

DEA利用のための実践的な解説書

－1986年と2011年の東京都23区の公立図書館の比較評価－

新 村 秀 一

本稿の目的

東京都の区立図書館のDEA分析は何度も取り上げている。これまでは通常のDEAの常識に従った分析であった。しかし、DEAは「企業経営効率性分析」を謳い文句にしているが、決して一般企業で評価手法として利用普及していない。そこで、例えば企業経営の中核になる本学の卒業生が企業で何か評価すべき事態に直面した場合、率先して分析し、他の関係者に理解してもらえるように工夫し分かりやすくしないと、単に論文作成のための分析手法の域を出ないと考えた。

まず問題になるのは、DEAを研究に利用しようという人でも挫折する点の解消である。普及に利用するのは、最初に提案されたCCRモデルの徹底活用で十分である。統計などでも最初に考えられた手法や考え方を十二分に活用することがまず基本である。そして、数理計画法研究の定番である双対モデルに変換して議論することをやめれば、多くの脱落が防げる。

多くの分析手法の普及には、使いやすい分析ソフトが必要であり、問題の変更に影響されない「LINGOによる汎用モデル」を付録に示した。Excel上にデータを準備するだけで分析できる。筆者の卒業ゼミ生は、4月から初めて6月に分析レポートの初稿を提出した。次に図2のような散布図で改善目標とすべき手本を示す説明が行われてきたが、2入力2出力以上では説明できない。そのため、データで簡単に分かるクロス効率値を出力し、DEAクラスター[8]という新しい概念を考えた。しかし、これを利用するとすぐに分かるが、評価対象が改善目標とすべき多くのクラスターに分かれ、評価した後で実際に改善活動を行おうとする妨げになる。これはCCRモデルが評価対象の良いところだけに目を付け評価する手法のため、効率値が1になる多くの評価対象が現れるためである。この欠点を解消するため、単に説明だけに用いられ利用されてこなかった「Invert CCRモデル」の併用を考えた。これでCCRモデルで効率値1になる評価対象に順位づけができ、どの評価対象をまず改善目標にすれば良いかが分かる。

以上の方法を適用するだけで、1986年に効率値が0.19であった千代田区が、2012年に効率的に変貌を遂げたことが分かる。昨年（2012年）、図書館の変貌がマスコミに注目されたが、本稿で具体的に説明できる。DEAの指摘されていない利点がある。p入力q出力の場合、 $p \times q$ 個の出力／入力の比が考えられる。比で評価することは、簡単であるため良く用いられてい

るが、 $p \times q$ 個の総合評価ができない点である。実はDEAは比率を総合的に評価する手法と捉え直すと分かりやすい。2012年と1986年を総合して表6の個別の比率で目立たない中目黒が、逆CCRで手本にすべきということが分かる(表8)。

一方、注意すべき点がある。例えばJR東日本の各駅の効率性を評価した場合、東京駅のような看板駅が選ばれるとは限らない。これは企業などに適用した場合、中核事業が評価されないため、将来トップになると考えられる該当事業部長の評価を得られない危険性がある。すなわち、総合指標で頑張っている評価対象を目標に、全組織で改善するために利用すべき方法である。改善方法は、Excelで簡単に計算でき解釈が容易な「1入力固定改善法」を用いることで、どこをどれだけ改善すべきか分かる。1986年では、床面積を固定すると改善目標の世田谷に比べ、他の22区がすべて図書館の床面積が過大であったことが分かる。その後25年間で、公立図書館改革の一端は独立した図書館から複合施設に入居する方向に変わっていることがうらづけている。

例えば大学は経営効率性と最もなじまない組織である。しかし、例えば研究教育に配分されている資源が効率的かどうかを検証し、その結果をもとに冷静に議論し、数年かけて改善していくためのコンセンサスを得るのに最適な手法と考える。

あるいは商品の価格性能比を、CCRと逆CCRモデルで分析すると、ユーザーと販売側の視点で効率性を評価できる。

1. はじめに

DEAは、評価に可視化という新しい視点を持ちこんだ。入力を x として出力 y が評価を表す場合、回帰分析で $y = a \cdot x + c$ という単回帰式で評価項目 y が x で予測できる。この場合 x は、時間的に y より先行していて、制御しやすいという条件を満たすことで実用上意味を持ってくる。欠点としては n 個の評価対象から共通の回帰係数 a と定数項 c を求めている点である。このとき出力 y が大きいほど良いと仮定した場合、誤差 e が大きくて正になるものが評価されるべきであるが、現実には y の値が大きなものに限定される傾向がある。例えば、企業における事業部評価でも、売り上げや利益規模の大きな中核事業が注目され、たとえ採算性が良くても規模の小さい事業部は評価されないことが多い。これに対してDEAは、入力と出力の比を効率値 y/x としてとらえることを提案した。その上で個々の DMU_i (評価対象)に最適な重みを与えて、DEA効率値 $b_i \cdot y_i / a_i \cdot x_i$ を他の DMU_j ($j=1, \dots, n$)の効率値¹を1以下にするという制約のもとで最大化することを提案した。DEAの基本的なこの手法は、米国テキサス大学のCharnesとCooper両教授とRhodesによって開発されたのでCCRモデルと呼ばれている [4]

¹ DEAの目的関数の値をDEA効率値、クロス効率値(制約式)で計算されるものを効率値と区別する。

[9]。

$$\begin{aligned} \text{MAX} &= b_i * y_i / a_i * x_i ; \\ b_i * y_j / a_i * x_j &\leq 1 ; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad \text{式 (1)}$$

入力と出力が複数ある場合、入出力と重みをベクトルに置き換えて、DEA効率値を ${}^t b_i * y_i / {}^t a_i * x_i$ と定義すれば式 (2) で一般化される。これによって重回帰分析で扱えない複数の出力変数も分析できる。

$$\begin{aligned} \text{MAX} &= {}^t b_i * y_i / {}^t a_i * x_i ; \\ {}^t b_i * y_j / {}^t a_i * x_j &\leq 1 ; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad \text{式 (2)}$$

しかし、このモデルは非線形計画法になるため、計算時間がかかり大域的探索が必要になる。そこで式 (3) のように変形して、線形計画法で解くことで非線形計画法の問題が解消できる。

$$\begin{aligned} \text{MAX} &= {}^t b_i * y_i ; \\ {}^t a_i * x_i &= 1 ; \\ {}^t b_i * y_j &\leq {}^t a_i * x_j ; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad \text{式 (3)}$$

CCRモデルを用いる最大の利点は、評価の可視化と公平性が実現できる点である。すなわち評価対象自身に最適な重みを求めているが、その結果DEA効率値が1になる場合と、ならない場合がある。従来の企業における評価法は、上司や専門家の経験や知識に負うところが大きい。そして、その基準が分かりにくく不明であることが多く、評価が良くない場合には評価対象にとって与えられた評価が納得しにくかった。しかしDEAでは、評価対象自身に最適な重みを求めてなおかつ非効率であれば、その重みで効率値が1になる他の評価対象がいることになる。その場合、その評価対象を参照集合（手本）として改善点を考えることができる。これが重回帰分析のように共通の重みであったり、他の評価対象の重みであったり、評価基準があいまいであったりしない点が、評価の可視化や公平性を考える上で重要になる。

一方では、CCRモデルは各評価対象に一番有利な評価を行うため、入出力の変数が増えてくると手本が増える問題がある。企業で普及を考える場合、たくさん出てくる手本の中で一つの評価対象を手本にして問題点（改善点）を検討し、必要であれば別の手本で追加検討する方が普及しやすい。CCRモデルの欠点は、手本の中で優先順位がつけられない点である。

そこで式 (4) の逆CCRモデルの利用が考えられる。DEA効率値に代わってDEA逆効率値 ($b_i \cdot y_i / a_i \cdot x_i$) を考え、この重みを用いて他の評価対象が1以上になるという制約で最小化する重みを求める。このモデルの有用性は、DEA逆効率値が1になる非効率な手本に注目することではなく、CCRモデルで手本になった評価対象の中でDEA逆効率値が最大の評価対象を最初の改善目標にすることを提案する。

$$\begin{aligned} \text{MIN} &= t b_i \cdot y_i ; \\ t a_i \cdot x_i &= 1; \\ t b_i \cdot y_j &\geq t a_i \cdot x_j ; \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \quad \text{式 (4)}$$

以上の利点を正しく紹介し、企業へDEAを経営効率性の改善法として普及するために以下の点を提案する。

- ・DEAの有効性を示す分かりやすい成功事例として、東京都の公立図書館の1986年と2011年を比較し、25年間に目覚ましい図書館業務の改善が行われたことを示す。
- ・企業にDEAを普及するためには、最初の段階ではCCRと逆CCRという基本モデルに限定する必要がある。最新の研究成果までを普及の初期段階で行うことは、多くの企業人の理解を得ることが難しく普及を困難にする。
- ・DEAは数理計画法で定式化され、多くのモデルが研究されている。しかし、普及のために数理計画法の理解を前提とせず、与えられた評価対象のデータF (Factor) と、最適化で得られた重みWと、そこから計算されたクロス効率値²CとDEA効率値SCOREといったデータで説明した方が、多くの企業人の理解が得やすい。
- ・普及のために、Excel上に評価対象のデータFを与えれば、モデルのサイズに影響を受けないCCRと逆CCRモデルが簡単に実行できる汎用モデル³を開発し、LINGOとともに無償で公開している [7]。
- ・評価対象データFの各変数の最大値を1以上10未満になるように単位を変換することで、数値計算上の問題の回避と重みの解釈が容易になる。
- ・1入力2出力あるいは2入力1出力モデルの場合、入力と出力の2個の比を作り散布図を描くことで、効率的フロンティアとそれに包み込まれる非効率な評価対象の改善目標がわかる。ただし入出力変数の和が4個以上になると散布図を描くことはできないので、クロス効率値

² CCRモデルで求まる重みが無限にある場合でも、効率値が1になるものは影響を受けず、非効率な値だけが影響を受ける。本研究では効率値が1になるものだけに注目し議論を行う。

³ 統計ソフトが普及したのは、各統計手法がデータの変更に影響を受けない点である。数理計画法の各種問題でデータの影響を受けないモデルを汎用モデルと呼ぶことにする。

から求めたDEAクラスターで対応することを提案した [3] [8]。

- ・DEAは、これまでの企業における評価で単に規模が小さいことで注目されなかった評価対象であっても、DEA効率値が1であれば手本であることを示してくれる。しかし、変数が多くなっていくと手本やDEAクラスターが増えていく傾向がある。評価対象全体でまず改善策を考える場合は、CCRモデルで効率的であり、逆CCRモデルで最大の逆効率値（逆SCORE）をもつ評価対象を共通の改善目標と考えた方がよい。それがうまくいった後、次の改善策を考えるべきである。
- ・改善方法を考える場合、評価対象のデータFを用いて、Excelで簡単に計算できる「1入力固定改善法」を提案する。
- ・専門用語としての「DMU（意思決定主体）」と「参照集合」に代わって、柔らかい印象を与える「評価対象」と「手本」に置き換えて普及した方がよいと考える。

