

公営バス事業の非効率性と生産性の分析*

2008年8月31日

一橋大学 国際・公共政策大学院
公共経済プログラム 修士2年
竹内 俊文

* 本稿は、一橋大学国際・公共政策大学院・公共経済プログラムにおけるコンサルティング・プロジェクトの最終報告書として、受入機関である株式会社三菱総合研究所に提出したものです。本稿の内容は、すべて筆者の個人的見解であり、受入機関の見解を示すものではありません。株式会社三菱総合研究所の佐々木仁様には報告書作成に関して貴重なアドバイスを数多く頂きました事、心より感謝致します。

要約

本稿では、非効率性や高コスト体質が問題となり、民間的経営手法の導入や官民の役割の見直しがなされている公営バス事業を対象に 1999 年度から 2006 年度までを分析期間として、DEA を用いて相対的な非効率性の計測とその要因分析を行った。そして、生産性変化の分析を行うためにマルムクイスト生産性指数を計測とどの要因分析を行った。

非効率性の計測の結果からは、事業者間において比較的大きな効率性差が存在し、その格差は近年拡大していることが確認された。効率値が高く評価された事業者に共通する特徴は、1 車両当たりの職員数が少なく、職員 1 人当たり年間走行キロが高いことであった。その要因として、外部委託と高速バス事業等への進出が影響している可能性が考えられる。非効率性の要因分析の結果からは、経営の健全化へ向けた外部委託の推進や補助金依存体制の変革が効果的である可能性が示唆された。また、事業者の事業環境である需要特性と道路混雑状況が非効率性に影響を与えている可能性が示唆された。そのため、バス離れの要因の 1 つである道路混雑による定時性の喪失という課題が確認された。

次に、生産性変化の計測の結果からは、多くの事業者の生産性が低下していることが確認された。1999 年度と比較して 2006 年度で生産性が向上したのは 5 事業者のみであった。5 事業者に共通する特徴は平均乗車距離が増加していることであった。そのため、高速バス等への進出が影響している可能性が考えられる。要因分析の結果からは、経営の健全化を目的とした取り組みである民間委託の推進や補助金依存体制の変革が生産性を向上させるという関係は検証されなかった。その一方で、事業者の事業環境である需要特性と運行頻度が生産性の変化に影響を与えている可能性が示唆された。そのため、運行頻度の低下など輸送サービスの低下が更なる利用者の減少に繋がり、生産性を低下させるという課題が確認された。

目次

第1章 はじめに.....	4
第2章 公営バス事業の現状.....	5
1. 公営バス事業の概要.....	5
2. 公営バス事業を取り巻く環境.....	5
3. 公営バス事業の経営状況.....	7
4. 民営バス事業者との比較.....	8
5. 公営バス事業の改善に向けた取り組み.....	9
第3章 非効率性の計測と要因分析.....	10
1. 非効率性評価に関する先行研究.....	10
2. 公営バス事業の非効率性の計測.....	11
3. 非効率性に影響を与える要因の分析.....	17
第4章 生産性の計測と要因分析.....	20
1. 公営バス事業の生産性の計測.....	20
2. 生産性に影響を与える要因の分析.....	30
第5章 おわりに.....	32
参考文献.....	34
APPENDIX.....	36

第1章 はじめに

地方公営企業は市民生活を支える公共サービスの生産・供給主体として重要な役割を担っている。しかしながら、現在は財政問題が顕在化するとともに、過剰投資や非効率経営による問題が指摘され、民間的経営手法の導入や民営化などの組織変更も含めた改革がなされている。この流れには以下のような背景がある。かつては、市場に任せている非効率率及び社会問題をもたらすという市場の失敗が生じるサービスについては、料金徴収が可能で民間においても供給可能性の高いサービスであっても、公共性・安定性の確保という観点から公企業がサービスを供給することで市場の失敗を改善していた。しかし、この公企業の体制では、経営資源が効率的に使われないという政府の失敗を生んだ。さらに、近年では官民のノウハウ格差等が現れるとともに、契約技術が高度化したことで多くのサービスが民間においても安定供給が可能となっている。そのため近年では、効率性の観点から民間的経営手法の導入や官民の役割の見直しがなされている。

本稿で分析対象とした地方公営企業の一つである公営バス事業においても同様に、非効率性や高コスト体質が問題となり、民間的経営手法の導入や官民の役割の見直しがなされている。公営バス事業は自家用車などの私的交通機関の利用が困難な高齢者等の移動の自由を保障する役割を担っており、バス事業者の不採算路線からの撤退に対する規制の緩和や高齢化の進展により、その重要性は今後も更に増すと考えられる。しかしながら、その利用状況はモータリゼーションの進展や都市構造、社会構造の変化に伴い年々減少傾向にあり、厳しい環境に置かれている。このような状況の中で、公営企業として存続していくのであれば非効率性や高コスト体質を改善することで経営の健全化を達成し、生産性を向上させていくことが前提となるであろう。非効率性の要因は公共性の確保などの公営であるがゆえの要因も大きいですが、各事業者に帰せられる部分もあるのではないであろうか。また、近年の経営の健全化を目的とした取り組みは非効率性の改善、更には、生産性の向上に影響を与えているのであろうか。

そこで、本稿では1999年度から2006年度までを分析期間として、DEAを用いて生産フロンティアを計測し、個々の事業者がそのフロンティアからどれだけ乖離しているかを計測することにより相対的な非効率性指標の導出とその要因分析を行う。そして、生産性変化の時系列分析を行うためにマルムクイスト生産性指数を計測してその要因分析を行う。

本稿の構成は以下の通りである。まず、第2章では公営バス事業の現状の把握を行う。次に、第3章ではDEAを用いた非効率性評価の概要を概説した後、公営バス事業の非効率性の計測を行い、計測された非効率性に影響を与える要因について分析する。そして、第4章では生産性の変化を計測する手法の概要を概説した後、生産性の計測を行い、計測された生産性に影響を与える要因について分析する。最後に、第5章では本稿での分析結果から公営バス事業の非効率性について検討し、まとめとする。

第2章 公営バス事業の現状

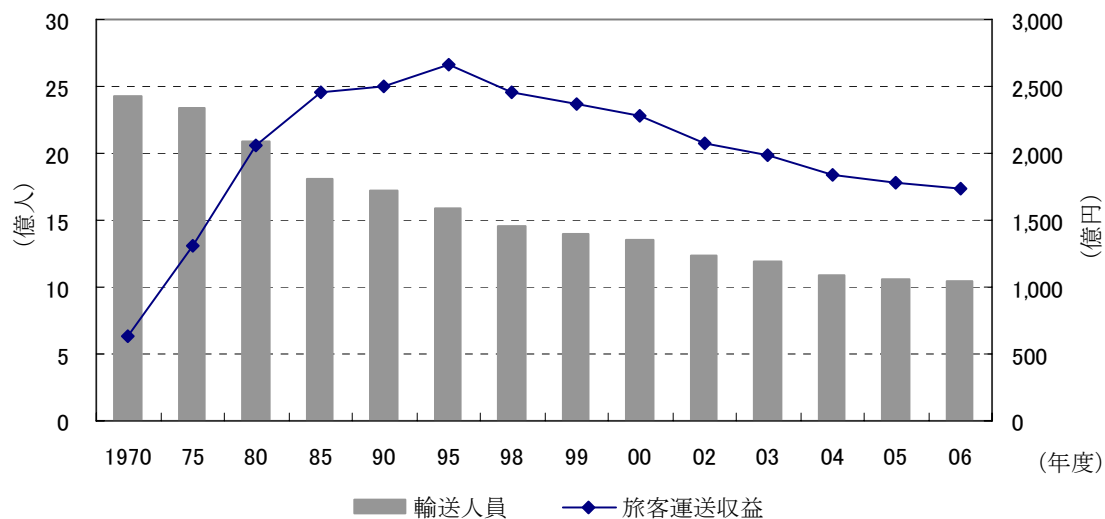
1. 公営バス事業の概要

公営バス事業は地方公営企業法に則り設立され、行政の責任により交通サービスを提供することで公共性・安定性を確保する役割を担っている。公営バス事業の始まりは、関東大震災により大きな被害を受けた路面電車を復旧するまでの応急措置として開業した東京市（都）である。それから1920年代から1950年代にかけては、路面電車の補完的交通機関として、または、街の発展や地域住民の足を確保することなどを目的に多くの都市において設立された。それ以降も設立が続き1983年には事業者数は59団体にまで達したが、その後は事業廃止や民間移譲等により減少が進み、2006年における事業者数は39団体にまで減少している。次節以降では、事業環境の変化による影響を確認した上で、民間事業者との比較を行うことで課題の一つである高コスト体質を確認する。

2. 公営バス事業を取り巻く環境

公営バス事業は第二次世界大戦中にガソリン供給の停止や車両の破損等により破壊的な打撃を受けたが、戦後は車両の増強等により輸送力を回復させたことで1960年代には輸送旅客人員に占めるシェアを大きく拡大させた。しかし、それ以降はモータリゼーションの進展や定時性の喪失等によりバス離れが加速して厳しい状況に置かれている。¹ここでは、

図1：輸送人員と旅客運送収益の推移



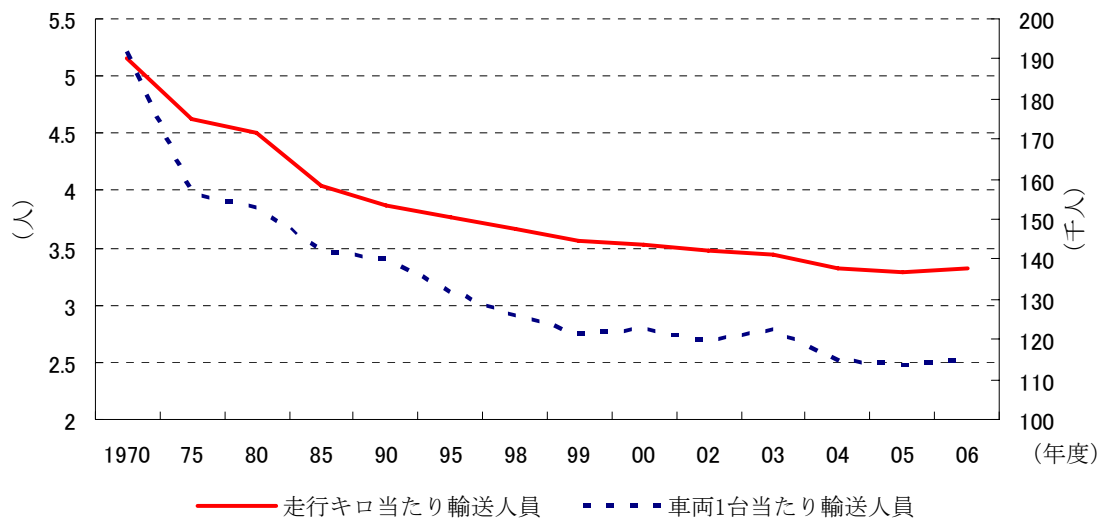
(出所) 総務省『地方公営企業年鑑』より作成

¹ 国土交通省(2006)『陸運統計要覧』によると、国内旅客輸送人員シェアは1965年ではバス34%、私鉄等30%、国鉄20%と公共交通機関が約9割を占め、バス以外の自動車が占める割合は14%に過ぎなかった。しかし、2005年ではバス以外の自動車のシェアが68%にまで拡大したことで、公共交通機関のシェアは低下し、バス7%、私鉄等15%、JR（旧国鉄）10%となっている。

このような環境変化による影響を確認する。図 1 には「年間輸送人員」と「旅客運送収益」の推移を示している。年間輸送人員は 1970 年の約 24 億人をピークにほぼ毎年減少を続け、2006 年には約 11 億人と 1970 年の半分以下にまで減少している。²また、旅客運送収益は 1992 年まで増加傾向に推移していたが、1992 年の 2710 億円をピークに減少に転じて、2006 年においては 1735 億円と 1992 年の 64%にまで減少している。

図 2 には輸送効率を示す指標として「走行キロあたり輸送人員」、「車両 1 台当たりの輸送人員」の推移を示している。1970 年において、走行キロあたり輸送人員は 5.2 人、車両 1 台あたり輸送人員は 192 千人であったが、年々減少を続けて 2006 年においては、走行キロあたり輸送人員は 3.3 人、車両 1 台あたり輸送人員は 115 千人と、双方の指標とも 1980 年の約 60%にまで低下している。輸送効率の低下には不採算路線であっても行政上維持しなければならないことにより、乗客数に応じて路線の統廃合を簡単に行えないという公営バス事業の特性も影響していると考えられる。輸送人員数や旅客運送収益が大きく減少している一方で、営業キロ数は 1996 年まで年々増加を続けて、1996 年の 11530 km をピークに減少傾向に転じたものの、2006 年においても 10063 km とピークであった 1996 年の 87%と、それほど大きく減少していないことから確認できる。

