

ホームセンターの最適価格決定問題について

2004MM030 泉 裕行 2004MM070 千田 雄二 2004MM071 清水 健吾

指導教員: 鈴木 敦夫

1 はじめに

現在、ホームセンターをはじめとする様々な企業は互いに生き残りをかけて厳しい競争を繰り広げている。研究の対象としたあるホームセンター（A店）の2006年度の売上や粗利が、2005年度の売上や粗利と比較して著しく減少したことが明らかで、本研究では、A店の1店舗に絞り研究を進めていく。売上や粗利が減少した理由は、A店の近隣に同業者である（B店）が新しくオープンしたことによる影響が大きいと予測でき、競合店への対策が必要となった。

今回取り上げたケースのような同業者が隣接する場合は企業同士の競争が激しさを増すことが予測でき、その中で勝ち残っていくためには売上・粗利を高め、顧客を獲得していくことが重要である。粗利を高めていくための対策として様々な要因が挙げられるが、我々はアイテム(商品)の価格設定に注目して研究を行った。本研究での価格設定とは売上と粗利を確保した上での最適価格決定であり、実際に使用できるような価格設定を目指した。

これらのことを踏まえて、研究の対象としたA店が競合店の出現により受けた負債を回復することを目標とし、データを利用してモデルを作成し最適な価格決定を行い、改善策を探っていく。

2 データ

本研究で扱ったデータは以下の通りである。

- 2005年度の主要データ
- 2006年度の主要データ
- 消費者が選ぶ、アイテムの購入価格帯アンケート

アイテムの購入価格帯アンケートは、結果から各アイテムの価格と売上数の関係をグラフで表すために用いる。

2.1 現状データ

主要データとは、各年度、各アイテムの売上数、売上高、粗利高、価格である。2005年度から2006年度にかけて売上数、売上高、粗利高の全てが大幅に減少している。非常に減少したアイテムに注目すると、売上数、売上高が1割にも満たないものもある。これらのアイテムは特に価格設定を見直す必要があり、50アイテムをピックアップしアンケートの対象として使用した。

3 価格設定について

3.1 研究方針

我々が取り組む本研究は、次のステップに分けて取り組んでいく。

1. アンケート結果をExcelのシートにまとめる

2. 1. を用いて、5つの価格帯から最適価格を決定するモデルを作成
3. アンケート結果を用いて、近似式を求める
4. 3. を用いて、任意の最適価格を決定するモデルを作成

3.2 価格と売上数の関係

本研究ではアイテムの価格設定に注目して進めた。競合店ができたことによって売上が著しく落ちた要因は、競合店の話題性、立地条件、店舗の大きさ、駐車場の有無など様々ではあるが、競合店のB店がオープンにいたって価格を大幅に下げたことが一番大きいと考えられるからである。

ここで価格と売上数の関係について説明する。競合店に比べて、価格が安ければ買い手は増えるが、安過ぎてしまうと、ある価格を境に売上数が一定になる。これは、ほぼ完全に競合店から消費者を取り上げた状態を示す。しかし、競合店より高い価格を設定すれば買い手は競合店に移ってしまうので、売上数は途端に減少する。

また、ここで利益の変動について注目してみる。すると、競合店の価格と、競合店からほぼ完全に消費者を取り上げた価格の間に、利益が最大となる場所がある。

また、各アイテムの価格と売上数の関係は異なり、直線の傾きも様々である。

(図1参照)

