

大手私鉄におけるヤードスティック規制の効果

— Malmquist 指数によるアプローチ —

中山 徳 良

1. はじめに

わが国の公益事業に対する総括原価方式による料金規制は、被規制企業に対して十分な費用削減効果を与えないという欠点が指摘されている。これは総括原価方式が生産のための費用とある程度の事業報酬とを保証するためである。その欠点を改善する手段としてヤードスティック規制のようなインセンティブ規制がある¹⁾。ヤードスティック規制は、電力事業、ガス事業、鉄道事業、乗合バス事業などで取り入れられている。

電力事業では1996年にヤードスティック規制が料金規制に導入された。しかし、この導入以前も「料金やサービスの水準あるいは各種の技術的水準等について他社の実績数値を常に意識して、仮に自社が他社よりも劣っている場合にはその水準に追いつくように努力を重ねてきた」との指摘がある²⁾。そうであれば、電力事業においては1996年以前にも実質的にヤードスティック競争が行われていたと考えることができる³⁾。ガス事業では1996年に料金規制にヤードスティック規制が導入されている。鉄道事業については、現在のヤードスティック規制は1997年に導入されている。この概略は次節で説明する。しかし、大手私鉄では1997年以前にも運賃改定時の原価査定に、個々の事業者について経営努力の指標を他の事業者と比較し、その差を原価から減額するということが行われていた。これは一種のヤードスティック規制と考えられるが、詳細は公開されていないため、透明性に欠けるものであった⁴⁾。乗合バス事業では、1972年にブロック別標準原価制度としてヤードスティック規制が導入されている。これはわが国の他の公益事業と比較して早い時期に導入された例である。

1) Shelifer (1985) により理論的に示されたものである。

2) 穴山 (1997), p. 12からの引用。

3) ただし、これは電力会社の自発的なものであるため、規制とは区別しなければならない。

4) 石井 (1996), p. 45では、査定後の結果を見ても減額された原因について事業者がわからないこと、原価の減額がインセンティブを付与していないことによって「従来利用されてきた『経営努力額』の査定は、厳密な意味でインセンティブ競争にならないのではないかと思われる」としている。

このようにわが国の公益事業において導入されているヤードスティック規制であるが、その効果について定量的な分析を行った研究がある。電力事業では、1996年以前の実質的なヤードスティック競争の効果を分析したものに伊藤・宮曾根（1994）と穴山（1997）、1996年以降のヤードスティック規制の効果を分析したものに小池（2000）がある。伊藤・宮曾根（1994）では、企業の内部効率を表すいくつかの指標を取り上げ、それらの平均と変動係数を示すことにより、ヤードスティック競争がある程度機能してきたことを示している。穴山（1997）では、DEAにより技術効率性を計測し、その経年的な推移からヤードスティック競争が有効に働いてきたとしている。一方、小池（2000）はDEAにより技術効率性、配分効率性、費用効率性を計測し、ヤードスティック規制の効果を回帰分析により確認している。その結果、ヤードスティック規制の導入は技術効率性を上昇させたが、配分効率性と費用効率性には影響がなかったことを示している。鉄道事業についてはMizutani（1997）とMizutani et al.（2009）がある。Mizutani（1997）では1997年にヤードスティック規制が強化される前の期間の分析が行われており、その結果、中小私鉄の費用との比較や実際の運賃水準が分析で求められる独占的価格より競争価格に近いことからヤードスティック競争が部分的に機能しているとしている。Mizutani et al.（2009）では1997年の規制の影響を確率的フロンティア分析（SFA）を用いて分析し、規制が導入されている事業者の方が導入されていない事業者よりも効率性が高いこと、規制導入後に効率性が高まっていることを示している。ガス事業についてはSuzuki（2012）による研究があり、規制者と事業者の間に情報の非対称性があるときヤードスティック規制が隠された情報をどの程度引き出すことができるのかについて分析している。

