

地方都市バス路線網の乗継ぎ利用に関する検討 —経路の効率性と利用者意識に着目して—

管野 貴文¹・鈴木 雄²・日野 智³・雨宮 大悟⁴

¹学生会員 筑波大学大学院システム情報工学研究科 (〒305-0005 茨城県つくば市天王台1-1-1 3F棟1135)
E-mail:s1920459@s.tsukuba.ac.jp

²正会員 秋田大学大学院 理工学研究科 (〒010-0852 秋田県秋田市手形学園町1-1)
E-mail: yusuzuki@gipc.akita-u.ac.jp

³正会員 秋田大学大学院准教授 理工学研究科 (〒010-0852 秋田県秋田市手形学園町1-1)
E-mail: hino@gipc.akita-u.ac.jp

⁴非会員 山梨県庁 県土整備部 (〒404-0045 山梨県甲州市塩山後1239-1)
E-mail: amemiya-vpwr@pref.yamanashi.lg.jp

秋田市では、乗継ぎのあるバス路線網の導入による効率的な運営を目指している。このような路線網の再編は住民の意識と民間事業者にとって有意義なものである必要がある。本研究では、乗継ぎのある路線網の導入によって改善される経路の重複に着目し、輸送実績に基づいた経路の効率性評価を行った。また、乗継ぎ利用に対する利用者意識を分析し、乗継ぎ路線の選択モデルを構築した。その結果、1)現在の路線網による運行は非効率的であり、それが乗継ぎの導入によって効率化が図られる可能性があること、2)現状の乗継ぎに対する満足度は低く、乗継ぎのしやすさを改善する必要があるとともに、それには乗継ぎ時間が最も寄与すること等が示された。

Key Words : *public transportation , efficiency estimation, user awareness, transit resistance*

1. はじめに

地方の人口減少が進む今日において、地方都市におけるバス事業は経営難を余儀なくされている¹⁾。秋田市のバス路線においても、秋田中央交通が同様の問題を抱えている。経路ごとの経常損益で見れば、平成 29 年度において 108 経路のうち、52 経路が赤字を計上している²⁾。路線単位で見れば、平成 26 年時点で、赤字路線が約 8 割以上を占めている。このような状況を受け、秋田市では路線バスの効率的な運行を見据え、平成 28 年に「第 2 次秋田市公共交通政策ビジョン³⁾」を策定した。秋田市の路線バスが抱える問題点が大きく 2 つ挙げられている。1 つは JR 秋田駅を中心とした放射状かつ複雑な路線網、もう 1 つはそれに伴う同区間における系統の重複である。そのため、ここでは将来のバス路線において幹線と支線に分け、乗継ぎを行うことによる、効率的なバス路線の実現を目指している。これによって、幹線部分における本数増加や郊外部における本数の是正など、細かなニーズの変化への対応可能が期待される。しかしその一方で、乗継ぎが発生することによる利用者の負担や、運賃の増加などから、利用者が減少する懸念もある。

本研究では、上記の背景を踏まえ、乗継ぎのあるバス路線導入に向けた検討を行う。まず導入として、秋田市におけるバス路線網の経路における重複の実態把握を行う。続いて、バスの乗継ぎ利用に対する利用者意識についての分析をもとに、許容サービス水準について明らかにする。そして最後に、乗継ぎ条件に着目した選択モデルの構築を行い、将来の乗継ぎバス路線網のあり方について考察する。

2. 研究の位置づけ

2.1 既存研究のレビュー

(1)バス事業における効率性評価

路線バスの効率性評価に着目した研究は、これまでに多くの蓄積がある。例えば、バス事業者単位で効率性評価を行った研究⁴⁾、1つの路線網を対象により詳細な単位で効率性評価を行った研究⁶⁻⁸⁾がある。この他にも乗継結節点に対して、効率性評価を用いた研究⁹⁾も見られた。

上記の研究より、バス事業の採算性やサービス水準等に着眼した効率性評価がなされていることがわかる。し

かし、その評価は費用や運行実績に基づくものが多く、系統の重複に基づくものは非常に少ない。そのため、よりミクロな視点に基づく重複の実態について検討する必要があると言える。

