

ホームセンターにおける商品の最適構成について

2002MM049 倉地 あすか 2002MM093 武田 真由美

指導教員 鈴木 敦夫

1 はじめに

研究の対象としたホームセンターで扱っている商品は全体で5万種以上ある。各店舗で取り扱っている商品は、その内の約2万種である。現状では店舗の2割の商品で8割の売上を占めている。売上の少ない8割の商品を店頭に並べる理由は、「ホームセンターに行けば欲しいものがそろおう。」という顧客の期待に応えるという経営方針によるものである。すなわち、この8割の商品は高い顧客満足度を保持するために必要な商品として並べられている。この状況の下、我々は、いかにして顧客満足度を下げずに売上を伸ばすことができるのかということ、店舗で取り扱う商品の種類とその量から考えていく。

2 研究方針

2.1 ホームセンターの商品配置の現状

現在ホームセンターの商品は、

- DIY
- インテリア
- 日用品, 雑貨
- レジャー, スポーツ, ペット
- ガーデニング, エクステリア

の5つの大きなグループに分類されている。またグループの下に部門、さらにその下に中分類というように機能用途別に商品が細かく分類されている。部門は異なっても使用場面が共通している商品もあるので、異なる部門に対して同じ中分類が含まれることもある。

部門は全体で26あり、中分類は同じく92に分けられている。部門とは各グループを機能別に大きく5,6種類に分類したもので、中分類では使用用途や使用場面などでさらに細かく分類されている。

実際のホームセンターの売上は、大部分を日用品が占めている。確かに売上や粗利高では大きな販売額になるが、これらは顧客がホームセンターとして目的を持って買いに来る商品ではない。ホームセンターを訪れたついでに買うと思われる商品群である日用品は、スーパーやドラッグストアなど何処にでもある商品であるため、配置数を増やせば増やすほど近隣の店と競合することになる。そこで、このホームセンターでは、できるだけ顧客がホームセンターに目的を持って来店する商品を多く販売することで売上を伸ばしたいと考えている。

現在ホームセンターでは、店舗全体の売上に対する各商品群の売上比率を基にし、さらにホームセンター

の商品特性やニーズを加味して各商品群への各陳列棚(120cm×60cm×180cm)の割当てが行われている。(このホームセンターではこの陳列棚のことを Gondra と呼んでいるため以後 Gondra とする。)現在の割当て方法では、売上の高い商品群の Gondra 数ばかりが増え、売上の低い商品群はますます Gondra 数が減らされいく。この場合、売上が低くても、少し Gondra 数を増やし、商品をお客様の目につきやすくする事で売上を伸ばせる商品群があるかもしれない。また、Gondra 数を増やせばその量に比例して売上が上がるわけではなく、逆に Gondra 数を減らすことによって得られるはずの売上が無くなり、全体的に見ると総売上が減少してしまう可能性もある。

これらの問題点を解決するために、我々は商品群と目的性のバランスが取れた売り場作りを目指し、商品群の最適構成を考えていく。

具体的には、このホームセンターから提供された、1店舗当たり、1ヶ月間の各中分類の売上データと Gondra 数のデータとから、各中分類へ割当てする最適 Gondra 数を求め、それを基にして部門の商品を最適に構成し、さらにグループ間の最適構成比率を求めるように研究を進めていく。

2.2 研究対象

対象とする店舗は売場面積が約1000坪で、このホームセンターでは平均的な広さである。店舗から4.5kmの位置にも同規模の他社ホームセンターがあり、お客様を惹きつけ売上を伸ばせるよう、より最適な商品の構成が必要となる。

2.3 データについて

データは、ホームセンターから提供された店舗別月別売上を用いた。店舗別商品分類情報からその商品の分類状況がわかる。また、店舗の Gondra 数については、店舗別月別売上と店舗別商品分類情報から必要な情報を抽出して求めた。標準 Gondra 数とは、お客様からのニーズに応えるために売上に関係なく最低限割当てなければならない Gondra の数であり、各商品分類ごとに定められている。データはそれぞれ2005年3月のものを用いた。また1本の Gondra に、複数の分類の異なる商品を陳列する場合もあるので、Gondra 数の単位は0.1刻みとする。

