

ホームセンターにおける最適人員配置

M2009MM016 成田翔一

指導教員 鈴木敦夫

1 はじめに

本研究の目的はあるホームセンターの121店舗の社員の最適人員配置をオペレーションズ・リサーチの手法を用いて行うことである。売上に影響を及ぼさずに残業時間を減少または均一化し、効率的な人員編制をすることが目標となる。全店舗の社員数は増員や減員はせず、異動のみによって実現することが条件である。またこの問題に対し、オペレーションズリサーチを用いて解決するにあたり、数理モデルを作成し有用な解答を導き出す方針である。

対象となるホームセンターの121店舗の2009年4月のデータでは、社員の残業時間は店舗により大きなバラつきがあった。ある店舗での社員の残業時間の合計は1ヶ月間に698時間であり、社員1人当たり毎日約2時間の残業をしている現状もあるが、ある店舗では社員の残業時間が0時間の店舗も存在する。社員に支払う残業費は通常の約1.2倍であり、現在の経済状況による経営環境からしてなるべく企業は社員に残業をさせず、業務を合理化することが求められている。また今までの人員配置は店舗ごとの予算によって行われた。しかし予算が同じでも1階建ての店舗と2階建ての店舗では必要な人員数は2階建ての店舗のほうが必然的に多くなるなどの問題が挙げられる。また売場面積が同じ店舗でも売上が違えば、作業が増え必要な人員数も変わる。そのため人員と仕事量がうまくマッチしていないという問題があるのではないかと考える。

よって本研究は管理者側は余分な人件費を払う必要がなく、かつ従業員側は過労などの1人に対する負担が大きくないような人員構成を理想形とした最適人員配置を目指す。そうすることで管理者側と従業員側の双方のニーズがマッチした人員配置を行うことが目的である。

本研究の構成は以下のとおりである。

第2節では2009年4月の1か月分のホームセンターのデータを解析した結果を説明する。

第3節では第2節のデータ解析で得られた結果とホームセンターが使用している”人時売上”のみに着目した最適人員配置について説明し、実際に計算を行った結果について述べる。

第4節では”人時売上”だけではなく、新たな評価の指標を設けるために新たな方法DEA(Data Envelopment Analysis)についての説明および本研究での活用方法について説明する。そして簡単な例を用いてホームセンター全店舗の人員数の過不足の評価について述べる。

第5節では第3節で説明した人時売上の均一化モデルにDEAの結果を基にした制約式を付け加え、再計算した結果を示し、考察する。

2 データの分析

使用データは2009年4月の1ヶ月分の121店舗分の以下の11種類である。

店舗規模 (ホームセンターが決定した6段階の規模):
SH(スーパーホームセンター),R1,R2,R3,R4,AH(アウトホーム)
の順に規模が大きい

R_i : 店舗*i*の売り場面積(バックヤード含まない)

S_i : 店舗*i*の1ヶ月の売上高(円)

W_i : 店舗*i*の社員の就労時間(残業含)(時間)

A_i : 店舗*i*のアルバイトの就労時間(時間)

T_i : 店舗*i*の就労計($W+A$)(時間)

E_i : 店舗*i*の社員数(在籍している社員人数)(人)

F_i : 店舗*i*の在籍アルバイト数(人)

M_i : 店舗*i*の人員計(社員数+アルバイト数)(人)

O_i : 店舗*i*の残業時間(社員のみ)(時間)

P_i : 店舗*i*の人時売上 = $\frac{S_i}{T_i}$
(従業員1人当たりの1時間の売上)(円)

2.1 解析

統計解析ソフトR2.5.1を用いて重回帰分析を行った。重回帰分析を行う際はどのような要素が就労時間や社員の残業時間に関係しているかを解析した。その結果、「就労計(社員とアルバイトの就労時間(残業含)の合計)」「在籍している「社員数」と「アルバイト数」を用いて決定係数が0.981と非常に高い精度で説明できることがわかった。この結果を用いて定式化を行う方針とした。以下では切片を Itc 、社員数の定数項を α 、アルバイト数の定数項を β とする。

