

(21) DEA 手法による上水道事業の効率性分析

DEA Efficiency Analysis of Water Works

小池淳司^{*}, 平井健二^{**}, 細井由彦^{***}

Atsushi KOIKE^{*}, Kenji HIRAI^{**} and Yoshihiko HOSOI^{***}

ABSTRACT ; 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 water works, 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.

KEYWORDS ; Data Envelopment Analysis, Efficiency Analysis, Public Service

1. はじめに

近年、国民の多様化した価値観に対応するため、また、少子高齢化を背景とする財政悪化の懸念により公営事業見直しの気運が高まっている。さらに、各公営事業分野に対する規制緩和の流れは公営企業の費用削減、経営効率化の必要性を増し、事業経営評価の重要性を高める結果となった。従来の事業経営評価では、民間企業で用いられてきた経営効率性指標を援用した分析が用いられることが多く、それに対する批判も聞かれる。つまり、事業の目的を利潤最大化のみに求めることが困難な公益事業に対し、より多目的に対応した客観的な評価手法の構築が求められている。本研究では従来型の経営効率性指標である DEA (Data Envelopment Analysis)¹⁾²⁾³⁾を公益事業へ応用するための方法論を提案する。具体的には上水道事業を例にとり、経営面の効率性だけでなく、生産面の効率性および公共面の効率性という多目的な指標に対応した DEA 手法を提案する。

DEA 手法は 1978 年の Charnes らの研究を契機に多くの分野への適応が実施されている。この手法は同じ目的をもつ多くの企業のうちから、生産効率的なインプットとアウトプットの組み合わせを生産性フロンティアとして定義して、各企業の効率性の度合いを客観的に判断する手法である。また、手法の結果からは、個別企業へ効率性に向けた改善方法を提案することが可能である。この手法をわが国の公益事業に応用した例としては公営バス事業を分析した Tone and Sawada⁴⁾、宮良・福重⁵⁾、市

*鳥取大学工学部社会開発システム工学科

**株式会社エイトコンサルタント第一事業部

***鳥取大学工学部社会開発システム工学科

町村自治体を分析した塩津・原田・伊多波⁶⁾、本研究と同様に上水道事業を分析した中山⁷⁾などがある。その中で、Tone and Sawada は効率性の基準を Service Efficiency, Cost Efficiency, Income Efficiency, Public Efficiency の4つの基準を定義してその分析を行っている。本研究でも、これら多目的な基準の設定手法を援用し、公益企業における DEA 手法の応用可能性を考察する。

2. DEA 手法の概要

DEA 手法は最も優れたパフォーマンスを示す事業体をもとに効率的フロンティアを計測し、それを1つのベンチマークとして他の事業体を相対評価する手法である。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可能 (3) インプット・アウトプットのデータのみで効率性を計測可能 (4) 多入力・多出力システムに対応可能 (5) 事前に重み付けを決定する必要がない (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。また、その計測モデルは主に2種類があり、モデル提案者の名前により CCR モデルと BCC モデルと呼ばれている。

①CCR モデル

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する。つまり、規模に関して収穫一定の仮定を置く。そのため、技術と規模の複合的な効率値が計測される。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。

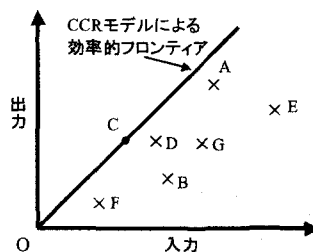


図-1 CCR モデルによる効率的フロンティア

②BCC モデル

BCC モデルは、各事業体の生産規模に応じて評価をする。つまり、規模に関して収穫可変の仮定を置く。そのため、純粹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。さらに、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。

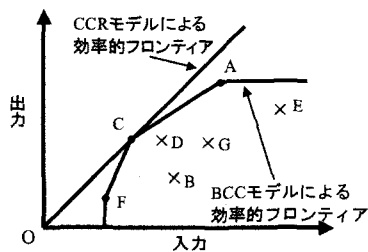


図-2 BCC モデルによる効率的フロンティア

これら CCR モデルから得られる効率性および BCC モデルから得られる効率性は、理論上は表-1に示す効率性を計測することが可能であり、また、その比(CCR 値)/(BCC 値)は規模の効率性を示すことが知られている。本研究ではこれら CCR 値、BCC 値および(CCR 値)/(BCC 値)値を計測することで上水道事業の効率性を分析する。なお、効率値は、効率フロンティア上を1とする ($0 \leq \theta \leq 1$) の範囲の値で示す。また、計測手法は既存研究¹⁾²⁾³⁾に示すとおりである。