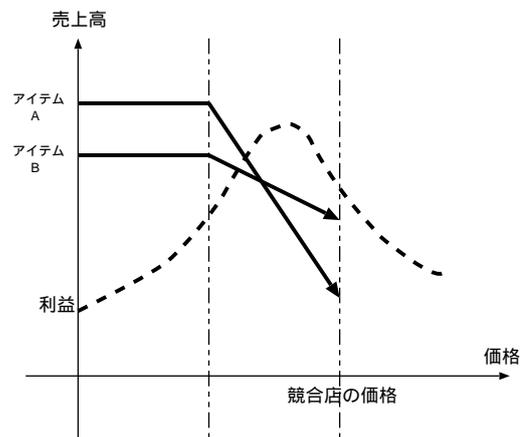


図 1: 価格と売上数の関係

4 アンケート

4.1 アンケートの手順

最適価格を求めるためにアンケートを実施し、必要なデータを集める。手順は以下のとおりである。

1. 2005年度、2006年度を比較して、売上高が下がったアイテムをピックアップする

2. その下がったアイテムを、価格帯5つに分ける
3. A店の各店舗の従業員にアンケートを依頼する
4. その結果をExcelのシートにまとめる

4.2 アンケートの対象

4.2.1 アンケート対象アイテム選考方法

アンケートの対象アイテムを選考するにあたり、いくつか注意すべき点がある。対象アイテムは日用品などの消耗品を中心に選考した。その理由として消耗品である日用品は価格弾力性が高く、売上が非常に多いアイテム群だからである。木材、大工用品などは価格弾力性が高くないのでアンケートの対象アイテムからははずすことにした。価格弾力性が低い場合は、価格を変更してもほとんど需要は変化しないが、価格弾力性が高いと価格が変わると需要が大きく変化する。本研究のアンケートの対象アイテムは50アイテム全て日用品であり、より実用的なアンケート結果を得ることができる。

4.2.2 アンケート対象者

アンケート回答者の年齢層や性別は、普段から日用品の消費者として関わりの深いと思われる成人女性の回答を集めるのが最も好ましい。その理由から研究の対象としたホームセンター3店舗の、主にパートタイムで働いている女性従業員、158名にアンケートを依頼した。研究の対象としたホームセンターの方々には、各種データの提供や研究の方向性の指示などの協力をして頂いたため、アンケートの回答者の確保も円滑に進めることができた。

4.3 アンケートの回答項目

あるホームセンターで設定されている定価を中心にバランスよく価格を5項目にわけた。また、5つの価格帯以外に、「わからない」「不要」「その他」の3項目も設け、全8項目にわけて設定した。「わからない」「不要」「その他」の解答欄はアンケートの回答者に配慮して設けることにした。「わからない」は対象アイテムの価格がわからない場合に丸を、「不要」はどの価格でも購入しない場合に丸を、「その他」には直接価格を書いてもらうようにした。

4.4 アンケートの問題点

一般的にホームセンターは約9万種以上のアイテムを取り扱っている。各店舗によって取り扱っているアイテムの種類や商品数に多少の差はあるが、主となる商品は同じである。

ここで問題となってくるのが「アイテムが9万種以上ある中で、アンケートを実施しても信頼性のある結果が得られるのか」ということが挙げられるが、一般的にホームセンターの売上は店舗の約2割のアイテムで売上の約8割を占めている。そして約2割の商品の中に日用品が多く含まれている。このホームセンターの現状をいかし、今回のアンケートの対象となっているアイテムは売上が上位に含まれていて、なおかつ2006年度の売上が2005年度の売上に比べ大きく落ちているアイテムに限定してアンケートを実施した。以上のことよりアンケートの実用性が示される。

4.5 アンケート結果

アンケート結果は事前に予想したものと似た結果になった。各アイテムの価格が定価よりも高い場合には買う人は少なく、定価や定価より安い価格に買う人は多くなった。このデータをもとに最適価格の見直しをしていく。

5 5つの価格帯の中から選択する最適価格決定モデル

5.1 売上高を最大にするモデル

5.1.1 モデルの説明

まず、我々が取り組む方法は、アンケートで用いた5つの価格帯の中から最適価格を決定することによって売上を伸ばす求め方である。

モデルを考えると、 $\text{価格} \times \text{売上数} = \text{売上高}$ (図2参照)であるので、目的関数はこれが最大になるとき、すなわち、図2の斜線部の面積が最大値をとるように設定する。アイテムによって図2の折れ線の形は変わってくるが、それはアンケートの結果から読み取る。また、総売上高が高くなっても、粗利が少なくなってしまうと、ホームセンターの利益自体は減少してしまうので、制約条件は全アイテムの2005年度の総粗利高の合計を下まわらないことと、各アイテム*i*に対してひとつの価格だけを決定することを設定する。

