

# 公共交通運賃割引方式と 高齢者の外出行動との関連性分析

河村 佑真<sup>1</sup>・松中 亮治<sup>2</sup>・大庭 哲治<sup>3</sup>・田中 皓介<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生非会員 京都大学大学院 工学研究科 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

E-mail: kawamura.yuma.77e@st.kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 京都大学大学院准教授 工学研究科 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

E-mail: matsunaka.ryoji.3v@kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 京都大学大学院准教授 経営管理研究部 (〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町)

E-mail: oba.tetsuharu.5n@kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 京都大学大学院助教 工学研究科 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

E-mail: tanaka.kosuke.6k@kyoto-u.ac.jp

本研究では、高齢者向け公共交通運賃割引方式と高齢者の外出行動との関連性を明らかにすることを目的とし、全国都市交通特性調査のデータを用いて、全国 70 都市を対象に、公共交通運賃割引方式と高齢者の外出行動との関連性を分析した。

その結果、運賃割引方式により、全モード外出率に大きな差はみられないものの、割引のある小地域では、割引のない小地域より鉄道およびバスを利用した外出率が高く、自動車を利用した外出率が低いことを明らかにした。また、高齢者の外出目的に着目し、特に私用目的での外出について分析した結果、私用目的においても鉄道・バス利用外出が促進されることを明らかにした。さらに、運行頻度別に鉄道とバスの利用外出者数について分析した。その結果、運行頻度の高い小地域では、運賃割引による鉄道、バスでの外出促進効果がみられることを明らかにした。

**Key Words:** *reduced fare program, the elderly, going-out activity*

## 1. はじめに

### (1) 背景と目的

現在わが国では高齢化が進行しており、65 歳以上の人口増加が問題となっている。また、モータリゼーションの進展により都市の郊外化が進んだことや、公共交通維持コストの増加などの問題から、公共交通の利便性が低下した地域において、自動車に依存した生活を強いられている高齢者が増加している。しかし、自動車運転への不安や運転自体が困難になったことから自動車免許を返納する高齢者も多く、移動手段を失うことによる高齢者の外出自体の減少が懸念される。そのため、自動車を利用しなくなった高齢者が代わりに公共交通機関を利用して外出するよう、地方自治体や交通事業者によって施策が講じられている。特に、多くの公共交通機関では、高齢者向けの公共交通利用促進策として、高齢者を対象とした運賃割引施策が実施されている。高齢者向け公共交通運賃割引が公共交通を利用した外出を促進し、自動

車による外出を抑制することにより、高齢者の外出促進による健康の増進や生きがいの創出だけでなく、高齢者の運転による自動車事故の減少、中心市街地の活性化によるにぎわいの創出にもつながると考えられる。

そこで本研究では、全国都市交通特性調査（以下、全国 PT 調査と表す）のデータを用いて、高齢者の外出率を算出し、実施されている運賃割引方式ごとに高齢者の外出率について運賃割引方式との関連性を分析する。そのうえで、外出目的の中でも、特に私用目的での外出に着目して私用目的での公共交通を利用した外出率について運賃割引方式との関連性を分析する。さらに、運行頻度を考慮した公共交通利用外出率と運賃割引方式との関連性を分析する。これらの分析により、高齢者向け公共交通運賃割引方式と高齢者の外出行動との関連性を明らかにすることを本研究の目的とする。

### (2) 既往研究のレビューと本研究の特徴

公共交通の運賃割引施策の評価を行う既往研究として、

鎌田ら<sup>1)</sup>、安藤ら<sup>2)</sup>、南ら<sup>3)</sup>が挙げられる。鎌田ら<sup>1)</sup>は、公共交通の運賃の割引と高齢者の 1 日あたりの平均歩数ならびに外出先との関係を明らかにすることを目的に、富山市で実施している「おでかけ定期券事業」を対象とし、GPS ログデータ・歩数データを用いて、割引が適用される定期券所有者と適用されない非所有者を比較した。その結果、定期券所有者と定期券非所有者の間で 1 日あたりの平均歩数が 8,000 歩を上回る人の割合を比較すると、定期券所有者の方が有意に多いことを明らかにした。安藤ら<sup>2)</sup>は、秋田市中心部から離れた郊外部の河辺地区を対象に、バス利用者へのアンケートおよびインタビュー調査を行った。その結果、バス運賃の低廉化による交通行動の変化を把握し、行動が多様化したことを明らかにした。南ら<sup>3)</sup>は、鉄道シニアパスの有無が郊外に居住する高齢者の交通行動に及ぼす影響を明らかにするため、購入者の余暇活動の頻度や内容、市街地利用形態の変化についてアンケート調査を用いて確認し、その結果を考察した。アンケートの分析結果から、シニアパスは余暇活動の頻度と鉄道利用に、メーリングリストは鉄道利用に促進の効果が確認された。

