

東京都市圏における都市鉄道の路線別の効率性に関する研究
 —収支率と混雑率のトレードオフの観点から—



AH17027 岡 南波
 指導教員 楽 奕平
 指導教員 岩倉 成志

1. 背景と目的

我が国の大都市圏鉄道は、複数の路線で依然として高い混雑率が問題となっている。そのため、社会的に混雑緩和が必要とされているが、高齢化や人口減少等による需要の伸び悩みにより設備投資が十分に行われていない^[1]。加えて、新型コロナウイルスによるテレワークの普及で鉄道需要の減少傾向に伴い収益減少が見込まれる。そこで、混雑率が減少しても都市鉄道の採算性を維持するための方策が求められている。

以上より、本研究は、(1)関東大手民鉄の18路線を対象に定量的に各路線の混雑率と収支率の実態を把握すること、(2)(1)で整理したデータを用いて、DEAにより鉄道路線の経営効率性を分析するとともに、混雑率が同程度に低い収支率の異なる3路線を比較することにより、鉄道路線の収支率に影響を与える要因を分析すること、(3)(1)で整理したデータを用いて、高収支率を維持しつつ混雑率を低下させた路線を分析することにより、効果的な混雑率低下策について考察を行うことを目的とする。

2. 関東大手民鉄の収支率と混雑率の実態把握

2-1. 対象とデータの概要

2005～2017年の関東大手民鉄の18路線を対象に、路線別の主要区間の混雑率^[2]、路線別の営業収益^[3]、事業者別の営業費^[3]、路線別の旅客人キロ^[3]を各種統計データから収集した。

2-2. 収支率と混雑率の算出

始めに路線別の営業収支比率を算出する。営業収支比率とは、料金収入の営業活動から生じる収益で、人件費や燃料費等の営業費をどの程度賄えているのかを表す指標である^[4]。

$$\text{営業収支比率(\%)} = \frac{\text{営業収益}}{\text{営業費}} \times 100$$

路線別の鉄道事業営業収益は、路線別の旅客運輸収入と路線別の運輸雑収の合計と定義する。鉄道事業営

業費に関しては路線別のデータが公表されていないため、梅原^[5]の算出方法を参考に事業者別の人件費と事業者別の経費を旅客人キロの比を用いて路線別のデータとして定義し、その合計を営業費とする。以下図1は2017年度の収支率と混雑率の相関図を示す。最も混雑率が高く収支率が低い路線は東西線(メトロ)であり、これは200%近い混雑率ではあるが混雑区間が短いため収益が伸びていないと考えられる。

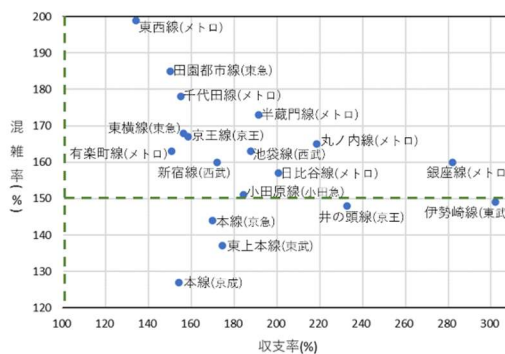


図1 路線別の収支率と混雑率の相関図(2017年)

3. 経営効率性と収支率への影響要因分析

経営効率性を分析するため、本研究は包絡分析法(Data Envelopment Analysis ; DEA)の基礎モデルであるCCRモデルを用いる。ここでは、比率尺度により事業者の効率性を相対比較する^[6]。便益の産出/資源の投入を出力/入力と捉え、複数の項目を用いてより少ない投入でより大きな産出を目指す。入力項目の値: $x_r (r = 1, \dots, m)$, 出力項目の値: $y_i (i = 1, \dots, s)$, 入力ウェイト: $v_r (r = 1, \dots, m)$, 出力ウェイト: $u_i (i = 1, \dots, s)$ と定義する。

$$\text{目的関数 } \theta = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}}$$

$$\text{制約式 } \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0, u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

最適解を (v^*, u^*) としたとき、 $\theta^* = 1$ ならば効率的、 $\theta^* < 1$ ならば非効率的となる。

混雑率が同程度に低い収支率の異なる路線として、**図 1** より混雑率が 150%のライン上にある伊勢崎線(東武)と井の頭線(京王)と小田原線(小田急)を抽出した。この 3 路線について、収支率に影響を与える要因を分析するため DEA を用いて経営効率性を算出した。入力項目には人件費と経費、出力項目には旅客運輸収入と運輸雑収をそれぞれ使用する。以下**表 1** は 2017 年度の経営効率性と改善率を示す。改善率とは効率値に対する現状値の改善の余地を表す。**表 1** より伊勢崎線と銀座線(メトロ)が 18 路線の中で最も効率的となった。同程度混雑率の 3 路線を比較すると、井の頭線の運輸雑収の改善率が大きいと分かる。これは、営業キロが 12.7 キロと他路線より短いため、運輸雑収に含まれる構内営業料金や旅客雑収等を増加させるのが困難であったためと考えられる。銀座線の営業キロが 14.3 キロと短いにもかかわらず経営効率性が高いのは、銀座や上野、浅草等の大規模な観光地を抱えているという沿線価値があるためと考えられる。また**図 1** より、収支率が高い路線ほど運輸雑収の改善率が低いと分かる。これは、事業者の努力で運輸雑収をどれだけ増加させられるかが収支率の高低に大きく関わることを示す。なお、小田原線は旅客運輸収入の改善率が比較的小さい値となっているが、2018 年に複々線化したことで、その後利用者が増加し経営効率性がより上がるのではないかと考えられる。