(2)乗継ぎ抵抗に関する研究

乗継ぎを行う施設の抵抗に着目した研究としては、駅やバスターミナルに着目した研究¹⁰⁾¹²⁾、域内交通と広域路線の乗継ぎに着目した研究¹³⁾等がある。これに対し、乗継ぎ抵抗を利用者視点から検討した研究も複数見られる。例えば、路線網のわかりやすさに着目した研究¹⁴⁾や、バスターミナルの更新・再整備に着目した研究¹⁵⁾、高齢者の利用に着目した研究¹⁶⁾が見られる。他にも、中山間利用意向を見た研究¹⁷⁾、基幹バスの導入を見据えた利用者意識の変化をみた研究¹⁸⁾が見られる。

上記の研究より、都市部から中山間地域まで幅広い地域を対象とした研究が存在していることがわかる。また、様々な場面における乗継ぎが考えられているとも言える。しかしながら、バス同士の乗継ぎに限定したものは少ない。また、本研究の対象である秋田市では、バスターミナルといった乗継ぎ専用施設が、今後必ずしも導入されるとは言えない。そのため、バス停留所の延長線上として設置される、よって本研究を行う意義は十分にあると考えられる。

2.2 本研究の目的

上記を踏まえ、本研究では秋田市において問題とされている放射状の路線網とそれによって発生する経路の重複から現状の効率性を把握すること、また幹線バスと支線バスの導入に伴う乗継ぎ利用に対して、許容サービス水準や生じる抵抗要因について明らかにする。具体的には、乗継ぎ時間の許容値や、属性別の乗継ぎ抵抗の把握を行う。そして、乗継ぎ時間や運行間隔、運賃、乗継ぎ場所の環境などの要因に関して、乗継ぎのある路線の選択モデルの構築を行う。これらのことから、今後乗継ぎを前提とした路線の運行に対応しうる条件を考察し、乗継ぎのある路線網導入の一助とすることを本研究の目的とする。

3. 本研究における調査・分析の概要

3.1 対象地の概要

本研究では、秋田県秋田市を対象に調査・分析を行う。本市は、人口308,482人の都市である(平成30年10月時点)¹⁸⁾。また、高齢化も深刻化しており、65歳以上人口は93,869人に上り、高齢化率は約30.4%に達している。しかしながら、平成17年時点の自動車分担率は7割超となって

おり³⁾、自動車依存社会である。高齢化に伴い、市民の運転能力低下が見込まれることから、本市における公共交通は市民の脚として存続が望まれる。

秋田市における路線バスは、秋田中央交通株式会社が運行している。平成30年10月時点で、その系統数は109に上る¹⁹⁾。このうち、秋田駅を起点(始点あるいは終点)とするものは78であり、秋田駅に至る経路の複雑性がうかがえる。路線バスの利用者は、以前より減少傾向にあったが、平成24年より下げ止まっており、平成26年現在で約770万人となっている。平成29年度の運行実績によれば、年間約1.8億円の赤字を計上している。多くの路線で国もしくは地方公共団体からの補助金を受けており、路線の統廃合も発生している。上記の状況を踏まえ、現在秋田市では、廃止された不採算路線の代替交通として「秋田市マイタウン・バス」が運行されている。また、高齢者に向けた施策として、65歳以上を対象に路線バス1回の乗車が100円になる「秋田コインバス事業」も行っている。

「第2次秋田市公共交通政策ビジョン」では、現状のバス路線網を幹線と支線に分け、乗継ぎを前提としたネットワークとすることで効率化を図るとしている。本施策において示されている秋田市のバスネットワークのイメージを図-1に示す。

