

公営バス事業の効率性評価*

宮良いずみ**

(大阪大学大学院経済学研究科)

福重元嗣***

(神戸大学大学院経済学研究科助教授)

1. はじめに

公共交通機関は、交通混雑や排ガスによる環境への負荷を軽減するという役割を持つ一方で、マイカーといった私的交通機関を自由に使えない人々（子供や高齢者等）に対しても移動の自由を保障するという役割も持っている。特に乗合バスは、公共交通の中でも地域における通勤、通学、買い物等、生活に密着したものであり、住民の足を提供するというバス事業の役割は重要度が高いものと考えられる。従来、乗合バス事業への参入や退出は厳しい規制のもとに置かれてきたが、これは主として不採算路線と採算路線を組み合わせ、内部補助を行うことで営利企業にも不採算路線でのサービス供給を促すためであった¹⁾。しかし、平成14年2月1日から改正された道路運送法が施行され、乗合バス事業への参入・退出や運賃に関する規制が緩和²⁾されるとともに内部補助という手法を使うことができなくなった。今後は不採算路線を中心に民営バス事業者が撤退すると考えられ、住民の移動の自由を保障するという点から公営バス事業が担う役割が大きくなると考えられる。

しかしながら、その一方で地方財政は危機的状況に瀕しており、公営バス事業といえども採算を考慮せずして運営を行うことは難しい。さらに、規制緩和によって公営バス事業が営業している採算路線に対し

*本稿は、日本学術振興会平成13年度科学研究費補助金（課題番号：13303005 代表：橋本介三（大阪大学））による研究成果の一部である。

**1976年生まれ。2001年神戸大学大学院経済学研究科博士前期課程修了。現在、大阪大学大学院経済学研究科博士後期課程在学中。

***1961年生まれ。88年大阪大学大学院経済学研究科博士後期課程単位取得退学。神戸商科大学助手・講師・助教授、名古屋市立大学・助教授、神戸大学経済学部・助教授を経て、2000年より神戸大学大学院経済学研究科助教授。主な著書は“Testing for the Stationary and the Stability of Equilibrium: With application to International Capital Markets.”（共著）Advances in Econometrics, Sixth World Congress, Vol.I (Christopher Sims ed., Cambridge University Press), 3-45. 1994年3月。

1) この他にも、過当競争によるサービスの質や安全性の低下の防止や規模の経済性によって社会的により低い費用でのサービスの提供を可能にするといった理由が存在する。

2) 事業の参入が免許制から認可制、運賃規制が認可制から上限認可制、退出が事前届出制へと緩和された。バス事業における規制緩和の内容をまとめたものに杉山（1999）がある。

て新規参入が起こり³⁾、公営バス事業を取り巻く環境はより厳しいもの⁴⁾となると考えられる。このような状況では、公営バスは住民の足を提供するだけでなく、経営効率を高めるためにさらなる努力が必要となるであろう。

バス事業の効率性⁵⁾については、バスが公共交通手段の中で重要な位置を占めているアメリカを中心に数多く分析されている。Viton (1986, 1997), Chu and Fielding (1992), Nolan (1996), Nolan, Ritchie, Rowcroft (2001) などがアメリカのバス事業を対象とした分析である。また、宮嶋 (1984), Tone and Sawada (1990) は日本のバス事業を、Kerstens (1996) ではフランスの、Chang and Kao (1992) は台北市内のバス事業を対象とした分析を行っている。これらの分析の多くは、規制の存在や民営と公営バス事業者の混在といった事情から、バス事業者の目的を単に利潤最大化とせず年間走行キロ数をアウトプットとする技術的な効率性の分析が大部分である。

各事業者の効率性の分析手法には、フロンティア生産関数を用いたViton (1986) を除いて、包絡分析法⁶⁾ (Data Envelopment Analysis, 以下DEAと略す) が用いられている。生産関数の推計と比較してDEAでは複数のアウトプットから成る生産活動を扱えるという利点⁷⁾がある。事業の目的を利潤最大化のみに求めることが難しいバス事業の分析には、適した手法と言えるだろう。しかしながら、先行研究において、このDEAの利点を生かし複数のアウトプットを分析したものは、Chang and Kao (1992) とViton (1997) だけである。これは、多くの先行研究が技術的な効率性を分析しているためと考えられる。

DEAによって求められた各事業者の効率性は、いくつかの研究においてさらに様々な観点から分析が進められている。Chu and Fielding (1992) では、バス事業の経営に関する効率性の指標⁸⁾とさらに公共性に対して配慮した効率性の指標⁹⁾をそれぞれ求め、これらの間に相関があることを示している。宮嶋 (1984) では、公営バス事業者の効率性が外部要因 (乗車密度) とはあまり相関がなく経営努力を示す要因 (実働1日あたり走行キロ) との相関が高いことを示し、経営努力による効率性改善の余地を指摘している。またTone and Sawada (1990) では、4つの効率性の指標¹⁰⁾を用いて、それぞれの観点から地方と都市における公営バス事業者の効率性を比較している。事業主体が公営であるか民営であるかによる効率

3) 既に長崎バス (長崎自動車) が長崎市内と長崎空港を結ぶ路線開設を申請中であり、愛知県小牧市では桃花台ニュータウンからJR春日井駅を結ぶ桃花台バスが新規参入している。

4) 熊本県の荒尾市営バスは貸切バスの廃止と乗合バスの運行の削減を行っている。また、一足早く平成12年2月から規制緩和が行われた貸切バス事業では、平成11年度末時点での事業者数は前年度に比べ10%増2,336事業者となっており、規制緩和によって競争が促進されている。

5) ここでは、生産活動の効率性を分析した先行研究を紹介している。この他に、収支率や走行キロあたり営業費用といった指標で数量的に効率性の比較を行っているものに中条 (1985), 寺田 (1992) がある。

6) 詳しくは刀根 (1993) を参照。

7) ただし、DEAではフロンティアの推計と異なりインプットとしている変数が生産に寄与しているかどうかを統計的に判断することができないので、インプット・アウトプットには生産活動を表している変数を充分吟味して選択する必要がある。

8) アウトプットとして運賃収入、インプットとして各種の費用を用いている。

9) アウトプットとして乗客数、インプットとして一人あたり補助金、人口密度、車を保有していない家計の比率、車両あたりの収入を用いている。

10) 車両台数と従業員数をインプット、営業キロ数をアウトプットとしたService Efficiency, 操業費用をインプット、車両台数と従業員数をアウトプットとしたCost Efficiency, 車両台数と従業員数をインプット、収入をアウトプットとしたIncome Efficiency, 車両台数と従業員数をインプット、サービス密度 (走行キロ数/営業キロ数) をアウトプットとしたPublic Service Efficiencyの4つである。

性の違いについて分析を行っているものとしては、Chang and Kao (1992) と Viton (1997) がある。前者では平均的な効率値の違いから民営バス事業者の効率性が高いという結果を、後者では民営事業者ダミーと効率性の相関から民営と公営の違いが効率性に影響を与えていないという結果を、それぞれ得ている。さらに計測された効率性の決定要因についての統計的な分析を行っているものとしては、Kerstens (1996), Nolan (1996), Nolan, Ritchie, Rowcroft (2001) がある。これらの分析ではトービット・モデル¹¹⁾を用い、メンテナンス要因（メンテナンスを行う従業員の比率等）が効率性に対して正で有意な影響を与えている点や運転資金の不足に対する補助金が効率性に負の影響を与えていることなどを明らかにしている。

先行研究では、バス事業の技術的な効率性に関する分析が多く行われているが、本稿では公営バス事業が提供するサービス（輸送人員と輸送収入）をアウトプットとして各事業者の経営に関する効率性¹²⁾について分析を行う。公営バス事業において、さらなる経営効率の向上と事業の目的の達成が求められていることから、バス事業の採算性（輸送収入）とバス事業の役割の達成度（輸送収入は住民の受けたサービス量、輸送人員は住民の利用度をそれぞれ表す）を考慮した分析となっている。

本稿の構成は以下の通りである。2節では、DEAについて説明を行い、DEAによる各公営バス事業者の経営効率性の指標と改善案を求める。3節では、2節で得られた効率性の指標に影響を与える要因を順位プロビット・モデルによって統計的に分析する。4節では、2節と3節の結果を踏まえて、計測された公営バス事業の効率性について検討しまとめとする。

2. DEAによる公営バス事業の経営効率性の評価

(1) DEAによる効率性の指標と改善案

DEAによる効率性の指標は0から1の間の値で表され、1に近づくほど効率性が高い。効率性の指標が1となる事業者は、分析対象としている中で最も効率的な生産活動を行っている事業者である。具体的に第*i*事業者の効率値は、次の線形計画を解くことによって求められる。

$$\begin{aligned}
 & \min_{\lambda} \quad \theta \\
 \text{s.t.} \quad & \theta x_{in} \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j x_{jn} \\
 & y_{im} \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j y_{jm} \\
 & \lambda_j \geq 0 \\
 & m = 1, \dots, M \\
 & n = 1, \dots, N \\
 & j = 1, \dots, J
 \end{aligned} \tag{1}$$