また、アンケートの対象は50アイテムだったが、競合店と価格の比較をできないため13アイテムは省き、全37アイテムで研究を進めた。

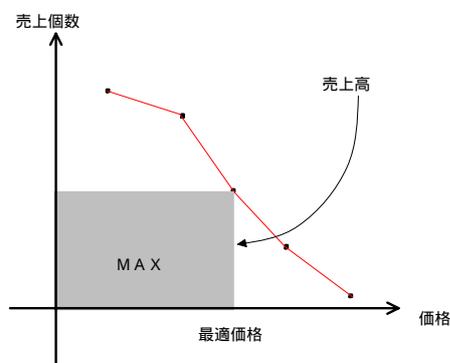


図 2: (売上高 = 価格 × 売上数)の最大値

5.2 定式化

データ

p_{ij} : アイテム*i*, 選択価格番号*j*の価格($i=1 \dots 39$, $j=1 \dots 10$)

N_{ij} : アイテム*i*, 選択価格番号*j*で購入する人数($i=1 \dots 39$, $j=1 \dots 10$)

c_i : アイテム*i*の原価

g_0 : 2006年度の粗利高

(その他の価格がアイテムによって数が変動するので*j*は5個から10個の間である)

決定変数

o_{ij} : アイテム i , 選択価格番号 j を選ぶとき 1 , 選ばないとき 0 の 0-1 変数

目的関数

$$\max \sum_{i=1}^{37} \sum_j p_{ij} N_{ij} o_{ij}$$

制約条件

$$\sum_{i=1}^{37} \sum_j N_{ij} (p_{ij} - c_i) o_{ij} \geq g_0$$

$$\sum_j o_{ij} = 1$$

5.3 実行結果

実行結果の総売上高は393,196円となり、2006年度の総売上高の217,366円の約181%という結果となった。この実行結果の制約条件として設定されている総粗利高は2006年度の30,809円を上回り条件を満たしている。2006年度の総粗利高を保ちつつ、総売上高を伸ばす価格設定のモデルができた。

5.4 粗利高を最大にするモデル

5.4.1 モデルの説明

売上高が高くなると来客数は増えると予測できる。しかし、各店舗は売上高を高めるだけでなく、売上高に伴い利潤も増やすことを目標としている。先ほどの定式化を書き換えれば、利潤を増す目標を満たす、粗利高が最大となる目的関数を作成できる。また、逆に総売上高が少なくならないように、制約条件は2006年度の総売上高を下回らないように設定する。(図3参照)

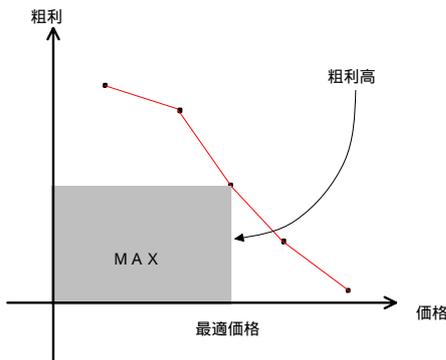


図 3: (粗利高 = 価格 × 粗利) の最大値

5.5 定式化

データ

p_{ij} : アイテム i , 選択価格番号 j の価格 ($i=1 \dots 39$, $j=1 \dots 10$)

N_{ij} : アイテム i , 選択価格番号 j で購入する人数 ($i=1 \dots 39$, $j=1 \dots 10$)

c_i : アイテム i の原価

s_0 : 2006年度の売上高

(その他の価格がアイテムによって数が変動するので j は5個から10個の間である)

