

DEA を用いた商圈属性に適合した ホームセンターの部門別陳列棚数構成方法

三浦 英俊, 松田 眞一

1. はじめに

本研究は、ホームセンターの実データをもとに DEA (Data Envelopment Analysis, 包絡分析法) を用いて、商圈に対応したホームセンターの適切な品揃えを構成する方法を提案する。

筆者らが所属する大学は、全国に店舗を展開するホームセンターと共同研究を行っている。このホームセンターはオペレーションズ・リサーチを用いてさまざまな業務改善に取り組んできた。これまでシフトスケジューリングの自動作成により人件費の削減に取り組む研究や、折り込み広告の最適な選定により売上を増加させる研究がなされてきた [1, 2]。

商圈とは、[3] によれば「小売施設の顧客が住む地域」であるが、実際には商圈の地理的広がりとは設定する目的に応じてさまざまである。このホームセンターは数万種類の商品を取り扱っておりそれらは商品種類ごとに「部門」に分類されている。ホームセンターのように多くの種類の商品を扱う店舗は、競合店より優位に立って売上を高めるために、部門別陳列棚数を整える手がかりを得ることを目的として商圈を設定している。ホームセンターに限らず多くの店舗は、効率的な店舗経営のために、売場面積当たりの売上の向上を目指して、常によい売れ行きが期待される商品の品揃えを追求している。しかし適切な品揃えを決める問題は簡単ではない。たとえば、ホームセンターの商圈に戸建てが多いとき、園芸用品の売れ行きがよいことが知られている。するとこのホームセンターは園芸の売場を多くすればよい、と考えることができる。しかし、戸建てと園芸の売上の相関に基づく品揃えはすでに実行されており、さらなる園芸売場の増加は過剰であるかもしれない。商圈属性と品揃えの相関は明らかであっ

たとしても、その相関から部門ごとの適切な売場面積の量を決定することは難しい [4]。

本研究では、DEA の枠組みを用いて店舗ならびに商圈属性に対する売上の効率を評価し、店舗・商圈属性に対応した店舗の品揃え、すなわち部門別陳列棚数の構成を決定する方法を提案する。DEA については [5-8] を参照した。

本研究で扱う陳列棚とは、売場を構成する Gondola に据え付けられた商品棚を指す。Gondola の形状や大きさは店舗ごとにほとんど違いはないので、陳列棚もほぼ一定の大きさとなるが、陳列棚の高さは陳列する商品種類ごとに異なるため、小さい商品を扱う Gondola には多くの陳列棚が並んでいる。しかし本研究では陳列棚の高さの差異については考慮せず、部門ごとあるいは店舗全体の陳列棚の数を用いて分析を進める。

はじめに、ホームセンターの売上を説明する重回帰分析を行う。重回帰分析の目的は二つある。第一の目的は、売上を説明する変数として有効な店舗属性と商圈属性を明らかにして、DEA の入力に使用する変数の候補を得るためである。第二の目的は、データに使用する商圈の範囲を定めることである。重回帰分析によって適切な変数と商圈の範囲を明らかにして DEA に使用する。

次に、重回帰分析をもとにして店舗属性と商圈属性を入力、店舗売上を出力とする DEA 分析を行う。この DEA によって効率的と判定された店舗は、優れた店舗経営によって売上に対する入力効率の高い「店舗と商圈の属性に適合した効率が高い店舗」と考えることができる。店舗経営の内容には、広告・販売促進活動、価格設定、品揃えなどがある。このうち広告・販売促進活動、価格設定はホームセンターチェーン全体で統一して行われており店舗ごとの違いは小さいが、品揃えは店舗ごとにかなり違いがある。したがって、効率的な店舗は、店舗属性と商圈のお客の需要に適切に対応した部門別陳列棚数の構成ができていると考えられる。よって、部門別陳列棚数を改善したい店舗につ

みうら ひでとし, まつだ しんいち
 南山大学理工学部システム数理学科
 〒 466-8673 愛知県名古屋市中区山里町 18
 hmiura@nanzan-u.ac.jp
 受付 17.1.5 採決 17.8.3

いて DEA の双対問題を解けば、双対変数の大きさに対応して参照店舗の部門別陳列棚数を積み上げることによって改善案を作成することができるであろう。これが本研究で提案する方法である。

商圈の範囲について、また商圈の属性を明らかにする研究は OR のみならず商学、地理学などさまざまな分野で幅広く行われてきた。商圈をより一般的な問題として施設の利用圏域の探求あるいは施設配置問題としてとらえた研究は、ホテリング問題などの先駆的研究を経て広く研究が進められている [9, 10]。地理学分野における商圈研究の発展は [11] が詳しい。GIS を用いて店舗の商圈と住民の買い物行動を解析した研究として [12] や [13] などがある。オペレーションズ・リサーチにおいては、[4] は商圈が商業施設の立地を考えるために有用であることを指摘し、さらに、既存店舗にとって商圈の把握と対応のために使用されるハフモデルについての課題を指摘している。

