



Title	第三セクター鉄道事業における動学的技術効率性の計測とその要因分析
Author(s)	倉本, 宜史
Citation	大阪大学経済学. 2009, 59(3), p. 252-270
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/26565
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

第三セクター鉄道事業における動学的技術効率性の計測と その要因分析*

倉 本 宜 史†

要 約

平成19年の「地方公共団体財政健全化法」の制定に関して、地方公共団体における外郭団体の経営状況が議論の中心となった。これら外郭団体のうち、本稿では近年の経営状況の悪化から廃止が見られる第三セクター鉄道事業を分析対象とした。第三セクター鉄道事業は地方公共団体と民間（団体、個人）、いわゆる官と民の共同出資によって設立した事業体によって運営されている。経営悪化は事業の継続のための補助金の支払いや将来的な累積赤字の処理のために、出資団体である地方公共団体に対して財政負担を迫ることになる。財政負担は結局のところ住民の負担になる。したがって第三セクター鉄道事業の運営にはさらなる効率化が求められる。このような状況下で、本稿では第三セクターとして、地方公共団体の経営への関与と効率性の関係を考察する。特に第三セクター鉄道事業体の効率性について包絡分析法を用いて計測し、その要因を探る分析を行う。要因分析の結果、第三セクター鉄道事業では1）民間出資割合が大きいほど、効率的な経営になること、2）旅客運輸事業以外の収入割合を増やすことが技術的効率性を高める効果を持つことが示せた。

JEL Classification：H42, H71, R49,

キーワード：第三セクター、包絡分析法（Date Envelopment Analysis）、技術効率性、動学分析

1. はじめに

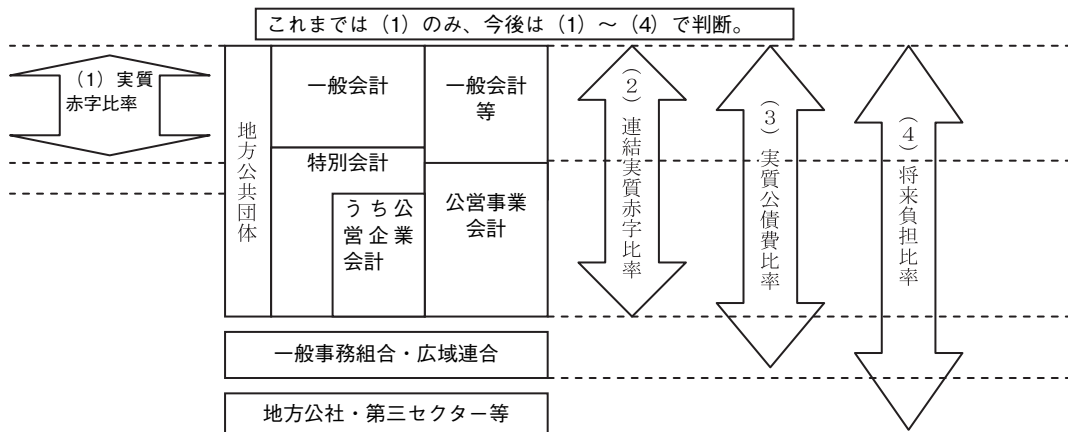
平成16年度から平成18年度にかけて地方分権の推進と財政再建を目標とした「三位一体改革」と呼ばれる地方財政改革が進められた。これは国庫支出金と地方交付税、さらに税源移譲に関しての国と地方公共団体との間の新たな財政関係を構築する試みであった。この改革によ

り、現在の地方公共団体はこれまで以上に自己責任の下で効率的な財政運営を行うことが期待されることになっている。しかし、これまでの地方財政改革では地方公共団体の責任の範囲、つまり果たすべき役割について明確に議論されていない分野が存在した。それは、官と民の中間に位置する地方公営企業や地方公社、そして本稿で分析対象となる第三セクターの分野¹である。そこで、平成19年に「地方公共団体財政健全化法」が制定され、「当該地方公共団体の全会計を対象とした実質赤字又は資金の不足額

* 本稿の作成にあたり、齊藤愼先生（大阪大学）、國崎稔先生（愛知大学）、別所俊一郎先生（一橋大学）、宮崎毅先生（明海大学）から貴重なコメントをいただいた。記して感謝したい。

† 甲南大学マネジメント創造学部助教

¹ 本稿では官民が共同で出資する民法法人、商法法人を第三セクターとする。

図1 健全化判断のための各指標とその対象²⁸

の標準財政規模に対する比率」である「連結実質赤字比率」や、「地方公社や損失補償を行っている第三セクターに係るものも含め、当該地方公共団体の一般会計等が将来負担すべき実質的な負債の標準財政規模を基本とした額に対する比率」²である「将来負担比率」の他、公営企業の「資金の不足額の事業の規模に対する比率」である「資金不足比率」³などの健全化判断比率の算定、公表という地方公共団体の「財政指標を整備してその公表の仕組みを設けるとともに、財政の早期健全化及び再生」のための新たな制度が整備された⁴。図1は、「地方公共団体財政健全化法」によって定められた健全化判断のための各指標（比率）と、その対象を示したものである。

図1からも分かるように、「地方公共団体財政健全化法」の施行される以前（図中では「現行制度」と記入）では「一般会計等」の部分が

健全化判断の対象となっていたが、施行されて以降は外郭団体を含めて、今まで以上に地方公共団体全体の財政健全化に向けた取り組みが必要⁵となる。

ただし、第三セクターがそもそもわが国において官民が共同出資し、民間出身の役員や職員を活用する形で会社を運営している制度であることにも留意が必要である。この考え方は、今後の導入件数増加が見込まれている⁶PFIや指定管理者制度といった、財政が緊迫したことから支出削減に迫られている中で、財をより効率的に供給する手法の先駆けともいえる。

本稿では民間の能力の活用と期待されながら、上記のように経営状況の悪化や破綻を懸念される第三セクター、特にこれから路線の減少が予想される第三セクター鉄道事業に話を絞

² 「地方公共団体財政健全化法」に関する記述のうち括弧書きの箇所は『平成20年度 地方財政白書』の「第3部 最近の地方財政の動向と課題」より引用している。

³ 「資金不足比率」は、公営企業を経営する地方公共団体が毎年度、公営企業ごとに監査委員の審査に付した上で議会に報告し、公表しなければならないとされている。

⁴ 平成19年6月15日に「地方公共団体財政健全化法」が成立、22日に公布されている。

⁵ さらに、組織の効率化が可能ではない場合には、民営化などの組織形態の変更も含めた効率化も求められる。

⁶ PFIには、その評価方法に課題があることが指摘されている。例えばPFI事業の仕組みや事例を用いての事業手順、その活用の有効性を紹介している野田（2003）においても、行政部門の課題として「（1）政策立案能力の向上」や「（2）評価・監視能力の獲得」を指摘している。

²⁸ 総務省ウェブサイト「地方公共団体財政健全化法関係資料」（URL: <http://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/kenzenka/>）内、「基本資料（財政指標）」を参考に著者作成。

り、既存の会社の経営状況を分析する。本稿は、次節においてまず第三セクター鉄道事業の概要を紹介する。

2. 第三セクター鉄道事業の概要と先行研究

2.1 第三セクター鉄道事業の概要

本稿では第三セクターを「会社法の規定に基づいて設立されている株式会社、合名会社、合資会社、合同会社又は特例有限会社（以下「会社法法人」という。）のうち、地方公共団体等が出資を行っている法人」と「民法の規定に基づいて設立されている社団法人又は財団法人（以下「民法法人」という。）のうち地方公共団体等が出資を行っている法人」とする⁷。

平成18年度末の全国の第三セクター事業体の状況⁸を確認すると、事業体数は6524となっている。これは前年度と比べ1449の減少である。また、平成14年度から過去5年間の推移を確認しても、3587事業の減少（22.9%の減少）となっている。経常収支は1259億円の黒字であるものの、負債額⁹は13兆2266億円存在している。

事業数の内訳を確認すると、民法会社が3835（全体の58.8%）、会社法法人が2276（全体の41.2%）となっている。本稿で分析対象とする第三セクター鉄道事業体は全てが会社法法人で