表 1 経営効率性と改善率(2017 年)

路線	経営効率性	改善率			
		人件費	経費	旅客運輸収入	運輸雑収
東武	伊勢崎線	1.000	0%	0%	0%
	東上本線	0.595	0%	0%	134%
西武	新宿線	0.781	-29%	0%	596%
	池袋線	0.821	-29%	0%	143%
京成	本線	0.572	0%	0%	199%
	京王線	0.625	-9%	0%	287%
京王	井の頭線	0.947	-9%	0%	631%
	小田急	0.850	-33%	0%	311%
東急	東横線	0.591	-12%	0%	86%
	田園都市線	0.573	-12%	0%	113%
京急	本線	0.633	0%	0%	397%
	銀座線	1.000	0%	0%	0%
メトロ	丸の内線	0.779	0%	0%	35%
	日比谷線	0.736	0%	0%	96%
	東西線	0.485	0%	0%	152%
	千代田線	0.564	0%	0%	134%
	有楽町線	0.554	0%	0%	170%
	半蔵門線	0.680	0%	0%	50%

4. 混雑率低減の方策に関する分析

4-1. 収支率維持と混雑率低減を実現した事例分析

図 2 は、6 路線を事例として収支率と混雑率の経年変化を分析した。高い混雑率が低下し収支率が一定であった路線として、小田原線と田園都市線(東急)を抽出した。小田原線の混雑率が低下したのは、2017 年に一部区間の複々線が完成したためと考えられる^[7]。ま

た田園都市線は、2009 年の大井町線(東急)の延伸^[8]により都心方向へ向かうルートを増やし混雑緩和を図ったことが要因として挙げられる。

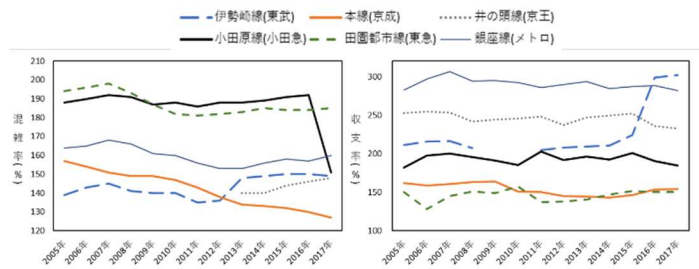


図 2 6 路線の収支率と混雑率の変化

4-2. 混雑率低減効率性に関する分析

上の 2 路線について、収支率を維持しつつ混雑率を低減出来た要因をさらに分析するため、DEA を用いて混雑率低減効率性を算出した。入力項目には人件費と経費、出力項目には混雑率の逆数をそれぞれ使用する。以下**表 2** は混雑率低減効率性と改善率の変化を示す。小田原線は**図 2** より 2017 年に混雑率が低下したため、**表 2** より効率性が上昇し(1/混雑率)の改善率が低下しており、複々線化の効果が数値に反映されていることが分かる。田園都市線は**図 2** より混雑率が年々低下しているが、**表 2** より効率性も低下し(1/混雑率)の改善率は上昇したことが読み取れる。このことから、高い混雑率を問題として抱えている路線は、延伸や複々線といった抜本的な施策を講じることが混雑率低減効率性の面で重要になっていると考えられる。ただ本研究では、事業の投資金額を考慮していないため効率性が通常より高く算出されていることに留意が必要である。

表 2 混雑率低減効率性と改善率の変化

	小田原線(小田急)				田園都市線(東急)			
	効率性	人件費	経費	1/混雑率	効率性	人件費	経費	1/混雑率
2005年	0.223	-17%	0%	348%	0.453	0%	-41%	121%
2006年	0.209	-3%	0%	379%	0.454	0%	-60%	120%
2007年	0.210	-10%	0%	377%	0.416	0%	-49%	140%
2012年	0.211	-29%	0%	374%	0.307	0%	-27%	226%
2013年	0.209	-30%	0%	378%	0.283	0%	-18%	253%
2014年	0.218	-30%	0%	359%	0.287	0%	-3%	249%
2015年	0.243	-36%	0%	312%	0.329	-14%	0%	204%
2016年	0.226	-34%	0%	343%	0.316	-9%	0%	216%
2017年	0.286	-33%	0%	250%	0.338	-12%	0%	196%

5. まとめ

本研究では、東京圏の大手民鉄を対象に収支率と混雑率を用いて経営効率化と混雑率低減の方策を分析した。今後より細かい入出力項目を取り入れることで、運営の改善方向を明確に提示出来る可能性がある。

参考文献

- [1] 高橋康久、高橋進夫、小山健之、CYMを用いた地方鉄道と交通別路線の価値評価に関する研究、研究マネジメント研究論文集 Vol.12, 2005
- [2] 一般財団法人、運輸総合研究所：数字でみる鉄道
- [3] 国土交通省鉄道局：鉄道統計年報
- [4] 総務省：経営指標の概要(交通事業(自動車運送事業))
- [5] 堀原敦：大手私鉄で「最も儲かっている」路線は？各社の収支を基に「営業係数」を独自試算、東洋経済オンライン、2016
- [6] 高橋 OGOR 演習「第 4 回包絡線分析(DEA)」, 早稲田大学創造理工学部経営システム工学科
- [7] 小田急電鉄：小田急小田原線代々木上原駅～梅ヶ丘駅間複々線化事業の事業期間のお知らせ、2013
- [8] 東京急行電鉄株式会社：東急大井町線が議の口駅まで延伸します、2009