店舗の売上と商圈属性の関係を明らかにする研究と比べて、商圈属性に合わせた適切な品揃えを実現する方法について取り組んだ研究はそれほど多くとは言えない。商圈属性に対応した品揃えについて考察する研究として、[14] は商圈分析の目的に消費者の店舗選択、店舗分類、消費者の反応の三つを指摘し店舗・商圈特性と商品の売り上げの相関関係を調べている。[15, 16] は、農作物直売所を対象として商圈の設定およびハフモデルを用いた需要予測を行い、直売所を分類した。本研究は、ホームセンターを対象としてこのテーマに取り組み、商圈属性に対応した品揃えを実現する方法を提案する。

論文の構成は以下のとおりである。2 節で売上予測のための重回帰分析について述べる。重回帰分析の説明変数の一部を、DEA の入力に使用する。3 節と 4 節では、DEA を用いて商圈属性と売場面積に対応した部門別陳列棚数を構成する方法について述べる。5 節から 7 節にかけて、計算の事例と実データを用いた解析の結果を示す。5 節で提案した方法の計算事例を示す。6 節で DEA 効率値と陳列棚数の関係について解析する。7 節で実際に改装した店舗のデータを用いて店舗改装の効果検証を行う。最後に 8 節で、研究の総括と今後の課題について述べる。

2. 重回帰分析によるホームセンターの売上予測

ホームセンターチェーンの 125 店舗（サンプル）の実データを使用して、2012 年 4 月から 2013 年 2 月末

までの 11 カ月間の店舗別売上金額を説明するクロスセクションデータの重回帰分析を行う。重回帰分析の目的は、1 節で述べたとおり DEA の入力と出力データの候補を得ることと適切な商圈の範囲を定めることである。店舗属性と商圈属性の二つのカテゴリーから説明変数を選択し、(1) 商圈属性と店舗属性の変数がともに 3 または 4 個となるように、また、(2) 決定係数が 0.8 を目指す、の二つの基準を定めて、変数増減法によって変数を決定した。

2.1 店舗属性

店舗属性の説明変数は、(1) 店舗の立地から 2013 年 2 月 28 日までの日数、(2) 売場面積 [坪]、(3) 複合店ダミー変数、を重回帰分析に使用する。これらのほかに駐車場の駐車可能台数や、駐車場への主要道路からの入りやすさを検討したが、適切な変数ではなかった。(1) 店舗の立地から 2013 年 2 月 28 日までの日数は、店舗がその場所で営業を始めてからの時間を表す。昔からある店舗ほど数値が大きい。(2) 売場面積については細かい説明は不要であろう。研究対象のホームセンターは、郊外大型店だけでなく売場面積の小さい店舗を都市中心部や人口の少ない地方部に展開していることを付言しておく。(3) 複合店ダミー変数は、店舗がショッピングモールのようにほかの大型スーパーや衣料品専門店などと複合店舗を構成している場合に 1、単独店舗の場合に 0 とする。このホームセンターでは、複合店となっている店舗は売場面積当たりの売上が低い傾向にあることが知られている。

2.2 商圈属性

商圈属性の説明変数は、選択する変数に加えて、どの範囲を商圈と定めてデータを使用するかが問題となる。商圈のかたちと大きさは、店舗からある距離以内の「円商圈」と自動車による所要時間を用いる「ドライブタイム商圈」のどちらを選択するか、さらにそれぞれの場合の距離または所要時間をどの程度の大きさにするか、説明変数ごとにさまざまな組合せを検討した。距離は 1, 3, 5, 7 km のいずれか、ドライブタイムは 10, 20, 30 分の中から選択した。なおドライブタイム商圈は、商圈分析 GIS ソフトウェア「マーケットアナライザー（技研商事インターナショナル株式会社）」を用いて地域を求めた。人口データや競合店舗のデータとの組合せを試みて、変数増加法において最も適切な組合せを選択した。

商圈属性に関する説明変数は、(4) 店舗から半径 3 km 以内の 2010 年国勢調査 30 代以上人口、(5) 店舗から半径 5 km 以内の他社のホームセンター店舗の売場面積

合計 [坪], (6) 店舗から半径 5 km 以内の自社のホームセンターの店舗の売場面積合計 [坪], (7) 最大影響店指数, を使用する。人口データは国勢調査 2 分の 1 メッシュデータ (一辺約 500 m) を使用する。

