

わが国地方都市の路面電車・LRT事業における費用構造

—範囲の経済性と規模の経済性の計測をめぐって—

本稿の目的は、日本の地方都市における路面電車・LRT事業者を対象にして、範囲の経済性と規模の経済性を計測することである。2005～2014年度のパネルデータを用いて計測した結果、①路面電車・LRT事業と鉄道事業との兼業による範囲の経済性が存在する、②鉄軌道業全体、路面電車・LRT事業および、鉄道事業において、それぞれ規模の経済性が存在する、③範囲の経済性による費用節約効果は、鉄軌道業全体における規模の経済性および、路面電車・LRT事業と鉄道事業の各個別事業における規模の経済性による費用節約効果よりも大きい、が明らかになった。

キーワード | 範囲の経済性, 規模の経済性, 費用構造, 路面電車, LRT

井口智史

IGUCHI, Satoshi

経済学修士 和歌山大学大学院観光学研究科博士後期課程

1—はじめに

道路網の充実とモータリゼーションの進展により、日本の各都市において、路面電車が全面廃止ないし一部路線の廃止が繰り返し実施され、路面電車が地域の主要な「足」となっている都市は僅かしか残っていないのが現状である。

近年、人口の高齢化の進展にともない、高齢者などの交通弱者対策を含めて、公共交通の有用性が再認識されてきた。さらに、地球環境問題が深刻化するにつれて、地域の公共交通として、「環境にやさしい」路面電車・LRT事業の重要性が見直されている。

このように、路面電車・LRT事業の社会的役割の重要性が再評価ないし、新たに評価されるにつれて、工学的な分野での路面電車・LRT事業に関する研究は盛んに行なわれるようになった。他方、経済学の分野からの路面電車・LRT事業への研究とりわけ、費用構造の分析は未だほとんど着手されていない状況である。

周知のように、日本のいくつかの都市において、また世界の主要都市において、路面電車・LRT事業を単独で展開している事業者とともに、バス事業や鉄道事業など他の地域公共交通事業を兼業している事業者もいる。しかしながら、路面電車・LRT事業を取り巻く費用構造の分析が十分には行なわれていないため、費用面からみて、路面電車・LRT事業を実施する際に、どのような経営形態が望ましいのかが明らかにされていない。

本稿の目的は、路面電車・LRT事業を行なう事業者を対象にして、鉄軌道業全体の費用構造を明らかにすることによって、路面電車・LRT事業の経営形態と、導入・復活の可能性を含めた地域交通のあり方について検討するための基礎資料を提供することである。この目的を実現するため

に、日本の地方都市において路面電車・LRT事業を行なっている事業者から鉄道事業を兼業している事業者を選び出し、それら事業者を対象に、費用関数を計測することによって、規模の経済性と範囲の経済性の存在を検証する。

以下、第2章では路面電車・LRT事業だけではなく、それ以外の鉄道業に関する先行研究のレビューを行ない、路面電車・LRT事業における費用構造を分析する際の問題点を明らかにする。第3章では実証研究のためのモデル、データおよび採用する費用関数を説明する。第4章において、得られた実証結果を紹介する。

なお、以下では表記上の混乱を避けるために、路面電車・LRT事業を「路面電車・LRT事業」、それ以外の鉄道事業を「鉄道事業」、これら両者からなる事業全体を「鉄軌道業全体」と表記する。

2—先行研究

路面電車・LRT事業を対象にして、規模の経済性と範囲の経済性を計測した国内外の研究として発見できたのは、井口智¹⁾だけであった。井口智論文では、①路面電車・LRT事業と鉄道事業との間における範囲の経済性が存在する、②路面電車・LRT事業と鉄道事業の双方で規模の経済性が存在する、③路面電車・LRT事業に比べて、鉄道事業において規模の経済性の程度が大きい、の3点が明らかにされている。しかし、費用関数の説明変数として使用されている変数が、規模変数のみであり、生産要素価格のデータが含まれていない。

なお、規模の経済性と範囲の経済性以外のテーマを扱った路面電車・LRT事業に関する実証研究に、遠藤²⁾、繁田・松本・佐野³⁾、塚本・ペリー・吉川⁴⁾、井口智⁵⁾がある。

本稿では、路面電車・LRT事業を対象にして、規模の経

経済性と範囲の経済性に関する実証研究を行なう際の分析方法を検討するために、路面電車・LRT事業以外の鉄道事業を対象として規模の経済性と範囲の経済性を扱った文献をレビューすることにする。