表－１ 効率性の概要

モデル	假定	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

本研究では、地方公営企業である水道事業を対象とする。DEA 手法を用いた水道事業の効率性分析の研究事例は中山⁷⁾が挙げられる。中山は 1997 年度の関西地区における市町営の末端給水事業をおこなう 230 の事業体を対象としている。これに対し、本研究では、対象地域を大阪府に限定し、大阪府がおこなう用水供給事業からの水を水源として、各家庭に水を供給している末端給水事業をおこなう、25 市町の自治体を分析対象とした。中山の研究が 230 の事業体を対象としているのに対して、本研究が分析の対象を 25 事業体に限定した理由としては、水源が異なる場合の水質の違いを考慮したためである。すなわち、水質が異なると浄化等に必要となってくる、処理施設や処理コストなどが事業体によって異なるため、例えば、特に水質が悪化している地域において処理コストが増大し、結果として水質が良好な地域の事業体と比較した場合に、非効率と判断されてしまうことを排除するためである。具体的な事業体の市町名は表－２に示すとおりである。ただし、大阪府が用水供給事業として、水供給を実施している事業体は 43 事業体存在する。本研究で対象に含まれていない 18 事業体は大阪府以外からの水供給をうけているため分析の対象として除去した。なお、以後の分析では事業体名を記号化している(DMU1-DMU17：市営、DMU18-DMU25：町営)。

表－２ 実証分析の対象

	事業体名	事業体数
市営	岸和田・池田・泉大津・高槻・守口・枚方・茨木 泉佐野・富田林・河内長野・松原・箕面・高石 四条畷・交野・大阪狭山・阪南	17 市
町営	島本・豊能・熊取・田尻・岬・太子・河南・美原	8 町

３－１ 指標および使用データについて

本研究では、効率性を生産面、経営面、公共面の 3 つの側面から分析し評価をおこなう。DEA 手法の実施のためには分析視点に応じたインプットとアウトプットのデータを任意に選択して用いなければならない。中山の研究では、上水道の効率性としてアウトプットに年間総有収水量を用いている。しかしながら、公営企業の評価尺度は効率性という 1 つの指標で表現することは困難と考えられるため、本研究でのアウトプットデータは、各効率性の指標に最も適すると考えられる 3 つのデータを選んだ。①生産面の効率性には料金収入の対象となる水量を表す年間総有収水量、②経営面の効率

性には他会計などからの補助金や繰入金を含まない事業の純粋な収入として営業収入、③公共面の効率性には効用水準を選んだ。効用水準については、塩津・原田・伊多波⁹⁾と同様に、住民がその居住地域における自治体の水道事業サービスから受ける効用は等しいと仮定し、効用水準を1に基準化した。そのため、効用水準は人口と等しくなるため、水道事業における計画給水人口を用いた。一方インプットデータに関しては、中山の研究や経済学における生産関数の概念にもとづいて、労働・資本・中間投入の3生産要素をもちいて生産物を産出すると考えた。表-3は本研究での実証分析に使用したデータの概要をまとめたものである。

表-3 水道事業の効率性評価指標の概要

効率性指標	使用データ			備考
	Input		Output	
生産面の効率性	従業員数	有形固定 資産額	年間総有収水量	水需要の実態に 対する効率性
経営面の効率性				
公共面の効率性			営業収入	
			効用水準 (計画給水人口)	水道計画に 対する効率性

本研究で使用したデータはすべて地方公営企業経営研究会編、『地方公営企業年鑑第49集・平成13年度版』⁹⁾から得ている。従業員数には、損益勘定所属職員数と資本勘定所属職員の合計額。中間投入には動力費、光熱水費、運輸通信運搬費、修繕費、材料費、薬品費、路面復旧費、委託費、受水費からその資本費相当分を除いたもの、その他の合計を用いている。