図 2：輸送効率の推移



(出所) 総務省『地方公営企業年鑑』より作成

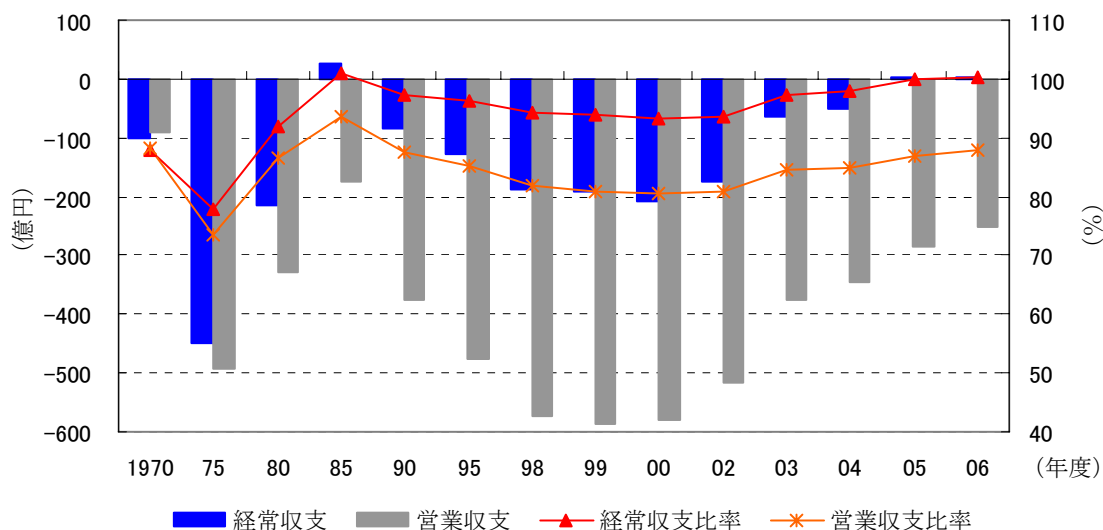
² 1970 年から 2006 年の輸送人員数の推移を 6 大都市圏（東京都、横浜市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市）とその他地方に分類して比較すると、6 大都市圏では約 48%（約 15 億人から約 7.8 億人）の減少であるのに対して、その他地方においては約 71%（約 9.3 億人から約 2.7 億人）も減少している。公営バス事業は、都市圏においては鉄道網の補完的役割であったが、地方においては鉄道の整備水準が低く交通手段の主役であったため、自家用車への乗り換えによる影響を大きく受けた結果である。

3. 公営バス事業の経営状況

ここでは、経営状況を確認する。公営バス事業は地方公営企業であることから事業は独立採算で行う必要があるが、経理上その会計内部で収支均衡をさせることを目的としているに過ぎず、実際は多くの補助が裁量的になされている。また、2002年の需給調整規制³の廃止以前は民間事業者との競争がなかったことも影響して、費用削減について実行が上がらなかった。図3には経営状況を示す指標として「経常収支」、「営業収支」、「経常収支比率」、「営業収支比率」の推移を示している。公営バス事業の経営状況は慢性的な赤字状態となっている。特に1985年以降は利用状況の減少などにより悪化を続けて、2000年における経常収支は約207億円の赤字、営業収支は約580億円の赤字にまで悪化した。それ以降は、各事業者が経営改善計画を策定して改革に取り組んだ成果も現れて、2006年における経常収支は約2.9億円の黒字、営業収支は約222億円の赤字にまで改善している。また、他会計補助金総額は1999年の約440億円から減少に転じて2006年においては約252億円にまで減少している。経常収益に占める他会計補助金の比率も1999年の14.8%から減少に転じたが、2006年においても12.4%と依然として高い水準にある。

経営状況の分布を把握するため、経常利益を出した事業者の比率をみると、1985年の59%をピークに減少を続けて1999年には36%まで減少している。それ以降は増加に転じて2006年においては56%と1985年に近い水準にまで回復している。しかし、公営バス事業は主として都市部を事業拠点に多需要路線を多くかかえる地域において事業を行っているため、半数近くの事業者が未だに収支均衡するに至っていない点は課題とされている。

図3：公営バス事業の経営状況の推移



(出所) 総務省『地方公営企業年鑑』より作成

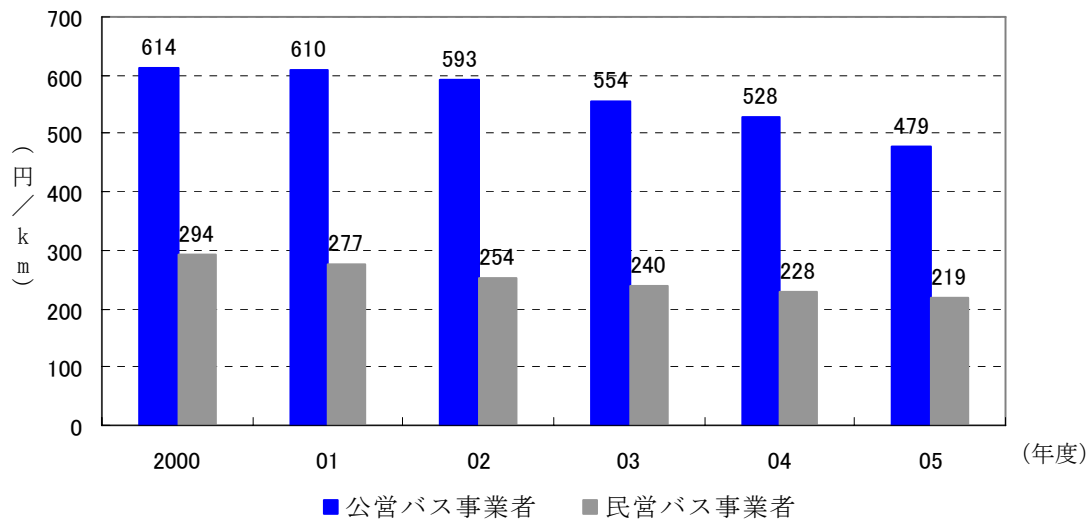
³ 2002年の道路運送法改正による主な改正点は次の3点である。①事業参入：免許制から許可制への移行（需給調整規制の廃止）②運賃・料金：許可制から上限認可制の下での実施運賃事前届出制への移行、③事前の退出：許可制から事前届出制への移行

4. 民営バス事業者との比較

ここでは、公営バス事業の課題の一つである高コスト体質を確認するため、民営バス事業者との比較を行う。まず、2005年度における乗合バス事業者の経常収支比率をみると、民営バス事業者が95.9%であるのに対して公営バス事業者は84.8%となっている。⁴事業目的が異なるため一概に比較することはできないが、公営バス事業の経常収支比率が改善しているものの依然として官民の差が大きいことが確認できる。

次に、本稿では支出面に着目して官民の比較を行う。バス事業は労働集約型産業であるため、費用構成のうち職員給与費の占める割合が高く、2005年度の原価に占める割合でみると民営バス事業者が58.6%、公営バス事業者が68.1%となっている。そのため、職員給与費の官民の差を比較するため、図4には「走行キロ当たりの人件費」の推移を示している。2005年の走行キロ当たりの人件費でみると、公営事業者は479円/km、民間バス事業者が219円/kmと約2.2倍も高いことが確認できる。⁵そのため、キロ当たりの原価では、民営バス事業者が376円/kmであるのに対して、公営バス事業者は733円/kmと1.9倍も高くなっている。また、図4より職員給与費の是正がなされているものの、依然として民間バス事業者の給与水準と比べ高いことが確認できる。慢性的な赤字体質から脱皮するためには職員給与費の是正の果たす効果は大きいであろう。⁶

図4：走行キロ当たりの人件費の推移



(出所) 国土交通省「平成17年度乗合バス事業の収支状況について」より作成

⁴ 国土交通省『平成16年度乗合バス事業の収支状況について（調査対象事業者は保有車両数30両以上の245者）』を参考。

⁵ 民間バス事業者は公営バス事業者よりも1日1車当たりの走行キロが約1.5倍となっていることから、走行キロあたりの格差については一般に大きく出る傾向がある。

⁶ その他に、公営バス事業者は公務員制度により人員整理がスムーズに行えないため、民間バス事業者と比較して在籍1両当たりの職員数が多い事も課題の一つとして指摘されている。

5. 公営バス事業の改善に向けた取り組み

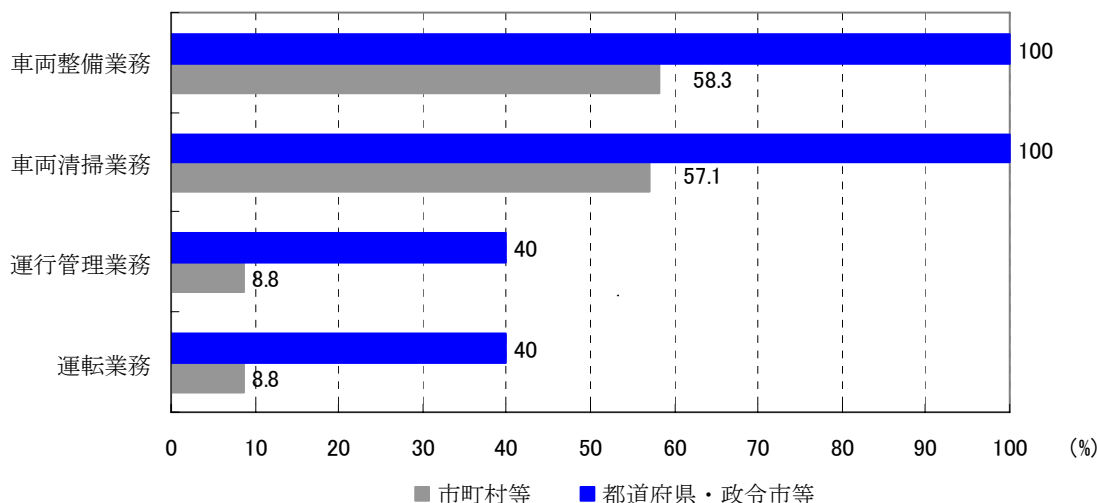
ここでは、これまでに挙げた課題等の改善に向けた現在の取り組みを紹介する。公営バス事業者においては経営の効率化や活性化のためには民間的経営手法の導入が極めて有効であるという観点から、多くの事業者において今後の公営バス事業者のあり方が検討されている。現在、主に検討されているサービス提供組織の形態としては、事業移譲による民営と民間委託であることが多い。

まず、民間に事業移譲を行った事例としては、公営バス事業数がピークを迎えた1983年から2002年の規制改革までは、浜松市、倉敷市、山口市の3件のみであった。利用者数の減少に加え、規制改革や自治体の財政難などが影響したこともあり、規制改革後は札幌市、函館市、秋田市、岐阜市、荒尾市が事業移譲を行っている。しかし、民間への業務移譲にあたっては影響を受ける利害関係者が多数存在することから、その実現は困難を極めることが多く、現在、実際に取り組まれているものの多くは民間委託となっている。

図5にはアウトソーシングの実施状況を示している。多くの事業者において業務を契約によってアウトソーシングすることで経営の効率化に努めていることが確認できる。運行業務、運行管理業務の委託が進んでいない理由としては、都道府県・政令指定都市では非常勤職員の活用によりコスト削減に取り組んでいること、市町村では適当な委託事業者が存在しないことなどが言われている。

前節で確認したように、公営バス事業者の高コスト体質は明らかであった。実際に民間委託を実施している団体において大きな経費削減効果を上げていることから、民間委託は高コスト体質の改善には適した施策であると言えよう。次章以降では、公営バス事業の抱えるもう一つの課題である非効率性の発生状況を計測し、民間委託等の取り組みが非効率性の改善に関しても効果が発揮されているのか検証する。

図5：アウトソーシングの実施状況



(出所) 総務省 (2004) 「地方公営企業の経営基盤強化への取組状況」より作成

第3章 非効率性の計測と要因分析

1. 非効率性評価に関する先行研究

バス事業の非効率性評価に関する先行研究としては、バスが主要な交通手段であるアメリカを中心に研究がされている。⁷非効率性の計測手法としては主に包絡分析法（以下DEA：Data Envelopment Analysis）と確率的フロンティア生産関数（以下SFA：Stochastic Frontier Analysis）が用いられている。DEAは観測されたデータに基づいて生産フロンティアを求め、最も効率的な事業者を基準として相対的な非効率性を計測するノンパラメトリックな手法であるのに対し、SFAは計量的に推定された生産フロンティアからの乖離を誤差と非効率性に分離する事で非効率性を計測するパラメトリックな手法である。⁸

日本の公営バス事業に関する先行研究としては、DEAを用いて計測をした宮嶋（1984）、宮良・福重（2002）、金坂・倉本・赤井（2007）、SFAを用いて計測をした山下（2002）などが挙げられる。宮嶋（1984）では27都市の公営バス事業者を対象に非効率性が計測されている。インプットにはバス事業の直接部門に属する職員の人数と間接部門に属する職員の人数、アウトプットには年間の総走行キロが採用されている。そして、計測された非効率性に対して外部環境の代理変数である乗車密度と経営努力の代理変数である実働1日あたり走行キロの相関係数を計測している。その結果、実働1日あたり走行キロとの相関が高いことから、経営努力による効率性改善が可能であることを示している。宮良・福重（2002）では48の公営バス事業者を対象に非効率性が計測されている。インプットには市町村の人口1人当たり総費用と市町村の面積当たり営業キロ数、アウトプットには市町村の人口1人当たり年間輸送収入と市町村の人口1人当たり年間輸人員が採用されている。そして、非効率性の要因分析では人口規模は正の影響を与えるが、人口密度は負の影響を与えていることを示している。金坂・倉本・赤井（2007）では、34の公営バス事業者を対象に生産性の変化が計測されている。インプットには職員数と車両数と走行キロ、アウトプットには年間輸送人員と平均乗車距離が採用されている。そして、生産性変化に関する要因分析では、補助金の変化率が負の影響を、経営改善の取組みについての代理変数である新規経営計画が正の影響を与えていることを示している。山下（2002）では36の公営バス事業者を対象に非効率性が計測されている。そして、計測された非効率性の要因分析では、他会計依存度が負の影響を与えていることを示している。