2.4 問題の定義

商品群と目的性のバランスが取れた売り場作りを目指し、商品の最適化構成を考えていく。

2.4.1 添字, 定数の定義

I : グループの集合

J : 部門の集合

K : 中分類の集合

L : ゴンドラ数の集合

i : グループ名

j : 部門名

k : 中分類名

l : 10 倍したゴンドラ本数

A_{ijkl} : グループ i 部門 j の中分類 k にゴンドラを $\frac{l}{10}$ 本割当ててる場合の売上

h_{ijk} : グループ i 部門 j の中分類 k での標準ゴンドラ数

r : 店舗の総ゴンドラ数

売上 A_{ijkl} は提供されたデータから最小二乗法を用いて, ゴンドラ数と売上の関係を対数関数で予測したものである.

2.4.2 変数の定義

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1 & \text{グループ } i \text{ 部門 } j \text{ の中分類 } k \text{ に} \\ & \text{ゴンドラを } \frac{l}{10} \text{ 本割当ててる場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

2.4.3 定式化

目的関数では店舗の売上の総和を最大にする. 制約条件として, 次の 4 点が挙げられる.

- 各グループ各部門各中分類に割当ててるゴンドラ数の総和は, 現在の店舗の総ゴンドラ数と等しくなくてはならない.
- 各グループ各部門各中分類に割当ててるゴンドラ数は, それぞれの標準ゴンドラ数以上でなくてはならない.
- 各グループ各部門各中分類に対して, ゴンドラ数は 2 つ以上選んではならない.
- x_{ijkl} は 0-1 変数である.

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} A_{ijkl} x_{ijkl} \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} l x_{ijkl} = r \quad (2)$$

$$\sum_{l \in L} l x_{ijkl} \geq h_{ijk} \quad (i \in I, j \in J, k \in K) \quad (3)$$

$$\sum_{l \in L} x_{ijkl} \leq 1 \quad (i \in I, j \in J, k \in K) \quad (4)$$

$$x_{ijkl} = 0, 1 \quad (i \in I, j \in J, k \in K, l \in L) \quad (5)$$

この定式化では, 取り扱う変数が膨大となり, 問題を解くことが不可能であった. そこで, この問題をヒューリスティックとして解くために, 店舗の売上が最大となるような商品の最適構成について, 図 1 に示すように 5 つの段階に分割して実行し, 近似解として求めていく.

第 1 段階では, 部門に割当てられているゴンドラ数を変化させず, 中分類に割当ててるゴンドラ数を変化させ売上を最大とするよう部門を新たに構成する. 第 2 段階では, 各グループに割当てられているゴンドラ数を変化させず, 部門のゴンドラ数を変化させることでグループを構成する. 次に第 3 段階では, 店舗内の総ゴンドラ数を 5 つのグループへ割当て, 店舗全体の最適化構成を行う. 第 4 段階では, 第 3 段階で求められた各グループのゴンドラ数を基に, 新たに部門に割当て直す. 最後に第 5 段階で中分類に細かく割当てていき, 商品の最適構成を求める.

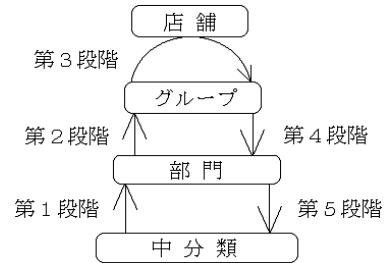


図 1 最適化実行の流れ

3 定式化

3.1 第 1 段階

3.1.1 添字, 定数の定義

K : 中分類の集合

L : ゴンドラ数の集合

j : 部門名

k : 中分類名

l : 10 倍したゴンドラ本数

A_{jkl} : 部門 j の中分類 k にゴンドラを $\frac{l}{10}$ 本割当ててる場合の売上

u_{jk} : 部門 j で中分類 k の標準ゴンドラ数

p_j : 部門 j に対して割当てられている総ゴンドラ数

売上 A_{jkl} は提供されたデータから最小二乗法を用いて, ゴンドラ数と売上の関係を対数関数で予測したものである.