各効率性指標はアウトプットの産出量に対してどれだけ各生産要素を効率的に投入または、配分ができているかを表す指標であると考えることができる。そこで、各アウトプットの特徴を考慮し、生産面の効率性、経営面の効率性は実際に水需要がおこなわれた結果のデータを用いているため、水需要の実態に対しての効率性であると捉えることができる。また、公共面の効率性は計画給水人口に対して生産要素の投入量を決定しているため、水道事業の計画に対する効率性として捉えることができる。以上の分析対象、指標および、データの概要をもとに実証分析の結果について説明するとともに、改善案、社会経済指標を用いて非効率な要因について検討をおこなう。

3-2 効率性計測の結果

DEA 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 の効率値は以下の式(1)の数理計画問題を解くことによって求めることができる。

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

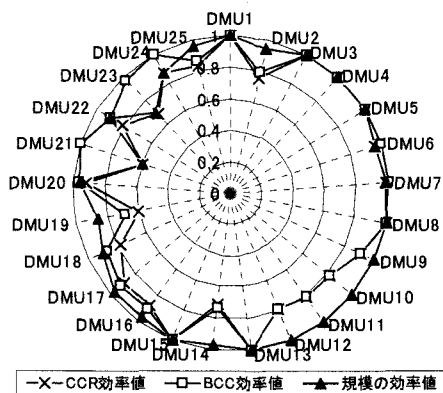
$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0, \quad u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

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 番目の入力データ、 x_{ij} ：事業体 j の i 番目の入力データ、 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 番目の出力データ、 y_{rj} ：事業体 j の r 番目の出力データ、 u_r ：事業体 k の r 番目の出力ウェイト

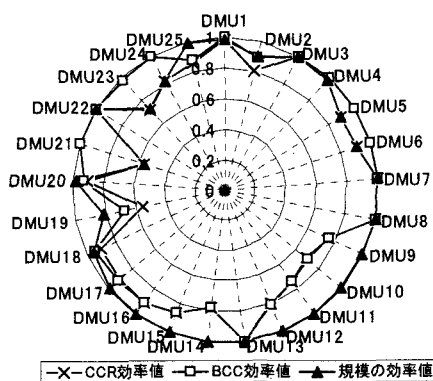
DEA 手法のアウトプットのデータに①年間総有収水量、②営業収益、③計画給水人口をそれぞれ用いた各効率性指標について、技術＋規模の効率性（TSE：Technical Efficiency）を計測する CCR 効率値、技術的効率性（TE：Technical Efficiency）を計測する BCC 効率値、さらに CCR 効率値を BCC 効率値で除することで導出される、生産規模の効率性（PSE：Production-based Scale Efficiency）の 3 効率性について各々比較を行った。

（１）水需要の実態に対する効率性（生産面、経営面の効率性）

生産面の効率性と経営面の効率性について図－３、図－４に結果を示す。まず、生産面の効率性に関して、CCR、BCC、規模のすべての効率値が効率的となった事業体（DMU：Decision Making Unit 以下「DMU 番号」で表現する）は DMU1、DMU2、DMU5、DMU8、DMU13、DMU15 の 6 事業体であった。町営の事業者がこの中に含まれていない。つまり、すべての町営の事業所は、技術または規模のいずれか、もしくはその両方が非効率ということになる。次に、BCC 効率値、すなわち、技術的効率性のみが効率的となった事業体は DMU4、DMU6、DMU7、DMU21、DMU24 の 5 事業体であった。これらの事業体は事業の規模が非効率であるにも関わらず、技術的自助努力によって効率的となっていてと考えられる。特に注目すべき点は、DMU21、DMU24 が効率的となっていることである。つまり、町営の事業体が必ずしも非効率となる誘因はなく、行政規模の小さな事業体であったとしても効率的な経営は可能であるといえる。また、非効率となっている町営事業体の改善の余地を示唆していると考えることができる。



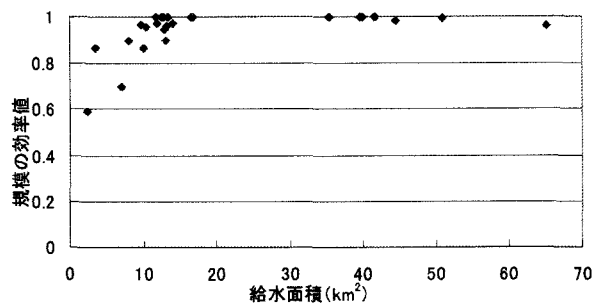
図－３ 生産面の効率性



図－４ 経営面の効率性

その他、市営の事業者に着目すると、規模の効率性がどの事業者も効率値が高く、「１」に近い傾向を示している。そこで、事業体ごとに規模の効率値と現在の給水面積との関係を考察する。図－５

