

長岡市における夜間交通とバス利用に関する研究

都市交通研究室 廣田 咲
指導教員：松本 昌二
佐野 可寸志
土屋 哲

1. 研究の背景と目的

近年の自動車交通の進展により、交通渋滞・排出ガスに伴う環境問題、郊外型都市の形成と中心市街地の衰退といった都市問題、人口減少や少子高齢化などの社会環境の変化など、交通に係るさまざまな問題が発生している。バスは、それらの問題を解決するに望ましい交通機関であるが、年々利用者は減少している。

こうした現状を背景に、長岡市内を運行しているバス便数に着目してみると、17時をピークに便数が減少していることに気づく。図1.1に長岡駅東口・西口発の時間帯別バス便数を示す。一般にバスを利用する人は、帰宅手段に他の交通手段がない場合、往路・復路ともにバスを利用する。しかし、往路においてバスを利用することが難しい場合、往路からのバス利用を選択することは難しくなる。このように夜間の帰宅時にバスが少ないことが、バス利用を低下させている原因の一つであると考えられる。

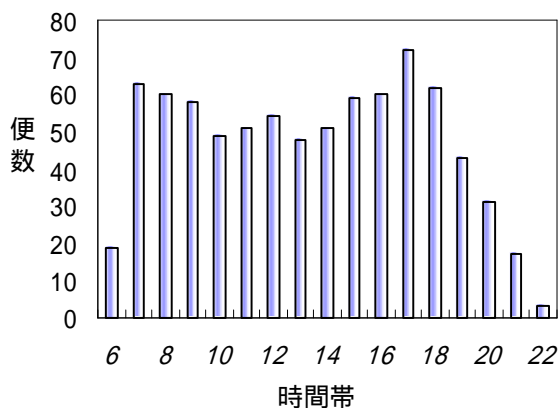


図1.1 長岡市の駅におけるJR乗車人員の推移

本研究では、長岡市における夜間の帰宅時間帯にバスが少ないことがバス利用を低下させている原因の一つであると考え、夜間のバス便数の増加とバス利用機会の増大との関係を明らかにすることを目的とする。はじめに、バス利用者や沿線住

民に対してアンケート調査を行い、現在のバスの利用実態や増便時の利用意向について把握する。次に、調査データを分析し、バス利用者・バス利用機会に関する特徴を明らかにすることで、効果的なバス増便のあり方について知見を得る。

2. 新潟市における深夜臨時バスの実態調査

本研究で着目している夜間のバス利用について、実際に行われている夜間バスの運行状況や利用状況を把握することは重要である。夜間の時間帯にバスを運行させることで、どのような状況で、どのような利用者が、どのくらいの頻度で利用するのかを調べることは、長岡市での夜間増便バス仮説を考えるうえで有効になる。

本研究では、実際に運行された新潟市の深夜臨時バスの利用者に対してアンケートを行い、バス利用の実態把握を行った。バス路線沿線に住む住民を対象にアンケートを行い、長岡市民の交通状況とバスとの関係について調査した。調査概要を表2.1に示す。

表2.1 深夜臨時バス利用者を対象にしたアンケート調査

調査日	2007年4月20日(金)
調査路線	白根線(23:00発) 松浜線(23:00発)
調査バス停	松浜線:古町,本町 白根線:万代シティバスセンター前
調査方法	乗車待ちの利用者にアンケートを配布・その場で回答してもらい、回収した。
主な調査項目	個人属性 夜間のバス利用について 深夜臨時バスの定期運行化について
回答数	合計 26票

アンケート結果をみると、深夜臨時バスの利用者は「飲食店・居酒屋からの帰り」が多く（図2.1）、そのほとんどは普段あまりバスを利用していないことが分かった（図2.2）。また、毎日、割増し運賃で増便をした場合、「毎日運行しているなら、利用する」もしくは「あと30分遅い時間なら、利用する」と半数が回答している（図2.3）。

