

路線バスの利便性の指標化に関する検討 ～金沢都市圏を対象として～

小池 光右¹・中山 晶一朗²・高山 純一³・藤生 慎⁴

¹学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 環境デザイン学専攻 (〒920-1192石川県金沢市角間町)

E-mail:ko_c-deletar-now@hotmail.co.jp

²正会員 金沢大学理工研究域 環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

³フェロー会員 金沢大学理工研究域 環境デザイン学系(〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: takayama@t.kanazawa-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学理工研究域 環境デザイン学系(〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail:fujiu@se.kanazawa-u.ac.jp

公共交通は、市民生活を支える上で重要な役割を担っている。しかしながら地方都市ではモータリゼーションの進展に伴って利用者数が減少し、減便や廃止といった公共交通機関のサービス低下が著しく進行している。公共交通のサービスの低下によって利便性が低下し、さらなる利用客の減少を招くという負の連鎖が発生する。こうした地方都市においては代替交通手段が希薄である場合が多い。そのため、公共交通の活性化が必要不可欠である。本研究では、石川県の金沢都市圏を対象として、都市圏内の主要な公共交通機関である路線バスの利便性について、パーソントリップ調査のデータを用いて分析を行い、利便性に関する指標の作成を行った。この利便性に関する指標を用いて、市民の足となる地域公共交通の確保、活性化に向けた施策の提言を行うことを試みている。

Key Words : bus transit, convenience factor, person trip survey, GIS, public transportation

1. はじめに

近年、日本の地方都市を中心として、モータリゼーションが進行しており、公共交通機関の分担率が低下し、自動車に大きく依存した交通体系が構築されている。モータリゼーションとスプロールの拡大は、地方都市の自動車依存の拡大と公共交通機関の脆弱化を招いている。自動車の分担率が上昇すれば、それにつれて鉄道やバスなどの公共交通機関を利用する人が減少する。これは公共交通機関のサービスの低下を招く。サービスの低下は、税収が少なく、交通機関を維持することが財政的に厳しい中山間地域などを通る路線を中心に減便が行われ、最終的には路線そのものが廃止に至るなど、利便性の低下に歯止めがかからない状態である。

また、日本は少子高齢化社会の一層の進展が見込まれている。少子高齢化が進むと、自動車免許を持たないために、日常生活上の移動が困難となる、いわゆる交通弱者と呼ばれる人の数が増加することが懸念される。この

社会状況の中で、自動車への依存度が現状のまま推移していくとは考えにくい。そのため自動車から公共交通機関への転換を促すことが、公共交通の維持と交通弱者の救済となるであろう。交通手段の転換を促進する上では、現状の交通特性と利便性を把握することが必要である。

本研究では、石川県の金沢都市圏を対象とし、都市圏の交通行動分析を行う。そして都市圏内の路線バスに関して利便性の指標化を行い、利便性を定量的に評価する事を目的とする。利便性を指標化することで、公共交通への転換を促す施策に提言を行うことを目指す。

2. 既往研究の整理

公共交通の利便性の指標化を行う研究はこれまでにいくつか行われている。加知ら¹⁾は、公共交通と自動車を用いた都市内移動を対象に、各地区から主要施設への近接性を評価するポテンシャル指標をベースに、この近

接性を定量的に評価するアクセシビリティ指標群を地方都市に適用した。この研究では、経済活動を考慮できていない点などが課題として挙げられている。

生活行動と公共交通のサービスレベルに関する研究としては、宮崎ら²⁾の研究が挙げられる。この研究では、公共交通のサービスレベルが生活行動に大きな影響を与えるという仮定の元で、高齢者を対象とした生活行動実態調査を実施した。この結果、平均外出回数はマイカー利用者では差はないものの、送迎や公共交通利用者では差が大きい事が明らかとなった。

パーソントリップ調査を用いて地区の利便性について研究した前野ら³⁾の研究がある。この研究では、北部九州圏を対象として、各区の利便性について分析を行っている。分析では、トリップ目的やトリップ長、発着時間をパラメータとして利便性の算出を行っている。