ある。

また、経営状況を表1から確認すると、第三セクター事業体全体で民法法人が410億円の黒字、会社法法人が894億円の黒字、事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）で考えると、民法法人で0.11億円の黒字、会社法法人で0.32億円の黒字になる。ただし、負債の合計額を確認すると民法法人が54840億円、会社法法人が77426億円、事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）で考えると、民法法人で14.3億円、会社法法人で28.79億円になる。第三セクター鉄道事業体に絞って経営状況¹⁰を表2から確認すると経営状況は全体で135億円の赤字になっている。これは事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）で考えると、1.55億円の赤字になる。以上より、第三セクターでは全体で黒字経営が行なわれているものの、鉄道事業体は赤字経営になっていることが分かる。

さらに、平成18年度における赤字・黒字の事業体数を表3から確認する。経営状況は民法法人において2510事業体（民法法人のうち65.4%）が黒字、1325事業体（会社法法人のうち34.6%）が赤字、会社法法人で1842事業体（会社法法人のうち68.5%）が黒字、847事業体（会社法法人のうち31.5%）が赤字になっている。また、第三セクター事業体全体では黒字が4352事業体（全体の66.7%）、赤字が2172事業体（全体の33.3%）になっている。表4から旅客運送を行なっている87の鉄道事業体で確認すると、黒字は27事業体（鉄道事業体のうち31%）、赤字は60事業体（鉄道事業体のうち69%）である。

⁷ これら第三セクターの定義は総務省が毎年度行なっている「第三セクター等の状況に関する調査結果」において地方三公社や地方独立行政法人与区別する形で書かれている。本稿の定義は総務省報道資料「第三セクター等の状況に関する調査結果」（平成19年12月27日発表、URL: http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/071227_5.html）を参考に行っている。なお、前述の地方公営企業に関する記述に用いたデータと出所が異なる資料を用いていることから第三セクターに関する経営状況を記述する際の表現が若干異なるものの、本稿の論点を変えるものではない。

⁸ 総務省「第三セクター等の状況に関する調査結果」（平成19年12月27日発表）を参考にしている。なお、平成17年度ならびに平成14年度のデータも同じ資料の各年度版から用いている。また、本稿では特に断りのない限り第三セクターならびに地方公社のデータを同資料から引用している。

⁹ 流動負債と固定負債の合計額。

¹⁰ ここで言う鉄道事業体とは、鉄道事業法第二条4で「鉄道線を第一種鉄道事業を営む者に譲渡する目的をもつて敷設する事業及び鉄道線を敷設して当該鉄道線を第二種鉄道事業を営む者に専ら使用させる事業」と書かれている第三種鉄道事業体を含んでいる。平成18年度において、駅の所有、運営のみを行っている事業体等を含めると105の第三セクター鉄道事業体が存在する。ただし、98事業体のデータしか公表されていないため、1事業体あたりの値は98で割ったものである。

表1 第三セクターの経営状況（単位：億円）

法人区分	事業数	経営状況 (経常収益・損失)	1事業体あたり経営状況	特別収益・損失を考慮した経常収益・損失	1事業体あたり特別収益・損失を考慮した経常収益・損失	負債・資本合計	1事業体あたり負債・資本合計	負債合計	1事業体あたり負債合計	流動負債	1事業体あたり流動負債	固定負債+繰延負債(+【三公社】特定準備金)	1事業体あたり固定負債+繰延負債(+【三公社】特定準備金)
民法法人	3835	410	0.11	38	0.01	81165	21.16	54840	14.3	10787	2.81	44052	11.49
会社法人	2689	849	0.32	2266	0.84	95383	35.47	77426	28.79	9116	3.39	68310	25.40
合計	6524	1259	0.19	2304	0.35	176548	27.06	132266	20.27	19903	3.05	112363	17.22

出所) 総務省 (2007) 「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」

表2 第三セクター鉄道事業体の経営状況（単位：億円）

法人区分	事業数	経営状況 (経常収益・損失)	1事業体あたり経営状況	特別収益・損失を考慮した経常収益・損失	1事業体あたり特別収益・損失を考慮した経常収益・損失	負債・資本合計	1事業体あたり負債・資本合計	負債合計	1事業体あたり負債合計	流動負債	1事業体あたり流動負債	固定負債+繰延負債(+【三公社】特定準備金)	1事業体あたり固定負債+繰延負債(+【三公社】特定準備金)
民法法人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
会社法人	87	-135.15	-1.55	-134.96	-1.55	41915.21	481.78	36354.18	417.86	2538.35	29.18	33815.83	388.69
合計	87	-135.15	-1.55	-134.96	-1.55	41915.21	481.78	36354.18	417.86	2538.35	29.18	33815.83	388.69

出所) 総務省 (2007) 「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」

表3 第三セクターの赤字・黒字別事業体数

事業名	黒字事業		赤字事業		合計
	事業体数	割合	事業体数	割合	
民法法人	2510	0.654	1325	0.346	3835
会社法人	1842	0.685	847	0.315	2689
合計	4352	0.667	2172	0.333	6524

出所) 総務省 (2007) 「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」

表4 第三セクター鉄道事業体の赤字・黒字別事業体数

事業名	黒字事業		赤字事業		合計
	事業体数	割合	事業体数	割合	
民法法人	0	0.00	0	0.00	0.00
会社法人	27	0.310	60	0.690	87
合計	27	0.310	60	0.690	87

出所) 総務省 (2007) 「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」

表5 第三セクターへの他会計からの補助金の状況（単位：億円）

法人区分	補助金	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入	1事業体あたり補助金	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入	補助金を差引いた経営状況	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入	補助金を差引いた1事業体あたり経営状況	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入
民法法人	3076.61	1651.95	1424.66	0.80	0.43	0.37	-2666.79	-1242	-1015	-0.70	-0.32	-0.26
会社法人	191.78	70.04	121.74	0.07	0.03	0.05	657.11	779	727	0.24	0.29	0.27
合計	3268.39	1721.98	1546.41	0.50	0.26	0.24	-2009.68	-463	-288	-0.31	-0.07	-0.04

出所) 総務省 (2007) 「第三セクターの状況に関する調査結果」

次に、表5から他会計からの補助金についても確認する。民法法人が3077億円、会社法法人が192億円、事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）で考えると、民法法人で0.8億円、会社法法人で0.07億円になる。前述の経営状況から補助金を差引いた額を確認すると、民法法人で2667億円の赤字、会社法法人で657億円の黒字、事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）で考えると、民法法人で0.7億円の赤字、会社法法人で0.24億円の黒字になる。表6から交通事業体における補助金に着目すると、補助金が39億円、事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）は0.44億円の黒字、経営状況から補助金を差引いた額は174億円の赤字、事業体数で割った1事業体あたりの額（平均額）は2億円の赤字になる。以上より、会社法法人全体で見ると補助金額を差引いても黒字経営が行なわれている中で、交通事業は全体で赤字経営、特に補助金を差引くとさらに赤字額が多くなることが分かる。

また、複数年のデータから近年の財務的な動向を確認し、第三セクター鉄道事業体が直面する慢性的な課題、および改善に向けて行うべき分析を議論する。第三セクターとしての交通事業、特に鉄道事業では平成13年度に90の事業体、平成18年度に105の事業体が存在している（表7を参照）。表8は鉄道事業の運営状況の推移を簡単にまとめている。平成13年度以降において額の増減はあるものの一貫して当期損益（総収入から総費用を引いた金額）、経常損益（経常収入から経常費用を引いた金額）ともに赤字であり、補助金額を差引くと赤字額は更に増えることが分かる。補助金額に関しては設立団体の一つである地方公共団体の負担となっており、この資金は結局住民の負担となっていることに注意が必要である。また、同じく表8はデータを公表している事業体の数に対する当期収益赤字事業体と経常収益赤字事業体の割合も示している。これらの割合も数値の変化が確認され