これまでの実証研究の展望が、井口典・高嶋⁶⁾と大井⁷⁾にある。井口典・高嶋論文は、大手私鉄15社の企業別の規模の経済性と路線別の規模の経済性を計測している。これは、規模の経済性が自然独占性に決定的に重要な影響力をもつため、全国一律の基準で鉄道事業を規制することが望ましいのかどうかは、企業別・路線別に規模の経済性の程度を調べないと明らかにならないとの考え方からである。トランスログ費用関数を用いて計測した結果、①15社の企業別規模の経済性が存在することが確認されたが、②3社8路線別規模の経済性は路線ごとで結果が異なること、が明らかにされた。その後の主な研究は、次のとおりである。

須田・依田⁸⁾は、JR6社について、範囲の経済性と密度の経済性の有無を、トランスログ費用関数を用いて検証している。在来線の密度の経済性は、6社すべてで確認されたが、新幹線を運行する3社を対象とすると、新幹線の密度の経済性は部分的にのみ確認されるだけであり、新幹線と在来線との間の範囲の経済性は存在しないことが明らかにされている。須田・依田論文と同様の内容が、Ida and Suda^{9), 10)}にある。

柳川・吉野・播磨谷・岡村¹¹⁾は、須田・依田論文をベースにしなが、一般化トランスログ費用関数を用いて、JR6社すべてを対象にして、在来線と新幹線との間の範囲の経済性の有無を検証している。一般化トランスログ費用関数を用いると、「0(ゼロ)」の値を示す変数を加えた計算が可能になるため、JR6社を対象とした在来線と新幹線との間の範囲の経済性の計測が行なわれている。JR6社から得られた結果は、①規模の経済性は部分的に認められるが、その程度は緩やかに縮小する傾向がある、②範囲の経済性は存在しない、であった。ただし、③須田・依田論文と同様にJR3社について再計測すると、範囲の経済性の存在が確認された。

大井¹²⁾は、第三セクター鉄道事業者(39社)と民営鉄道事業者(68社)を対象に、費用構造を定量的に分析している。大井論文で明らかにされた推計結果から、規模の経済性の存在が確認しうる。とりわけ、都市部の鉄道事業者において、規模の経済性が顕著にみられた。

3—モデルとデータ

従来の諸研究と同様に本稿においても、規模の経済性とは、生産量の増加率よりも費用の増加率が小さいことを

指している。範囲の経済性とは、Baumol, Panzar and Willig¹³⁾によれば、複数の生産物を複数の事業者で生産するよりも、単一の事業者において同時に複数の生産物を生産することで、より費用節約的な事業運営が可能になることである。すなわち、事業者の業務範囲の拡大から生じる経済性を意味している。

範囲の経済性は、生産要素が複数の事業で共用されるときにも互いに他方を排除しない場合、生産要素の有効利用が可能になり、生産費用を抑制できることから生じると考えられている。たとえば、固定資本設備を共用する複数の事業を展開することで、個々の事業の固定費の負担ウェイトを小さくすることができる。また、管理費などは複数の事業で重複する部分が削減できる。

路面電車・LRT事業および鉄道事業の場合、各事業において従来から蓄積されてきたノウハウ・技術や情報および生産設備を、両事業において共用できれば、範囲の経済性が生じる可能性がある。路面電車・LRT事業と鉄道事業の両事業において共用可能な生産要素として考えられる要素は、車両および路線メンテナンス技術、駅舎管理ノウハウ、列車運行業務ノウハウ、これらノウハウ・技術を体現した従業員などである。

本稿では、範囲の経済性と規模の経済性の存在を確認するために、費用関数の推定を行なう。

一般的な費用関数は、(1)式であらわされる。

$$C = C(P_i, Y_j) \quad i = 1 \cdots m, \quad j = 1 \cdots n \quad \cdots \cdots (1)$$

記号：C = 費用, P = 生産要素価格, Y = 財の生産量
(以下の式も同様)

本稿では、推定する費用関数として、伝統的な関数型であるコブ・ダグラス費用関数、および従来の多くの研究と同様にトランスログ費用関数、さらにBaumol, Panzar and Willig¹³⁾がトランスログ関数よりも優れた関数型として提案した二次形式の費用関数の3種類を採用する。その理由は、特定形式の費用関数に偏った結論を避けるためである。

具体的には、以下の3つの費用関数を仮定し、推定することにした。

$$\ln C_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_i + u \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j \ln Y_j + \sum_i \beta_i \ln P_i$$

$$\frac{1}{2} \sum_j \sum_k \alpha_{jk} \ln Y_j \ln Y_k + \frac{1}{2} \sum_i \sum_l \beta_{il} \ln P_i \ln P_l$$

$$+\sum_j \gamma_{ji} \ln Y_j \ln P_i + u \dots\dots\dots (3)$$

$$C = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j Y_j + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \alpha_{jk} Y_j Y_k + u \dots\dots\dots (4)$$

記号: ln=自然対数, u = 誤差項 (以下の式も同様)