公共交通機関の利便性に関する研究は、アクセシビリティ指標を用いたものが多く行われている⁴⁾。対象地域としては公共交通機関の希薄な中山間地域や、自動車利用が困難な高齢者を対象としたものがほとんどである。都市圏全体を対象として利便性を調査した事例は少なく、金沢都市圏について行われた事例は著者の知りうる限りでは見つからなかった。そのため本研究では、金沢都市圏全域を対象とし、空間的な情報を元に利便性の指標を作成し、都市圏内の公共交通機関の利便性を定量的に評価する。

3. 本研究の概要

本研究では、第4回金沢都市圏パーソントリップ調査の調査結果を用いて、交通手段分担率やOD表の作成などの基礎的集計を実施した後に、国土数値情報ダウンロードサービスから各種のデータをダウンロードし、GISにデータを投影する。パーソントリップ調査のゾーニングを用いて都市圏内の町丁目を結合し、2桁ゾーン単位

で集約を行い、ODペア毎の交通行動特性を分析する。

このゾーニングを用いて路線バスの利便性の指標を作成する。

利便性の指標は、パーソントリップ調査の調査結果と国勢調査、国土数値情報ダウンロードサービスから入手できるデータなど、比較的入手が容易なデータを用いて作成する。また、作成した指標の妥当性について論じる。

4. 第4回金沢都市圏パーソントリップ調査について

金沢都市圏は石川県のほぼ中央付近に位置しており、県庁所在地である金沢市を中心に、隣接する津幡町、内灘町、野々市町(現野々市市)、松任市、鶴来町(ともに現白山市)の、2市4町で構成されている。都市圏内の人口は、第4回パーソントリップ調査実施時点で64.5万人であり、世帯数は25万世帯程度となっている。金沢都市圏を対象として、執筆時点までに4回のパーソントリップ調査が実施されている。第4回パーソントリップ調査は平成19年10月17日～12月21日に行われた。個人ベースのサンプル数は34,605である。本調査では、都市圏を22ゾーンに区分する中ゾーン、70に区分する小ゾーン、142に区分する調査ゾーンの3種類によるゾーニングがなされている。都市圏外は、石川県内を7ゾーン、県外を8ゾーンの計15ゾーンに分けて設定されている。交通手段は徒歩、二輪車(自転車、原動機付き自転車、自動二輪車)、自動車(乗用車、貨物自動車、タクシー・ハイヤー、自家用・貸切バス、船舶、航空機、その他)、路線バス、鉄道(JR、私鉄)に区分されており、本研究ではこの区分を用いて分析を行う。トリップの目的は16に細分化されたものを通勤、通学、帰宅、業務、私事の5つの大区分で分けて集計している。表-1に、第1回から第4回までの調査の概要を示す。

表-1 第1回～第4回パーソントリップ調査の概要

調査	第1回	第2回	第3回	第4回
調査年度	昭和49-52年	昭和59-61年	平成7-9年	平成19-20年
調査エリア	金沢市・松任市・野々市町・津幡町・内灘町・鶴来町	同左	同左	同左
人口(人)	491,755	586,000	637,455	654,564
世帯数(世帯)	150,677	180,552	227,258	250,573
5歳以上人口(人)	441,729	530,961	604,658	609,368
総トリップ数(千トリップ/日)	1,272.8	1,540.2	1,583.3	1,570.7
分担率	鉄道:2.7%, バス:11.2% 自動車:38.8%, 二輪車: 10.2%, 徒歩:37.2%	鉄道:1.8%, バス:6.1% 自動車:43.9%, 二輪車: 19.6%, 徒歩:28.6%	鉄道:2.0%, バス:5.1% 自動車:59.2%, 二輪車: 13.6%, 徒歩:20.1%	鉄道:1.8%, バス:4.6% 自動車:67.2%, 二輪車: 10.2%, 徒歩:16.1%