決定変数

o_{ij} : アイテム i , 選択価格番号 j を選ぶとき 1 , 選ばないとき 0 の 0-1 変数

目的関数

$$\max \sum_{i=1}^{37} \sum_j N_{ij} (p_{ij} - c_i) o_{ij}$$

制約条件

$$\sum_{i=1}^{37} \sum_j p_{ij} N_{ij} o_{ij} \geq s_0$$

$$\sum_j o_{ij} = 1$$

5.6 実行結果

実行結果の総粗利高は38,456円となり、2006年度の総粗利高の30,809円の約125%という結果となった。この実行結果の制約条件として設定されている総売上高は2006年度の217,366円を上回り条件を満たしている。2006年度の総売上高を保ちつつ、総粗利高を伸ばす価格設定のモデルができた。

6 近似式

前章では、アンケート結果から売上高が最大になるような最適価格を求めた。しかし、この方法では5つの価格帯の中からしか最適価格を決定することができない。この問題を改善するために、アンケートから読み取れる5つの価格帯と、その他の価格に対する人数の割合を求め、それらを近似することで、任意の最適価格を求める式を作ることができる。近似式を求めると以下のような利点がある。

- 最適価格を任意の値で求められる
- グラフを作成したとき、視覚的に他のアイテムとの比較が行いやすい
- 同類のアイテムを比較したとき、それらが似た近似式であると、分類ごとにどのような近似式ができるか予測できる。また、それによって分類ごとの最適価格を求めることも可能になり研究の幅が広がる

6.1 最小二乗法

本研究では、近似式を求めるために最小二乗法を用いた。最小二乗法とは、多数の測定値をもとにして誤差の二乗和を最小にすることによって近似式を求めることが

できる．つまり，各測定値と近似値の誤差の正負をなくし，振幅(図4の矢印で表されている部分)の二乗和が最小になるような近似式を求めることである．

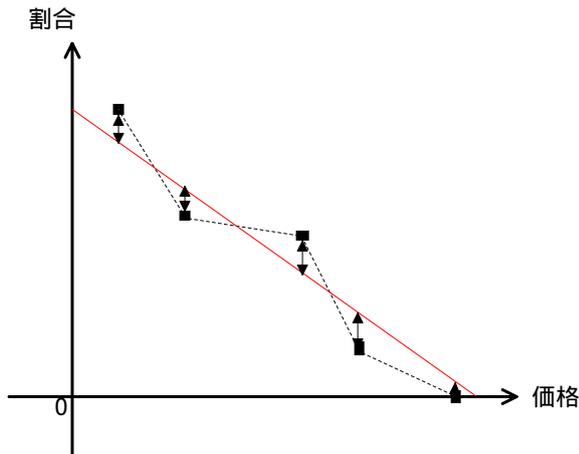


図 4: 近似式の例

6.2 パラメータの推定値

6.2.1 モデルの説明

最小二乗法を用いて，近似式を一次の線形の形で求める．一次の線形の式の基本形は $y = ax + b$ であるので， y を割合とし， x を価格としたときの近似式のパラメータ a ， b を決定する．

本研究ではExcelのソルバーを用いて最小二乗法を解いた．目的関数は，アンケートから読み取った，価格 i のとき購入する人数の割合から，価格 i のとき購入する人数の割合の推定値を引いた誤差の二乗和を最小にする．

6.3 定式化

データ

x_i : 価格 i (i はアイテムによりその他の価格の数が異なり，価格帯は5, ..., 10個に分かれる)

y_i : アンケートから読み取れる価格 i のとき購入する人数の割合

決定変数

a : 近似式の傾き

b : 近似式の切片

(\hat{y}_i : 価格 i のとき購入する人数の割合の推定値 ($\hat{y}_i = ax_i + b$)とおく)

目的関数

$$\min \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2$$

6.4 実行結果(各アイテムの a と b の値)