11) 詳しくはGreene (2000) を参照。

12) 生産活動を前提としていることから、本稿での効率性も技術的な効率性の一種とも考えられることができる。しかし、先行研究と異なり、アウトプットに輸送収入を、インプットに車両台数、労働、燃料といった物的な要素のかわりに総費用を用いていることから、本稿の効率性の指標を経営効率性の指標と呼ぶ。

$j=1, \dots, J$ はそれぞれの事業者を, $m=1, \dots, M$ はアウトプットの種類を, $n=1, \dots, N$ はインプットの種類を表している。線形計画 (1) の解 θ^* は, 生産可能性集合のフロンティア (以下では, 効率的フロンティアと呼ぶ) が規模に関する収穫一定であるという仮定を課したCCRモデルの入力指向における効率値である。CCRモデルという名称は, このモデルの開発者のChranes, Cooper and Rhodes (1978) の頭文字をとったものである。(1)における制約式は, 生産可能性集合を各事業者のアウトプットおよびインプットの線形結合をもとに構成し, 第 i 事業者のアウトプットの水準を維持したまま各インプットを一様に θ 倍に縮小したものが生産可能性集合内にとどまることを課している。目的関数は, このインプットを θ 倍に縮小するときの最小縮小率を求めている。このことから, 入力指向CCRモデル (以下CCRIモデルと呼ぶ) では現在のアウトプットを保障しインプットを最小にする生産活動を求めていることになる。ここで効率値が1と計測された事業者は, 効率的フロンティア上においてこれ以上インプットを縮小することができない事業者である。効率値が1未満の企業に対しては効率的フロンティアからの乖離として次のようなインプットの過剰 $S_{x(n)i}^{CCRI}$ とアウトプット $S_{y(m)i}^{CCRI}$ の不足が定義される。

$$S_{x(n)i}^{CCRI} = x_{in} - \sum_{j=1}^J \lambda_j^* x_{jn}$$

$$S_{y(m)i}^{CCRI} = \sum_{j=1}^J \lambda_j^* y_{jm} - y_{im}$$

このインプットの過剰を減らしアウトプットの不足分を増加すれば, 効率的な生産活動が達成できることから, これを改善案と呼ぶ。ただし, この改善案は数多くある改善案の一例でしかない点については注意する必要があるだろう。

一方, CCRモデルにおける出力指向の効率値は, 次の線形問題を解くことによって得られる。

$$\begin{aligned} & \max_{\mu} \quad \eta \\ \text{s.t.} \quad & x_{in} \geq \sum_{j=1}^J \mu_j x_{jn} \\ & \eta y_{im} \leq \sum_{j=1}^J \mu_j y_{jm} \\ & \mu_j \geq 0 \\ & m = 1, \dots, M \\ & n = 1, \dots, N \\ & j = 1, \dots, J \end{aligned} \tag{2}$$

$j=1, \dots, J$ はそれぞれの事業者を, $m=1, \dots, M$ はアウトプットの種類を, $n=1, \dots, N$ はインプットの種類を表している。出力指向CCR (以下, CCROと呼ぶ) モデルでは, 現在のインプットを確保して期待できる最大のアウトプットを生産可能性集合の中から求めていることになる。CCROモデルにおけるインプット $S_{x(n)i}^{CCRO}$ の過剰とアウトプット $S_{y(m)i}^{CCRO}$ の不足は次のように定義される。

$$S_{x(n) i}^{CCRO} = x_{in} - \sum_{j=1}^J \mu_j^* x_{jn}$$

$$S_{y(m) i}^{CCRO} = \sum_{j=1}^J \mu_j^* y_{jm} - y_{im}$$

これらはCCROモデルによる改善案である。CCRモデルにおいて入力指向と出力指向における効率値は等しくなるが、効率的フロンティアに凸性を課すBCCモデル¹³⁾においては両者の値は異なる。効率的フロンティアに凸性を課すことは、CCR効率値を求める際の線形計画 (1) の λ_j , (2) μ_j ($j=1, \dots, J$) に関して、さらに1以下という仮定を課すことを意味する。また、BCCモデルにおける効率値は一般にCCRモデルのものよりも大きくなる。これらの理由は、BCCモデルでは規模による効率性の変化を現存するデータに準拠しており、分析対象としているデータの線形結合で表せないような規模の拡大や縮小は生産可能性集合に含まれないためである。現存するデータの線形結合で表せない規模の拡大が生産可能性集合に含まれないことの意味は、その部分において生産技術が規模に関する収穫逓減であるために、そのような規模の拡大ができないということである。一方、現存するデータの線形結合で表せない規模の縮小部分に関しては、生産技術が規模に関して収穫逓増であるために同様に生産可能性集合に含まれないことになる。よってBCCモデルは、生産技術が規模に関する収穫逓増部分や収穫一定部分（現存データの線形結合で表されるフロンティア）、収穫逓減部分があることを仮定したモデルである。

生産技術が規模に関して収穫一定か否かに関しては、DEAによる分析では統計的な検定が行えず判断できないため、本稿では、公営バス事業における効率的フロンティアが規模に関して収穫一定である場合（CCRモデル）と凸包である場合（BCCモデル）について分析を行っている。また、効率値とそれに対応した改善案については、入力志向と出力志向、それぞれについて求めている。

(2) 公営バス事業における経営効率性指標

本稿では、東京都営バスと長崎県営バスを除く48の公営バス事業者の1999年度のデータを用いて分析を行った。表1には、分析対象とした公営事業者の一覧をまとめている。東京都営バスと長崎県営バスを除いた理由は、他の事業者の営業範囲が市町村単位であるのに対し、これらの事業者の営業範囲が都や県単位であり、市町村の中を運行するバスと市町村間を結ぶバスでは事業の目的や営業形態が異なると判断したためである。

公営バス事業のインプットとアウトプットには、次のものを用いた。インプットとして市町村の人口¹⁴⁾一人あたり総費用と市町村の面積あたり営業キロ数の2変数、アウトプットとして乗合バス事業と貸切バス事業それぞれにおける人口一人あたりの年間輸送人員と輸送収入の4変数を用いた。

インプットに総費用を用いた理由は、本稿の分析が技術的な効率性だけでなくバス事業の採算性も重視しているためである。営業キロ数に関しては、その長さの違いによって乗合事業における経営基盤¹⁵⁾の規模が異なると考えられるためインプットとして採用した。アウトプットについては、バスの利用者が多ければ多いほど交通混雑や環境への負荷の緩和に貢献しており、また住民の足として多くの人に利用されて

13) BCCモデルの名称も、開発者であるBanker, Charnes and Cooper (1984)の頭文字をとったものである。

14) 営業範囲が複数の市町村にわたる場合には、それらの市町村の合計を用いている。

15) 乗合バス事業は認可事業であり、営業路線は自由に決定できるものではなく事業者に与えられたものと考えられるため、営業キロ数を一種の資産とみなすことができるだろう。

表1 分析対象とした公営バス事業者一覧

県名	事業者	営業範囲の市町村	乗合バス事業	貸切バス事業
北海道	札幌市	左に同じ	○	×
北海道	函館市	左に同じ	○	×
北海道	苫小牧市	左に同じ	○	○
青森県	青森市	左に同じ	○	○
青森県	八戸市	左に同じ	○	○
秋田県	秋田市	左に同じ	○	○
宮城県	仙台市	左に同じ	○	○
東京都	三宅村	左に同じ	○	○
東京都	八丈町	左に同じ	○	○
神奈川県	横浜市	左に同じ	○	○
神奈川県	川崎市	左に同じ	○	×
新潟県	黒川村	左に同じ	×	○
富山県	八尾町	左に同じ	○	○
山梨県	芦安村	左に同じ	○	×
長野県	長谷村	左に同じ	○	×
岐阜県	岐阜市	左に同じ	○	○
愛知県	名古屋市	左に同じ	○	○
京都府	京都市	左に同じ	○	×
大阪府	大阪市	左に同じ	○	○
大阪府	高槻市	左に同じ	○	○
兵庫県	神戸市	左に同じ	○	○
兵庫県	姫路市	左に同じ	○	○
兵庫県	尼崎市	左に同じ	○	○
兵庫県	明石市	左に同じ	○	○
兵庫県	伊丹市	左に同じ	○	○
島根県	松江市	左に同じ	○	○
広島県	呉市	左に同じ	○	○
広島県	三原市	左に同じ	○	×
広島県	尾道市	左に同じ	○	○
山口県	宇部市	左に同じ	○	○
山口県	岩国市	左に同じ	○	○
徳島県	徳島市	左に同じ	○	○
徳島県	鳴門市	左に同じ	○	○
徳島県	小松島市	左に同じ	○	○
愛媛県	弓削町	左に同じ	○	×
愛媛県	中島町	左に同じ	○	○
福岡県	北九州市	左に同じ	○	○
佐賀県	佐賀市	左に同じ	○	○
長崎県	佐世保市	左に同じ	○	○
長崎県	伊王島町	左に同じ	○	×
熊本県	熊本市	左に同じ	○	○
熊本県	荒尾市	左に同じ	○	○
鹿児島県	鹿児島市	左に同じ	○	○
鹿児島県	鷹島町	左に同じ	○	○
鹿児島県	桜島町	左に同じ	○	○
鹿児島県	下甕村	左に同じ	○	○
鹿児島県	沖永良部バス企業団	和泊町 知名町	○	○
鹿児島県	上甕島バス企業団	上甕村	○	×