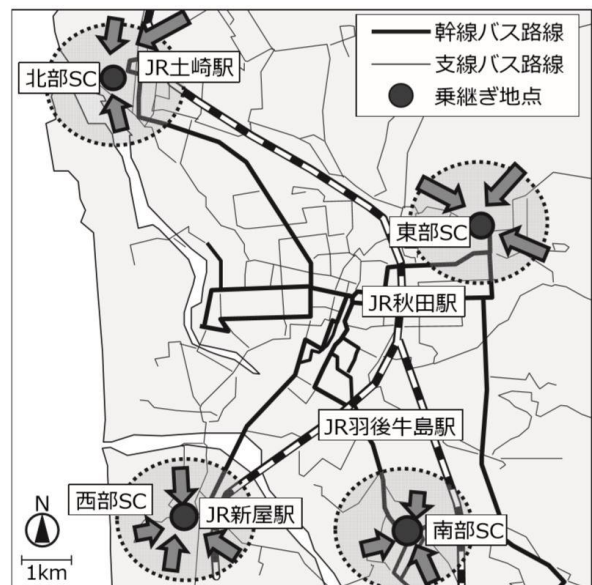


図-1 公共交通ビジョンにおけるバス路線のイメージ

3.2 調査の概要

(1)バス路線網における重複の算出

本研究では、「第2次秋田市公共交通政策ビジョン」において問題視されている放射状のバス路線における重複の実態を系統単位で把握する。具体的には、バス路線網を系統の分岐点ごとに259区間に細分化することで、各区間の重複する経路の数をその区間の距離とともに算出する。これを各系統の走行経路に基づいて繋ぎ合わせ、1系統単位で「単位距離における平均被重複系統数」を算出

した(式-1および式-2)。ここでは、バス停の最大間隔を1kmと仮定し、単位距離とした。

$$D_r = \frac{\sum l_{si} D_{si}}{l_r} \quad (1)$$

$$D_{si} = D_i - 1 \quad (2)$$

D_r : 系統における1kmあたりの平均被重複系統数(系統/km)

D_{si} : 構成区間*i*の被重複系統数(km)

l_r : 当該系統の運行距離(km)

D_i : 構成区間*i*における走行系統数(本)

(2)意識調査の概要

本研究では、既存のネットワークが乗継ぎを前提としたネットワークになった場合の、乗継ぎへの意識を把握する。そのために、乗継ぎ抵抗として考えられる乗継ぎ時間や運行間隔、運賃、乗継ぎ場所の環境を要因とした、乗継ぎを前提とする路線選択モデルの構築を行う。上記の目的を踏まえて、本研究では秋田市の住民を対象にアンケート調査を実施した。意識調査の概要を表-1に示す。本調査は、乗継ぎの発生によってバス利用の形態が変化する可能性のある西部地域および北部地域を対象とした。それぞれの地域の利用水準は、西部サービスセンターからJR秋田駅までの所要時間は27分、運賃は410円となっている。これに対し、北部サービスセンターはJR秋田駅までの所要時間28分、運賃は480円である。

表-1 意識調査の概要

実施日	平成29年12月16日,17日		
方式	郵送回収		直接回収
対象地区	秋田市 西部地域	秋田市 北部地域	JR秋田駅 西口バス停
配布票数 (世帯数)	600票 (300世帯)	600票 (300世帯)	100票
回収票数 (回収世帯数)	169票 (127世帯)	192票 (116世帯)	34票
回収率 (世帯回収率)	28.2% (42.3%)	32.0% (38.7%)	34.0%
個人属性	-性別 -年齢 -職業 -交通手段 -歩行可能距離 -バス利用頻度 -コインバスの利用 -バス利用目的		
バス利用の満足度	-運行本数 -定時性 -乗継ぎのしやすさ -運賃の安さ -バス停までの距離 -バス停から目的地までの距離 総合満足度		
バスの乗継ぎについて	-乗継ぎの許容 -乗継ぎ施設への需要 -乗継ぎの待ち時間の許容 -乗継ぎ時の不安		
乗継ぎのある路線の利用意向	-実験計画法 (乗継ぎ時間, 運行間隔, 運賃, 乗継ぎ環境)		

4. 放射状のバス路線網における効率性

4.1 重複の発生実態

上記の算出方法に基づき、それぞれの系統に発生する重複を求めた結果を図-2に示す。本研究では、全109系統のうち105系統を対象とした。残る4系統は、ダブルカウントが見込まれる(2系統)、運行実績に車庫への移動を兼ねた運行を含み、正確な値が算出できない(2系統)という理由から除外した。重複程度を示す D_r の最小値が0.4系統/kmであるのに対し、最大値は39.7系統/kmである。10系統/km以上の重複が全体の81.9%で見られ、路線網における複雑性がうかがえる結果となった。

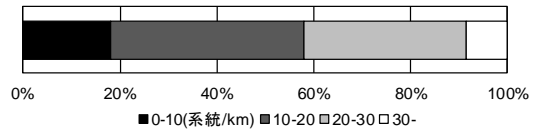


図-2 単位距離における平均被重複系統数(n=105)