5. 交通特性分析

パーソントリップ調査の結果からOD表を作成し、金沢都市圏における交通の現状について分析を行う。本章では、基礎分析の結果とODペアによる交通特性の分析について述べる事とする。本研究では2桁ゾーンによる分析を実施する。都市圏内をゾーニングした図と、都市圏内各市町とゾーン番号の対応表を、それぞれ図-1、表-3として示す。また、図-2と図-3に、都市圏内の公共交通機関のネットワークを示す。

(1) 基礎分析結果

パーソントリップ調査の結果についての基礎的な分析を行った。はじめに都市圏内の交通機関別トリップを総トリップで除して、交通機関分担率を算出した。結果を表-2に示す。これを見ると、自動車の分担率が最も高い値となっていることがわかるが、これは北陸地方各県の都市圏(新潟、富山、福井)の中では最も低い値で、全国平均(約54%)や地方都市圏平均(約56%)などと比較すると高い値である。以上より、金沢都市圏は全国的に見るとモータリゼーションの進行が著しい都市圏であるといえる。公共交通機関の分担率は、路線バスは全国平均より高いものの、鉄道分担率は低くなっている。

時間帯ごとのトリップ発生割合では、午前7時台が最も大きな値であり、これは通勤・通学ラッシュが反映されたものとなっている。本調査における平均的なトリップの所要時間を調べたところ、30分以内が全体の87%を占めていることが明らかとなった。次に、各ゾーンの図形的重心を算出し、ゾーンの重心間距離をトリップの移動距離と仮定して、移動距離帯別の交通機関分担率を算出した。この結果からは、全距離帯で自動車が選択されやすいことが見てとれた。公共交通機関に着目すると、鉄道は距離が長くなるにつれて分担率が増加し、路線バスは5~7kmのトリップで選択されやすい傾向が見られる。

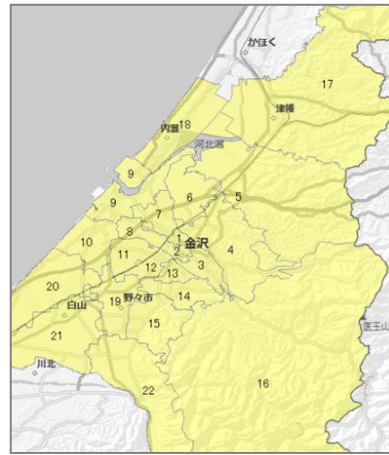


図-1 2桁ゾーン図



図-2 バス路線網



図-3 鉄道路線網

表-2 金沢都市圏の交通機関分担率

種類	徒歩	二輪	自動車	路線バス	鉄道
分担率(%)	16.14	10.24	67.19	4.60	1.83

表-3 ゾーン番号と地域名

地域	ゾーン番号
金沢市	1~16
津幡町	17
内灘町	18
野々市町	19
松任市	20,21
鶴来町	22

表-4 目的別分担率

目的	分担率(%)				
	徒歩	二輪車	自動車	バス	鉄道
通勤	5.89	8.31	77.08	6.58	2.14
通学	49.21	19.53	19.87	6.32	5.07
帰宅	18.13	12.13	62.28	5.36	2.1
業務	3.45	2.81	92.91	0.7	0.13
私事	17.49	9.84	68.2	3.91	0.56

表-5 トリップタイプ別分担率

タイプ	分担率(%)				
	自動車	徒歩	二輪車	バス	鉄道
都心⇄都心	21.4	57.3	15.3	5.9	0.1
都心⇄郊外	56.2	7	11.2	20.7	4.9
郊外⇄都心	55.6	7.3	11.5	20.9	4.7
郊外⇄郊外	72.1	13.7	10.1	2.5	1.5

表-4に、目的別の交通機関分担率を示す。これより、全目的で自動車が選択されやすいことがわかる。特に業務トリップ(出勤後の移動)で自動車の分担率が90%以上と高い値となっている。公共交通機関は、運転免許証の保有率が低い通学トリップで5%を超える値となっている。先述の通り全目的で自動車が選択されやすい傾向があるものの、トリップの種類によって分担率が異なることが確認された。