コブ・ダグラス費用関数 (2) 式を推定することによって、事業別の規模の経済性を検証する。トランスログ費用関数 (3) 式と二次形式の費用関数 (4) 式から、範囲の経済性と全事業の規模の経済性、および個々の事業の規模の経済性を検証する。

トランスログ費用関数を用いた研究の多くは、費用最小化の条件 (シェパードの補題) を用いて導出されるコストシェア方程式と費用関数を同時推定している。しかしながら、巨大な固定設備を必要とする路面電車・LRT事業や鉄道事業においては、単年度ごとの費用最小化は非現実的な仮定であるため、本稿では、コストシェア方程式との同時推定は行わず、費用関数を単独に推定した。

トランスログ関数には、費用関数として、次の4つの条件を満たす必要があると考えられている。

- ①投入要素価格に関する一次同次性の条件
- ②交差項についての対称性の条件
- ③産出量および投入要素価格に関する単調増加の条件
- ④凹性の条件

このうち、①と②の条件は、(3) 式に事前に課すことができることから、制約として事前に課しているため、既に満たされている。しかし、③と④の条件は事後的にチェックする必要がある。③の条件は、各生産物および、各投入要素価格の限界費用の値がプラスの場合、満たされていることになる。最後に、利潤最大化の条件である凹性については、本稿が分析対象とする路面電車・LRT事業や路線バス事業のような公共交通モードである場合、必ずしも満たされている必要はないであろう。

コブ・ダグラス費用関数の場合、(2) 式の推定結果より、(5) 式が個別事業の規模の経済性が存在するかどうかを示している。

$$SCALE_i = \alpha_i - 1 < 0 \dots\dots\dots (5)$$

コブ・ダグラス費用関数の場合、個別事業の規模の経済性は、各事業における総費用の増加率が、その事業の生産量の増加率よりも小さい時、当該事業において規模の経済性が存在するといえる。

なお、本稿では検討を容易にするために、判定基準の数値がマイナスになれば、各種経済性の存在が確認できるように定式化している。

トランスログ費用関数については、これまでの諸研究と同様に、範囲の経済性を検証するためには、その十分条件としての費用の補完性が成立すればよいとした。

$$\frac{\partial^2 C}{\partial Y_i \partial Y_j} < 0 \quad (i \neq j, \quad i, j = 1 \dots\dots m) \dots\dots\dots (6)$$

費用の補完性は、(6) 式のとおり、複数の財の生産量とともに増加した時に、費用節約的な効果が働く場合に成立する。この (6) 式を (3) 式のトランスログ費用関数に用いると、次の (7) 式が成立するかどうかを検定することによって、費用の補完性すなわち範囲の経済性が存在するかどうか判断できる。

$$SCOPE = \alpha_{ij} + \left(\alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \ln Y_j + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j \right) * \left(\alpha_j + \sum_i \alpha_{ij} \ln Y_i + \sum_i \gamma_{ij} \ln P_i \right) < 0 \dots\dots\dots (7)$$

鉄軌道業全体の規模の経済性は、両事業の規模が同時にn倍になった時、全体の費用がn倍以下にとどまる状況を意味している。(3) 式の推定結果より、トランスログ費用関数の場合、(8) 式が成立すれば、全事業の規模の経済性が存在するといえる。

$$SCALE_{all} = \sum_i \left(\alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \ln Y_j + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j \right) - 1 < 0 \quad (8)$$

第i生産物の規模の経済性は、(8) 式から類推しうるように、(9) 式から判別できる。

$$SCALE_i = \alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \ln Y_j + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j - 1 < 0 \dots\dots\dots (9)$$

トランスログ費用関数を推定する際、通常の場合は入手した各変数の値をそのまま使うのではなく、各変数の平均値からの乖離の値を用いる。本稿でも、平均値からの乖離の値を使って推定を行なう。その場合の検証は、トランスログ費用関数の近似点 (すなわち本稿では、第i生産物については、各データ群のサンプル平均値 $\overline{\ln Y_i} = 0$, ないし $\overline{Y_i} = 1$) で、範囲の経済性と規模の経済性を評価することになる。

二次形式の費用関数の場合、(4) 式の推定結果から、(10) 式が成立すれば、範囲の経済性が存在するといえる。

$$SCOPE = \frac{C(Y_i, Y_j) - \{C(Y_i, 0) + C(0, Y_j)\}}{C(Y_i, Y_j)} < 0 \dots\dots\dots (10)$$

二次形式の費用関数の場合、個別事業の規模の経済性は、(11)式のように、平均増分費用(AIC)と限界費用(MC)の比率から判断できる。

$$SCALE_i = \left(\frac{MC_i}{AIC_i} \right) - 1 < 0 \dots\dots\dots (11)$$

財 Y_i の平均増分費用に対する限界費用の比の値が1より小さい時、財 Y_i の生産に関して規模の経済性が存在するといえる。

なお、増分費用(incremental cost)(IC)とは、たとえば2財(Y_i, Y_j)のケースを想定すると、財 Y_i の生産量を固定させたまま、財 Y_i の生産量を0(ゼロ)から特定の水準(たとえば Y_i^A)まで増加させた場合の費用増加分である。このICを Y_i^A で割った値が、平均増分費用(AIC)となる。