4.2 重複を含めた経路の効率性

本項では、重複を考慮した系統ごとの効率性評価を行う。本研究では、既存研究⁸⁾における路線位置の効率性をDEAで算出する方法を、系統の重複から検討できる形で援用した(配置効率)。また、交通サービスの要素を含むため、BCCモデルで分析を行う⁹⁾。民間バス事業者にとって経営の観点は無視できないため、本研究では経営効率についても算出した。各効率性の定義を表-2に、効率性評価の結果を表-3にそれぞれ示す。「配置効率」は設定した経路に対し、どれだけ多くの本数を運行できているかを意味する。単純かつ頻度の高い路線網が最も効率が良いことから、乗継ぎを前提としたネットワークを導入した際に改善される可能性の高い因子を導入した。これに対し、「経営効率」は費用に対し、どれだけ収入を得ることができているかを意味する。これによって、秋田市を走行する系統の特性を示すことができる。

表-2 本研究における効率性指標

効率性指標	入力 (Input)	出力 (Output)
配置効率	経路長 (km)	年間運行本数 ²⁾ (本/年度)
	D_r の逆数 (km/系統)	
経営効率	経常費用 ²⁾	運送収入 ²⁾

配置効率を見ると、現段階において低い値を示すものは、経営効率が低い値を示していることが多い。すなわち、配置効率の向上は経営効率を高く保つためにも必要とされることが示唆される。その一方で、配置効率が高いながらも経営効率が低い系統が見られる。当該系統は運行地域に市街地外が多く含まれている。これは、中山間地域等の利用者が少ない地域を運行しており、採算性が低い系統であると考えられる。すなわち、乗継ぎのある路線網を設定した後も採算性の改善が見られない可能性が十分にある。このような系統について言えば、路線

表-3 秋田市バス路線網における各系統の効率値

系統	効率値		系統	効率値		系統	効率値		系統	効率値		系統	効率値		系統	効率値		系統	効率値	
	配置	経営		配置	経営		配置	経営		配置	経営		配置	経営		配置	経営		配置	経営
117	1.00	0.60	331	0.96	0.79	540	0.66	0.32	205	1.00	0.76	724	0.96	0.62	114	1.00	0.78	206	0.64	0.80
120	0.90	0.62	332	0.76	0.51	542	1.00	0.36	231	0.86	1.00	700	0.57	0.79	113	0.93	0.86	207	0.60	0.74
121	0.87	0.31	300	1.00	0.21	550	0.64	0.65	230	0.96	0.73	701	0.55	0.87	118	0.92	0.95	209	0.61	0.42
122	0.88	0.29	301	0.85	0.33	551	0.71	0.54	730	1.00	0.50	702	0.92	1.00	115	0.91	0.43	210	0.57	0.44
370	0.97	0.38	310	0.31	0.27	570	0.71	0.52	403	0.17	0.28	220	0.73	0.79	144	1.00	1.00	150	0.48	0.35
371	0.95	0.49	341	0.80	0.76	572	1.00	0.97	560	0.39	0.29	146	0.89	0.87	143	1.00	0.87	152	1.00	0.58
372	0.48	0.77	340	0.96	0.80	601	0.67	0.35	561	0.37	0.32	147	0.88	0.31	361	0.35	0.62	710	0.60	0.88
373	0.44	0.77	342	0.54	0.57	600	0.79	0.77	511	0.90	0.69	111	0.88	0.54	362	1.00	1.00	711	0.69	0.58
530	1.00	0.37	343	1.00	0.74	610	0.50	0.86	512	0.91	0.52	112	0.97	0.48	350	0.33	0.26	712	0.56	0.67
520	1.00	0.65	142	0.86	0.28	400	0.19	0.77	510	0.70	0.46	101	1.00	0.50	352	0.34	0.22	713	0.63	0.54
521	0.86	0.43	580	0.40	0.15	401	0.43	0.74	市街地	0.85	0.22	102	1.00	0.28	200	0.06	0.27	714	0.17	0.52
522	1.00	0.96	133	0.78	0.63	402	0.19	0.99	100	1.00	0.29	104	0.99	0.31	201	0.82	0.44	720	0.77	1.00
520	0.73	0.40	134	0.81	0.46	422	0.14	1.00	620	0.05	0.20	110	0.95	0.86	202	0.64	0.50	721	0.78	0.90
523	1.00	0.63	131	0.57	0.60	423	0.50	0.76	621	0.04	0.59	116	0.80	0.41	204	0.52	0.50	722	0.74	0.99
330	0.96	0.36	132	1.00	0.94	430	0.17	0.55	360	0.89	0.53	119	0.91	0.66	203	0.63	0.62	723	0.91	0.66

