

DEA 手法による公営企業の運営効率性評価*
- 公営バス事業を事例とした評価 -
Measuring Managerial Efficiency of Public Sector Organizations by DEA Method*
-A Case Study of Bus Services-

平井健二**・小池淳司***・喜多秀行****
 By Kenji HIRAI**・Atsushi KOIKE***・Hideyuki KITA****

1. はじめに

昭和 40 年代後半以降、公営バス事業は、モータリゼーションの進展等に伴う道路混雑に起因した輸送効率の低下や定時性の喪失等によって、利用者離れが加速し、現在も極めて厳しい経営状況に置かれている。

また、平成 12 年 5 月に道路運送法の改正や平成 14 年 2 月の需給調整規制撤廃などをはじめとした乗合バス事業の規制緩和が実施されると、自由参入によるクリームスキミングにより、黒字路線を運行するバス事業者の収益悪化や赤字路線における民営バス事業者の減便や廃止によって、地域住民の生活路線確保のための公営バス事業を運営する自治体の負担増など、新たな問題を地方自治体にもたらした。

さらに、少子・高齢化の進展によって、人口が低密な中山間地域においては、地方財政全体が厳しい状況の中、地方自治体が運営する公営バス事業は、地域住民の生活交通の確保という大きな課題を抱えている。

今後、さらに地方財政が厳しくなることが懸念される中、地域の公共サービスを維持していくためには、効率的な事業のあり方について、再検討する必要がある。

効率的な事業を行うためには、現状において、「どの部分」が「どの程度」非効率であるかを定量的に把握する必要があり、本研究では、近年、事業者の経営効率性評価手法として注目を集めている、DEA (Data Envelopment Analysis : 包絡分析法) を用いて公営バス事業の効率性を計測する。その際、効率性を「生産面」「経営面」「福祉サービス水準」の3つの視点から分析を行う。

本研究の目的は、民間企業の経営分析に用いられてきた DEA 手法を公営のバス事業に適応することで、これまで効率性という視点から定量的な評価が行われてこ

*キーワード：公共交通計画，効率性評価

**正員，工修

復建調査設計(株) 地域経済戦略チーム 研究員
 (広島市東区光町2-10-11, TEL082-506-1853, FAX082-506-1893)

***正員，工博

鳥取大学工学部社会開発システム工学科 准教授
 (鳥取市湖山町南4-101, TEL0857-31-5313, FAX0857-31-0882)

****正員，工博

神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 教授
 (神戸市灘区六甲台町1-1, TEL078-803-6008, FAX078-803-6013)

かったバス事業を客観的に分析するとともに、その際、本研究で提案するoutputの異なる複数の指標を設定する方法論がバス事業評価にどの程度の有効かについて検討することである。つまり、本研究は、公営事業の経営効率性評価に対して、DEA手法を活用する方法論を提案するものである。

2. DEA手法の概説

DEA は 1978 年に European Journal of Operational Research の中で、テキサス大学の Charnes と Cooper 両教授によって提唱された実用性の高い経営分析手法である¹⁾²⁾。DEA は最も優れたパフォーマンスを示す事業体 (DMU Decision Making Unit : 意思決定主体) をもとに効率的フロンティアを計測し、これを1つのベンチマークとして他を相対的に評価する手法である。

(1) DEA手法の特徴

DEA 手法の特徴として以下の点が挙げられる。

- ①生産関数を特定化する必要がない。
- ②ノン・パラメトリックに生産フロンティアを推計する。
- ③Input・Output のデータのみで効率性の計測が可能。
- ④多入力・多出力システムに対応が可能である。
- ⑤事前の重み付けが不要 (可変ウエイトによる分析)
- ⑥効率値は $(0 \leq \theta \leq 1)$ の範囲で表される。
- ⑦定量的に効率化への改善案の提示が可能である。

下表に生産フロンティアについて示す。

表ー1 生産フロンティアの推計方法の比較

	パラメトリック法 (計量経済学的手法)	ノン・パラメトリック法 (線形計画法)
概説	統計的推定を行う際、母集団の分布型が正規分布の確率分布であると前提をおく方法	母集団の分布型について正規分布型などの限定を設けない推定や検定方法
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・データ全体に対する単一の回帰平面の最適化が目的 ・単一の最適な回帰式が全対象に対して当てはまると仮定 ・平均やパラメータ推定を行うことに焦点を合わせる ・独立変数を従属変数に関連づける際、特定の関数形(生産関数等)を決める必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・個々の対象の性能尺度を最適化することが目的 ・分析に n 回の最適化(観測対象ごとに 1 回)が必要 ・個々の対象に焦点を合わせる ・関数形に関する仮定は一切必要なし

(2) 分数計画問題

DEA 手法は、複数の事業体、それぞれについて比率尺度で効率性を測定していく。

任意の事業体 k の効率値は式(1)の分数計画問題を解くことによって求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{Max } \theta &= \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}} \\ \text{s.t. } \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} &\leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \\ v_1, v_2, \dots, v_m &\geq 0, \quad u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 θ : 目的関数値 (効率値), n : 事業体数,
 m : 入力項目数, s : 出力項目数 x_{ik} : 事業体 k の i 番目の入力, x_{ij} : 事業体 j の i 番目の入力, v_i : 事業体 k の i 番目の入力ウェイト, y_{rk} : 事業体 k の r 番目の出力, y_{rj} : 事業体 j の r 番目の出力, u_r : 事業体 k の r 番目の出力ウェイト