30 代以上人口はホームセンターの顧客の主要な年齢層である。40 代以上人口などほかの年齢層あるいは全人口を説明変数として比較検討してみたところ, (4) 店舗から半径 3 km 以内の 30 代以上人口を使用した場合が変数として選択された。そのほかに世帯数なども検討したが多重共線性の問題から人口データと併用することは難しく, 置き換えることも適切ではなかった。ホームセンターの競合店舗には, ドラッグストアやディスカウントストアや大規模スーパーマーケットなどがある。これらのうち (5) 店舗から半径 5 km 以内の他社ホームセンターの売場面積合計と (6) 自社のホームセンターとの売場面積合計が変数として選択された。また (7) 最大影響店指数は, (5) と (6) で使用する自店から距離 5 km 以内の他社および自社競合店舗の集合を R , 自店から競合店舗 $r \in R$ までの距離を d_r [km], $p(r) = \text{店舗 } r \text{ の売場面積} / \exp(d_r)$ として,

$$\text{最大影響店指数} = \max_{r \in R} p(r)$$

と定義して使用する。影響店指数は, 売場面積が大きく距離が近いほど競合店舗の影響が大きいことを表す。(5) と (6) だけでは売上を説明する変数として不十分であったため重回帰分析においてさまざまな組合せを試みたところ, (7) 最大影響店指数の追加が適切であることがわかった。

変数選択の結果として, 商圈は, (4) の人口データについては店舗から円商圈半径 3 km, (5), (6), (7) の競合店舗データについては円商圈半径 5 km となった。ホームセンターは遠方からの自動車による来客が多いと想像されるため, ドライブタイム商圈のほうがよいのではないかと予想されたが, すべての場合において円商圈が選択された。その理由は今後検討しなければならない。図 1 に店舗と商圈の模式図を示す。

2.3 重回帰分析の結果

表 1 に重回帰分析に使用する変数の記述統計量を示す。これら七つの説明変数を使用した重回帰分析の結果について述べる。自由度調整済み決定係数は 0.776 であった。表 2 に主要な結果を示す。開店からの日数の係数は正であり, 昔からある店舗ほど売上が高いことを示している。他社ホームセンターの売場面積の係数よりも自社の係数のほうが絶対値が大きく, 他社より

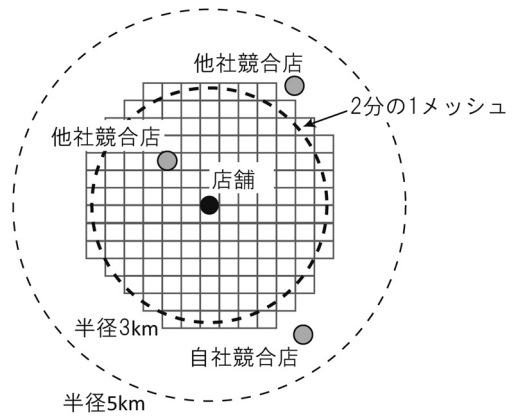


図 1 店舗と商圈

も自店競合に注意しなければならないことを示している。p 値は切片を除いてすべて 2% 未満である。標準偏回帰係数の絶対値から, 売場面積, 30 代以上人口, 自社ホームセンター売場面積の順に売上に与える影響が大きいことがわかる。図 2 に売上実データと重回帰による予測値の散布図を示す。売上がたいへん大きい店舗が一つだけある。売上実データの値が小さい店舗については, わずかに売上予測値が負値になってしまう店舗がある。外れ値となる店舗は見られない。残差の標準偏差は 27549 (万円) である。残差のヒストグラムを描いたところ正規分布に近い形状となり, 残差の分布の偏りは大きくないことを確認した。

3. DEA による商圈属性に適合した部門別陳列棚数構成の考え方

ホームセンターの売上向上のために部門別陳列棚数を改善する方法について述べる。

問題で考えるホームセンター店舗数を J とする。店舗の商品を K 個の部門に分類する。店舗 j ($j = 1, \dots, J$) の k ($k = 1, \dots, K$) 番目の部門の商品の陳列棚数を s_{jk} とする。 J 個の店舗のうち店舗 o の部門 k の陳列棚数 s_{ok} を改善することを考える。

店舗ごとに, 店舗属性と商圈属性はそれぞれ異なるが, 前節で述べた重回帰分析から売上を説明するために有効な変数は明らかとなっている。店舗属性と商圈属性を入力, 店舗売上を出力とする DEA 分析を行って店舗を評価し, 効率的と判定された店舗は, 優れた店舗経営によって売上に對する入力の効率の高い「店舗と商圈の属性に適合した効率が高い店舗」と考えることができる。店舗経営のうち広告・販売促進活動, 価格設定などは商圈・店舗属性と直接関連なくホームセンター全体の戦略に従って行われているが, 部門別陳

