広告掲載した商品全体の単品割合を制約する式である. さらに, 式 (11)~式 (14) は表 2 に示した統合後のラインごとに広告掲載個数を決めたものである.

5.6 システムの実現について

最適商品の選定を行うにあたって, アソシエーション分析および目的関数の解を求めるシステムを作成した. システム作成には, VBA および LINDO SYSTEMS INC. 社の LINGO 11.0 を使用した. システムを自動化し, 誰でも簡単に最適商品の選定ができるようにした.

6 システムを用いた最適選定

6.1 選定方法について

式 (11)~式 (14) の右辺には, 表 3 で示した統合後のラインごとに 2012 年 7 月各週の掲載個数の平均値を用いて, 合計で 644 商品の選定を行った.

表 3 各週の広告掲載商品数

2012 年 7 月	第一週	第二週	第三週	第四週	平均
園芸用品	261	136	122	161	170
レジャー用品	131	139	169	149	147
日用品	195	144	195	179	178
電気用品	159	103	138	194	149
合計	746	522	624	683	644

次に, 式 (9) の右辺には, 式 (15) を計算した値を使用した.

$$\begin{aligned} (\text{右辺}) &= (\text{特売期間外の 1 商品あたりの粗利} \\ &\quad \text{の平均値 [円/日]}) \times 644 \cdot a \\ &\quad (a : \text{整数}) \end{aligned} \quad (15)$$

実行をする上で, まず制約式 (9) の整数 a がどの値で実行可能かを探す. ここで, a を最大にした時の μ の値を μ の初期値とする. そして, a の最大値で制約式をモデルが満たす時, μ の下限を調べる.

6.2 結果

2012 年 7 月のレシートデータを用いてこのモデルを解く場合, 式 (9) において, モデルが解を持つ a の最大値は, $a = 7$ であった. この時, 単品割合は 10.81% であ

り、 $\mu = 0.11$ を満たしている。よって、式 (9) で $a = 7$ の時、 μ が取り得る範囲を調べた。その結果、 μ の下限は $\mu = 0.086$ であった。 μ の値を初期値から 0.1% ずつ変化させた時の目的関数値、広告掲載商品の合計売上金額、粗利をそれぞれ表 4 に示す。

表 4 実行結果とその値 ($a = 7$)

μ	制約なし	0.100	...	0.087	0.086
目的関数	610.28	608.64	...	596.01	593.51
広告掲載商品の合計売上金額	651.45	649.01	...	631.92	628.96
粗利	161.83	161.20	...	157.51	156.76

(単位：百万円)

6.3 評価

実行結果を評価するにあたって、2012年7月各週の実績の平均値を用いる。この値と表4の値を比較したところ、表4では、目的関数値、売上金額合計、粗利合計がどれも7月の平均実績の2倍以上となっており、単品割合は減っていることが分かった。このことより、最適化のモデルで解いた商品組合せによる広告作成は高い効果が見込めると考えられる。

6.4 考察

4章では、広告商品の傾向について、広告商品自体の売上金額、関連購買金額、単品個数割合という3つの観点から考えた。ここで調べた事を元に5章でモデル化をし、実際のデータでモデルを解いたが、予想に反した結果が得られた。本来は、単品購入が増えるとあまり利益が得られないと考えられていた。よって、全体の単品購入が減り、関連購買金額が高くなるような商品で広告を作成することが望ましいと予想されていた。しかし、今回の結果より、全体の単品割合を減らしていくと、それと同時に目的関数値、売上金額合計値、粗利の値はどれも小さくなっていった。このことから、広告効果による利益の向上は、必ずしも広告商品の売上金額や関連購買金額のみで実現するのではなく、単品購入からも利益を実際には得ていることが分かった。

表5には、式(10)を

$$\frac{\sum_{i \in L} \sum_{i \in I_i} S_{li} x_{li}}{\sum_{i \in L} \sum_{i \in I_i} (N_{li} + S_{li}) x_{li}} \geq 0.11 \quad (16)$$

に変更して、実行した時の結果である。式(16)により、単品購入を一定割合に抑えずに、全体の単品割合を μ の初期値以上にし、単品購入からも粗利を確保しようと試みた。しかし、単品割合を一定以上にした場合も μ に制約を与えなかった時より粗利が減る結果となった。

以上より、広告波及効果は単品購入である程度高めることができているが、全体の単品割合を増やすことで広告波及効果が高まることも限らなかった。よって、ある程度は単品購入もされる商品を掲載する必要があること、そして、合計売上金額が高い商品は単品購入割合も共に高い商品であることが明らかとなった。

表 5 実行結果とその値
<単品割合を 8.6% 以下から 11% 以上に変更>

μ	0.11
目的関数	609.30
広告掲載商品の合計売上金額	651.08
粗利	161.60

(単位：百万円)

7 おわりに

本研究では、ホームセンターにおける折込広告に掲載する商品を、広告波及効果が最大となるように最適選定することが目的であった。最適商品選定をするために、まず各商品にどのような効果の傾向があるかを把握した。その結果、広告波及効果の大きさは、広告商品自体の売上金額と関連購買商品の売上金額を足し合わせた合計売上金額によって測るまでに至った。そして、広告に掲載する商品の合計売上金額の最大化により、本研究の目的を達成させた。過去の研究では注目されていなかった単品購入や細かな分類を考慮した商品同士の関連購買にも注目したことにより、広告商品の傾向を捉えた上での商品選定が出来ただろう。しかし、本研究で選定した商品組み合わせによる広告実績は過去のデータをもとに計算したため、実際に広告を発行した際に必ずしも本研究で示した成果が得られるとは限らない。よって、広告効果が高い商品組み合わせによる広告を発行し、実際に成果を確かめる必要があるだろう。また、広告商品同士の波及効果を把握するだけでなく、商品の季節性や値引率にも目を向けることによって、より現実的な最適商品選定が可能となる。これら問題点を改善し、より具体的な情報に基づいた広告掲載商品の選定が今後研究されることを願う。

参考文献

- [1] 2011年日本の広告費（プロモーションメディア）、(株)電通 編, http://www.dentsu.co.jp/books/ad_cost/2011/media5.html, 更新日時 2012/3/8.
- [2] M. Dhanabhakayam, M. Punithavalli: A Survey on Data Mining Algorithm for Market Basket Analysis, Global Journal of Computer Science and Technology, Volume 11 Issue 11 Version 1.0, July 2011, Global Journals Inc. (US).
- [3] 野々垣壇: 折込広告の最適決定問題について, 2007年度南山大学数理情報学部数理科学科卒業論文, 2008.
- [4] 坂井寛治, 佐々祐資: 広告掲載商品の最適選定問題, 2009年度南山大学数理情報学部情報システム数理科学科卒業論文, 2010.
- [5] 下山禎: マーケットバスケット分析システムとその適用事例, 東北農業研究, 60号, 2007/12, pp. 243-244.