網改編後における秋田市マイタウン・バスへのシフトを検討されるべき系統とも考えられる。

5. 路線バスの利用に関する意識

5.1 路線バスの利用実態

5章では、まず基本的な路線バスの利用特性について把握する。路線バスの利用頻度について図-3に示す。路線バスを「ほぼ毎日」利用する人は2.8%、「週に3-5日」利用する人は5.1%、「週に1-2日」利用する人は9.5%となっている。すなわち、定期的に路線バスを利用する割合は全体の17.4%にとどまっている。これに対し、「利用しない」割合が17.9%でそれを上回った。

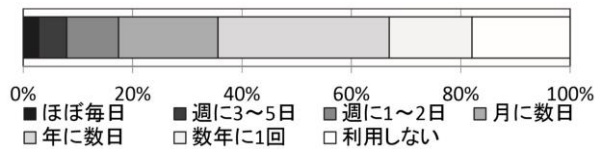


図-3 路線バスの利用頻度(n=390)

次に、乗継ぎの有無を図-4に示す。現在、バス同士で乗継ぎを行っている利用者は全体の12.7%、バスと鉄道で乗継ぎを行っている利用者は7.0%となっている。一方で、80.3%の利用者は乗継ぎを行っていない。

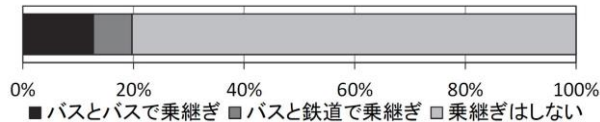


図-4 路線バス利用における乗継ぎの有無(n=314)

5.2 路線バスに対する満足度

路線バスの問題点を把握するため、満足度について分析する。回答者における乗継ぎの有無別に、9つの満足度を図-5に示した。ここでの満足度は、全体における「満足」あるいは「やや満足」と回答した割合としている。乗継ぎの有無に関わらず「バス停までの行きやすさ」に

対する満足度が高く、それぞれ80.9%、80.2%となっている。一方で、「乗継ぎのしやすさ」の満足度は、それぞれ最も低く31.9%、23.4%と各種満足度の中で最も低い値

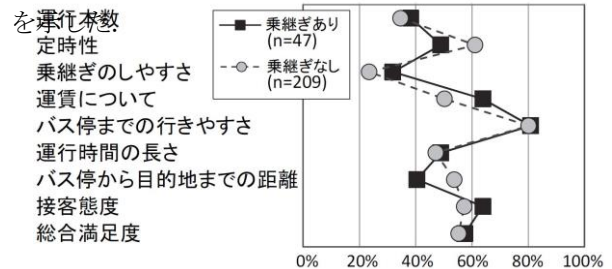


図-5 路線バスに対する満足度

次に、総合満足度に影響する要因の把握を行うため、数量化Ⅱ類による分析を行った。回答者における乗継ぎの有無別のレンジ値を算出した結果を表-4に示す。ここでは、外的基準を「総合満足度」、アイテムを各種満足度としている。それぞれ要因におけるカテゴリ数量が乗継ぎの有無に関わらず同様の傾向を示しているのに対し、「乗継ぎのしやすさ」が異なっていることが分かる。乗継ぎありの場合、これに対する満足度は「総合満足度」へ正の影響を与えているが、乗継ぎなしの場合、その満足度が高いほど「総合満足度」が低くなるという結果が示された。