これらのことから、夜間の時間帯でも仕事が終わった後に飲食店・居酒屋に寄り、帰宅時間が遅くなった人によるバス需要があることが分かった。飲酒をした人は自動車を運転することは出来ない。タクシーや代行運転などより料金の安いバスが運行しているのなら、帰宅手段に選びたいと考える人は多いだろう。

自動車交通が進展し、年々バス利用者が減少している長岡市でも、飲酒した利用客を取り込むことで夜間のバス需要が見込めるのではないかと、という仮説が導かれた。

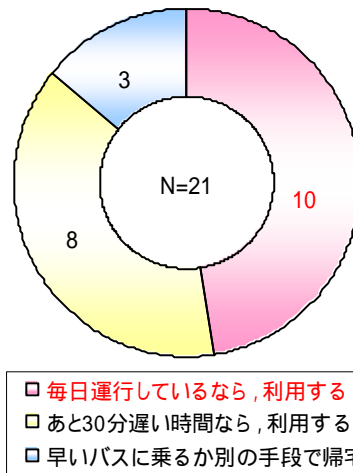


図2.3 割増し運賃であった場合のバス利用

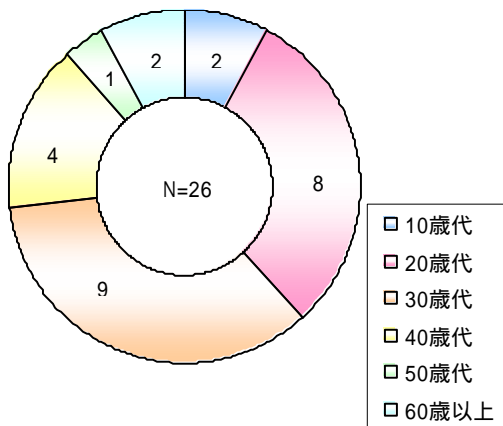


図2.1 深夜臨時バス利用者の年齢

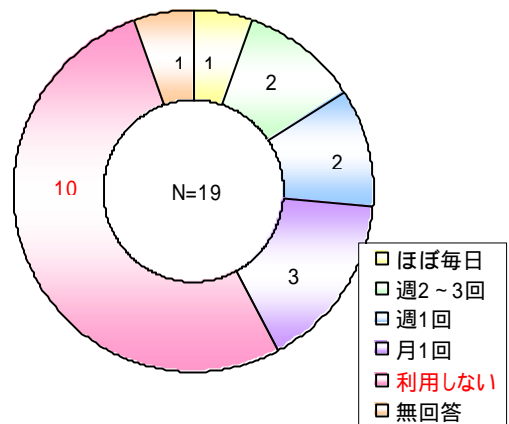


図2.2 飲食店・居酒屋からの帰宅者による普段の（22時以降、同じ路線）バス利用状況

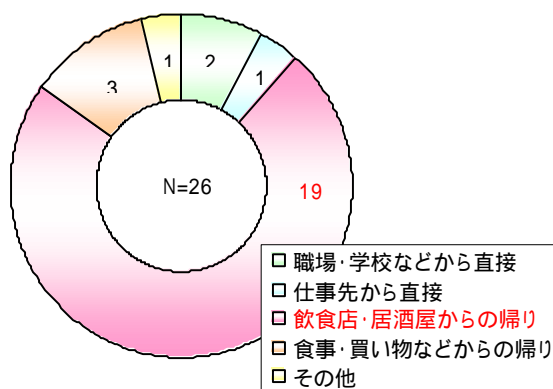


図2.2 深夜臨時バスを利用した経緯

3. 長岡市の夜間交通とバス利用に関するアンケート調査

バスの利便性を考えるうえで市民の生活とバスとの関連性や、実際に利用しているバス利用者の利用状況を把握することは重要である。本研究では、バス路線沿線に住む住民を対象にアンケートを行い、長岡市民の交通状況とバスとの関係について調査した。調査概要を表3.1に示す。