公共交通と高齢者の交通行動に関する既往研究として、柳原<sup>4)</sup>、谷本ら<sup>5)</sup>、金子ら<sup>6)</sup>が挙げられる。柳原は<sup>4)</sup>、外出頻度と移動手段、活動能力の関係をアンケート調査によるデータから検討し、健康指標となる外出頻度に影響を与える要因について分析した。その結果、外出頻度に最も影響を与えるのは、移動手段であり、特に自分で運転する場合は車、自分で運転しない場合は、年齢や手段の日常生活動作能力が影響していることを明らかにした。谷本ら<sup>5)</sup>は、高齢者の活動能力を老研式活動能力指標により定量化した上で、買い物手段の選択モデルを構築し、活動能力に応じた買い物手段の選択を分析した。その結果、活動能力が低いと車の選択が敬遠されることを明らかにした。金子ら<sup>6)</sup>は、東京圏の高齢者を対象にアンケート調査を実施し、外出状況や公共交通の利用実態などを分析した。その結果、外出頻度が高い移動目的は買い物と仕事であり、通院は加齢とともに増加することを示した。また、公共交通の利用頻度は鉄道の方がバスより高いこと、外出頻度自体には居住地域や就業状況、自動車保有の有無、健康状態、割引の有無などの個人属性が影響を与えていることを明らかにした。

以上の既往研究を踏まえると、高齢者向けの運賃割引に関する研究は一つの施策にのみなされており、高齢者の外出目的に着目した運賃割引についての研究も少ない。そこで、本研究では、公共交通運賃割引について全国的に調査し、公共交通運賃割引と高齢者の外出行動との関連性を明らかにする。

## 2. データベースの構築

### (1) 対象都市の選出

本研究では、2015 年に行われた第 6 回全国 PT 調査の調査対象都市を対象とし、全国 PT 調査における個人票データの中から、65 歳以上の高齢者のデータを抽出し、個人の外出行動の実態を把握する。なお、全国 PT 調査の個人票データには、平日と休日のものがあるが、本研究で対象とする高齢者の多くは通勤や業務目的での外出が比較的少なく、平日と休日に外出行動の差はあまりみられないと考え、平日のデータを採用している。また全国 PT 調査における調査区の最小単位を「小地域」と呼ぶ。

### (2) 分析対象データの抽出

全国 PT 調査は、アンケートにより実施され、調査項目も多岐に渡っているため、誤回答、未回答など取り扱うことが困難な回答を含む。そのため、本研究は以下に当てはまるトリップを除外し、それ以外を有効トリップとして抽出し分析対象とする。

- 1) 「交通手段」、「トリップの有無」、「発目的」、「年齢」の項目のうち、いずれかが未記入、あるいは不明なトリップ。
- 2) 「交通手段」(17 分類)のうち、日常の移動で選択されることがないと思われる「船舶」、「航空」、「その他」のトリップ。

### (3) 高齢者の外出率データの概要

有効トリップのうち、トリップの有無の回答があった人の中で、トリップ有と答えた人数を小地域ごとに算出し、これを全モード外出人数と定義する。またトリップの有無を答えた人の中で、鉄道・バスを利用して外出した人数を鉄道・バス利用外出人数、自動車・自動二輪車・原動機付自転車を利用して外出した人数を自動車利用外出人数と定義する。

### (4) 各小地域における交通利便性指標の概要

日本全国における小地域ごとの交通利便性を把握するため、鉄道・バスそれぞれの路線における一日当たりの平均運行本数から駅・バス停ごとの運行頻度(本/日)を算出し交通利便性指標とする。鉄道については、国土数値情報<sup>注1)</sup>の鉄道時系列データと「駅すばあと」<sup>注2)</sup>による時刻表データから 2010 年時点における各駅の平日一日当たりの方向別運行本数の最大値を算出し、駅の運行本数とする。バスについては、国土数値情報<sup>注1)</sup>のバス停留所データとバス路線データから 2010 年時点における各バス停の平日一日当たりの運行本数の最大値を算出し、バス停の運行本数とする。また、各小地域の周囲

500m・300m以内に存在する駅・バス停それぞれにおいて、最も運行本数の多い駅・バス停の運行本数を各小地域における鉄道利便性およびバス利便性の指標として定義する。

(5) 運賃割引データの概要

各小地域において、地方自治体や交通事業者が行う運賃割引施策を調査し、これらに基づいて小地域を4つに分類する。分類を表-1に示し、表-2-表-3に運賃割引別対象都市一覧を示す。運賃割引方式の区分については、利用者が乗車のたびに料金を支払う必要がある非定期券型の割引方式と一括の支払いにより一定期間無料で乗車することのできる定期券型に分類する。なお、本研究で調査した運賃割引方式および料金形態は第6回全国PT調査が行われた2015年時点を対象としているが、「割引される日が限定されている」・「一定距離以上でない」と割引されない」・「抽選者のみの運賃割引」といった、高齢者が日常的に利用する可能性が低い運賃割引方式は除いている。

表-1 運賃割引方式一覧

運賃割引方式	運賃割引内容
4000円未満定期券型	一か月・三か月・半年・一年単位での定期券を販売しており、一か月あたりの定期券料金が4000円未満
4000円以上定期券型	一か月・三か月・半年・一年単位での定期券を販売しており、一か月あたりの定期券料金が4000円以上
非定期券型	回数券・チャージ割引・一律割引・無料・交通助成金
割引なし	運賃割引の実施が確認されなかった地域 多くがコミュニティバスのみ運行している