※ 1999年度時点の公営バス事業者である。

※ ○は該当する事業を行っており、×は該当する事業を行っていないことを表す。

いると考えられるため、輸送人員を採用している。また、利用者が受けたサービスの総量を示す指標として輸送収入もアウトプットとして採用している。この指標はバス事業の採算性を示す指標としても重要である。輸送人員と輸送収入に関しては、表1からわかるように乗合事業とともに貸切事業を行っている事業者が多く、また費用が乗合事業と貸切事業に分かれていないことから、それぞれの事業における輸送人員と輸送収入をアウトプットとしている。インプット・アウトプットに用いた変数に関して、営業キロ数は市町村の面積あたり、その他の変数は市町村の人口一人あたりの変数とした。これは、各市町村の面積や人口といった規模の違いを考慮したためである。

CCR、BCCI及びBCCOモデルによる効率値とその順位の計測結果は表2の通りである。図1-1から図1-3では計測された効率性について高い順に並べ替えグラフで示している。BCCIとBCCOモデルで効率値や順位にあまり変化が見られないことから、CCRとBCCIモデルの結果に関してのみ効率値の比較を行う。

CCRとBCCIモデルのどちらにおいても、効率値が1であった事業者は、大阪市、京都市、佐世保市、黒川村、芦安村、長谷村の6つであった。これらの事業者はバス事業の生産技術がどちらであった場合でも効率的な運営を行っている判断される。このことは、これらの事業者がBCCIモデルにおける効率的フロンティアの規模¹⁶⁾に関して収穫一定な部分に位置していることを意味している。CCRモデルでの効率値を分析した宮嶋(1984)では、本稿で効率的な事業者であった大阪市、京都市、佐世保市は効率性が低い事業者に分類されていた。これは、分析対象の範囲(県または市営の事業者を対象)や分析した年度(1982年度)の違いもあるが、インプット・アウトプットの違いが最も大きな影響を与えていると考えられる。宮嶋では、アウトプットとして年間走行キロ数を用いて分析しており、インプットに関しては労働者数を用いて営業路線キロ数は採用していない。年間走行キロ数と輸送人員や輸送収入との間には必ずしも相関があるとは限らないため、効率性の評価に大きな違いが出たのではないかと考えられる。

BCCIとBCCOモデルにおいてのみ効率値が1となった事業者は、函館市、八尾町、岐阜市、呉市、弓削町、北九州市、桜島町の7つである。このように分析するモデルによって効率値が異なる事業者があるが、CCRモデルによる評価は生産技術が規模に関する収穫一定ではない場合には、不適切かつ厳しいものになってしまうため注意が必要である。この他にもCCRモデルでの効率値よりBCCIモデルでの効率値が0.1以上高くなっている事業者に札幌市、名古屋市、三原市があり同様の注意が必要である。他の事業者については、BCCIでの効率値は若干CCRモデルでの効率値より高い程度であり、あまり変化は見られない。また、CCRとBCCIモデルで共通している結果として、町や村が運営している公営バス事業者が効率的な運営を行っているものと効率性が低いものにはほぼ二分されている点がある。人口規模や人口密度が公営バスの生産に正の影響を与えているならば、大都市の公営バスが多く効率的な事業者に選ばれると考えられるが、効率値によって事業者を分類した表3を見る限りではそのような関係は読みとれない。

表4-1から表4-3ではCCRI、CCRO、BCCI及びBCCOモデルの結果をもとに各事業者の改善案を示している。例として、CCRIモデルにおける鳴門市の改善案を見ると、インプットでは面積あたりの営業キロ数に関しては面積あたり0.29キロが過剰であるが、一人あたり総費用に過剰なインプットはない。アウトプットについては、貸切事業における一人あたり輸送収入と乗合事業における一人あたり輸送人員がそれぞれ0.99円と0.42人不足している一方で、貸切事業における一人あたり輸送人員と乗合事業における一人あたり輸送収入にアウトプットの不足はない。この改善案における過剰なインプットを減らし、不

16) ここで呼ぶ規模とは、先に述べたようにバス事業者の市町村に対する相対的な規模を意味している。

表2 DEAによる効率性指標

事業者	CCR	BCCI	BCCO
	効率値(順位)	効率値(順位)	効率値(順位)
札幌市	0.745 (31)	0.917 (18)	0.883 (21)
函館市	0.752 (29)	1 (1)	1 (1)
苫小牧市	0.786 (24)	0.873 (25)	0.839 (29)
青森市	0.975 (8)	0.977 (15)	0.982 (16)
八戸市	0.744 (32)	0.750 (36)	0.752 (37)
秋田市	0.621 (40)	0.662 (40)	0.629 (43)
仙台市	0.893 (11)	0.893 (22)	0.916 (18)
三宅村	0.581 (43)	0.620 (43)	0.802 (31)
八丈町	0.945 (9)	0.976 (16)	0.985 (15)
横浜市	0.767 (26)	0.780 (34)	0.775 (36)
川崎市	0.633 (39)	0.655 (41)	0.642 (42)
黒川村	1 (1)	1 (1)	1 (1)
八尾町	0.765 (27)	1 (1)	1 (1)
芦安村	1 (1)	1 (1)	1 (1)
長谷村	1 (1)	1 (1)	1 (1)
岐阜市	0.980 (7)	1 (1)	1 (1)
名古屋市	0.862 (15)	0.985 (14)	0.991 (14)
京都市	1 (1)	1 (1)	1 (1)
大阪市	1 (1)	1 (1)	1 (1)
高槻市	0.795 (23)	0.819 (29)	0.855 (26)
神戸市	0.811 (20)	0.822 (27)	0.846 (28)
姫路市	0.636 (38)	0.728 (38)	0.688 (40)
尼崎市	0.810 (21)	0.812 (31)	0.819 (30)
明石市	0.702 (33)	0.731 (37)	0.712 (38)
伊丹市	0.690 (35)	0.764 (35)	0.862 (25)
松江市	0.820 (19)	0.905 (20)	0.877 (23)
呉市	0.802 (22)	1 (1)	1 (1)
三原市	0.701 (34)	0.820 (28)	0.782 (33)
尾道市	0.780 (25)	0.793 (33)	0.781 (34)
宇部市	0.884 (12)	0.907 (19)	0.902 (19)
岩国市	0.868 (14)	0.880 (24)	0.875 (24)
徳島市	0.764 (28)	0.809 (32)	0.789 (32)
鳴門市	0.836 (17)	0.861 (26)	0.849 (27)
小松島市	0.680 (36)	0.708 (39)	0.682 (41)
弓削町	0.483 (45)	1 (1)	1 (1)
中島町	0.452 (46)	0.498 (46)	0.460 (46)
北九州市	0.833 (18)	1 (1)	1 (1)
佐賀市	0.850 (16)	0.897 (21)	0.881 (22)
佐世保市	1 (1)	1 (1)	1 (1)
伊王島町	0.596 (42)	0.611 (44)	0.625 (44)
熊本市	0.903 (10)	0.965 (17)	0.958 (17)
荒尾市	0.524 (44)	0.589 (45)	0.536 (45)
鹿児島市	0.746 (30)	0.819 (30)	0.776 (35)
鷹島町	0.620 (41)	0.625 (42)	0.700 (39)
桜島町	0.679 (37)	1 (1)	1 (1)
下甑村	0.406 (47)	0.412 (47)	0.409 (47)
沖永良部バス企業団	0.873 (13)	0.891 (23)	0.885 (20)
上甑島バス企業団	0.339 (48)	0.375 (48)	0.353 (48)
最小値	0.339	0.375	0.353
平均	0.769	0.836	0.835
標準偏差	0.165	0.166	0.168