3 ホームセンターの最適人員配置

人員配置を行う際には2章で述べた重回帰分析の結果と使用データである人時売上を用いる。人時売上とはホームセンターが用いる用語であり、従業員1人当たりの1時間の売上である。この数値の高低が忙しさを表す指標になると考えた。高いほど1人当たりのレジ打ちや商品補充などの作業が多くなり忙しくなると考え、低ければ生産性の低い時間が多いこととなると考える。

先ほどの重回帰分析の結果より、

$$P_i = \frac{S_i}{T_i} = \frac{S_i}{Itc + \alpha E_i + \beta F_i} \quad (1)$$

となり、本研究では社員数を決定することが目的であるので社員数を x_i と定め、

$$P_i = \frac{S_i}{Itc + \alpha x_i + \beta F_i} \quad (2)$$

とした。 x_i を変化させることで最適人員配置を行う非線形計画問題として定式化する。基準となる人時売上と各店舗の人時売上の差の絶対値の和を最小化する問題と定義することとした。

記号の定義は以下の4種類である.

- I : 店舗番号 (1, 2, ..., 121)
- F_i : 店舗 $i \in I$ のアルバイト数 (人)
- S_i : 店舗 $i \in I$ の1ヶ月分の売上 (円)
- R : 基準となる人時売上

決定変数は1種類である.

$$x_i: \text{店舗 } i \in I \text{ の社員数 } (i = 1, 2, \dots, 121)$$

定式化は以下である.

目的関数

$$Z = \sum_{i \in I} \left| R - \frac{S_i}{Itc + \alpha x_i + \beta F_i} \right| \rightarrow \min \quad (3)$$

制約条件

$$\sum_{i \in I} x_i = \sum_{i \in I} E_i \quad (4)$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

目的関数は基準となる人時売上 R と店舗 i の仮想人時売上との差を最小化する店舗 i の社員数 x_i を求めることが目的となる. 現段階では R の決め方は検討中であるため, 今回の R は2009年4月の全店舗の人時売上の平均となっている.(2)の制約式は人員配置は全体の社員数から増員も減員もしないという制約である.

3.1 実行結果

上記の定式化を用いて最適人員配置を行った. その際は Excel Solver を用いて計算を行い, 得られた結果について考察する. 図1のように店舗によってバラつきがあった人時売上は, 人員配置後に図2のように均一化されたことがわかる. SH(スーパーホームセンター)の人時売上が基準値 y より高くなっている店舗が目立った.

図3は人員配置後の社員の増減を表している. 店舗の規模が小さくなるにつれて増減の幅が狭くなっていることがわかる. ここからわかるのは, やはり店舗が小さくなることと比例して動かせる人員の数も小さくなるということである.

特に目立ったのは SH(スーパーホームセンター)の社員数の増減の幅が大きいということである. ということは SH(スーパーホームセンター)は極端に人員が少ないか, 多いかの二極化が起きているのではないかと考える. またこのモデルは人時売上のみに着目しているが, 業務内容や内部のことは視野に入っていないため, これらの人員配置を行った場合には売上が低い店舗から高い店舗へ社員を異動することとなるが, 売上が低くても忙しい店舗や業務がしっかり行えていない店舗にとっては負担となるのではという問題がある.