は規模の効率値と給水面積の関係をグラフにしたものである。



図－５ 規模の効率値と給水面積と関係

図－５より、給水面積が10km²以上の事業者の効率値はほぼ1に近く、逆に、給水面積が小さくなるにつれて効率性が悪くなる傾向がある。このことは、ある程度広域な事業をおこなうことで、効率的な規模の事業を実施できることを表すのではないかと考えられ、水道事業の課題として一般的にいわれている広域化の政策に対して、本手法がその判断材料になる可能性を持つ。ただし、水道事業において事業体が単独で生産規模を拡大または、縮小などの調整をして効率的な事業を行うことは難しく、さらに、今回の分析対象よりもさらに広域な事業規模になった場合の効率性について言及できないため、注意が必要である。

ここで、生産面の効率性は年間総有収水量、経営面の効率性指標は営業収益をそれぞれアウトプットに用いている。年間総有収水量は料金収入の対象となる水量を表すため、営業収入との間に相関があるのではないかとと思われる。また両指標の結果は相関係数も高いため、以降の分析では、生産面の効率性指標にのみ分析の視点を限定して考察を行う。そこで、生産面の効率性のCCR、BCC、規模の3つの効率値について、効率的か非効率かによって、ケース分けをする。その後、それぞれのケースに対応する事業体を任意に選び改善案等について考察を行う。モデルの性質上、表－４に示す3つのケースが想定され、それに該当する自治体を任意に選択した。

表－４ ケース別事業体の効率性比較（生産面の効率性）

	事業体	CCR 効率性	BCC 効率性	規模の効率性
ケース1	DMU19	× (0.59)	× (0.68)	× (0.86)
ケース2	DMU21	× (0.59)	○ (1.0)	× (0.59)
ケース3	DMU2	× (0.75)	× (0.79)	△ (0.95)

(注：括弧内の数値は効率値を表す)

表－４をもとに、抽出した事業体について、CCR モデル、BCC モデルの改善案を示す。表－５が

CCR モデルによる改善案、表－6 が BCC モデルによる改善案である。なお、改善案は式 (2) により求められる。

$$[\text{効率化した入力}] = \theta^* \times [\text{現在の入力}] - [\text{入力の余剰}] \quad (2)$$

ただし、 θ^* : 効率化する事業体の効率値

表－5 CCR モデルによる改善案（生産面の効率性）

事業体	CCR 効率値	現在の入力			入力の余剰			効率化した入力		
		労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)
DMU19	0.59	11	5,488	229,607	0	18,228	7,839	6.5	1,410	127,629
DMU21	0.59	6	2,546	51,722	0	724	0	3.5	779	30,516
DMU2	0.75	78	12,375	713,814	2.8	0	0	55.7	9,281	535,360

規模の効率性と技術的効率性を複合的に計測する CCR モデルの結果から、DMU19 は有形固定資産額、中間投入に過剰な入力が発生しており、効率的な事業体と比べ、これら 2 つの生産要素の入力バランスが非効率となっていると考えられる。同様に DMU21 については有形固定資産額、DMU2 については従業員数にバランスの非効率な投入が行われ、入力余剰が発生している。

表－6 BCC モデルによる改善案（生産面の効率性）

事業体	BCC 効率値	現在の入力			入力の余剰			効率化した入力		
		労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)
DMU19	0.69	11	5,488	229,607	0	489	23,371	7.6	3,297	158,428
DMU21	1.00	6	2,546	51,722	—	—	—	—	—	—
DMU2	0.79	78	12,375	713,814	12	0	0	50	9,776	563,391