本稿では、大手私鉄における1997年から強化されたヤードスティック規制の効果を検証したい。以上のように、電力事業と比べれば鉄道事業のヤードスティック規制の効果を分析した研究は少ないので、検証する価値はあると考えられる。また、Mizutani et al.（2009）ではSFAを用いているが、SFAの場合には、生産関数や費用関数の関数形や非効率性の分布の特定化の問題があるため、もう1つの代表的な方法であるDEAによって検証を行う意義があるだろう。さらに、本稿での分析対象を大手私鉄に限っているのは、次節で説明するように大手私鉄がヤードスティック規制を行うための1つのグループとなっているからである。大手私鉄に対するヤードスティック規制の効果の検証のために、まずSequential Malmquist生産性指数を計測し、それを技術効率性の変化とフロンティア・シフトに分解する。そして、生産性指数、技術効率性の変化、フロンティア・シフトがヤードスティック規制の導入によって上昇しているのか、変わらないのか、下降しているのかを確かめることにする⁵⁾。

5) 大手私鉄は東武鉄道、西武鉄道、京成電鉄、京王電鉄、小田急電鉄、東急電鉄、京急電鉄、東京メトロ、相鉄鉄道、名古屋鉄道、近畿日本鉄道、南海電鉄、京阪電鉄、阪急電鉄、阪神電鉄、西日本鉄道16社であるが、ここではヤードスティック規制の関係上、東京メトロを除いたものを大手私鉄と呼ぶことにしたい。

次節からの本稿の構成は以下のとおりである。第2節では鉄道事業に導入されているヤードスティック規制の概略を説明する。第3節では分析に用いる手法の Sequential Malmquist 生産性指数について説明する。第4節では分析に用いたデータについて説明し、第5節では分析結果を示す。第6節は本稿で得られた結論と残された課題について述べる。

2. 鉄道運賃へのヤードスティック規制

ここでは1997年1月に本格的に実施され、現在まで行われている鉄道運賃の決定方法について説明する。この方法にヤードスティック規制が組み込まれているのである。前節で述べたように1997年以前にもヤードスティック規制がなかったわけではなかったので、大手私鉄にとっては1997年の規制導入はヤードスティック規制の強化と考えられる。

鉄道事業法によって鉄道運賃は上限が規制されている上限認可制が採用されている。この上限は総括原価により決められるが、鉄道事業法第16条2に「国土交通大臣は、前項の認可をしようとするときは、能率的な経営の下における適正な原価に適正な利潤を加えたものを超えないものであるかどうかを審査して、これをしなければならない」とあり、総括原価は適正な原価に適正な利潤を加えたものとならなければならないことになっている。

この総括原価のうちの一部について、ヤードスティック査定が導入されている。しかし、これはすべての鉄道事業者に対して導入されているわけではなく、大手私鉄、地下鉄、JRの旅客会社6社のそれぞれのグループに対してのみ導入されている⁶⁾。

ヤードスティック方式が取り入れられているのは、総括原価のうち人件費と経費の査定についてである。人件費と経費を路線費、電路費、車両費、列車運転費、駅務費の5つに分け、それぞれ基準単価を回帰式により求める。この求めた基準単価と施設量とを掛け合わせることによって基準コストが計算される。基準単価の回帰式、基準コストについては毎年国土交通省より公表されている。

次にこの計算された基準コストと実際にかかる費用である実績コストとを比較する。基準コストが実績コストよりも大きければ、基準コストと実績コストの中間値を適正コストとし、反対に基準コストが実績コストよりも小さければ、基準コストが適正コストとされる。

そして、効率化への意欲をさらに高めるために、適正コストに前回の改定時からの効率化努力の半分を適正コストに加味することによって算定原価が計算される。これが運賃水準の基礎となるのである。ある事業者が運賃を改訂しようとする時、この額をもとに行われることになる。

6) 中小私鉄や第三セクター鉄道などには導入されていない。

3. Sequential Malmquist 指数

この節では Sequential Malmquist 生産性指数について説明する。Tulkens and Eeckaut (1995) により提案された Sequential フロンティアでは、これまでに獲得した技術が失われることはない。このフロンティアを用いて Shestalova (2003) は11の OECD 加盟国の製造業の Sequential Malmquist 生産性指数を計測している。また、Thirtle et al. (2003) はボツワナ共和国における農業の Sequential Malmquist 生産性指数を計測している。そこでここでは Shestalova (2003) と Thirtle et al. (2003) にしたがって Sequential Malmquist 生産性指数の説明を行う。