図1-1 CCRによる効率値

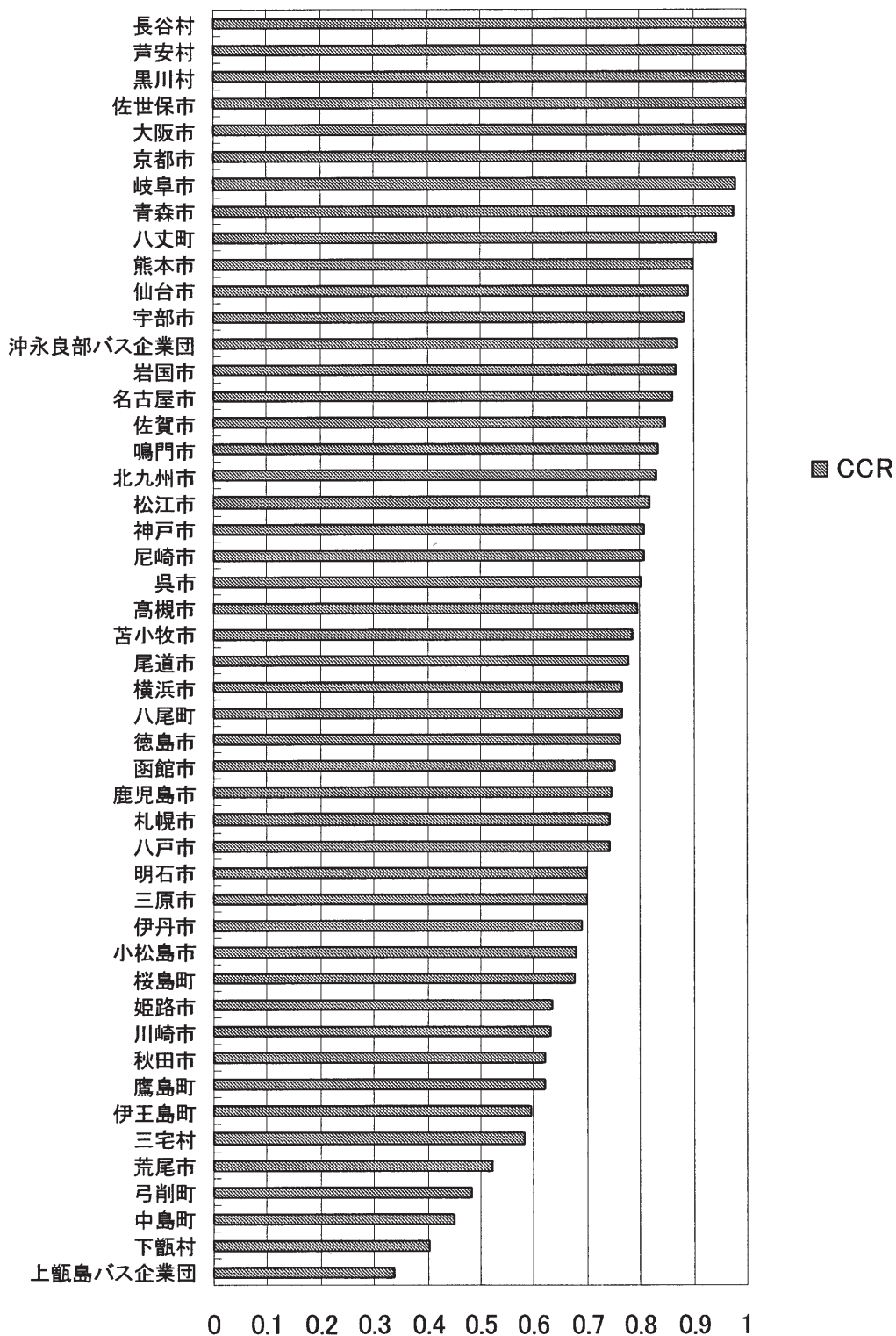


図1-2 BCCIによる効率値

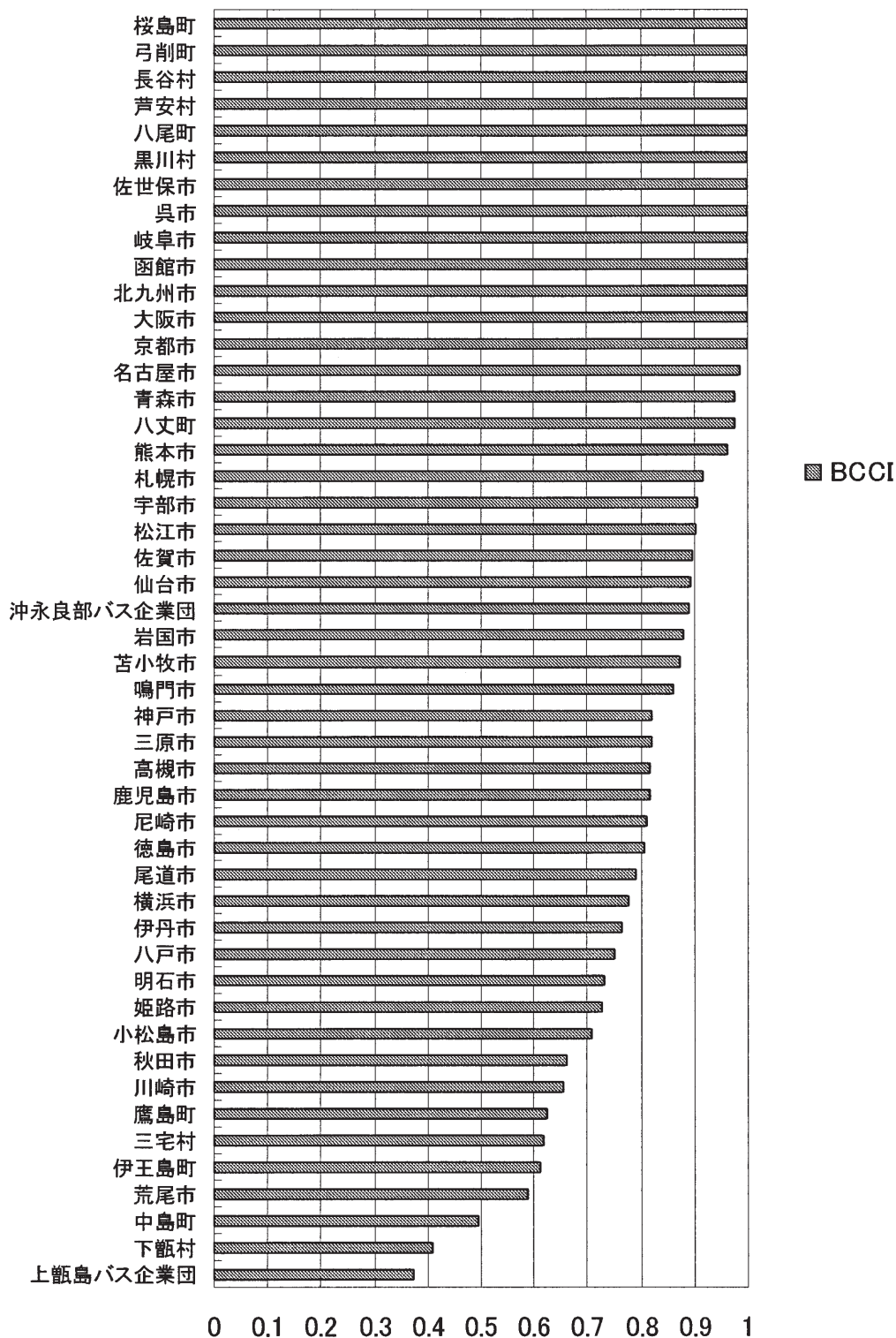


図1-3 BCCによる効率値

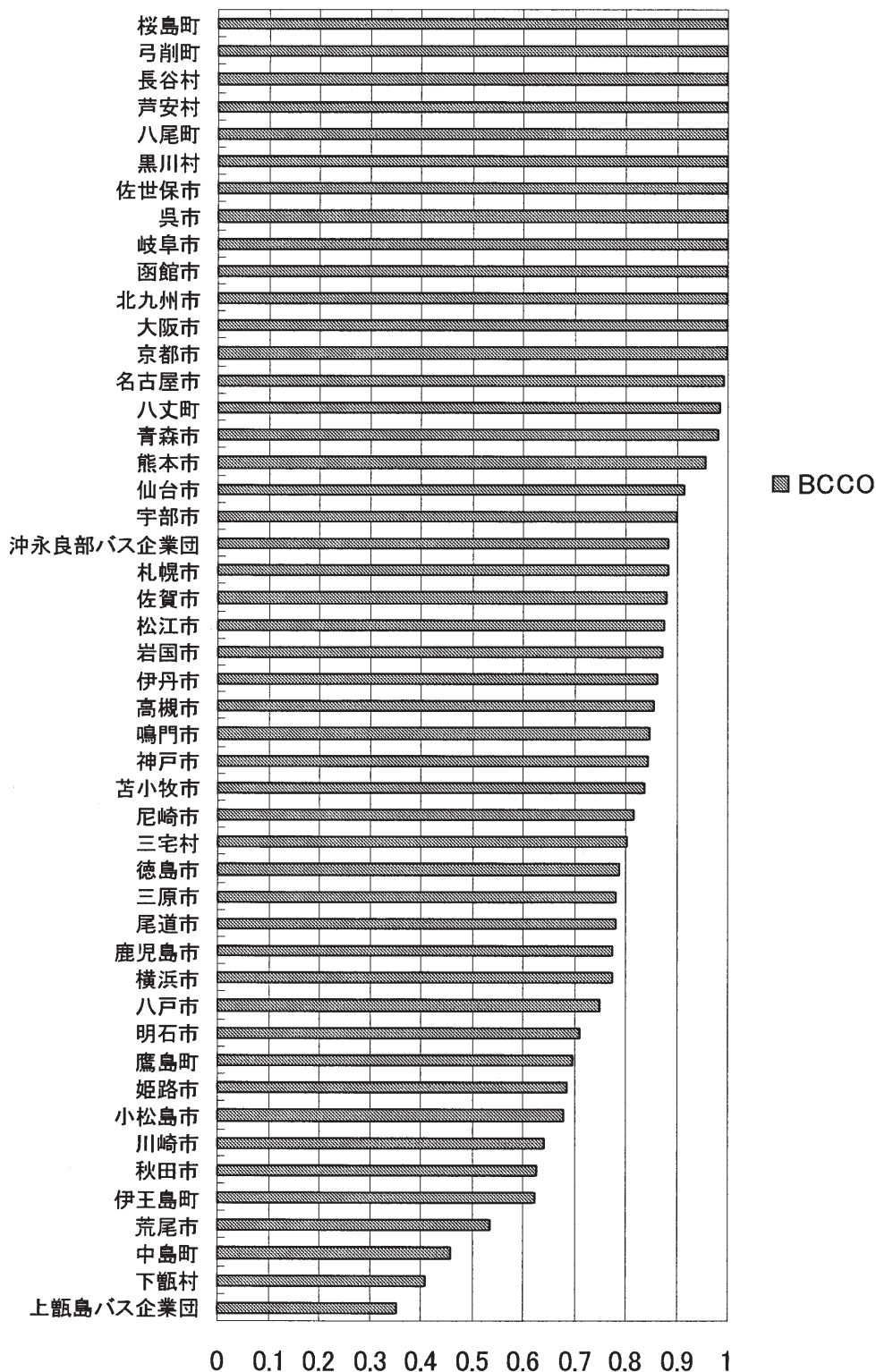


表3 効率値による分類と順位ゲーム

CCR			順位ゲーム	効率値による分類	順位ゲーム	BCCI			BCCO		
黒川村 京都市	芦安村 大阪市	長谷村 佐世保市	0	効率的な運営を 行っている事業者 1	0	黒川村 京都市 函館市 呉市 桜島町	芦安村 大阪市 八尾町 弓削町	長谷村 佐世保市 岐阜市 北九州市	黒川村 京都市 函館市 呉市 桜島町	芦安村 大阪市 八尾町 弓削町	長谷村 佐世保市 岐阜市 北九州市
(6)						(13)			(13)		
岐阜市 熊本市	青森市	八丈町	1	効率性の高い 事業者 1未満0.9以上	1	名古屋 熊本市 松江市	青森市 札幌市	八丈町 宇部市	名古屋市 熊本市	八丈町 仙台市	青森市 宇部市
(4)						(7)			(6)		
仙台市 岩国市 鳴門市 神戸市	宇部市 名古屋 北九州市 尼崎市	沖永良部バス企業団 佐賀市 松江市 呉市	2	効率性のやや高い 事業者 0.9未満0.8以上	2	佐賀市 岩国市 神戸市 鹿児島市	仙台市 苫小牧市 三原市 尾道市	沖永良部バス企業団 鳴門市 高槻市 徳島市	沖永良部バス企業団 松江市 高槻市 苫小牧市	札幌市 岩国市 鳴門市 尼崎市	佐賀市 伊丹市 神戸市 三宅村
(12)						(12)			(12)		
高槻市 横浜市 函館市 八戸市	苫小牧市 八尾町 鹿兒島市 明石市	尾道市 徳島市 札幌市 三原市	3	平均的な効率性の 事業者 0.8未満0.7以上	3	尾道市 八戸市 小松島市	横浜市 伊丹市 姫路市	伊丹市	徳島市 鹿兒島市 明石市	三原市 横浜市	尾道市 八戸市
(12)						(7)			(7)		
伊丹市 姫路市 鷹島町	小松島市 川崎市	桜島町 秋田市	4	効率性のやや低い 事業者 0.7未満0.6以上	4	秋田市 三宅村	川崎市 伊王島町	鷹島町	鷹島町 川崎市	姫路市 秋田市	小松島市 伊王島町
(7)						(5)			(6)		
伊王島町 弓削町 上飯島バス企業団	三宅村 中島町	荒尾市 下飯村	5	効率性の低い事業者 0.6未満		中島町 下飯村	荒尾市 上飯島バス企業団		荒尾市 上飯島バス企業団	中島町 下飯村	
(7)						(4)			(4)		

※括弧内の数字は、各分類に属する事業者数である。

表4-1 DEAによる効率性の改善案

事業者	貸切バス事業	CCR 効率値	CCRI				CCRO								
			投入の余剰		産出の不足		投入の余剰		産出の不足						
			X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	
黒川村	○	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
芦安村	×	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
長谷村	×	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
京都市	×	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大阪市	○	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
佐世保市	○	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
岐阜市	○	0.980	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
青森市	○	0.975	0	0	0	1.04	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0
八丈町	○	0.945	0	0	0.68	0	9.24	0	0	0	0.7	0	9.8	0	0
熊本市	○	0.903	0	0	0	0.11	0	0.98	0	0	0	0.1	0	1.1	0
仙台市	○	0.893	0	0	0	0.59	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0
宇部市	○	0.884	0	0	0.31	0	6.78	0	0	0	0.4	0	7.7	0	0
沖永良部バス企業団	○	0.873	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	9.2	0	0