表-4 路線バスの総合満足度への影響

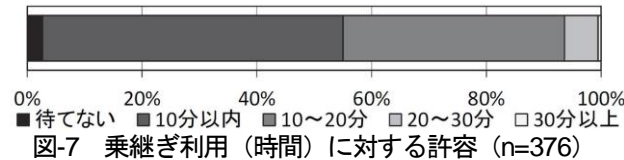
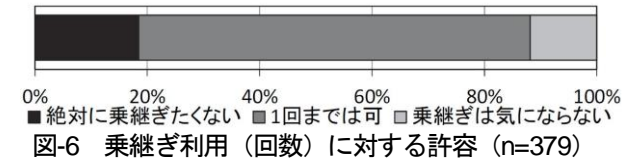
要因	カテゴリ	乗継ぎあり		乗継ぎなし	
		カテゴリ数量	レンジ値	カテゴリ数量	レンジ値
運行本数	満足	4	0.59	4	0.67
	満足以外	43		205	
定時性	満足	4	0.13	4	0.46
	満足以外	43		205	
乗継ぎのしやすさ	満足	15	0.40	4	0.19
	満足以外	32		205	
運賃について	満足	4	0.14	4	0.75
	満足以外	43		205	
バス停までの行きやすさ	満足	4	0.93	4	0.20
	満足以外	43		205	
運行時間の長さ	満足	4	0.38	4	0.25
	満足以外	43		205	
バス停から目的地までの距離	満足	4	0.27	4	0.41
	満足以外	43		205	
接客態度	満足	4	1.39	4	0.64
	満足以外	43		205	

前者を乗継ぎの実態が反映された結果とすれば、後者は、普段乗継ぎを行わない利用者における乗継ぎに対する認知があまりされていない実態にあると考えられる。

6. 路線バスの乗継ぎに関する意識

6.1 乗継ぎに関する意識

乗継ぎに対する利用者意識について、乗継ぎの回数と時間から把握する。それぞれの結果を図-6および図-7に示す。前者について見ると、絶対に乗継ぎをしたくない利用者が18.5%いる一方で、1回までなら乗継ぎを許容できる利用者が81.6%存在することが分かった。続いて、乗継ぎ許容時間を見ると、「待てない」利用者が2.7%、「10分以内」の人が52.4%、「10-20分」の人が38.6%となっている。



次に、乗継ぎの各種抵抗への懸念について図-8に示す。各種乗継ぎへの抵抗について「気になる」「やや気になる」と回答した人の割合が最も高い項目は「待ち時間が必要」で83.5%となっている。最も低い項目は「支払回数の増加」で70.6%となっており、全体的に「気になる」「やや気になる」と回答した割合が多い結果となった。

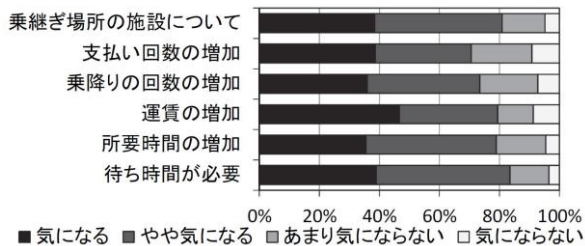


図-8 乗継ぎ利用に対する懸念(n=369)

また、今回は利用者が乗継ぎ施設において必要とする機能についても調査を行った。その結果を図-9に示す。

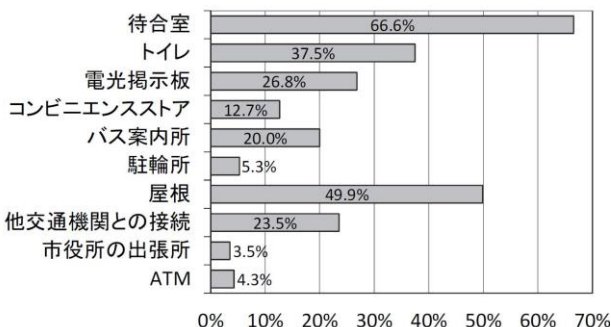


図-9 乗継ぎ施設に求める機能(n=365)