式(1)は k 番目の事業体の効率値をすべての事業体の生産活動において、仮想的総入力と仮想的総出力の比が 1 以下に抑える制約条件のもとで最大化するようにモデル化されている。そのうえで、可変ウェイト v_i と u_r が決定される。したがって、最適な θ の値は $0 \leq \theta \leq 1$ となる。

(3) CCRモデル

前項の分数計画問題を線形計画問題に変形すると、式(2)のように定式化される。式(2)は Charnes, Cooper, Rhodes の 3 人によって考案された DEA の基礎モデルとして 3 人の頭文字をとって CCR モデルとされている。

$$\begin{aligned} \text{Max } \theta &= u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk} \\ \text{s.t. } v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk} &= 1 \\ u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj} &\leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (j=1,2,\dots,n) \\ v_1, v_2, \dots, v_m &\geq 0, \quad u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

分数計画問題の式(1)と線形計画問題の式(2)が同値であることは、Charnes らによる DEA に関する最初の文献で示されている²⁾。

式(2)において、最適解を (v^*, u^*) とし、目的関数値を θ^* とすると、

- 1) $\theta^* = 1$ のとき、 DMU_k は効率的
- 2) $\theta^* < 1$ のとき、 DMU_k は非効率

ただし、 $\theta^* = 1$ の場合でもスラック、すなわち入力の

余剰や出力の不足が発生している可能性があるため、注意が必要である。

DMU_k が非効率な時、式(2)の制約式の中には、ウェイト値 (v^*, u^*) に対して次のような等式が成立する事業体 j が存在する。

$$R_k = \left\{ j : \sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij}, \quad j=1, \dots, n \right\} \quad (3)$$

この等式が成立する事業体 j が任意の事業体 k を非効率と判定させている事業体であり、事業体 k の参照集合である。

式(2)を一般形で表すと、式(4)のようになる。

$$\begin{aligned} \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \\ \text{s.t. } - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} &\leq 0 \quad (j=1,2,\dots,n) \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &= 1 \\ v_i &\geq 0, \quad (i=1,2,\dots,m) \quad u_r \geq 0 \quad (r=1,2,\dots,s) \end{aligned} \quad (4)$$

式(4)の問題の双対問題は実数 θ と双対変数 λ を用いて式(5)のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta \\ \text{s.t. } - \sum_{i=1}^m x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} &\geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m) \\ \sum_{i=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{rk} \quad (r=2,3,\dots,s) \\ \lambda_j &\geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \theta : \text{制約なし} \end{aligned} \quad (5)$$

ただし、

- λ_j : 事業体 j のウェイト値
- θ : 最小化問題における効率値

次に、 $\theta^* = 1$ の場合でも、スラックが発生する場合があります。入力の余剰と出力の不足はそれぞれ、式(6)のように表される。

$$\begin{aligned} d_i^x &= \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i=1,2,\dots,m) \\ d_r^y &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \quad (r=1,2,\dots,s) \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、

d_i^x : i 番目の入力に対する余剰

d_r^y : r 番目の出力に対する不足

d_i^x と d_r^y は、式(7)を解くことによって求められる。

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \sum_{i=1}^m d_i^x + \sum_{r=1}^s d_r^y \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^n x_{ij} \lambda_j + d_i^x = \theta^* x_{ik} \quad (i=1,2,\dots,m) \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - d_r^y = y_{rk} \quad (r=1,2,\dots,s) \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n), \quad d_i^x \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m) \\
 & d_r^y \geq 0 \quad (r=1,2,\dots,s)
 \end{aligned} \tag{7}$$

ここで、 θ^* は式(5)の最小化問題より得られる目的関数の最適値を示す。よって CCR モデルを用いて効率性を評価するには、以下の手順で分析していくことが必要である。

- 1) 第1段階：式(5)を解き最適解 θ^* を求める。
- 2) 第2段階：式(5)より得られた θ^* を用いて式(7)からスラック解を求める。
- 3) 第3段階：第1段階と第2段階の最適解を検討したうえで効率的か否かを判断する。

DEA の効率性についてまとめると、DEA 最適解において、すべての $\theta^* = 1$ かつすべてのスラックがゼロの場合、効率的とする。それ以外の場合は非効率とする。

次に CCR モデルを視覚的に説明する。CCR モデルは、すべての事業体の生産規模を同一と見なして評価を行う。つまり、規模に関して収穫一定の仮定を置き、技術と規模の複合的な効率値を計測する。

図-1において、A から F の点は事業体の生産活動の結果を示す。ここでは C 点と原点を結ぶ直線の勾配が最も大きく、事業体 C は効率的となる。この直線が効率的フロンティアであり、効率的フロンティアより下側の領域を生産可能集合と呼ぶ。生産可能集合内の事業体はすべて非効率となる。

