

ホームセンターの品揃え問題について

2004MM028 伊東尚美 2004MM032 梶田雅子

指導教員: 鈴木敦夫

1 はじめに

1.1 背景と研究目的

業種間競争の激化にともないホームセンターでは他社との差別化を図るため、独自で新たな経営戦略を計画、実行する必要がある。しかし、経営戦略には様々な対策案がある。例えば、新規店舗を出店し顧客拡大を図る選択肢があるが、費用面から考えるとその有効性は確かとはいえない。このことから、比較的費用をかけずに行える経営戦略に重点を置き、過去のデータをみていくと既存店舗の見直しが効果的であることがわかった[1][2]。

そこで、本研究では既存店舗を見直す経営戦略のひとつである品揃え問題について考察していく。

現在、ホームセンターでは過去の販売個数データと消費者のニーズの両面を考慮しながら担当者の経験に基き、販売する商品の選定を行っている。しかし、この方法では数理的な分析は用いられていないため利益最大に繋がる確かな保証はない。よって、どの店舗にも最低限設置されている商品棚に着目し、利益が向上する商品群を整数計画法問題として、選び出し陳列することでホームセンター全体の利益上昇を目指していく。

2 問題へのアプローチ

2.1 ホームセンターの現状

ホームセンターでは商品部門ごとにある一定数の Gondra を割り当てている (Gondra とはホームセンターにおける商品棚の名称であり、以後商品棚は Gondra と明記する。) 割り当てる Gondra 数は各店舗規模によって異なり、「標準」「強化」「フル」の3属性に分けられる。属性「標準」はどの店舗にも設置される最低限の Gondra 数、商品群で構成される。次に属性「強化」は「標準」に属する Gondra、商品群を含め売場面積拡大にともない新たに追加した Gondra と商品群で構成されている。最後に属性「フル」とは各商品部門に割り与えることが可能な最大数の Gondra とホームセンターで取り扱う全販売可能商品で構成されている。

研究では全属性内にある「標準」商品群に着目し研究を進める。

2.2 データについて

2.2.1 研究対象

今回、研究対象とするのはホームセンターから提供された一ヶ月七店舗分のシャンプーとリンスの「フル」データである。

2.2.2 フェース数の設定

品揃え問題を取り組むにあたりまずフェース数を見直す必要がある。(フェース数とは同じ商品が何列占めてい

るかを示すものである。)本研究で取り扱う「フル」データのフェース数は「フル」の Gondra 数に対応して設定されているため「標準」で活用するには大きく、実際使用すると不具合が生じる。このことから、フェース数は属性「フル」での各商品の販売個数をある一定の範囲ごとに分けて決定する。販売個数からフェース数を設定することにより補充期間のばらつきを抑え、従業員の補充に要する労力や労働時間を少なくすることができる。

2.3 問題解決の手順

品揃え問題を以下の2段階に分けて解く。

- 最適商品群選定
- レイアウト整備

まず初めに、第一段階として「フル」データから利益が最大となるような商品選定を行い、新たな「標準」棚の最適商品群を構成する。また、各商品に割り当てるフェース数を初めとした新たに設定する数値については、感度分析を行い最適な設定基準を考える。次に、第二段階のレイアウト整備では最適商品群選定で導き出された商品を銘柄ごとに陳列し最適な Gondra レイアウトを導き出す。

3 最適商品群選定

属性「フル」データから売上額が最大となるような新たな属性「標準」商品群の選定を行う。

3.1 記号定義

添字

I : 商品集合

I_l : 種類 l に属する商品の集合

$\mathcal{I} = \{ I_1, I_2, \dots, I_l, \dots, I_L \}$

G_m : 銘柄 m に属する商品の集合

$\mathcal{G} = \{ G_1, G_2, \dots, G_m, \dots, G_M \}$

H_n : タイプ n に属する商品の集合

$\mathcal{H} = \{ H_1, H_2, \dots, H_n, \dots, H_N \}$

(H_1 : 本体, H_2 : 詰替え用商品, H_3 : その他の商品)

J : 段数の添字集合

K : Gondra の添字集合

定数

N_i : 商品 i の一ヶ月間販売個数 (個)

W_i : 商品 i の商品幅 (cm)

F_i : 商品 i のフェース数

P_i : 商品 i の価格 (円)

C_i : 商品 i の原価 (円)

n : 「標準」棚の Gondra 数 (個)

s : Gondra の横幅 (cm)

b : 商品間の仕切り幅 (cm)

r : 空白許容範囲 (cm)