二次形式の費用関数の場合、全事業の規模の経済性は、(11)式で示された個別事業の規模の経済性を拡張することで得られる(12)式から判断できる。

$$SCALE_{all} = \frac{Y_i MC_i + Y_j MC_j}{C(Y_i, Y_j)} - 1 < 0 \dots\dots\dots (12)$$

本稿の目的が、日本の地方都市における公共交通のあり方を探るための基礎データを収集することであるため、東京を除いた日本の地方都市で、路面電車・LRT事業と鉄道事業を兼業している事業者を対象に、これら二つの事業を供給する2財モデルを仮定して、費用関数の推定を行なう。

本稿が対象とした年度は、最新の10年間のデータが入手可能な2005年度から2014年度までであり、この10年間でプールしたバランスド・パネルデータを用いた。この時期に日本で路面電車・LRT事業を行なっている事業者数は19社であるが、2事業者は東京都で営業しているため、地方都市の事業者数は17である。そのうち、札幌市(交通局)、豊橋鉄道、富山地方鉄道、京阪電気鉄道、広島電鉄、伊予鉄道の6事業者が、路面電車・LRT事業と鉄道事業を兼業している。但し、表一1の参考欄から分かるように、輸送人員でみると、札幌市と京阪電気鉄道の2事業者は、鉄道事業の規模が非常に大きく、そのため路面電車・LRT事業と鉄道事業との規模格差は、他の4事業者とは大きく異

なっている。そのため、本稿では、札幌市と京阪電気鉄道の2事業者を除いた4事業者(豊橋鉄道、富山地方鉄道、広島電鉄、伊予鉄道)を分析対象とした。

表一1が、2014年度データでみた4事業者(参考として、さらに2事業者)の基本情報である。輸送人員でも路線長でも、広島電鉄だけが、路面電車・LRT事業の規模が鉄道事業の規模を上回っていることが分かる。その他の事業者は、鉄道事業の規模が路面電車・LRT事業の規模よりも大きくなっている。表一1において、これ以外に目立った特徴としては、路線長でみて、富山地方鉄道の鉄道事業の規模が、路面電車・LRT事業の規模を大きく上回っていることである。

本稿のように、パネルデータを用いて費用関数の推定を行なおうとする場合、推定した費用関数が妥当性をもつためには、対象期間を通じて、個々の事業者の費用構造が変動しないことが望ましい。もし、対象期間中の特定の時期に、費用構造の変動が起こっている場合、その期から入手した「異常値」を標準的なデータであると誤って認識したまま計測を行なうと、推定結果に何らかの偏りが生じることになる。この場合、一般に用いられる対処方法は2通りある。一つは、「ダミー変数」(構造変動が起こった時期だけ1、それ以外の期間を0とする変数)を使って、費用構造に変動が起こった時期から生じる影響を除去する方法である。もう一つの方法は、構造変動が起こった特定の時期を除外する方法である。本稿では、費用構造の変動の内容や程度は、事業者や時期によって異なり一様ではないと思われるため、「1, 0」のダミー変数のみでは費用構造の変動を十分に把握することは困難であると考え、構造変動が起こった時期を除く後者の方法を採用した。

本稿では、対象とする4事業者の費用構造が、対象期間を通じて変動しなかったかどうかを、年度ごとのダミー変数を用いて確認することにした。具体的には、次のような方法を採用した。例えば、富山地方鉄道を例にとると、富山地方鉄道の10年間の年度ごとの各コストシェア(人件費シェア、修繕費シェア、動力費シェア)の値と、1年度だけ「1」で他の9年度はすべて「0」とするダミー変数との相関係数を求め、計測された相関係数が統計的に有意かどうかを検定した。2005年度だけが「1」の場合、2006年度だけが

■表一1 対象事業者の基本情報

2014年度のデータ

事業者名	富山地方鉄道	豊橋鉄道	広島電鉄	伊予鉄道	参 考		
					札幌市	京阪電気鉄道	
所在地	富山市	豊橋市	広島市	松山市	札幌市	大阪市	
輸送人員 (千人)	路面電車・LRT事業	4,445	3,003	38,927	6,910	62,538	16,449
	鉄道事業	5,422	7,495	17,492	11,497	264,291	264,026
年度末路線長 (キロメートル)	路面電車・LRT事業	8	5	19	10	9	22
	鉄道事業	93	18	16	34	48	69
旅客車保有台数 (台)	路面電車・LRT事業	19	17	149	41	33	62
	鉄道事業	49	30	153	56	376	703