2. 企業へのDEA普及の提案

2.1. 成功事例の紹介

企業へ広くDEAを普及するには、成功事例の紹介が重要である。その点で、1986年と2011年の東京都の公立図書館の事例は最適である。1986年時点では、床面積、職員数、貸出数を用いた2入力1出力モデルで、人口の多い世田谷区と杉並区が手本となった。そして、千代田区は、住民への図書への貸出し需要が少なくDEA効率値は0.19と最低であった。これまでの研究でも、このような小さな値を持つ評価対象は少ない。また世田谷と他の公立図書館を「1入力固定改善法」で比較すると、（手本の杉並を含む）他の22区の公立図書館の床面積が過大であることが分かる。この場合、一番簡単な改善案は余分な床面積を貸会議室や他の文化事業などへの転用などが考えられる。しかし、2011年時点では公立図書館の多くは、予算以上に図書館業務の拡大と改善に成功した。また1986年で最も非効率であった人口の一番少ない千代田区が、2011年では効率的になった。この点を、主成分分析のスコアプロット上で効率的フロンティアに対応する曲線を描くことで、1986年から2011年に効率的フロンティアが拡大したことを図で示す。

2.2. 汎用モデルを用いたDEAの説明

(1) LINGOによる汎用モデル

用いるDEAの手法は、付録のLINGO[2][6][7]で作成したCCRと逆CCRモデルである。数理計画法モデルの分析は、データのスケールが重要である。例えば数理計画法ソフトが 10^{-8} 以下を0と判定している場合、データの最大値と最小値の比が 10^8 以上であれば、計算過程において最大値で割ると0に判定されるものが出てきて数値計算上の問題が生じる。そ

ここでDEAで分析するデータは、各変数を 10^n で割り最大値を1以上10未満に正規化することを提案する。これで数値計算上のトラブルが回避でき、さらに単位が明らかで重みの比較が容易になる。付録で示すが、DEA法は式(2)で表される分数計画法を式(3)の線形計画法に変換しているため、逆CCRモデルで入力重みが局所解の0を求めると、逆効率値を計算する場合に分母が0になり問題が生じる。これを回避しLPで計算する方法を示す⁴。

(2) 2入力1出力モデルでCCRモデルの説明

図1は、1986年の23公立図書館で、職員数(F列)と床面積(G列)を入力とし、貸出数(H列)を出力とする2入力1出力モデルである。1986年の評価対象のSNを31から53で、2011年は1から23で区別する。評価データFをセル範囲名⁵F(F25:H47)に与える。ただし各変数は最大値が1以上10未満になるように変換してある。このデータを入力しCCRモデルを実行すれば、DEA効率値がセル範囲名SCORE(J25:J47)に、重みがセル範囲名W(L25:N47)に、クロス効率値[8]がセル範囲名C(S25:AO47)に出力される。データを基準化したことで重みの解釈がしやすくなる。床面積の大きい中央区、港区、新宿区、杉並区は床面積の重み(W2)を0にし、世田谷区は職員数が多いので重み(W1)を0にすることがDEA効率値を高めるために有効である。重みの詳細な分析は、今後の課題とする。この千代田区の重みを評価データFに適用し、S列のセル範囲S25:S47に効率値を出力する。すなわちセルS25は千代田区の重み(3.29, 0.64, 1.79)で計算した千代田区の効率値で0.19(= $3.29 * 0.26 + 0.64 * 0.22 + 1.79 * 0.11$)と非効率になる。千代田区が1にならないのは、千代田区の重みで計算した世田谷区(セルS36)と杉並区(セルS39)の効率値が1になるためである。すなわち、千代田区はこの2区を目標にして改善を図ればよい。DEA以前であれば、入出力の比を比べて他の区より明らかに劣っている個々の比率が分かったとしても、それを区民人口の少なさなどに原因を帰着させて終わりになることが多かった。それが世田谷区と杉並区が手本であることが分かれば、世田谷に比べて職員数と貸出数が少なく、床面積が大きいことが簡単に分かる。実際には千代田区は、DEAを利用しないで2011年には目覚ましい改善を達成した。しかし、改善を考える際に、DEAの分析結果が事前に分かれば、試行錯誤の無駄が省ける。同様に中央区から江戸川区の重みを適用し、T列からAO列にクロス効率値を出力する。この対角要素の効率値が、J列のDEA効率値(セル範囲名SCORE)である。DEA効率値から世田谷区(セルJ36)と杉並区(セルJ36)の2区だけが手本になり、クロス効率値ではこの2区に対応する36行と39行の効率値だけが1になる。クロス効率値のS列からAO列の23個の列べ

⁴ 逆CCRモデルでクロス効率値の計算を含めて非線形計画法モデルとして大域的探索を行えば問題が生じないが計算時間がかかる。

⁵ LINGOはExcelのセル範囲名Fを「@OLE0=F;」で入力「F=@OLE0;」で出力できる。そして、LINGO内部ではFで配列計算に利用できる。

クトルで、この2区の効率値が1になるパターンはC1（千代田区の重みで計算した効率値ベクトル）とC12（世田谷区の重みで計算した効率値ベクトル）とC15（杉並区の重みで計算した効率値ベクトル）の3個ある。C2はC15, C10とC23はC1と同じDEAクラスターになる。23区の公立図書館をこの3個のパターンに分けて、表1のようなDEAクラスターに分類できる。

| | A | B | F | G | H | J | K | L | M | N | S | T | AB | AD | AG | AO |
|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | SN | 区 | 職員数 | 床面積 | 貸出数 | SCOR | 逆SC | W1 | W2 | W3 | C1 | C2 | C10 | C12 | C15 | C23 |
| 25 | 31 | 千代田区 | 0.26 | 0.22 | 0.11 | 0.19 | 1 | 3.29 | 0.64 | 1.79 | 0.19 | 0.18 | 0.19 | 0.12 | 0.18 | 0.19 |
| 26 | 32 | 中央区 | 0.30 | 0.46 | 0.31 | 0.47 | 1.46 | 3.33 | 0 | 1.49 | 0.44 | 0.47 | 0.44 | 0.18 | 0.47 | 0.44 |
| 27 | 33 | 港区 | 0.69 | 1.14 | 0.76 | 0.49 | 1.42 | 1.45 | 0 | 0.65 | 0.45 | 0.49 | 0.45 | 0.18 | 0.49 | 0.45 |
| 28 | 34 | 新宿区 | 0.96 | 1.11 | 0.93 | 0.43 | 1.79 | 1.04 | 0 | 0.47 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.22 | 0.43 | 0.43 |
| 29 | 35 | 文京区 | 1.14 | 1.01 | 1.44 | 0.59 | 3.05 | 0.75 | 0.15 | 0.41 | 0.59 | 0.57 | 0.59 | 0.38 | 0.57 | 0.59 |
| 30 | 36 | 台東区 | 0.51 | 0.39 | 0.54 | 0.5 | 2.63 | 1.71 | 0.33 | 0.93 | 0.5 | 0.48 | 0.5 | 0.37 | 0.48 | 0.5 |
| 31 | 37 | 墨田区 | 0.61 | 0.54 | 0.84 | 0.64 | 3.3 | 1.4 | 0.27 | 0.76 | 0.64 | 0.62 | 0.64 | 0.41 | 0.62 | 0.64 |
| 32 | 38 | 江東区 | 0.77 | 0.62 | 1.10 | 0.67 | 3.53 | 1.12 | 0.22 | 0.61 | 0.67 | 0.64 | 0.67 | 0.47 | 0.64 | 0.67 |
| 33 | 39 | 品川区 | 1.27 | 0.93 | 1.16 | 0.44 | 2.26 | 0.69 | 0.13 | 0.38 | 0.44 | 0.41 | 0.44 | 0.33 | 0.41 | 0.44 |
| 34 | 40 | 目黒区 | 0.84 | 0.51 | 1.56 | 0.91 | 4.59 | 1.07 | 0.21 | 0.58 | 0.91 | 0.83 | 0.91 | 0.82 | 0.83 | 0.91 |
| 35 | 41 | 大田区 | 2.42 | 1.97 | 3.06 | 0.59 | 3.12 | 0.36 | 0.07 | 0.19 | 0.59 | 0.57 | 0.59 | 0.41 | 0.57 | 0.59 |
| 36 | 42 | 世田谷区 | 2.02 | 1.09 | 4.10 | 1 | 5.01 | 0 | 0.92 | 0.24 | 1 | 0.91 | 1 | 1 | 0.91 | 1 |
| 37 | 43 | 渋谷区 | 0.74 | 0.75 | 0.54 | 0.33 | 1.53 | 1.13 | 0.22 | 0.61 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.19 | 0.33 | 0.33 |
| 38 | 44 | 中野区 | 0.92 | 0.71 | 1.35 | 0.69 | 3.61 | 0.95 | 0.18 | 0.52 | 0.69 | 0.65 | 0.69 | 0.51 | 0.65 | 0.69 |
| 39 | 45 | 杉並区 | 1.03 | 1.15 | 2.30 | 1 | 4.28 | 0.97 | 0 | 0.43 | 1 | 1 | 1 | 0.53 | 1 | 1 |
| 40 | 46 | 豊島区 | 0.68 | 0.70 | 0.98 | 0.65 | 2.97 | 1.22 | 0.24 | 0.67 | 0.65 | 0.64 | 0.65 | 0.37 | 0.64 | 0.65 |
| 41 | 47 | 北区 | 0.96 | 0.78 | 1.35 | 0.66 | 3.47 | 0.9 | 0.17 | 0.49 | 0.66 | 0.63 | 0.66 | 0.46 | 0.63 | 0.66 |
| 42 | 48 | 荒川区 | 0.78 | 0.55 | 0.85 | 0.52 | 2.68 | 1.13 | 0.22 | 0.61 | 0.52 | 0.49 | 0.52 | 0.41 | 0.49 | 0.52 |
| 43 | 49 | 板橋区 | 1.18 | 1.09 | 1.71 | 0.67 | 3.36 | 0.72 | 0.14 | 0.39 | 0.67 | 0.65 | 0.67 | 0.42 | 0.65 | 0.67 |
| 44 | 50 | 練馬区 | 1.07 | 1.09 | 1.90 | 0.81 | 3.74 | 0.78 | 0.15 | 0.43 | 0.81 | 0.8 | 0.81 | 0.47 | 0.8 | 0.81 |
| 45 | 51 | 足立区 | 1.20 | 1.07 | 1.91 | 0.74 | 3.81 | 0.71 | 0.14 | 0.39 | 0.74 | 0.71 | 0.74 | 0.47 | 0.71 | 0.74 |
| 46 | 52 | 葛飾区 | 1.01 | 1.06 | 1.07 | 0.48 | 2.16 | 0.82 | 0.16 | 0.45 | 0.48 | 0.47 | 0.48 | 0.27 | 0.47 | 0.48 |
| 47 | 53 | 江戸川区 | 0.74 | 0.65 | 1.22 | 0.77 | 4.02 | 1.15 | 0.22 | 0.63 | 0.77 | 0.74 | 0.77 | 0.5 | 0.74 | 0.77 |