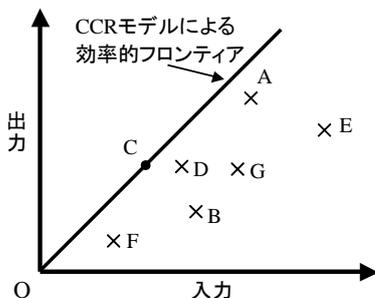


図-1 CCR モデルによる効率的フロンティア

(4) BCCモデル

ここでは、Banker, Charnes, Cooper の3人によって考案され、3人の頭文字をとって名づけられている BCC モデルについて説明する。BCC モデルは式(5)に新たに制約式 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ をつけ加えることによって定式化される。

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & \theta \\
 \text{s.t.} \quad & - \sum_{i=1}^n x_{ij} \lambda_j + \sum_{r=1}^s \theta x_{ik} \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m) \\
 & \sum_{i=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad (r=2,3,\dots,s) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \theta: \text{制約なし}
 \end{aligned} \tag{8}$$

式(8)の問題の双対問題は双対変数 v, u, σ を用いて式(9)のように表すことができる。

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + \sigma \\
 \text{s.t.} \quad & - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + \sigma \leq 0 \quad (j=1,2,\dots,n) \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\
 & v_i \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m), \quad u_r \geq 0 \quad (r=1,2,\dots,s) \\
 & \sigma: \text{制約なし}
 \end{aligned} \tag{9}$$

式(9)において σ は、新しく加わった制約式 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ に対する双対変数である。

次に BCC モデルを視覚的に説明する。BCC モデルは、各事業体の生産規模に応じて評価を行う。つまり、規模に関して収穫可変の仮定を置く。そのため、純粋に技術の効率値が計測される。

図-2において効率的な事業体として A, C, F の3点がクローズアップされ、これらの点を結ぶ折れ線が効率的フロンティアとなる。効率的フロンティアより下側の領域は生産可能集合と呼ばれ、この中にある事業体はすべて非効率と見なされる。D 点は C 点の存在によって非効率となっており、C 点を D 点の参照集合と呼ぶ。

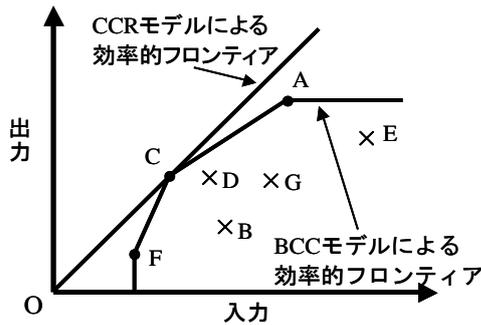


図-2 BCCモデルによる効率的フロンティア

(5) CCRモデルとBCCモデルの比較

ここでは、これまでに説明したCCRモデルとBCCモデルの相違点について説明する。定式化において両者の違いはBCCモデルに新しい制約式、 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ が加わったことのみである。しかし、効率性を分析する上で両者は大きく異なる。

CCRモデルは生産規模に関わらず、一定比の効率的フロンティアを仮定し、技術の効率性と規模の効率性を複合的に計測する。BCCモデルは生産規模に応じて異なった水準の効率的フロンティアを仮定し、技術の効率性のみを計測する。表-2はCCRモデルとBCCモデルをまとめたものである。また両モデルを用いて、式(10)より、純粋に規模の効率値のみを計測することが可能である。

$$\text{規模の効率値} = \frac{\text{CCR 効率値}}{\text{BCC 効率値}} \quad (10)$$

表-2 各モデルと効率性の概要

モデル	仮定	概説
CCRモデル	規模に関して収穫一定 (生産規模に関係なく評価)	技術+規模の効率性 (TSE: Technical and Scale Efficiency)
BCCモデル	規模に関して収穫可変 (生産規模に応じて評価)	技術的効率性 (TE: Technical Efficiency)
規模の効率値	(CCR値)/(BCC値)	生産規模の効率性 (PSE: Production-based Scale Efficiency)

3. 実証分析

(1) 本分析におけるDEA手法の応用

公営バス事業の効率性評価の研究事例としては、宮良・福重³⁾が挙げられる。宮良・福重の研究においては、バス事業の技術的な効率性と採算性を重視し、インプットのデータに、人口一人当たりの総費用、面積あたりの営業キロ数を与え、アウトプットに、人口一人当たりの年間総輸送人員、人口一人当たりの輸送収入を与えてい

る。各変数を人口当たり・面積当たりとしている理由は、各市町村の規模の違いを考慮したためである。

効率性の定義は極めて不明確であり、DEAでは選んだデータによって結果が左右される可能性を持つ。そこで本研究では公営バス事業の効率性を「生産面」「経営面」「福祉サービス水準」の3つの視点から捉える。多角的な指標による事業主体の評価を行うことで、データ選択によって左右される結果に対する批判を排除するとともに、本方法の公営バス事業の適用の有効性を確認する。