表-2 鉄道の運賃割引方式別対象都市一覧

運賃割引方式	対象都市	都市数
4,000円未満定期券型	取手市 東京都部 青梅市 稲城市 横浜市 川崎市 名古屋市 京都市	8
4,000円以上定期券型	金沢市 静岡市 松山市 高知市 南国市	5
非定期券型	札幌市 高崎市 豊橋市 大阪市 堺市 神戸市 松江市 総社市 広島市 福岡市 熊本市 鹿児島市 浦添市	13
割引なし	その他の都市	44

表-3 バスの運賃割引方式別対象都市一覧

運賃割引方式	対象都市	都市数
4,000円未満定期券型	取手市 さいたま市 千葉市 東京区部 松戸市 青梅市 稲城市 横浜市 川崎市 小田原市 小松市 名古屋市 京都市 北九州市	14
4,000円以上定期券型	湯沢市 郡山市 金沢市 山梨市 静岡市 磐田市 春日井市 津島市 豊中市 長門市 松山市 南国市 太宰府市 諫早市	14
非定期券型	札幌市 小樽市 盛岡市 仙台市 宇都宮市 高崎市 所沢市 上越市 小矢部市 伊那市 岐阜市 豊橋市 東海市 四日市市 亀山市 近江八幡市 宇治市 大阪市 堺市 泉佐野市 神戸市 明石市 奈良市 松江市 安来市 総社市 広島市 呉市 徳島市 福岡市 熊本市 人吉市 鹿児島市 浦添市	34
割引なし	千歳市 弘前市 塩竈市 海南市 大竹市 今治市 高知市 臼杵市	8

3. 運賃割引方式による分類ごとの公共交通運賃割引方式と高齢者の外出行動との関連性分析

(1) 運賃割引方式ごとの外出率の比較分析

対象小地域を、運賃割引方式で分類し、高齢者の外出率および代表交通手段別外出率を比較する。鉄道およびバスでの運賃割引方式ごとに小地域を分類し、外出人数を集計した外出人数と算出した全モード外出率、鉄道・バス利用外出率、自動車利用外出率を表-4、表-5に示す。

表-4 鉄道運賃割引方式ごとの外出人数および外出率

鉄道運賃割引方式	4,000円未満定期券型	4,000円以上定期券型	非定期券型	割引なし
有効調査人数	1739人	710人	2049人	7415人
外出あり人数	1240人	507人	1416人	5012人
鉄道利用外出人数	254人	17人	170人	397人
自動車利用外出人数	423人	329人	690人	2881人
全モード外出率	71.3%	71.4%	69.1%	67.6%
鉄道利用外出率	14.6%	2.4%	8.3%	5.4%
自動車利用外出率	24.3%	46.3%	33.7%	38.9%

表-5 バス運賃割引方式ごとの外出率

バス運賃割引方式	4,000円未満定期券型	4,000円以上定期券型	非定期券型	割引なし
有効調査人数	4422人	6803人	11008人	5290人
外出あり人数	3041人	4499人	7361人	3418人
バス利用外出人数	174人	129人	355人	56人
自動車利用外出人数	1286人	3038人	4516人	2352人
全モード外出率	68.8%	66.1%	66.9%	64.6%
バス利用外出率	3.9%	1.9%	3.2%	1.1%
自動車利用外出率	29.1%	44.7%	41.0%	44.5%

表-4と表-5のどちらにおいても、すべての割引方式の小地域で、割引なしの小地域よりも全モード外出率は大きくは変わらない。しかし、4,000円未満定期券型、非定期券型の小地域ではどちらの運賃割引を実施している小地域においても、割引なしの小地域より鉄道利用外出率が高く、自動車利用外出率が低くなっている。特に4,000円未満定期券型の小地域に関しては、鉄道・バスのどちらの運賃割引に関しても、鉄道利用外出率が割引なしの2倍以上、バス利用外出率が3倍以上となっており、自動車利用外出率が15%程度低くなっている。またこれらの鉄道、バスそれぞれの割引ごとの全モード外出率、鉄道・バス利用外出人数、自動車利用外出人数について独立性の検定を行い、残差分析を行った結果を以下の表-6、表-7に示す。

**表-6** 鉄道運賃割引方式における全モード外出率、  
鉄道利用外出人数、自動車利用外出人数についての  
独立性の検定および残差分析の結果  
凡例 ■ : P 値<0.01 ■ : P 値<0.05

全モード外出

鉄道運賃割引方式	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
外出あり人数	1240人	507人	1416人	5012人	0.0066
外出なし人数	499人	203人	633人	2403人	
合計	1739人	710人	2049人	7415人	
	71.3%	71.4%	69.1%	67.6%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
外出あり人数	2.609	1.650	0.519	-3.110
外出なし人数	-2.609	-1.650	-0.519	3.110
残差分析の結果(P値)	0.0091	0.0990	0.6036	0.0019