生産要素 $x_t \in R_+^N$ を投入することによって、生産物 $y_t \in R_+^M$ が産出できるとすると、生産技術は次のような集合として定義される。

$$S_{(1, t)} = \{(x_s, y_s) : x_s \text{ can produce } y_s\}, S = 1 \text{ up until } s = t \quad (1)$$

この生産技術を必要投入量集合により表すと

$$L_{(1, t)}(y_t) = \{x_t : (x_t, y_t) \in S_{(1, t)}\} \quad (2)$$

のようになる。

また、投入距離関数は、

$$D_s(x_t, y_t) = \max \{\delta : (x_t/\delta) \in L_{(1, t)}(y_t)\} \quad (3)$$

$$D_{s+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = \max \{\delta : (x_{t+1}/\delta) \in L_{(1, t+1)}(y_{t+1})\} \quad (4)$$

となる。これらの距離関数の値は1以上となる。その値が1のときが最も効率的であり、フロンティア上で生産をしている。値が1よりも大きくなるにしたがってフロンティアから乖離するため非効率となる。

Sequential Malmquist 生産性指数を定義するためには、以下のようなもう2つの場合の距離関数が必要である。それぞれ、

$$D_s(x_{t+1}, y_{t+1}) = \max \{\delta : (x_{t+1}/\delta) \in L_{(1, t)}(y_{t+1})\} \quad (5)$$

$$D_{s+1}(x_t, y_t) = \max \{\delta : (x_t/\delta) \in L_{(1, t+1)}(y_t)\} \quad (6)$$

と定義される。これらは1を下回る場合もある。

Färe et al. (1994) の Malmquist 生産性指数の定義にしたがえば、(3)式から(6)式までを用いることにより投入指向の Sequential Malmquist 生産性指数を

$$M_{s, s+1} = \left[\frac{D_s(x_t, y_t)}{D_s(x_{t+1}, y_{t+1})} \frac{D_{s+1}(x_t, y_t)}{D_{s+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

と書くことができる。そして (7) 式は、

$$M_{s, s+1} = \left[\frac{D_s(x_t, y_t)}{D_{s+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right] \times \left[\frac{D_{s+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_s(x_t, y_t)} \frac{D_{s+1}(x_t, y_t)}{D_s(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

のように分解することができる。(8) 式の右辺において、掛け算の記号の前の大かっこの中は技術効率性の変化を示しており、後ろの指数まで含めた大かっこの部分はフロンティア・シフトを示している。生産性の変化、技術効率性の変化、フロンティア・シフトのいずれも、その数値が 1 より大きければ前年と比較して上昇していること、1 より小さければ下降していること、1 であれば変化がないことを示している。ただし、生産技術の想定によって 1 度獲得した技術は失われることがないため、フロンティアが後退することはない。この点が Färe et al. (1994) による Malmquist 生産性指数とは異なっている。

Sequential Malmquist 生産性指数の値を計算するためには、(3) 式から (6) 式の距離関数の値を求めればよい。ここでは、Sequential DEA を用いて距離関数の値を求めることにする。第 i 番目の DMU ($i = 1, \dots, N$) が J 種類の生産要素を用いて、 M 種類の生産物を生産しているとすると、例えば (3) 式の距離関数を求めるためには、以下の DEA を解くことになる⁷⁾。

$$\begin{aligned} [D_s(x_i, y_t)]^{-1} &= \min \theta \\ \text{s.t. } -y_t + (Y_1, Y_2, \dots, Y_t)\lambda &\geq 0 \\ \theta x_i - (X_1, X_2, \dots, X_t)\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

ここで x_i は第 i 番目の DMU の第 t 期の投入ベクトル、 y_t は第 i 番目の DMU の第 t 期の産出ベクトルを表す。また、 $X_t (J \times N)$ は第 t 期の投入行列、 $Y_t (M \times N)$ は第 t 期の産出行列、 θ はスカラー、 λ は定数ベクトルである。なお、生産技術については規模に関して収穫一定の仮定を置くことにする。Sequential DEA の計算は、数理計画のモデリング言語である GAMS を用い、ソルバーとして MINOS を利用している。