また、分析にはCCRモデル及びBCCモデルを採用することとした。

(2) 公営バス事業の現状及び分析対象

公営バス事業の状況を走行キロ当たり輸送人員、車両1台当たり輸送人員の推移でみると、輸送効率の減少傾向が確認される。

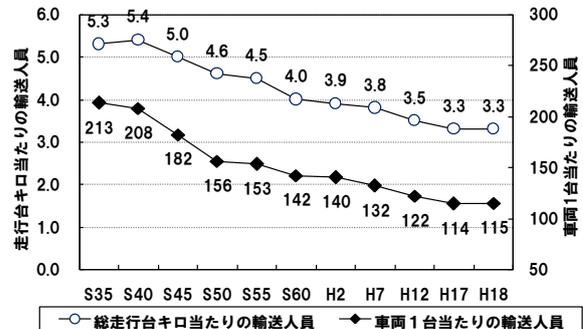


図-3 公営バスの輸送人員の推移⁴⁾

現在、公営バス事業者数は、39事業者(乗合・貸切)存在する。本研究では、全国39事業者のうち、乗合バス事業を展開する事業者37事業者を対象とする。

表-3 本研究の分析対象

分類	事業者	事業者数
都道府県	東京都・長崎県	1都1県
政令市	横浜市・仙台市・川崎市・名古屋市 京都市・大阪市・神戸市・北九州市	8政令市
市町村	苫小牧市・青森市・八戸市・ 南アルプス市・高槻市・姫路市 尼崎市・明石市・伊丹市・松江市 呉市・三原市・尾道市・宇部市 岩国市・徳島市・鳴門市・小松島市 佐賀市・佐世保市・松浦市・熊本市 鹿児島市・薩摩川内市・三宅村 八丈町	24市1町1村
企業団	沖永良部バス企業団	1企業団
	合計	37事業者

(3) 使用したデータ

分析に使用したデータの概要を表-4に示す。Inputに関して、従業員数は、損益勘定所属職員数と資本勘定所属職員の合計。中間投入は、動力費又は燃料油脂費、光熱水費、通信運搬費、修繕費、委託料、その他の合計額を用いた。Outputに関して、福祉車両台数を設定した意図は、地域住民の交通手段を確保するためにバスを運行している事業者が、便数確保だけでなく、どの程度福祉バスを導入し、福祉サービス水準の高い事業を行っているかを分析するためである。またデータ取得制約上、福祉サービス水準を表現するものとして「福祉車両台数（超低床・低床車両・リフト付車両）」を採用した。

表-4 使用したデータの概要

指標	Input		Output
生産面の効率性	従業員数 (労働)	車両台数 (資本)	年間延べ輸送人キロ
経営面の効率性			営業収入
福祉サービス水準			福祉車両台数
データの出典	地方公営企業年鑑第54集 平成18年度版		

(4) 分析結果

1) 各指標及びCCRモデルとBCCモデルの効率性

3指標別にCCRモデルとBCCモデルを用いて分析した結果を表-5に示すとともに、概要を説明する。

生産面の効率性については、規模を一定として評価するCCRモデルでは効率的な事業者が6事業者であるのに対して、規模を考慮して評価を行うBCCモデルでは、10事業者であり、BCCモデルでは、CCRモデルに対して効率的な事業者が増える傾向にある。このことは経営面と福祉サービス水準の2指標の結果からも確認された。

生産面の効率性では、人口規模が大きな地域においてCCR効率値が高くなる傾向にあるものの、BCC効率値では、人口規模の小さな三原市（広島県）や松浦市（長崎県）が効率的と評価される結果となっており、BCCモデルを用いることで、人口規模などの事業主体の特性を加味した評価が可能であると考えられる。

経営面の効率性については、効率値の結果が生産面の結果に類似していることが確認される。これは、アウトプットデータに用いた年間延べ輸送人キロ（生産面）と営業収入（経営面）の間の相関が高いことが原因であると考えられる。そのため、本分析のような多角的な視点からの評価を目的とした場合、アウトプットのデータの設定には、データの相関にも配慮することが必要であることが示唆された。

福祉サービス水準の効率性については、全事業者の平均効率値が他の2指標と比較し、低い傾向にあるが、人口50万人以上の事業者の平均効率値では、他の2指標と同程度である。このことは、人口規模の大きな事業