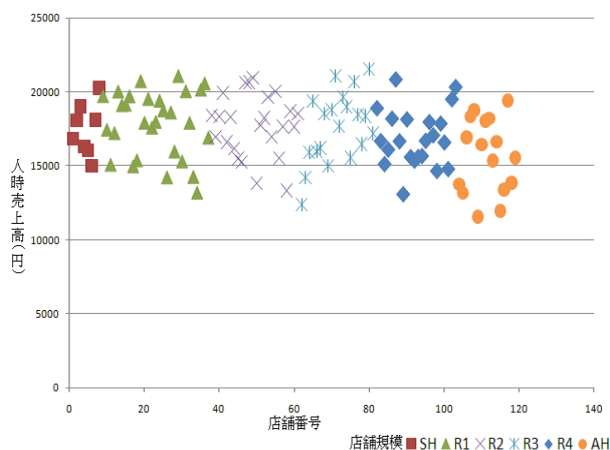


図1: 現状

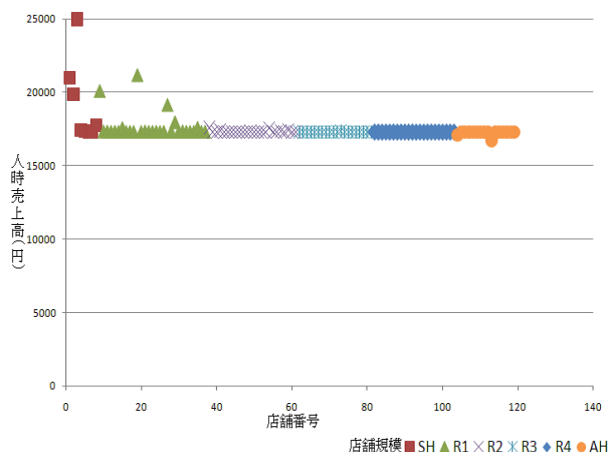


図2: 全体での人員配置 (人時売上)

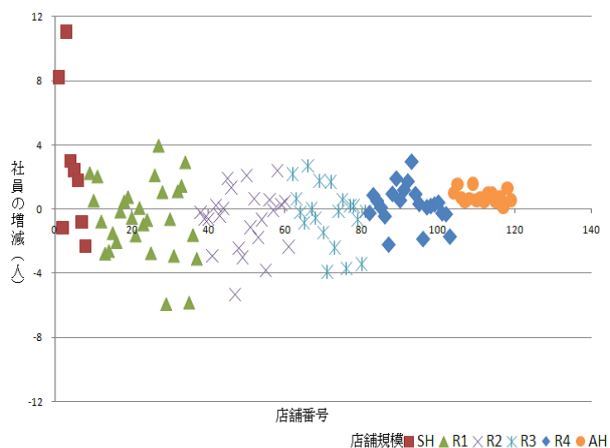


図3: 全体での人員配置 (社員の増減)

4 ホームセンターの店舗の DEA による評価

4.1 DEA の考え方

DEA(Data Envelopment Analysis) は、企業体などの多入力多出力システムの相対的な効率性を総合的に評価する手法である。この手法は公共機関から民間企業におよび様々な事業体の評価のために適用されている。[1]DEA では分析対象の評価が最も高くなるようにウェイト付けされた入力値と出力値の比を D 効率値として効率の評価に用いる。D 効率値によって、効率のよいシステム (D 効率的) と効率の悪いシステム (D 非効率的) に分析対象を区別する。

4.2 比較尺度による評価

企業体の評価尺度として比較尺度がしばしば用いられる。それは投入と産出の比で表わされる。すなわち

$$\text{比較尺度} = \frac{\text{産出}}{\text{投入}}$$

である。DEA はこの尺度を対象 [3] とする。

4.3 データ

DEA では分析対象を一般に DMU(Decision Making Unit:意思決定者)[3][4] という。DMU は銀行、デパート、スーパー、メーカー、商社、病院、国家、都道府県、市町村、学校、個人などのように多種多様であるが、これらの DMU はそれぞれのカテゴリー毎に似たような機能をもって活動している。DEA は企業を投入要素を産出物に変える変換過程とみてその変換効率を相対的に評価することが目的である。そのため DMU は事業体と呼ばれる、 n コの活動がある。それらを $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$ と番号を付ける。

m コの入力項目と s コの出力項目が選定され、 DMU_j の入力データを $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}$, 出力データを $y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj}$, とする。各活動のデータを縦に並べて行列にし、入力データ行列 $X(m \times n)$ と出力データ行列 $Y(s \times n)$ とする。

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{s1} & y_{s2} & \cdots & y_{sn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

4.4 CCR モデル

n コの活動がそれぞれについて比較尺度で効率性を測定していくが、対象になっている活動を代表的に記号 o とし DMU_o とする。記号 o は $1, 2, \dots, n$ のどれかを指すものとする。入力につけるウェイトを $v_{io}(i = 1, \dots, m)$, 出力に