図1 汎用モデルの入力と出力結果（クロス効率値は一部のみ表示）

C15（AG列）は、杉並の重みで計算した23区の効率値であり、杉並区だけが1になる。このようなパターンになるのは杉並区を含む4区（中央（C2）、港（C3）、新宿（C4）、杉並（C15））であり、杉並区を目標に改善すればよい。杉並区を改善目標にすることは、杉並以外の3区は自分に最適な重みでなく、杉並の重み（構成比）を参考にして問題点を発見することを意味する。C1（S列）は千代田区の重みで効率値を計算し、世田谷区と杉並区が1になる。このパターンを持つのは、世田谷区と杉並区を含まない18区である。C12（AD列）は世田谷区の重みで計算し、世田谷（C12）だけが1になり構成員も世田谷だけである。DEAクラスターの利点は、入出力が4変数以上でも次の散布図と異なり対応できる点である。

表1 3個のDEAクラスター

| DEAクラスター | 手本 | 数 | 構成員 (接頭語Cを省く) |
|----------|---------|----|------------------------|
| C15 | 杉並 | 4 | 2-4, 15 |
| C1 | 世田谷, 杉並 | 18 | 1, 5-11, 13, 14, 16-23 |
| C12 | 世田谷 | 1 | 12 |

図2は、この2入力1出力モデルで、貸出数/床面積と貸出数/職員数の比を求めて散布図を描いた。原点と杉並と杉並からY軸に引いた水平線で作られる三角形がほぼDEAクラスターC15に対応する。原点と杉並と世田谷で作られる三角形の領域がDEAクラスターC1に対応する。原点と世田谷と世田谷からX軸に下ろした垂直線で作られる三角形の領域がDEAクラスターC12に対応する。この $(X,Y) = (0, 2.5)$ から杉並への線分と、杉並から世田谷への線分と、世田谷からX軸への垂直線で作られる折れ線をDEA効率的フロンティアと呼ぶ。全ての評価対象はこの凸体に内包される。「非効率な新宿の改善目標は、原点と新宿を結ぶ直線と世田谷と杉並を結ぶ効率的フロンティアの線分の交点が改善目標 (DEA効率値1) である」という説明が行われているが厳密には正しくない。同じことが千代田区でもいえる。原点と千代田区を結ぶ直線と世田谷からX軸に下ろした垂直線の交点が改善目標ではない。表1に示すように、新宿は中央区と港区と同じDEAクラスターC15に、千代田区 (C1) はDEAクラスターC1に属している。また実態のない理想点を改善目標に選ぶことは、理想点の最適な重み (構成比) を参考にして問題点を考えることになるが、実際の手本との比較で問題を見つける方が現実的で説得力が出てくる。

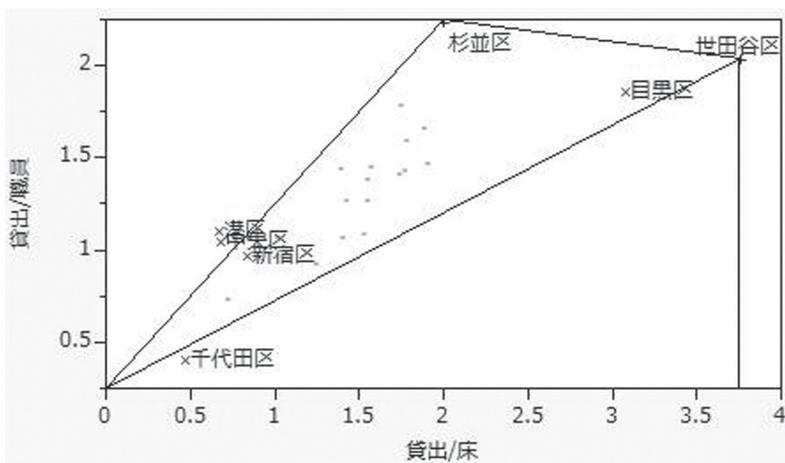


図2 効率的フロンティアと非効率な評価対象の改善目標の関係

この散布図による説明は入力と出力の1変数毎の組み合わせであり、DEAの効率値は重みで総合化された多入力と多出力の比で定義しているため、厳密な説明には利用できない。例えば、中央区、港区、新宿区の床面積の重み（W2）は図1から0であることが最適であり、この3区にとってX軸の値の違いは意味がない。世田谷や杉並も個々に異なった重みを用いているので、この図による説明は誤解を生じるので利用に際して注意がいる。

(3) 逆CCRモデルの利点

汎用モデルでCCRモデルの分析後、逆CCRモデルが実行される。表2のSCOREはCCRモデルのDEA効率値で、それ以降が逆CCRモデルの逆効率値（逆SCORE）と重みとクロス効率値の一部である。クロス効率値は、23区の重み全てで千代田区が逆効率値1になった。逆効率値が最大なのは世田谷区の5.01であり、次は手本でない目黒区の4.59であり、手本の杉並区は4.28で目黒区より小さい。2つの異なった基準で、世田谷が1986年時点の2入力1出力モデルで、他の図書館が共通して改善目標にすべきことが分かる。この場合、表1の杉並区を手本とした4区の扱いは後で検討する。

表2 逆CCRモデル

| SN | 区 | SCORE | 逆SCORE | W1 | W2 | W3 | C1 | C10 | C11 | C12 | C15 |
|----|------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 31 | 千代田区 | 0.19 | 1 | 3.85 | 0 | 9.49 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 40 | 目黒区 | 0.91 | 4.59 | 1.19 | 0 | 2.94 | 4.59 | 4.59 | 4.59 | 4.59 | 6.57 |
| 41 | 大田区 | 0.59 | 3.12 | 0.41 | 0 | 1.02 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 3.31 |
| 42 | 世田谷区 | 1 | 5.01 | 0.5 | 0 | 1.22 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 8.03 |
| 45 | 杉並区 | 1 | 4.28 | 0 | 0.87 | 1.86 | 5.51 | 5.51 | 5.51 | 5.51 | 4.28 |

2.3. 1入力固定改善法

CCRモデルと逆CCRモデルを併用して、最初の改善目標を世田谷に決めた。次に他の公立図書館の問題点を発見する方法の一つとして「1入力固定改善法」を説明する。表3の3列から5列は代表的な5区のデータである。世田谷を目標として、床面積（㎡）を固定して考える。そして世田谷以外の図書館の職員数（人）と貸出数（冊）を世田谷の構成比と同じになるよう比例計算する。例えば杉並区を考えると次のようになる。

$$\begin{aligned}
 (\text{世田谷の}) \text{床面積} : \text{職員数} : \text{貸出数} &= 10888 : 202 : 4096300 \\
 &= 11469/10888 * (10888 : 202 : 4096300) \\
 &= 11469 : 213 : 4314885 = \text{杉並の改善目標}
 \end{aligned}$$

表の6列から8列はこの改善目標値である。この値を達成できれば世田谷の重みで全ての区のDEA効率値は1になる。そして実際の値から改善目標値を引いたものが9列から11列になる。負であれば現在の値が世田谷の構成比に比べて少ないので改善が必要になる。一方で正の場合

合は、世田谷基準を上回っているので現状維持するか、少し削減し負の入力を増やすかのトレード・オフを考えることになる。この計算はExcelで簡単に計算できる。杉並区は図書館の収容力に対して職員が110人少なく、貸出数が2,015,191冊少ないことが分かる。杉並区は職員を110人増やして、貸出数を2,015,191冊と現状の2倍に増やせるか検討することになる。このような非常識な値になるのは、杉並や大田区の床面積が必要以上に広すぎるためである。そこで余分な床面積を貸会議室などに転用し、縮小均衡を図ることが現実的で容易である。例えば杉並の床面積を6000と半分にしてCCRモデルを解くと世田谷のDEA効率値が0.98になり、杉並だけが手本になる。すなわち手本である杉並であっても、世田谷に比べて床面積が過大であり改善すべき問題点が見える⁶。

表に載せた区を含め世田谷を除くすべての22区の床面積以外の入出力値が負になる。また入力に蔵書数、出力に登録者数を加えた3入力2出力モデルで計算しても同じ結果になる。しかし、後で分析する5入力2出力モデルでは、予算と人口を入力に登録者数を出力に取り込むと手本などが大幅に異なってくる。

表3 床面積を固定した世田谷区の構成比による1入力固定改善法

| SN | 区 | 床面積 | 職員数 | 貸出数 | 床面積 | 職員数 | 貸出数 | 床面積 | 職員数 | 貸出数 |
|----|-----|-------|-----|---------|-------|-----|---------|-----|------|----------|
| 31 | 千代田 | 2249 | 26 | 105321 | 2249 | 42 | 846122 | 0 | -16 | -740801 |
| 40 | 目黒 | 5077 | 84 | 1562274 | 5077 | 94 | 1910077 | 0 | -10 | -347803 |
| 41 | 大田 | 19716 | 242 | 3055193 | 19716 | 366 | 7417584 | 0 | -124 | -4362391 |
| 42 | 世田谷 | 10888 | 202 | 4096300 | 10888 | 202 | 4096300 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 杉並 | 11469 | 103 | 2299694 | 11469 | 213 | 4314885 | 0 | -110 | -2015191 |

「1入力固定改善法」の問題点は、図2で説明した欠点と同じく、22区の改善目標値が生産可能集合（あるいは効率的フロンティア）をはみ出すこともある点である。しかし、改善目標を現実に実現できるか否かを検討し、例え現状の生産可能集合をはみ出している、結果として達成可能であれば問題がないと考える。計画が達成できなければ、結果責任を問えば済むことである。一方、改善目標が生産可能集合の中にあっても、各公立図書館の改善能力が低ければ改善目標はクリアできない。すなわち、生産可能集合をはみ出す可能性に注意して、「1入力固定改善法」を利用すればよい。あるいは固定した入力変数の改善目標に対する比が問題であることを示しているため、固定した入力の改善を考えた方が現実的で簡単である。

一方、この改善法の利点は次のとおりである。

・1入力に限定し、改善目標に選んだ世田谷の構成比に比例した改善目標値と現実の値との差

⁶ 本論文では、これ以降このような個別の変数の改善は議論しない。

の計算は簡単にでき、内容の理解も容易である。

- ・単純な比率の比較は企業でも良く行われていて、改善活動にとって多くの関係者が理解しやすいという点で重要である。
- ・「1入力固定改善法」は、固定する変数の違いで複数の代替案が得られ、それらを比較することで不完全であるが総合化して判断できる。多入力と多出力で適切な改善法が分かっても、多くの企業人が簡単に理解できなければ普及は難しい。
- ・分析に用いていない蔵書数と登録者数を加えて「1入力固定改善法」で検討しても同じ結果になるので、3入力2出力モデルのDEAの分析は省略できる。ただし分析を行うと世田谷と杉並に加えて板橋区が手本に加わる。