表3.1 バス路線沿線住民を対象にしたアンケート概要

調査日	2007年10月2日～2007年10月3日
調査対象路線	長岡駅-長生橋・喜多町-関原方面
調査対象	対象路線付近に住む住民
	長岡駅から対象路線バスに乗車する利用者
調査方法	路線付近に住む住民のポストに配布・郵送回収
	乗車前の利用者にアンケートを配布・郵送回収
調査項目	個人属性
	普段のバス利用に関して
	夜間時間の行動に関して
	交通手段にバスを選択しない理由
	お酒を飲んで帰宅する時の交通手段
	夜間バスのサービス水準に関して
	3日間の行動状況
回収数	116票

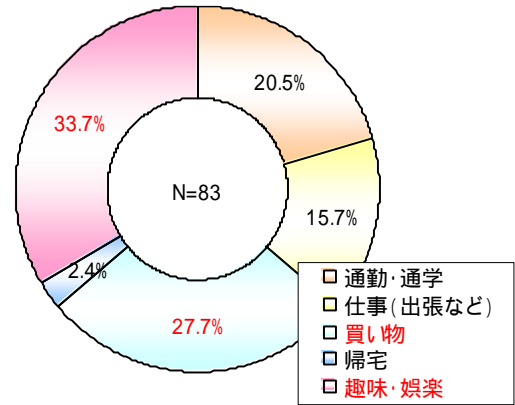


図3.3 普段のバス利用目的

アンケート結果をみると、回答者の自動車保有率は高く（図3.1）、帰宅交通手段も自動車に依存しており（図3.2）、バスを利用する機会には一般的には趣味や娯楽、一部の通勤・通学においてであることが分かった（図3.3）。

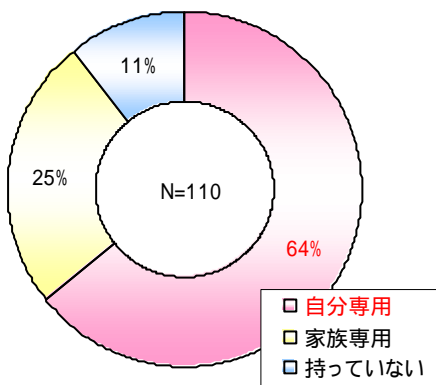


図3.1 回答者の自動車保有

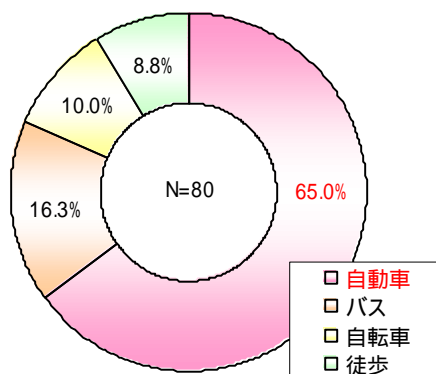


図3.2 勤務先・通学先からの帰宅手段

3.1 判別分析によるバス利用モデル

アンケート調査より得られた多変量データを用いて判別分析を行い、バス利用モデルを構築した。モデルを構築することによって、個人属性やトリップ属性がバス利用に与える影響を定量的に考察した。

バス利用モデルは、個人属性の回答と3日間の行動状況から夜間17時以降のトリップを抜き出したデータを基に、バスを選択したトリップ（n=13）と、バス以外を交通手段に選択したトリップ（n=52）の合計（n=65）で行った。モデル式を式(3.1)に示す。

$$Y = \sum_i \alpha_i X_i + \alpha_0 \dots\dots\dots (3.1)$$

Y: バス利用変数

α_i : 未知パラメータ

X_i : 説明変数

判別分析の推定結果を表3.2に示す。「20歳ダミー」、「旅行距離」、「仕事（旅行目的）」が選択結果に有意な影響を持つことが分かったが、それ以外の変数の影響は有意とならなかった。