出所：国土交通省鉄道局監修『鉄道統計年報』より作成

■表—2 変数の基本統計量

2005～2014年度データ

変数	平均	標準偏差	最小値	中央値 (メジアン)	最大値	最大値/ 最小値	標本数
路面電車・LRT事業の営業費合計 (諸税他除く) (1,000円) (CL)	1,340,459	1,414,218	320,814	610,589	3,904,719	12.17	38
鉄道事業の営業費合計 (諸税他除く) (1,000円) (CR)	1,356,232	302,861	844,188	1,455,398	1,702,254	2.02	38
鉄軌道業全体の営業費合計 (諸税他除く) (1,000円) (CT)	2,696,691	1,587,039	1,211,282	2,148,483	5,606,973	4.63	38
路面電車・LRT事業の人キロ (千人キロ) (L)	35,030	41,384	7,273	12,589	107,668	14.80	38
鉄道事業の人キロ (千人キロ) (R)	68,846	20,096	46,439	63,458	101,503	2.19	38
人件費シェア (%)	77.713	7.696	59.515	80.330	87.693	1.47	38
修繕費シェア (%)	11.218	6.244	4.537	10.044	31.513	6.95	38
動力費シェア (%)	11.070	5.279	6.015	8.978	20.976	3.49	38
賃金率 (1,000円) (WT)	5,996	2,771	4,366	5,278.606	21,437	4.91	38
燃料価格 (1,000円) (FT)	0.014	0.001	0.010	0.014	0.017	1.66	38
修繕関連要素価格 (1,000円) (MT)	40	24	16	30.596	112	6.87	38

注：サンプル数 = 38 (以下の表3～表5も同じ)
出所：国土交通省鉄道局監修『鉄道統計年報』より作成

「1」の場合、……と、事業者ごとの各コストシェアについて10通りの計算を行なった。計算結果は、文末の附表のとおりである。

富山地方鉄道の人件費シェアの場合、10年間の各年度の人件費シェアの値と、2005年度だけ「1」で他の9年間は「0」とするダミー変数との相関係数は、「0.226」となり統計的に有意ではなかった。この結果から、富山地方鉄道の2005年度における人件費シェアは、他の9年間と比べて、変動はなかったとみなすことができる。しかし、10年間の各年度の人件費シェアの値と、2009年度だけ「1」で他の9年間は「0」とするダミー変数との相関係数は、「0.766」となり1%水準で統計的に有意となった。この結果から、富山地方鉄道の2009年度における人件費シェアは、他の9年間と比べて、特異な状況であったと判断できる。

以上の計算方法で算出された相関係数が1%水準で有意であったケースにおいて、費用構造に何らかの変動があったと推測することにした。その結果、費用構造に変動があったケースとして、次の4ケースが明らかになった。

- 富山地方鉄道：2009年度の人件費シェア
- 富山地方鉄道：2009年度の修繕費シェア
- 伊予鉄道：2014年度の人件費シェア
- 伊予鉄道：2014年度の修繕費シェア

この計算結果を参考にして、本稿においては、2009年度の富山地方鉄道と、2014年度の伊予鉄道をサンプルから除外することにした。最終的に、本稿において費用関数を推定する際に用いたサンプル数は38となった。

本稿で用いた費用データは、鉄軌道業全体の営業費合計（諸税他除く、以下同じ）(CT)、路面電車・LRT事業の営業費合計 (CL)、鉄道事業の営業費合計 (CR)、規模変数

は路面電車・LRT事業と鉄道事業のそれぞれの人キロ (L, R) である。生産要素価格として、人件費を職員数で割った賃金率 (WT)、動力費を動力使用量で割った燃料価格 (FT)、修繕費を列車走行キロで割った修繕関連要素価格 (MT) を用いた。すべての統計データは、国土交通省鉄道局監修『鉄道統計年報』から入手した。

表—2のデータを横方向にみて、最大値が最小値の何倍になるかを考えると、営業費規模では路面電車・LRT事業では12倍、鉄道事業では2倍、鉄軌道業全体では5倍となり、路面電車・LRT事業での規模の格差が大きいことが分かる。人キロについても同様に、路面電車・LRT事業での規模の格差が大きい。コストシェアについて、人件費の格差が最小になっている。生産要素価格では、修繕関連要素価格の格差が大きい。次に、表—2のデータの平均を縦方向にみると、営業費規模の平均は路面電車・LRT事業と鉄道事業でほぼ同一となっている。人キロについては、鉄道事業に比べて路面電車・LRT事業の小規模さが際立っている。