表 1 変数の記述統計量

	平均	標準偏差	最大値	最小値	四分位範囲
売上実績 (万円)	91987	59864	340172	11310	72206
(1) 開店からの日数	5883	3495	13702	602	5558
(2) 店舗面積 (坪)	1237	805	5136	269	821
(3) 複合店ダミー	0.28	0.45	1	0	1
(4) 30代以上人口	50200	40152	186153	608	43817
(5) 他社ホームセンター売場面積 (坪)	4232	3665	17349	0	4878
(6) 自社ホームセンター売場面積 (坪)	1661	1916	6787	0	2563
(7) 最大影響店指数	145.27	212.00	1216.24	0	156.21

表 2 重回帰分析の結果

切片	係数	p 値	標準偏回帰係数
切片	-4.49×10^7	0.565	—
(1) 開店からの日数	19882	0.015	0.116
(2) 店舗面積 (坪)	581077	0.000	0.781
(3) 複合店ダミー	-1.66×10^8	0.015	-0.125
(4) 30代以上人口	10355	0.000	0.695
(5) 他社ホームセンター売場面積 (坪)	-3.780	0.000	-0.217
(6) 自社ホームセンター売場面積 (坪)	-4.971	0.000	-0.284
(7) 最大影響店指数	-322295	0.018	-0.114

自由度調整済み決定係数 0.776

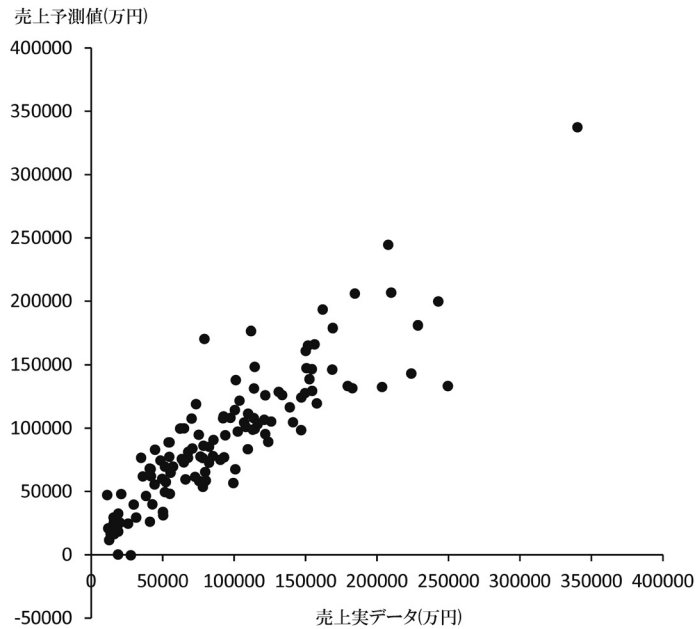


図 2 売上実データと重回帰による予測値の散布図

列棚数の決定は個々の店舗に合わせて行われる。したがって、効率的な店舗は、店舗属性と商圈のお客の需要に適切に対応した部門別陳列棚数の構成ができていると考えられる。

部門別陳列棚数を改善したい店舗について DEA の

双対問題を解いて、効率値が 1 となる参照集合に属する店舗に対する双対変数値を求め、双対変数の大きさに比例して参照店舗の部門別陳列棚数を積み上げることによって改善案を作成する。

4. DEA を用いた部門別陳列棚数構成

DEA においては、入力や出力の種類が多いと効率的な店舗が過剰に多くなる傾向にあるため、数を絞ったほうがよいとされている。DEA に使用する店舗のうち効率的な店舗が 3 割程度となることを目指して、以下のように重回帰分析で使用した説明変数からいくつかを除外して使用する。

1. 重回帰分析で使用した説明変数のうち、(1) 開店からの日数は店舗属性の重要な変数であり昔からある店舗ほど売上が高いという結果が出ているが、DEA において売上に対する店舗属性の効率を計算する場合に入力データとして適切ではないので使用しない。

2. (3) 複合店ダミー変数は DEA の一般的な入力として適切でないので使用しない。

3. 競合店舗に関する変数は、(5) 他社ホームセンター売場面積、(6) 自社ホームセンター売場面積、(7) 最大影響店指数の三つがある。効率的な店舗が過剰となることを防ぐためにこれらを除外し、新たに店舗 j の競合店の影響の大きさを表す指標として、影響店指数合計 $\sum_{r \in R_j} p(r)$ を導入する。