鉄道利用外出

鉄道運賃割引方式別 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	254人	17人	170人	397人	P < 0.001
鉄道利用外出なし	1485人	693人	1879人	7018人	
合計	1739人	710人	2049人	7415人	
外出ありの割合	14.61%	2.39%	8.30%	5.35%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道利用外出あり	13.361	-4.986	2.456	-9.208
鉄道利用外出なし	-13.361	4.986	-2.456	9.208
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	P < 0.001	0.0141	P < 0.001

自動車利用外出

鉄道運賃割引方式別 自動車利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
自動車利用外出あり	423人	329人	690人	2881人	P < 0.001
自動車利用外出なし	1316人	381人	1359人	4534人	
合計	1739人	710人	2049人	7415人	
外出ありの割合	24.32%	46.34%	33.67%	38.85%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道外出あり(人)	-11.228	5.743	-2.703	7.477
鉄道外出なし(人)	11.228	-5.743	2.703	-7.477
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	P < 0.001	0.0069	P < 0.001

表-6と表-7のどちらにおいても、独立性の検定により P 値が 1%未満となっていることから、全モードでの外出人数、鉄道・バス利用外出人数および自動車利用外出人数は運賃割引方式によって差が生じているということが分かる。さらに、残差分析の結果から、全モード外出人数は、調整済み標準化残差が 4,000 円未満定期券型で正、割引なしで負で、両側 P 値が 1%未満になっている。これにより、4,000 円未満定期券型の地域では全モード外出人数が多く、割引なしの地域では全モード外出人数が少ないことが分かる。また、鉄道・バス利用外出人数は、調整済み標準化残差が 4,000 円未満定期券型と非定期券型の割引方式において正、4,000 円以上定期券型の割引方式と割引なしの分類では負になっていることと、両側 P 値が 1%未満または 5%未満となっている。このことから、4,000 円未満定期券型・非定期券型の割引方式において鉄道・バス利用外出人数は多く、4,000 円以上定期券型の割引方式・割引なしにおいて鉄道・バス利用

**表-7** バス運賃割引方式における全モード外出率、  
バス利用外出人数、自動車利用外出人数についての  
独立性の検定および残差分析の結果  
凡例 ■ : P 値<0.01 ■ : P 値<0.05

全モード外出

バス運賃割引方式	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
外出あり人数	1381人	2304人	3647人	1872人	P < 0.001
外出なし人数	3041人	4499人	7361人	3418人	
合計	4422人	6803人	11008人	5290人	
	68.8%	66.1%	66.9%	64.6%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
外出あり人数	-3.401	0.859	-0.892	3.339
外出なし人数	3.401	-0.859	0.892	-3.339
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.3904	0.3724	P < 0.001

バス利用外出

バス運賃割引方式別 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	174人	129人	355人	56人	P < 0.001
バス利用外出なし	4248人	6674人	10653人	5234人	
合計	4422人	6803人	11008人	5290人	
外出ありの割合	3.93%	1.90%	3.22%	1.06%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
バス利用外出あり	6.122	-4.174	5.374	-7.817
バス利用外出なし	-6.122	4.174	-5.374	7.817
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001

自動車利用外出

バス運賃割引方式別 自動車利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
自動車利用外出あり	1286人	3038人	4516人	2352人	P < 0.001
自動車利用外出なし	3136人	3765人	6492人	2938人	
合計	4422人	6803人	11008人	5290人	
外出ありの割合	29.08%	44.66%	41.02%	44.46%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
自動車利用外出あり	-17.115	7.727	0.994	6.255
自動車利用外出なし	17.115	-7.727	-0.994	-6.255
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	P < 0.001	0.3202	P < 0.001

外出人数が少ないということが分かる。一方、鉄道・バスどちらの運賃割引についても、自動車利用外出人数について、調整済み標準化残差の正負が真逆になっており、バス運賃割引方式における非定期券型での自動車利用外出人数の両側 P 値を除いてすべて P 値が 1%未満となっていることから、鉄道・バスの利用外出人数が多い運賃割引方式では自動車利用外出人数が少なく、鉄道・バスの利用外出人数が少ない運賃割引方式では自動車利用外出人数が多いことが分かる。

これらのことから、鉄道・バスのどちらの運賃割引方式についても、全モード外出率は大きく変化しないものの、特に 4,000 円未満定期券型と非定期券型の割引方式に関しては、鉄道やバスを利用した外出が促進され、自動車利用外出が抑制されていることが示された。また、4,000 円以上定期券型のような料金設定の高い運賃割引方式では、この効果はみられないと考えられる。

## 4. 運賃割引方式と高齢者の目的別外出人数との関連性分析

### (1) 運賃割引方式ごとの私用目的別公共交通利用外出人数の比較分析

次に、外出目的に着目し、特に私用目的と考えられる買い物目的・日常娯楽目的（食事・社交・娯楽）・通院目的で公共交通を利用した外出人数について分析する。鉄道を利用した外出およびバスを利用した外出の目的別人数を以下の表-8~表-9に示す

