

地方都市における効率的なバス路線の構築に関する研究

秋田大学 学生会員 ○管野 貴文
 秋田大学大学院 正 会 員 鈴木 雄
 秋田大学大学院 正 会 員 日野 智

1. はじめに

地方都市では、自動車依存は元より、近年の高齢化や人口減少といった問題により、公共交通は衰退の一途を辿っている。また、地方都市特有の放射状の路線網もバス運営を圧迫し、更なる拍車をかけている。秋田市においても、平成 29 年度では、秋田中央交通が運営する全系統のうち、過半数の系統が赤字を計上している。さらに、将来の運転手不足も懸念されている。

本研究では、重複している路線の解消による効率化に着目した。すなわち、乗継ぎのある路線網への再編によって、路線の重複を解消し、運営の効率化を図るものである。具体的には、現在の路線網を構成する各経路に対し、DEA を用いて効率性を明らかにする。また、その非効率をもたらす潜在的要因が重複であるという仮説を検証することで、路線網の再編案に、新たな知見を増やそうとするものである。

2. 秋田市における路線バスの効率性評価

本研究では、秋田中央交通が運営する路線バスのうち、秋田市を走行する 107 経路を対象とし、平成 29 年度の運行実績データを用いている。

(1)経路の重複に関する調査

本研究で非効率要因として着目する「重複」は、運行実績データから算出できない。そこで、本研究では、各経路について重複に関する調査・計測を行った。その結果より、重複程度を示す「重複距離」、「重複経路数」、「重複本数」についてデータを作成し、分析に用いている。

重複距離の分布を図-1 に示す。重複距離は、1 つの経路において重複が見られる区間の和とし、往復の合計を用いている。図-1 から、秋田市では、往復計 5~20km 程度の重複が多く見られる。経路長に対する重複距離の平均割合は、80%を超え、経路のほとんどで重複が発生している。また、40km 以上の重複が見られる経路

は、全て郊外と秋田市街地とを結ぶものである。

重複経路数の分布を図-2 に示す。重複経路数は、経路において重複の見られる区間の経路数を、1 ポイントとし、往復の総和で表している。しかし、扱う上での注意点として、区間単位による数値であるため、重みを考慮できないことが挙げられる。また、重複における経路数と本数との相関は約 0.96 と非常に高い。そのため、本稿では重複経路数を重複因子として用いる。

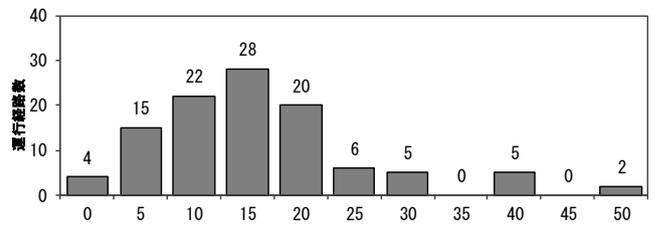


図-1 重複距離の分布

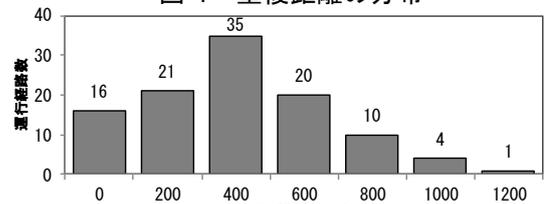


図-2 重複経路数の分布

(2)DEA によるバス路線の効率性評価

バス運営の効率性を評価するため、本研究では DEA (包絡分析法) を用いた。DEA を行うにあたって、本研究では、表-1 のように指標と Input 及び Output を設定した。ここで言う運営効率性とは、費用に対しどの程度「効率よくバスを運行させているか」を意味する。それに対し、営業効率性はどの程度「効率よく収益を得られているか」を意味する。また、本研究では、規模の効率性を鑑みるため、CCR モデルと BCC モデルの 2 種類を用いる。

表-1 DEA に用いる効率性指標の設定

指標	Input	Output
運営効率性	経常費用 (円/年)	実車走行距離 (円/年) ・ 総運行回数 (本/年)
営業効率性		乗車密度 (人/km)
		輸送人員 (人/年) ・ 経常収益 (円/年)

キーワード：公共交通、路線バス、路線再編、効率性評価

連絡先：〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1、TEL(018)889-2359、FAX(018)889-2975

DEAによる効率性評価を行った結果を表-2に示す。今回は全経路を対象としたが、紙面の都合上、本稿では30経路のみ表記する。

表-2 各経路における効率値(◎は黒字)