ここで R_j は店舗 j から距離 5 km 以内の他社および自社競合店舗の集合を表す。ただし DEA において入力は小さいほどよいという性質をもった非負数でなければならないので、DEA に使用する J 個の店舗のうち影響店指数合計の最大値 $\max_j \left(\sum_{r \in R_j} p(r) \right)$ から陳列棚数を改善したい店舗 o の影響店指数合計 $\sum_{r \in R_o} p(r)$ を差し引いた値

$\max_j \left(\sum_{r \in R_j} p(r) \right) - \sum_{r \in R_o} p(r)$ に変換して使用する [5]。

すなわち、売場面積、30 代以上人口、影響店指数合計の三つを DEA の入力とする。出力は売上を使用する。出力指向型 DEA を用いて効率値と双対変数を求める。

店舗 j の三つの入力を $x_{ij} (i = 1, 2, 3, j = 1, \dots, J)$ 、出力である売上を y_j とする。店舗 o の効率値を計測する出力指向型 DEA の CCR モデルの双対問題 D を、 λ_j と η_o を双対変数として

$$\begin{aligned} \text{D: } \max. \quad & \eta_o \\ \text{s. t. } \quad & \sum_{j=1}^J x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} (i = 1, \dots, 3), \\ & - \sum_{j=1}^J y_{ij} \lambda_j + y_o \eta_o \leq 0, \\ & \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, J), \end{aligned}$$

と記述することができる [8]。

店舗 j の第 k 部門の商品陳列棚数 s_{jk} を K 個並べたベクトルを \mathbf{s}_j とする。 $\lambda_j > 0$ となる店舗 j を店舗 o の参照店舗と呼ぶことにする。DEA による店舗 o の陳列棚数改善理想案 \mathbf{s}_o^* を

$$\mathbf{s}_o^* = \sum_{j=1}^J \lambda_j \mathbf{s}_j \quad (1)$$

とする。陳列棚数改善理想案 \mathbf{s}_o^* は、店舗属性と商圈属性に対して売上が効率的でない店舗は、重み λ_j に応じて属性が似た効率的な参照店舗の部門別陳列棚数を真似すればよい、という改善案である。

この理想案は、店舗および商圈属性に対して売上が低いと判定された効率値の低い店舗に対して「陳列棚数の構成比を効率的な店舗に重みをつけて足し合わせて再編成しなさい」という示唆を与える。

店舗 o の参照店舗の陳列棚数と双対変数の結果によっては、理想案の陳列棚数合計が現在の陳列棚数合計と大きく異なることがある。しかし店舗 o の改善案として陳列棚数を増やすあるいは減らすことが現実的でない場合もある。このときは次の陳列棚数改善目標案 \mathbf{s}_o^{**} を提案する。ただし s_{ok}^* は陳列棚数改善理想案 \mathbf{s}_o^* における部門別陳列棚数である。

$$\mathbf{s}_o^{**} = \frac{\sum_{k=1}^K s_{ok}^*}{\sum_{k=1}^K s_{ok}^*} \mathbf{s}_o^* \quad (2)$$

陳列棚数改善目標案 \mathbf{s}_o^{**} は、陳列棚数合計を変化させることなく、その部門別構成比を \mathbf{s}_o^* と同じにする改善案である。

5. DEA を用いた陳列棚数の提案の計算事例

2013 年度のデータを用いて、郊外にある比較的店舗面積の広い o 店の陳列棚数の改善案を計算する。

このホームセンターの店舗は、都市中心部、郊外住宅地、主要道路沿い、山間部などに大きささまざまな規模の店舗を展開している。そのため、これらをすべて同じ DEA で比較すると、適切でない店舗が参照店舗となる

おそれがあるので、これを回避するために、店舗をいくつかのグループに分けておくことにした。重回帰分析に用いた説明変数と被説明変数（売上）のデータを利用して階層クラスター分析を行い、五つのグループに分けた。それぞれのグループの特徴は、第1グループ：面積の大きい店舗群、第2グループ：商圏の競合店舗が多い店舗群、第3グループ：商圏人口の多い店舗群、第4グループ：商圏人口と競合店舗とが少なく、面積の大きい店舗群、第5グループ：商圏人口と店舗面積がともに中程度の店舗群、となった。

o店は第5グループに所属する。第5グループには27の店舗が含まれており、DEAによって3店舗が効率的な店舗と評価された。o店のDEAの効率値は0.526である。o店の参照店舗はOK店、TH店、KT店であり、三つの店舗の双対変数の値はそれぞれ0.310、0.503、0.378である。表3に4店舗のDEA入力と出力データを示す。ただし、影響店指数合計は $\max_j \left(\sum_{r \in R_j} p(r) \right) - \sum_{r \in R_o} p(r)$ による変換後の数値を記載している。