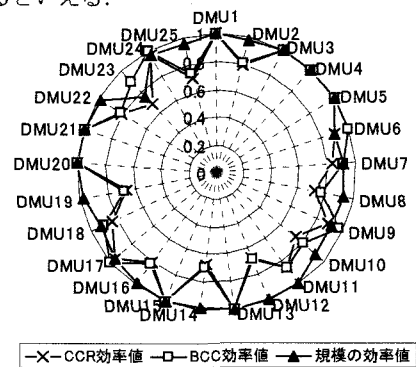
純粹に技術的効率性のみを計測する BCC モデルにおいて、DMU19 は CCR 同様、有形固定資産額、中間投入に過剰な投入が発生している。特に中間投入に関しては CCR と比べても非常に過剰であることが理論値から確認できる。効率的な事業体の生産要素の投入バランスに対して、上記の 2 要素の投入バランスが悪いといえる。しかしながら、水の供給に関しては、たとえば、供給する地域住民の水質に対する価値観の違いなどから、良好な水質の確保のため、薬品費や材料費などを含む、中間投入が過剰にならざるを得ない可能を含んでいる。そのため、過剰な入力の存在が、事業者の効率的な事業に対するインセンティブの欠如とは言い切れないことに注意が必要である。その他、DMU21 は BCC では効率的であるため、改善の必要はないと判断できる。一方、DMU2 に関しては従業員数にバランスの非効率な投入が確認できる。

以上のように、DEA 手法を用いた場合どの投入に過剰な入力があるかを効率な事業体の投入バランスと相対比較し定量的に導出することができる。そのため単に、効率性の順位付けをおこなうのみで

はない事が DEA 手法の利点であるといえる。しかし、改善案は相対比較した結果の理論上の数値であって、現実の事業体の生産活動において、直ちに実行できるものではない。これらの結果をもとにして、インプットのうちで変化させることが可能なものを変更した上で再び DEA 手法をおこない、効率値の変化を見るという手順が現実的なアプローチであるとされている。

(2) 水道事業の計画に対する効率性（公共面の効率性）

3つ目の指標として公共面の効率性の計測結果を図－6に示す。公共的な効率性は、DMU1, DMU3, DMU4, DMU5, DMU13, DMU15, DMU20, DMU21の6市2町がCCR, BCC, 規模のすべての効率値で効率的となった。また、DMU6, DMU17, DMU24はBCC効率値のみが効率的となった。この3事業体は、規模が非効率であるのに対して、入力削減などによって効率的な事業が行えていることを意味する。全体としては、規模の効率値の平均が0.961と高い結果を示す。このことは、計画給水人口をアウトプットとしているため、水道事業の計画は多くの事業体で効率的に近い事業がおこなえていると考えられる。しかしながら、DMU23は規模の効率値が0.749と25事業体のなかで最も低く、計画の規模が非効率であるといえる。



図－6 公共面の効率性

次に、生産面の効率性と同様に、CCR, BCC, 規模の3つの効率値について効率的か非効率かによってケースごとに分けをする。その後、ケースに対応する事業体を任意に抽出し改善案等について考察をおこなう。表－7に抽出した事業体を示す。

表－7 ケース別事業体の効率性比較（公共面の効率性）

	事業体	CCR 効率性	BCC 効率性	規模の効率性
ケース1	DMU23	×	×	×
		(0.67)	(0.89)	(0.74)
ケース2	DMU6	×	○	×
		(0.89)	(1.0)	(0.89)
ケース3	DMU2	×	×	△
		(0.79)	(0.81)	(0.98)

(注：括弧内の数値は効率値を表す)

表－7において、DMU23 はすべての効率値が全体的に低いいためケース1の代表的な事業体として抽出した。DMU6 は技術的効率性が効率的であるのに対して、規模の効率値が非常に低く、その影響でCCR 効率値も低いいためケース2の代表的な事業体として抽出した。最後に、ここでの DEA 手法において、ケース3に該当する事業体が存在しないため、規模の効率性が1に近い事業体を△印とし、代表的な事業体としてDMU2 を抽出した。表－7をもとに、抽出した事業体について、CCR モデル、BCC モデルの改善案を表－8、表－9に示す。

表－8 CCR モデルによる改善案（公共面の効率性）

事業体	CCR 効率値	現在の入力			入力の余剰			効率化した入力		
		労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)
DMU23	0.67	9	2,880	91,428	0	0	0	6	1,930	61,257
DMU6	0.89	210	60,955	1,894,488	0	0	0	187	54,250	1,686,094
DMU2	0.79	78	12,375	713,814	2.9	0	0	62	9,776	563,913