3. 1986年と2011年の5入力2出力モデルによる検討

3.1. 単年度ごとの検討

表4（左）は1986年の23公立図書館の予算、区の人口、床面積、蔵書数、職員数を入力とし、貸出数と登録者数を出力とする5入力2出力⁷のCCRモデルと逆CCRモデルによる分析結果である。7図書館が手本になった。逆CCRモデルから千代田区に加え、台東区と江戸川区が非効率な手本になった。またCCRモデルで手本のうち、逆CCRモデルで文京区の効率値が2.65と最大になる。

表4 1986年（左）と2011年（右）のCCRと逆CCRモデルによる比較

| SN | 区 | SCORE | 逆SCORE | SN | 区 | SCORE | 逆SCORE |
|----|------|-------|-------------|----|------|-------|-------------|
| 31 | 千代田区 | 0.35 | 1 | 1 | 千代田区 | 1 | 1 |
| 33 | 港区 | 1 | 1.42 | 3 | 港区 | 1 | 1 |
| 35 | 文京区 | 1 | <u>2.65</u> | 4 | 新宿区 | 0.67 | 1 |
| 36 | 台東区 | 0.57 | 1 | 5 | 文京区 | 1 | 1.5 |
| 40 | 目黒区 | 1 | 2.45 | 7 | 墨田区 | 0.51 | 1 |
| 41 | 大田区 | 0.79 | 1.48 | 8 | 江東区 | 1 | 1 |
| 42 | 世田谷区 | 1 | 2.27 | 10 | 目黒区 | 1 | <u>2.02</u> |
| 45 | 杉並区 | 1 | 1.64 | 11 | 大田区 | 1 | 1.05 |
| 47 | 北区 | 1 | 1.10 | 12 | 世田谷区 | 0.86 | 1.30 |
| 49 | 板橋区 | 1 | 1.58 | 13 | 渋谷区 | 0.57 | 1 |
| 53 | 江戸川区 | 0.79 | 1 | 18 | 荒川区 | 0.70 | 1 |
| | | | | 19 | 板橋区 | 1 | 1.09 |
| | | | | 20 | 練馬区 | 1 | 1.38 |
| | | | | 21 | 足立区 | 1 | 1.20 |
| | | | | 23 | 江戸川区 | 1 | 1.18 |

⁷ 5入力2出力を検討するのは、1986年のデータとして文献 [9] に記載されているものを採用したためである。

表4(右)は2011年のCCRと逆CCRモデルによる分析結果である。1986年に逆効率値が1の千代田区と江戸川区さらに公立図書館改革の先鞭をつけた足立区を含む10図書館が、DEA効率値1の手本になった。逆CCRモデルから7図書館が非効率な手本になり、目黒区の逆効率値が2.02と最大になった。また江東区は両方とも1である。CCRモデルは改善目標になる手本を客観的に示してくれるが、変数が多いか評価対象が多様化すれば多くの手本を見つけ、改善活動が細分化されて改善目標があいまいになる。それを避けるため、逆CCRモデルで逆効率値が最大のものを最初の改善目標と考える。

3.2. 両年度の46図書館の検討

表5は2011年と1986年の46公立図書館の分析結果である。手本は、表4(右)の2011年度単独の分析と同じ10図書館でDEA効率値(SCORE)も全て同じである。すなわち1986年のデータにまったく影響されないことが分かる。1986年単独で手本であった表4(左)の7図書館の効率値は、表5の文京区(SN=35)の0.65から世田谷区(SN=42)の0.89の間にある。以上から1986年単独の効率的フロンティアは表5では非効率になり、2011年の効率的フロンティアに図書館業務が拡大したことが分かる。また逆CCRモデルから2011年の目黒区(SN=10)の逆効率値が5.35と一番大きい。

表5 2011年度と1986年度の5入力2出力モデルによる比較

| SN | 自治体名 | 予算 (10億円) | 人口 (10万人) | 床面積 (万㎡) | 蔵書数 (10万冊) | 職員数 (100人) | 貸出数 (100万冊) | 登録者数 (10万人) | SCORE | 逆SCORE |
|----|------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|----------------|----------------|-------------|-------------|
| 1 | 千代田区 | 0.16 | 0.51 | 0.37 | 0.30 | 0.99 | 0.81 | 0.70 | 1 | 2.03 |
| 3 | 港区 | 1.48 | 2.28 | 1.37 | 0.83 | 0.42 | 2.53 | 2.07 | 1 | 2.57 |
| 5 | 文京区 | 1.11 | 2.00 | 1.19 | 1.04 | 0.31 | 3.64 | 1.80 | 1 | 4.62 |
| 7 | 墨田区 | 0.43 | 2.5 | 0.63 | 0.67 | 0.57 | 1.29 | 0.64 | 0.51 | 2.36 |
| 8 | 江東区 | 0.82 | 4.74 | 1.76 | 1.48 | 0.59 | 4.59 | 0.97 | 1 | 1.85 |
| 10 | 目黒区 | 0.40 | 2.62 | 0.99 | 1.15 | 0.93 | 4.65 | 2.08 | 1 | <u>5.35</u> |
| 11 | 大田区 | 1.50 | 6.94 | 2.13 | 1.71 | 0.16 | 4.82 | 1.92 | 1 | 2.65 |
| 12 | 世田谷区 | 0.71 | 8.53 | 1.83 | 1.99 | 3.06 | 6.68 | 3.11 | 0.86 | 3.50 |
| 15 | 杉並区 | 1.16 | 5.39 | 1.95 | 2.28 | 1.15 | 5.05 | 2.10 | 0.69 | 2.71 |
| 19 | 板橋区 | 1.07 | 5.36 | 1.80 | 1.31 | 0.24 | 3.45 | 2.21 | 1 | 3.01 |
| 20 | 練馬区 | 1.53 | 7.08 | 1.98 | 1.64 | 1.27 | 6.75 | 2.53 | 1 | 3.42 |
| 21 | 足立区 | 0.47 | 6.66 | 1.99 | 1.77 | 1.21 | 3.30 | 2.70 | 1 | 2.32 |
| 23 | 江戸川区 | 1.79 | 6.80 | 2.17 | 1.24 | 1.29 | 5.34 | 2.45 | 1 | 3.34 |
| 31 | 千代田区 | 0.16 | 0.49 | 0.22 | 0.16 | 0.26 | 0.11 | 0.06 | 0.17 | 1 |
| 33 | 港区 | 0.31 | 1.92 | 1.14 | 0.36 | 0.69 | 0.76 | 0.57 | 0.70 | 1.42 |
| 35 | 文京区 | 0.38 | 1.94 | 1.01 | 0.54 | 1.14 | 1.44 | 0.66 | <u>0.65</u> | 2.65 |
| 36 | 台東区 | 0.15 | 1.76 | 0.39 | 0.28 | 0.51 | 0.54 | 0.16 | 0.47 | 1 |
| 40 | 目黒区 | 0.21 | 2.67 | 0.51 | 0.51 | 0.84 | 1.56 | 0.65 | 0.75 | 2.45 |
| 41 | 大田区 | 0.75 | 6.60 | 1.97 | 1.26 | 2.42 | 3.06 | 0.98 | 0.59 | 1.48 |
| 42 | 世田谷区 | 0.59 | 8.08 | 1.09 | 1.15 | 2.02 | 4.10 | 1.91 | <u>0.89</u> | 2.27 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 45 | 杉並区 | 0.57 | 5.38 | 1.15 | 0.77 | 1.03 | 2.30 | 0.85 | 0.72 | 1.64 |
| 47 | 北区 | 0.16 | 3.66 | 0.78 | 0.53 | 0.96 | 1.35 | 0.37 | 0.73 | 1.10 |
| 49 | 板橋区 | 0.90 | 5.04 | 1.09 | 0.57 | 1.18 | 1.71 | 1.03 | 0.82 | 1.58 |
| 53 | 江戸川区 | 0.33 | 5.17 | 0.65 | 0.47 | 0.74 | 1.22 | 0.47 | 0.63 | 1 |

注：2011年の職員数は、調査票の常勤と非常勤の合計を用いた。臨時職員は0記入の区が多いので含まない。また大田区、中野区、北区、板橋区は非常勤が0になっている。千代田区はすべて外注化しているため0と表記されていたので、HPに公開されている人数を用いた。

3.3 2011年と1986年の増減比率と入出力比の検討

表6は、2011年と1986年の増減比率である。増減比率は、年2.81%で25年間毎年延びた場合に2になるので、2以上か以下かに注目する。入力で2倍以上の区は、予算が16区、人口は0、床面積は2区、蔵書数は11区、職員数は4区である。それ以上に出力の貸出数は18区、登録者数は15区と大きく図書館業務が拡大している。

予算は16区と多いが、2未満に千代田区を含む7図書館がくる。特に本研究で注目する千代田区、目黒区、大田区、世田谷区と足立区が含まれていて、これらの区は予算に比べて図書館業務を改善したことが分かる。千代田区は予算が25年間で4%、人口は3%しか伸びていないが、貸出数で7.71倍、登録者数で12.57倍と著しく伸びていて、1986年に最も非効率な状態から2011年には手本になった。あるいは1986年には、法人税などで区の財政に余裕があり放漫な予算であったともいえる。人口は6区で減少している。床面積が2倍以上は、江東区と江戸川区だけであり予算も4.17と5.4倍と増えていて、図書館サービスに力を入れたことが分かる。蔵書数は、11区が2倍以上である。職員数は4区が2倍以上で、10区が1未満と減少している。図書館業務が著しく増えているので、職員数の減少は考えられず記載の不統一のためと考える。特に大田区の職員数は242人（図1）が16人（表5の四角い枠）と226人の減少は大きい。足立区のように中央図書館だけが直轄で、分館の外部委託が考えられる。0.07という増加率は区の職員を97%減らしたことを表すと考えられる。18区の貸出数と15区の登録者数が2倍以上で、図書館の業務量は大きく増加したことを表す。千代田区と目黒区に代表される公立図書館は、この25年間に予算以上に図書館業務を拡大したと評価できよう。一方、大田区や世田谷区は2倍以下であるが、1986年時点ですでに規模が大きいので健闘していると考えべきである。