岩国市	○	0.868	0	0	0.14	0	4.6	0	0	0	0.2	0	5.3	0	0
名古屋市	○	0.862	0	0	0	0.44	0	1.74	0	0	0	0.5	0	2	0
佐賀市	○	0.850	0.34	0	0.19	0	3.56	0	0.39	0	0.2	0	4.2	0	0
鳴門市	○	0.836	0.29	0	0	0.99	0.42	0	0.34	0	0	1.2	0.5	0	0
北九州市	○	0.833	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
松江市	○	0.820	0	0	0.77	0	0	0.25	0	0	0.9	0	0	0.3	0
神戸市	○	0.811	0	0	0	0.46	0	0.72	0	0	0	0.6	0	0.9	0
尼崎市	○	0.810	0	0	0	0.64	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0
呉市	○	0.802	0	0	0	0.61	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0
高槻市	○	0.795	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0
苫小牧市	○	0.786	0	0	0	0.51	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0
尾道市	○	0.780	0	0	0.34	0	1.58	0	0	0	0.4	0	2	0	0
横浜市	○	0.767	0	0	0.12	0.17	0	0.15	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0
八尾町	○	0.765	0	0	0	1.11	0.84	0	0	0	0	1.5	1.1	0	0
徳島市	○	0.764	0	0	0.48	0	0	0.53	0	0	0.6	0	0	0.7	0
函館市	×	0.752	0	0	0.01	0.01	0	0.06	0	0	0	0	0	0.1	0
鹿兒島市	○	0.746	0	0	0	0.12	0	0.06	0	0	0	0.2	0	0.1	0
札幌市	×	0.745	0	0	0.03	0.05	0	0.55	0	0	0	0.1	0	0.7	0
八戸市	○	0.744	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
明石市	○	0.702	0	0	0	0.35	0	0.2	0	0	0	0.5	0	0.3	0
三原市	×	0.701	0	0	0.04	0.06	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0
伊丹市	○	0.690	0	0	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0.2	0
小松島市	○	0.680	0.24	0	2.23	0	0	0.11	0.35	0	3.3	0	0	0.2	0
桜島町	○	0.679	0	0	0.7	0	0	1.44	0	0	1	0	0	2.1	0
姫路市	○	0.636	0	0	0.21	0	0.11	0	0	0	0.3	0	0.2	0	0
川崎市	×	0.633	0	0	0.1	0.13	0	0.13	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0
秋田市	○	0.621	0	0	0.03	0	0.12	0	0	0	0.1	0	0.2	0	0
鷹島町	○	0.620	0	0	0	0.57	0	1.56	0	0	0	0.9	0	2.5	0
伊王島町	×	0.596	0	0	0.11	0.15	0	2.13	0	0	0.2	0.3	0	3.6	0
三宅村	○	0.581	0	0	0	3.28	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0
荒尾市	○	0.524	0	0	0.43	0	3.5	0	0	0	0.8	0	6.7	0	0
弓削町	×	0.483	0.91	0	0.04	0	0	0.12	1.88	0	0.1	0	0	0.3	0
中島町	○	0.452	0	0	0	0.36	0	0.1	0	0	0	0.8	0	0.2	0
下飯村	○	0.406	0	0	0	0.7	0.63	0	0	0	0	1.7	1.6	0	0
上飯島バス企業団	×	0.339	0	0	0.05	0.08	0	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0