規模の効率性と技術的効率性を複合的に計測する、CCR モデルにおける改善案からは、DMU23、DMU6 はともに、入力の余剰が発生していない。このことは、両事業体が効率的な事業体の入力と比較した場合、投入要素の入力はバランスのよい入力が行えている事を示す。ただし、DMU23 のCCR 効率値は0.67 と低く全体的に削減をおこない、効率化する必要性をもっている。DMU2 に関しては、生産面の効率性同様、従業員数に過剰な入力が発生している。

表－9 BCC モデルによる改善案（公共面の効率性）

事業体	BCC 効率値	現在の入力			入力の余剰			効率化した入力		
		労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)	労働 (人)	資本 (千円)	中間投入 (千円)
DMU23	0.89	9	2,880	91,428	1.6	0	24,241	6.4	2,563	81,370
DMU6	1.00	210	60,955	1,894,488	—	—	—	—	—	—
DMU2	0.81	78	12,375	713,814	10.8	0	0	52.4	10,023	578,189

純粹に技術的効率性のみを計測する BCC モデルにおいて、DMU23 は従業員数と中間投入に過剰な投入があり、両生産要素の投入バランスが悪いと考えられる。DMU2 は、CCR 同様、従業員数に過剰な投入があることがわかる。また、DMU2 は、生産面の効率性においても従業員数に過剰な投入が発生しており、すべての効率性指標を総合的に見ても DMU2 は従業員数の見直しや適切な職員定数の検討が必要な可能性が示唆される。

4. おわりに

本研究では、DEA 手法を用いた効率性計測の実証分析として大阪府営水道の用水供給をうける事業体を分析の対象とした。DEA 手法は主に経営効率性に焦点をあてた分析手法であるが、アウトプットデータの選択を工夫することで、公営企業の評価に用いるための指標で分析が可能となる。本研究では水道事業を水需要の実態に対しての効率性（生産面、経営面）および水道事業の計画に対する効率性（公共面）として計測し分析をおこなった。その結果、指標ごとに事業の非効率性を分析すること、また、現状において「どの部分」が「どの程度」非効率かを分析することが可能である。さらに、理論的な改善案を提示することで定量的に、事業の効率化への目標を把握することが可能となる。その他、社会経済指標や地理的な要因などについて分析することで、非効率な要因などを把握し、水道事業の計画に対しての提言が可能となる。ただし、事業を行う環境や地理的な条件の違いなどから、不利な評価と成らざるをえない事業者や、有利な条件により事業効率化へのインセンティブが欠如しているなど、効率値のみからでは判断不可能な部分も存在する。そのため、DEA 手法から得られた効率値のみでの評価では事業全体を評価することには限界も存在すると思われる。つまり、DEA 手法によって計測された効率値のみで事業体の良し悪しを決定するのではなく、様々な指標と比較しながら、非効率な要因について検討をおこない、それが環境条件に起因するの可否かを判断し事業評価をおこなうといったプロセスを踏むことが重要であると考ええる。本研究では、この問題に対して、分析する事業対象を小域に限定しある程度条件を等しくする方法をとっている。実際に事業評価を行うには様々な環境条件、事業形態の違いを考慮した分析が必要とされる。さらに、本研究で計測した効率性はデータを任意に選択して計測されたものであるため、事業の生産、経営など事業の特徴を正確に表しているという保証がない。また DEA 手法はデータの選択に対して、恣意性を排除できないことを知った上で、計画者間での評価指標に関する合意が不可欠となる。

【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) 刀根薫:『企業体の効率性分析手法—DEA 入門—(1)』, オペレーションズ・リサーチ, Vol.32, pp800-803, 1987
- 3) 刀根薫:『企業体の効率性分析手法—DEA 入門—(2)~(5)』, オペレーションズ・リサーチ, Vol.33, pp45-48, pp95-99, pp150-151, pp191-198, 1988.
- 4) Tone, K. Sawada, T. : “An Efficiency Analysis of Public vs. Private Bus Transportation Enterprises”, Operational Research '90, 357-365, 1990.
- 5) 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.
- 6) 塩津ゆりか, 原田禎夫, 伊多波良雄:『市町村合併の実証分析』, 会計検査研究, Vol.186, No.5, pp.63-80, 2002.
- 7) 中山徳良:『水道事業における技術非効率の計測と原因』, 公益事業研究, Vol.52, No.2, pp.91-96, 2000.
- 8) 財団法人地方財務協会: 地方公営企業企業年鑑(平成 13 年 4 月 1 日~平成 14 年 3 月 31 日), 第 49 集.