るものの、いずれにしても半数以上の事業体で赤字となっている。

以上のように、第三セクター鉄道事業に関しては1事業体あたりの赤字規模が大きいこと、数年度にわたって赤字経営が行われていることが分かった。このような現状を踏まえると、第三セクター鉄道事業は厳しい状況に直面していることが分かる。しかし、各事業体は何も対策をとっていないわけではない。したがって、次に第三セクター鉄道事業体がどのような経営改革を行なっているのかをまとめる。平成18年度では98の鉄道事業体のうち37の第三セクター鉄道事業体（第三セクター鉄道事業体のうち37.8%）が「委員会等による経営の定期的な点検評価体制」を整えている。半数以上が未整備であることが分かる。また54の第三セクター鉄道事業体（第三セクター鉄道事業体のうち55.1%）で「情報公開の状況（開示請求によらない情報公開）」として情報公開のための「条例・要綱」を設置している。「公開される情報」についても「貸借対照表」を公開している事業体数は84（第三セクター鉄道事業体のうち85.7%）、「損益計算書」を公開している事業体数は81（第三セクター鉄道事業体のうち82.7%）、「役職員数」を公開している事業体数は68（第三セクター鉄道事業体のうち69.4%）、「役職報酬・職員給与の状況」を公開している事業体数は15（第三セクター鉄道事業体のうち15.3%）、「出資団体による財政支援の状況」を公開している事業体は51（第三セクター鉄道事業体のうち52%）、「点検評価の結果」を公開している事業体は33（点検評価体制のある第三セクター鉄道事業体37のうち89.2%）になる。

本節では、第三セクター鉄道事業体の概要を主に財務面と経営改善のための取り組みに注目してまとめてきた。全体の経営状況を確認すると、赤字の解消はすぐには行えない状況にあることが想像できる。赤字の増加は今後の住民の負担を増やすことになるため、今後の事業を効

表6 第三セクター鉄道事業体への他会計からの補助金の状況（単位：億円）

法人区分	補助金	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入	1事業体あたり補助金	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入	補助金を差引いた経営状況	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入	補助金を差引いた1事業体あたり経営状況	うち、運営費補助を目的とした補助金による収入	うち、運営費補助を目的としない補助金による収入
民法法人	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
会社法人	38.56	5.48	33.08	0.44	0.06	0.38	-174	-141	-168	-2.00	-1.62	-1.93
合計	38.56	5.48	33.08	0.44	0.06	0.38	-174	-141	-168	-2.00	-1.62	-1.93

出所) 総務省 (2007) 「第三セクターの状況に関する調査結果」

表7 第三セクター鉄道事業体数の推移

	年 度					
	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度
第三セクター鉄道事業体	90	103	104	107	106	105
(うち、データを公表している事業体)	90	91	93	100	99	98

出所) 総務省 (各年版²⁷⁾ 「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」

率的に運営するための改革が必要となる。

2.2 先行研究

上述の表3で確認したように、経営状況のうち当期利益は全体で見ると黒字団体も7割弱あることから、先行するイメージほど数字の上では赤字団体ばかりでないことが分かる。しかし現在では経営方法に対する疑問点も多く指摘されるようになってきている。背景にはリゾート関連の経営破綻でよく知られるように、近年、経営赤字・経営破綻に陥る第三セクターが増加傾向にあることが挙げられる¹¹。原因として第三セクターはその経営形態の性格ゆえ官と民の間に経営責任の所在の曖昧さが指摘される。特に赤井 (2006) では地方公共団体からの財政的支援が第三セクターにおける官と民の間の経営責任の所在を曖昧にさせ、非効率な経営を行わせるという、ソフトな予算制約の問題を生み出していることを実証的に示している。

しかし、第三セクターの経営実態に対する経済学的な視点から行われた分析はまだ少ない。

したがって、地方行財政改革・地域政策の観点から個別の事業に対する詳細な実証分析が必要である。

また、第三セクター鉄道事業者を中心に考えると表4で確認したように約3割が黒字の事業体となる。このような状況下において、本稿では第三セクター事業体の中でも鉄道事業体に注目し、分析対象としている¹²。第三セクター鉄道事業の経営の効率性に関する先行研究には坂本 (1996) や実積・中村 (2005) が存在する。坂本 (1996) ではクラスター分析により第三セクター鉄道事業体を6つの型 (都市型、産業型、通勤型、生活型、生活・観光型、観光型) に分類し、包絡分析法 (DEA) を用いて効率性を計測し、比較している。また、企業性・生産性マ

¹¹ 2007年2月7日付けの日本経済新聞朝刊の記事によると、「全国の自治体が50%以上出資して運営する地方公社や第三セクターの債務が、2005年度末で合計15兆9000億円に上がる」ことが明らかになった。第三セクター以外に地方公社に対しても改革が迫られている。

¹² 第三セクター鉄道事業以外に、中山 (2002) では水道事業による効率性評価を包絡分析法 (Data Envelopment Analysis; DEA) と確率フロンティア法 (Stochastic Frontier Analysis; SFA) を併用して分析。技術的・配分的・経済効率性を計測している。また、宮良・福重 (2002) では、包絡分析法と非確率的フロンティアを用いて、都道府県別の警察サービスの効率性を計測し、非確率的フロンティアから、警察サービスの供給技術の相対的な変化を捉えることができ、検挙率の低さを、また、防犯活動によって検挙における効率性の低下の可能性を分析している。

²⁷ 本稿では、これ以降第三セクターに関する資料に対して「各年度版」という表現を2001年から2007年に公表された資料という意味で用いている。

表 8 第三セクター鉄道事業の運営状況の推移

	年度					
	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度
当期損益（単位：千円）	未公表	-18,538,205	-3,812,101	-3,346,999	-32,092,812	-17,830,416
経常損益（単位：千円）	-27,479,146	-22,382,313	-4,051,977	-7,704,680	-19,032,015	-13,514,506
補助金（単位：千円）	28,715,207	41,589,455	2,863,599	18,595,048	21,436,689	3,856,476
資本合計（単位：千円）	364,233,717	278,270,212	6,899,213	199,426,795	525,529,659	556,102,128
当期損益赤字事業者数	未公表	45	49	60	59	51
（データを公表している事業者数に対する割合）		49.5	52.7	60.0	59.6	52.0
経常損益赤字事業者数	90	61	61	73	69	60
（データを公表している事業者数に対する割合）	100.0	67.0	65.6	73.0	69.7	61.2
データを公表している第三セクター鉄道事業者数	90	91	93	100	99	98

出所）総務省（各年版）「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」

トリックスを用いて、鉄道廃止やバス転換を視野に入れた経営改善の必要性を主張している。実績・中村（2005）では、九州・近畿地方における地方中小鉄道¹³に対する補助金が合理的なインセンティブを阻害することを示し、包絡分析法を用いて得られた参照投入量¹⁴を用いて鉄道サービスを効率的に供給するための補助金額を算出している。また、第三セクターであることから、地方公共団体が出資や役員・職員の派遣を行なうなど経営にかかわっており、地方公共団体の経営への関与と効率性の関係を考察した研究に倉本・広田（2006）がある。倉本・広田（2006）では、旧来からの第三セクター鉄道と新たに建設された路線の特徴も考慮した上で第三セクター鉄道の効率性の要因について、確率フロンティア分析法を用いて分析している。要因分析の結果、第三セクター鉄道事業では1）民間出資割合が大きいほど、効率的な経営になること、2）旧鉄事業体は新鉄事業体と比べ相対的に効率的な経営をしていることが示されている。

しかしながら、これまでの研究では多期間での技術的効率性を計測し、要因分析を行う研究

がなされていない。本稿では、多期間での技術効率性について動学的包絡線分析法（Network DEAの一種）を用いて値を求め、その後、計量経済学的手法（パネル分析）を用いてその要因分析を行う。

3. 第三セクター鉄道事業の運営における技術的効率性の計測

3.1 DEAを用いた技術効率性の測定方法

公営企業をはじめ民間企業や産業全体の生産活動に対する評価をする際には生産性や効率性という指標が用いられる。本節では平成12年度から平成17年度までの6年間の第三セクター鉄道事業体に関して技術的効率性（Technical Efficiency）という指標を包絡分析法（Data Envelopment Analysis；以降、DEAと記述）を用いて計測し、この効率性の値の違いに影響を与える要因について計量経済学的手法を用いて分析する。

DEAはいくつかの事業体の中から効率的な生産活動を行っているサンプルを見つけ出し、このサンプルの集合で構成される「効率生産フロンティア」からの距離によって技術的効率性を測定するノン・パラメトリックな方法¹⁵であ