表-8 外出目的別の鉄道利用外出者数

通勤	通学	買い物	日常娯楽	非日常娯楽	通院	その他私用	業務	不明
318人	2人	217人	212人	148人	135人	249人	153人	72人
21.12%	0.13%	14.41%	14.08%	9.83%	8.96%	16.53%	10.16%	4.78%

表-9 外出目的別のバス利用外出者数

通勤	通学	買い物	日常娯楽	非日常娯楽	通院	その他私用	業務	不明
74人	0人	248人	111人	38人	145人	134人	38人	39人
8.95%	0.00%	29.99%	13.42%	4.59%	17.53%	16.20%	4.59%	4.72%

表-10 運賃割引方式ごとの私用目的別鉄道利用外出人数の独立性の検定および残差分析の結果

凡例 ■ : P値<0.01 ■ : P値<0.05

#### 買い物目的

買い物目的 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	31人	2人	25人	59人	P < 0.001
鉄道利用外出なし	1708人	708人	2024人	7356人	
合計	1739人	710人	2049人	7415人	
外出ありの割合	1.78%	0.28%	1.22%	0.80%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道利用外出あり	3.663	-1.952	1.201	-2.649
鉄道利用外出なし	-3.663	1.952	-1.201	2.649
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.0510	0.2299	0.0081

#### 日常娯楽目的

日常娯楽目的 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	39人	5人	26人	46人	P < 0.001
鉄道利用外出なし	1700人	705人	2023人	7369人	
合計	1739人	710人	2049人	7415人	
外出ありの割合	2.24%	0.70%	1.27%	0.62%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道利用外出あり	5.831	-0.754	1.495	-5.043
鉄道利用外出なし	-5.831	0.754	-1.495	5.043
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.4508	0.1348	P < 0.001

#### 通院目的

通院目的 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	27人	4人	19人	35人	P < 0.001
鉄道利用外出なし	1712人	706人	2030人	7380人	
合計	1739人	710人	2049人	7415人	
外出ありの割合	1.55%	0.56%	0.93%	0.47%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道利用外出あり	4.499	-0.490	1.263	-4.021
鉄道利用外出なし	-4.499	0.490	-1.263	4.021
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.6241	0.2064	P < 0.001

表-8 から鉄道を利用した外出は通勤目的のものが最も多く、私用目的である買い物目的や日常娯楽目的も外出目的として多いことが分かる。表-9からはバスを利用した外出は買い物目的での外出が最も多く、日常娯楽目的、通院目的の外出も多い。これらのことから、鉄道に比べてバスでの外出の方が私用目的での外出は多いと考えられる。

次に、鉄道、バスそれぞれを利用した買い物目的での外出人数、日常娯楽目的での外出人数、通院目的での外出人数について集計し、独立性の検定および残差分析を行った結果を以下の表-10、表-11に示す。

表-10、表-11ともに、独立性の検定はすべてP値が1%未満となっており、残差分析は調整済み標準化残差が4,000円未満定期券型で正、割引なしで負で両側P値が1%となっていることから、私用目的においても、鉄道・バス利用外出人数は4,000円未満定期券型の地域で多く、割引なしの地域で少ないことが分かる。

表-11 運賃割引方式ごとの私用目的別バス利用外出人数の独立性の検定および残差分析の結果

凡例 ■ : P値<0.01 ■ : P値<0.05

#### 買い物目的

買い物目的 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	48人	29人	103人	19人	P < 0.001
バス利用外出なし	660人	3126人	3393人	3720人	
合計	4422人	6803人	11008人	5290人	
外出ありの割合	1.09%	0.43%	0.94%	0.36%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
バス利用外出あり	10.334	-4.373	6.208	-7.271
バス利用外出なし	-10.334	4.373	-6.208	7.271
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001

#### 日常娯楽目的

日常娯楽目的 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	23人	20人	42人	5人	P < 0.001
バス利用外出なし	660人	3128人	3402人	3727人	
合計	4422人	6803人	11008人	5290人	
外出ありの割合	0.52%	0.29%	0.38%	0.09%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
バス利用外出あり	7.641	-1.344	3.159	-5.705
バス利用外出なし	-7.641	1.344	-3.159	5.705
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.1788	0.0016	P < 0.001

#### 通院目的

通院目的 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	41人	30人	53人	9人	P < 0.001
バス利用外出なし	660人	3124人	3401人	3725人	
合計	4422人	6803人	11008人	5290人	
外出ありの割合	0.93%	0.44%	0.48%	0.17%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
バス利用外出あり	11.649	-1.542	2.145	-6.633
バス利用外出なし	-11.649	1.542	-2.145	6.633
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.1230	0.0319	P < 0.001

また、表-11 から、どの私用目的についても、非定期券型の地域について、残差分析において調整済み標準化残差が正で両側 P 値が 1%未満となっていることから、4,000 円未満定期券型に加えて、非定期券型の運賃割引方式でもバスを利用した私用目的での外出促進の効果があることが分かる。

これらのことから、運賃割引による公共交通利用促進効果は私用目的での外出においても確認することが出来、特に、バスを利用した私用目的での外出に関しては、非定期券型の運賃割引方式を実施している地域においても外出人数が多いことが示された。