※ X1…営業キロ数/面積、X2…総費用/人口(単位:円)

Y1…輸送人員(貸切)/人口(単位:人)、Y2…輸送収入(貸切)/人口(単位:円)

Y3…輸送人員(乗合)/人口(単位:人)、Y4…輸送収入(乗合)/人口(単位:円)

表4-2 DEAによる効率性の改善案

事業者	貸切バス事業	BCCI						
		効率値	投入の余剰		産出の不足			
			X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4
函館市	×	1	-	-	-	-	-	-
黒川村	○	1	-	-	-	-	-	-
八尾町	○	1	-	-	-	-	-	-
芦安村	×	1	-	-	-	-	-	-
長谷村	×	1	-	-	-	-	-	-
岐阜市	○	1	-	-	-	-	-	-
京都市	×	1	-	-	-	-	-	-
大阪市	○	1	-	-	-	-	-	-
呉市	○	1	-	-	-	-	-	-
弓削町	×	1	-	-	-	-	-	-
北九州市	○	1	-	-	-	-	-	-
佐世保市	○	1	-	-	-	-	-	-
桜島町	○	1	-	-	-	-	-	-
名古屋市	○	0.985	0.96	0	0	0.42	0	1.54
青森市	○	0.977	0	0	0	1.04	0	0
八丈町	○	0.976	0.08	0	0.7	0	0	0
熊本市	○	0.965	0	0	0.04	0.08	0	0.98
札幌市	×	0.917	0	0	0.06	0.05	0	0.48
宇部市	○	0.907	0	0	0.39	0	1.73	0
松江市	○	0.905	0	0	0.85	0	0	0.2
佐賀市	○	0.897	0	0	0.2	0	3.67	0
仙台市	○	0.893	0	0	0	0.59	0	0
沖永良部バス企業団	○	0.891	0	0	0.06	0	7.77	0
岩国市	○	0.880	0	0	0.19	0	1.16	0
苫小牧市	○	0.873	0	0	0	0.5	0	0
鳴門市	○	0.861	0	0	0	0.97	0.5	0
神戸市	○	0.822	0	0	0	0.44	0	0.65
三原市	×	0.820	0	0	0.24	0.22	3.29	0
高槻市	○	0.819	0	0	0	0.16	0	0
鹿児島市	○	0.819	0	0	0.01	0.03	0	0
尼崎市	○	0.812	0	0	0	0.62	1.48	0
徳島市	○	0.809	0	0	0.53	0	0	0.53
尾道市	○	0.793	0	0	0.37	0	0	0
横浜市	○	0.780	0	0	0.17	0.21	0	0.15
伊丹市	○	0.764	0.69	0	0	0	0	0.04
八戸市	○	0.750	0	0	0	0.02	2.08	0
明石市	○	0.731	0	0	0	0.29	0	0.2
姫路市	○	0.728	0	0	0.28	0	0	0
小松島市	○	0.708	0	0	2.25	0	0	0.1
秋田市	○	0.662	0	0	0.11	0.04	0.12	0
川崎市	×	0.655	0	0	0.18	0.19	0	0.13
鷹島町	○	0.625	0	0	0	0.55	0	1.56
三宅村	○	0.620	0	0	0	3.24	0	0
伊王島町	×	0.611	0	0	0.18	0.2	0	2.13
荒尾市	○	0.589	0	0	0.47	0	3.45	0
中島町	○	0.498	0	0	0	0.26	0	0
下飯村	○	0.412	0	0	0	0.6	1.1	0
上飯島バス企業団	×	0.375	0	0	0.19	0.16	0	0

※ X1…営業キロ数/面積、X2…総費用/人口(単位:円)
 Y1…輸送人員(貸切)/人口(単位:人)、Y2…輸送収入(貸切)/人口(単位:円)
 Y3…輸送人員(乗合)/人口(単位:人)、Y4…輸送収入(乗合)/人口(単位:円)

足しているアウトプットを増加させれば、鳴門市営バスは効率的な事業者となる。DEAの説明でも触れたように、改善案は唯一の案ではなく、CCROモデルにおける改善案はCCRIモデルのものとは異なったものとなっている。この他に表4-1のCCRモデルの改善案から読み取れるものとしては、CCRモデルの効率値が低い事業者で乗合事業における一人あたり輸送人員のアウトプットに不足が出ている傾向がある。また、CCRとBCCモデルの改善案に共通するものとして、貸切事業に関するアウトプットの不足がある事業者が多いのが目立つ。この点から貸切事業が公営バス事業の経営に負の影響を与えている可能性が考えられる。しかしながら、効率的な事業者を除き貸切事業を行っていない事業者では全て、貸切事業のアウトプットに不足があると指摘されている。この結果は、貸切事業と乗合事業が範囲の経済性を持つ

表4-3 DEAによる効率性の改善案

事業者	貸切バス事業	BCCO						
		効率値	投入の余剰		産出の不足			
			X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4
函館市	×	1	-	-	-	-	-	-
黒川村	○	1	-	-	-	-	-	-
八尾町	○	1	-	-	-	-	-	-
芦安村	×	1	-	-	-	-	-	-
長谷村	×	1	-	-	-	-	-	-
岐阜市	○	1	-	-	-	-	-	-
京都市	×	1	-	-	-	-	-	-
大阪市	○	1	-	-	-	-	-	-
呉市	○	1	-	-	-	-	-	-
弓削町	×	1	-	-	-	-	-	-
北九州市	○	1	-	-	-	-	-	-
佐世保市	○	1	-	-	-	-	-	-
桜島町	○	1	-	-	-	-	-	-
名古屋市	○	0.991	1.03	0	0	0.42	0	1.55
八丈町	○	0.985	0.17	0	0.71	0	0	0
青森市	○	0.982	0	0	0	1.05	0	0
熊本市	○	0.958	0	0	0.03	0.07	0	1.02
仙台市	○	0.916	0	0	0	0.61	0	0
宇部市	○	0.902	0	0	0.41	0	3.19	0
沖永良部バス企業団	○	0.885	0	0	0.05	0	10.29	0
札幌市	×	0.883	0	0	0.07	0.06	0	0.55
佐賀市	○	0.881	0	0	0.22	0	4.18	0
松江市	○	0.877	0	0	0.94	0	0	0.26
岩国市	○	0.875	0	0	0.2	0	3.01	0
伊丹市	○	0.862	2.02	0	0	0.06	0	0.05
高槻市	○	0.855	0	0	0	0.12	0	0
鳴門市	○	0.849	0	0	0	1.17	0.61	0
神戸市	○	0.846	0	0	0	0.45	0	0.56
苫小牧市	○	0.839	0	0	0	0.59	0	0
尼崎市	○	0.819	0	0	0	0.77	0	0
三宅村	○	0.802	0.43	4.22	0	4.32	0	0
徳島市	○	0.789	0	0	0.64	0	0	0.67
三原市	×	0.782	0	0	0.23	0.23	5.42	0
尾道市	○	0.781	0	0	0.44	0	1.59	0
鹿児島市	○	0.776	0	0	0	0.09	0	0.07
横浜市	○	0.775	0	0	0.11	0.13	0	0.1
八戸市	○	0.752	0	0	0	0.05	0	0
明石市	○	0.712	0	0	0	0.47	0	0.28
鷹島町	○	0.700	0.86	0	0	0.8	0	2.08
姫路市	○	0.688	0	0	0.36	0	0	0
小松島市	○	0.682	0.03	0	3.26	0	0	0.13
川崎市	×	0.642	0	0	0.09	0.08	0	0.08
秋田市	○	0.629	0	0	0.07	0	0	0
伊王島町	×	0.625	0.22	0	0.05	0.01	0	3.2
荒尾市	○	0.536	0	0	0.82	0	6.51	0
中島町	○	0.460	0	0	0	0.76	0	0.1
下飯村	○	0.409	0	0	0	1.72	2.19	0
上飯島バス企業団	×	0.353	0	0	0.03	0	0	0