¹³ 第三セクター鉄道事業体と中小民間鉄道事業体、路面電車専業の公営交通事業体および、JR整備新幹線並行在来線を指している。

¹⁴ 所与の産出量を実現するための最適投入量。

¹⁵ Charnes, et al. (1978) によって提唱された方法である。

る。このことは技術的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を意味している。また、DEAの特徴として複数のアウトプットからなる生産活動を扱うことができる¹⁶。もちろん、このモデルでは誤差項を考慮しないため、特異な状況下にあるサンプルから技術的効率性の計測への影響が大きくなる可能性を持つ。このことは技術的効率性の計測結果に対して仮説検定を行えないことに注意が必要であることを示す。しかし、宮良・福重(2002)でも指摘してあるようにDEAは多出力を容易に扱えるので公営交通事業のような事業の目的を利潤の最大化のみとして考えることが難しい事業の分析に適した手法と言える。

また本稿ではDEAについて、複数の部門を持つ事業体の生産活動の中で、中間財を生産する部門（中間部門）と、その中間財と他の財を用いて最終財を生産する部門（最終部門）とを明示的に分け、各部門と事業体全体の技術的効率性を計測するNetwork DEAを採用する。特に本稿では鉄道事業という車両や路線などストックを用いて長期的な視点での経営を行う産業を対象としていることから、毎年度の事業体のフロー変数とストック変数を区分した上で、ストック変数を中間財として扱い、複数年度の技術的効率性の値を計測する。

さらに、宮良・福重(2002)、中山(2004)に従い、CRSモデル¹⁷とVRS¹⁸モデルの両方を用いて計測する。CRSモデルは規模の経済性に対して収穫一定（CRS：Constant Return to Scale）

を、VRSモデルは規模の経済性に対して収穫可変（VRS：Variable Return to Scale）を仮定する。また技術的効率性の計測方法にはCRSモデルにおいてもVRSモデルにおいても入力指向型（Input-Orientated Measures）と出力指向型（Output-Orientated Measures）の2種類が存在する。これらの違いについては以下、Network DEAにおけるCRSモデルの説明の中で紹介¹⁹する。本稿では以下の仮定を置く。事業体(DMU)数は n 、代表的事業体を事業体 j ($j=1, \dots, n$)、 K 個 ($k=1, \dots, K$)の期間を持つとする。部門 k では m_k 個のインプットを使用し、 r_k 個のアウトプットを生産する。 $t(k, h)$ は期間 k で生産され次の期間 h へ投入される財の数を表わす。2期間を繋ぐ財の産出・投入関係を集合 L で示す。また、事業体 j の期間 k におけるインプット変数を $x_j^k \in R_+^{m_k}$ 、アウトプット変数を $y_j^k \in R_+^{r_k}$ 、期間 k で生産され、期間 h へ投入されるインプット（期間 h で投入するために期間 k で生産されるアウトプット）変数を $z_j^{(k,h)} \in R_+^{n(k,h)}$ とする。また、初期(S と表現)と最終期(T と表現)においては2期間を繋ぐ財の産出・投入関係にある財がないものと仮定²⁰する。

以上より、生産可能性集合 $\{(x^k, y^k, z^{(k,h)})\}$ は次のように定義できる。

$$x^k \geq \sum_{j=1}^n x_j^k \lambda_j^k \quad (k=1, \dots, K)$$

$$y^k \leq \sum_{j=1}^n y_j^k \lambda_j^k \quad (k=1, \dots, K)$$

$$z^{(k,h)} = z_j^{(k,h)} \lambda_j^k \quad (\forall (k, h)) \quad (\text{期間 } h \text{ へ投入されるインプットとして仮定})$$

$$z^{(k,h)} = z_j^{(k,h)} \lambda_j^k \quad (\forall (k, h)) \quad (\text{期間 } k \text{ から産出されるアウトプットとして仮定})$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1 \quad (\forall k)$$

$$\lambda_j^k \geq 0 \quad (\forall j, k)$$

¹⁶ 企業の生産活動における効率性を計測する他の方法としては、ある生産関数または費用関数について、確率的に不確定であるという仮定をおき、関数からのデータの乖離を誤差と非効率項に分解することで技術的非効率性を計測するSF (Stochastic Frontier, 確率フロンティア) 法が存在する。しかし、SF法では複数のアウトプットを扱うことが困難である。

¹⁷ CRSモデルは刀根(1993)においてCCRモデルと記述されている。これはこのモデルを提唱したCharnes, et, al. (1978)の著者である3人(Charnes, Cooper, Rhodes)の頭文字を取って名づけられている。

¹⁸ VRSモデルは刀根(1993)においてBBCモデルと記述されている。これはこのモデルを提唱したBanker, et, al. (1984)の3人の著者(Banker, Charnes, Cooper)の頭文字を取って名づけられている。

¹⁹ Network DEAに関する説明は技術的効率性の計測に用いたソフトウェアであるDEA-Solver-Proに付属のマニュアル「User's Guide to DEA-Solver-Pro (Professional Version 6.0) 日本語版」を参考に記述している。

²⁰ 仮定は $z_j^{(k,h)} = 0 (\forall j, h \in S)$, $z_j^{(k,h)} = 0 (\forall j, k \in T)$ と表現される。

ここで、 $x^k \in R_+^n$ は期間 k ($k=1, \dots, K$) に対応する intensity (強度) ベクトルとする。以上より、事業体 j の生産活動は以下のように書くことができる。

$$\begin{aligned} x_j^k &= X^k \lambda^k + s_j^{k-} \quad (k=1, \dots, K) \\ y_j^k &= Y^k \lambda^k - s_j^{k+} \quad (k=1, \dots, K) \\ e \lambda^k &= 1 \quad (k=1, \dots, K)^{21} \\ \lambda^k &\geq 0, s_j^{k-} \geq 0, s_j^{k+} \geq 0, \quad (\forall k) \end{aligned}$$

ここでは、 $X^k = (x_1^k, \dots, x_n^k) \in R^{m_k \times n}$, $Y^k = (y_1^k, \dots, y_n^k) \in R^{r_k \times n}$ となる。

さらに、2 期間を繋ぐ財の産出・投入関係にある財の関係として、次の二つの場合が想定される。

(a) 2 期間を繋ぐ財が固定値の場合

財の値は用いられるデータのまま採用される

$$\begin{aligned} z_j^{(k,h)} &= z_j^{(k,h)} \lambda^k \quad (\forall (k,h)) \\ z_j^{(k,h)} &= z_j^{(k,h)} \lambda^k \quad (\forall (k,h)) \end{aligned}$$

(b) 2 期間を繋ぐ財が可変である場合

財の値は自由に変えられるものと仮定。ただし、インプットとアウトプットの連続性は保持する必要がある。

$$z^{(k,h)} \lambda^k = z^{(k,h)} \lambda^k \quad (\forall (k,h))$$

ここでは、 $z^{(k,h)} = (z_1^{(k,h)}, \dots, z_n^{(k,h)}) \in R^{l(k,h) \times n}$ となる。

これらの設定を基に、まずは現在のアウトプットの量を一定とした上でインプットをいかに小さくするかという基準に立ち、生産活動を分析する方法である入力指向型の目的関数について説明する。目的関数は以下のように書ける。

$$\theta_j^* = \min \sum_{k=1}^K w^k \left[1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_{ij}^{k-}}{x_{ij}^k} \right) \right]$$

そして、この問題を解くことで得られる各期の技術的効率性の値は以下のように書ける。

$$\theta_k = 1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_{ij}^{k-}}{x_{ij}^k} \right)$$

なお、全体の効率性の値は各期の技術的効率性の値の荷重和で定義される。

$$\theta_j^* = \sum_{k=1}^K w^k \theta_k$$

次に、現在のインプットの量を一定とした上でアウトプットをいかに大きくするかという基準に立ち、生産活動を分析する方法である出力指向型の目的関数について説明する。目的関数は以下のように書ける。

$$\frac{1}{\tau_j^*} = \max \sum_{k=1}^K w^k \left[1 + \frac{1}{r_k} \left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{s_{rj}^{k+}}{y_{rj}^k} \right) \right]$$

また、全ての技術的効率性の値を0以上1以下にするために、期間 k の技術的効率性の値を次のように定義する。

$$\tau_k = \frac{1}{1 + \frac{1}{r_k} \left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{s_{rj}^{k+}}{y_{rj}^k} \right)}$$