制約式は必要なく，前ページの定式化を用いることで傾き a と切片 b を求めることができた．

アイテム1の近似式のグラフを以下に示す．(図5参照)

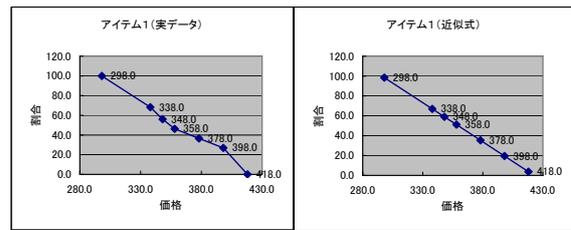


図 5: アイテム1の近似式のグラフ

7 近似式を用いた最適価格決定モデル

7.1 売上高を最大にするモデル

7.1.1 モデルの説明

この章では7章で求めた近似式を用いて，最適価格を求める．(図6参照) 最適価格決定のモデルは基本的には，6章で最適価格を求めたときと同様に説明できる．売上高を最大にするには，目的関数を，価格×購入人数を最大に設定することで求められる．また，次も同様に全アイテムの2006年度の粗利高の合計を下回らないようにする．今回は，近似式を用いて任意の価格を求めることができるので，価格帯のデータは使用しない．

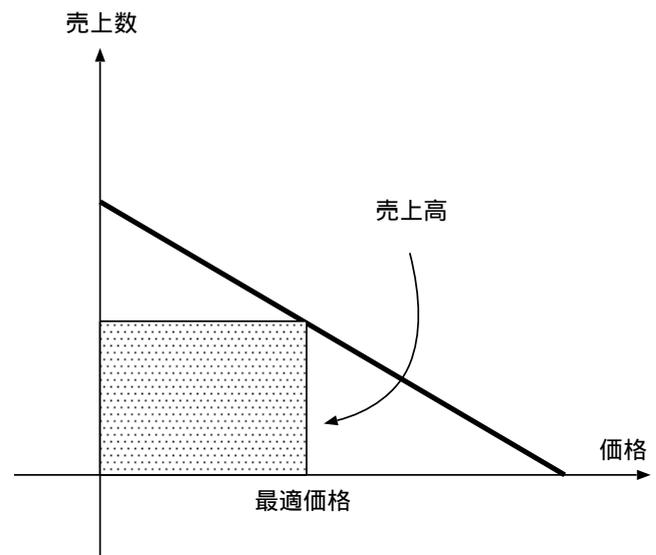


図 6: 近似式を用いた(売上高 = 価格 × 売上数)の最大値

7.2 定式化

データ

a_i : アイテム i の近似式の傾き

b_i : アイテム i の近似式の切片

N_{i0} : アンケートから読み取った，アイテム i の有効回答人数

g_0 : 2006年度の粗利高

c_i : アイテム i の原価

決定変数

x_i : アイテム*i*の価格

(y_i : アイテム*i*の購入する割合 $y_i = a_i x_i + b_i$)

目的関数

$$\max \sum_i N_{i0} x_i y_i$$

これを次のように書き換えられる .

$$\max \sum_i N_{i0} (a_i x_i + b_i) x_i$$

制約条件

$$\sum_i N_{i0} (x_i - c_i) y_i \geq g_0$$

7.3 実行結果

実行結果の総売上高は316,520円とり、2006年度の総売上高の217,366円の約146%という結果となった。この実行結果の制約条件として設定されている総粗利高は2006年度の30,809円を上回り条件を満たしている。2006年度の総粗利高を保ちつつ、総売上高を伸ばす価格設定のモデルができた。