T : 現在の「標準」棚売上額 (円)

D : 最大商品数 (個)

α : パラメータ

変数

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{商品}i\text{が Gondola}k\text{の}j\text{段目にある} \\ 0 & \text{商品}i\text{が Gondola}k\text{の}j\text{段目がない} \end{cases}$$

3.2 定式化

目的関数

$$\max \sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} N_i P_i x_{ijk} \quad (1)$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} N_i (P_i - C_i) x_{ijk} \geq \alpha T \quad (2)$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} F_i W_i x_{ijk} + b \sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} x_{ijk} - b \leq s \quad (j \in J, k \in K) \quad (3)$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} F_i W_i x_{ijk} + b \sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} x_{ijk} - b \geq s - r \quad (j \in J, k \in K) \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk} \leq 1 \quad (i \in I) \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I_l} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk} \geq 1 \quad (I_l \in \mathcal{I}) \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk} \geq \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{i'jk} \quad (i \in I_l \cap G_m \cap H_1, i' \in I_l \cap G_m \cap H_2) \quad (7)$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{i \in I_l} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk} \leq D \quad (8)$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\} \quad (i \in I, j \in J, k \in K) \quad (9)$$

定式化の説明

目的関数(1) : 売上が最大になるように設定する .

制約条件(2) : 設定粗利額より高くなるようにする .

制約条件(3) : 各 Gondola の各段に陳列する商品の総横幅が1段分の Gondola 横幅に収まる .

制約条件(4) : 各 Gondola の各段に陳列する商品の総横幅がある一定以上ある .

制約条件(5) : 各商品2箇所以上、配置しない .

制約条件(6) : 商品種類別に最低でも1つは配置する .

制約条件(7) : 本体が配置されない場合はその詰替え用商品も配置しない .

制約条件(8) : 総商品数を最大商品数以下にする .

制約条件(9) : 商品 i を配置するかしないかを0-1変数で表す .

3.3 実行結果

定式に以下の条件を加え、PCを用いて最適化ソフトウェアWhat's Best!9.0で計算した。その結果、商品数を現状と変えず、「フル」と「標準」の商品を31個入れ替えるだけで現状よりも売上が4.1%、粗利が4.9%高くなる商品群を構成することができた。

- 最大商品数

現状「標準」の総商品数以下に設定 .

- パラメータ値

粗利額を現状より高くする .

- 各商品に割り当てるフェース数

商品販売個数が1~99個のときフェース数を1, 100~199個のとき2, 200~299個のとき3, 300個以上のとき4に設定 .

3.4 考察

新たな「標準」を構成する際入れ替わった商品群をみると、新しく「標準」に入る商品群から詰替え用商品と本体の関係が目につく。本体の方は「標準」商品群に入るには比較的、利益が低い。しかし、本体が「標準」に入らない場合は詰替え用商品も入らないように制約されているために本体にさほど利益が見込めなくとも、詰替え用商品に本体を補える程の利益があれば両方とも「標準」に入る。だが、本体にまったく利益が見込めず詰替え用商品にも本体をカバーできるほどの利益が顕著に認められない場合は詰替え用商品までおちてしまうケースが出てくると予想される。

3.5 感度分析

ここでは最大商品数を初めとした新たに設定した数値を変化させ粗利、売上などにどのような影響を与えるかを見ていく。そして、各数値の最適な設定基準を考える。

3.5.1 最大商品数

最大商品数とは商品数増加を抑えるために設けた数値である。最大商品数を一定数ずつ上昇させていき売上や粗利にどのような影響を与えるかをみる。定式に以下の条件を加え、PCを用いて計算した結果を表1に示す。

- 最大商品数

ケース1では現状「標準」の総商品数以下に設定。ケース2では商品数が152個以下に設定。ケース3では最大商品数は特に設けない。

- 各商品に割り当てられるフェース数

販売個数が1~99個のときフェース数を1とし、以後100個刻みでフェース数を設定。ただし、最大フェース数は4とする。

- パラメータ値

粗利額を現状よりも高くする。

考察

結果から商品数増加にともない売上と粗利が上昇する傾向にあることがわかった。しかし、商品数増加は在庫

管理費用に影響を及ぼし、最終的に店舗利益を損なわせるおそれがある。このため、最大商品数はある一定の制限数をもたせるべきである。

表 1: 実行解(最大商品数)