このように日本の公営バス事業の非効率性について研究が行われているが、時系列の観点から分析をした研究は少ない。そのため、本稿では1999年度から2006年度までを分析

⁷ 代表的な先行研究として、アメリカの事業者を対象に分析をした Viton（1986, 1997）、Chu, Fielding（1992）、Nolan（1996）、Nolan, Ritchie, Rowcroft（2001）、フランスの事業者を対象とした Kerstens（1996）、タイの事業者を対象とした Chang and Kao（1992）が挙げられる。

⁸ DEAについては Cooper, Seiford and Tone（2000）、刀根（1993）、SFAについては Green（1997）に詳しいので、これらを参照の事。

期間として非効率性と生産性の計測を行う。そして、非効率性と生産性に影響を与えている要因を分析することで、経営の健全化を目的とした取り組みが非効率性の改善、更には、生産性の向上に影響を与えているのか、また、非効率性の要因は各事業者の属する事業環境のどの特性が影響を与えているのかを検証する。

2. 公営バス事業の非効率性の計測

(1) DEA について

本稿では公営バス事業の非効率性を DEA により計測する。DEA は Charnes, et al. (1978) によって提唱された手法である。DEA は観測されたデータに基づいてノンパラメトリックに生産フロンティアを求め、最も効率的な事業者の効率値を 1 として、0 から 1 の間の値で相対的に非効率性を評価する。DEA では非効率性の分布や生産フロンティア関数を特定化する必要がないこと、また、多入出力から成る生産活動を容易に扱えるなどの利点がある。しかし、ノンパラメトリックな手法であるため統計的な検定を行えないなどの欠点もある。

計測に用いるモデルは後に計測するマルムクイスト生産性指数 (Malmquist productivity Index) との整合性を考慮して、規模に関して収穫一定のモデル (以下 CRS: Constant Return to Scale) を採用した。また、計測方法としては現在のアウトプットを保障してインプットを最小にする入力指向と、現在のインプットを確保して期待できる産出を最大にする出力指向がある。公営バス事業の場合、入力指向を用いるのが事業の性質上妥当と考えられるため入力指向を採用した。⁹本稿の計測で用いた入力指向の CRS モデルを数式で表現すると (1) 式のように表現される。

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

ここで、 θ は求めるべき効率値、 λ は参照集合を構成するための非負ベクトル、 y はアウトプット、添字 m はアウトプットの種類、 x はインプット、添字 n はインプットの種類、添字 j はそれぞれの事業者を表している。

次に、CRS モデルの概要をインプットとアウトプットが各 1 つのモデル (以下、1 入力 1 出力) を用いて説明する。図 6 には 1 入力 1 出力の CRS モデルを示している。縦軸をアウトプットの量 (y)、横軸をインプットの量 (x) として考える。A から E は比較対象とするサン

⁹ DEA の基本モデルとして他に規模に関して収穫可変のモデル (VRS: Variable Return to Scale) がある。VRS モデルでは指向タイプにより推定結果が異なるが、CRS モデルでは同一となる。詳しくは Cooper, Seiford and Tone (2000)、刀根 (1993) などを参照の事。

プルであり、事業体 (DMU : Decision Making Unit) と呼ばれる。1つのインプットと1つのアウトプットの値に従って、事業体は図 6 のように分布している。入力に対する出力の比 (y/x) を比較すると、Aがインプットに対するアウトプットの割合が最も高く、最も効率的に活動している事が分かる。このとき、原点とAを通る直線を生産フロンティアと呼ぶ。また、生産フロンティア以下は生産可能集合と呼ばれ、生産可能集合に属し生産フロンティア上にない事業体は非効率性が発生しているため、インプットの減少やアウトプットの増加により非効率性を改善することが可能である。次に、非効率性の計測方法について説明を行う。図 6 よりEは生産フロンティアより下の生産可能集合に存在するため、同じアウトプットをより少ないインプットで達成可能である。そのため、入力指向の CRSモデルにおける効率値は qr/qs として計測される。したがって、効率的な活動を行って

図 6 : 1入力1出力の CRS モデル

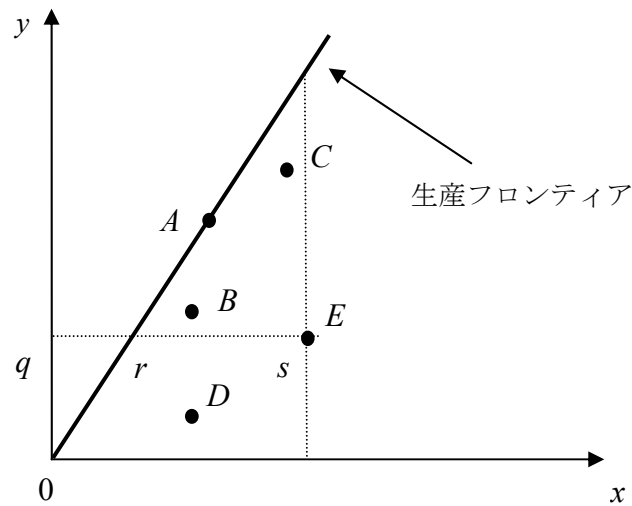
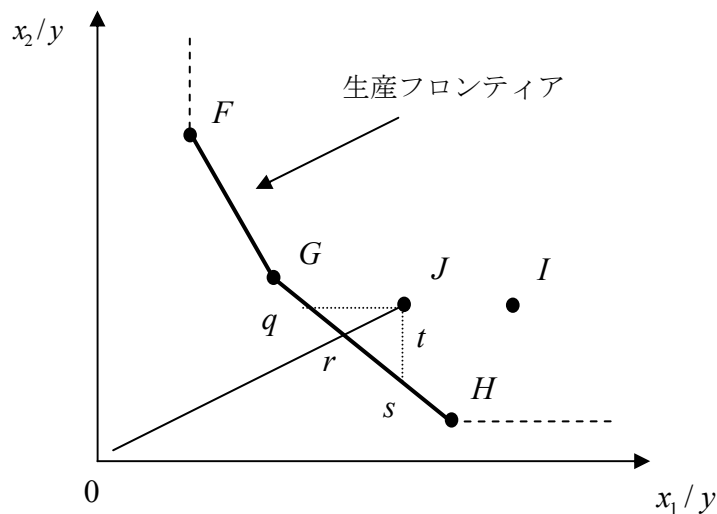


図 7 : 2入力1出力の CRS モデル



る場合の効率値は 1 となり、非効率な場合は 1 より小さくなる。本稿では、インプットが 2 つとアウトプットが 1 つのモデル（2 入力 1 出力）を用いて非効率性の計測を行う。2 入力 1 出力の CRS モデルを図示したものが図 7 である。アウトプットを (y) 、インプット 1 を (x_1) 、インプット 2 を (x_2) とし、横軸を (x_1/y) 、縦軸を (x_2/y) として考える。F から J は事業者であり 図 7 のように分布している。所与のアウトプットを少ないインプットで産出している事業者を効率と考える。図 7 において F、G、H を最も効率な事業者と考えると F、G、H を結ぶ線が生産フロンティアである。また、生産フロンティアと F から垂直に立つ線と H から水平に伸びる線で囲まれる領域が生産可能集合となる。図 7 より J は生産フロンティア上に存在しないため、同じアウトプットをより少ないインプットで達成可能である。そのため、J の効率値は $0r/0t$ として計測される。このとき J を非効率と判定させるのは G、H であり、G、H を J の参照集合（reference set）と呼ぶ。一般に参照集合は事業者毎に異なることになる。

（2）データ

本稿では、1999 年度から 2006 年度までの公営バス事業者を分析対象とする。データに不備がある事業者や事業規模が極めて零細な事業者は対象から除外したため、結果として 30 の公営バス事業者のデータを用いる。

公営バス事業のアウトプットとインプットとしては次の変数を用いる。¹⁰まず、アウトプットには「年間延人キロ」の 1 変数を用いる。本稿の分析では、住民の足の確保と効率な経営という公営バス事業としての目的を重視している。そのため、走行キロ数だけでなく輸送実績を考慮している年間延人キロが妥当であると考え採用している。次に、インプットには労働と資本を考え、「職員数」と「バス車両数」の 2 変数を用いる。職員数のデータには公営バス事業に従事する職員数に概算的に計算した外部委託職員数を加算したものをを用いる。このような計算を行った理由は、多くの公営バス事業者が外部委託を実施しており外部委託の影響を考慮しないことは分析において偏りを生じさせると考えたためである。そのため、委託料を外部委託費に支払った給与の総額であると考え、概算的に計算した外部委託職員数を職員数に加算している。また、バス車両数は資本としての安定した代理指標であると考え採用している。表 1 には本稿で使用した変数をまとめている。

表 1：非効率性の計測に用いた変数

	変数名	内容
アウトプット	年間延人キロ	・乗合バスと貸切りバス事業の年間延人キロの合計（千人km）
インプット	バス車両数	・乗合バスと貸切りバス事業の期末在籍車両数の合計（両）
	職員数	・「職員数」と「委託料／職員一人当たり基本給」の合計（人）

（出所）1999 年度から 2006 年度までの総務省『地方公営企業年鑑』

¹⁰ アウトプット、インプットの選択に関しては、湯川（2005）、城金（2006）を参考とした。

(3) 非効率性の計測結果

表 2 には計測された効率値の記述等計量を、図 8 には効率値の事業者分布を示している。はじめに、公営バス事業全体での効率値を確認する。2006 年度における効率値の平均値は 0.65 で 1999 年度の 0.75 と比較して低下している。図 8 より事業者の分布状況を確認してみると、1999 年度と比較して分布の形状が変化していることが確認できる。1999 年度においては効率値が 0.6 以上から 0.8 未満に多くの事業者が集中していたが、2006 年度においては 0.5 未満と極めて非効率であると評価された事業者の割合が増加している。また、事業者間の格差を効率値の最大値と最小値の比率で見ると、1999 年度においては 2.3 倍であったものが 2006 年度においては 4.2 倍へと拡大している。このように、事業者間において比較的大きな効率性差が存在し、その格差は近年拡大していることが確認できる。

次に事業主体の違いによる効率値の分布の違いを確認する。公営バス事業は都市圏においては鉄道網の補完的役割であったが、地方においては交通手段の主役であったため、自家用車への乗り換えによる影響を大きく受けていると考えられる。そのため、ここでは事

表 2：効率値の記述統計量

統計量	年度							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
平均値	0.75	0.76	0.65	0.72	0.71	0.70	0.63	0.65
標準偏差	0.15	0.17	0.16	0.16	0.18	0.18	0.19	0.21
最小値	0.44	0.29	0.37	0.43	0.39	0.41	0.25	0.24
最大値	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

図 8：効率値の事業者分布

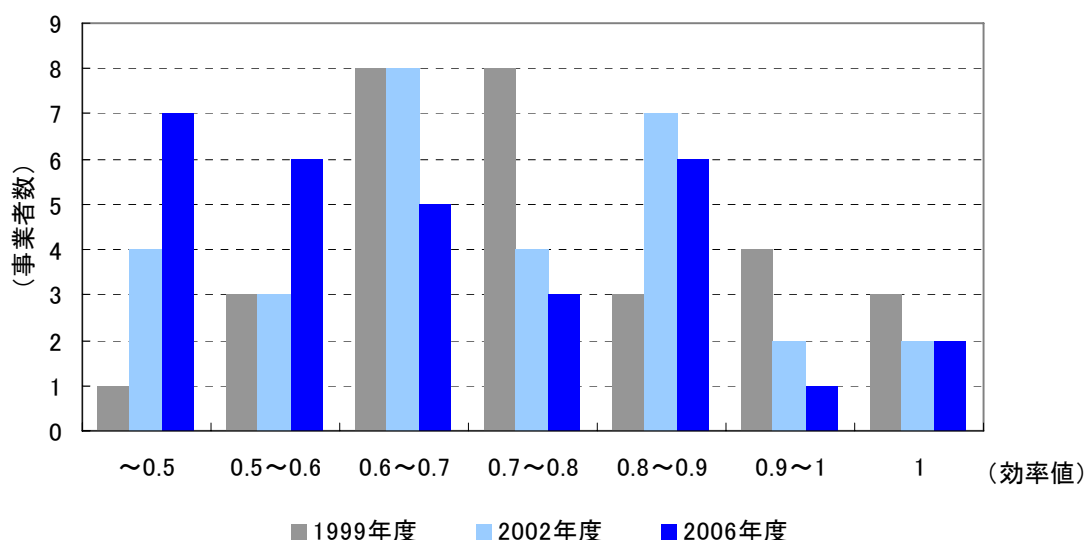


表 3：事業主体別の効率値の平均値

事業主体	年度							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
都市圏	0.81	0.83	0.74	0.85	0.85	0.83	0.77	0.80
地方	0.71	0.72	0.61	0.65	0.64	0.64	0.56	0.58
主体間の差	0.10	0.11	0.14	0.20	0.20	0.20	0.21	0.23
全事業者	0.75	0.76	0.65	0.72	0.71	0.70	0.63	0.65

業環境による影響を分析するため事業主体を都市圏と地方に分類する。ここで、都市圏とは都道府県と政令指定都市の事業者であり、それ以外の事業者を地方と分類した。以降、都市圏、地方と明記した場合はこの定義に従う。表 3 には事業主体別の効率値を示している。都市圏に比べて地方の事業者の方が非効率であることが確認できる。また、都市圏と地方の効率性差が 1999 年から 2006 年にかけて約 2 倍にも広がっていることが確認される。