乗継ぎ施設において最も必要とされる機能は「待合室」で66.6%となっている。次いで「屋根」が49.9%となった。

6.2 乗継ぎを前提とした路線の選択率に与える影響

これまで、乗継ぎ利用に対する意識が明らかとなった。これらを踏まえ、実験計画法を用いて乗継ぎのある路線の選択モデルを構築する。具体的には、運行間隔、乗継環境、バス運賃、乗継時間の計4項目をL₈直交表に割り付け、乗継ぎのある路線に対する選好意識を質問した。表-5に意識調査で用いた直交表の割り付けと、各調査票の選択率を示す。ここでの水準は、当該地域におけるバス交通の条件をもとに設定した。選択率は全てにおいて条件の有利な「票種1」が最も高く47.0%となった。これをもとに、乗り継ぎのある路線を選択するとした人の割合に対し分散分析を行った結果を表-6に示す。「乗継時間」が47.1%と最も高い寄与率を示している。

表-5 直交表による割付とその選択率

票種	運行間隔	乗継環境	バス運賃	乗継時間	選択率
1	10分間隔	屋内	400円	10分	47.0%
2	10分間隔	屋内	600円	30分	33.9%
3	10分間隔	屋外	400円	30分	31.0%
4	10分間隔	屋外	600円	10分	36.6%
5	20分間隔	屋内	400円	30分	32.0%
6	20分間隔	屋内	600円	10分	34.2%
7	20分間隔	屋外	400円	10分	37.2%
8	20分間隔	屋外	600円	30分	21.2%

表-6 分散分析表(選択肢:乗継ぎのある路線)

要因	変動 S	自由度 f	平均平方 V	分散比 F ₀	寄与率 ρ
運行間隔	0.007	1	0.007	2995.9	19.5%
乗継環境	0.006	1	0.006	2346.8	15.2%
運賃	0.006	1	0.006	2426.9	15.8%
乗継時間	0.017	1	0.017	724.4	47.1%
残差 e'	0.000	3	-	-	-
残差	-	-	-	-	2.5%
全体	0.036	7	-	-	-

上記を踏まえ、乗継ぎのある路線の選択モデルを構築する。分散分析における寄与率はいずれも残差より大きいものであったため、4つの要因からなる集計ロジットモデルとする(式-3および式-4)。乗継ぎのある路線の選択率モデルにおける各パラメータを表-7示す。

$$P = \frac{1}{1 + \exp[f(x)]} \quad (3)$$

$$f(x) = a_0 + \sum a_j x_j \quad (4)$$

P: 乗継ぎのある路線の選択確率

a₀: 定数項

a_j: 説明変数x_jの説明変数

x_j: 乗継ぎ抵抗のj番目の説明変数

表-7 選択モデルにおけるパラメータ

パラメータ	係数a	t値	パラメータ	係数a	t値
1 乗継時間*	0.021	6.387	3 乗継環境*	-0.247	-3.997
2 運行間隔*	0.028	4.459	4 運賃**	0.001	4.011
定数項	-0.659	-3.370	$R^2 = 0.971$		

乗継環境ダミー：1.屋根あり，0.屋根なし
*5%有意，**1%有意

分散分析にて寄与率が最も高かった「乗継時間」と選択率の関係を図-10に示す。これによると、乗継ぎのある路線の選択における、乗継ぎ時間の重要性が示される一方で、他の要因でカバーできる場合があることも明らかとなった。つまり、乗継ぎ時間の長い路線であっても、他の要因を改善することで、受容される可能性がある。

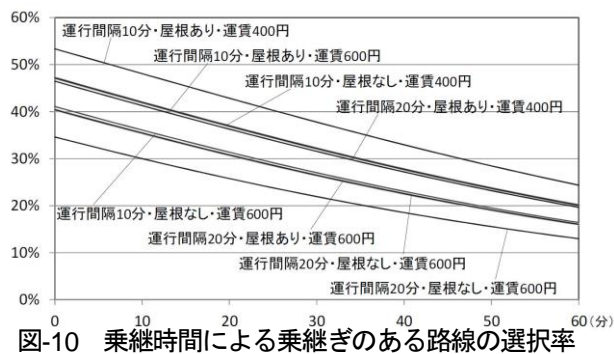


図-10 乗継時間による乗継ぎのある路線の選択率

7. おわりに

本研究では、秋田市を対象に、乗継ぎのある路線の導入について、路線効率と利用者意識から検討を行った。本研究によって明らかになったことを以下に示す。

秋田駅を中心とする放射状のバス路線網において、1kmスパンで最大39.7系統相当の重複が1系統に対して発生していることが分かった。これは系統同士の競争を引き起こすだけでなく、運行ダイヤの設定や本数の決定時に潜在的な負担要因となることから、いち早く乗継ぎのある路線網への改編が求められる。