OK店は売上はo店とほぼ同じであるが、売場面積と影響店指数が小さい。TH店はo店と三つの入力は同程度であるが売上が2倍以上ある。KT店は競合店舗についての商圏（半径5kmの円領域）内の競合店舗が多いため影響店指数合計がゼロとなっているが、o店とほぼ同じ売上を達成している。

店舗oを含めた4店舗の部門別陳列棚数と双対変数値は表4のとおりである。o店の陳列棚数改善理想案と目標案を表5に示す。理想案は陳列棚数合計をわずかに増やす案となっている。部門ごとに見ると、園芸・屋外、工具・資材、レジャー、日用品については陳列棚を増やし、家具と家電は減少する案である。o店は最近改装を実行した。これについては改装効果検証について述べる7節で説明する。

6. DEA 効率値と陳列棚数の関係の分析

本研究の提案する陳列棚数構成方法は、DEAの入力と出力に商圏および店舗の属性と売上を用いており、陳列棚数を使用しない。その理由は前述したとおりDEAの役割が商圏・店舗属性から売上の効率値を計測することだからである。一方で、陳列棚当たりの売上は従来から店舗の効率を計る一般的な指標として使われてきた。

本節ではまずDEA効率値と陳列棚数にどのような関係があるのか調べる。図3は前節で計算に使用した

表3 o店とその参照店舗のDEA入力・出力データ

	o	OK店	TH店	KT店
売場面積(坪)	1824	1118	1758	1569
30代以上人口	69539	66392	56894	53812
影響店指数合計 (変換後)	258	88	458	0
売上(百万円)	1045	1174	2441	1048

表4 o店とその参照店舗の部門別陳列棚数および双対変数値

	o	OK店	TH店	KT店
双対変数値	—	0.310	0.503	0.378
園芸・屋外	194	171	196	153
工具・資材	508	394	480	439
レジャー	169	122	209	156
日用品	312	256	297	303
家具	224	138	192	183
家電	191	98	126	128
陳列棚総数	1598	1179	1500	1362

表5 o店の陳列棚数の改装前、理想案、目標案、改装後

	改装前	理想案	目標案	改装後
	s_o	s_o^*	s_o^{**}	s'_o
園芸・屋外	194	209	205	171
工具・資材	508	530	518	651
レジャー	169	202	197	152
日用品	312	343	336	304
家具	224	209	204	151
家電	191	142	139	163
陳列棚総数	1598	1635	1598	1592

o店を含む第5グループの27店舗について、効率値と陳列棚当たりの売上金額の関係を表す散布図である。両者は一定の関係があることが読み取れる。効率値が高くなるほど陳列棚当たりの売上が高い店舗が増加している。27店舗の売場面積と陳列棚数合計の相関係数は0.651である。

次に、DEA効率値と理想案の陳列棚数との関係について考える。図4は、横軸にDEA効率値、縦軸に理想案の陳列棚数合計から現状の陳列棚数合計との差を取った散布図である。縦軸は正のときに理想案が陳列棚数を減らす提案となっていることを示す。二つの値の相関は大きいとは言えない。理想案のほうが現状の陳列棚数合計よりも多い店舗が8、理想案が現状よりも少ない店舗が16であり、現状よりも陳列棚数を減らして効率的になることを求める提案となっている店舗が多いと言える。