上記の手法を用いて大手私鉄における生産性の変化、技術効率性の変化、フロンティア・シフトを計測し、それらが 1997 年のヤードスティック規制の強化前後でどのように変化しているかを見ることによって、規制が有効に働いているかどうかについて検討する。

7) DMU とは Decision Making Unit の略であり、意思決定主体を表す。本稿では DMU は大手私鉄事業者のことである。

4. データ

生産性指数の計測に用いたデータは大手私鉄15社であり、分析期間は1991年度から2001年度までの11年間である。この期間を設定した理由は、規制の強化前と強化後5年ずつにそろえるためである。

ここでは大手私鉄は、労働、資本、その他投入財を用いて1つの産出物を生産するものとする⁸⁾。その他の投入財とは、労働と資本以外の生産要素をまとめたものである。エネルギーをその他投入財から分離することもできるが、単年度で15社というデータを用いているため、生産要素は3つとしている。

労働には職員数を用いている。職員数は『鉄道統計年報』（国土交通省鉄道局）の各年版から得ている。

資本としては次のように作成したものをを用いている⁹⁾。まず事業者ごとの固定資産の年々の増加額に減価償却費と除却した固定資産額を加えて名目粗投資とする。除却した固定資産額は期首の固定資産額に除却率をかけて求めている。除却率は『法人企業統計調査』（財務省）の陸運業の関連項目より推計している。そのため除却率は各年度では異なるが、各事業者では同一となっている。この粗投資を『企業物価指数』（日本銀行）から得た投資財デフレーターで割って、実質粗投資を計算する。減価償却率は、減価償却費を期首の固定資産額で除して求める。固定資産額および減価償却費は『鉄道統計年報』（国土交通省鉄道局）の各年版から得ている。そして、1987年度の実質固定資産を初期値として、次の式によって推計する。

$$K_{it} = I_{it-1} + (1 - d_{it} - r_t)K_{it-1} \quad (10)$$

ここで、 K_{it} は第 i 事業者の第 t 年の固定資産、 I_{it} は第 i 事業者の第 t 年の実質粗投資、 d_{it} は第 i 事業者の第 t 年の減価償却率、 r_t は第 t 年の除却率を表している。

表1 データの記述統計

	平均	標準偏差	最小値	最大値
走行キロ	128,058	78,011	36,420	347,517
職員数	3,671	2,480	1,011	11,594
固定資産	174,116,482	101,035,045	30,901,661	636,957,385
その他投入財	14,672,771	8,404,137	3,515,252	38,784,873

注：単位は、走行キロは千 km、職員数は人、固定資産は千円、その他投入財は千円である。

8) 以下説明する生産要素および生産物の数値には、データの出所が『鉄道統計年報』（国土交通省鉄道局）であるため、正確に言えば軌道などの数値が含まれている。ただし、その割合は小さいため、分析には大きな影響はないものと考えている。

9) 資本の作成については田中（2010）を参考にしている。

その他投入財はその他費用をその他投入財価格で割ったものを用いている。その他費用は鉄軌道営業損益の経費から修繕費と動力費を引いたものとしている。これらの数値は『鉄道統計年報』（国土交通省鉄道局）から得ている。その他投入財価格は『企業物価指数』（日本銀行）から得た生産財の原材料の物価指数を代理変数として用いる。

生産物は『鉄道統計年報』（国土交通省鉄道局）の各年版より走行キロを用いる。

表1には推定で用いているデータの記述統計を示している。この表は15社の11年間の数値の平均であり、それぞれの企業の平均を示していないが、それを考慮したとしても、大手私鉄には規模に大きな違いがあることがわかるであろう。

5. 分析結果

表2は、計算された生産性の変化を示したものである。表の強化前と強化後の列は、ヤードスティック規制の強化前と強化後を表している。大手私鉄に対するヤードスティック規制は1997年1月に強化されたので、強化前の欄には1991-1992年度の欄から1995-1996年度の欄までの平均、強化後の欄には1996-1997年度の欄から2000-2001年度の欄までの平均を記載している¹⁰⁾。15社の平均をみた場合には、1994年度までは前の年を下回っていたが、1995年度以降は前の年を上回るようになることが示されている。規制強化の前後では、強化前は0.5%の上昇であったが、強化後は2.4%の上昇となっている。つまり、規制の強化後の方が平均で見ると生産性の上昇率が大きいことを示している。また、規制の強化前後について事業者別にみても