最後に、事業者毎の効率値を確認する。表 4 には各事業者の効率値を示している。1999 年度から 2006 年度までの期間において効率値が 1 と評価された年が合計 3 年以上ある事業者は、京都市、北九州市、小松島市の 3 事業者である。一方、効率値が 0.5 未満と評価された年が合計 3 年以上ある事業者は青森市、八戸市、三原市、尾道市、鳴戸市、佐賀市、熊本市、鹿児島市の 8 事業者である。全てが地方の事業者であり、特に東北、中国・四国、九州で事業を行う事業者である。

次節において、非効率性に影響を与えている要因の検証を行うが、ここでは、効率値が高い事業者に共通する特徴から要因の考察を行う。3 事業者に共通する特徴は 1 車両当たりの職員数が少なく、職員 1 人当たり年間走行キロが高いことである。3 事業者とも効率値が高い 2006 年度の数値をみると、1 車両当たり職員数では全国平均が 1.5 人であるなか 3 事業者とも 1 人以下である。また、職員 1 人当たり年間走行キロでは全国平均が 26156 km であるなか 3 事業者とも 40000 km を超えている。本稿では、延人キロをアウトプットとしたため直接の要因とは必ずしも言えないが、職員 1 人当たりの技術的な生産性が高いことは効率値が高い要因の 1 つとして考えられる。このような特徴が現れている理由の 1 つとして、外部委託が考えられる。京都市は外部委託を積極的に導入している自治体であり、2006 年度の費用に占める委託費の比率は 26.1% と全国平均の 5.5% に比べると著しく高い。また、北九州市においても 15.8% と高い値を示している。もう 1 つとして、高速バス事業等への進出が考えられる。高速バス事業は事業特性が発揮でき今後も需要が見込まれる分野の一つとして言われている。小松島市においては、貸切りバス事業に力を入れており徳島県においては一定のシェアを占めている。また、北九州市においては、新北九州空港開港と同時に運行が開始されている。全国的に路線バス事業の利用者数が減少する中、高速バス事業等の需要が見込まれる分野に進出しているか否かが非効率性に影響を与えていると考えられる。

表 4：公営バス事業者の効率値

事業者名	年度							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
東京都	0.67 (21)	0.76 (17)	0.63 (19)	0.72 (15)	0.72 (15)	0.73 (13)	0.67 (13)	0.7 (13)
長崎県	1 (1)	0.92 (5)	0.84 (4)	0.95 (3)	0.83 (12)	0.83 (10)	0.76 (9)	0.8 (9)
仙台市	0.63 (23)	0.65 (22)	0.54 (23)	0.65 (21)	0.65 (19)	0.65 (18)	0.59 (17)	0.63 (16)
横浜市	0.83 (8)	0.88 (10)	0.77 (6)	0.88 (5)	0.89 (5)	0.79 (11)	0.71 (11)	0.8 (11)
川崎市	0.76 (13)	0.81 (13)	0.72 (11)	0.83 (10)	0.89 (6)	0.92 (3)	0.82 (4)	0.88 (4)
名古屋市	0.7 (18)	0.75 (18)	0.64 (17)	0.83 (11)	0.92 (3)	0.76 (12)	0.68 (12)	0.68 (14)
京都市	0.96 (4)	1 (1)	0.87 (3)	1 (1)	0.99 (2)	1 (1)	0.9 (3)	0.92 (3)
大阪市	0.78 (11)	0.84 (12)	0.74 (8)	0.85 (6)	0.86 (8)	0.88 (6)	0.79 (8)	0.8 (10)
神戸市	0.76 (12)	0.8 (14)	0.71 (12)	0.84 (9)	0.86 (9)	0.83 (9)	0.76 (10)	0.81 (7)
北九州市	1 (1)	0.92 (6)	1 (1)	1 (1)	0.86 (10)	0.92 (5)	1 (1)	1 (1)
苫小牧市	0.8 (10)	0.29 (30)	0.64 (18)	0.69 (17)	0.67 (17)	0.68 (17)	0.61 (16)	0.59 (20)
青森市	0.59 (27)	0.56 (26)	0.43 (27)	0.53 (26)	0.47 (26)	0.49 (25)	0.46 (25)	0.45 (25)
八戸市	0.56 (28)	0.54 (27)	0.45 (26)	0.5 (27)	0.44 (29)	0.45 (28)	0.41 (27)	0.39 (27)
高槻市	0.9 (7)	0.95 (3)	0.79 (5)	0.91 (4)	0.91 (4)	0.92 (4)	0.82 (5)	0.84 (5)
姫路市	1 (1)	0.94 (4)	0.72 (10)	0.58 (24)	0.58 (22)	0.58 (22)	0.48 (23)	0.6 (18)
尼崎市	0.61 (26)	0.63 (25)	0.55 (22)	0.63 (22)	0.63 (21)	0.63 (19)	0.58 (19)	0.58 (21)
明石市	0.69 (20)	0.72 (20)	0.61 (20)	0.69 (16)	0.71 (16)	0.71 (15)	0.65 (14)	0.52 (23)
伊丹市	0.76 (14)	0.79 (15)	0.67 (14)	0.85 (7)	0.87 (7)	0.87 (7)	0.8 (6)	0.81 (6)
呉市	0.74 (16)	0.88 (11)	0.69 (13)	0.77 (13)	0.83 (11)	0.86 (8)	0.79 (7)	0.78 (12)
三原市	0.44 (30)	0.44 (29)	0.37 (29)	0.46 (29)	0.53 (25)	0.61 (21)	0.5 (22)	0.81 (8)
尾道市	0.69 (19)	0.9 (9)	0.37 (30)	0.43 (30)	0.39 (30)	0.41 (30)	0.38 (28)	0.34 (28)
宇部市	0.71 (17)	0.7 (21)	0.76 (7)	0.68 (19)	0.57 (23)	0.57 (23)	0.52 (21)	0.6 (19)
岩国市	0.75 (15)	0.79 (16)	0.66 (16)	0.72 (14)	0.72 (14)	0.73 (14)	0.64 (15)	0.66 (15)
徳島市	0.91 (6)	0.91 (7)	0.72 (9)	0.84 (8)	0.82 (13)	0.69 (16)	0.58 (20)	0.56 (22)
鳴門市	0.66 (22)	0.73 (19)	0.61 (21)	0.68 (18)	0.47 (27)	0.43 (29)	0.28 (29)	0.24 (30)
小松島市	0.91 (5)	1 (1)	1 (1)	0.65 (20)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
佐賀市	0.8 (9)	0.91 (8)	0.66 (15)	0.79 (12)	0.65 (18)	0.45 (27)	0.25 (30)	0.25 (29)
佐世保市	0.62 (25)	0.64 (23)	0.53 (24)	0.61 (23)	0.65 (20)	0.62 (20)	0.58 (18)	0.6 (17)
熊本市	0.51 (29)	0.5 (28)	0.42 (28)	0.5 (28)	0.46 (28)	0.46 (26)	0.41 (26)	0.42 (26)
鹿児島市	0.62 (24)	0.64 (24)	0.48 (25)	0.55 (25)	0.54 (24)	0.54 (24)	0.46 (24)	0.48 (24)
平均値	0.75	0.76	0.65	0.72	0.71	0.70	0.63	0.65

(注) 括弧内の数値はその事業者の順位を表す。

3. 非効率性に影響を与える要因の分析

(1) モデルの設定

次に、非効率性に影響を与える要因の分析を行う。前節での計測の結果、事業者間において効率性差が生じていることが確認された。ここでの目的は、経営の健全化を目的とした取り組みが非効率性に影響を与えているのか、また、非効率性の要因は各事業者の属する事業環境のどの特性が影響を与えているのかを検証することとなる。

表 5 には使用した変数の一覧を示している。非効率性に影響を与える可能性があるとして採用した変数は、事業者の経営特性を表す変数と事業環境を表す変数に分類される。

まず、経営特性を表す変数としては「委託率」と「他会計依存度」を採用した。公営バス事業では経営の健全化へ向けて、民間委託の推進や補助金依存体制の変革がなされている。そのため、これらの取り組みが非効率性に影響を与えているのか検証するため、経営特性を表す変数としては「委託率」と「他会計依存度」を採用した。「委託率」は総費用に占める委託費の比率である。経営の健全化を目的に外部委託を実施するので効率値に対して正の影響を与えると考えられるため、係数の符号は正になると想定される。次に、「他会計依存度」は総収益に占める財務移転の比率である。財政移転とは、料金収入繰入金、国庫補助金、県補助金、他会計補助金、他会計負担金、特別利益の他会計繰入金の合計額である。公営バス事業では期末における費用増加を補助金などにより補填する傾向があるため、費用最小化行動へのインセンティブを阻害している可能性がある。そのため、他会計依存度は効率値に負の影響を与えると考えられるため、係数の符号は負になると想定される。「委託率」、「他会計依存度」は、被説明変数である効率値と同時性の問題が発生する可能性があるため、1期前のデータを用いる事である程度対処をしている。

次に事業環境を表す変数としては、「乗車効率」「平均速度」、「営業路線」、「輸送サービス密度」の4変数を採用した。「乗車効率」は乗車密度を平均定員で除したものであり、事業環境下における需要特性を表す代理変数として採用した。乗車効率が高ければ効率値に正の影響を与えると考えられるため、係数の符号は正になると想定される。「平均速度」は

表 5：要因分析で使用した変数

	変数	内容
被説明変数	効率値	・本稿で計測した効率値
説明変数	委託率	・委託費／総費用
	他会計依存度	・財務移転／総収益
	乗車効率	・乗車密度／平均定員
	平均速度	・年間走行キロ／年間延実車走行時間 (km)
	営業路線	・系統距離の合計 (km)
	輸送サービス密度	・年間走行キロ／営業路線 (km)

(出所) 1999年度から2006年度までの総務省『地方公営企業年鑑』

年間走行キロを年間延実車走行時間で除したものであり、道路の混雑状況を表す代理変数として採用した。道路の混雑化は平均速度を低下させ効率値に負の影響を与えると考えられるため、係数の符号は正になると想定される。「営業路線」は事業者が運行する全系統の距離の合計であり、事業者の運営規模を表す代理変数である。そのため、係数の符号は事前には想定することはできない。「輸送サービス密度」は年間走行キロを営業キロ数で除したものであり、運行頻度を表す代理変数である。経営効率化に向けてバス車両数や職員数などの削減が行われているが、不採算路線であっても行政上維持する必要があるため営業キロ数はそれ程大きく減少していないため、運行頻度の低下など全体的な輸送サービスの低下を招くことが指摘されている。そのため、非効率性と運行頻度との関係を検証するために採用した。したがって、係数の符号条件は事前に想定することはできない。

DEAによる効率性指標を用いて要因分析をした先行研究の多くで、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。本稿においても同様の理由によりトービット・モデルを用いて前節で計測した効率値を被説明変数として要因分析を行う。分析に使用したモデルは(2)式のように定義される。

$$\begin{aligned}
 y_{it}^* &= \beta x_{it}' + u_{it} & u_{it} &= \mu_{it} + v_{it} & v_{it} &\sim iidN(0, \sigma_v^2) \\
 y_{it} &= 1, & \text{if } & y_{it}^* \geq 1 \\
 y_{it} &= y_{it}^*, & \text{if } & y_{it}^* < 1
 \end{aligned} \tag{2}$$

ここで、添字*i*は事業者を区別する記号、添字*t*は年次、 y_{it}^* は潜在変数、 y_{it} はDEAにより計測された効率値、 β は推定される係数のベクトル、 x_{it} は要素が全て1となる列と説明変数の列から成るベクトル、 u_{it} は誤差項、 μ_{it} は固定効果をそれぞれ表している。

(2) 推定結果と解釈

表6に推定結果を示している。輸送サービス密度は平均速度と営業路線で用いられている変数と同一の変数により定義されるため別に推定した。また、事業環境を表す変数を除いたモデルにおいても推定を行ったため、計3モデルを推定した。

はじめに、事業者の経営特性を表す変数として採用した変数について説明を行う。まず、「委託率」の係数は統計的に有意であり想定した符号条件と一致する正となった。そのため、外部委託を積極的に導入している事業者は相対的に効率的な生産活動を行っている可能性が示唆された。次に、「他会計依存度」の係数も統計的に有意であり、想定した符号条件と一致する負となった。そのため、補助金などの他会計依存度が高い事業者ほど費用最小化行動へのインセンティブが阻害させ非効率的な経営を行っている可能性が示唆された。

次に、事業環境を表す変数について説明を行う。まず、「乗車効率」の係数は統計的に有意であり、想定した符号条件と一致する正となった。そのため、需要特性が非効率性に影響を与えている可能性が示唆された。しかしながら、需要特性は事業者が制御可能なものではないため、自身で改善することは困難だと考えられる。次に、「平均速度」の係数は統

表 6：推定結果

説明変数	モデル 1		モデル 2		モデル 3	
	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
定数項	0.03	0.14	0.41	1.87*	0.79	21.31***
委託率 (1 期前)	1.06	3.16***	1.31	4.10***	1.76	4.99***
他会計依存度 (1 期前)	-0.39	-4.55***	-0.40	-4.73***	-0.46	-4.88***
乗車効率	0.02	7.23***	0.01	4.74***		
平均速度	0.19	2.76***				
営業路線	-0.01	-1.01				
輸送サービス密度			0.02	0.70		
対数尤度	74.26		70.05		49.41	
サンプルサイズ	210		210		210	