	最大商品数 (個)	売上 (%)	粗利 (%)	商品数 (個)	現状商品群に 属する商品数(個)
現状		100.00	100.00	148	148
ケース1	148	104.13	104.92	148	117
ケース2	152	104.70	107.28	152	121
ケース3	285	104.92	107.62	156	124

3.5.2 各商品に割り当てるフェース数

各商品のフェース数を変化させていき売上や粗利にどのような影響を与えるかをみていく。定式に以下の条件を加え、PCを用いて計算した結果を表3に示す。

- 各商品に割り当てるフェース数

ケース1では販売個数が1~99個のときフェース数を1とし、以後100個刻みでフェース数を設定。ケース2では販売個数が1~89個のときフェース数を1とし、以後90個刻みでフェース数を設定。ケース3では販売個数が1~79個のときフェース数を1とし、以後80個刻みでフェース数を設定。ケース4では販売個数が1~69個のときフェース数を1とし、以後70個刻みでフェース数を設定。ただし、最大フェース数は4とする。

- 最大商品数

現状「標準」の総商品数以下に設定。

- パラメータ値

粗利額を現状よりも高くする。

表 2: フェース数表

		フェース数			
		1	2	3	4
販売 個数	ケース1	1~99	100~199	200~299	300~
	ケース2	1~89	90~179	180~269	270~
	ケース3	1~79	80~159	160~239	240~
	ケース4	1~69	70~139	140~209	210~

(単位:個)

表 3: 実行解(フェース数)

	売上 (%)	粗利 (%)	商品数 (個)	現状商品群に 属する商品数(個)
現状	100.00	100.00	148	148
ケース1	104.13	104.92	148	117
ケース2	103.33	103.37	146	118
ケース3	102.96	100.69	147	115
ケース4	96.54	104.37	148	115

考察

結果からフェース数を低めに設定するほど売上は上昇し、粗利も一部例外を除き上昇する傾向にあることがわかった。しかし、販売個数が多いにもかかわらず低いフェース

数に指定するという事は補充面から考えるとマイナス要素である。なぜなら、フェース数が低いほど Gondola に配置できる商品は少なくなるため、販売個数が多いほど補充期間は短くなり補充回数が増える。すると、補充を行う従業員の労働時間が増し、他の労働に影響を与える可能性が出る。このため、販売個数が多い商品はそれに見合うだけの高いフェース数を設定すべきである。だが、ケース4のようにフェース数を高めにしすぎても利益が現状よりマイナスになるため注意する必要がある。

3.6 パラメータ値

パラメータ値を変化させていくことにより売上と粗利の関係性をみていく。ここでは商品数にも影響を与えるかをみるためにあえて最大商品数を設けずに計算を実行する。定式に以下の条件を加え、PCを用いて計算した結果を表4に示す。

- パラメータ値

ケース1では粗利額を現状の105%より高くする。ケース2では粗利額を現状の101%より高くする。ケース3では粗利額を現状よりも高くする。ケース4では粗利額を現状の99%より高くする。ケース5では粗利額を現状の95%より高くする。

- 最大商品数

最大商品数は特に設けない。

- 各商品に割り当てるフェース数

販売個数が1~89個のときフェース数を1とし、以後90個刻みでフェース数を設定。ただし、最大フェース数は4とする。

考察

結果から、粗利を大幅に上昇させると売上の増加分が減少してしまうことがわかった。そこで、パラメータ値はケース2のように微少に上昇させるのがよいといえる。また、パラメータ値を変化させたときの商品数をみると、劇的な変化はみられないものの粗利の上昇にともない増加していることがわかる。

表 4: 実行解(パラメータ値)

	パラメータ	売上 (%)	粗利 (%)	商品数 (個)	現状商品群に 属する商品数(個)
現状		100.00	100.00	148	148
ケース1	1.05	104.06	105.04	152	122
ケース2	1.01	104.14	104.13	152	121
ケース3	1.00	104.06	104.11	151	121
ケース4	0.99	104.06	104.11	151	121
ケース5	0.95	104.04	103.78	151	120

4 レイアウト整備

選定された最適商品群が銘柄ごとにまとまるように陳列する Gondola レイアウトを作成する。

4.1 記号定義

添字

I : 商品集合

G_m : 銘柄 m に属する商品の集合

$G = \{ G_1, G_2, \dots, G_m, \dots, G_M \}$

J : 段数の添字集合

定数

W_i : 商品 i の商品幅 (cm)