※ X1…営業キロ数/面積、X2…総費用/人口(単位:円)
 Y1…輸送人員(貸切)/人口(単位:人)、Y2…輸送収入(貸切)/人口(単位:円)
 Y3…輸送人員(乗合)/人口(単位:人)、Y4…輸送収入(乗合)/人口(単位:円)

ことを示唆するのではないだろうか。過剰なインプットに関しては、事業者そのものは少ないが、ほとんどが過剰な面積あたり営業キロ数を指摘されている。効率性の指標に影響を与えている具体的な要因については、次節で順位プロビット・モデルを用いて検討を行う。

3. 効率性指標に与える要因の分析

効率性の指標に影響を与える要因に関する先行研究では、効率的な事業者の効率値が1に張り付いてしまうことを考慮してトービット・モデルによる分析が行われている。しかし、DEAによる効率値は、同じインプット・アウトプットを用いた場合にもその単位が異なれば変化してしまい、分析結果が単位のと

り方に影響を受ける可能性がある。インプットやアウトプットの単位のとりに影響を受けないのは、効率性の順位だけであることから、本稿では順位プロビット(Ordered Probit)・モデルを用いて分析を行う。

順位プロビット・モデルは、順位を被説明変数としたプロビット・モデルである。本稿では、表3の分類に従って各事業者に順位ダミー(order)を与え、それを被説明変数とした。効率性の高い分類から順に0から5(BCCでは4)¹⁷⁾までのダミーを与えていることから、係数が正に有意な説明変数は効率性に対して負の影響を与えていることになる。説明変数には、公営バス事業の生産性に影響を与える可能性のあるものとして次の変数を採用した。まず、一人あたり所得の対数値は機会費用を表す変数として採用した。所得が高ければ自家用車やタクシーに比べ移動時間のかかるバスは機会費用が高いためあまり利用されず、効率性に対しては負の効果を持つことが予想される。一人あたり自動車保有台数は、バスと代替的な移動手段である自家用車がどの程度保有されているかを表しており、自動車の保有が進むとバス事業の効率性が低下すると考えられる。19歳以下人口比率と60歳以上人口比率は、バスをよく利用する年齢層と考えられ、予想される影響はどちらも正である。昼夜間人口比率は、昼間人口が多ければバスを利用する潜在的な人口が多いことを示しており正の影響が予想される。人口密度の対数値は、人口密度が高ければ多くの住民を運ぶ効率のよい営業路線を引くことができ、人口の対数値は、人口規模が大きければ乗車密度の高い運行が多いと考えられることから、どちらも正の影響を与えると予想される。しかし、公営バス事業者が、バス・サービスの利用というナショナル・ミニマムの提供を目的として人口の少ない地域や人口密度の少ない地域で運営されることが多いならば、その効果は逆となることも考えられる。これらの変数に加えて乗合バス事業と貸切バス事業の2つを行っている事業者とそうでない事業者が存在していることから、乗合バス事業のみを行っている場合は1、それ以外は0をとる乗合バス事業ダミーを説明変数として採用した。乗合バス事業と貸切バス事業の2つを行うことが範囲の経済性を持ち、効率性が改善されるならば、正の影響が予想され、貸切バス事業が改善案から考えられるように効率性に負の影響を与えているならば正の符号を取るであろう。第2次産業就業者比率、第3次産業就業者比率は、その地域の産業構造を表す変数として採用し、公営バス事業の効率性と何らかの関係があれば係数が有意に推計されるだろう。

本稿で分析した順序プロビット・モデルは、どの順位ダミーとなるかを潜在的に決めている変数(潜在変数)を $order^*$ とすると、

$$\begin{aligned}
 order^* &= c + \beta_1 \cdot \ln(y) + \beta_2 \cdot \text{under19} + \beta_3 \cdot \text{over60} + \beta_4 \cdot \ln(\text{popdns}) \\
 &+ \beta_5 \cdot \ln(\text{pop}) + \beta_6 \cdot \text{car} + \beta_7 \cdot \text{dn} + \beta_8 \cdot \text{nr} + \beta_9 \cdot \text{emp2} + \beta_{10} \cdot \text{emp3} + \varepsilon \\
 order &= 0 \quad \text{if} \quad order^* \leq 0 \\
 order &= 1 \quad \text{if} \quad 0 < order^* \leq \alpha_1 \\
 order &= 2 \quad \text{if} \quad \alpha_1 < order^* \leq \alpha_2 \\
 &\vdots \\
 order &= J \quad \text{if} \quad \alpha_{J-1} \leq order^*
 \end{aligned}$$

となる。順位ダミーについては、CCRモデルでは $J=5$ 、BCCモデルでは $J=4$ である。 c は定数項、 $\ln(y)$ は一人あたり所得の対数値、 under19 は19歳以下人口比率、 over60 は60歳以上人口比率、 $\ln(\text{popdns})$ は

17) BCCにおいて、0から5までの6つの分類とすると効率性がやや低いまたは低い事業者の数が少ないため、0から4までの5つとした。

人口密度の対数値, $\ln(pop)$ は人口の対数値, car は一人あたり自動車保有台数, dn は昼夜間人口比率, nr は乗合バス事業ダミー, $emp2$ は第2次産業就業者比率, $emp3$ は第3次産業就業者比率, ε は誤差項をそれぞれ表している。推計方法としては, 最尤法を用い, さらに, 赤池の情報量基準 (AIC) を使って変数選択を行った。

推計結果は表5の通りである。CCR, BCCI及びBCCOモデルのどの順位ダミーを被説明変数として用いた場合においても, 人口密度の対数値, 人口の対数値及び第2次産業就業者比率がAICによって選択されている。人口密度と人口の対数値の係数は, 前者が正, 後者が負となっており, 係数の絶対値の大きさは人口密度の対数値の方が大きいという結果であった。この結果は, 公営バス事業者が補助金¹⁸⁾の対象となるような人口密度の低い地域に営業路線を引いているためであると考えられるだろう。人口密度に関する推計結果は, 市町村が補助金を利用して, 効率性の観点から判断すればバス路線が廃止されてしまうような地域においても, バス・サービスを提供していることの表れと解釈できる。この解釈は改善案にインプットの過剰として面積あたり営業路線キロ数が上がっていたことと整合的である。また, 高い人口密度が道路における混雑現象を招いていると考えれば, 人口密度の増加から生じる混雑現象による効率性への負の影響の方が人口規模による効率性への正の影響より大きいと解釈することもできるのではないだろうか。乗合事業ダミーに関しては, 改善案からは正の符号を取ることが予想されたが, AICで変数選択をし

表5 推計結果

	CCR		BCCI		BCCO	
	フルモデル	AIC最小モデル	フルモデル	AIC最小モデル	フルモデル	AIC最小モデル
定数項	10.8694 (1.2836)	11.1002 (4.4647)	8.9252 (1.0458)	3.4770 (3.1929)	6.9976 (0.8206)	2.8848 (2.7208)
一人あたり所得の対数値	-1.1431 (0.6474)	-	0.8246 (0.4795)	-	-0.4429 (-0.2591)	-
19歳以下人口比率	-25.9988 (-1.3389)	-18.0060 (-2.3453)	-11.0604 (-0.5867)	-	-9.4634 (-0.5011)	-
60歳以上人口比率	-0.2821 (-0.0272)	-	-1.1991 (-0.1142)	-	-1.6184 (-0.1540)	-
人口密度の対数値	0.7701 (2.7879)	0.6313 (3.0424)	0.4821 (1.7980)	0.5892 (2.9542)	0.5074 (1.8929)	0.5376 (2.7285)
人口の対数値	-0.5953 (-2.2582)	-0.4949 (-2.7650)	-0.3809 (-1.5262)	-0.4611 (-3.0612)	-0.2680 (-1.0840)	-0.3892 (-2.6469)
一人あたり自動車保有台数	2.1252 (0.6467)	-	0.2252 (0.0672)	-	1.2887 (0.3826)	-
乗合バス事業ダミー	0.0149 (0.0308)	-	-0.4070 (-0.8084)	-	-0.0789 (-0.1589)	-
昼夜間人口比率	-0.0363 (-1.8460)	-0.0315 (-1.7904)	-0.0197 (-0.9905)	-	-0.0181 (-0.9194)	-
第2次産業就業者比率	-0.0298 (-0.9702)	-0.0425 (-2.0913)	-0.0651 (-1.9583)	-0.0469 (-2.3122)	-0.0583 (-1.7779)	-0.0443 (-2.1802)
第3次産業就業者比率	0.0296 (0.9791)	-	-0.0130 (-0.4243)	-	-0.0169 (-0.5632)	-
AIC	-43.9867	-55.0727	-44.0509	-59.9198	-45.9058	-60.9032
Scaled R ²	0.5393	0.5126	0.3476	0.2876	0.2755	0.2416