なお、全体の効率性の値は各期の技術的効率性の値の調和平均で定義される。

$$\tau_j^* \leq \sum_{k=1}^K w^k \tau_k$$

以上のように様々な仮定のもとでの技術的効率性の計測方法を説明したが、宮良・福重(2002)でも指摘してあるように、生産技術が規模に関して一定か可変かはDEAによる分析では統計的な検定を行えず判断できない。したがって、本稿ではCRSモデルとVRSモデルを解くことで各事業体の各期における技術的効率性の値を求め、その効率性の要因について考える。また、本稿ではインプットとアウトプットの変数に生産関数をイメージした変数を用いることより、出力指向型を採用する。

また、本稿で採用するNetwork DEAのイメージを図2にまとめる。

²¹ この制約はVRSモデルでのみ用い、CRSモデルでは用いない。

図2 Network DEA のイメージ図

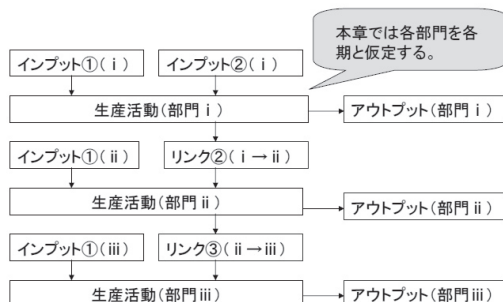


表9 本稿で分析対象とした第三セクター事業体名

北海道ちほく高原鉄道	野岩鉄道	三木鉄道
三陸鉄道	いすみ鉄道	北近畿タンゴ鉄道
くりはら田園鉄道	真岡鐵道	信楽高原鐵道
阿武隈急行	わたらせ渓谷鐵道	智頭急行
会津鐵道	天竜浜名湖鐵道	若桜鐵道
秋田内陸縦貫鐵道	明知鐵道	錦川鐵道
由利高原鐵道	長良川鐵道	広島高速交通
しなの鐵道	神岡鐵道	井原鐵道
山形鐵道	伊勢鐵道	水島臨海鐵道
北越急行	のと鐵道	阿佐海岸鐵道
埼玉新都市交通	愛知環状鐵道	土佐くろしお鐵道
北総開発鐵道	樽見鐵道	北九州高速鐵道
千葉都市モノレール	桃花台新交通	甘木鐵道
横浜新都市交通	名古屋ガイドウェイバス	南阿蘇鐵道
ゆりかもめ	北大阪急行電鉄	松浦鐵道
東京臨海高速鐵道	大阪府都市開発	高千穂鐵道
東葉高速鐵道	神戸新交通	平成筑豊鐵道
多摩都市モノレール	大阪高速鐵道	くま川鐵道
鹿島臨海鐵道	北条鐵道	

表10 Network DEA で用いるデータの定義と出所

対象 全 336 事業体 (平成 12 年度～平成 17 年度)

	変数名	単位	定義	出所
産出物	旅客人キロ	千人キロ	各駅間通貨人員に各駅間のキロ程を乗じて全駅分を集計した	平成12年度から平成17年度までの各年度版『鉄道統計年報』
投入要素	職員数	人	職員数	平成12年度から平成18年度までの各年度版『鉄道統計年報』
	旅客車数	両	旅客車数	平成12年度から平成19年度までの各年度版『鉄道統計年報』
	駅数	駅	駅数	平成12年度から平成20年度までの各年度版『鉄道統計年報』
	営業キロ	キロメートル	年度末営業キロ	平成12年度から平成21年度までの各年度版『鉄道統計年報』

表11 Network DEAで用いるデータの記述統計

対象 全 336 事業体 (平成 12 年度～平成 17 年度)

変数名	単位	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
旅客人キロ	千人キロ	336	71252.79	110397.51	276.00	491371.00
職員数	人	336	94.13	77.41	4.00	329.00
旅客車数	両	336	33.07	37.11	2.00	156.00
駅数	駅	336	16.56	10.26	3.00	57.00
営業キロ	キロ	336	37.74	31.53	5.90	140.00
延日キロ	日キロ	336	13412.52	11486.61	10.00	51240.00

3.2 第三セクター鉄道事業体における技術的効率性の計測

本節では、平成12年度から平成17年度までの6年間のデータを用いてNetwork DEAの手法を用いて技術的効率性の計測を行う。分析の対象は第1節で紹介した平成18年度に旅客運送業を行っていた98の事業体のうち、分析対象期間内に運営を継続して行っていた56事業体とする。なお、事業体名は表9で示す。

本稿ではNetwork DEAにより第三セクター鉄道事業体の技術的効率性を計測するが、その際、定量的に把握できる次の変数を用いる。変数は第三セクター事業体の生産において労働と燃料、資本を用いることを想定し、1つのアウトプット（生産物）と5つのインプット（生産要素）で考える。まず、アウトプットとしては「旅客人キロ」（単位：千人キロ）を用いる。これは、生産物の代理変数である。この数値は「各駅間通過人員に各駅間のキロ程を乗じて全駅分を集計したもの」²²を意味し、実際に第三セクター鉄道が市民の足としてどの程度利用されているかを表す指標となる。また、この値は大きいほど市民の第三セクター鉄道を利用する距離が長いことを示しており、今回の分析では市民の足として利用されることを目的とする第三セクター鉄道を対象としているため、この利用されている程度をアウトプットに採用している。インプットとしては、第一に職員数を用いる。データは各年度の『鉄道統計年報』に記載の「職員」数（単位：人）を用いている。第二に資本として旅客車数（車両数）、駅数、また、レールの代理変数として営業キロ数を用いる。旅客車数は各年度版の『鉄道統計年報』に記載の「旅客車」数（単位：両）を用いる。また、駅数と営業キロは各年度版の『鉄道統計年報』に記載されている「年度末営業キロ」（単位：キロメー

トル）を用いている。さらに、第三に燃料（原材料）の代理変数として、「延日キロ」（単位：日キロ）を用いる。この変数も各年度『鉄道統計年報』から用いている。なおインプットの中で、職員数と延日キロはフローの変数、車両数、駅数、営業キロはストックの変数に分類する。DEAで用いたデータの定義と出所は表10、記述統計は表11に示している。

これらの変数を用いてのCRSモデルとVRSモデルにおける技術的効率性の値を計測する。なお、技術的効率性の計測の際にはSAITECH社のDEA-Solver Professional version6.0を用いる。

平成12年度から平成17年度にかけてCRSモデル、VRSモデル技術的効率性の計測結果は、それぞれ表12、表13で示される。

4. 技術的効率性の要因分析

DEAによって計算された技術的効率性の値を被説明変数とした要因分析に関する先行研究では、効率的な事業体の技術的効率性の値が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なわれている研究（野竿（2007）など）や、DEAによる技術的効率性の値がインプット・アウトプットの単位に影響されることから、その問題に対応するためにDEAで求めた技術的効率性の値から作成した効率順位を説明変数にした順位プロビット・モデルによる分析が行なわれている研究（宮良・福重（2002））が存在する。

本稿においてはトービット・モデルを用いて第三セクター鉄道事業体の効率値に与える要因を分析する。ただし、鉄道事業には規模の経済性があると仮定²³せず、被説明変数としてCRSモデルで計測した効率性の値を採用する。

²² 国土交通省のウェブサイト内「鉄道輸送統計調査」における「用語解説」のページ（<http://toukei.mlit.go.jp/tetsuyu/yougo.html>）に定義が記されている。

²³ もちろん、鉄道事業の規模の経済性に関する検定が必要である。

表 12 Network DEA を用いた技術的効率性の値 (CRS モデル)