3.1.2 変数の定義

$$x_{jkl}^{(1)} = \begin{cases} 1 & \text{部門 } j \text{ の中分類 } k \text{ にゴンドラを} \\ & \frac{l}{10} \text{ 本割当ててる場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

3.1.3 定式化

この定式化は部門 j についてのモデルである。

$$\max \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} A_{jkl} x_{jkl}^{(I)} \quad (6)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} l x_{jkl}^{(I)} = p_j \quad (7)$$

$$\sum_{l \in L} l x_{jkl}^{(I)} \geq u_{jk} \quad (k \in K) \quad (8)$$

$$\sum_{l \in L} x_{jkl}^{(I)} \leq 1 \quad (k \in K) \quad (9)$$

$$x_{jkl}^{(I)} = 0, 1 \quad (k \in K, l \in L) \quad (10)$$

3.2 第2段階

3.2.1 添字, 定数の定義

J : 部門の集合

L : ゴンドラ数の集合

i : グループ名

j : 部門名

l : 10倍したゴンドラ数

B_{jl} : 部門 j にゴンドラを $\frac{l}{10}$ 本割当ててる場合の売上

v_j : 部門 j の標準ゴンドラ数

q_i : グループ i に対して割当てられている
総ゴンドラ数

売上 B_{jl} は提供されたデータから最小二乗法を用いて、ゴンドラ数と売上の関係を対数関数で予測したものである。

3.2.2 変数の定義

$$x_{jl}^{(II)} = \begin{cases} 1 & \text{部門 } j \text{ にゴンドラを } \frac{l}{10} \text{ 本割当ててる場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

3.2.3 定式化

この定式化はグループ i についてのモデルである。

$$\max \sum_{j \in J} \sum_{l \in L} B_{jl} x_{jl}^{(II)} \quad (11)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in J} \sum_{l \in L} l x_{jl}^{(II)} = q_i \quad (12)$$

$$\sum_{l \in L} l x_{jl}^{(II)} \geq v_j \quad (j \in J) \quad (13)$$

$$\sum_{l \in L} x_{jl}^{(II)} \leq 1 \quad (j \in J) \quad (14)$$

$$x_{jl}^{(II)} = 0, 1 \quad (j \in J, l \in L) \quad (15)$$

3.3 第3段階

3.3.1 添字, 定数の定義

I : グループの集合

L : ゴンドラ数の集合

i : グループ名

l : 10倍したゴンドラ数

C_{il} : グループ i にゴンドラを

$\frac{l}{10}$ 本割当ててる場合の売上

w_i : グループ i の標準ゴンドラ数

r : 店舗の総ゴンドラ数

売上 C_{il} は提供されたデータから最小二乗法を用いて、ゴンドラ数と売上の関係を対数関数で予測したものである。

3.3.2 変数の定義

$$x_{il}^{(III)} = \begin{cases} 1 & \text{グループ } i \text{ にゴンドラを } \frac{l}{10} \text{ 本割当ててる場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

3.3.3 定式化

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{l \in L} C_{il} x_{il}^{(III)} \quad (16)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i \in I} \sum_{l \in L} l x_{il}^{(III)} = r \quad (17)$$

$$\sum_{l \in L} l x_{il}^{(III)} \geq w_i \quad (i \in I) \quad (18)$$

$$\sum_{l \in L} x_{il}^{(III)} \leq 1 \quad (i \in I) \quad (19)$$

$$x_{il}^{(III)} = 0, 1 \quad (i \in I, l \in L) \quad (20)$$

3.4 第4段階

3.4.1 添字, 定数の定義

J : 部門の集合

L : ゴンドラ数の集合

i : グループ名

j : 部門名

l : 10倍したゴンドラ数

B_{jl} : 部門 j にゴンドラを $\frac{l}{10}$ 本割当ててる場合の売上

v_j : 部門 j の標準ゴンドラ数

3.4.2 変数の定義

$$x_{jl}^{(IV)} = \begin{cases} 1 & \text{部門 } j \text{ にゴンドラを } \frac{l}{10} \text{ 本割当ててる場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

3.4.3 定式化

この定式化はグループ i についてのモデルである。

$$\max \sum_{j \in J} \sum_{l \in L} B_{jl} x_{jl}^{(IV)} \quad (21)$$

s. t.