注 1) ***は 1%水準で、**は 5%水準で、*は 10%水準で有意である事を表す

注 2) 平均速度、営業路線、輸送サービス密度は元のデータの自然対数値を使用した。

計的に有意であり、想定した符号条件と一致する正となった。そのため、道路混雑状況が非効率性に影響を与えている可能性が示唆された。したがって、バス離れの要因の 1 つである道路混雑による定時性の喪失という課題が確認されたと考えられる。しかしながら、道路混雑状況も事業者が制御可能なものではないため、自身で改善することは困難だと考えられる。次に、「営業路線」の係数は統計的に有意な結果は得られなかった。そのため、事業者の事業規模は非効率性に影響を与えていない可能性が示唆された。最後に、「輸送サービス密度」の係数についても統計的に有意な結果は得られなかった。そのため、運行頻度は非効率性に影響を与えていない可能性が示唆された。

以上の結果をまとめると、事業者の経営特性に関しては、外部委託を推進している事業者は効率的な生産活動を行っている可能性があること、他会計依存度が高い事業者は非効率な生産活動を行っている可能性があることが示唆された。そのため、経営の健全化へ向けた外部委託の推進や補助金依存体制の変革が効果的である可能性が示唆されたと言える。また、事業環境に関しては、需要特性と道路混雑状況が非効率性に影響を与えている可能性が示唆された。しかし、これらは事業者が制御可能なものでないため自身で改善することは困難だと考えられる。また、道路混雑状況の推定結果より、バス離れの要因の 1 つである道路混雑による定時性の喪失という課題が確認された。

第4章 生産性の計測と要因分析

1. 公営バス事業の生産性の計測

(1) マルムクイスト生産性指数について

本稿では公営バス事業の生産性の時系列変化をマルムクイスト生産性指数 (Malmquist productivity Index) により計測する。マルムクイスト生産性指数は Fare and Grosskopf (1994) によって提唱された手法である。マルムクイスト生産性指数は DEA に代表される生産フロンティアを用いた分析を時系列に応用することで異時点間の生産性の変化を定量的に求めるものである。マルムクイスト生産性指数には生産性の変化を、各事業体の異時点間での非効率性の変動による生産性の変化である「効率性変化 (efficiency change)」と技術進歩などの外生的な要因による生産フロンティアのシフトによる生産性の変化である「技術変化 (technical change)」に分解することができる。そのため、完全競争の前提が成り立たない寡占や地域独占的な公営バス事業の生産性評価において有効な指標であると言える。ここでは、本稿で用いる投入距離関数 (input distance function) とマルムクイスト生産性指数の説明を行う。投入距離関数は所与の技術の下で、ある観測されたインプットとアウトプットの組み合わせについて、アウトプットを減らすことなく可能なインプットの縮小倍率の逆数と定義される。インプットベクトルを x 、アウトプットベクトルを y とすると、 t 期の技術における投入距離関数 d_t は、(3)式のように定義される。

$$d_t(x_t, y_t) = \max\{\lambda : (x_t / \lambda, y_t) \in P_t\} \quad (3)$$

ここで、 x_t は t 期におけるインプットベクトル、 y_t は t 期におけるアウトプットベクトル、 λ は $(x_t / \lambda, y_t) \in P_t$ が実現可能な最大値、そして P_t は t 期の生産可能集合を表す。この投入距離関数はインプットの過不足がなく効率的に生産活動が行われている場合は λ が 1 となり、インプットが過剰の場合は 1 より大きい値を、不足して生産不可能である場合は 1 より小さい値をとる。また、 λ は DEA において求められた効率値の逆数である。前述の図 7 を用いて説明すると、J における λ は $0t/0r$ 、効率値は $0r/0t$ である。そのため、 λ が効率値の逆数となっている事が理解できる。

次に、マルムクイスト生産性指数の説明を行う。 t 期の各生産フロンティアで $t+1$ 期のインプットとアウトプットの組み合わせを評価すると距離関数は(4)式のように定義される。

$$d_t(x_{t+1}, y_{t+1}) = \max\{\lambda : (x_{t+1} / \lambda, y_{t+1}) \in P_t\} \quad (4)$$

同様に、 $t+1$ 期の各生産フロンティアで t 期のインプットベクトルとアウトプットベクトルを評価した距離関数と $t+1$ 期の各生産フロンティアで $t+1$ 期のインプットベクトルとアウトプットベクトルを評価した距離関数は(5)式と(6)式のように定義される。

$$d_{t+1}(x_t, y_t) = \max\{\lambda : (x_t / \lambda, y_t) \in P_{t+1}\} \quad (5)$$

$$d_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = \max\{\lambda : (x_{t+1} / \lambda, y_{t+1}) \in P_{t+1}\} \quad (6)$$

Caves, Christensen and Diewert (1982) で定義されたマルムクイスト指数 M_t では、 t 期

及び $t+1$ 期における生産性の変化は(7)式と(8)式のように計算される。

$$M_t(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_t(x_t, y_t)}{d_t(x_{t+1}, y_{t+1})} \quad (7)$$

$$M_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_{t+1}(x_t, y_t)}{d_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \quad (8)$$

(7)式及び(8)式では、基準点が t 期または $t+1$ 期の1時点である。2期間の生産性を比較する際に基準となる生産フロンティアは t 期及び $t+1$ 期であるため、(7)式と(8)式の幾何平均をとったものがマルムクイスト生産性指数であり、(9)式のように定義される。

$$M(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left[\frac{d_t(x_t, y_t)}{d_t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_{t+1}(x_t, y_t)}{d_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

(9)式のマルムクイスト生産性指数の変化が1を上回るならば、生産性が改善していることを意味する。また、(3)式から(6)式で定義された投入距離関数はDEAにおける効率値の逆数である。そのため、効率値を $D(x, y)$ とすると $D(x, y) = 1/d(x, y)$ であり、(9)式は(10)式へと書き改めることができる。

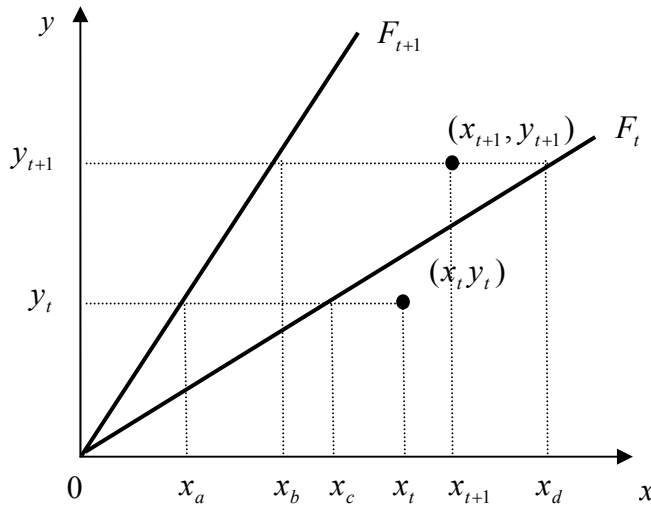
$$\begin{aligned} M(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) &= \left[\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)} \times \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)} \times \left[\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_t(x_t, y_t)}{D_{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (10)$$

ここで、(10)式下段の右辺における括弧の外側は「効率性変化 (efficiency change)」、括弧の内側は「技術変化 (technical change)」を表す。

図9には効率性変化と技術変化を1入力1出力のモデルにおいて図示している。縦軸をアウトプットの量(y)、横軸をインプットの量(x)として考え、ある事業体の t 期の生産活動を (x_t, y_t) 、 $t+1$ 期の生産活動を (x_{t+1}, y_{t+1}) 、そして t 期の生産フロンティアを F_t 、 $t+1$ 期の生産フロンティアを F_{t+1} とする。事業体の生産活動は各生産フロンティアの下側に存在するため、非効率な生産活動であることを示しており、 t 期、 $t+1$ 期の非効率性の程度は x_c/x_t 、 x_b/x_{t+1} として計測される。また、 t 期の生産活動を $t+1$ 期の生産フロンティアで評価した際の非効率性は x_a/x_t 、 $t+1$ 期の生産活動を t 期の生産フロンティアで評価した際の非効率性は x_b/x_{t+1} となる。この図中の記号を用いて(10)式を表現したものが(11)式となる。

$$\begin{aligned} M(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) &= \frac{(x_b/x_{t+1})}{(x_c/x_t)} \left[\frac{(x_d/x_{t+1})(x_c/x_t)}{(x_b/x_{t+1})(x_a/x_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left(\frac{x_d}{x_{t+1}} \right) \left(\frac{x_c}{x_t} \right) \left[\left(\frac{x_d}{x_b} \right) \left(\frac{x_c}{x_a} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (11)$$

図 9：マルムクイスト生産性指数



ここまでで説明したマルムクイスト生産性指数は 2 期間の生産性変化を分析するものであるが、多期間マルムクイスト生産性指数を用いることで 2 期間以上の時系列分析が可能である。本稿では多期間での時系列変化を分析するため、多期間マルムクイスト生産性指数の計測も行う。多期間マルムクイスト生産性指数は基軸年次 b 期を固定して、 t 期を期間移動させることにより計測を行うものである。基軸年次の b 期と t 期のマルムクイスト生産性指数は(12)式のように定義される。

$$M_b^t(x_t, y_t, x_b, y_b) = \left[\frac{D_b(x_t, y_t)}{D_b(x_b, y_b)} \times \frac{D_t(x_t, y_t)}{D_t(x_b, y_b)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

$$= \frac{D_t(x_t, y_t)}{D_b(x_b, y_b)} \times \left[\frac{D_b(x_t, y_t)}{D_t(x_t, y_t)} \times \frac{D_b(x_b, y_b)}{D_t(x_b, y_b)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

b 期は固定され、 t 期は b 期より 1 期毎に移動させるので、(12)式は(13)式のように細分化することができる。本稿では 1999 年度を基軸年次として計測を行う。

$$M_b^t(x_t, y_t, x_b, y_b) = M_b^{b+1} M_{b+1}^{b+2} \dots M_{t-2}^{t-1} M_{t-1}^t$$

$$= \left[\frac{D_t(x_t, y_t)}{D_b(x_b, y_b)} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{D_b(x_{b+1}, y_{b+1}) D_{b+1}(x_{b+2}, y_{b+2}) \dots D_{t-1}(x_t, y_t)}{D_{b+1}(x_b, y_b) D_{b+2}(x_{b+1}, y_{b+1}) \dots D_t(x_{t-1}, y_{t-1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

最後に、生産フロンティアを上昇シフトさせている事業者を確認する方法を示す。Fare and Grosskopf (1994) で定義されている条件を満たすものを、生産フロンティアを上昇シフトさせているイノベーターと定義する。イノベーターの条件とは、 t 期から $t+1$ 期の間に技術的進歩があり、 t 期からみた $t+1$ 期の生産性は向上し、結果として $t+1$ 期では生産フロンティア上で活動を行っているという条件である。この条件を数式で表現すると次の(14)式、(15)式、(16)式の 3 式で定義される。(14)式は t 期から $t+1$ 期の間に技術的進歩がある

ことを示す条件式である。ここで $TC(t, t+1)$ とは(10)式で定義された技術変化である。次に、(15)式は t 期からみた $t+1$ 期の生産性の向上を示す条件式である。そして、(16)式は $t+1$ 期では生産フロンティア上で活動を行っている事示す条件式である。

$$TC(t, t+1) > 1 \quad (14)$$

$$D_t(x_{t+1}, y_{t+1}) > 1 \quad (15)$$

$$D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = 1 \quad (16)$$

(2) 生産性変化の計測結果

表 7 には計測されたマルムクイスト生産性指数の平均の推移を、図 10 には多期間モデルで計測した生産性指数の推移を、図 11 には事業主体別の多期間マルムクイスト生産性指数の推移を示している。はじめに、公営バス事業全体での生産性変化を確認する。1999 年

表 7：マルムクイスト生産性指数の平均の推移

年度	指数	2 期間モデル			多期間モデル		
		都市圏	地方	全事業者	都市圏	地方	全事業者
1999-2000 (2000)	MALM	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99
	EFFCH	1.04	1.02	1.02	1.04	1.02	1.02
	TECHC	0.95	0.97	0.96	0.95	0.97	0.96
2000-2001 (2001)	MALM	1.02	1.03	1.03	1.00	0.96	0.97
	EFFCH	0.89	0.88	0.89	0.92	0.85	0.87
	TECHC	1.15	1.17	1.16	1.09	1.13	1.12
2001-2002 (2002)	MALM	0.99	0.95	0.96	0.99	0.90	0.93
	EFFCH	1.16	1.10	1.12	1.06	0.92	0.97
	TECHC	0.86	0.86	0.86	0.94	0.98	0.96
2002-2003 (2003)	MALM	0.98	1.03	1.02	0.98	0.93	0.94
	EFFCH	1.00	0.99	0.99	1.06	0.91	0.96
	TECHC	0.99	1.05	1.03	0.93	1.03	0.99
2003-2004 (2004)	MALM	0.95	0.95	0.95	0.93	0.88	0.90
	EFFCH	0.98	0.99	0.99	1.04	0.90	0.95
	TECHC	0.97	0.96	0.96	0.90	0.99	0.96
2004-2005 (2005)	MALM	1.01	0.97	0.98	0.94	0.86	0.89
	EFFCH	0.92	0.87	0.89	0.95	0.80	0.85
	TECHC	1.10	1.11	1.11	0.99	1.10	1.06
2005-2006 (2006)	MALM	1.03	1.02	1.02	0.97	0.90	0.92
	EFFCH	1.05	1.03	1.03	1.00	0.83	0.88
	TECHC	0.99	0.99	0.99	0.97	1.09	1.05