No.	事業体名	6年間全体	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度
1	北海道ちほく高原鉄道	0.13	0.75	0.57	0.10	0.09	0.08	0.09
2	三陸鉄道	0.18	0.19	0.18	0.18	0.17	0.19	0.19
3	くりはら田園鉄道	0.06	0.10	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04
4	阿武隈急行	0.32	0.50	0.54	0.28	0.27	0.26	0.27
5	会津鉄道	0.21	0.29	0.30	0.20	0.19	0.18	0.18
6	秋田内陸縦貫鉄道	0.13	0.20	0.18	0.11	0.10	0.10	0.13
7	由利高原鉄道	0.15	0.22	0.21	0.14	0.12	0.14	0.13
8	しなの鉄道	0.58	0.94	1.00	0.51	0.49	0.48	0.45
9	山形鉄道	0.19	0.25	0.24	0.18	0.17	0.17	0.17
10	北越急行	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	埼玉新都市交通	0.29	0.27	0.28	0.29	0.31	0.31	0.30
12	北総開発鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	千葉都市モノレール	0.26	0.41	0.49	0.22	0.22	0.22	0.22
14	横浜新都市交通	0.35	0.33	0.33	0.34	0.39	0.38	0.36
15	ゆりかもめ	0.80	0.94	0.97	0.93	0.80	0.67	0.62
16	東京臨海高速鉄道	0.82	0.65	0.94	0.68	0.82	1.00	1.00
17	東葉高速鉄道	0.98	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97	0.97
18	多摩都市モノレール	0.68	0.66	0.83	0.58	0.64	0.66	0.74
19	鹿島臨海鉄道	0.28	0.51	0.60	0.23	0.23	0.22	0.21
20	野岩鉄道	0.18	0.59	0.78	0.14	0.14	0.12	0.12
21	いすみ鉄道	0.13	0.23	0.23	0.13	0.12	0.09	0.10
22	真岡鐵道	0.26	0.28	0.32	0.29	0.23	0.25	0.24
23	わたらせ渓谷鐵道	0.17	0.17	0.16	0.14	0.13	0.21	0.21
24	天竜浜名湖鉄道	0.19	0.30	0.36	0.16	0.16	0.16	0.15
25	明知鉄道	0.18	0.24	0.23	0.17	0.19	0.16	0.14
26	長良川鉄道	0.15	0.20	0.18	0.15	0.13	0.13	0.14
27	神岡鉄道	0.03	0.06	0.09	0.03	0.03	0.02	0.02
28	伊勢鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	のと鉄道	0.24	0.33	0.24	0.23	0.26	0.29	0.16
30	愛知環状鉄道	0.52	1.00	1.00	0.35	0.36	0.37	0.82
31	樽見鉄道	0.11	0.13	0.12	0.11	0.12	0.10	0.10
32	桃花台新交通	0.07	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.10
33	名古屋ガイドウェイバス	0.20	0.04	1.00	0.51	0.56	0.77	0.59
34	北大阪急行電鉄	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	大阪府都市開発	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36	神戸新交通	0.31	0.29	0.32	0.30	0.30	0.42	0.30
37	大阪高速鉄道	0.69	0.84	1.00	0.62	0.62	0.61	0.62
38	北条鉄道	0.19	0.20	0.20	0.17	0.17	0.18	0.21
39	三木鉄道	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05
40	北近畿タンゴ鉄道	0.19	0.29	0.30	0.19	0.17	0.16	0.15
41	信楽高原鐵道	0.26	0.39	0.37	0.23	0.22	0.23	0.22
42	智頭急行	0.41	0.41	0.44	0.43	0.40	0.41	0.40
43	若桜鉄道	0.21	0.24	0.23	0.22	0.21	0.18	0.17
44	錦川鉄道	0.25	0.35	0.55	0.28	0.22	0.20	0.16
45	広島高速交通	0.45	0.46	0.47	0.44	0.45	0.45	0.42
46	井原鉄道	0.20	0.23	0.28	0.17	0.18	0.17	0.19
47	水島臨海鉄道	0.16	0.23	0.26	0.13	0.14	0.13	0.12
48	阿佐海岸鉄道	0.04	0.07	0.08	0.03	0.03	0.03	0.03
49	土佐くろしお鉄道	0.32	0.48	0.82	0.27	0.28	0.26	0.23
50	北九州高速鉄道	0.26	0.37	0.40	0.23	0.24	0.22	0.21
51	甘木鉄道	0.20	0.25	0.28	0.19	0.19	0.15	0.17
52	南阿蘇鉄道	0.15	0.16	0.17	0.16	0.15	0.14	0.15
53	松浦鉄道	0.92	0.84	1.00	0.80	0.92	1.00	1.00
54	高千穂鉄道	0.33	0.25	0.24	0.22	0.56	0.39	1.00
55	平成筑豊鉄道	0.21	0.27	0.26	0.19	0.19	0.19	0.20
56	くま川鉄道	0.30	0.42	0.44	0.27	0.26	0.25	0.24
平均		0.36	0.43	0.48	0.34	0.35	0.35	0.36
標準偏差		0.30	0.31	0.33	0.29	0.30	0.31	0.33
最小値		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
最大値		0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02

表 13 Network DEA を用いた技術的効率性 (VRS モデル)

No.	事業体名	6年間全体	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度
1	北海道ちほく高原鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	三陸鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	くりはら田園鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	阿武隈急行	0.60	0.64	0.62	0.68	0.67	0.66	0.42
5	会津鉄道	0.41	1.00	1.00	0.33	0.35	0.34	0.25
6	秋田内陸縦貫鉄道	0.70	1.00	1.00	0.42	1.00	1.00	0.46
7	由利高原鉄道	0.45	0.46	1.00	1.00	0.33	0.40	0.26
8	しなの鉄道	0.96	1.00	1.00	0.99	1.00	0.96	0.83
9	山形鉄道	0.62	0.46	0.43	1.00	1.00	1.00	0.45
10	北越急行	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	埼玉新都市交通	0.41	0.40	0.38	0.39	0.42	0.50	0.39
12	北総開発鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	千葉都市モノレール	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	横浜新都市交通	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	ゆりかもめ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	東京臨海高速鉄道	0.92	1.00	1.00	1.00	0.78	0.86	0.97
17	東葉高速鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	多摩都市モノレール	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	鹿島臨海鉄道	0.46	0.48	0.48	0.53	0.51	0.50	0.33
20	野岩鉄道	0.59	1.00	1.00	0.53	0.58	0.52	0.37
21	いすみ鉄道	0.26	0.32	0.33	0.29	0.28	0.21	0.19
22	真岡鐵道	0.42	0.34	0.47	0.47	0.65	0.44	0.32
23	わたらせ渓谷鐵道	0.24	0.33	0.23	0.18	0.19	0.33	0.23
24	天竜浜名湖鉄道	0.53	0.56	0.69	0.51	0.49	0.66	0.38
25	明知鉄道	0.33	0.33	0.32	0.32	0.45	0.37	0.27
26	長良川鉄道	0.67	0.62	0.56	0.61	0.51	1.00	1.00
27	神岡鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	伊勢鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	のと鉄道	0.93	0.69	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	愛知環状鉄道	0.98	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31	樽見鉄道	0.19	0.18	0.22	0.18	0.26	0.19	0.15
32	桃花台新交通	0.10	0.06	0.07	0.07	1.00	0.13	0.13
33	名古屋ガイドウェイバス	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
34	北大阪急行電鉄	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	大阪府都市開発	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36	神戸新交通	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
37	大阪高速鉄道	0.90	1.00	0.90	0.90	0.90	0.98	0.78
38	北条鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
39	三木鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
40	北近畿タンゴ鉄道	0.73	1.00	1.00	0.78	0.76	0.72	0.44
41	信楽高原鐵道	0.62	0.64	0.57	0.57	0.70	0.66	0.62
42	智頭急行	0.69	0.56	1.00	1.00	1.00	0.52	0.51
43	若桜鉄道	0.69	1.00	0.75	1.00	1.00	0.51	0.42
44	錦川鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
45	広島高速交通	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
46	井原鉄道	0.29	0.27	0.28	0.32	0.32	0.32	0.27
47	水島臨海鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48	阿佐海岸鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
49	土佐くろしお鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50	北九州高速鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
51	甘木鉄道	0.45	1.00	1.00	0.40	0.39	0.33	0.30
52	南阿蘇鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
53	松浦鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
54	高千穂鉄道	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00
55	平成筑豊鉄道	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
56	くま川鉄道	0.66	0.70	0.77	1.00	0.65	0.63	0.44
平均		0.78	0.82	0.84	0.81	0.82	0.80	0.74
標準偏差		0.28	0.28	0.27	0.29	0.26	0.28	0.33
最小値		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
最大値		0.10	0.06	0.07	0.07	0.19	0.13	0.13

4.1 仮説と説明変数

本節では、主に以下6点の検証をおこなう。1)と2)は企業内部組織に関する検証であり、特に1)は民間の出資参加からの影響、2)は経営改善のための取り組みからの効果を考えている。3)と4)は鉄道事業の収入の特徴、5)は支出の特徴、6)は事業体が設立された時期を環境変数として考慮し、その影響を検証する。