(2) ODペアによる交通特性分析

先述した2桁ゾーンを用いて、全484通りのODペアを設定し、各ODペアの交通機関分担率や距離帯別分担率、所要時間の分析などを実施する。ODペアによる分析では、都心域を設定してトリップを区分した分析も行う。ここで都心域は、パーソントリップ調査の報告書に従って設定する。都心域は図-1のゾーン図のゾーン1, 2である。これ以外の地域を郊外と定義して、トリップを都心内移動、都心郊外間移動、郊外間移動の4つのタイプに区分して交通機関分担率を算出した。結果を表-5に示す。

表-5より、都心内移動での徒歩の分担率が高いことがわかる。都心域は比較的コンパクトに集約されているため、徒歩による移動もさほど困難を伴わない。そのために徒歩移動が卓越しているものと考えられる。一方、都心と郊外を往来するトリップでは路線バスの分担率が20%以上と高い値である。この路線バスの分担率について、各

ゾーンを発着するトリップの路線バス分担率をGIS上で色分けして表示し、地域毎の特性の把握を試みた。その結果、金沢市内を発着するトリップは分担率が高い値となっているものの、金沢市以外の市町においては発着ともに分担率が低い傾向が見られた。このため、金沢市の周辺市町では移動の際に公共交通機関をあまり利用していないことがうかがえる。

6. 利便性の指標化

これまで述べてきたように、路線バスの分担率にはトリップの目的や種類などによって異なっている。分担率がトリップの目的に応じて異なることは至って当然であろう。分担率に差を生じさせる要因として、利便性が考えられる。本研究では利便性を定量的に評価する手法の開発を行うことを目的としているため、定量的なデータを用いて分析を行う。指標の作成にあたっては、ゾーン毎の特性を反映させる必要があると考えたため、表-6に示すようにゾーンの特性値を整理した。今回は、国勢調査のGISデータから、ゾーンの人口とゾーン面積を求め、さらに国土数値情報webサイトから、路線バスの1日当り運行頻度、路線長のデータを利用することとした。路線バスの運行頻度は、平日、土曜日、日曜・祝日の3区分がなされているので、それによって特性値を整理した。表を見ると、都心部から離れるに従って路線バスの分担率が低下していることがわかる。今回は、運行頻度、路線長、ゾーン面積、ゾーン人口を用いて指標を作成し、路線バスの分担率との相関を分析して最も相関係数が高かったものを指標として定義することとした。頻度は利便性の代表的なものであると考え、路線長はゾーン内のバスネットワークを表現できると考え使用することにした。

表-6 ゾーンの特性値

ゾーン	頻度			路線長(km)	バス分担率			面積(km2)	人口(人)
	平日	土曜日	日曜祝日		Q	D			
1	37571.5	26889	25305.5	131.7	14.57	14.75	2	14617	
2	36484	25629.5	24035.5	158.2	17.31	17.13	2	15248	
3	9670.5	6203.5	5606	124.8	9.32	9.04	7	33590	
4	9010	6505	6251.5	199.8	6.57	7.07	30	42471	
5	532	413.5	403.5	58.1	2.77	3.04	75	42803	
6	619.5	584.5	582.5	33.6	2.38	1.59	14	20904	
7	34329	22467	20527	179.0	3.95	3.92	7	22933	
8	5560	4062.5	3896	74.5	2.44	2.50	5	21296	
9	2972.5	2250.5	2147	84.8	2.95	2.89	17	39722	
10	3242	2327	2149	41.2	2.83	2.21	13	28589	
11	4148	2848.5	2609	64.5	2.20	2.25	7	34663	
12	3631	2444	2281	36.2	3.13	3.71	5	27210	
13	14623	10913	10473	134.4	7.41	7.18	3	29828	
14	11507.5	8271	7828	93.2	6.44	6.32	10	31563	
15	8511	5619	5401	73.5	4.15	3.77	16	22164	
16	2207.5	1546.5	1415.5	69.1	8.66	9.32	250	34397	
17	325.5	294	294	12.2	0.77	0.87	110	34304	
18	1570	1260.5	1221.5	27.7	1.18	1.07	20	26560	
19	7708	5351	5138.5	74.4	2.21	2.16	14	45581	
20	749	633.5	614	24.3	0.90	1.04	28	31557	
21	2797	2026	1974	48.0	1.20	1.29	32	33813	
22	979	622	605	8.9	0.97	0.94	35	21477	