4—実証分析の結果

(2) 式から (4) 式までの費用関数を推定した結果を紹介する。コブ・ダグラス費用関数 (2) 式を推定した結果、(13) 式と (14) 式が得られた。() 内の数値は、通常用いられているt値である。すなわち、推計した回帰係数の「0 (ゼロ)」からの乖離を検定する際のt値である。[] 内の数値は、推計した回帰係数が「1」と統計的に有意な差があるかどうかを検定するためのt値である。(13) 式では、自由度調整済み決定係数が0.9を超えており、十分に信頼できる結果が得られている。(14) 式においては、自由度調整済み決定係数は0.6を少し上回る値であるが、F検定では5%水

$$\ln CL = 4.759 + 0.899 \ln L^{***} \quad (13)$$

$$(29.815) \quad \overline{R^2} = 0.960$$

$$[-3.350]$$

$$\ln CR = 6.427 + 0.691 \ln R^{***} \quad (14)$$

$$(7.724) \quad \overline{R^2} = 0.613$$

$$[-3.454]$$

記号： $\overline{R^2}$ = 自由度調整済み決定係数、()内 = t値

[]内 = 1からの乖離を検定するためのt値

注：*** = t検定両側1%水準で有意

** = t検定両側5%水準で有意

* = t検定両側10%水準で有意
(以下も同様)

準で統計的に有意となり、6割程度の説明力がある。いずれの回帰係数も1よりも小さく、「0(ゼロ)」からの乖離においても、また「1」からの乖離においても、スチューデントのt検定両側1%水準で統計的に有意である。

上述したように、各変数の平均値からの乖離の値を用いてトランスログ費用関数(3)式を推定した結果が、表—3である。自由度調整済み決定係数は0.99以上と非常に高い値が得られた。推計した(3)式について、確率攪乱項に自己相関(ないし系列相関)があるかどうかを検証するために算出したダービン・ワトソン比(DW)をみると、1.640であり、臨界値の下限(0.291)と上限(2.923)の間に位置するため、自己相関があるかどうかは「不明」となっている。次に、回帰係数の有意性をみると、定数項を除いた20の説明変数のうち16の変数の推計値が統計的に有意である。有意でなかったのは、4変数にすぎなかった。

この推定結果では、事業規模と生産要素価格の一次項(L, R, WT, FT, MT)の値がすべてプラスであるため、関数の近似点においては、トランスログ関数の費用関数として4つの条件の3番目の条件(各生産物および、各投入要素価格に関する単調性=それらの限界費用がプラス)が充足されている。

表—4のように、二次形式の費用関数(4)式の推定結果をみると、いずれの係数もt検定で有意な結果は得られなかった。そのため、本稿では3つの異なった形式の関数で費用関数を推定する予定であったが、二次形式の費用関数は採用しないことにした。

範囲の経済性と規模の経済性の有無を判断するために、コブ・ダグラス費用関数の推定結果である(13)式と(14)式および、トランスログ費用関数の推定結果である表—3から得られた数値を、(5)式および、(7)式から(9)式までの各式にそれぞれ代入した。得られた数値をまとめた

■表—3 トランスログ費用関数の推定結果(被説明変数=CT)

説明変数	係数	t値
定数項	0.124	
L	0.524	***
R	0.367	**
L*L	0.274	**
R*R	2.188	**
L*R	-2.184	***
WT	0.101	**
FT	0.009	**
MT	0.076	***
WT*WT	-0.079	**
FT*FT	0.382	
MT*MT	0.014	
WT*FT	0.534	
WT*MT	0.392	**
FT*MT	-0.015	**
L*WT	-0.778	**
L*FT	0.214	
L*MT	-0.143	**
R*WT	3.058	***
R*FT	-0.535	**
R*MT	0.570	*
$\overline{R^2}$	0.998	
DW	1.640	
	dl=0.291 du=2.923	

記号：DW=ダービン・ワトソン比

dl = 有意水準1%の下限、du = 有意水準1%の上限

■表—4 二次形式の費用関数の推定結果(被説明変数=CT)

説明変数	係数	t値
定数項	20,181	
L	76.765	1.438
R	3.154	0.057
L*L	-0.001	-1.545
R*R	0.0001991	0.384
L*R	0.0002635	0.249
$\overline{R^2}$	0.993	
DW	1.022	
	dl=1.019 du=1.585	

記号：DW=ダービン・ワトソン比

dl = 有意水準1%の下限、du = 有意水準1%の上限

■表—5 範囲の経済性と規模の経済性の計測結果

関数型	範囲の経済性	全事業の規模の経済性	路面電車・LRT事業の規模の経済性	鉄道事業の規模の経済性
コブ・ダグラス費用関数			-0.101	-0.309
トランスログ費用関数	-1.991	-0.109	-0.476	-0.633

注：数値がマイナスの場合、範囲の経済性および規模の経済性の存在が確認できる。

のが、表—5である。

表—5で示された計測結果を検討することで、次の5点が明らかになった。上述したように本稿では、検討を容易にするために、判定基準の数値がマイナスになれば、各種経済性の存在が確認できるように定式化している。