(注) MALM は Malmquist-Index (マルムクイスト生産性指数)、EFFCH は Efficiency Change (効率性変化)、TECHC は Technical change (技術変化) を表す。

図 10：生産性指数の推移（1999 年度基軸）

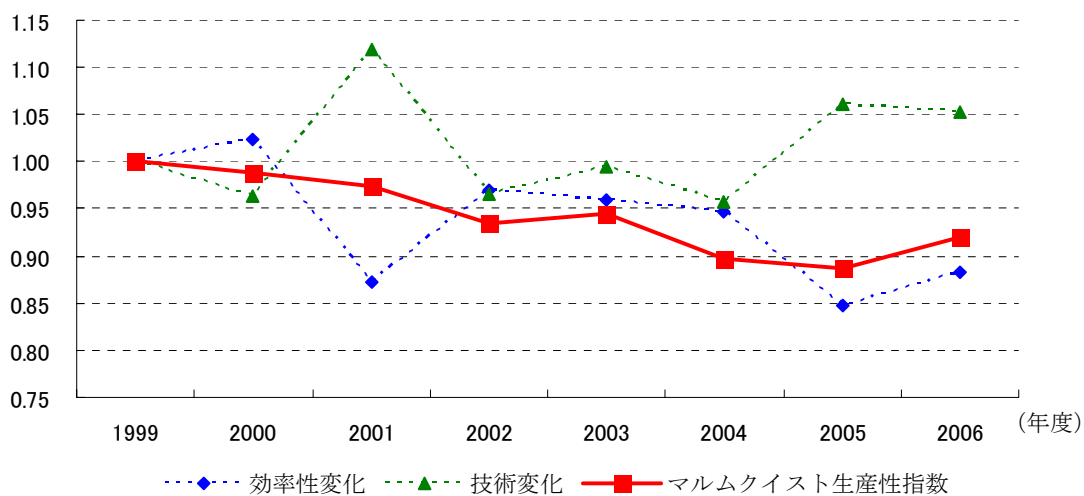
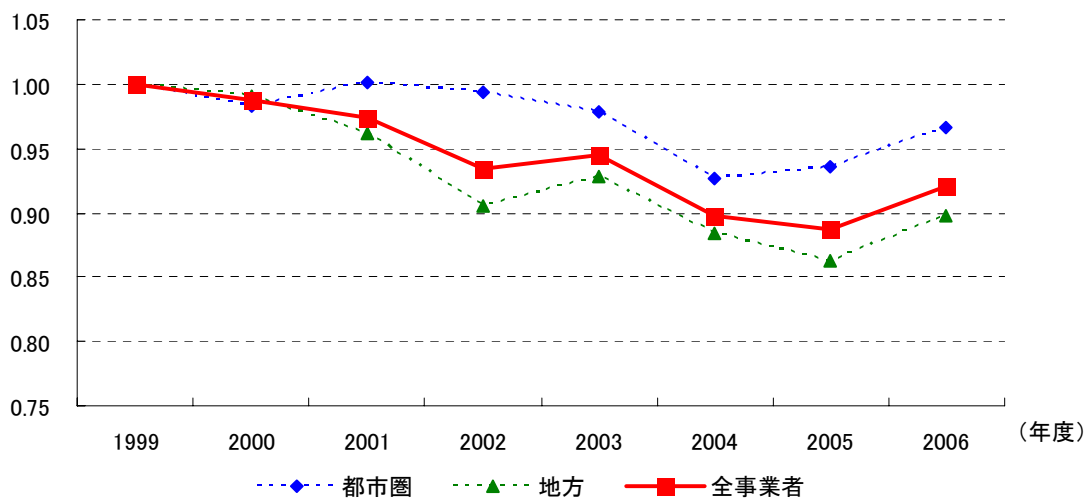


図 11：多期間マルムクイスト生産性指数の推移（事業主体別）



度から 2006 年度においてマルムクイスト生産性指数は前年度比で 3 回上昇してはいるものの、1999 年度を基軸とした 2006 年度のマルムクイスト生産性指数は 0.92 まで減少していることが確認できる。1999 年と比較して技術変化が 1.03 と上昇しているのに対して効率性変化が 0.88 と減少していることからバス事業全体での生産性低下の要因は効率性変化よることが確認できる。

次に、この傾向を効率値と同様に事業主体を都市圏と地方に分類して比較する。まず、1999 年度から 2006 年度までのマルムクイスト生産性指数の推移は比較的類似しているが、低下の程度は地方の方が大きく、1999 年度と比較して 2006 年度では約 10%も低下してい

る。次に、生産性変化と技術変化の推移をみると、都市圏においては効率性変化が増加して技術変化が減少しているのに対して、地方では効率性変化が減少して技術変化が上昇している。

事業全体での生産性変化を確認したところで、以下では各生産性指数の推移と事業者毎の生産性を確認する。表 8 から表 10 には、各事業者の効率性変化、技術変化、マルムクイスト生産性指数の推移を示している。まず、効率性変化の推移を確認する。効率性変化が 1 より大きい値をとることは前年度比で効率性が改善していることを示す。多くの事業者において、指数が合計 3 回以上上昇しているなかで、青森市、八戸市、姫路市、徳島市、鳴門市においては上昇した年度が 2 回のみである。共通する特徴としては、全てが地方の事業者ということである。次に、1999 年度から 2006 年度までの生産性変化（以下、累積値）を確認すると、累積値の平均値は 0.88 であり、平均で見ると時系列で低下していることが確認できる。指数が 1 を超えている事業者は 10 事業者存在し、内訳は都市圏の事業者が 6 事業者、地方の事業者が 4 事業者である。また、都市圏の事業者において累積値の平均を下回ったのは長崎県のみである。そのため、都市圏の事業者において上昇の程度が高いことが確認できる。

次に、技術変化を確認する。技術変化とは生産フロンティアのシフトの程度を示す。各年度の平均値について確認すると、指数が 1 を超えている年度は 1999 年度から 2006 年度の期間において 3 回ある。特徴的であるのが、2000 年度から 2001 年度、2004 年度から 2005 年度にかけては全事業者において技術変化が上昇している一方で、その他の年度においては技術変化が上昇している事業者が少なく、2001 年度から 2002 年度、2003 年度から 2004 年度においては全事業者において技術変化が低下していることである。次に、1999 年度から 2006 年度までの累積値をみると、累積値の平均値は 1.05 であり、平均値で見ると時系列で上昇していることが確認できる。指数が 1 を超えている事業者は 13 事業者存在し、内訳は都市圏の事業者が 2 事業者、地方の事業者が 11 事業者である。そのため、地方の事業者において上昇の程度が高いことが確認できる。

次に、生産フロンティアを上昇方向へシフトさせている事業者を確認する。1999 年度から 2006 年度までの期間において、イノベーターの条件を満たした事業者は、北九州市と小松島市のみであった。2000 年度から 2001 年度と 2004 年度から 2005 年においては両事業者、2002 年度から 2003 年度においては小松島市、2005 年度から 2006 年度において北九州市である。本稿の分析では技術変化に影響を与えている要因を確定することができなかつた。該当年次において、北九州市では職員数やバス車両数が大幅に削減され、小松島市では延人キロ数が増加していることから、北九州市においては外部委託の推進、小松島市においては貸切りバス事業の成功が影響している可能性があると考えられる。

最後に、マルムクイスト生産性指数を確認する。各年度の平均値について確認すると、指数が 1 を超えている年度は 1999 年度から 2006 年度の期間において 3 回ある。しかし、京都市、八戸市、尼崎市においてはマルムクイスト生産性指数が一度も 1 を超えていない。

この点に関しては、共通する特徴を見出すことができなかった。次に、1999年度から2006年度までの累積値を確認すると累積値の平均値は0.92であり、平均値でみると時系列で低下していることが確認できる。指数が1を超えている事業者は川崎市、北九州市、三原市、宇部市、小松島市の5事業者のみである。5事業者に共通する特徴としては、全国的に平均乗車距離が減少傾向にあるなか5事業者とも増加していることである。そのため、5事業者とも輸送人員数は減少しているものの、延人キロが増加もしくは維持されている。特に、小松島市においては、延人キロが1999年度から2006年度にかけて10%も増加している。また、その他の特徴的な点として、三原市と北九州市では職員数が大幅に削減されていることが挙げられる。1999年度から2006年度にかけての職員減少率の全国平均は約27%であるなか、2事業者ともに40%以上も職員数を削減している。

以上の結果をまとめると、1999年度から2006年度にかけて多くの事業者の生産性は低下している。これは、都市圏、地方に関わらず共通しているが、都市圏においては効率性変化が増加して技術変化が低下しているのに対して、地方では効率性変化が減少して技術変化が上昇しているため、その要因は異なる。事業者別でみると、1999年度と比較して2006年度で生産性が向上したのは5事業者のみである。生産性が向上した事業者のうち5事業者に共通する特徴は平均乗車距離が増加していることであった。そのため、高速バス事業等へ進出しているかが影響している可能性が考えられる。

表 8：効率性変化の推移

事業者名	年度							累積	上昇回数
	1999 /2000	2000 /2001	2001 /2002	2002 /2003	2003 /2004	2004 /2005	2005 /2006		
東京都	1.15	0.82	1.14	1.00	1.03	0.91	1.04	1.04	4
長崎県	0.92	0.91	1.14	0.87	1.00	0.92	1.05	0.80	3
仙台市	1.04	0.83	1.20	1.00	1.00	0.90	1.07	1.00	4
横浜市	1.06	0.87	1.14	1.02	0.88	0.89	1.13	0.96	4
川崎市	1.07	0.88	1.16	1.07	1.04	0.90	1.07	1.15	5
名古屋市	1.06	0.86	1.29	1.11	0.83	0.89	1.01	0.97	4
京都市	1.04	0.87	1.15	0.99	1.01	0.90	1.02	0.96	4
大阪市	1.07	0.88	1.15	1.01	1.02	0.90	1.01	1.02	5
神戸市	1.04	0.89	1.18	1.03	0.97	0.91	1.07	1.06	4
北九州市	0.92	1.09	1.00	0.86	1.07	1.09	1.00	1.00	5
苫小牧市	0.36	2.19	1.07	0.97	1.02	0.90	0.96	0.73	3
青森市	0.95	0.77	1.22	0.89	1.03	0.95	0.98	0.77	2
八戸市	0.96	0.83	1.10	0.87	1.04	0.89	0.97	0.70	2
高槻市	1.05	0.83	1.14	1.00	1.01	0.89	1.03	0.93	4
姫路市	0.94	0.76	0.81	1.01	1.00	0.83	1.24	0.60	2
尼崎市	1.04	0.86	1.15	1.00	1.01	0.92	1.00	0.94	3
明石市	1.04	0.85	1.12	1.03	1.00	0.92	0.79	0.75	4
伊丹市	1.04	0.84	1.26	1.02	1.00	0.92	1.01	1.07	5
呉市	1.19	0.79	1.12	1.08	1.03	0.93	0.99	1.06	4
三原市	1.00	0.83	1.24	1.16	1.15	0.82	1.61	1.83	5
尾道市	1.30	0.41	1.18	0.91	1.04	0.94	0.90	0.50	3
宇部市	0.99	1.09	0.89	0.83	1.01	0.91	1.14	0.84	3
岩国市	1.06	0.83	1.10	1.00	1.01	0.87	1.03	0.88	4
徳島市	1.00	0.79	1.16	0.98	0.84	0.84	0.97	0.61	2
鳴門市	1.11	0.83	1.11	0.69	0.92	0.64	0.87	0.36	2
小松島市	1.10	1.00	0.65	1.53	1.00	1.00	1.00	1.10	6
佐賀市	1.13	0.73	1.19	0.83	0.70	0.54	1.02	0.31	3
佐世保市	1.05	0.82	1.15	1.07	0.95	0.93	1.04	0.98	4
熊本市	0.98	0.84	1.18	0.92	1.01	0.89	1.01	0.81	3
鹿児島市	1.03	0.76	1.15	0.97	1.00	0.86	1.03	0.77	4
平均値	1.02	0.89	1.12	0.99	0.99	0.89	1.03	0.88	3.67