作成した指標は、以下の三種類である。

$$\text{指標A} = f \times l \quad (1)$$

$$\text{指標B} = \frac{f \times l}{s} \quad (2)$$

$$\text{指標C} = \frac{f \times l}{q} \quad (3)$$

ここに、 f : 運行頻度(本)

l : バス路線長(km)

S : ゾーン面積(km²)

q : ゾーン人口(人)

各ゾーンについて各指標を計算し、得られた数値と分担率との相関係数を求める。指標と分担率との相関分析の結果を表-7に示す。この表を見ると、指標Bの値が現状の路線バス分担率と最も整合していることが読み取れる。また、平日、土曜日、日曜・祝日の各運行形態の間で差は小さいことがわかる。この利便性をゾーン毎に算出し、GISに投影した図を図-4として示す。図からは、利便性の高い地域が都心部を中心に広がっていること、都心部のすぐ外側の地域でも利便性が低い地域が存在すること、金沢市以外の市町では利便性が低いこと、金沢市内でも中山間地域や海沿いの地域で利便性が低くなっていることなどが読み取られる。一般的に都心部ほど公共交通機関の利便性は優れ、中山間地域など人口の少ない地域で利便性が低いと考えられるので、今回作成した指標は妥当であると結論付ける。

表-7 指標と相関係数

指標	区分	相関係数	
		O	D
<A>	平日	0.72	0.71
	土曜日	0.74	0.73
	日曜祝日	0.75	0.74
	平日	0.84	0.84
	土曜日	0.85	0.84
	日曜祝日	0.85	0.84
<C>	平日	0.78	0.77
	土曜日	0.79	0.79
	日曜祝日	0.80	0.79

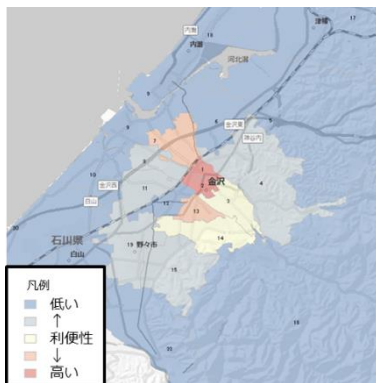


図-4 利便性の図示

7. 対数回帰分析

作成した指標に関して、以下の式(4)を作成する。

$$a_i = \frac{f_i^\alpha \times l_i^\beta}{m_i^\gamma \times q_i^\delta} \quad (4)$$

ここに、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: パラメータ

a : 路線バス分担率

式(4)の両辺の対数を取り、重回帰分析で各種パラメータを推定する。このパラメータを推定することで、路線バスの分担率の支配的要因を把握することができる。22ゾーンのゾーニングを用いてODペアを設定し、全484ペアについて路線バスの分担率を算出した。また、先に示したゾーンの特性値を用いて作成した指標について分析を行う。結果は表-8に示すようになった。目的変数は路線バス分担率、説明変数は路線長、面積、人口、運行頻度である。説明変数は発地、着地に分割して設定した。なお、路線バスの運行頻度は、平日のものを採用することとした。表-9には、各説明変数の相関行列を示してある。表-8からは、路線長や人口、次いでゾーンの面積が分担率に有意に作用していることが見て取れる。今回、路線長は系統1種類について1本としてカウントしているため、系統を増加させることが有意に分担率を増加させることが伺える。路線バスの運行頻度に有意な結果は見られなかった。そのため、頻度は支配的ではないことが言える。表-9の相関行列からは、頻度と路線長、頻度とゾーン面積などの変数間に強い相関が見られることがわかった。