者は、福祉車両等の導入が進み、福祉サービス水準が高くなっていることが要因であると考えられる。

このように複数の指標で分析することで、評価の偏りに配慮できるとともに、指標によって、効率値が異なることは、本研究の方法論が一定の意義を示している。

次に規模を考慮したBCCモデルでの分析結果に着目し、各指標別に考察を行う。

表-5 指標別の効率性分析結果

事業主体	生産面		経営面		福祉サービス水準	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
1 東京都	0.77	1.00	0.94	1.00	0.97	1.00
2 長崎県	0.71	0.73	0.63	0.64	0.62	0.62
3 仙台市	0.72	0.74	0.67	0.67	0.23	0.23
4 横浜市	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5 川崎市	1.00	1.00	0.91	0.92	0.98	0.98
6 名古屋市	1.00	1.00	0.84	0.85	1.00	1.00
7 京都市	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8 大阪市	0.88	0.91	0.91	0.91	1.00	1.00
9 神戸市	0.91	0.93	0.96	0.96	0.99	0.99
10 北九州市	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11 苫小牧市	0.51	0.53	0.47	0.48	0.36	0.36
12 青森市	0.46	0.47	0.59	0.60	0.43	0.43
13 八戸市	0.52	0.53	0.49	0.50	0.06	0.06
14 南アルス市	0.44	1.00	0.63	1.00	0.89	1.00
15 高槻市	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99
16 姫路市	0.70	0.72	0.67	0.69	0.97	0.97
17 尼崎市	0.66	0.67	0.92	0.92	0.97	0.97
18 明石市	0.62	0.65	0.69	0.72	0.97	0.97
19 伊丹市	0.95	0.96	0.88	0.89	0.97	0.97
20 松江市	0.45	0.48	0.56	0.58	0.76	0.77
21 呉市	0.78	0.78	0.75	0.76	0.13	0.13
22 三原市	0.89	1.00	0.92	1.00	0.97	0.98
23 尾道市	0.60	0.64	0.83	0.86	0.25	0.25
24 宇部市	0.53	0.55	0.59	0.61	0.34	0.34
25 岩国市	0.73	0.76	0.63	0.64	0.97	1.00
26 徳島市	0.55	0.58	0.53	0.54	0.21	0.21
27 鳴門市	0.32	0.42	0.43	0.51	0.21	0.21
28 小松島市	0.33	0.46	0.83	0.89	0.97	0.98
29 佐賀市	0.40	0.43	0.53	0.55	0.20	0.21
30 佐世保市	0.79	0.79	0.80	0.81	0.10	0.10
31 松浦市	0.14	1.00	0.24	1.00	1.00	1.00
32 熊本市	0.59	0.60	0.47	0.47	1.00	1.00
33 鹿児島市	0.67	0.68	0.60	0.60	0.21	0.21
34 薩摩川内市	0.18	0.62	0.32	0.71	0.00	0.51
35 三宅村	0.10	0.63	0.44	0.88	0.00	0.60
36 八丈町	0.25	0.51	0.27	0.49	0.20	0.30
37 沖永良部	0.23	0.81	0.34	0.84	0.00	0.70
効率的な事業者数	6	10	4	8	8	10
平均						
全事業者	0.63	0.74	0.68	0.77	0.62	0.68
人口50万以上	0.84	0.87	0.80	0.82	0.84	0.85
人口50万以下	0.52	0.68	0.62	0.74	0.52	0.59

1) 生産面の効率性

生産面の効率性の結果を以下に示す。効率的な事業者は10業者であった。全事業者の平均効率値は、0.74であり、人口50万人以上の事業者の平均値は、0.87と全体の平均値よりも高く、人口50万人以下の事業者の平均は、0.68と約0.2ポイント低い結果となっている。

図-4,5に示されるように、人口50万人以上の全事業者は効率値が0.6を越えており、効率的と評価された事業者は、6事業者である。一方、人口50万人以下の事業者は、効率値に大きな差がある。その中で効率的と

評価された事業者は、4事業者であった。

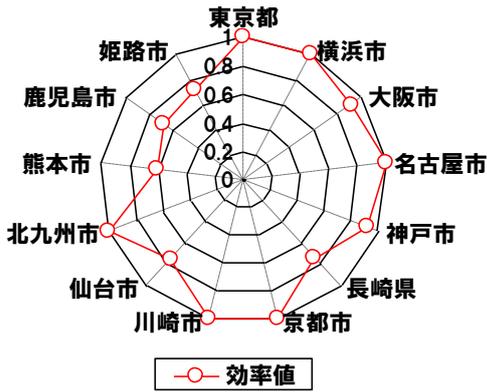


図-4 生産面の効率値 (人口50万人以上)

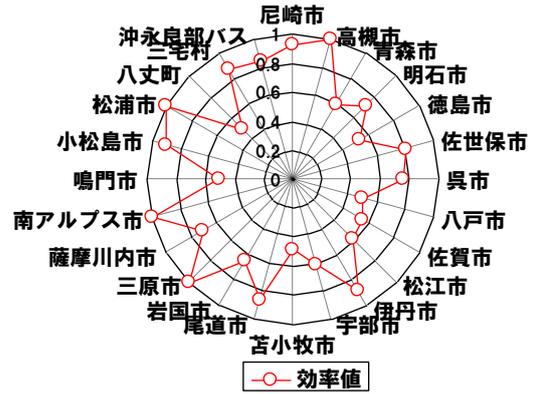


図-7 経営面の効率値 (人口50万人以下)

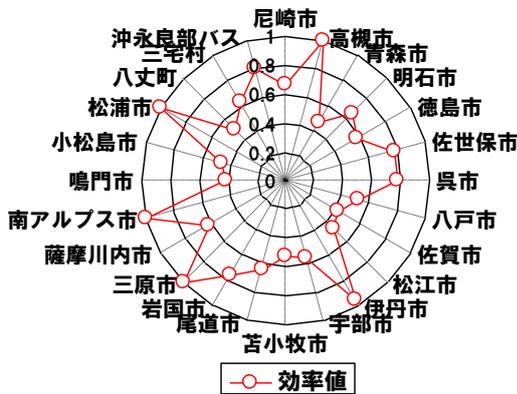


図-5 生産面の効率値 (人口50万人以下)