## 5. 運行頻度ごとの運賃割引方式と高齢者の外出人数の関連性分析

### (1) 運行頻度および運賃割引方式ごとの小地域数の度数分布

鉄道・バス利用外出率は各小地域を運行している鉄道・バスの利便性によって変化すると考えられることから、各小地域を運賃割引方式だけでなく、鉄道・バスの運行頻度によって分類した際の外出率について分析する。

表-12～表-13 に鉄道・バスのそれぞれの運行頻度別の度数分布表を示す。

表-12 鉄道運行頻度別の小地域度数分布表

運行頻度fq		小地域数	4000円未満 定期券型	4000円以上 定期券型	非定期型	割引なし
192 ≧ fq	12本/h～	180	64	15	46	55
96 ≦ fq < 192	6～12本/h	282	63	9	81	129
64 ≦ fq < 96	4～6本/h	168	10	15	18	125
48 ≦ fq < 64	3～4本/h	51	0	7	7	37
32 ≦ fq < 48	2～3本/h	82	8	9	13	52
16 ≦ fq < 32	1～2本/h	80	0	7	6	67
fq < 16	～1本/h	44	0	0	0	44

fqは運行頻度

表-13 バス運行頻度別の小地域度数分布表

運行頻度fq		小地域数	4000円未満 定期券型	4000円以上 定期券型	非定期型	割引なし
192 ≧ fq	12本/h～	618	161	80	333	44
96 ≦ fq < 192	6～12本/h	394	95	57	211	31
64 ≦ fq < 96	4～6本/h	159	34	37	65	23
48 ≦ fq < 64	3～4本/h	125	14	34	57	20
32 ≦ fq < 48	2～3本/h	161	18	48	56	39
16 ≦ fq < 32	1～2本/h	234	8	55	94	77
fq < 16	～1本/h	291	6	87	96	102

fqは運行頻度

表-12 から運行頻度が低いにもかかわらず、運賃割引を実施している小地域はほとんどないことが分かるが、表-13 から、4,000 円以上定期券型と非定期券型に関して、運行頻度が低いにも関わらず運賃割引を実施している小地域が多いことが分かる。

### (2) 鉄道運行頻度および運賃割引方式ごとの鉄道利用外出人数の分析

鉄道の運行頻度および運賃割引方式により小地域を分類した際の鉄道利用外出人数について分析する。各小地域において、鉄道を利用した外出人数と鉄道を利用しなかった人数（外出していない人数も含む）を集計し、独立性の検定を行う。その後、P 値が 5%未満となった分類において残差分析を行い外出人数を分析する。結果を以下の表-14 に示す。ただし、表-12 に示した通り、鉄道の運行頻度が 64 未満の小地域数は少ないため、まとめて集計している。

表-14 鉄道運行頻度および運賃割引方式ごとの鉄道利用外出人数の独立性の検定および残差分析の結果

凡例 ■ : P 値 < 0.01 ■ : P 値 < 0.05

fq < 64 (～4本/h)

運行頻度64未満 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	3人	5人	7人	43人	0.2575
鉄道利用外出なし	89人	273人	292人	3151人	
合計	92人	278人	299人	3194人	
外出ありの割合	3.26%	1.80%	2.34%	1.35%	

64 ≦ fq < 96 (4～6本/h)

運行頻度64以上96未満 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	7人	4人	14人	82人	0.1090
鉄道利用外出なし	118人	195人	410人	1513人	
合計	125人	199人	424人	1595人	
外出ありの割合	5.60%	2.01%	3.30%	5.14%	

96 ≦ fq < 192 (6～12本/h)

運行頻度96以上192未満 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	129人	6人	80人	200人	P < 0.001
鉄道利用外出なし	758人	103人	811人	1774人	
合計	887人	109人	891人	1974人	
外出ありの割合	14.54%	5.50%	8.98%	10.13%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道利用外出あり	4.158	-1.793	-1.945	-1.266
鉄道利用外出なし	-4.158	1.793	1.945	1.266
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.0730	0.0518	0.2057

192 ≦ fq (12本/h～)

運行頻度192以上 鉄道利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
鉄道利用外出あり	115人	2人	69人	72人	P < 0.001
鉄道利用外出なし	520人	122人	366人	580人	
合計	635人	124人	435人	652人	
外出ありの割合	18.11%	1.61%	15.86%	11.04%	

調整済み標準化残差	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
鉄道利用外出あり	3.709	-4.111	1.298	-2.686
鉄道利用外出なし	-3.709	4.111	-1.298	2.686
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	P < 0.001	0.1945	0.0072

表-10 から、運行頻度 96 以上 (6 本/h～) であれば、独立性の検定において P 値が 5%未満となることと、運行頻度 96 以上 192 未満分類では、4,000 円未満定期券型の小地域において、全体と比較して鉄道を利用した外出

人数が多く、有意に差がみられ、運行頻度 192 以上では割引なしの鉄道利用外出人数が少なく、有意に差がみられることから、鉄道の運賃割引における鉄道利用外出の促進効果は運行頻度が高い小地域で有効的であると考えられる。