- ①範囲の経済性が存在するか否かを判断する基準である数値がマイナスになっており、範囲の経済性の存在が確認できる。単一事業者において、路面電車・LRT事業と鉄道事業を同時に展開することによって、費用節約的な事業運営が可能になることが分かった。
- ②全事業の規模の経済性が存在するか否かを判断する

基準である数値がマイナスになっており、全事業の規模の経済性の存在が確認できる。

- ③路面電車・LRT事業の規模の経済性が存在するか否かを判断する基準である数値がマイナスになっており、路面電車・LRT事業において規模の経済性の存在が確認できる。
- ④鉄道事業の規模の経済性が存在するか否かを判断する基準である数値がマイナスになっており、鉄道事業において規模の経済性の存在が確認できる。
- ⑤範囲の経済性が存在するか否かを示す数値が、全事業の規模の経済性の存在や、路面電車・LRT事業および鉄道事業における規模の経済性の存在を示す数値に比べて、絶対値が大きくなっている。全事業の規模の経済性や個別事業の規模の経済性と比較して、範囲の経済性による費用節約効果が大きいことが分かる。

5——結びにかえて

本稿で得られた計測結果から、路面電車・LRT事業と鉄道事業を、単一事業者において兼業することにより、費用節約効果が発生することが明らかになった。さらに、範囲の経済性から生じる費用節約効果は、全事業の規模の経済性や路面電車・LRT事業および鉄道事業の個別事業における規模の経済性から生じる費用節約効果よりも大きいことが分かった。

最後に、本稿では扱わなかった残された課題を3点指摘する。課題の一つは、推計に用いる費用関数に関連している。本稿では、路面電車・LRT事業と鉄道事業を兼業する

事業者のみを対象とした。路面電車・LRT事業と鉄道事業を兼業していない事業者を含めると、営業していない事業の数値が「0(ゼロ)」になり、コブ・ダグラス費用関数とトランスログ費用関数は、0値を含むサンプルを推定できないからである。今後は、一般化トランスログ費用関数を用いることによって、地方都市で営業する路面電車・LRT事業者17社すべてを対象とした範囲の経済性と規模の経済性を計測することが望ましい。

残された第2の課題は、路面電車・LRT事業と鉄道事業との兼業によって範囲の経済性が生じる場合、その要因を明らかにすることである。路面電車・LRT事業と鉄道事業を対象とした従来の諸研究において、規模の経済性や範囲の経済性の存在を検証する分析は実施されてきたが、その源泉が何であるかについては、未だ十分には検討されていない。大規模な固定設備を必要とする路面電車・LRT事業や鉄道事業では、規模の経済性が確認できることは、容易に想像がつく。今後は、これらの事業において、範囲の経済性を生じさせる要因を分析することが重要である。

残された第3の課題は、範囲の経済性および規模の経済性の程度に係わっている。(2)式と(3)式の推定結果を、(5)式および(7)式から(9)式までの各式にそれぞれ代入して得られる数値から明らかになることは、範囲の経済性および規模の経済性が存在するか否かだけである。もし、範囲の経済性および規模の経済性の存在が確認できた場合でも、現実に意味がある大きさであるかどうかは明らかにならない。今後は、範囲の経済性および規模の経済性の大きさを評価する方法を検討することが必要である。

■附表 費用構造の変動の検証：コストシェアとダミー変数との相関係数

富山地方鉄道			
年度	人件費シェア	修繕費シェア	動力費シェア
2005	0.226	-0.030	-0.367
2006	-0.043	0.203	-0.211
2007	0.119	-0.211	0.084
2008	-0.145	-0.112	0.422
2009	<i>0.766</i>	<i>-0.803</i>	-0.248
2010	0.158	-0.132	-0.098
2011	-0.469	0.145	<i>0.644</i>
2012	-0.345	0.440	-0.001
2013	-0.269	0.181	0.230
2014	0.002	0.318	-0.456

広島電鉄			
年度	人件費シェア	修繕費シェア	動力費シェア
2005	0.271	-0.329	0.410
2006	0.080	-0.128	0.358
2007	-0.237	0.208	0.270
2008	-0.355	0.365	-0.014
2009	0.460	-0.451	-0.163
2010	0.526	-0.461	-0.617
2011	0.073	-0.049	-0.207
2012	-0.175	0.229	-0.390
2013	-0.564	0.581	-0.018
2014	-0.080	0.035	0.371

注：二重枠（イタリック体）= t分布両側1%水準で有意
太枠（イタリック体）= t分布両側5%水準で有意

豊橋鉄道			
年度	人件費シェア	修繕費シェア	動力費シェア
2005	-0.546	0.551	-0.385
2006	-0.495	0.501	-0.353
2007	-0.470	0.471	-0.300
2008	0.239	-0.230	0.076
2009	0.245	-0.206	-0.157
2010	0.306	-0.252	-0.239
2011	0.231	-0.221	0.059
2012	0.199	-0.219	0.285
2013	0.152	-0.181	0.332
2014	0.139	-0.213	<i>0.682</i>