このように個々の比率で分析できるが、統一性を欠く点である。DEA効率値と逆効率値はそれを統一的に判断する基準を与えたと評価できる。

表6 2011年の1986年に対する増減比率

| | 予算 | 人口 | 床面積 | 蔵書数 | 職員数 | 貸出数 | 登録者数 |
|------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 千代田区 | 1.04 | 1.03 | 1.66 | 1.82 | 2.02 | <u>7.71</u> | <u>12.57</u> |
| 中央区 | <u>5.02</u> | 1.57 | 1.45 | 1.90 | 1.23 | <u>4.66</u> | <u>4.55</u> |
| 港区 | <u>4.76</u> | 1.19 | 1.20 | <u>2.29</u> | 0.61 | <u>3.33</u> | <u>3.61</u> |
| 新宿区 | <u>3.28</u> | 0.97 | 1.15 | 1.71 | <u>2.17</u> | <u>2.61</u> | <u>2.16</u> |
| 文京区 | <u>2.93</u> | 1.03 | 1.18 | 1.91 | 0.27 | <u>2.53</u> | <u>2.72</u> |
| 台東区 | <u>2.67</u> | 1.03 | 1.59 | 1.99 | 1.18 | <u>3.37</u> | <u>6.58</u> |
| 墨田区 | <u>2.47</u> | 1.10 | 1.16 | 1.31 | 0.93 | 1.54 | 1.82 |
| 江東区 | <u>4.17</u> | 1.22 | <u>2.83</u> | <u>3.76</u> | 0.79 | <u>4.17</u> | 1.68 |
| 品川区 | <u>2.97</u> | 1.02 | 1.20 | 1.66 | 0.46 | <u>2.88</u> | 1.49 |
| 目黒区 | 1.91 | 0.98 | 1.94 | <u>2.24</u> | 1.11 | <u>2.98</u> | <u>3.18</u> |
| 大田区 | 1.99 | 1.05 | 1.08 | 1.36 | <u>0.07</u> | 1.58 | 1.96 |
| 世田谷区 | 1.19 | 1.06 | 1.68 | 1.73 | 1.52 | 1.63 | 1.63 |
| 渋谷区 | <u>3.34</u> | 0.87 | 1.45 | <u>2.50</u> | 0.43 | <u>3.03</u> | 1.91 |
| 中野区 | <u>2.08</u> | 0.94 | 1.39 | 1.80 | 0.24 | 1.70 | 1.49 |
| 杉並区 | <u>2.04</u> | 1.00 | 1.70 | <u>2.96</u> | 1.15 | <u>2.19</u> | <u>2.48</u> |
| 豊島区 | <u>3.32</u> | 0.96 | 1.42 | 1.85 | 1.41 | <u>2.25</u> | <u>2.94</u> |
| 北区 | <u>6.51</u> | 0.91 | 1.78 | <u>2.37</u> | 0.66 | <u>2.80</u> | <u>5.20</u> |
| 荒川区 | <u>3.37</u> | 1.08 | 1.34 | 1.74 | 1.50 | <u>2.36</u> | 1.80 |
| 板橋区 | 1.19 | 1.06 | 1.65 | <u>2.31</u> | 0.20 | <u>2.02</u> | <u>2.15</u> |
| 練馬区 | <u>4.52</u> | 1.20 | 1.82 | <u>2.45</u> | 1.18 | <u>3.55</u> | <u>3.63</u> |
| 足立区 | 1.06 | 1.07 | 1.85 | <u>2.09</u> | 1.11 | 1.73 | <u>3.02</u> |
| 葛飾区 | 1.13 | 1.08 | 1.52 | <u>2.14</u> | <u>2.39</u> | <u>3.31</u> | <u>3.93</u> |
| 江戸川区 | <u>5.40</u> | 1.32 | <u>3.33</u> | <u>2.66</u> | <u>2.14</u> | 4.36 | <u>5.19</u> |

表7は、表6の増減比率を用いた入出力比の比較である。最初の5列は貸出数と5入力との比であり、次の5列は登録者数と5入力との比であり、最後の列は貸出数／登録者数でリピーター率に対応している。貸出数との比で2倍以上は2区、17区、9区、2区、15区であり、登録者数の比で2倍以上は4区、16区、9区、4区、17区であり、ほぼ同じである。予算と蔵書に対する貸出数と登録者数が2倍以上になった区は2区か4区である。人口と職員数に対する貸出数と登録者数が2倍以上になった区は15区から17区と多い。床面積に対する貸出数と登録者数が2倍以上になった区は9区と中間である。以上から、25年間で人口と職員数に対して図書館業務が著しく改善した。これは開館時間の拡大で人口がそれほど増えない中であって利用者層の拡大を図り、図書館業務の拡大を一部外注化などで乗り切って出力を増加させたためと考える。これに対して、予算や蔵書数の増加に対し、貸出数と登録者数の伸びは小さかった。表6と表7から公立図書館ごとに当事者はさらに改善策を詳細に検討できるが、本稿の目的と外れるので省略する。

最後の列は、貸出数／登録者数の比で、千代田区を含む15区が1以下であり、リピーターが少ないようだ。台東区だけが2以上で、リピーターが多いことが分かる。千代田区にとってこの指標だけが悪い。次の経営効率化の改善目標として、台東区を調べてリピーター率を上げることが考えられる。

表7 2011年の1986年に対する入出力比

| | 貸出/ 予算 | 貸出/ 人口 | 貸出/ 床面積 | 貸出/ 蔵書 | 貸出/ 職員 | 登録/ 予算 | 登録/ 人口 | 登録/ 床面積 | 登録/ 蔵書 | 登録/ 職員 | 貸出/ 登録 |
|-----|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 千代田 | 7.44 | 7.46 | 4.65 | 4.24 | 3.81 | 12.13 | 12.15 | 7.59 | 6.92 | 6.22 | 0.61 |
| 中央区 | 0.93 | 2.97 | 3.20 | 2.45 | (3.78) | 0.91 | 2.90 | 3.13 | 2.40 | 3.69 | 1.02 |
| 港区 | 0.70 | 2.81 | 2.78 | 1.45 | 5.47 | 0.76 | 3.04 | 3.01 | 1.58 | 5.93 | 0.92 |
| 新宿区 | 0.80 | 2.70 | 2.27 | 1.52 | 1.20 | 0.66 | 2.24 | 1.88 | 1.27 | 1.00 | 1.20 |
| 文京区 | 0.86 | 2.46 | 2.15 | 1.32 | 9.32 | 0.93 | 2.65 | 2.30 | 1.42 | 10.01 | 0.93 |
| 台東区 | 1.27 | 3.27 | 2.12 | 1.70 | 2.86 | 2.47 | 6.39 | 4.13 | 3.32 | 5.58 | 0.51 |
| 墨田区 | 0.63 | 1.41 | 1.33 | 1.18 | 1.65 | 0.74 | 1.66 | 1.57 | 1.39 | 1.94 | 0.85 |
| 江東区 | 1.00 | 3.43 | 1.47 | 1.11 | 5.26 | 0.40 | 1.38 | 0.59 | 0.45 | 2.12 | 2.48 |
| 品川区 | 0.97 | 2.82 | 2.39 | 1.74 | 6.20 | 0.50 | 1.46 | 1.24 | 0.90 | 3.20 | 1.94 |
| 目黒区 | 1.56 | 3.03 | 1.53 | 1.33 | 2.67 | 1.67 | 3.25 | 1.64 | 1.42 | 2.86 | 0.93 |
| 大田区 | 0.79 | 1.50 | 1.46 | 1.16 | (23.84) | 0.98 | 1.86 | 1.81 | 1.45 | 29.63 | 0.80 |
| 世田谷 | 1.37 | 1.54 | 0.97 | 0.94 | 1.08 | 1.37 | 1.54 | 0.97 | 0.94 | 1.07 | 1.00 |
| 渋谷区 | 0.91 | 3.49 | 2.10 | 1.21 | 7.06 | 0.57 | 2.19 | 1.32 | 0.76 | 4.44 | 1.59 |
| 中野区 | 0.82 | 1.81 | 1.23 | 0.94 | 7.10 | 0.72 | 1.59 | 1.08 | 0.83 | 6.24 | 1.14 |
| 杉並区 | 1.07 | 2.19 | 1.29 | 0.74 | 1.92 | 1.21 | 2.47 | 1.46 | 0.84 | 2.16 | 0.88 |
| 豊島区 | 0.68 | 2.35 | 1.59 | 1.22 | 1.50 | 0.89 | 3.06 | 2.07 | 1.59 | 1.96 | 0.77 |
| 北区 | 0.43 | 3.07 | 1.58 | 1.18 | (4.27) | 0.80 | 5.70 | 2.92 | 2.19 | 7.92 | 0.54 |
| 荒川区 | 0.70 | 2.18 | 1.76 | 1.35 | 1.57 | 0.54 | 1.66 | 1.34 | 1.03 | 1.20 | 1.31 |
| 板橋区 | 1.70 | 1.90 | 1.22 | 0.87 | (9.94) | 1.81 | 2.02 | 1.30 | 0.93 | 10.56 | 0.94 |
| 練馬区 | 0.79 | 2.96 | 1.95 | 1.45 | 3.00 | 0.80 | 3.03 | 2.00 | 1.48 | 3.07 | 0.98 |
| 足立区 | 1.63 | 1.62 | 0.93 | 0.83 | 1.56 | 2.84 | 2.82 | 1.63 | 1.44 | 2.72 | 0.57 |
| 葛飾区 | 2.93 | 3.07 | 2.17 | 1.54 | 1.39 | 3.48 | 3.65 | 2.58 | 1.83 | 1.65 | 0.84 |
| 江戸川 | 0.81 | 3.32 | 1.31 | 1.64 | 2.04 | 0.96 | 3.95 | 1.56 | 1.95 | 2.42 | 0.84 |

3.4 1入力固定改善法

(1) 目黒区を最初の改善目標とすることの妥当性

CCRモデルで手本に選ばれた10区から、逆CCRモデルで逆効率値が最大になる目黒区を最初の改善目標とすることの妥当性を以下で検討する。目黒区は予算／人口が21位で、貸出総数は6位、登録者数は7位であり、これまでの評価法では注目されない区である。予算／人口が少ない割に出力がある程度良くて予算と貸出数の重みだけが正で手本になった。表8は、DEA効率値（SCORE）を第1ソートキー、逆効率値を第2ソートキー（逆SCORE）として降順で並べ替えた。DEA効率値が1の10区を手本とする区の数、目黒区は港区と江戸川区を除く22区の手本になった。港区の重みは人口と職員数と登録者数が正であり、目黒区の効率値が0.83で千代田区、港区、文京区の効率値を1にする。表6の予算の増加率2位の江戸川区の重みは蔵書数と貸出数と登録者数が正の重みで、予算の少ない目黒区の効率値が0.93で予算の多い港区と江戸川区の効率値を1にする。以上から少なくとも目黒区は21区の手本になると考えられ、港区と江戸川区の扱いを別途検討する必要がある。

一方、DEA効率値と逆効率値が1となる区は、改善率が大きい千代田区、予算／人口が1

位の港区，貸出数が7位の江東区，予算／人口が23位と最も少ない足立区といった特徴をもつ4区である。逆効率値だけが1になるのは，荒川区，新宿区，渋谷区，墨田区の4区である。前者の4区は何か特徴が明確で，それらを手本とする区は3区から7区と少ない。これに対し，後者に含まれる渋谷区は20区，墨田区は19区と多い。