2) 経営面の効率性

経営面の効率性の結果を以下に示す。効率的な事業者は8事業者であった。全事業者の平均効率値は、0.77であり、人口50万人以上の事業者の平均値は、0.82と全体の平均値よりも高く、人口50万人以下の事業者の平均は、0.74と約0.1ポイント低い結果となっている。

図-6,7に示されるように、人口50万人以上の全事業者は効率値が0.4を越えており、効率的と評価された事業者は、4事業者である。一方、人口50万人以下の事業者は、効率値に大きな差がある。その中で効率的と評価された事業者は、4事業者であった。

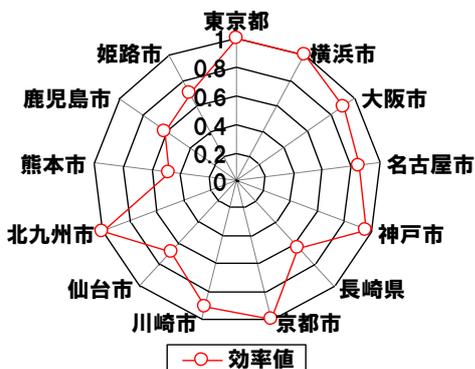


図-6 経営面の効率値 (人口50万人以上)

3) 福祉サービス水準の効率性

福祉サービス水準の結果を以下に示す。効率的な事業者は10事業者であった。全事業者の平均効率値は、0.68であり、人口50万人以上の事業者の平均値は、0.85と全体の平均値よりも高く、人口50万人以下の事業者の平均は、0.68と約0.2ポイント低い。

図-8,9に示されるように、人口50万人以上の全事業者は効率値が0.6を越えており、効率的と評価された事業者は、6事業者である。一方、人口50万人以下の事業者は、効率値に大きな差がある。その中で効率的と評価された事業者は、4事業者であった。

本指標では、アウトプットの福祉車両の導入状況におきなばらつきがあるため、DEA効率値においても図-9に示されるように大きなばらつきが確認される。

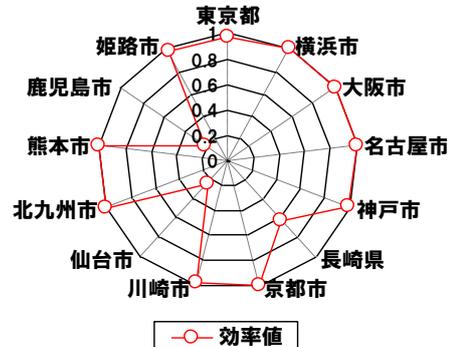


図-8 福祉サービス水準の効率値 (人口50万人以上)

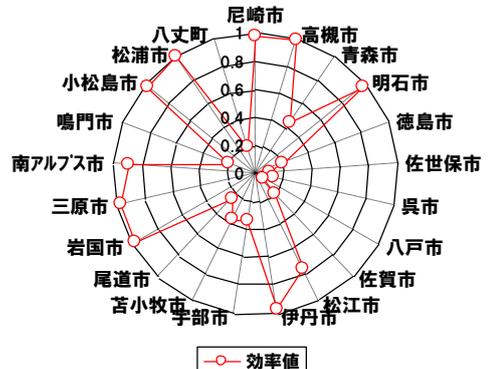


図-9 サービス水準の効率値 (人口50万人以下)

表-6に指標別に効率的な事業者を整理した。3指標すべての面で効率的となった事業者は、横浜市・京都市・北九州市・松浦市の4事業者であった。これらは、利用者と収益性の確保を図りつつ、バリアフリーにも配慮した事業が効率的に行われていると評価できる。

異なるアウトプットで指標別に評価することは、評価者の恣意性を排除する上でも重要である。本分析におけるDEA手法の活用方法のように、意思決定主体間の合意のもと、複数の指標を設定し、多角的な視点で分析を行うことは有用であるといえる。

ただし、DEA手法は、相対評価であるため、指標間で効率値の比較には留意が必要である。

表-6 指標別の効率的事業者の整理

都道府県	事業者	人口規模(H17)	効率的な事業者		
			生産面	経営面	サービス水準
東京都		12,576,601	●	●	●
神奈川県	横浜市	3,579,628	●	●	●
京都府	京都市	1,474,811	●	●	●
川崎市	川崎市	1,327,011		●	
山梨県	南アルプス市	72,055	●	●	
愛知県	名古屋市	2,215,062		●	●
大阪府	大阪市	2,628,811		●	●
大阪府	高槻市	351,826	●	●	
広島県	三原市	104,196	●	●	
福岡県	北九州市	993,525	●	●	●
長崎県	松浦市	26,993	●	●	●