重複を踏まえた経路の配置効率を算出したところ、配置効率がある程度高い経路は経営効率も高くなる結果となった。その一方で、配置効率が高いにもかかわらず経営効率が低い系統があることも明らかとなった。これは主に、中心部と需要の極めて少ない郊外部の地域を結ぶ系統によって引き起こされている。

利用者意識を分析した結果、現状は乗継ぎ利用者が少なく満足度は低い。しかし、設定や環境整備次第で乗継ぎ利用が許容される可能性はあることが示された。

今後の課題としては、乗継ぎのある路線網が設定された際の系統がどのように効率化されるか、上記と同じ評価方法を用いて比較検討する必要があると言える。

参考文献

- 国土交通省 HP, <https://www.mlit.go.jp/common/001212114.pdf>, 最終閲覧 2019/9/10.
- 秋田中央交通株式会社, 平成29年度運行実績, 最終閲覧 2019/9/11.
- 秋田市, 第2次秋田市公共交通政策ビジョン(秋田市地域公共交通網形成計画), 2016, <https://www.city.akita.lg.jp/kurashi/kotsu/1012207/1007474/index.html>, 最終閲覧 2019/9/11.
- 宮良いずみ・福重元嗣: 公営バス事業の効率性評価, 会計監査研究, Vol.26, pp25-43, 2003.
- 平井健二・小池淳司・喜多秀行: DEA手法による公営企業の運営効率性評価—公営バス事業を事例とした評価—, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.1, 2009.9.
- 東本靖史・岸邦宏・佐藤馨一: 包絡分析法を用いたバス路線の総合効率性評価に関する研究, 都市計画論文集, No.40-3, 2005.10.
- 西内裕晶, 岸悠介, 轟朝幸, 公共交通系ICカードデータを用いた包絡分析法による乗り継ぎ結節点評価に関する基礎的研究, 土木学会論文集 D3, Vol.69, No.5, I_725-I_734, 2013.
- 折田有二, 鈴木雄, 日野智, 木村一裕, 包絡分析法を用いた都市郊外部における路線バス事業評価に関する研究, 土木学会東北支部技術研究発表会, IV-52, 2012.
- 柿本竜治, 溝上章志, 路線別バス事業経営評価手法の提案, 都市計画論文集, No.40-3, 2005.
- 吉川耕司, 金森俊樹, 乗換抵抗と運行ダイヤを考慮した地下鉄の最適経路算出システム, 土木情報システム論文集, Vol.10, p.193-p.202, 2001.
- 鈴木崇正, 駅周辺の特徴を考慮した鉄道とバスの乗り継ぎ利便性評価に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.171, No.5, p.451-p.458, 2015.
- 佐藤寛之, 青山吉隆, 中川大, 松中亮治, 白柳博章, 都市公共交通ターミナルにおける乗継抵抗の要因分析と低減施策による便益計測に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, No.4, p.803-p.812, 2002.
- 森山昌幸, 藤原章正, 張峻屹, 杉恵頼寧, 中山間地域におけるシームレスな公共交通サービスの分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.3, p.535-542, 2005.
- 林良太郎, 原田昇, 太田勝敏, 分かりやすさを考慮したバス路線網改編に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.26, 236.
- 永田尚人, 見明孝徳, バスターミナルの更新・再整備に関する基礎的研究, 交通工学論文集, Vol.1, No.2, p.82-p.89.
- 谷本圭志, 高齢者の活動能力を踏まえた公共交通サービスの阻害要因に関する考察, 土木学会論文集 D3, Vol.69, No.4, p.276-p.285.
- 岡村篤, 橋本成仁, 松村博文, 中山間集落における現在のバス利用並びに将来のバス利用意向に関する基礎的研究, Vol.51, No.3, p.1249-p.1256, 2016.
- 増田智, 中村文彦, 岡村敏之, 友孝寿, 定時制と乗継システムに着目した基幹バス導入による利用者意識変化に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.3, p.535-p.542, 2009.
- 秋田市 HP, <https://www.city.akita.lg.jp/shisei/tokei/1003666/1003567.html>, 最終閲覧 2019/9/11.

(2019.10.2受付)