表8 DEA効率値と逆効率値で並べ替えた23区

| 順位 | SN | 区 | SCORE | 手本数 | 逆SCORE | 手本数 |
|----|----|------|-------|-----|--------|-----|
| 1 | 10 | 目黒区 | 1 | 21 | 2.017 | |
| 2 | 5 | 文京区 | 1 | 9 | 1.498 | |
| 3 | 20 | 練馬区 | 1 | 2 | 1.379 | |
| 4 | 23 | 江戸川区 | 1 | 6 | 1.180 | |
| 5 | 19 | 板橋区 | 1 | 4 | 1.093 | |
| 6 | 11 | 大田区 | 1 | 5 | 1.054 | |
| 7 | 1 | 千代田区 | 1 | 7 | 1 | 3 |
| 8 | 3 | 港区 | 1 | 6 | 1 | 7 |
| 9 | 8 | 江東区 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 10 | 21 | 足立区 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 11 | 6 | 台東区 | 0.952 | | 1.580 | |
| 12 | 14 | 中野区 | 0.876 | | 1.066 | |
| 13 | 9 | 品川区 | 0.871 | | 1.090 | |
| 14 | 17 | 北区 | 0.858 | | 1.511 | |
| 15 | 12 | 世田谷区 | 0.855 | | 1.305 | |
| 16 | 22 | 葛飾区 | 0.817 | | 1.203 | |
| 17 | 16 | 豊島区 | 0.798 | | 1.154 | |
| 18 | 2 | 中央区 | 0.796 | | 1.193 | |
| 19 | 18 | 荒川区 | 0.697 | | 1 | 4 |
| 20 | 15 | 杉並区 | 0.685 | | 1.144 | |
| 21 | 4 | 新宿区 | 0.669 | | 1 | 11 |
| 22 | 13 | 渋谷区 | 0.574 | | 1 | 20 |
| 23 | 7 | 墨田区 | 0.508 | | 1 | 19 |

(2) 目黒区を手本にした「1入力固定改善法」

表9は目黒区を改善目標として，表8の手本である文京区，江戸川区，大田区，千代田区，港区の5区と非効率な世田谷区と墨田区の2区で「1入力固定改善法」を行った。5個の入力変数に対して5個の「1入力固定改善法」の代替案がある。これを目黒区との比の大きな入力変数の順に固定して並べ替えた。そして，比較のため出力の一つが最小の正になる代替案で比較する。

最初の5行は文京区の入力変数を予算，床面積，蔵書数，人口，職員数の順に固定して「1入力固定改善法」を行った。目黒区の各入力変数の値との比をとると，この順に小さくなる。文京区は目黒区と比較して予算の比が一番大きいので，他の入出力変数の値は全て負になる。床面積の比は予算より小さくて残りの3変数より大きいので，床面積で固定すると予算だけ

正で残りは負になる。以上からこのような順に並べ替えた表の入出力の値は昇順に改善される。そして入力変数で作られる配列の対角要素は固定したことを表す0になり、対角セルの上は負に下は正の値になる構造をもつ。最初の代替案は予算を固定しているので改善目標値が一番大きくなり、表に示す出力が一番悪くなる。最後の行は職員数の比が一番小さいので、改善目標値が一番小さくなり、表に示す出力が一番良くなる。代替案の真ん中である3番目で他の区との比較することが考えられるが、出力のうちの一つが最初に正になった4行目の人口を固定した代替案で比較する。目黒区と比べて予算は8.1億円、床面積が0.44万㎡、蔵書数が17万冊多く、職員数が40人少ない。貸出数は11万冊、登録者数は2.2万人多い。文京区は目黒区に対して予算、床面積、蔵書数に余裕があるので、予算を工夫して職員数を40人増やせば、さらに図書館業務の改善が行える可能性がある。

江戸川区は、入力変数を予算、人口、床面積、職員数、蔵書数の順に固定して「1入力固定改善法」を行った。入力を順次固定していくと、予算が目黒区に比べて最大13.6億円多いのに、蔵書数が最大386万冊少ない問題がある。25年間で予算を5.4倍増やしたが、蔵書数を増やすことに気づけなかったようだ。少ない蔵書数を固定すると、全ての入出力が正になる。予算を工夫し蔵書数を増やすことができれば、目黒区に比べて床面積や職員数に余裕があり、さらに図書館業務を改善できると考えられる。

大田区は職員数を固定すると他の入力全て正になり、貸出数は402万冊、登録者数は15.6万人多く問題がないように見える。DEAの分析では調査データの職員数を用いているが、次に回帰分析で職員数を予測し再検討する。職員数を他の6変数で変数選択を行い、予算と人口の回帰式（職員数=0.37-0.28*予算+0.19*人口）が得られた。予測値は130人になり、この値で「1入力固定改善法」を行うと参考行の結果になる。職員数を固定すると、貸出数が169万冊、登録者数が10万人少なくなる。またDEA効率値は0.69、逆効率値は2.65となり非効率になる。世田谷区とともに図書館業務の規模の大きな区の未来像を模索するか、目黒区を手本に改善するかが考えられる。

千代田区は、入力変数を職員数、予算、床面積、蔵書数、人口の順に「1入力固定改善法」を行った。蔵書数を固定すると、職員数、予算、床面積、登録者数が多く、人口は1.7万人、貸出数が39万冊少ない。表7でも指摘したが登録者のリピート率を上げることが問題点として考えられる。

港区は、入力変数を予算、床面積、人口、蔵書数、職員数の順に「1入力固定改善法」を行った。人口を固定すると、予算と床面積と登録者数が2.6万人多く、蔵書数が16万冊、職員数が39人、貸出数が151万冊少ない。25年間で予算を4.76倍増やしたが、蔵書数と職員数を増やす配分が悪かったようだ。

表9 目黒区を改善目標とする「1入力固定改善法」

| SN | 区 | 予算 | 床面積 | 蔵書数 | 人口 | 職員数 | 貸出数 | 登録者数 |
|----|------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 5 | 文京区 | 0 | -1.53 | -2.13 | -5.26 | -2.26 | -9.21 | -3.96 |
| 5 | 文京区 | 0.63 | 0 | -0.35 | -1.18 | -0.81 | -1.97 | -0.72 |
| 5 | 文京区 | 0.75 | 0.3 | 0 | -0.38 | -0.53 | -0.57 | -0.09 |
| 5 | 文京区 | <u>0.81</u> | <u>0.44</u> | <u>0.17</u> | <u>0</u> | <u>-0.4</u> | <u>0.11</u> | <u>0.22</u> |
| 5 | 文京区 | 0.98 | 0.86 | 0.65 | 1.12 | 0 | 2.09 | 1.1 |
| SN | 区 | 予算 | 人口 | 床面積 | 職員数 | 蔵書数 | 貸出数 | 登録者数 |
| 23 | 江戸川区 | 0 | -4.89 | -2.23 | -2.85 | <u>-3.86</u> | -15.39 | -6.83 |
| 23 | 江戸川区 | 0.75 | 0 | -0.39 | -1.12 | -1.73 | -6.72 | -2.95 |
| 23 | 江戸川区 | 0.91 | 1.04 | 0 | -0.75 | -1.27 | -4.88 | -2.12 |
| 23 | 江戸川区 | 1.23 | 3.15 | 0.79 | 0 | -0.35 | -1.14 | -0.45 |
| 23 | 江戸川区 | <u>1.36</u> | <u>3.95</u> | <u>1.1</u> | <u>0.28</u> | <u>0</u> | <u>0.28</u> | <u>0.19</u> |
| SN | 区 | 予算 | 人口 | 床面積 | 蔵書数 | 職員数 | 貸出数 | 登録者数 |
| 11 | 大田区 | 0 | -2.82 | -1.54 | -2.56 | -3.3 | -12.5 | -5.83 |
| 11 | 大田区 | 0.43 | 0 | -0.48 | -1.33 | -2.3 | -7.49 | -3.59 |
| 11 | 大田区 | 0.63 | 1.27 | 0 | -0.77 | -1.85 | -5.24 | -2.58 |
| 11 | 大田区 | 0.9 | 3.04 | 0.66 | 0 | -1.22 | -2.11 | -1.18 |
| 11 | 大田区 | 1.43 | 6.49 | 1.96 | 1.51 | 0 | 4.02 | 1.56 |
| 参考 | 大田区 | <u>0.93</u> | <u>3.27</u> | <u>0.75</u> | <u>0.1</u> | <u>0</u> | <u>-1.69</u> | <u>-1</u> |
| SN | 区 | 職員数 | 予算 | 床面積 | 蔵書数 | 人口 | 貸出数 | 登録者数 |
| 1 | 千代田区 | 0.00 | -0.26 | -0.68 | -0.92 | -2.29 | -4.14 | -1.52 |
| 1 | 千代田区 | 0.61 | 0.00 | -0.03 | -0.17 | -0.56 | -1.09 | -0.15 |
| 1 | 千代田区 | 0.64 | 0.01 | 0.00 | -0.14 | -0.48 | -0.95 | -0.09 |
| 1 | 千代田区 | <u>0.75</u> | <u>0.06</u> | <u>0.12</u> | <u>0.00</u> | <u>-0.17</u> | <u>-0.39</u> | <u>0.16</u> |
| 1 | 千代田区 | 0.81 | 0.09 | 0.18 | 0.08 | 0.00 | -0.09 | 0.30 |
| SN | 区 | 予算 | 床面積 | 人口 | 蔵書数 | 職員数 | 貸出数 | 登録者数 |
| 3 | 港区 | 0 | -2.27 | -7.4 | -3.39 | -3.01 | -14.63 | -5.61 |
| 3 | 港区 | 0.93 | 0 | -1.35 | -0.75 | -0.87 | -3.91 | -0.82 |
| 3 | 港区 | <u>1.13</u> | <u>0.51</u> | <u>0</u> | <u>-0.16</u> | <u>-0.39</u> | <u>-1.51</u> | <u>0.26</u> |
| 3 | 港区 | 1.19 | 0.65 | 0.38 | 0 | -0.25 | -0.85 | 0.55 |
| 3 | 港区 | 1.3 | 0.92 | 1.09 | 0.31 | 0 | 0.42 | 1.13 |
| SN | 区 | 職員数 | 人口 | 床面積 | 予算 | 蔵書数 | 貸出数 | 登録者数 |
| 12 | 世田谷区 | 0 | -0.11 | <u>-1.42</u> | -0.62 | <u>-1.79</u> | -8.65 | -3.75 |
| 12 | 世田谷区 | <u>0.04</u> | 0 | <u>-1.38</u> | -0.6 | -1.74 | -8.44 | -3.66 |
| 12 | 世田谷区 | 1.34 | 3.67 | 0 | -0.04 | -0.14 | -1.95 | -0.75 |
| 12 | 世田谷区 | 1.43 | 3.92 | 0.1 | 0 | <u>-0.02</u> | -1.49 | -0.55 |
| 12 | 世田谷区 | <u>1.45</u> | <u>3.98</u> | <u>0.12</u> | <u>0.01</u> | <u>0</u> | <u>-1.39</u> | <u>-0.5</u> |
| SN | 区 | 予算 | 人口 | 床面積 | 職員数 | 蔵書数 | 貸出数 | 登録者数 |
| 7 | 墨田区 | 0.00 | -0.33 | -0.44 | -0.43 | -0.57 | -3.73 | -1.61 |
| 7 | 墨田区 | 0.05 | 0.00 | -0.31 | -0.32 | -0.43 | -3.14 | -1.35 |
| 7 | 墨田区 | 0.18 | 0.83 | 0.00 | -0.02 | -0.07 | -1.67 | -0.69 |
| 7 | 墨田区 | 0.19 | 0.89 | 0.02 | 0.00 | -0.04 | -1.56 | -0.64 |
| 7 | 墨田区 | <u>0.20</u> | <u>0.98</u> | <u>0.06</u> | <u>0.03</u> | <u>0.00</u> | <u>-1.41</u> | <u>-0.57</u> |