「20歳ダミー」は、正の値が出ていることから20歳代の方は夜間にバスを利用する傾向が高いことが分かる。20歳代の方は自動車を保有するだけの経済力が十分でない人も多いことから、低料金であるバスを利用することが推測される。新潟市での深夜臨時バスアンケート結果からも、20～30歳代の方が深夜バスをよく利用することから、特に2

0歳代の人に夜間のバス需要があることが推測される。「旅行距離」は、値が小さいことからバス利用に「旅行距離」はそれほど影響しないことが分かった。

「仕事（旅行目的）」は、正の値が出ていることから「仕事（旅行目的）」で夜間にバスを利用する傾向が高いことが分かる。職場からの帰宅でバスを利用する人が多いことが推測される。また、「バス待ち時間」や「自宅からバス停距離」などのバスサービスに関する要因はF値の値が低かったことから、バス利用の決定にあまり影響しないことが考えられる。

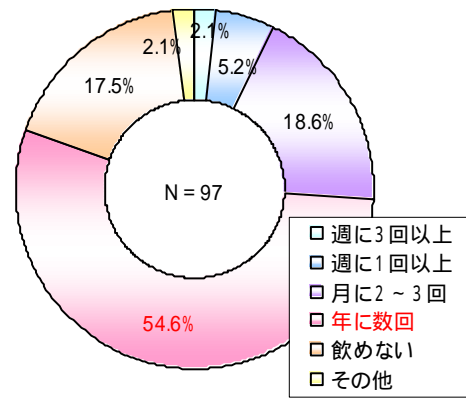


図3.4 平日の夜間に飲食店でお酒を飲む機会

表3.2 判別分析によるパラメータの推定結果

変数名	正準判別関数係数	F値
20歳代	2.123	4.442
旅行距離	0.161	8.762
仕事	4.207	15.120
(定数)	-1.107	

表3.3 モデルの再現性の確認

バス利用	観測結果	推定結果		合計
		利用する	利用しない	
利用する	利用する	9	4	13
利用しない	利用しない	7	45	52
合計		16	49	65

$$\text{的中率} = \frac{9+45}{65} = 83.1\%$$

3.2 夜間交通の特徴

夜間の活動では、平日にお酒を飲む機会は少なく（図3.4）、また、お酒を飲んだ時の帰宅手段はタクシーや自動車が多く占めている（図3.5）。しかし、夜遅くまで運行しているのならお酒を飲んだ帰りに利用したいと考えている回答者も多いことが分かった（図3.6）。そのため、新潟市の深夜臨時バスのように利用者が集中的に多く見込まれる時期を狙って増便すれば、利用者が多く見込まれるのではないかと考えられる。