つけるウェイトを $u_{ro}(r = 1, \dots, s)$ とし、その値を次の分数計画問題を解くことで求める。

$$\begin{aligned} &\text{目的関数} \\ \theta_o &= \frac{u_{1o}y_{1o} + u_{2o}y_{2o} + \cdots + u_{so}y_{so}}{v_{1o}x_{1o} + v_{2o}x_{2o} + \cdots + v_{mo}x_{mo}} \rightarrow \max \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &\text{制約条件} \\ &\frac{u_{1o}y_{1o} + u_{2o}y_{2o} + \cdots + u_{so}y_{so}}{v_{1o}x_{1o} + v_{2o}x_{2o} + \cdots + v_{mo}x_{mo}} \leq 1 \end{aligned} \quad (9)$$

$$v_{io} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

$$u_{ro} \geq 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s) \quad (11)$$

この制約式の意味は、ウェイト v_{io}, u_{ro} による仮想的入力と出力の比をすべての活動について 1 以下に押さえるということである。その上で該当の活動の比率尺度 θ を最大化するように v_{io}, u_{ro} を決める。したがって最適な θ_o の値 θ_o^* の値は最大で 1 である [2][3]。ウェイトが可変となることでその DMU にとって最も有利となる効率値を求めるしくみである。

5 政策数値を用いた店舗評価

5.1 使用データ

政策数値とは各店舗の作業効率やオペレーションの評価の際に使用されている。本研究で使用した政策数値は 2010 年 10 月の 126 店舗の以下の 7 種類である。

N_i : 店舗 i の値下高 (円)

H_i : 店舗 i の廃棄高 (円)

B_i : 店舗 i のスキャン率 (%)

D_i : 店舗 i の手打ち率 (%) ($100 - B_i$ で求められる数値である)

K_i : 店舗 i の改善提案数 (件)

W_i : 店舗 i のレジ違算率 (%)

C_i : 店舗 i のレジ売変率 (%)

G_i : 店舗 i のレジ売変回数 (回)

5.2 人員配置の過不足の店舗評価

126 店舗の「人手不足と思われる店舗」の評価を行った。制作数値を用いて各店舗の、入力値を「値下高」「廃棄高」「手打ち率 (100 - スキャン率)」「改善提案数」「レジ違算率」「レジ売変率」「レジ売変回数」とし、出力値を 残業時間 ÷ 社員数 = 「1 人当たりの残業時間」として DEA を用いて評価を行った。

入力値である「値下高」「廃棄高」「手打ち率 (100 - スキャン率)」「改善提案数」「レジ違算率」「レジ売変率」「レジ売変回数」は予測不能な突発的な余分な業務と考えた。これらの作業のための時間は通常考慮されていないと考え、残業に結び付く要因の 1 つと考えた。そのためこれらの数値が高い店舗は残業が多い店舗と仮定した。

出力値を「1 人当たりの残業時間」とした理由は店舗により人数が違うため、そのままでは人数の多い店舗と少ない店舗の区別ができずに評価されてしまうため 残業時間 ÷ 社員数 = 「1 人当たりの残業時間」とした。

そしてこの評価により、上位に評価された店舗は効率的に残業をしている店舗となる。余分な業務が少ない割に多くの残業時間を作り出していることとなる。すなわち上位の店舗ほど人手が不足し、必然的に残業が多くなってしまいう店舗と考えた。

5.3 実行結果

SAITECH 社の DEA-Solver-Pro を用いて以上の評価を CCR モデルとして行った。

効率値が 1 の店舗が 126 店舗中 30 店舗であり、これら 30 店舗が従業員の人数が不足していると評価された。

今回の評価で注意すべき点は、通常の DEA による評価とは逆に効率値が高いほど悪い評価であるという点である。

6 人員配置

本章では第 3 章で述べた人時売上の均一化と、第 4 章で行った DEA による評価によって作成した、人員数の過不足の判断を行う指標を用い、非線形問題として最適人員配置を行う。

このモデリングにより、作業などによる忙しさを考慮に入れ、基準となる人時売上と各店舗の人時売上の差の絶対値の和を最小化する。そうすることで管理者側と従業員側の双方のニーズがマッチした人員配置を行うことが出来ると考えた。

記号の定義は以下の 4 種類である。

I : 店舗番号 (1, 2, ..., n)

F_i : 店舗 $i \in I$ のアルバイト数 (人)

S_i : 店舗 $i \in I$ の 1 ヶ月分の売上 (円)