(3) バス運行頻度および運賃割引方式ごとのバス利用外出人数の分析

次に、バスの運行頻度および運賃割引方式により小地域を分類した際のバス利用外出人数について分析する。鉄道と同様に、バス利用外出人数について独立性の検定を行い、その後 P 値が 1%未満となった分類において残差分析を行い、外出人数を分析する。結果を以下の表-15 に示す。

表-15 からバスにおいても、鉄道と同様に運行頻度 96 以上で独立性の検定で P 値が 1%となるが、残差分析について、バスの運行頻度 96 以上 192 未満の分類では、非定期券型の小地域が全体に比べて外出人数が多く、有意に差が生じているにも関わらず、運行頻度 192 以上の分類では、4,000 円未満定期券型の小地域で全体に比べて外出人数が多く、有意に差が生じている。運行頻度 48 以上 192 未満の間は非定期券型の小地域の方が、4,000 円未満定期券型の小地域よりもバスを利用して外出した人数の割合がわずかに高いことから、非定期券型の割引方式は 4,000 円未満定期券型に比べてある程度運行頻度が低くともバスを利用して外出促進の効果がみられると考えられる。

これらの結果から、鉄道・バスのどちらにおいても、特に運行頻度の高い地域において、運賃割引方式による鉄道・バスを利用して外出促進効果があり、外出人数の割合に有意な差がみられることが示された。

6. 結論

本研究では、日本全国において実施されている高齢者向けの公共交通運賃割引施策に着目し、高齢者向け公共交通運賃割引方式と高齢者の外出行動との関連性を明らかにすることを目的として、全国 70 都市を対象に、公共交通運賃割引方式と高齢者の外出行動との関連性を分析した。まず、運賃割引ごとに小地域を分類し集計した全モード外出、鉄道・バス利用外出、自動車利用外出についての分析の結果、鉄道・バスどちらの運賃割引ともどの運賃割引方式においても、全モード外出率は大きく変化していないものの、特に、4,000 円未満定期券型と非定期券型の割引方式を実施している小地域において、鉄道利用外出率が 2 倍程度、バス利用外出率が 3 倍程度高く、自動車利用外出率が 15%程度低くなることが明らか

表-15 バス運行頻度および運賃割引方式ごとの鉄道利用外出人数の独立性の検定および残差分析の結果

凡例 ■ : P 値<0.01 ■ : P 値<0.05

fq<16(~1本/h)					
運行頻度16未満 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	0人	8人	5人	14人	0.6986
バス利用外出なし	24人	1018人	1030人	1629人	
合計	24人	1026人	1035人	1643人	
外出ありの割合	0.00%	0.78%	0.48%	0.85%	

  

16 ≤ fq<32(1~2本/h)					
運行頻度16以上32未満 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	2人	4人	13人	11人	0.6543
バス利用外出なし	169人	704人	1136人	1161人	
合計	171人	708人	1149人	1172人	
外出ありの割合	1.17%	0.56%	1.13%	0.94%	

  

32 ≤ fq<48(2~3本/h)					
運行頻度32以上48未満 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	4人	6人	3人	3人	0.3159
バス利用外出なし	254人	806人	552人	668人	
合計	258人	812人	555人	671人	
外出ありの割合	1.55%	0.74%	0.54%	0.45%	

  

48 ≤ fq<64(3~4本/h)					
運行頻度48以上64未満 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	4人	13人	16人	5人	0.9737
バス利用外出なし	205人	573人	650人	239人	
合計	209人	586人	666人	244人	
外出ありの割合	1.91%	2.22%	2.40%	2.05%	

  

64 ≤ fq<96(4~6本/h)					
運行頻度64以上96未満 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	14人	20人	37人	9人	0.1734
バス利用外出なし	429人	580人	804人	429人	
合計	443人	600人	841人	438人	
外出ありの割合	3.16%	3.33%	4.40%	2.05%	

  

96 ≤ fq<192(6~12本/h)					
運行頻度96以上192未満 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	44人	21人	97人	5人	0.0019
バス利用外出なし	1186人	1006人	2405人	443人	
合計	1230人	1027人	2502人	448人	
外出ありの割合	3.58%	2.04%	3.88%	1.12%	

  

調整済み標準化残差				
	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
バス利用外出あり	0.843	-2.360	2.638	-2.628
バス利用外出なし	-0.843	2.360	-2.638	2.628
残差分析の結果(P値)	0.399	0.0183	0.0083	0.0086

  

192 ≤ fq(12本/h~)					
運行頻度192以上 バス利用外出者数	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし	独立性の 検定 (P値)
バス利用外出あり	101人	32人	184人	4人	P < 0.001
バス利用外出なし	1642人	970人	3896人	563人	
合計	1743人	1002人	4080人	567人	
外出ありの割合	5.79%	3.19%	4.51%	0.71%	

  