表 9：技術変化の推移

事業者名	年度							累積	上昇 回数
	1999 /2000	2000 /2001	2001 /2002	2002 /2003	2003 /2004	2004 /2005	2005 /2006		
東京都	0.94	1.15	0.86	0.97	0.97	1.09	0.98	0.93	2
長崎県	1.04	1.15	0.89	1.07	0.95	1.11	0.98	1.17	4
仙台市	0.93	1.17	0.85	0.98	0.97	1.09	0.98	0.93	2
横浜市	0.94	1.14	0.86	0.97	0.97	1.09	0.98	0.92	2
川崎市	0.94	1.13	0.86	0.97	0.97	1.08	0.98	0.91	2
名古屋市	0.93	1.16	0.86	0.97	0.96	1.10	0.98	0.93	2
京都市	0.94	1.13	0.86	0.97	0.97	1.08	0.98	0.92	2
大阪市	0.94	1.14	0.86	0.97	0.97	1.08	0.98	0.92	2
神戸市	0.94	1.13	0.86	0.97	0.97	1.08	0.98	0.91	2
北九州市	0.94	1.20	0.86	1.06	0.96	1.14	1.06	1.19	4
苫小牧市	0.92	1.17	0.85	0.98	0.97	1.09	0.98	0.93	2
青森市	0.96	1.20	0.84	0.99	0.96	1.10	0.98	0.99	2
八戸市	1.00	1.18	0.87	1.02	0.95	1.11	0.98	1.09	4
高槻市	0.93	1.17	0.85	0.99	0.95	1.11	0.98	0.94	2
姫路市	0.93	1.12	0.86	0.97	0.97	1.08	0.98	0.90	2
尼崎市	0.94	1.14	0.86	0.97	0.97	1.08	0.98	0.92	2
明石市	0.94	1.15	0.85	0.98	0.97	1.09	0.98	0.93	2
伊丹市	0.93	1.17	0.85	0.98	0.97	1.09	0.98	0.93	2
呉市	0.93	1.16	0.85	0.98	0.96	1.09	0.98	0.94	2
三原市	1.03	1.15	0.88	1.10	0.97	1.14	1.02	1.31	5
尾道市	0.99	1.16	0.88	1.17	0.98	1.14	1.11	1.46	4
宇部市	1.05	1.16	0.88	1.16	0.98	1.14	0.99	1.38	4
岩国市	0.99	1.15	0.89	1.07	0.95	1.12	0.99	1.12	3
徳島市	0.97	1.19	0.84	1.00	0.95	1.11	0.98	1.01	2
鳴門市	1.01	1.16	0.88	1.16	0.96	1.12	0.97	1.26	4
小松島市	0.99	1.15	0.88	1.15	0.96	1.13	0.97	1.23	3
佐賀市	1.04	1.16	0.88	1.17	0.97	1.13	1.03	1.40	5
佐世保市	0.93	1.19	0.84	1.00	0.95	1.11	0.97	0.96	2
熊本市	0.99	1.19	0.87	1.04	0.95	1.11	0.98	1.10	3
鹿児島市	0.95	1.20	0.85	1.03	0.95	1.13	1.01	1.07	4
平均値	0.96	1.16	0.86	1.03	0.96	1.11	0.99	1.05	2.77

表 10：マルムクイスト生産性指数の推移

事業者名	年度							累積	上昇 回数
	1999 /2000	2000 /2001	2001 /2002	2002 /2003	2003 /2004	2004 /2005	2005 /2006		
東京都	1.07	0.94	0.98	0.97	1.00	0.99	1.02	0.97	2
長崎県	0.96	1.04	1.01	0.93	0.95	1.02	1.03	0.94	4
仙台市	0.97	0.97	1.02	0.98	0.96	0.98	1.05	0.93	2
横浜市	0.99	1.00	0.98	0.99	0.86	0.98	1.11	0.89	1
川崎市	1.01	0.99	1.00	1.03	1.01	0.97	1.04	1.05	4
名古屋市	0.99	1.00	1.10	1.08	0.80	0.97	0.99	0.90	2
京都市	0.99	0.98	0.99	0.96	0.98	0.98	1.00	0.88	0
大阪市	1.00	1.00	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.94	2
神戸市	0.98	1.00	1.01	1.00	0.94	0.99	1.04	0.97	2
北九州市	0.87	1.30	0.86	0.90	1.03	1.24	1.06	1.19	4
苫小牧市	0.34	2.57	0.91	0.95	0.99	0.98	0.94	0.68	1
青森市	0.91	0.92	1.02	0.89	0.98	1.05	0.96	0.76	2
八戸市	0.97	0.98	0.96	0.89	0.99	1.00	0.95	0.76	0
高槻市	0.98	0.97	0.97	0.99	0.96	0.99	1.01	0.87	1
姫路市	0.88	0.86	0.69	0.98	0.97	0.90	1.21	0.54	1
尼崎市	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.99	0.98	0.87	0
明石市	0.98	0.98	0.96	1.00	0.97	1.00	0.78	0.70	2
伊丹市	0.97	0.98	1.07	1.00	0.97	1.01	0.99	0.99	3
呉市	1.11	0.92	0.95	1.06	0.99	1.01	0.97	0.99	3
三原市	1.03	0.95	1.10	1.28	1.12	0.94	1.65	2.39	5
尾道市	1.28	0.47	1.04	1.06	1.02	1.07	0.99	0.73	5
宇部市	1.05	1.26	0.79	0.97	0.99	1.04	1.12	1.16	4
岩国市	1.05	0.95	0.98	1.07	0.96	0.98	1.02	0.99	3
徳島市	0.98	0.94	0.98	0.97	0.80	0.92	0.95	0.62	0
鳴門市	1.12	0.97	0.98	0.81	0.88	0.72	0.84	0.46	1
小松島市	1.09	1.15	0.58	1.77	0.96	1.13	0.97	1.35	4
佐賀市	1.17	0.84	1.05	0.97	0.67	0.61	1.05	0.43	3
佐世保市	0.98	0.98	0.96	1.07	0.91	1.04	1.01	0.94	3
熊本市	0.97	0.99	1.02	0.97	0.96	0.99	0.99	0.89	1
鹿児島市	0.97	0.91	0.98	1.00	0.95	0.97	1.04	0.83	2
平均値	0.99	1.03	0.96	1.02	0.95	0.98	1.02	0.92	2.23

2. 生産性に影響を与える要因の分析

(1) モデルの設定

次に、生産性の要因分析を行う。前節での計測の結果、1999年度から2006年度にかけて生産性は減少していることが確認された。ここでの目的は、前章の非効率性の要因分析と同様に経営の健全化を目的とした取り組みが生産性変化に影響を与えているのか、また、各事業者の属する事業環境のどの特性が影響を与えているのかを検証することとなる。

平均速度と営業路線は前年度比での変化がない場合が多いため、前章の要因分析のモデル2で使用した変数の変化率を説明変数として用いた。まず、経営特性を表す変数としては「委託率」と「他会計依存度」である。双方の変数とも経営の健全化へ向けた取り組みを表す変数であるため、生産性に正の影響を与えると考えられ、係数の符号は正になると想定される。次に事業環境を表す変数としては、「乗車効率」、「輸送サービス密度」である。「乗車効率」は事業環境下における需要特性を表す代理変数であるため、生産性に正の影響を与えると考えられ、係数の符号は正になると想定される。「輸送サービス密度」は運行頻度を表す代理変数であるため、係数の符号条件は事前に想定することはできない。推定されるモデルは(17)式のように定義できる。

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

ここで、添字*i*は事業者を区別する記号、添字*t*は年次、 y_{it} は生産性指数、 α_i は个体効果、 λ_t は時間効果、 β は推定される係数のベクトル、 x_{it} は要素が全て1となる列と説明変数の列から成るベクトル、 ε_{it} は誤差項をそれぞれ表している。モデルの選択はハウスマン検定により行った。

(2) 推定結果と解釈

表11に推定結果を示している。被説明変数には、前節で計測した生産性指数を用いて、計3モデルを推定した。モデル4ではマルムクイスト生産性指数、モデル5では効率性変化、モデル6では技術変化を被説明変数としている。

はじめに、経営特性を表す変数について説明を行う。まず、「委託率の変化率」の係数は全てのモデルにおいて統計的に有意な結果は得られなかった。そのため、外部委託を実施することで生産性が向上するという関係は検証されなかった。外部委託は、委託された民間等の事業者によりサービスが提供されるものの、そのサービス内容の決定権は公営企業にあるため規定された業務を行うのみである。したがって、ここで主に期待される効果は職員数の削減である。本稿の分析においては、職員数に概算して計算した委託職員を加算しているため、追加的な外部委託の効果が現れにくいことも影響している可能性がある。次に、「他会計依存度の変化率」の係数についても全てのモデルにおいても統計的に有意な結果は得られなかった。そのため、補助金などの他会計依存度の上昇が、コスト意識を欠如させ生産性を低下させるという関係は検証されなかった。これら、経営特性を表す変数

表 11：推定結果

被説明変数	モデル 4		モデル 5		モデル 6	
	MALM		EFFCH		TECHCH	
説明変数	係数	T 値	係数	t 値	係数	t 値
定数項	1.001	69.97***	0.991	72.16***	1.019	116.12***
委託率 (1 期前)	0.003	0.10	0.010	0.32	-0.009	-0.48
他会計依存度 (1 期前)	-0.001	-0.20	0.003	0.96	-0.003	-1.59
乗車効率	0.004	1.94*	0.006	2.66***	-0.001	-0.98
輸送サービス密度	0.315	1.71*	0.310	1.69*	-0.022	-0.19
自由度修正済み決定係数	0.007		0.028		0.002	
Hausman test	3.49		3.85		0.75	
[p 値]	[0.47]		[0.43]		[0.95]	
サンプルサイズ	180		180		180	

注 1) ***は 1%水準で、**は 5%水準で、*は 10%水準で有意である事を表す

注 2) MALM は Malmquist Index (マルムクイスト生産性指数)、EFFCH は Efficiency Change (効率性変化)、TECHCH は Technical change (技術変化) を表す。

についての結果は、金坂・倉本・赤井 (2007) と委託率については同様の結果であるが、補助金に関しては異なる結果であった。¹¹

次に、環境特性を表す変数について説明を行う。まず、「乗車効率の変化率」の係数はモデル 4 とモデル 5 において統計的に有意であり、想定した符号条件と一致する正となった。そのため、需要特性の改善が効率性変化である各事業者の非効率性の改善に正の影響を与える可能性が示唆された。しかしながら、非効率性の要因分析で述べたように、事業者が制御可能なものではないため自身で改善することは困難だと考えられる。次に、「輸送サービス密度の変化率」の係数もモデル 4 とモデル 5 において統計的に有意であり、想定した符号条件と一致する正となった。そのため、運行頻度の低下など輸送サービスの低下が更なる利用者の減少に繋がり生産性を低下させるという可能性が示唆された。宮嶋 (1984) では 1 日 1 車あたり走行キロを事業者の経営努力を示す指標として用いているように、運行頻度のうち走行キロは事業者がある程度制御可能なものであろう。ただし、全国的に走行キロ数が減少傾向のなか増加している事業者の多くが高速バス事業等へ進出していることを鑑みると、運行頻度を増加させることで生産性を向上させることが可能であるのは高速バス事業等に進出している限定的な事業者の可能性もある。そのため、生産性向上に向けた施策として、一般的な路線バス事業において運行頻度の増加が生産性向上に効果的であるか否かについては、さらなる検証が必要であろう。

¹¹ ただし、金坂・倉本・赤井 (2007) において DEA に用いられている変数、入力指向、分析期間が本稿とは異なる。

以上の結果をまとめると、事業者の経営特性に関しては、経営の健全化を目的とした取り組みである民間委託の推進や補助金依存体制の変革が生産性を向上させるという関係は検証されなかった。その一方で、事業環境に関しては需要特性と運行頻度が生産性の変化に影響を与えている可能性が示唆された。しかし、需要特性は事業者が制御可能なものではないため自身で改善することは困難だと考えられる。運行頻度に関しては事業者がある程度制御可能なものであるが、生産性向上に向けた施策としてはさらなる検証が必要であろう。また、運行頻度の推定結果より、運行頻度の低下など輸送サービスの低下が更なる利用者の減少に繋がり、生産性を低下させるという課題が確認された。

第5章 おわりに

本稿では非効率性や高コスト体質が問題となり、民間的経営手法の導入や官民の役割の見直しがなされている公営バス事業を対象に1999年度から2006年度までの非効率性と生産性変化の計測を行った。そして、非効率性と生産性変化に影響を与えている要因を分析することで、経営の健全化を目的とした取り組みが非効率性と生産性変化に影響を与えているのか、また、各事業者の属する事業環境のどの特性が影響を与えているのか検証した。

非効率性と生産性変化の計測の結果からは、事業者間において比較的大きな効率性差が存在し、その格差は近年拡大していることが確認された。また、1999年度から2006年度にかけて多くの事業者の生産性が低下していることが確認された。利用促進に向けて様々な取り組みが行われているものの、利用者数の減少に歯止めがかかっていないことの表れであろう。そのため、都市圏と比べて自家用車への乗り換えによる影響をより大きく受けている地方においては生産性が大きく低下し、1999年から2006年にかけて都市圏との効率性差は約2倍にも広がっていることが確認された。また、本稿の分析で効率値が高く評価された事業者や生産性が向上している事業者の多くが高速バス事業等へ進出していた。しかしながら、2002年の需給調整規制改革により競争が促進されたことで、高速バスや観光路線、都市部における生活路線のように採算性が取りやすい路線で事業を行う事業者においても民間事業者等との厳しい競争にさらされ、今後、生産性が低下する可能性がある。また、今後は人口減少により利用者数減少に拍車がかかり、更に厳しい環境に置かれる事が予想される。そのため、今後より一層の経営の健全化へ向けた取り組みが必要であろう。

非効率性と生産性変化の要因分析の結果からは、経営の健全化へ向けた外部委託の推進や補助金依存体制の変革が非効率性には効果的である可能性が示唆された一方で、生産性を向上させるという関係は検証されなかった。生産性変化の要因分析において、生産性指数の変動は1期前の生産効率を基準に生じるものであるため、その要因の検証が難しいことが影響している可能性もある。しかしながら、この結果が、現在の取り組みが高コスト体質の改善には効果的であっても生産性の向上に効果的でないということによるものであ