手本である5区の場合、出力が正になるものがあるが、非効率な世田谷区や墨田区は出力が全て負である。世田谷区を蔵書数で固定しても、貸出数は139万冊、登録者数は5万人少ない。この場合、余裕のある職員数、人口、床面積、予算、蔵書数の順に検討して無駄を省き、蔵書数、予算の順に増やすことを検討し出力を改善することが考えられる。世田谷区は図書館運営を区の直営として区の職員を手厚く充当している。このため職員数が目黒区に対し最も非効率であり、他の入力を固定すると4人から145人多い。一方、蔵書数は2万冊から179万冊少ない。1936年に世田谷区と比べると、他の22区は床面積が2倍以上の区もあり非効率であった。しかし、職員数を固定すると目黒区に比べて1.42万㎡、人口を固定すると1.38万㎡少なくなっているため、世田谷区は25年間で床面積が狭くなり問題を抱えていないか検討すべきである。

墨田区は蔵書数を固定すると、予算が2億円、人口が9.8万人、床面積が0.06万㎡、職員数が3名多く、貸出数が141万冊、登録者数が5.7万人少ないので目黒区を参考に大幅な改善策を検討すべきである。

(3) 港区を手本にした「1入力固定改善法」

港区を手本にして、「1入力固定改善法」を行う。表9と比べて大きく違うのは、貸出数が正のものが多く、入出力値の絶対値はあまり極端に大きなものがなく、港区の予算が多いので予算の順位が下がっていることである。すなわち改善目標としては、目黒区に比べて要求水準が低い。

文京区は港区の次に予算／人口が多い区である。蔵書数を固定すると、人口は8.5万人、床面積が0.51万㎡、予算が7.4億円、職員数が21人、登録者数が7.8万人少ないが、貸出数は49万冊多い。最初に固定した蔵書数でこの実績は立派であるが、登録者数を増やし貸出数の増大をさらに検討すべきである。

江戸川区は床面積を固定すると、職員数が63人、人口は31.9万人、貸出数は133万冊多い。蔵書数は8万冊、予算が5.6億円、登録者数が8.3万人少ない。職員数を減らして蔵書数と登録者数を増やし、貸出数の増大を検討すべきである。

表10 港区を改善目標とする「1入力固定改善法」

| SN | 区 | 蔵書数 | 人口 | 床面積 | 予算 | 職員数 | 貸出数 | 登録者数 |
|----|------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| 5 | 文京区 | <u>0.00</u> | <u>-0.85</u> | <u>-0.51</u> | <u>-0.74</u> | <u>-0.21</u> | <u>0.49</u> | <u>-0.78</u> |
| 5 | 文京区 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | -0.19 | -0.06 | 1.43 | -0.01 |
| 5 | 文京区 | 0.31 | 0.01 | 0.00 | -0.18 | -0.06 | 1.44 | 0.00 |
| 5 | 文京区 | 0.41 | 0.29 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 0.25 |
| 5 | 文京区 | 0.42 | 0.31 | 0.18 | 0.02 | 0.00 | 1.78 | 0.27 |
| SN | 区 | 職員数 | 人口 | 床面積 | 蔵書数 | 予算 | 貸出数 | 登録者数 |
| 23 | 江戸川区 | 0.00 | -0.22 | -2.04 | -1.32 | -2.78 | -2.44 | -3.91 |
| 23 | 江戸川区 | 0.04 | 0.00 | -1.91 | -1.24 | -2.64 | -2.20 | -3.72 |
| 23 | 江戸川区 | <u>0.63</u> | <u>3.19</u> | <u>0.00</u> | <u>-0.08</u> | <u>-0.56</u> | <u>1.33</u> | <u>-0.83</u> |
| 23 | 江戸川区 | 0.66 | 3.39 | 0.12 | 0.00 | -0.43 | 1.56 | -0.64 |
| 23 | 江戸川区 | 0.79 | 4.05 | 0.52 | 0.24 | 0.00 | 2.28 | -0.05 |

以上から、逆効率値最大の目黒区を手本にしない2区は、港区で検討することも考えられる。

4. 統計分析と資料による検討

4.1. 主成分分析

図3は、5入力2出力に用いた7変数で主成分分析し、第1主成分と第2主成分上でスコアプロットを描いた[1][5]。そして1986年と2011年のデータを個別に95%正規確率楕円を描いた。大きな正規確率楕円が2011年である。それに含まれる左上の小さなものが1986年である。3象限にある1986年の千代田区は、2011年には第2象限の+印の右上に移動している。移動距離から、千代田区の図書館業務の規模が小さいことが分かる。1986年に手本であった第1象限の世田谷区は、右上の+に移動し業務を大きく拡大して外れ値になっている。ほぼ重なっている大田区が第4象限に大きく移動しているが、移動方向はほぼ90度異なっている。第2象限にある目黒区は、2011年には第4象限に大きく右下方向に移動している。足立区をはじめ文京区、港区、江戸川区も右下方向に移動している。

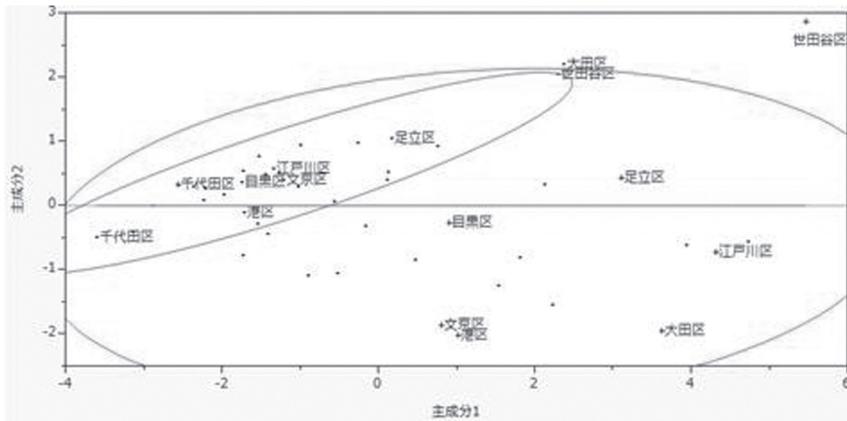


図3 7変数の主成分分析

図4は、5入力2出力で用いた変数で10個の入出力の比（表7の最初の10変数）で主成分分析した結果である。そして1986年と2011年のデータを個別に95%正規確率楕円を描いた。左下の小さなものが1986年で、右の大きな正規確率楕円が2011年である。また46図書館のCCRモデルで選ばれた手本の10図書館を線分で結んだ。凸包になっていないが効率的フロンティアに対応している。1986年の95%正規確率楕円が効率的フロンティアに含まれている。また1986年に7区ある手本のうちの杉並区は第3象限に、世田谷区は千代田区と足立区を結ぶ線分上にあり1986年から2011年にかけて効率的フロンティアは拡大したことを示す。

千代田区は、2象限から2011年には第4象限の効率的フロンティアまで大きく動いた。図3と異なり変化率が大きかったことを示す。1986年に効率的であった世田谷区は右下方向に業務を拡大しているが、1986年の図書館業務の規模が大きかったので変化率は小さい。これに対して、規模の大きな大田区は右上に大きく変化しているのは職員数の未記入の問題が影響している。

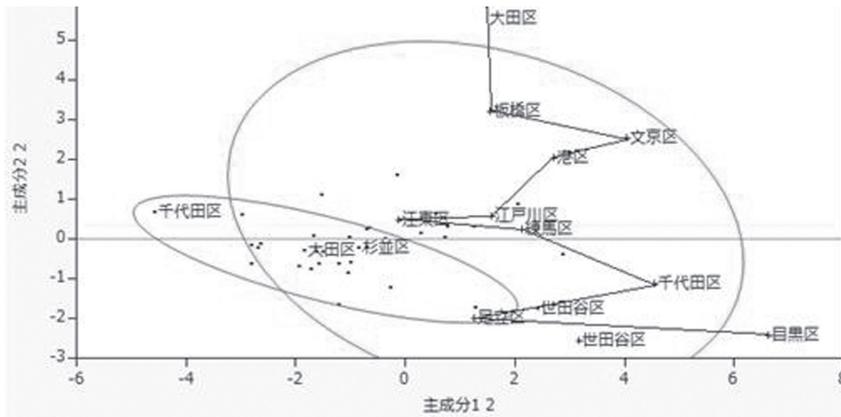


図4 主成分分析によるスコアプロットと46図書館の効率的フロンティア

4.2. 資料による検討

1986年から2011年への公立図書館の劇的な図書館業務の改善を考える上で、その契機を作った足立区と最も成果を上げた千代田区に焦点を絞って取り上げる。

(1) 足立区の場合

「足立区公共施設再配置のための検討素材（平成20年1月，38頁）」では、区の住民の人口減に伴う税収減に加え、耐用年数のきた保有管理する公共施設の建て替えのための再配置が検討されている。これに先駆けて出された「足立区の公立図書館管理運営の事実経過」によると、足立区は東京都23区にあって都区財政調整制度による交付額が23区中10年間1位である。このため財政立て直しの一環として、京都市に次いで1983年に足立区の公立図書館が「足立区コミュニティ文化・スポーツ公社」が設立され、管理運営委託されることになった。これを後押ししたのは、第二臨調を中心とする行政改革であったといわれるが、図書館に関しては「東京都は当初直営」という考えを示していた。このため、図書館業務を外部委託する先鞭を区の公立図書館で最初に行ったため、労働組合や図書館界の反発を招き、反対運動の標的になった。しかし現在では、世田谷区を除く22区が一部あるいは全図書館業務の管理運営を外部委託するようになった。委託に伴い、通年・夜間開館化による勤労者などの利用層の拡大という長所があげられる。負の側面は、スタッフすなわち多くのパート職員は委託費の半分程度の時給800円から900円程度の賃金しか払われていず、官製プアを生んでいるという批判があった。しかしこの点は、東京都の公立図書館の協議会や「東京都の公立図書館を良くする会」などが、実態を調査し、基準を設けるか、評価ランキングシステムを導入すれば比較的早く改善できたと考える。また旧来の独立した図書館から、1997年に着工し2000年開館の新中央図書館は、図書館、生涯学習センター、放送大学、さらには都民住宅や駐車