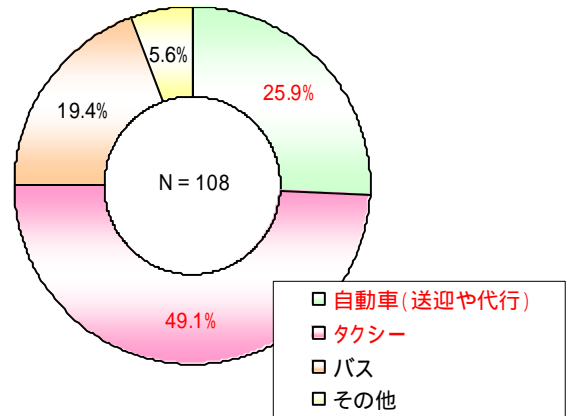


図3.5 お酒を飲んだ時の帰宅手段

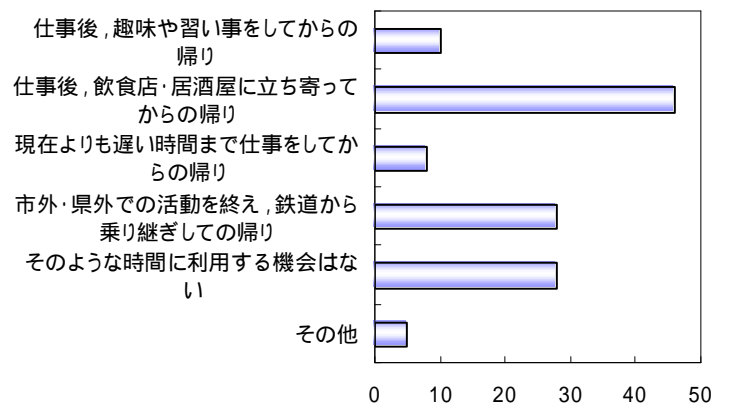


図3.6 増便バスの利用目的（複数回答）

4. バス便数増加による利用者の変化

夜間の時間帯におけるバス便数の増加は、それまでバスという交通手段を選択できなかった状況から新たにバスという選択肢が増えることになり、

バスサービスレベルの改善につながる。また、バス便数の増加による待ち時間の減少という点でもサービスレベルの向上となる。

本研究では、交通手段選択モデルを構築し、夜間時間帯のバス便数増加に伴うバス利用者の増加を、モデルを適用して推定する。

4.1 データの概要

本研究では、平成11年度長岡都市圏パーソントリップ調査（以下、長岡市PTデータ）のデータを用いた。このうち、モデルの構築においては、本研究で対象としている長岡駅＝長生橋・喜多町＝関原方面のバス路線沿線を対象地域とした。

交通手段の内訳は、自動車が318サンプル、バスが50サンプル、タクシーが11サンプル、徒歩・自転車が374サンプルであった。

交通手段選択確率は、非集計多項ロジットモデルを用いて式(4.1)のように表され、それぞれの選択肢の効用関数は式(4.2)で表される。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_{jn})} \dots \dots \dots (4.1)$$

$$V_{in} = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ink} \dots \dots \dots (4.2)$$

- P_{in} : 個人 n が選択肢 i を選択する確率
- V_{in} : 個人 n の選択肢 i による効用関数の確定項
- V_{jn} : 個人 n の選択肢集合 J_n の i 以外全ての選択肢 j の効用関数の確定項
- X_{ink} : 個人 n の選択肢 i についての k 番目の説明変数
- k : k 番目のパラメータ

4.2 パラメータの推定結果

パラメータの推定結果を表4.1に示す。パラメータの t 値はCostを除いて絶対値1.96以上であり、5%優位水準を満たしている。また的中率も高く、良好な結果が得られているといえる。

完全共通変数である費用と旅行時間は、旅行費用に比べて旅行時間のパラメータの方が高いことから、旅行時間は旅行費用よりも手段選択に大きく影響していることが分かった。したがって、交通手段の旅行時間を短縮することによって、その

手段の効用が増加する。この結果から、バスの便数増加による待ち時間の減少によって、現在のバス以外の交通手段選択者がバスへ転換し、バス利用者の増加が期待できるといえる。

社会経済変数の年齢は、年齢の高い人ほど社会経済力が高いと考えられるため、年齢が高くなるほどタクシー利用の効用が高くなることが考えられる。性別については、女性より男性の方がバス利用の効用が低いという結果になった。

表4.1 パラメータの推定結果

Coefficient	Parameter	t ratio
Cost	-4.99E-05	-0.186
Time	-1.46E-01	-14.96
Taxi age	3.97E-01	3.287
Bus sex	-2.57E+00	-2.506
Car-Dummy	3.23E-01	-5.174
Bus-Dummy	-3.02E+00	3.338
Taxi-Dummy	-4.49E+00	-4.460
$L(\)$	-526.009	
$\ln L$	-717.076	
$\ln L(0)$	-1042.49	
χ^2	0.266	
χ^2	0.257	
Hit ratio	87.6%	

4.3 モデルの適用

4.2で整理したデータで現況再現した結果、図4.2の結果が得られた。結果をみると、現況ではバスを選択したものが推定結果では自動車利用と推定されてしまったものが半数以上あった。このモデルではトリップ時間の影響が大きいことからこのような影響になってしまったと考えられる。