調整済み標準化残差				
	4,000円未満 定期券型	4,000円以上 定期券型	非定期券型	割引なし
バス利用外出あり	3.403	-1.919	0.783	-4.422
バス利用外出なし	-3.403	1.919	-0.783	4.422
残差分析の結果(P値)	P < 0.001	0.0550	0.4335	P < 0.001

かになった。これにより、公共交通の運賃割引には、公共交通利用外出を促進させ、自動車利用を抑制する効果があるが、4,000 円以上定期券型のように料金設定の高い運賃割引ではこの効果はみられないことを示した。

また、高齢者の外出目的に着目し、買い物目的、日常娯楽目的、通院目的の外出について、運賃割引方式ごとの鉄道・バスの外出人数について分析した。その結果、私用目的においても鉄道・バス利用外出促進効果はみられ、特にバスに関しては非定期券型の地域でも外出人数が多いことを明らかにした。

また、公共交通による外出に影響していると考えられる各小地域の鉄道およびバスの利便性を考慮した分析として、運行頻度帯別の運賃割引方式と鉄道・バスの外出人数を分析した。その結果、運賃割引方式ごとの鉄道・バスの外出人数に統計的に有意な差がみられるのは、運行頻度の高い地域であることが明らかになった。これにより、運賃割引による公共交通利用促進効果は運行頻度の高い地域で有効であることが示された。

今後の課題としては、紙や IC カードなどの割引形態の違いに着目することが考えられる。本研究では、運賃割引方式について、乗車のたびに料金を支払う必要がある非定期券型と一括の支払いにより一定期間無料で乗車することのできる定期券型に分類し分析を行った。しかし、運賃割引には、紙や IC カード、回数券など割引形態の違いがあり、これらを考慮した分析を行う必要がある。

## NOTES

注1) 国土数値情報ダウンロードサービス：

<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>  
2022.9.16 最終閲覧

注2) ヴェアル研究所：駅すばあと時刻表  
2010年10月第1版, CD-ROM, 2010.

## REFERENCES

- 鎌田佑太郎, 松中亮治, 大庭哲治, 中川大: 公共交通運賃割引施策と高齢者の歩数ならびに外出先との関連性分析, 日本都市計画学会都市計画論文集, Vol.52 No.3, 2017. [Kamada, Y., Matsunaka, R., Oba,

- T. and Nakagawa D.: Analysis of Relationship between Reduced Fare Program, Step Counts and Visited Places in Older Adults, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.52 No.3, October, 2017.]
- 安藤晃太, 木村一祐, 鈴木雄, 日野智: バス運賃の低廉化による高齢者の行動の多様化と QOL への効果, 土木学会論文集 D3, Vol.70, No.5, pp.I\_579-I\_587, 2014. [Ando, K., Kimura, K., Suzuki, Y. and Hino S: Diversification Of Behavior And Effect On Qol Of Aged People Due To Inexpensive Of Bus Fare, Journal of the Japan Society of Civil Engineers D3, Vol.70 No.5, pp.I\_579-I\_587, 2014.]
- 南愛, 松村暢彦, 天野圭子: 鉄道シニアパスが郊外住宅地の高齢者の外出行動に与える影響, 土木学会論文集 D3, Vol.69, No.5, pp.I\_839-I\_846, 2013. [Minami, M., Matsumura, N., and Amano K: Influences Of Free Passes On Travel Behavior Of Old Suburb Inhabitants, Journal of the Japan Society of Civil Engineers D3, Vol.69 No.5, pp.I\_839-I\_846, 2013.]
- 柳原崇男: 高齢者の外出頻度から見た日常生活活動能力と移動手段に関する考察, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, pp.I\_159-I\_465, 2015. [YANAGIHARA, T.: The Relationship Of The Choice Of The Transportation Means, The Frequency Of Going Out And The Functional Capacity, Journal of the Japan Society of Civil Engineers D3, Vol.71 No.5, pp.I\_159-I\_465, 2015.]
- 谷本圭志, 倉持裕彌, 土屋哲: 活動能力に着目した高齢者の買い物手段に関する考察—中山間地域を対象に, 土木学会論文集 D3, Vol.70, No.5, pp.I\_781-I\_788, 2014. [Tanimoto, K., Kuramochi H. and TSUCHIYA, S.: On Choice Of The Alternative For Food Shopping Based On Functional Capacity Of Elders, Journal of the Japan Society of Civil Engineers D3, Vol.70 No.5, pp.I\_781-I\_788, 2014.]
- 金子雄一郎, 田中瑛: 東京圏における高齢者の外出状況と公共交通の利用実態に関する調査, 交通工学論文集, 第1巻, 第2号 (特集号 A), pp.A\_47-A\_53, 2015. [Kaneko, Y. and Tanaka H.: Survey on Travel Behavior Characteristics of Elderly Persons in Tokyo Metropolitan Area, Journal of Traffic Engineering, Vol.1 No.2, pp. A\_47-A\_53, 2015.]

(Received ?)

(Accepted ?)

## ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN THE REDUCED FARE PROGRAM AND THE GOING-OUT ACTIVITY OF THE ELDERLY

Yuma KAWAMURA, Ryoji MATSUNAKA, Tetsuharu OBA and Kosuke TANAKA