場を含んだ複合施設であり、他の区の中央図書館も複合施設に開館されているものが多く、その先鞭をつけた。

以上の努力によって、1986年にはDEA効率値は図1の0.74であったが2011年には手本になった。また公立図書館業務の改善のきっかけを作った点は評価できる。

(2) 千代田区の場合

「千代田区の公立図書館宣言(平成22年改定版, 71頁)」によれば、区民が約4万7千人に対し、昼夜人口が約85万人と他の区と大きく異なった特徴をもっている。このため、1986年では最悪の効率値を示した。そこで平成19年に中央図書館を区役所本庁舎の9・10階にリニューアル・オープンし、民間3社のコンソーシアム(指定管理者)に運営委託し、運営コンセプトを次の5つに集約している。

1. 千代田ゲートウェイ：コンシェルジェが地域や施設店舗情報の案内、神保町の古本屋や大学図書館との連携など。
2. 創造と語らいのセカンドオフィス：データベースを活用したセルフファレンス機能を完備、貴重な資料展示を通じビジネス発想が育つ空間を構成、夜10時まで開館しビジネスマンが書齋代りに利用可等。
3. 区民の書齋：中高生や一般の利用客に上質な書齋空間の提供。
4. 歴史探究のジャングル：第2次世界大戦前後の資料や内田嘉吉文庫の整理と利用。
5. キッズセミナーフィールド：託児サービスによる保護者のリカレント学習環境を支援など。

以上の業務改善を通して、1986年に効率値が0.19という最悪の状態から2011年には目黒区を追従する手本になり、経営効率性を著しく改善した。近年多くの組織で、外注化が行われている。しかし、公立図書館では単に人件費を削減しただけでなく、業務内容の改善を図ったことが図書館業務の拡大に貢献したと考えられる。

5. まとめ

本研究では1986年と2011年の東京都23区の公立図書館の比較を、5入力2出力モデルで行うことで、次のことが分かった。

- ・1986年と2011年の46図書館を5入力2出力のCCRモデルで分析すると、手本は2011年単独の手本と同じ10図書館で、逆CCRモデルでは1986年単独の場合と同じく3図書館が非効率な手本になった。このことから、1986年から2011年にかけて効率的フロンティアが拡大したことが分かる。
- ・1986年で最も非効率であった千代田区は、25年間で予算と人口は1.04倍と1.03倍しか増えていない。床面積、蔵書数、職員数は1.66倍、1.82倍、2.02倍増えたが、それ以上に貸出数と登録者数を7.71倍と12.57倍と図書館業務を大きく改善し、2011年には手本になった。他

の公立図書館も、図書館業務を大きく改善したものが多い。これは、図書館業務の外部委託化と図書館の複合センター化などで達成できたと考えられる。しかし、近年多くの組織で外注化が行われているが、以下の質的改善が同時に行われた結果といえる。

- ・区の直轄事業であれば司書を正式に採用できないが、専門業者であれば可能になる。
- ・公立図書館の22時までの開館や図書の24時間返却ポストの開設、託児サービスなどにより、勤労者や児童保護者の図書館利用層の積極的な拡大を行った。
- ・大学図書館や他自治体やグループへの積極的な貸し出しを行った。
- ・千代田区にみるように、神田の古書店などの地域との連携が行われ、単なる図書の貸し出しから従来の図書館の枠を超えた情報の提供という旧来の図書館業務には見られない試みもあり評価に値する。

また本研究事例は、DEAの評価における可視化と公平性を示す成功事例と考える。1986年にはDEA効率値が0.19であった千代田区が2011年には目黒区と同じく手本になった点である。これまで比率を用いた評価は単純でわかりやすいが個々で異なった結果になり、説得力に乏しかった。それを複数の入力と出力を重みで総合化し、評価対象に最適なDEA効率値($b_i \cdot y_i / a_i \cdot x_i$)を提案した点である。これによって規模の小さな千代田区や、予算や人口が少なく出力も6位と7位という目黒区が総合して効率的であることが分かった。さらに「1入力固定改善法」で、複数の代替案を総合的に判断することで、評価対象の問題点が発見できた。

これまでの評価法であれば、千代田区や目黒区を評価する基準がなく、図書館業務の規模の大きな大田区や世田谷区に隠れてクローズアップされなかったであろう。日本では企業の事業部評価においても、採算性は良いが規模の小さい事業部を評価することは一般的に行われていない。それがDEA効率値という尺度でもって初めて正しく評価できる道が開かれた点は大きい。今後企業の経営効率性の分析や、経営効率性になじまない大学経営にも利用できる可能性がある。

謝辞：本研究内容に関して、2011年の調査を担当された東京都立中央図書館の担当者の方に説明会を開催し、職員数などに関して意見交換する機会を得たことに感謝する。

付録：LINGOによるCCRモデルと逆CCRモデル

以下のLINGOによるモデルを図1のExcelの2入力1出力モデルで説明する。Excelに与えたセル範囲名のFから23図書館の2入力1出力データを読み込み、CCRモデルの効率値(SCORE)、重み(W)、クロス効率値(C)と逆CCRモデルの逆効率値(SCORE2)、重み(W_2)、クロス効率値(C_2)を同名のセル範囲名に出力する。逆CCRモデルは、分数形式の効率値をLPに変更して解いているため、入力の重みが0になる局所解が得られた場合、効率値の計算過程において0で割ることによる問題が起きる。最適化モデルの一部としてクロス効率

値を計算する場合は非線形最適化になり大域的最適化オプションを指定すれば問題が生じない。しかしCALC節で計算する場合、大域的最適化オプションは適用されないので@IFC文で0に対応することで、LPモデルとして計算が可能になる。また下線を引いた3か所の数字をExcel上に与えてやれば、モデルを変更する必要がない完全な汎用モデルになる。

MODEL:

SETS:

DMU/1..23/:SCORE,SCORE2; FACTOR/1..3/; DXF(DMU, FACTOR): F,W,W_2;
C40(DMU,DMU):C,C_2, TOP, BOTTOM;

ENDSETS

DATA:

NINPUTS =2;WGTMIN = .000000;BIGM = 999999; F=@OLE() ;

ENDDATA

SUBMODEL CCR:

MAX = @SUM(DMU: SCORE);
@FOR(DMU(I): SCORE(I) = @SUM(FACTOR(J)|J #GT# NINPUTS: F(I,J)* W(I, J));
@SUM(FACTOR(J)|J #LE# NINPUTS: F(I, J)* W(I, J)) = 1;
@FOR(DMU(K): [LE1] @SUM(FACTOR(J)|J #GT# NINPUTS: F(K, J) * W(I, J))
<= @SUM(FACTOR(J)|J #LE# NINPUTS: F(K, J) * W(I, J)));
@FOR(DXF(I, J): @BND(WGTMIN, W, BIGM));

ENDSUBMODEL

SUBMODEL ICCR:

MIN = @SUM(DMU: SCORE2);
@FOR(DMU(I): SCORE2(I) = @SUM(FACTOR(J)|J #GT# NINPUTS: F(I,J)* W_2(I, J));
@SUM(FACTOR(J)|J #LE# NINPUTS: F(I, J)* W_2(I, J)) = 1;
@FOR(DMU(K): [GE1] @SUM(FACTOR(J)|J #GT# NINPUTS: F(K, J) * W_2(I, J))
>= @SUM(FACTOR(J)|J #LE# NINPUTS: F(K, J) * W_2(I, J)));
@FOR(DXF(I, J): @BND(WGTMIN, W_2, BIGM));

ENDSUBMODEL

CALC:

@SET('TERSEO', 1);
@SOLVE(CCR);
@FOR(DMU(I): @FOR(DMU(K):
TOP(K, I) = @SUM(FACTOR(J)|J #GT# NINPUTS: F(K, J) * W(I, J));

```

BOTTOM( K, I) = @SUM( FACTOR( J)| J #LE# NINPUTS: F( K, J) * W( I, J));
@IFC( BOTTOM( K, I) #NE# 0: C( K, I) = TOP( K, I) / BOTTOM( K, I);
@ELSE
@WRITE( ' *** DIVIDE BY 0 FOR K, I = ', K, ', ', I, ' ***', @NEWLINE( 1));
@WRITE( ' *** BOTTOM( ', K, ', ', I, ') = ', BOTTOM( K, I), ' ***', @NEWLINE( 2));
C( K, I) = 1.E30; );
@SOLU();@SET( 'TERSEO', 0); @OLE()=SCORE,W,C;
@SET( 'TERSEO', 1);
@SOLVE(ICCR);
@FOR( DMU( I): @FOR( DMU( K):
TOP( K, I) = @SUM( FACTOR( J)| J #GT# NINPUTS: F( K, J) * W_2( I, J));
BOTTOM( K, I) = @SUM( FACTOR( J)| J #LE# NINPUTS: F( K, J) * W_2( I, J));
@IFC( BOTTOM( K, I) #NE# 0: C_2( K, I) = TOP( K, I) / BOTTOM( K, I);
@ELSE
@WRITE( ' *** DIVIDE BY 0 FOR K, I = ', K, ', ', I, ' ***', @NEWLINE( 1));
@WRITE( ' *** BOTTOM( ', K, ', ', I, ') = ', BOTTOM( K, I), ' ***', @NEWLINE( 2));
C_2( K, I) = 1.E30; ););
@SOLU();
@SET( 'TERSEO', 0); @OLE()=SCORE2,W_2,C_2;
ENDCALC
END

```

(成蹊大学経済学部教授)

参考文献

- [1] J.P.Sall, L.Creighton & A.Lehman (2004). JMPを用いた統計およびデータ分析入門 (第3版) . SAS Institute Japan (株). [新村秀一監修] .
- [2] L.Schrage(2003). Optimizer Modeling with LINGO. LINDO Systems Inc.
- [3] S.Shinmura (2012). Relationship between the DEA cluster and the lower limit of weights. Proceedings of DEA Symposium 2012, pp.63-68.
- [4] K.Tone (1988). Introduction to Efficiency Analysis of a company-DEA (1). Operations Research, 32/12.
- [5] 新村秀一 (2004). JMP活用 統計学とおき勉強法. 講談社.

- [6] _____(2007). ExcelとLINGOで学ぶ数理計画法. 丸善.
- [7] _____(2011). 数理計画法による問題解決法. 日科技連出版社.
- [8] _____(2011). DEAによる回帰型データのクラスター分析. 成蹊大学一般研究報告, 45/3, 1-37.
- [9] 刀根薫 (1987). DEA事例集. Institute for Policy Science Research Report.1-33.
- [10] _____(1993). 経営効率性の測定と改善—抱絡分析法DEAによる—. 日科技連出版社.
- [11] 東京都中央図書館. 「2011年東京都公立図書館調査」. 1-138.