7.4 粗利高を最大にするモデル

売上高を確保し、粗利高が最大となるモデルを作成する。こちらも、7章で求めた近似式を用いて、最適価格を求める。(図7参照) 粗利高が最大になるようなモデルも、6章で最適価格を求めたときと同様に説明できる。粗利高を最大にするには目的関数は(価格-原価)×購入人数を最大に設定することで求められる。また、次も同様に全アイテムの2005年度の売上高の合計を下回らないようにする。今回も、近似式を用いて任意の価格を求めることができるので価格帯のデータは使用しない。

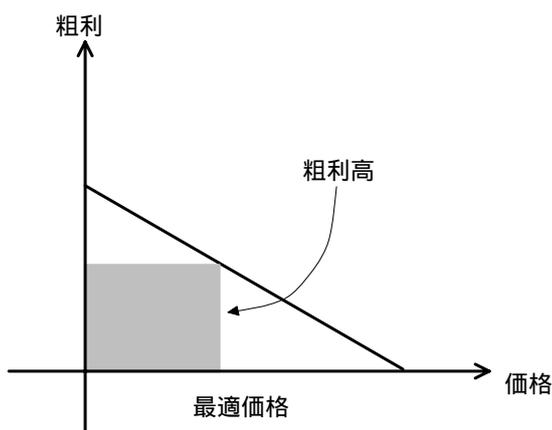


図 7: 近似式を用いた(粗利高 = 価格 × 粗利)の最大値

7.5 定式化

データ

a_i : アイテム*i*の近似式の傾き

b_i : アイテム*i*の近似式の切片

N_{i0} : アンケートから読み取った、アイテム*i*の有効回答人数

s_0 : 2006年度の売上高

c_i : アイテム*i*の原価

決定変数

x_i : アイテム*i*の価格

(y_i : アイテム*i*の購入する割合 $y_i = a_i x_i + b_i$)

目的関数

$$\max \sum_i N_{i0} (x_i - c_i) y_i$$

制約条件

$$\sum_i N_{i0} x_i y_i \geq s_0$$

これを次のように書き換えられる .

$$\sum_i N_{i0} (a_i x_i + b_i) x_i \geq s_0$$

7.6 実行結果

実行結果の総粗利高は37,808円となり、2006年度の総粗利高の30,809円の約123%という結果となった。この実行結果の制約条件として設定されている総売上高は2006年度の217,366円を上回り条件を満たしている。2006年度の総売上高を保ちつつ、総粗利高を伸ばす価格設定のモデルができた。

8 最適化の比較

8.1 最適価格を選択するモデルと任意の値を求めるモデルの比較

6章で述べた価格帯から最適価格を選ぶ最適化と、この章で述べる近似式を用いて任意の値を求める最適化を比較すると次のようになる。

8.2 売上高を最大にするモデルの比較

価格帯から最適価格を選ぶ最適化と、近似式を用いて任意の値を求める最適化の売上高を最大にするモデルを比較すると、売上高は393,196円から316,520円となり、近似式を用いて売上高を求めたモデルの結果が約80%に落ちた。(表1 参照)

8.3 粗利高を最大にするモデルの比較

価格帯から最適価格を選ぶ最適化と、近似式を用いて任意の値を求める最適化の、粗利高を最大にするモデルを比較すると粗利高は38,456円から37,807円となり、近似式を用いて粗利高を求めたモデルの結果が約98%に落ちた。(表2 参照)

表 1: 売上高を最大にするモデルの比較(単位:円)

	価格帯から選ぶ 最適価格	近似式による 最適価格
目的関数 (総売上高)	393196	316519.8
制約条件 (総粗利高)	$30832 \geq$ 30809	$30809 \geq$ 30809

表 2: 粗利高を最大にするモデルの比較(単位:円)

	価格帯から選ぶ 最適価格	近似式による 最適価格
目的関数 (総粗利高)	38456	37807.98
制約条件 (総売上高)	$290650 \geq$ 217366	$232957.6 \geq$ 217366

8.4 パターンごとの定価と最適価格の比較

パターンとは、商品棚に配置する商品群の分類のことである。本研究では、日用品を中心に研究を進めているのでパターンは、浴用品・歯ブラシ、洗濯洗剤、住居洗剤、キッチン、ペーパーの5つに分けられる。