伊予鉄道			
年度	人件費シェア	修繕費シェア	動力費シェア
2005	0.420	-0.409	-0.388
2006	0.282	-0.255	-0.357
2007	0.160	-0.146	-0.197
2008	-0.083	0.038	0.290
2009	0.257	-0.272	-0.130
2010	0.057	-0.040	-0.130
2011	0.029	-0.009	-0.121
2012	-0.029	0.053	-0.093
2013	-0.268	0.175	<i>0.662</i>
2014	<i>-0.825</i>	<i>0.864</i>	0.464

規模の経済性や範囲の経済性に関して検証することは、事業者の最適な規模や最適な事業の組み合わせを論じる際に、有益な指標となる。地域交通の今後を考える場合、路面電車・LRT事業における費用構造に関する研究の発展が必要不可欠である。

謝辞: 本稿作成に当たり、辻本勝久先生(和歌山大学大学院教授)と足立基裕先生(和歌山大学大学院教授)から懇切丁寧な指導を受けた。また、本誌の匿名の査読者からは、適切なお意見と疑問点を賜った。お世話になった先生方に、記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 井口智史 [2015], “地方都市における路面電車・LRT事業者の範囲の経済性と規模の経済性の計測”, 「土木計画学研究・講演集」, 52巻, pp.1246~1249.
- 2) 遠藤玲 [2005], “軌道系路面公共交通システムコスト構造の比較分析の試み”, 「土木計画学研究・講演集」, 31巻, pp.1~4.
- 3) 繁田慶一・松本昌二・佐野可寸志 [2006], “乗車人数の計量分析による日本と英仏の路面電車(LRT)の比較”, 「土木計画学研究・講演集」, 33巻.
- 4) 塚本直幸・ペリー史子・吉川耕司 [2014], “路面電車運行都市の特性に関する基礎的分析”, 「都市計画論文集」, 49巻3号, pp.417~422.

- 5) 井口智史 [2015], “路面電車・LRT 事業の都市間比較からみた導入・復活の可能性”, 「交通学研究」, 58号, pp.105~112.
- 6) 井口典夫・高嶋裕一 [2002], “鉄道事業の市場特性分析と政策への示唆——企業別・路線別の規模の経済性計測——”, 「運輸政策研究」, 4巻4号, pp.23~32.
- 7) 大井尚司 [2007], “第三セクター地方鉄道の経営に関する定量分析”, 神戸大学大学院経営学研究科博士論文(営博-い-155).
- 8) 須田昌弥・依田高典 [2004], “民営化後のJR6社の密度・範囲の経済性ならびに地域間費用格差”, 「運輸政策研究」, 7巻1号, pp.34~42.
- 9) Ida, T. and Suda, M. [2002], “The Cost Structure of the Japanese Railway Industry: The Economies of Network Density and of Scope and the Cost Gap between Japan's Regional Railways After Privatization”, 京都大学大学院経済学研究科Working Paper, 59号.
- 10) Ida, T. and Suda, M. [2004], “The Cost Structure of the Japanese Railway Industry: The Economies of Network Density and of Scope and the Cost of Gap Between Japan's Regional Railways After Privatization”, *International Journal of Transport Economics*, Vol. 31, No.1, pp.23-37.
- 11) 柳川隆・吉野一郎・播磨谷浩三・岡村薫 [2010], “旅客鉄道の生産性と幹線旅客鉄道におけるモード間競争”, 公正取引委員会競争政策研究センター共同研究報告書, CR 02-09.
- 12) 大井尚司 [2007], “第三セクター地方鉄道の費用構造に関する計量分析”, 「交通学研究」, 50号, pp.99~108.
- 13) Baumol, W.J., Panzar, J.C. and Willig, R.D. [1982], *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*, Harcourt Brace Jovanovich.

(原稿受付2018年8月16日, 受理2019年3月8日)

The Measurement of the Economies of Scope and of Scale on Japanese Local Tram Operating Companies

By Satoshi IGUCHI

The purpose of this paper is to measure the economies of scope and of scale on Japanese tram industry. Balanced panel data from 2005 to 2014 for Japanese local tram operating companies by operating both tram business and rail business are analyzed using several different cost functions. Several policy applications are presented. Scope economies, all product economies and product-specific economies for tram business and rail business exist. The economies of scope has more cost saving effects than the economies of scale on tram business and rail business, and the economies of scale on all products.

Key Words : *economies of scope, economies of scale, cost structure, local tram operating companies, LRT(light rail transit)*