表2 生産性の変化

	91 92	92 93	93 94	94 95	95 96	96 97	97 98	98 99	99 00	00 01	強化前	強化後
東武鉄道	0.992	0.996	1.012	1.021	1.117	0.935	1.012	1.011	1.018	0.999	1.027	0.995
西武鉄道	0.976	1.016	1.046	1.066	0.993	0.994	1.059	1.000	1.046	1.009	1.019	1.021
京成電鉄	0.987	0.991	0.966	1.040	1.014	1.020	1.007	1.040	1.034	1.032	0.999	1.027
京王電鉄	1.109	1.009	1.036	1.029	0.979	1.031	1.032	1.016	1.033	1.063	1.031	1.035
東京急行電鉄	0.977	0.993	1.007	1.001	1.068	1.030	1.027	1.029	1.051	1.108	1.009	1.049
小田急電鉄	1.006	1.010	1.013	1.026	1.030	0.991	0.995	1.017	1.017	1.009	1.017	1.006
京浜急行電鉄	1.004	1.014	0.953	1.040	0.997	1.031	1.048	1.094	1.049	1.178	1.001	1.079
相模鉄道	1.033	1.025	1.013	1.022	0.922	1.018	0.988	1.085	0.806	1.314	1.002	1.030
名古屋鉄道	0.987	0.998	1.021	1.022	0.999	1.012	0.990	1.058	1.017	1.006	1.005	1.016
近畿日本鉄道	0.968	0.933	1.049	1.010	0.992	1.004	0.994	1.010	0.976	0.998	0.990	0.996
南海電気鉄道	0.885	0.988	1.013	1.058	1.002	1.023	0.990	1.040	1.046	0.985	0.988	1.016
京阪電気鉄道	0.988	0.995	0.983	1.018	0.944	1.040	1.045	1.014	1.107	1.002	0.985	1.041
阪急電鉄	1.007	1.010	0.977	1.037	1.043	1.020	1.031	1.039	1.060	1.082	1.015	1.046
阪神電気鉄道	0.943	0.885	0.903	1.058	1.117	1.008	0.963	0.996	1.038	1.020	0.977	1.005
西日本鉄道	1.033	0.980	1.006	1.029	1.001	0.999	1.003	1.011	1.016	1.002	1.010	1.006
平均	0.992	0.989	0.999	1.032	1.013	1.010	1.012	1.030	1.019	1.051	1.005	1.024

注：平均は幾何平均により計算している。

10) 表3と表4についても同様である。

表3 技術効率性の変化

	91 92	92 93	93 94	94 95	95 96	96 97	97 98	98 99	99 00	00 01	強化前	強化後
東武鉄道	0.983	0.996	1.006	1.001	1.116	0.924	0.994	0.979	0.995	0.984	1.019	0.975
西武鉄道	0.976	1.016	1.042	1.035	0.993	0.985	1.022	1.000	1.000	0.974	1.012	0.996
京成電鉄	0.956	0.991	0.965	1.029	1.011	1.020	0.957	1.039	0.979	0.994	0.990	0.997
京王電鉄	1.047	1.009	1.036	1.013	0.979	1.031	0.981	1.010	0.983	1.021	1.016	1.005
東京急行電鉄	0.915	0.993	1.007	0.984	1.068	1.030	0.976	1.023	0.988	1.049	0.992	1.013
小田急電鉄	0.942	1.010	1.013	1.011	1.030	0.991	0.939	1.016	0.963	0.971	1.001	0.976
京浜急行電鉄	0.982	1.014	0.948	1.027	0.995	1.026	0.988	1.093	0.994	1.107	0.993	1.041
相模鉄道	1.020	1.025	1.008	1.007	0.920	1.012	0.944	1.084	0.762	1.275	0.995	1.001
名古屋鉄道	0.987	0.998	1.015	1.000	0.999	1.001	0.984	1.016	1.000	1.000	1.000	1.000
近畿日本鉄道	0.968	0.933	1.047	1.000	0.992	1.004	0.994	1.007	0.969	0.991	0.988	0.993
南海電気鉄道	0.885	0.988	1.011	1.047	1.000	1.019	0.954	1.019	1.018	0.960	0.985	0.994
京阪電気鉄道	0.967	0.995	0.977	1.000	0.942	1.029	1.027	0.979	1.083	0.989	0.976	1.021
阪急電鉄	0.971	1.010	0.977	1.033	1.043	1.020	1.002	1.000	1.000	1.000	1.006	1.004
阪神電気鉄道	0.943	0.885	0.903	1.044	1.117	1.008	0.925	0.980	1.016	1.000	0.975	0.985
西日本鉄道	1.000	0.980	1.006	1.014	1.000	0.999	0.964	0.992	0.994	0.983	1.000	0.986
平均	0.969	0.989	0.997	1.016	1.012	1.006	0.976	1.015	0.981	1.017	0.996	0.999