- 1) 民間からの出資割合（単位：％）の与える影響
- 2) 委員会等による経営の定期的な点検評価体制の有無
- 3) 利用者からみた路線の特性
- 4) 事業体全体の収入に占める旅客運輸収入比率
- 5) 鉄軌道業営業費に占める人件費の割合
- 6) 第三セクター事業体が設立されてからの期間（単位：年）

本節では、1)を検証するため、説明変数にまず「民間出資割合」を用いる。これは経営の責任に関する官民の割合が技術的効率性に与える影響を考慮することになる。民間活力のガバナンス面での活用的一种として、この民間出資割合からの効果が正ならば技術的効率性に対して有効な活用、負ならば有効でない可能性を示唆できる。第三セクター事業体のデータは、平成12年度から平成17年度までの「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」の各年度版より「出資の状況」の頁における「出資金額（単位：千円）」の項目のうち「総額」と「うち民間」の金額（いずれも単位は「千円」）を用いている。

また、2)経営改善のための取り組みとして考えられる。委員会等による経営の定期的な点検評価体制の整っている事業体では、技術的効率性を高める効果が予想される。データは平成12年度から平成17年度までの「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」の各年度版より「委員会等による経営の定期的な点検評価体制の有無」を用いている。

3)を検証するために「輸送人員定期比率」からの影響を調べる。利用者の多くが定期を利用している路線は通勤、通学に利用される路線と考えられる。この変数からの影響を調べることで、今後開業が予想される第三セクター鉄道事業体に対して、利用者の傾向から開業後の技術的効率性の値を推測できる。データは、平成12年度から平成17年度までの「鉄道統計年報」の各年度版に掲載の「運輸成績表（数量）」より「輸送人員」の中から「定期」と「定期外」の比率を用いている。

4)に関しては、言い換えると第三セクター鉄道事業体の所属する組織形態からの影響とを考えることになる。第三セクター鉄道事業体は旅客運輸業務のほか、旅行業²⁴や売店業²⁵などからも収入を得ている。この割合が大きいということは、事業体全体でみて旅客運輸業務への収入の依存が大きいことを意味している²⁶。収入の旅客運輸業務への依存を高めることが主力事業をそもそもの事業である旅客運輸業務に集中させているとして、効率性に正の影響を与えているか、他の事業もある程度の収入を上げることが効率性に正の影響を与えているかを考えられる。

支出面から技術的効率性への影響を考察した5)について、本稿では支出額全体に対する人件費割合の大きさからの影響について扱っている。人件費の割合が多い事業体において、広告宣伝費等の旅客を増やすための他の費用に支出ができていない場合は技術的効率性に負の影響、そして、すでに広告を行う必要がない位に鉄道利用者に周知されていることからあまり他

²⁴ 三陸海岸鉄道や山形鉄道、真岡鉄道、わたらせ渓谷鉄道、若桜鉄道、松浦鉄道、くま川鉄道、高千穂鉄道で実施。

²⁵ 信楽高原鉄道、甘木鉄道で実施。

²⁶ 言い換えると、事業体全体の収入に占める旅客運輸収入割合が低いということは、旅客運輸業務への収入の依存が小さいことを意味しており、鉄道事業に関連する他の業務が好調であることも意味している。

表 14 技術的効率性の値の要因分析で用いるデータの定義と出所

対象 全336事業体（平成12～17年度）

	変数名	単位	定義	出所
被説明変数	技術的効率性	—	本稿第3節で計測	本稿
説明変数	民間出資割合	%	(民間出資額/総出資額) × 100	平成12年度から平成17年度までの各年度版「第三セクターの状況に関する調査結果」
	委員会等による経営の定期的な点検評価体制の有無を示すダミー変数	—	評価体制あり=1 評価体制なし=0	平成12年度から平成17年度までの各年度版「第三セクターの状況に関する調査結果」
	輸送人員定期比率	—	定期輸送人員/定期外輸送人員	平成12年度から平成17年度までの各年度版「鉄道統計年報」
	事業体全体の収入に占める旅客運輸収入割合	—	旅客輸送収入/総収入	平成12年度から平成17年度までの各年度版「鉄道統計年報」
	鉄軌道業営業費に占める人件費の割合	—	人件費/鉄軌道業営業費	平成12年度から平成17年度までの各年度版「鉄道統計年報」
	第三セクター事業体が設立されてからの期間	年	分析対象サンプルの年度－事業体設立年度+1	平成12年度から平成17年度までの各年度版「第三セクターの状況に関する調査結果」

表 15 技術的効率性の値の要因分析で用いるデータの記述統計

対象 全336事業体（平成12～17年度）

変数名	単位	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
技術的効率性	—	336	0.38	0.31	0.02	1.00
民間出資割合	%	331	34.60	18.19	0	76
委員会等による経営の定期的な点検評価体制の有無	—	330	0.31	0.46	0	1
輸送人員定期比率	—	336	1.47	1.17	0.04	9.34
事業体全体の収入に占める旅客運輸収入割合	—	335	0.91	0.50	0.01	8.67
鉄軌道業営業費に占める人件費の割合	—	335	0.54	0.11	0.25	0.77
第三セクター事業体が設立されてからの期間	年	336	18.55	6.38	3	40

の費用をかける必要がない場合には職員数や賃金を高めてよりよいサービスの提供を行えることから正の影響があるなど、様々な状況が考えられる。

また6)では、第三セクター鉄道事業体が設立された年度から、今回分析対象とした各年度までの期間を採用している。この変数を採用した理由は、各事業体の設立時期は大阪府開発鉄道の1965年から、しなの鉄道の1997年まで約30年の差があり、古くからある路線の多くが建設当時に旧国鉄、もしくはJR・私鉄が運営していた赤字路線を地元自治体や企業、住民の出資した第三セクターの路線として転換している一方、比較的新しい路線は私鉄と地元自治体が新規路線として建設した路線を第三セクターによって運営しているものの2種類に分類でき

るからである。これは、赤字転換路線と新規鉄道（特に新交通システム）では、設立時の収支状況が全く異なることを意味している。第三セクター鉄道の経営が厳しいと指摘される昨今においても新規路線の開業がなされていることから、設立時期が新しいほど、需要予測を精査に行い、実際に採算を取れるように効率的な運営が行われていることが推測される。データは平成12年度から平成17年度までの「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」の各年度版より「設立期 元号 年」を採用した。

用いるデータの定義と出所は表14、記述統計量は表15にまとめている。

4.2 パネル・トービット・モデルとその被説明変数

本節ではパネル・トービット・モデルによる分析をおこなう。ここでの被説明変数は、3節で推計された平成12年度から平成17年度の第三セクター鉄道事業を運営する事業体の技術的効率性の値である。

DEAでは、もっとも効率が良い事業体の技術的効率性の値を1と計算する。またその手法上、複数の事業体の技術的効率性の値を1と計算するため、被説明変数1が複数存在することになる。こういった切断された被説明変数データの問題に対応するためのモデルが、トービット・モデルである。

トービット・モデルによる推定は、観測できない被説明変数 y_{it}^* を、

$$y_{it}^* = x_{it}'\beta + u_{it}, \quad u_{it} = \mu_{it} + v_{it} \quad v_{it} \sim iidN(0, \sigma_v^2)$$

$y_i^* \geq c$ のとき $y_i = c$, $y_i^* < c$ のとき $y_i = y_i^*$ となる

とし、ここで、 $y_i^* < c$ のとき $d_{it} = 1$, $y_i^* \geq c$ のとき $d_{it} = 0$, とすると、以下の尤度関数

$$\log L = \sum_{i,t} (1 - d_{it}) \log \Phi \left(\frac{-x_{it}'\beta - \mu_{it}}{\sigma} \right) + \sum_{i,t} d_{it} \left\{ -\frac{1}{2} \log \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} (y_{it} - x_{it}'\beta - \mu_{it})^2 \right\}$$

の対数尤度を最大にするように、最尤法によって x_{it} の係数を求める。ここでは $c = 1$ として推定を行う。

また、 x_{it} は効率性に影響を与える要因を表す変数の行列である。さらに、 β は本節で想定する要因に関わる係数ベクトルである。

4.3 推定結果と解釈

推定結果は、表16のとおりである。モデル1は今回採用した全ての変数を用いたフルモデルを、モデル2は10%以下で有意な変数のみを用いて推定した結果、モデル3はモデル2よりさらに有意な変数のみを用いた結果である。