理想案が現状の陳列棚数よりも多くなるかそれとも少なくなるかについて、売場面積当たりの売上との関

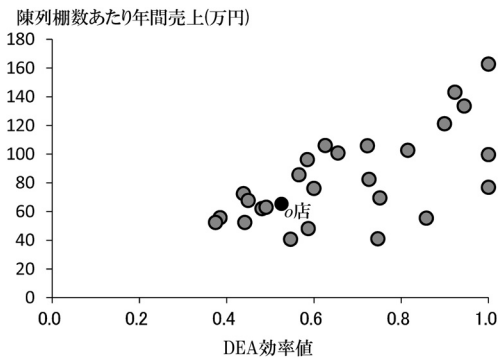


図3 27店のDEA効率値と陳列棚当たりの売上の散布図

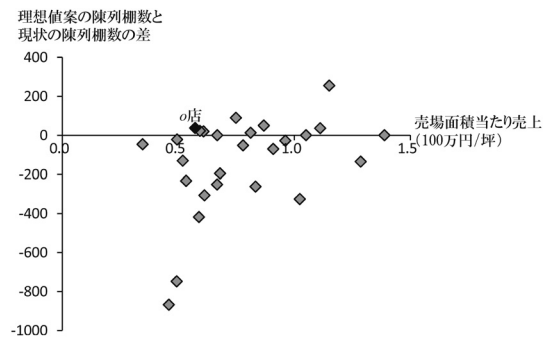


図5 27店の売場面積当たり売上と理想案の陳列棚数合計と現状の陳列棚数合計との差

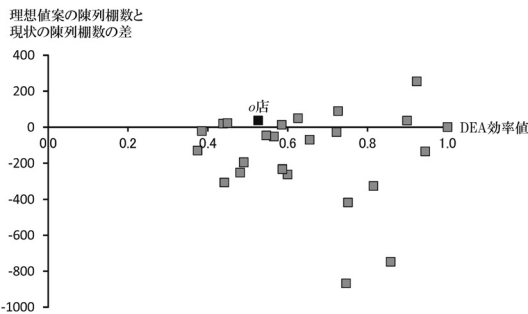


図4 27店のDEA効率値と理想案の陳列棚数合計と現状の陳列棚数合計との差

係について調べてみる。図5は、横軸に売場面積当たりの売上、縦軸に図4と同じく理想案の陳列棚数合計から現状の陳列棚数合計との差を取った散布図である。これを見ると、おおよそのところ売場面積当たりの売上が低い店舗ほど理想案が現状の陳列棚数よりも少なくなっていると言える。これは、売場面積当たりの売上が低い店舗は効率的な店舗となるために売場面積(すなわち陳列棚数)を縮小したうえで売上を維持あるいは高めてほしい、という改善提案となっていることを表している。

以上の結果からホームセンターの担当者からは、DEAの効率値の高い店舗や理想案による部門別陳列棚数構成について、おおよそ感覚と合致している旨のコメントをもらうことができたが、理想案と現状の陳列棚数が大きく異なる店舗は、理想案が適切な改善提案となっていない。その場合は理想案の代わりに陳列棚数合計を変化させない目標案を使えばよいが、適切でない理想案が多く出てしまう場合には、店舗グルーピングや入力・出力データの選定などDEAモデルを柔軟に見直してもよいであろう。

7. 店舗改装の効果検証

実際に改装を行った店舗のデータを用いて、提案した手法の妥当性を検証する枠組みについて検討する。

5節で対象とした〇店はその後改装を行っている。この改装はDEAによる改善理想案や目標案と関連なく計画・実行されている。

改装後9カ月間の店舗売上は前年同期間と比べて3.7%増加した。したがって全体として改装効果があったと判断できるが、改装前後の部門別陳列棚数の変動と部門ごとの売上の変動を調べて、部門ごとの改装効果を検証する。表5には改装前と改装後の陳列棚数構成 s_o および s'_o を記載した。陳列棚総数は1598から改装後6減少しただけでほとんど変わらない。工具・資材部門の商品を大幅に強化し、家具部門と家電部門は陳列棚数を減らした。これら3部門のDEAによる理想案は、提案する陳列棚数の違いはあるが、工具・資材部門を増やして、家具部門と家電部門を減少させる計画となっており、増減の方向は一致している(表5理想案 s_o^* の列を参照のこと)。

改装前の部門 k の売上を q_{ok} 、改装後の部門 k の売上を q'_{ok} として、部門別の売上の比較を表6に示す。図6に、横軸に〇店の部門ごとの改装前後の陳列棚数の変化 $s'_{ok} - s_{ok}$ を取り、縦軸に改装前後の部門別売上の差 $q'_{ok} - q_{ok}$ を取った散布図を示す。工具・資材部門の陳列棚の増加は売上増加に貢献している。園芸・屋外部門は売上が増加しており、陳列棚数を減らした影響は見られない。また家具部門とレジャー部門も売上がわずかに減少しただけなので、売上を達成するために適正な陳列棚数になったと言える。これら3部門の改装は成功していると判断できる。家電部門と日用品部門は陳列棚数を減らして売上が減少しているため、当然の結果である。一方で日用品部門の売上減少はや

表6 o店の改装前後の部門別売上（前年同月9カ月間の比較）

	改装前 (100万円)	改装後 (100万円)	差 (100万円)
	q_{ok}	q'_{ok}	$q'_{ok} - q_{ok}$
園芸・屋外	96.7	106.2	9.5
工具・資材	227.7	272.6	44.9
レジャー	112.8	110.5	-2.3
日用品	219.2	206.4	-12.8
家具	76.0	75.3	-0.7
家電	90.9	83.6	-7.3
合計	823.3	854.6	31.3