注：平均は幾何平均により計算している。

表4 フロンティア・シフト

	91 92	92 93	93 94	94 95	95 96	96 97	97 98	98 99	99 00	00 01	強化前	強化後
東武鉄道	1.009	1.000	1.006	1.020	1.001	1.012	1.018	1.033	1.024	1.016	1.007	1.020
西武鉄道	1.000	1.000	1.004	1.030	1.000	1.009	1.035	1.000	1.046	1.036	1.007	1.025
京成電鉄	1.033	1.000	1.001	1.010	1.002	1.000	1.053	1.001	1.056	1.038	1.009	1.029
京王電鉄	1.059	1.000	1.000	1.016	1.000	1.000	1.052	1.006	1.051	1.041	1.015	1.030
東京急行電鉄	1.068	1.000	1.000	1.018	1.000	1.000	1.053	1.005	1.064	1.056	1.017	1.035
小田急電鉄	1.068	1.000	1.000	1.015	1.000	1.000	1.060	1.001	1.056	1.039	1.016	1.031
京浜急行電鉄	1.022	1.000	1.006	1.013	1.003	1.004	1.061	1.001	1.055	1.064	1.009	1.037
相模鉄道	1.013	1.000	1.005	1.014	1.002	1.006	1.047	1.001	1.058	1.030	1.007	1.028
名古屋鉄道	1.001	1.000	1.006	1.022	1.000	1.011	1.006	1.041	1.017	1.006	1.006	1.016
近畿日本鉄道	1.000	1.000	1.001	1.010	1.000	1.000	1.000	1.004	1.007	1.007	1.002	1.004
南海電気鉄道	1.000	1.000	1.002	1.010	1.002	1.004	1.037	1.020	1.028	1.026	1.003	1.023
京阪電気鉄道	1.022	1.000	1.006	1.018	1.001	1.010	1.017	1.036	1.022	1.014	1.009	1.020
阪急電鉄	1.036	1.000	1.000	1.004	1.000	1.000	1.029	1.039	1.060	1.082	1.008	1.042
阪神電気鉄道	1.000	1.000	1.000	1.013	1.000	1.000	1.042	1.016	1.022	1.020	1.003	1.020
西日本鉄道	1.033	1.000	1.000	1.014	1.001	1.000	1.041	1.020	1.023	1.019	1.010	1.020
平均	1.024	1.000	1.002	1.015	1.001	1.004	1.037	1.015	1.039	1.033	1.008	1.025

注：平均は幾何平均により計算している。

ると、15社のうち12社については強化後の値の方が大きくなっていることがわかる。

表3には、技術効率性の変化が示されている。技術効率性の変化については、15社の平均を見ると1を下回る年も多く、1を挟んで上下していることが読み取れる。また、規制強化の前後の15社の平均はどちらも1を下回っていて、規制強化前では0.4%の減少、規制強化後では0.1%の減少となっている。このように強化後の方が技術効率性の減少率がわずかに小さい。また事業者ごとに見れば、15社のうち9社で規制後の数値が高くなっている。

表4はフロンティア・シフトを示したものである。Sequential DEAを用いているので、フロンティアの後退が起こらないため1未満になることはないが、15社の平均を見ると、1992