※ 括弧内はt値を表す。 ※ Scaled R²についてはEstrella(1998)を参照。

18) 国の地方バスへの補助制度として, 「地方バス路線維持補助制度」があり, 基本的に平均乗車密度が5人以上15人以下の路線 (第二種生活路線) の市外地区間を助成対象としている。詳しくは寺田 (2002) を参照。

た場合には選ばれなかった。これは、貸切バス事業と乗合バス事業の間に範囲の経済性はなく、また効率性に対して負の影響もないことを示している。第2次産業就業者比率が効率性に対して正の影響を持つという結果は、第2次産業就業者が他の産業に比べ工場等への通勤にバスを用いる傾向が高いことを示しているのではないかと考えられる。CCRモデルからの順位ダミーを用いた場合には、19歳以下人口比率や昼夜間人口比率も選ばれており、それぞれの係数は予想と同じ負であった。また、19歳以下人口比率の係数はその他の係数よりも非常に大きく、公営バス事業の生産が規模に関して収穫一定であれば、通学の利用者が効率性を高めていることが予想される。一方、60歳以上人口比率はCCR、BCCI及びBCCOモデルのどの場合でも選ばれていない。これは高齢者そのものによる利用が少ないことや、高齢者に対する割引運賃制度によって高齢者の利用が収入に結びついていないことなどがその原因と考えられるだろう。

4. まとめ

本稿では、48の公営バス事業者に関して経営効率性の評価を行い、効率性に影響を与える要因について分析を行った。効率性の評価に関して、先行研究では技術的な効率性の指標を求めていたのに対し、本稿ではインプットに総費用を、アウトプットに輸送収入を加えたことで経営効率性を評価した。効率性の指標は、公営バス事業の生産技術が規模に関する収穫一定である場合と部分的に規模に関して収穫逓増や逓減である場合を考慮して、CCRモデル及びBCCI、BCCOモデルでの効率性の評価を行った。日本の公営バス企業を対象とした先行研究である宮嶋（1984）との比較から、技術的な効率性とバス事業の役割と採算性を考慮した効率性での結果が異なっていることが明らかとなった。また、CCRの効率値よりもBCCIやBCCOにおいて効率値が大きく改善される事業者が9つあり、CCR効率値のみで評価を行うことに対しては注意が必要であろう。さらに、町や村での公営バス事業者は、効率値の高い事業者と低い事業者に分かれる傾向があり、単純に人口規模だけが効率性に影響を与えているとは言えない結果であった。改善案からは、多くの事業者で貸切バス事業のアウトプットを高めることが効率性の改善につながることで、一部の事業者では面積あたり営業キロ数が過剰であることが明らかとなった。

非効率の要因を分析した順位プロビット・モデルからは、人口規模は効率性に正の影響を与えるが人口密度は負の影響を与えており、両者を比較すると人口密度の影響の方が大きいという点が明らかとなった。これは、公営バス事業者がナショナル・ミニマムの提供のために効率性からみればマイナスとなるような地域でもバス・サービスを提供していることを示す結果であると考えられる。この結果は、同時に混雑現象の負の効果が人口に関する規模の経済を上回っていることを示す結果とも考えられる。この場合は、公営バスの効率性を高めるためには、駐車違反の取締りや自家用車の乗り入れ禁止区域の設定といった、バス事業者以外の協力を伴うものではあるが、混雑を緩和する方策が有効となるだろう。また、CCRからの順位ダミーを用いた場合においては19歳以下人口比率や第2次産業就業者比率といった通勤や通学者を表す変数が効率性に対して正の相関を持っていることが示されており、通勤・通学者の利用を高めることが効率性の改善に重要ではないだろうか。最後に、分析結果から60歳以上人口比率が効率性に対して影響を与えていないことが示されたが、その原因については本稿において明らかにすることができなかった。しかしながら、この結果が、公営バスが高齢者にとって利用しにくいことによるものであれば、今後の高齢者の増加を考えると重大な問題であり、更なる分析が必要であろう。

付論 データの出所及び加工

<データの出所>

- ・ 営業路線キロ数, 輸送人員 (乗合, 貸切), 旅客運送収益 (乗合, 貸切), 総費用
(以上, 平成11年版『地方公営企業年鑑 総括・水道・工業用水道・交通・電気・ガス』より)
- ・ 昼夜間人口比率, 産業別就業人口 (以上, 平成7年版『国勢調査報告』より)
- ・ 乗用車保有台数 (1999年『市町村別自動車保有車両数No.27』『市町村別軽自動車保有車両台数No.21』より)
- ・ 人口, 年齢別人口 (平成11年度版『住民基本台帳要覧』より)
- ・ 総面積 (平成11年度版『全国都道府県市町村別面積調』より)
- ・ 課税対象所得総額 (平成11年度版『市町村税課税状況等の調べ』より)

<データの加工>

- ・ 一人あたり旅客収入 (乗合・貸切) =
$$\frac{(\text{乗合} \cdot \text{貸切}) \text{ 旅客運送収益}}{\text{営業範囲の市町村の人口}}$$
- ・ 一人あたり輸送人員 (乗合・貸切) =
$$\frac{(\text{乗合} \cdot \text{貸切}) \text{ 輸送人員}}{\text{営業範囲の市町村の人口}}$$
- ・ 一人あたり総費用 =
$$\frac{\text{総費用}}{\text{営業範囲の市町村の人口}}$$
- ・ 面積あたり営業キロ数 =
$$\frac{\text{営業路線キロ数}}{\text{営業範囲の市町村の面積}}$$
- ・ 19歳以下 (60歳以上) 人口比率 =
$$\frac{\text{営業範囲の市町村の19歳以下 (60歳以上) 人口}}{\text{営業範囲の市町村の人口}}$$
- ・ 一人あたり自動車保有台数 =
$$\frac{\text{営業範囲の市町村における乗用車保有台数}}{\text{営業範囲の市町村の人口}}$$
- ・ 第2(3)次産業就業者比率 =
$$\frac{\text{営業範囲の市町村における第2(3)次産業就業人口}}{\text{営業範囲の市町村における就業人口}}$$

(参考文献)

- [1] 杉山雅洋 (1999) 「バス事業の規制緩和」『都市問題研究』第51巻第12号, 50-60.
- [2] 中条潮 (1985) 「乗合バス事業経営と市場規制政策の課題」『ビジネスレビュー』(一橋大学) Vol.32, No.3, 52-60.
- [3] 寺田一薫 (1992) 「地方公営企業の経営改善—公営バス民営化論議をひとつのケースとして—」『公営企業』第24巻第5号, 10-18.
- [4] 寺田一薫 (2002) 『バス産業の規制緩和』日本評論社.
- [5] 刀根薫 (1993) 『経営効率性の測定と改善』日科技連.
- [6] 日本バス協会 『日本のバス事業』.
- [7] 宮嶋勝 (1984) 「地方公営バス事業の生産性に関する研究」『公益事業研究』第36巻第2号, 1-14.
- [8] Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984) "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, 30, 1078-1092.

- [9] Chang, K. and Kao, P. (1992) “The Relative Efficiency of Public versus Private Municipal Bus Firms: An Application of Data Envelopment Analysis,” *The Journal of Productivity Analysis*, 3, 67-84.
- [10] Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978) “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- [11] Chu, X., Fielding, G. J., and Lamar, B. W. (1992) “Measuring Transit Performance Using Data Envelopment Analysis,” *Transportation Research Part A*, 26A, 3, 223-230.
- [12] Estrella, A. (1998) “A New Measure of Fit for Equations with Dichotomous Dependent Variables,” *Journal of Business and Economic Statistics*, 198-205.
- [13] Greene, W. H. (2000) *Econometric Analysis*, Prince-Hall.
- [14] Kerstens, K. (1996) “Technical Efficiency Measurement and Explanation of French Urban Transit Companies,” *Transportation Research Part A*, 30, 6, 431-452.
- [15] Nolan, J. F. (1996) “Determinants of Productive Efficiency in Urban Transit,” *Logistics and Transportation Review*, 32, 319-342.
- [16] Nolan, J. F., Richie, P. C. and Rowcroft, J. R. (2001) “Measuring Efficiency in the Public Sector Using Nonparametric Frontier Estimators: A Study of Transit Agencies in the USA,” *Applied Economics*, 33, 913-922.
- [17] Tone, K. and Sawada, T. (1990) “An Efficiency Analysis of Public vs. Private Bus Transportation Enterprises,” *Operational Research '90* (Bradley H. Ed.) , 357-365, Pergamon Press, New York.
- [18] Viton, P. A. (1986) “The Question of Efficiency in Urban Bus Transportation,” *Journal of Regional Science*, 26, 3, 499-513.
- [19] Viton, P. A. (1996) “Technical Efficiency in Multi-mode Bus Transit: A Production Frontier Analysis,” *Transportation Research Part B*, 31, 23-39.