4) 非効率要因分析

ここでは、DEAから得られる理論的な改善案を用いて、非効率要因の分析を行う。

まず、表-7に生産面のスラック変数及び参照集合の結果を示す。非効率な27事業者のうち、13事業者において、入力之余剰が発生していることが確認された。

これらの事業者は、効率化するために、現在の入力をそれぞれ効率値の値だけ縮小するとともに、余剰分を除去する必要がある。

表-7 生産面のスラック及び参照集合

事業主体	効率値	入力之余剰			出力の不足	参照集合
		X ₁	X ₂	X ₃		
1 東京都	1.00	0	0	0	0	東京都
2 長崎県	0.73	0	1.1	0	0	名古屋市, 京都市, 高槻市
3 仙台市	0.74	0	0	0	0	横浜市, 川崎市, 京都市, 高槻市
4 横浜市	1.00	0	0	0	0	横浜市
5 川崎市	1.00	0	0	0	0	川崎市
6 名古屋市	1.00	0	0	0	0	名古屋市
7 京都市	1.00	0	0	0	0	京都市
8 大阪市	0.91	151.7	0	0	0	横浜市, 川崎市, 京都市
9 神戸市	0.93	0	8.4	0	0	名古屋市, 京都市, 高槻市
10 北九州市	1.00	0	0	0	0	北九州市
11 苫小牧市	0.53	0	0	0	0	京都市, 高槻市, 三原市, 松浦市
12 青森市	0.47	0	0	0	0	横浜市, 川崎市, 高槻市, 松浦市
13 八戸市	0.53	0	0	0	0	京都市, 北九州市, 南アルプス市, 高槻市
14 南アルプス市	1.00	0	0	0	0	南アルプス市
15 高槻市	1.00	0	0	0	0	高槻市
16 姫路市	0.72	27.1	0	0	0	川崎市, 京都市, 三原市
17 尼崎市	0.67	5.4	0	0	0	川崎市, 京都市, 三原市
18 明石市	0.65	4.7	0	0	0	川崎市, 三原市, 松浦市
19 伊丹市	0.96	0	0	0	0	川崎市, 京都市, 高槻市, 三原市

20	松江市	0.48	0	0	0	0	京都市, 南アルプス市, 高槻市, 松浦市
21	呉市	0.78	0	0	0	0	川崎市, 京都市, 高槻市, 三原市
22	三原市	1.00	0	0	0	0	三原市
23	尾道市	0.64	0	1.0	0	0	名古屋市, 北九州市, 南アルプス市
24	宇部市	0.55	0	0	0	0	名古屋市, 北九州市, 南アルプス市, 高槻市
25	岩国市	0.76	0	0	0	0	名古屋市, 北九州市, 南アルプス市, 高槻市
26	徳島市	0.58	0	0	0	0	横浜市, 名古屋市, 高槻市, 松浦市
27	鳴門市	0.42	0	0	0	0	横浜市, 名古屋市, 高槻市, 松浦市
28	小松島市	0.46	1.2	0	20,287	0	三原市, 松浦市
29	佐賀市	0.43	0	0	0	0	名古屋市, 北九州市, 南アルプス市, 高槻市
30	佐世保市	0.79	0	0	0	0	名古屋市, 北九州市, 南アルプス市, 高槻市
31	松浦市	1.00	0	0	0	0	松浦市
32	熊本市	0.60	0	0.0	0	0	名古屋市, 南アルプス市, 高槻市, 松浦市
33	鹿児島市	0.68	0	7.1	0	0	名古屋市, 北九州市, 高槻市
34	薩摩川内市	0.62	2.6	2.7	0	0	横浜市, 松浦市
35	三宅村	0.63	1.4	0.0	8,409	0	三原市, 松浦市
36	八丈町	0.51	0.1	0.4	0	0	横浜市, 松浦市
37	沖永良部	0.81	0	0	18,507	0	京都市, 南アルプス市, 松浦市

次に、中間投入財に余剰が発生している小松島市のDEA改善案を示すとともに参照集合との各種データを比較し、非効率と判断された要因の検討を行った。

表-8 小松島市の入力改善案

事業主体	効率値	優位集合	入力項目	職員数(人)	車両台数(両)	中間投入(百万円)
小松島	0.755	横浜市 三原市	(1) 現在の入力	23	14	168,038
			(2) 入力余剰	1,178	0	20,287
			(3) 効率化した入力	9	6	57,667

ただし、[効率化した入力] = $\theta^* \times$ [現在の入力] - [入力之余剰]

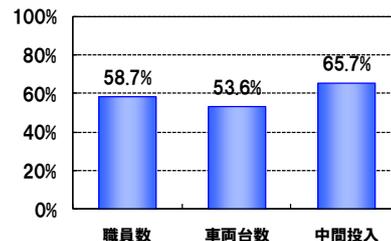


図-10 小松島市の入力改善案 (現状に対する削減率)

小松島市の参照集合である三原市・浦安市と中間投入の内訳を比較した。小松島市は効率的な2市に比べ、「委託料」の割合が高い傾向にある。「燃料費」、「修繕費」は、3市とも同程度の構成比であるのに対して、「委託料」については、明確に効率的な2市と異なる傾向にある。ただし、ここでは、統計データのみでの比較のため、「委託料」が直接的な非効率要因であることは言及できない。