1993年度を除いて上方にシフトしている。そこで1992-1993年度の各事業者の数値をみるとすべて1となっており、フロンティアが前年と比較して変化しなかったことを示している。また、規制の強化前後の15社の平均をみると、規制強化前では0.8%の上昇、規制強化後では2.5%の上昇となっている。このようにフロンティア・シフトは規制強化後の方が大きくなっている。規制前後について事業者ごとにみた場合には、全ての事業者で規制強化後のフロンティアのシフト率が大きくなっている。

図1は、表2から表4に示している15社の平均の累積変化について1991年度を1として示したものである。生産性の変化とフロンティア・シフトについては1997年度以降の上昇の仕方が変化している。技術効率性の変化については1と0.95の間で上下している。また、生産性の変化については、(8)式より技術効率性の変化とフロンティア・シフトに分解できるが、観測期間中の始めにおいては技術効率性の変化が大きく影響して下がっているが、中頃から後半にか

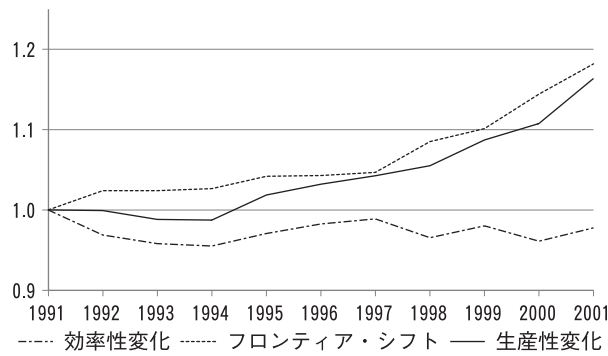


図1 生産性の変化，技術効率性の変化，フロンティア・シフトの累積指数

表5 技術効率性

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	強化前	強化後
東武鉄道	0.806	0.792	0.789	0.794	0.795	0.887	0.820	0.815	0.798	0.794	0.781	0.811	0.802
西武鉄道	0.934	0.912	0.927	0.966	1.000	0.993	0.978	1.000	1.000	1.000	0.974	0.960	0.990
京成電鉄	0.856	0.818	0.811	0.783	0.806	0.815	0.831	0.795	0.826	0.809	0.804	0.807	0.813
京王電鉄	0.850	0.890	0.898	0.930	0.942	0.922	0.951	0.933	0.942	0.926	0.945	0.916	0.939
東京急行電鉄	0.754	0.690	0.685	0.690	0.679	0.725	0.747	0.729	0.746	0.737	0.773	0.694	0.746
小田急電鉄	0.911	0.858	0.867	0.878	0.888	0.915	0.907	0.852	0.866	0.834	0.810	0.881	0.854
京浜急行電鉄	0.826	0.811	0.822	0.779	0.800	0.796	0.817	0.807	0.882	0.877	0.971	0.802	0.871
相模鉄道	0.904	0.922	0.945	0.953	0.960	0.883	0.894	0.844	0.915	0.697	0.889	0.933	0.848
名古屋鉄道	1.000	0.987	0.985	1.000	1.000	0.999	1.000	0.984	1.000	1.000	1.000	0.994	0.997
近畿日本鉄道	0.821	0.795	0.742	0.777	0.777	0.771	0.774	0.769	0.774	0.750	0.743	0.772	0.762
南海電気鉄道	0.742	0.657	0.649	0.656	0.687	0.687	0.700	0.668	0.681	0.693	0.665	0.667	0.681
京阪電気鉄道	0.812	0.785	0.781	0.763	0.763	0.719	0.740	0.760	0.744	0.806	0.797	0.762	0.769
阪急電鉄	0.947	0.920	0.929	0.908	0.938	0.978	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	0.935	1.000
阪神電気鉄道	0.867	0.818	0.724	0.654	0.683	0.763	0.769	0.711	0.697	0.708	0.708	0.728	0.719
西日本鉄道	1.000	1.000	0.980	0.986	1.000	1.000	0.999	0.963	0.955	0.949	0.933	0.993	0.960
平均	0.869	0.844	0.836	0.834	0.848	0.857	0.862	0.842	0.855	0.839	0.853	0.844	0.850