表-8 重回帰分析の結果

変数	偏回帰係数	t 値	有意性
発地路線長	0.5917	5.0630	**
発地面積	0.1269	2.0929	*
発地人口	-1.1078	-5.6185	**
発地頻度	0.0575	0.6882	
着地路線長	0.6361	5.4428	**
着地面積	0.1325	2.1853	*
着地人口	-0.9045	-4.5875	**
着地頻度	0.0559	0.6683	
定数項	15.0492	5.1923	**

*: 5%有意
**: 1%有意

表-9 相関行列

	発地路線長	発地面積	発地人口	発地頻度	着地路線長	着地面積	着地人口	着地頻度	分担率
発地路線長	1.000	-0.497	-0.035	0.832	0.000	0.000	0.000	0.000	0.383
発地面積	-0.497	1.000	0.560	-0.731	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.265
発地人口	-0.035	0.560	1.000	-0.371	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.240
発地頻度	0.832	-0.731	-0.371	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.391
着地路線長	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	-0.497	-0.035	0.832	0.405
着地面積	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.497	1.000	0.560	-0.731	-0.245
着地人口	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.035	0.560	1.000	-0.371	-0.187
着地頻度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.832	-0.731	-0.371	1.000	0.391
分担率	0.383	-0.265	-0.240	0.391	0.405	-0.245	-0.187	0.391	1.000

8. まとめ

第4回金沢都市圏パーソントリップ調査の結果を基に交通特性について分析を行った。また、国勢調査や国土数値情報ダウンロードサービスのデータを利用して路線バスの指標化を行い、指標の妥当性についても検討を行った。その結果、トリップの目的やタイプ毎、距離帯毎に分担率が異なっていることが明らかとなった。金沢都市圏は自動車に大きく依存した都市であることが改めて示唆される結果となった。前項で作成した指標によって、都市圏内の路線バスの利便性が地域毎に異なっていることが明らかとなった。公共交通機関の維持、存続は必要不可欠であるが、これを実現するためには利用者を増やし、収益を一定以上確保する必要がある。利用者の増加には利便性の向上が欠かせない要素となろう。本研究で作成した指標によると、運行本数を増やすこと、路線長を延長することが利便性の確保に結びつくと考えられる。しかしながらパラメータの推定の際に、頻度は支配的ではないことが示唆されたため、より詳細な分析を行っていく必要がある。

9. 今後の課題

今回作成した指標では、頻度や路線長などの定量的データのみを考慮しているため、行き先などの定性的データも組み込む必要があるだろう。作成した指標について、対数回帰分析などで妥当性を議論することも今後の課題である。

参考文献

- 1) 加知範康, 峯貴志, 加藤博和, 大島茂, 林良嗣: ポテンシャル型アクセシビリティ指標に基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用, 土木計画学研究・論文集 No.23, no.3, 2006
- 2) 宮崎耕輔, 徳永幸之, 菊池武弘, 小枝昭, 谷本圭志, 喜多秀行: 公共交通のサービスレベル低下による生活行動の格差分析, 土木計画学研究・論文集 vol23, no3, 2005
- 3) 前野晋哉, 黒瀬重幸: パーソントリップデータと GIS を用いた地区の利便性評価に関する研究, 日本建築学会九州支部研究報告, 第 41 号, 2002
- 4) 例えば, 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧: 過疎地域における公共交通計画のためのアクセシビリティ指標の開発, 都市計画論文集, 2003
- 5) 金沢都市圏総合都市交通計画協議会: 第4回 金沢都市圏パーソントリップ調査報告書, 2009

(?受付)

A STUDY ON THE CONVENIENCE INDEX OF THE ROUTE BUSES ~FOR KANAZAWA URBAN AREA~

Kosuke KOIKE, Shoichiro NAKAYAMA, Jun-ichi TAKAYAMA
and Makoto FUJII