以上から、これまで不明瞭であった「どの部分」が非効率となっているのかを示すことが改善案からは把握が可能となるのが分かった。このことは、従来、地域特性などの相違によって、相互比較されず、定性的な評価に留まってきたバス事業に対して、改善方策を講じる際の1つの判断材料として、有効であると言える。ただし、改善案は、あくまで、改善方法を検討する際の判断材料として位置づけるべきであり、本研究のDEA手法がより有効な評価手法となるよう、結果の活用方法やバス事業評価のロジックを構築することが今後の課題である。

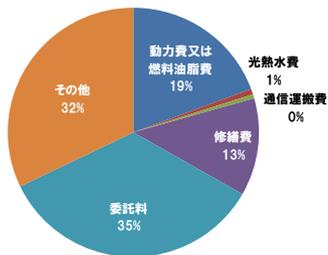


図-11 中間投入の内訳 (小松島市)

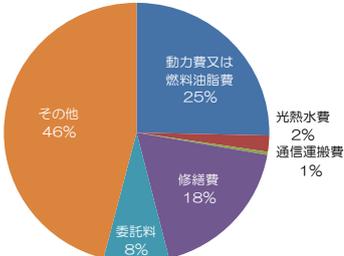


図-12 中間投入の内訳 (三原市)

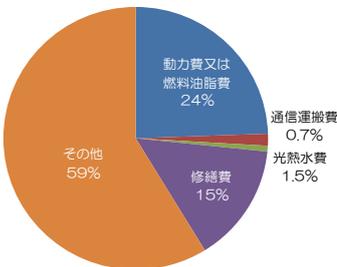


図-13 中間投入の内訳 (松浦市)

4. おわりに

以下に、本研究で得られた知見を示す。

- ①バス事業における非効率性の存在やその要因が、これまで定量化されてこなかったことに対して、定量化は、この視点から以下のいくつかの考察が得られた。

a) 指標によって、効率的な事業者と非効率な事業者が異

なることは本方法論の一定の意義を示している。

b) すべての指標で効率的と判定される事業者の中に小規模な自治体が存在することは、定量化することによって、はじめて、明示化されたことである。

c) 生産面と経営面の結果には類似傾向が得られたが、サービス水準では、異なる傾向が得られた。これは、相関が低い output を選定することで、より多様な評価が行える可能性を示唆している。

③DEA が任意にデータを選定し指標を設定することが可能であるという視点においては、汎用性が高い。

また、DEA を活用する上での課題を以下に示す。

①定量化された結果の更なる活用方法の検討が必要。

②指標設定やそのデータ選定における妥当性の検証。

③今後、政策評価などへ展開する場合、改善の実現性など実社会に対する配慮についての検討。

謝辞

本研究に対して、匿名の査読者から有益なコメントを多数頂いた、記して感謝する。なお、本研究に対する一切の責任は著者らが負うものである。

参考文献

- 1) 刀根薫・上田徹監訳：「経営効率評価ハンドブック 包絡分析法の理論と応用」, 朝倉書店, 2000.
- 2) 末吉俊幸：「DEA-経営効率性分析法」, 朝倉書店, 2001.
- 3) 宮良いずみ・福重元嗣, 公営バス事業の効率性評価, 会計検査研究, Vol.26, pp.25-43, 2003.
- 4) 財団法人 地方財務協会, 地方公営企業年鑑 (平成18年4月1日~平成19年3月31日)

DEA 手法による公営企業の運営効率性評価* - 公営バス事業を事例とした評価 -

平井健二**・小池淳司***・喜多秀行****

公営事業に対する規制緩和の流れは、公共性の視点からの評価に留まっていた公営企業に対して、コストの削減や経営効率化などの必要性や事業の経営評価の重要性を高める結果となった。

本研究では、DEA(Data Envelopment Analysis)手法を用いて、地方自治体が独立採算で運営している公営バス事業の効率性を様々な視点から複数の効率性指標により評価を行った。DEA 手法は、インプットとアウトプットデータのみで、ある分野の効率性の度合いを評価することが可能な分析方法である。また、DEA 手法は目的に応じて、量的かつ有用な情報を提供することが可能である。本稿は、公営事業の経営効率性評価に対して、DEA 手法を活用するための方法論を提案するものである。

Measuring Managerial Efficiency of Public Sector Organizations by DEA Method* -A Case Study of Bus Services-

By Kenji HIRAI**・Atsushi KOIKE***・Hideyuki KITA****

Prior to the reformulation of regulation, efficiency analysis was only evaluated from the public perspective. Recently, the newly introduced regulation in the public sectors provides cost reduction and more efficiency management. As a result, the efficiency of public sector management should be evaluated from the economic point of view also. In this paper, we employ Data Envelopment Analysis: DEA to evaluate the few kinds of efficiency indicator of bus services, which is owned by local government. DEA is one of the best tools to evaluate the performance of certain kinds of sectors using only the input and output data. In addition, DEA provides various useful measurements depending on the purpose of the study. We will introduce the methodology of how to use DEA in evaluating the public sector management.