公民の関係性を示す出資割合の与える影響を測る変数「民間出資割合」の係数は、技術的効率性の値に対して5パーセント有意水準で正に有意な結果になっており、民間資本の活用、つまり民間からのガバナンスの重要性の一例を示せた。

表 16 技術的効率性の要因分析の推定結果

推計モデル番号 被説明変数	1 技術的効率性の値	2 技術的効率性の値	3 技術的効率性の値
民間出資割合	0.0078782 [2.48] **	0.0075931 [2.35] **	0.0075988 [2.33] **
委員会等による経営の定期的な点検評価体制の有	0.1018033 [1.32]	-0.0500874 [-1.42]	
輸送人員定期比率	-0.0614153 [-1.69] *		
事業体全体の収入に占める旅客運輸収入割合	-0.077189 [-2.44] **	-0.0722291 [-2.31] **	-0.0742655 [-2.38] **
鉄軌道業営業費に占める人件費の割合	-0.2199528 [-1.45]		
第三セクター事業体が設立されてからの期間	-0.015606 [-2.07] **	-0.0140637 [-1.87] *	-0.0140655 [-1.85] *
定数項	0.6429193 [3.04] ***	0.5172361 [2.68] ***	0.4454049 [2.37] **
Log Likelihood	-124.59963	-125.61482	-126.61505
Wald test	Wald chi2(6)=19.32 Prob > chi2 =0.0037	Wald chi2(4)=15.18 Prob > chi2 =0.0043	Wald chi2(3) = 13.1 Prob > chi2 =0.004

委員会等による経営の定期的な点検評価体制がある場合は10%基準においても有意な結果にならなかった。

第三セクター鉄道の利用者の状況に関しては、輸送人員における定期外利用者に対する定期利用者の割合が高いほど、モデル1では技術的効率性の値を低くしていることが10パーセント有意水準で示せた。定期利用割合が大きいほど車両編成や人員の配置（運転士に関してはダイヤの組み方）などインプットについて技術的効率性を高めるように計画的に扱うことが出来ると想定していたが、反対の結果となった。ただし、モデル2では10%の有意水準で有意な結果とはなっておらず、推定結果の頑健性があるわけではない。

第三セクター鉄道事業体全体の収入に占める旅客運輸収入割合からの影響については、負であることが5パーセント有意水準で示せた。旅客運輸以外の事業もある程度の収入を上げているほど効率性に正の影響を与えていると考えられる。

支出面から技術的効率性への影響に関する考察については、支出額全体に対する人件費割合からの影響が10%水準で有意な結果にならなかった。この結果は人件費への支出割合の大きさが特に技術的効率性に影響を与えないか、影響があるものの、正と負の影響が本稿の分析では相殺しあっていることが考えられる。

最後に、第三セクター事業体が設立されてからの期間（単位：年）からの影響であるが、モデル1では5%、モデル2、3では10%の有意水準でそれぞれ負に有意な結果となった。これは、古くからある路線の特徴である、元々赤字路線であり新規路線と比較して技術的効率性をなかなか上げにくい状況にあることを示していると考えられる。

以上の結果をまとめると、第三セクター鉄道事業においては民間出資割合を増やす民間活力の導入が重要であることが実証的に明らかと

なったといえる。さらに、旅客運輸事業以外の収入割合を増やすことで、結果として技術的効率性の値も高められることが示せた。

5. おわりに

本稿では、現在も各地で新規路線の建設の検討がなされているものの、既存路線の中には経営状況は良いとはいいきれず、近年路線の廃止も経験している第三セクター鉄道事業に対し、第1に技術的効率性の値を平成12年度から平成17年度までの6年間にかけてNetwork DEAを用いて計測した。第2に、6年間の技術的効率性の値に影響を与えている要因が何であるかを、実証分析において検討した。

本稿では効率性の要因について、民間出資割合を増やす民間活力の導入と旅客運輸事業以外の収入割合を増やすことが技術的効率性を高める効果を持つことが示せた。特に後者は鉄道事業に関連する事業における範囲の経済性を活かすことの効果を示しているといえる。

今後、第三セクター鉄道事業は新設、廃止といった再編が予想される中で、ストック変数を考慮した動学的包絡線分析法としてNetwork DEAを用いた第三セクター鉄道事業の技術的効率性の値の計測と、その値に与える要因の検討はこれまでの先行研究でなされていない。本稿の結果は今後の第三セクター鉄道事業の運営に対して技術的効率性を高めるための方法を示したものであるといえる。

参考文献

- 赤井伸郎（2006）『行政組織とガバナンスの経済学』有斐閣。
- 倉本宜史・広田啓朗「第3セクター鉄道における効率性と要因分析」『阪大経済学』、第57巻第4号。
- 坂本純一（1996）「第三セクター鉄道の効率性

「一包絡分析法DEAによる」『公益事業研究』 No.47 pp147-171。

実積寿也・中村彰宏 (2005)「鉄道事業者に対する効率的補助金の検討—一包絡分析法アプローチ—」『公益事業研究』 第57巻 第4号 pp21-29。

出井信夫 (2005)「第3セクター論」『新潟産業大学人文学部紀要』 第17号

刀根薫 (1993)『経営効率性の測定と改善』(株)日化技連出版会。

富田輝博 (2002)「企業の経営効率」『九州大学経済学会経済学研究』 第68巻第4・5号, 27-45。

中山徳良 (2002)「水道事業の経済効率性の計測」『日本経済研究』 No45, 6, pp23-40。

野田由美子 (2003)『PFIの知識』日本経済新聞社。

宮良いずみ・福重元嗣 (2002)「わが国における警察サービスの効率性評価—フロンティア関数とDEAによる比較—」『国民経済雑誌』 Vol.186, No5 pp63-80。

Banker R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984) "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol.30, pp.1078-1092.

Battese, G.E., Coelli, T.J. and Colby, T.C. (1989), "Estimation of Frontier Production Functions and the Efficiencies of Indian Farms Using Panel Data From ICRIASAT's Village Level Studies", *Journal of Quantitative Economics*, 5, 327-348.

Cave, D.W., Christensen, L. R. and Diwert, W.E. (1982) "Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers," *The Economic Journal*, Vol. 92, pp.73-86.

参考資料

国土交通省 (2002年)『鉄道統計年報』(平成12年度版) 平成14年3月。

国土交通省 (2003年)『鉄道統計年報』(平成13年度版) 平成15年3月。

国土交通省 (2004年)『鉄道統計年報』(平成14年度版) 平成16年3月。

国土交通省 (2005年)『鉄道統計年報』(平成15年度版) 平成17年3月。

国土交通省 (2006年)『鉄道統計年報』(平成16年度版) 平成18年3月。

国土交通省 (2007年)『鉄道統計年報』(平成17年度版) 平成19年3月。

総務省 (2001)「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」平成13年12月

総務省 (2003)「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」平成15年3月

総務省 (2004)「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」平成16年3月

総務省 (2005a)「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」平成17年3月

総務省 (2005b)「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」平成17年12月

総務省 (2006)「第三セクターの状況に関する調査結果の概要」平成18年12月

総務省 (2007)「第三セクター等の状況に関する調査結果」総務省報道資料「第三セクター等の状況に関する調査結果」

(URL: http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/071227_5.html, 2007年12月27日公表)。

総務省ウェブサイト「地方公共団体財政健全化法関係資料」(URL:<http://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/kenzenka/>)内、「基本資料(財政指標)」

Dynamic Technical Efficiency Analysis of Third Sector Railway in Japan

Takashi Kuramoto

Recent years, the center topic of reform in regional finance is management situation of affiliated organizations. From among these, I focus on the third sector railway company. The Japanese third sector railway companies have faced financial difficulties. Under such a situation, Subsidy to maintain route and cost of compensate for the future accumulated deficit become a resident load. Then more efficient management is needed for the third sector railway company. Consequently, I analyze the technical efficiency of the Japanese third sector railway companies by using Data Envelopment Analysis (DEA). The following results are obtained: first, private investment ratio has a positive influence on efficiency. Second, increasing income ratios other than passenger transport business improves efficiency.

JEL Classification: H42, H71, R49,

Keyword: Third Sector, Data Envelopment Analysis, Technical Efficiency, Dynamic Analysis