れば、今後の経営の健全化へ向けた施策について改めて考えていく必要があるであろう。

また、事業環境に関しては、需要特性が非効率性と生産性変化に、道路混雑状況が非効率性に、運行頻度が生産性変化に影響を与えている可能性が示唆された。しかし、需要特性と道路混雑状況は事業者が制御可能なものではないため自身で改善することは困難だと考えられる。そのため、公営企業であるメリットを生かして、関係機関等と協同して対応していく必要があるであろう。需要特性の改善に関しては、都市計画、地域交通計画など行政施策と連携した事業運営を行うことで改善可能な点もあるであろう。また、道路混雑状況の改善に関しても、バス優先レーンの設置などの既存の施策に加え、バス優先化対策、マイカー通勤の自粛や迷惑駐車一掃等の走行環境改善方策等について関係機関と協同して走行環境の改善に努めることで改善可能な点もあるであろう。

最後に今後の課題として、本稿において明らかにならなかった経営の健全化に向けた取組みが生産性の向上に寄与するか否かについて、更なる分析が必要である。また、非効率性や生産性の要因分析においてはデータの制約があるなかで、どのような変数で分析すべきかなど検討が必要であろう。そして、今後の公営バス事業のあり方として検討される事の多い、事業移譲による民営と民間委託に関する比較分析も必要である。

参考文献

- 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.
- 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.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E.(1978) "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- 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.
- Cooper, W. W., Seiford L.M.and Tone,K.,(2000) "*Data Envelopment Analysis*" ,KAP.
- Fare, R.,Grosskopf, S.,Lindgren.,B. and Roos,P.(1992) "Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989:A Non-Parametric Malmquist Approach" *The Journal of Productivity Analysis*,3,85-101
- Fare, R.,Grosskopf, S.,Norris.,M. and Zhang,Z.(1994) "Productivity Growth,Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries" *The American Economic Review*,Vol.84,No.1,66-83
- Green,W,(1997) " The Frontier Production Function," H.Pesaran and P Schnid (eds.),*Handbooks of Applied Econometrics*,Vol.54,pp.1243-1248
- Kerstens, K.(1996) "Technical Efficiency Measurement and Explanation of French Urban Transit Companies," *Transportation Research Part A*, 30, 6, 431-452.
- Nolan, J. F.(1996) "Determinants of Productive Efficiency in Urban Transit," *Logistics and Transportation Review*, 32, 319-342.
- 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.
- 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.
- Viton,P. A.(1986) "The Question of Efficiency in Urban Bus Transportation," *Journal of Regional Science*, 26, 3, 499-513.
- Viton,P. A.(1996)"Technical Efficiency in Multi-mode Bus Transit: A Production Frontier Analysis," *Transportation Research Part B*, 31, 23-39.
- 赤井伸郎(2006)『行政組織とガバナンスの経済学－官民分担と統治システムを考える』

有斐閣

- 伊藤秀史・小佐野広(2003)『インセンティブ設計の経済学 契約理論の応用分析』勁草書房
- 大島考介(2007)「官民協働の理論と指定管理者制度」『会計検査研究』第35号,85-94
- 金坂成通・倉本宜史・赤井伸郎(2007)『公営交通事業の効率化効果と要因の実証分析』『格差社会と財政—財政研究第3巻』pp.160-183
- 佐々木弘(2007)「地方公営企業・経営改革の方向性」『都市問題』Vol.98, No.11,71-82
- 社団法人公営交通事業協会(2005)「公営交通事業における民間的経営手法の導入に関する調査研究」
- 社団法人公営交通事業協会(2006)「公営バス事業の役割(意義)とこれからのあり方研究会報告書」
- 城金昌子(2006)「公営バス事業における効率性評価とその要因分析」『公益事業研究』第58巻第4号,23-32
- 末吉俊幸(2001)『DEA—経営効率分析法』朝倉書店
- 高橋愛典(2006)「地域バス交通における公・共・民のパートナーシップの可能性」『公益事業研究』第58巻第4号,33-41
- 高橋愛典(2004)「バス事業における分社化の意義と動向」『公益事業研究』第56巻第2号,61-69
- 高橋愛典(2007)「公営バス事業改革のキーワード 公民の役割分担はいかにあるべきか(特集 地方公営企業のゆくえ)」『都市問題』Vol.98, No.11,93-99
- 地方公営企業制度研究会編(2006)『地方公営企業年鑑』
- 刀根薫・上田徹(2000)『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
- 中井達(2005)『政策評価—費用便益分析から包括分析法まで』ミネルヴァ書房
- 野田由美子(2004)『民営化の戦略と手法』日本経済新聞社
- 林正義(2006)「地方交付税の経済分析—現状と課題」『経済政策ジャーナル』第3巻第2号
- 八代尚宏(2005)『「官製市場」改革』日本経済新聞社
- 松澤俊雄(2005)「域内バス事業における方向性と公の役割—英国の規制改革を参考にして—」『会計検査研究』第32号,121-149
- 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
- 宮嶋勝(1984)「地方公営企業と民間企業の効率性の比較に関する研究—鉄道業を事例にして—」『公益事業研究』第36巻第1号,79-100
- 宮良いずみ・福重 元嗣(2003)「公営バス事業の効率性評価」『会計検査研究』第26号,25-42
- 山重慎二(2007)『日本の交通ネットワーク』中央経済社
- 山下耕示(2003)「地方公共サービスの非効率性と財源補填—地方公営企業に対するソフトな予算制約問題の検証」『日本経済研究』No.47,p118-133
- 湯川創太郎(2005)「路線バス産業の生産性の再検討—効率性の分析の系譜とその可能性—」『交通学研究』第48号,41-55

APPENDIX

表 12：分析対象とした公営バス事業者一覧

県名	事業者	公営バス事業の発足要因
東京都 宮城県 神奈川県 愛知県 京都府 大阪府 兵庫県 熊本県	東京都（都道府県） 仙台市（政令指定都市） 横浜市（政令指定都市） 名古屋市（政令指定都市） 京都市（政令指定都市） 大阪市（政令指定都市） 神戸市（政令指定都市） 熊本市	1. 路面電車の補完的交通機関
神奈川県 福岡県 北海道 青森県 大阪府 兵庫県 兵庫県 兵庫県 山口県 山口県 徳島県 徳島県 徳島県 長崎県	川崎市（政令指定都市） 北九州市（政令指定都市） 苫小牧市 八戸市 高槻市 姫路市 尼崎市 明石市 宇部市 岩国市 徳島市 鳴門市 小松島市 佐世保市	2. 市の発展・市民の足の確保
兵庫県 広島県	伊丹市 三原市	3. 市町村合併による市勢の拡大を条件として導入
広島県 佐賀県	尾道市 佐賀市	4. 民営事業者の乱立により利用者への弊害が大きくなったことによる公営への一元化
広島県	呉市	5. 戦時統合
青森県	青森市	6. 市内の実業家からの車両と運営費の寄付
長崎県	長崎県（都道府県）	7. 観光開発
鹿児島県	鹿児島市	8. 民営バスの不当競争により県命令で買収

（出所）公営交通事業協会『公営バス事業の役割（意義）とこれからのあり方研究会報書』を参考

表 13：効率値とマルムクイスト生産性指数の記述統計量

年度	統計量	効率値			マルムクイスト生産性指数		
		都市圏	地方	事業全体	都市圏	地方	事業全体
1999	平均値	0.81	0.71	0.75			
	標準偏差	0.14	0.15	0.15			
	最小値	0.63	0.44	0.44			
	最大値	1.00	1.00	1.00			
2000 (1999-2000)	平均値	0.83	0.72	0.76	0.98	0.99	0.99
	標準偏差	0.10	0.19	0.17	0.05	0.18	0.15
	最小値	0.65	0.29	0.29	0.87	0.34	0.34
	最大値	1.00	1.00	1.00	1.07	1.28	1.28
2001 (2000-2001)	平均値	0.74	0.61	0.65	1.00	0.96	0.97
	標準偏差	0.13	0.16	0.16	0.05	0.15	0.13
	最小値	0.54	0.37	0.37	0.94	0.61	0.61
	最大値	1.00	1.00	1.00	1.13	1.32	1.32
2002 (2001-2002)	平均値	0.85	0.65	0.72	0.99	0.90	0.93
	標準偏差	0.11	0.13	0.16	0.04	0.14	0.13
	最小値	0.65	0.43	0.43	0.95	0.52	0.52
	最大値	1.00	0.91	1.00	1.09	1.08	1.09
2003 (2002-2003)	平均値	0.85	0.64	0.71	0.98	0.93	0.94
	標準偏差	0.10	0.17	0.18	0.08	0.19	0.16
	最小値	0.65	0.39	0.39	0.88	0.51	0.51
	最大値	0.99	1.00	1.00	1.18	1.38	1.38
2004 (2003-2004)	平均値	0.83	0.64	0.70	0.93	0.88	0.90
	標準偏差	0.10	0.17	0.18	0.06	0.22	0.18
	最小値	0.65	0.41	0.41	0.82	0.49	0.49
	最大値	1.00	1.00	1.00	1.04	1.54	1.54
2005 (2004-2005)	平均値	0.77	0.56	0.63	0.94	0.86	0.89
	標準偏差	0.12	0.19	0.19	0.08	0.26	0.22
	最小値	0.59	0.25	0.25	0.80	0.42	0.42
	最大値	1.00	1.00	1.00	1.12	1.45	1.45
2006 (2005-2006)	平均値	0.80	0.58	0.65	0.97	0.90	0.92
	標準偏差	0.11	0.20	0.21	0.09	0.42	0.34
	最小値	0.63	0.24	0.24	0.88	0.43	0.43
	最大値	1.00	1.00	1.00	1.19	2.39	2.39

表 14 : データの記述統計量(非効率性の計測)

年度	統計量	インプット		アウトプット
		車両数 (両)	職員数 (人)	延人キロ (千人km)
1999	平均	348	716	165,047
	標準偏差	437	949	206,093
	最小値	21	31	5,242
	最大値	1,880	4,000	802,605
2000	平均	337	678	157,633
	標準偏差	410	896	200,321
	最小値	21	29	5,212
	最大値	1,666	3,564	764,260
2001	平均	331	648	152,659
	標準偏差	401	847	191,290
	最小値	21	29	4,959
	最大値	1,594	3,232	687,440
2002	平均	323	628	147,593
	標準偏差	388	831	188,653
	最小値	19	25	4,734
	最大値	1,570	3,062	659,801
2003	平均	316	605	142,713
	標準偏差	378	807	183,396
	最小値	19	22	5,623
	最大値	1,540	3,090	629,461
2004	平均	313	584	132,460
	標準偏差	376	786	168,647
	最小値	19	19	5,470
	最大値	1,513	3,113	616,287
2005	平均	307	574	128,373
	標準偏差	369	773	162,811
	最小値	19	19	5,155
	最大値	1,510	3,034	610,325
2006	平均	299	562	127,336
	標準偏差	360	771	162,242
	最小値	10	17	4,660
	最大値	1,489	3,179	612,500

表 15：データの記述統計量(要因分析)

年度	統計量	説明変数		
		委託比率 (%)	他会計依存度 (%)	乗車効率
2000	平均	3.34	31.92	15.12
	標準偏差	2.13	13.37	4.66
	最小値	0.60	0.22	5.90
	最大値	10.70	57.83	27.90
2001	平均	3.29	33.38	14.68
	標準偏差	2.08	13.39	4.82
	最小値	0.70	0.37	5.70
	最大値	8.50	58.13	27.10
2002	平均	3.08	36.94	14.68
	標準偏差	2.14	12.07	4.84
	最小値	0.60	7.04	5.40
	最大値	10.70	60.69	26.30
2003	平均	3.54	38.28	14.54
	標準偏差	2.78	11.87	4.82
	最小値	0.80	8.96	5.40
	最大値	11.50	61.39	25.90
2004	平均	3.98	37.17	14.16
	標準偏差	3.32	14.13	4.70
	最小値	1.10	9.77	5.10
	最大値	13.40	60.86	25.60
2005	平均	4.56	37.25	14.07
	標準偏差	4.32	13.64	4.74
	最小値	1.10	10.00	5.00
	最大値	17.30	63.44	25.60
2006	平均	5.51	36.89	14.28
	標準偏差	4.32	13.64	4.74
	最小値	1.10	10.00	5.00
	最大値	17.30	63.44	25.60

注) 他会計依存度、委託比率は前年度の値である。

表 16：データの記述統計量(要因分析)

年度	統計量	説明変数		
		平均速度 (km)	営業路線 (km)	輸送サービス密度 (km)
2000	平均	16.62	316.87	33,935
	標準偏差	3.95	361.12	19,643
	最小値	10.50	55.10	7,124
	最大値	29.40	1918.30	75,804
2001	平均	16.49	303.22	32,970
	標準偏差	3.17	351.59	18,492
	最小値	10.80	55.10	7,020
	最大値	22.20	1862.50	70,451
2002	平均	16.38	317.82	32,449
	標準偏差	3.19	356.44	18,298
	最小値	10.60	55.10	6,535
	最大値	22.30	1871.60	69,094
2003	平均	16.45	316.56	32,206
	標準偏差	3.21	348.16	18,078
	最小値	10.70	55.10	6,968
	最大値	22.80	1815.60	68,553
2004	平均	16.62	320.50	31,814
	標準偏差	3.36	373.96	18,501
	最小値	10.70	55.10	8,053
	最大値	25.60	1980.10	73,192
2005	平均	16.65	322.09	31,312
	標準偏差	3.60	371.41	18,371
	最小値	10.70	55.10	8,200
	最大値	25.30	1964.30	69,083
2006	平均	16.81	318.45	31,429
	標準偏差	3.60	371.41	18,371
	最小値	10.70	55.10	8,200
	最大値	25.30	1964.30	69,083