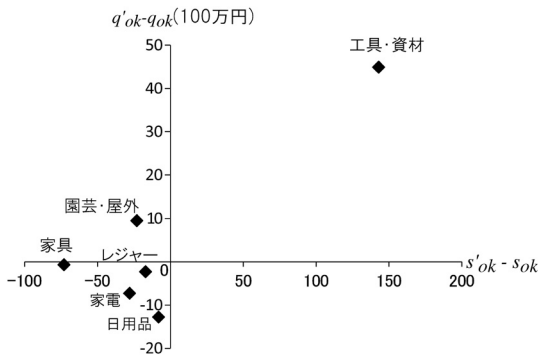


図6 o店の改装後部門別陳列棚数の理想案との差と陳列棚当たり売上の増減の関係

や大きいと言わざるを得ない。

工具・資材部門については、DEAによる理想案でも陳列棚数の増加を提案していたところ、実際の増加数は理想案を120も上回る改装であった。店舗全体としては先に述べたとおり3.7%の売上増加となったが、この改装はDEAの理想案に基づくものではないため、必ずしも的確な改装案の評価を行うことができなかった。今後は、DEA理想案によって改装を実行した店舗についてデータを入手して検証を行いたい。改装前後の陳列棚数と売上の変化について図6のような散布図を作成したとき、陳列棚数を減らした部門については売上が維持されており、陳列棚数を増やした部門については売上が伸びていればその改装は成功したと言える。

8. おわりに

本研究では、DEAを用いて商圈属性と適合した商品部門ごとの陳列棚数の構成を決定する方法を提案した。既存店舗の改装だけでなく、新規店舗の最初の部門別陳列棚数の構成もホームセンターにとって重要な問題である。新規店舗の品揃え構成についても、本研究の提案手法が適用可能であろう。

このホームセンターでは、提案した手法を参考にした改装を順次行いつつある。ホームセンターの担当部署で参照店舗と双対変数を算出し、陳列棚数の理想値および目標値から実際の改装計画を立案できるようになり、これまでの経験と勘による計画から前進できた、という報告をいただいている。

手法の提案と合わせて、実データを用いた改装効果の検証方法についても述べたが、今後はより多くの店舗データを蓄積したうえで、提案した手法が現実に有効であるかどうか、継続的に調べていきたいと考えている。

謝辞 本研究は JSPS 科学研究費 基盤研究 (A) 24241054 の補助を受けている。ここにお礼申し上げます。また、貴重なご意見をくださった査読者に感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 鈴木敦夫, “ホームセンターのサービスイノベーション—最適店舗レイアウトとシフト作成—,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **56**(8), pp. 439–444, 2011.
- [2] 鈴木敦夫, 松田眞一, 三浦英俊, “HCのサービスイノベーションのための最適店舗レイアウトとシフト作成,” ダイヤモンドホームセンター, 2012年5月号, pp. 47–49, 2012.
- [3] 中西正雄, 『小売吸引力の理論と測定』, 千倉書房, 1983.
- [4] 佐藤栄作, “商圈分析モデルの現状と課題,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **42**(3), pp. 137–142, 1997.
- [5] W. D. Cook and J. Zhu (森田浩訳), 『データ包絡分析法 DEA』, 静岡学術出版, 2014.
- [6] W. W. Cooper, L. M. Seiford and J. Zhu, “Data envelopment analysis history, models and interpretations,” *Handbook on Data Envelopment Analysis*, **71**, pp. 1–39, 2004.
- [7] 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.
- [8] 松井知己, 森雅夫, 『オペレーションズ・リサーチ』, 朝倉書店, 2004.
- [9] 鶴飼孝盛, “一対比較における投票結果に基づいた最適な施設立地場所,” 都市計画論文集, **50**, pp. 297–302, 2015.
- [10] 岡部篤行, 鈴木敦夫, 『最適配置の数理』, 朝倉書店, 1992.
- [11] 根田克彦, “日本における「小売業の地理学」の研究動向とその課題,” 地理空間, **1**, pp. 128–141, 2008.
- [12] 阿部宏史, 谷口守, 中川拓哉, “地方圏の市町村における小売業集積の動態と買い物行動の変化,” 地域学研究, **32**, pp. 155–171, 2001.
- [13] 土屋純, 伊藤健司, 海野由理, “愛知県における書籍チェーンの発展と商圈の時空間変化,” 地理学評論, **75**, pp. 595–616, 2002.
- [14] 里村卓也, “商圈分析のためのエリア・セグメンテーション,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **50**(2), pp. 71–76, 2005.
- [15] 河田員宏, 古川満, “商圈分析による直売所の類型区分と今後の対応—岡山県を対象として—,” 農業経営研究, **44**, pp. 84–88, 2006.
- [16] 河田員宏, 藤原利行, “農産物直売所における野菜の品揃え改善の一方策,” 近畿中国四国農業研究, **16**, pp. 109–116, 2010.