表4.2 モデルの再現性の確認

交通手段	観測結果					
	1	2	3	4	合計	
推定結果	1	289	14	0	14	317
	2	40	10	0	1	51
	3	8	1	2	0	11
	4	11	4	0	359	374
	合計	348	29	2	374	753

$$\text{的中率} = \frac{289 + 10 + 2 + 359}{753} = 87.6\%$$

4.3 バス便数増加による利用者の変化

先ほどの長岡市PTデータから、17時以降のトリ

ップを抜き出し、17時以降のバス便数を増加させ、バス待ち時間を減少させた。増便後は、バス利用者が6人から8人へと増加した。

手段を考慮して便数を増加した場合のバス利用者の増加を検討する必要がある。

表 4.2 バス便数増加後の選択結果

	Car	Bus	Taxi	WalkBicycle
現況	96	12	5	77
現況再現	105	6	0	79
バス便数増加後	103	8	0	79
利用者増加の割合	-1.2%	33.3%	0.0%	0.0%

5. 総括

本研究では、長岡市における夜間バス便数に着目し、夜間バスの増便について検討を行った。

本研究の成果は、以下のようにまとめることができる。

新潟市の深夜臨時バスアンケート調査から、深夜臨時バス利用者は20～30歳代が多く、飲食店・居酒屋からの帰宅する経緯でバスを利用していることが分かった。

長岡市のアンケート調査から、市民の自動車保有は高く、帰宅手段も自動車が多く、普段のバス利用は買い物や趣味・娯楽目的であることが分かった。

判別分析の結果から、20歳代の人に夜間のバスを利用する傾向が高く、また職場からの帰宅で利用する人が多いことが分かった。

夜間にバスを増便した場合、飲酒時の帰宅手段にバスを利用したいという回答が多く得られ、夜間に飲酒を行った人によるバス需要があることが分かった。

長岡市PTデータから、アンケート対象地域としたバス沿線を移動するトリップを抽出し、交通手段モデルを構築した。夜間のバス便数を増加させ、待ち時間を減少させたところ、バス利用者の増加を表すことができた。

本研究では、アンケートのサンプル数が不十分であったため、長岡市PTデータを用いて交通手段選択モデルを構築した。しかし、構築したモデルは本研究で目的としている夜間時間帯のモデルではなく、全時間帯のモデルであるため、夜間のバスを増便した際のモデルの再現性に疑問が残る。今後の課題として、夜間時間における十分なサンプルを用いてモデルを構築することがあげられる。また、説明変数に旅行目的を加え、飲酒時の帰宅

参考文献

- 1) 国土交通省北陸信越運輸局新潟運輸支局長岡自動車検査登録事務所：市町村別自動車保有車両数調，平成 15 年
- 2) 長岡市統計年鑑 18 年度
- 3) 越後交通株式会社：輸送実績
- 4) 東日本旅客鉄道株式会社新潟支社：乗車人員
- 5) 中村文彦，内田敦子，大蔵泉：アクティビティダイアリ調査を用いた郊外部の週末交通行動分析に関する一考察，第 17 回交通工学研究発表会論文報告集，1997 年度 11 月，pp213-216
- 6) 松島格也，小林潔司：手段補完性を考慮したバス市場構造の分析，土木学会論文集 2004 年度 7 月，pp115-129
- 7) 新潟交通株式会社：深夜臨時バス乗車人数
- 8) 新潟市運輸支局：自動車保有台数
- 9) 新潟市市民課：人口推移
- 10) 越後交通株式会社：バス時刻表
- 11) 永田靖・棟近雅彦：多変量解析法入門，平成 13 年
- 12) 長岡都市圏都市交通計画調査委員会：委員会資料，平成 11 年
- 13) 交通工学研究会：やさしい非集計分析，平成 5 年