注：平均は算術平均により計算している。

けてはフロンティア・シフトの影響によりすべて前の年を上回っていることが図より読み取れる。

表5は、技術効率性の水準を示したものである。これは(9)式により計算された値を示していることになる。15社の平均をみた場合には、技術効率性の水準は0.8の半ばであり、観測期間中あまり大きな変化はないことがわかる。規制の強化前後ではわずかに強化後の方が効率的になっている。

以上、生産性の変化、技術効率性の変化、フロンティア・シフト、技術効率性の水準を見てきたが、規制強化前と規制強化後のこれらの計測された数値の比較によれば、ヤードスティック規制強化の効果はあったものと考えられる。

6. 結論と今後の課題

本稿では、ヤードスティック規制の効果を見るために、大手私鉄15社の1991年度から2001年度までの11年間のデータを用いて、Sequential Malmquist 指数の計測を行った。その結果、大手私鉄15社の平均でみた場合、生産性の変化とフロンティア・シフトについては、規制強化の前後を比較すると強化後の増加率の方が高いことが示された。技術効率性の変化については、強化前も強化後も減少しているが、減少率は強化後の方が小さいことが示された。個々の事業者でみた場合には、フロンティア・シフトについては、すべての事業者で規制強化後の方が上昇しているが、技術効率性の変化と生産性の変化については、規制強化後に減少している事業者も存在していた。

本稿ではヤードスティック規制の強化前後における数値を比較するという比較的単純な方法によって規制の効果の有無を調べている。この点は改善の余地があり、統計的分析を行う必要があるだろう。また、技術効率性に外的な環境要因の影響が含まれている可能性も考えられる。そのため影響が存在しているかを検討し、存在している場合には影響をコントロールした分析を行う必要があるだろう。

参考文献

- 穴山悌三 (1997) 「ヤードスティック規制の有効性」『公益事業研究』第49巻第2号, pp. 11-18.
- 石井晴夫 (1996) 「鉄道事業における規制緩和と新しい運賃設定方式の導入」『公益事業研究』第48巻第1号, pp. 43-49.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., and Roos, P. (1994) "Productivity Developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach," in A. Charnes, W. Cooper, A. Y. Lewin, and L. M. Seiford eds., *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Boston, Kluwer, pp. 253-272.

- 伊藤規子・宮曾根隆 (1994) 「ヤードスティック競争」植草益編『講座・公的規制と産業 電力』NTT 出版, pp. 88 124.
- 小池宜弘 (2000) 「電気事業におけるヤードスティック査定方式の実証分析」『公益事業研究』第51巻第3号, pp. 23 32.
- Mizutani, F. (1997) “Empirical Analysis of Yardstick Competition in the Japanese Railway Industry,” *International Journal of Transport Economics*, 24(3), pp. 367 392.
- Mizutani, F., Kozumi, H., and Matsushima, N. (2009) “Does Yardstick Regulation Really Work? Empirical Evidence from Japan's Rail Industry,” *Journal of Regulatory Economics*, 26(3), pp. 308 323.
- Shestalova, V. (2003) “Sequential Malmquist Indices of Productivity Growth: An Application to OECD Industrial Activities,” *Journal of Productivity Analysis*, 19(2/3), pp. 211 226.
- Shleifer, A. (1985) “A Theory of Yardstick Competition,” *Rand Journal of Economics*, 16(3), pp. 319 327.
- Suzuki, A. (2012) “Yardstick Competition to Elicit Private Information: An Empirical Analysis,” *Review of Industrial Organization*, 40(4), pp. 313 338.
- 田中智泰 (2010) 「地方公営企業の資本ストックの資産 公営地下鉄のケース」『商経学叢』(近畿大学商経学会) 第57巻第1号, pp. 223 238.
- Thirtle C., Piesse, J., Lusigi, A., and Suhariyanto, K. (2003) “Multi-Factor Agricultural Productivity, Efficiency and Convergence in Botswana, 1981 1996,” *Journal of Development Economics*, 71(2), pp. 605 624.
- Tulkens, H., and Eechaut, P. V. (1995) “Non-Parametric Efficiency, Progress and Regress Measures for Panel Data: Methodological Aspects,” *European Journal of Operational Research*, 80(3), pp. 474 499.