このパターンごとに、対象とした店舗の売価に対する最適価格の割合を求めると特徴があるのかを探った。パターンごとに特徴があったときは、最適価格を商品ごとではなくパターンごとに求めることができるので、全商品の最適価格をより簡単に求めることができることにつながる。

8.5 結果の考察

各パターン、各モデルごとに比較した結果、明確な差は得ることはできなかったが僅かながら差は出た。浴用品・歯ブラシは約92.6%の価格に安くしたほうがよいが、洗濯洗剤は約98.6%の価格という結果からほぼ売価通りでよいという傾向が見られた。

8.6 制約条件(確保する売上高や粗利)に重みをつけたときの目的関数の値の移り変り

本研究では、最適価格を求めるとき、制約条件として売上高最大のときは前年度の粗利高を確保し、粗利高最大のときは前年度の売上高を確保した。この確保する粗利高、売上高に重みをつけて比較する。そして、価格帯から最適価格を選ぶ最適化と、近似式を用いて任意の値を求める最適化の両方の全4パターンについて比較する。

最適価格を5つの価格帯から選択し、売上高を最大にするモデルのときについて述べる。2006年度の粗利高の100%を確保するときは、売上高は393,196円、粗利高は30,832円である。2006年度の粗利高の108%を確保するときは、売上高は378,542円、粗利高は33,325円である。

最適価格を5つの価格帯から選択し、粗利高を最大にするモデルのときについて述べる。2006年度の売上高の100

%を確保するときは、売上高は290,650円、粗利高38,456円である。売上高の100%を確保する制約を入れたが、すでに2006年度の売上高の134%を確保できている。

近似式を用いて任意の価格を求め、売上高を最大にするモデルのときについて述べる。2006年度の粗利高の100%を確保するときは、売上高は316,519円、粗利高は30808円である。2006年度の粗利高の108%を確保するときは、売上高は305,493円、粗利高は32,657円である。

近似式を用いて任意の価格を求め、粗利高を最大にするモデルのときについて述べる。2006年度の売上高の100%を確保するときは、売上高は232,957円、粗利高は37,807円である。2006年度の売上高の108%を確保するときは、売上高は234,755円、粗利高は37,805円である。

9 おわりに

本研究では、ホームセンターの一部のアイテムの最適価格を見つけ出し、売上、粗利を伸ばしていくことを目標に進めてきた。結果は売上、粗利ともにバランス良く伸ばすことができた。具体的には売上重視のモデルと粗利重視のモデルの2つを作り比較することなどもできた。本研究では特定の1店舗が対象だったので、データなどはその店舗のものだったが、このモデルは他の店舗でも応用できると考えられ、今後それぞれの店舗の状況に合わせて柔軟に対応していくことも可能であると考えられる。本研究では、37アイテムをカテゴリごとに分けて研究したが突出した傾向は見られず、期待した結果を出すことができなかった。その理由としては、研究の対象としたアイテムの数、各アイテムにおいての購入価格をアンケートで答えて頂いた人数ともに少なかったからであると思われる。特に対象アイテムを増やすことで、各カテゴリでの最適価格の設定における傾向を詳しく求めることができると考えられる。

10 謝辞

本研究を進めるにあたり、お忙しい中多くの助言を頂き、また様々なご指導をして下さいました南山大学数理情報学部数理科学科鈴木敦夫教授に深く感謝いたします。また、ご多忙の際にも我々の研究に協力して下さったホームセンターの皆様にも心からお礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 田中巨：できるWord & Excel 2003，インプレス，2004.
- [2] 小和田正，沢木勝茂，加藤豊：OR入門，実教出版株式会社，1984.
- [3] 森雅夫，森戸晋，鈴木久敏，山本芳嗣：オペレーションリサーチ，朝倉書店，1991.