路線名(経路No.)	運営効率			営業効率		
	CCR	BCC	規模	CCR	BCC	規模
路線A(1)◎	0.45	0.57	0.78	0.68	0.70	0.97
路線B(1)	0.29	0.29	0.99	0.37	0.38	0.96
路線B(2)	0.27	0.28	0.99	0.42	0.50	0.83
路線B(3)◎	0.51	0.52	0.99	0.50	0.77	0.65
路線C(1)◎	0.24	0.24	0.99	0.46	0.66	0.69
路線C(2)	0.23	0.23	0.98	0.29	0.44	0.67
路線C(3)◎	0.91	0.92	0.99	0.96	0.96	1.00
路線D(1)	0.16	0.17	0.96	0.21	0.22	0.99
路線D(2)	0.15	0.15	0.99	0.22	0.34	0.65
路線E(1)◎	0.24	0.24	0.98	0.41	0.76	0.55
路線E(2)◎	0.24	0.25	0.98	0.45	0.81	0.56
路線F(1)	0.24	0.24	0.99	0.33	0.64	0.52
路線F(2)◎	0.37	0.44	0.82	0.46	0.46	1.00
路線G(3)◎	0.47	0.48	0.98	0.61	1.00	0.61
路線G(4)◎	0.49	0.53	0.91	0.77	0.77	0.99
路線H(1)	1.00	1.00	1.00	0.35	0.35	1.00
路線I(1)◎	0.27	0.27	0.99	0.92	0.92	1.00
路線I(2)	0.35	0.35	0.99	0.59	0.75	0.78
路線I(3)	0.60	1.00	0.60	0.65	1.00	0.65
路線J(1)	0.36	0.37	0.98	0.72	0.75	0.96
路線J(2)◎	0.41	0.51	0.80	0.74	0.78	0.96
路線J(3)◎	0.31	0.32	0.99	1.00	1.00	1.00
路線J(4)◎	0.35	0.36	0.98	0.85	1.00	0.85
路線J(5)◎	0.29	0.30	0.98	0.86	0.97	0.89
路線J(6)	0.29	0.29	0.99	0.67	0.67	1.00
路線K(1)◎	0.30	0.42	0.73	0.49	1.00	0.49
路線K(2)◎	0.54	0.55	0.99	0.84	0.90	0.93
路線K(3)◎	0.27	0.28	0.98	0.53	1.00	0.53
路線L(1)◎	1.00	1.00	1.00	0.46	0.86	0.53
路線L(3)◎	0.32	0.33	0.98	0.44	0.66	0.67

規模：規模の効率性

営業効率における規模の効率値のばらつきは、ニーズによって変化するOutputに起因するものと考えられる。これに対し、運営効率では概ね1に近く両者に差異がないとわかる。営業効率は概ね黒字に起因する傾向にあることが分かる。すなわち、営業において潜在的な非効率要因は見られない。これに対し、運営効率は黒字かどうかにかかわらず、効率値にばらつきが見られる。これより、効率的な路線運営において、経常損益や運行本数等を鑑みる他に、潜在的な要因を考慮する必要があると言える。

(3)非効率要因としての経路の重複

前項では、効率性を考慮するにあたって、運行実績

だけでは、運営の改善が見込めるとは言えないことが立証された。これを元に、本項では潜在的な非効率要因として「経路の重複」に着目し、その可能性について検証する。前述の通り、重複する経路数と本数は高い相関を持っていることから、今回は「重複距離」と「重複経路数」について、効率値との相関を求めた結果を表-3に示す。これより、重複因子として挙げた重複経路数と総重複距離は、運営効率に対し、一定の相関が見られることが分かった。特に、総重複距離は営業効率よりも運営効率と高い相関にある。すなわち、「重複」は運営効率性に与える影響として、有効であると言える。

表-3 重複因子と効率値の関係性

検定/相関係数	損益	運(CCR)	運(BCC)	営(CCR)	営(BCC)	重経	重距
経常損益		**	**	**	**	**	**
運営効率(CCR)	0.25		**	**	**	**	**
運営効率(BCC)	0.25	0.94		**	**	**	**
営業効率(CCR)	0.43	0.40	0.34		**	**	**
営業効率(BCC)	0.47	0.34	0.37	0.77		**	**
重複経路数(pt)	-0.09	-0.28	-0.36	-0.01	-0.07		**
総重複距離(km)	-0.26	-0.50	-0.54	-0.17	-0.15	0.47	

**：1%有意

3. 現在の路線網に対する重複経路の改善

最後に、実際の路線網における、重複経路の改善について検討した。今回は、乗継ぎ利用を考慮するため、図-3に示すような重複区間を対象として試算した。本検討によって算出された秋田市全体の改善結果を表-4に示す。総重複距離は431.9km削減され、重複率は20.1%改善した。

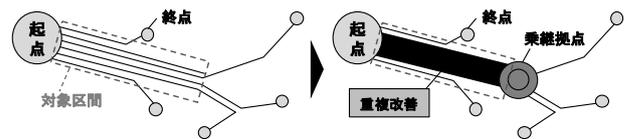


図-3 重複改善の概念図

表-4 重複距離の改善

対象経路	総重複距離(km) ()内は重複率(%)		
	改善前	改善後	改善距離
41	1700.3(79.1)	1268.4(59.0)	431.9

4. おわりに

本研究では、効率的な路線網の構築を目指す上で、効率性の低さは単に損益によって明示できないことが分かった。また、潜在的な要因として経路の重複に着目し、それらに相関があること、それが改善可能であることを明らかにした。実際の路線網に対するシミュレーションも行い、その効果が期待できることが分かった。今後は、利用者数等を踏まえた再編後の本数や乗継ぎを考慮した経路の設定方法が求められる。