R : 基準となる人時売上

$$L_i : \begin{cases} 0 & \text{DEAにおいて効率値が1未満で人数} \\ & \text{不足と評価された店舗 } i \in I \\ 1 & \text{DEAにおいて効率値が1で人数不足} \\ & \text{であると評価された店舗 } i \in I \end{cases} \quad (12)$$

決定変数は 1 種類である。

x_i : 店舗 $i \in I$ の社員数 ($i = 1, 2, \dots, n$)

定式化は以下である。

目的関数

$$Z = \sum_{i \in I} \left| R - \frac{S_i}{Itc + \alpha x_i + \beta F_i} \right| \rightarrow \min \quad (13)$$

制約条件

$$\sum_{i \in I} x_i = \sum_{i \in I} E_i \quad (14)$$

$$x_i \geq E_i, \quad i \in \{I \mid L_i = 1, i = 1, 2, \dots, n\} \quad (15)$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

第 3 節で行った定式化に新たに (15) の制約式を加えた。これは人数不足と評価された店舗は減員しないという制約である。

6.1 実行結果

実行結果を図 4, 図 5 に示す。このモデリングにより第 3 節の結果よりも人時売上のバラつきは大きくなったが、人数不足の店舗は増員のみがされるようになったため、より現実的な人員配置をすることができた。

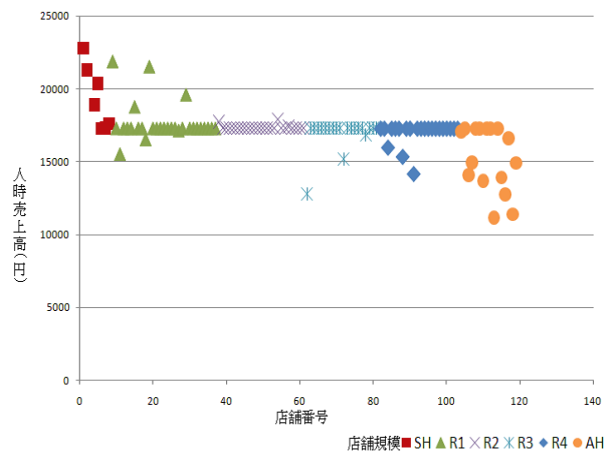


図 4 :人員配置 (人時売上)

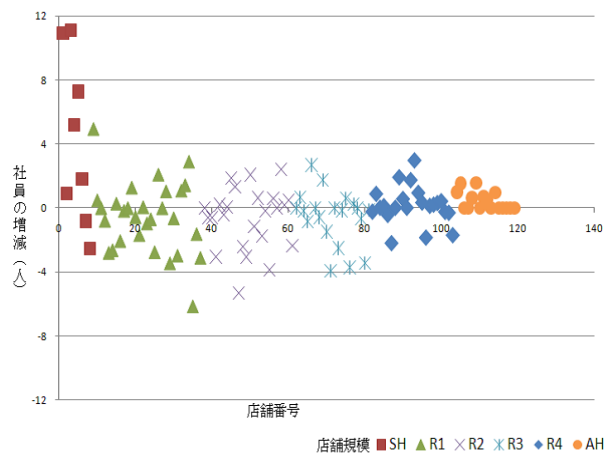


図 5 :人員配置 (社員の増減)

7 おわりに

本研究では統計解析、非線形問題、DEA により定式化を行い、ホームセンターの管理者側と従業員側の双方のニーズがマッチした人員配置を目的に行った。この結果人時売上を均一化し、かつ社員の労働の負担を平等となる人員配置を提案できた。単に表面的なデータだけでなく、内側の作業に関するデータを用いた制約式を追加することで現実的なモデリングをすることができたと考える。

今後の課題は更に詳しくホームセンターの中を見るために地域性、人件費、従業員の構成、建物の形状などを考慮し、最適人員配置を提案することである。

参考文献

- [1] 木下栄蔵, 大屋隆生, 鈴木敦夫, 杉浦伸, 演習 OR, 経営と評価のための OR 入門, 日科技連出版社, 2009.
- [2] 末吉俊幸, DEA-経営効率分析法, 経営工学のニューフロンティア 10, 朝倉書店, 2001.
- [3] 刀根薫: 経営効率性の測定と改善-包絡分析法 DEA による, 日科技連出版社, 1993.
- [4] 刀根薫: 数理計画, 朝倉書店, 2007.