F_i : 商品 i のフェース数

S_j : j 段目の重み

(1段目: $S_1=1$, 2段目: $S_2=2$, \dots , j 段目: $S_j=j$)

a : ゴンドラの横幅 (cm)

n : 「標準」 棚のゴンドラ数 (個)

b : 商品間の仕切り幅 (cm)

r : 空白許容範囲 (cm)

B : 最大許容段差 ($B \in J$)

変数

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{商品 } i \text{ が } j \text{ 段目にある} \\ 0 & \text{商品 } i \text{ が } j \text{ 段目でない} \end{cases}$$

$z_{ii'}$: 商品 i と商品 i' の段差数

4.2 定式化

目的関数

$$\min \sum_{m=1}^M \sum_{i, i' \in G_m} z_{ii'} \quad (10)$$

制約条件

$$\sum_{j \in J} S_j (x_{ij} - x_{i'j}) \leq z_{ii'} \quad (i, i' \in G_m) \quad (11)$$

$$\sum_{j \in J} S_j (x_{ij} - x_{i'j}) \geq -z_{ii'} \quad (i, i' \in G_m) \quad (12)$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i \in G_m} F_i W_i x_{ij} + b \sum_{m=1}^M \sum_{i \in G_m} x_{ij} - b \leq an \quad (j \in J) \quad (13)$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i \in G_m} F_i W_i x_{ij} + b \sum_{m=1}^M \sum_{i \in G_m} x_{ij} - b \geq (a - r)n \quad (j \in J) \quad (14)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq 1 \quad (i \in I) \quad (15)$$

$$z_{ii'} \geq 0 \quad (i, i' \in G_m) \quad (16)$$

$$z_{ii'} \leq B \quad (i, i' \in G_m) \quad (17)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i \in I, j \in J) \quad (18)$$

定式化の説明

目的関数(10): 同銘柄商品の段差が最小になるように設定する.

制約条件(11): 商品 i と商品 i' の段差は $z_{ii'}$ 以下になる.

制約条件(12): 商品 i と商品 i' の段差は $-z_{ii'}$ 以上ある.

制約条件(13): 各段に陳列する総商品幅がゴンドラ横幅 n 個分に収まるようにする.

制約条件(14): 各段に陳列する総商品幅がある一定以上ある.

制約条件(15): 各商品は2箇所以上, 配置しない.

制約条件(16): 段差は0以上である.

制約条件(17): 商品 i と商品 i' の段差はある一定数以下である.

制約条件(18): 商品 i を配置するかしないかを0-1変数で表す.

4.3 実行結果

3.3節で選定された商品群を対象とし, PCを用いて最適化ソフトウェアWhat's Best!9.0 で計算を行った. その結果, 銘柄ごとにまとまるゴンドラレイアウトを約2分で作成することに成功した.

4.3.1 考察

商品を銘柄別に陳列することで目的商品を見つけやすいゴンドラレイアウトができた. また, 短時間で解を導き出すことができるため, ゴンドラレイアウト作成時間を現状より大幅に短縮することができるといえる.

今回は同銘柄商品同士が同じ段で横一列に並ぶように数理モデルを作成したが, 実際には縦一列に陳列しても問題はない. そこで, 同銘柄商品数が多い場合は今回のようにゴンドラを跨いで同じ段に陳列するのではなく, ひとつのゴンドラで隣接する2つの段に分けて陳列するなどより見やすいゴンドラレイアウトを作成していく必要がある.

5 おわりに

今回, ホームセンターにおける品揃え問題に取り組み, 現状より利益が上昇する販売商品群の選定に成功し, 選定された商品群が各銘柄ごとにまとまるゴンドラレイアウトを短時間で導き出すことができた.

しかし, 本研究で作成した数理モデルをホームセンターにあるすべての商品部門に導入するには解決すべき課題がある. 一例として, 陳列する商品サイズ(高さ)にばらつきがある場合はゴンドラの仕様から考える必要がある. つまり, ホームセンター全商品部門の品揃えを最適にするには各商品部門ごとの特徴を明確にし, それに適したモデルを作成する必要がある.

参考文献

- [1] 堀圭二, 大堀匠平: ホームセンターにおける商品棚の最適化について, 2006年度南山大学数理情報学部数理科学科卒業論文, 2006.
- [2] 吉田繁治: 利益経営の技術, 販売革新, 商業界, 第44巻第9号, pp62-69, 2006.