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} l x_{jl}^{(IV)} = \sum_{l \in L} l x_{il}^{(III)*} \quad (i \in I) \quad (22)$$

$$\sum_{l \in L} l x_{jl}^{(IV)} \geq v_j \quad (j \in J) \quad (23)$$

$$\sum_{l \in L} x_{jl}^{(IV)} \leq 1 \quad (j \in J) \quad (24)$$

$$x_{jl}^{(IV)} = 0, 1 \quad (j \in J, l \in L) \quad (25)$$

3.5 第5段階

3.5.1 添字, 定数の定義

K : 中分類の集合

L : ゴンドラ数の集合

j : 部門名

k : 中分類名

l : 10倍したゴンドラ本数

A_{jkl} : 部門 j の中分類 k にゴンドラを $\frac{l}{10}$ 本割当てる場合の売上

u_{jk} : 部門 j で中分類 k の標準ゴンドラ数

3.5.2 変数の定義

$$x_{jkl}^{(V)} = \begin{cases} 1 & \text{部門 } j \text{ の中分類 } k \text{ にゴンドラを } \frac{l}{10} \text{ 本} \\ & \text{割当てる場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

3.5.3 定式化

この定式化は部門 j についてのモデルである。

$$\max \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} A_{jkl} x_{jkl}^{(V)} \quad (26)$$

s. t.

$$\sum_{k \in K} \sum_{l \in L} l x_{jkl}^{(V)} = \sum_{l \in L} l x_{jl}^{(IV)*} \quad (j \in J) \quad (27)$$

$$\sum_{l \in L} l x_{jkl}^{(V)} \geq u_{jk} \quad (k \in K) \quad (28)$$

$$\sum_{l \in L} x_{jkl}^{(V)} \leq 1 \quad (k \in K) \quad (29)$$

$$x_{jkl}^{(V)} = 0, 1 \quad (k \in K, l \in L) \quad (30)$$

上に示した, 対象とする1店舗のみの売上データを用いた実行の他に, 売上予測の精度を高めるため複数規模の店舗の売上データを使用し実行した。また, 粗利を最大とする問題としても定式化をし, 同様に実行した。

4 実行結果

対象とする1店舗のみのデータで実行した結果, 第3段階実行後の時点で売上が112,446,000円から131,566,000円へ17%上昇した。そして各中分類へゴンドラの割当てを行う第5段階では売上が135,574,000円となり, 最終的に20.6%上昇する結果となった。複数規模の売上データを用いた実行では第5段階で売上が135,385,000円となり, 1店舗のみのデータを使用した場合よりは低くなったが, 売上は20.4%上昇した。粗利は34,131,000円から最終的に41,735,000円と22.3%上昇し, 利益を伸ばすことができた。

<使用計算機>

PC名 EPSON DIRECT Endeavor

CPU クロック数 2.60GHz

RAM 容量 760MB

OS Microsoft Windows-XP Home Edition

数理計画ソフトウェア Lindo What's Best! 7.0

5 考察

今回の研究では, 売上を最大とするゴンドラ構成と粗利を最大にする店舗の最適ゴンドラ構成を行ったが, それぞれを最大にするゴンドラ構成は大きく異なる構成となった。売上を最大にするゴンドラ構成では, 低価格で商品を購入できる顧客の満足度と強い関係のある日用品, 雑貨のグループへの割当てゴンドラ数が多く, 売上と共にこの満足度を上げる最適解を求めたと言える。一方, 粗利を最大にするゴンドラ構成では, ホームセンターの品揃えに期待する顧客の満足度と強い関係のあるDIY商品のグループへの割当てゴンドラ数が増えたと言える。

6 おわりに

本研究では, それぞれの実行で現在の売上, 粗利よりも約20%以上伸ばすことができ, それぞれの最適構成では, 異なる顧客満足度を高める結果となった。この結果をふまえて, 現場で実践的に導入していくことによって, 両者の顧客満足度のバランスがとれた新しい店舗の最適構成の解も求められてくるだろう。

今回は変数が膨大であったために問題を分割して解いたことで, それぞれの解は近似解であるが, 全体最適を一度で求められるような研究を行うことで, より良い解を求めることができると考えられる。本研究で求めた最適構成が現場の向上に少しでもつながれば幸いである。

参考文献

- [1] 福島 雅夫: 数理計画法入門, 朝倉書店 (1992).
- [2] 久米 均: 統計解析への出発, 岩波書店 (1989).