

# 南魚沼市における公共交通利用者の交通行動分析

都市交通研究室 柳澤 薫

## 1. 背景と目的

南魚沼市は、平成 16 年に大和町と六日町が合併し、誕生した。その翌年には塩沢町も合併し、現在、人口約 6 万人の市となっている。平成 24 年度には、今後さらに深刻化する高齢化社会に向けてバスの再編が検討されている。なお、南魚沼市の高齢化率は、平成 22 年の国勢調査では、26%と全国平均の 23.3%より高い値を示している。また、一部の中山間地地区では、自宅からバス停までの距離が遠く、交通空白地となっているという問題も抱える。

そのため、本研究では、平成 24 年に実施された市民アンケートの単純集計およびクロス集計を行うことにより、問題点を明確にする。また、市民アンケートを用いて非集計分析を行い、既存の公共交通利用者の交通行動を把握する。その結果を用いて、新しい公共交通の需要を検討する。

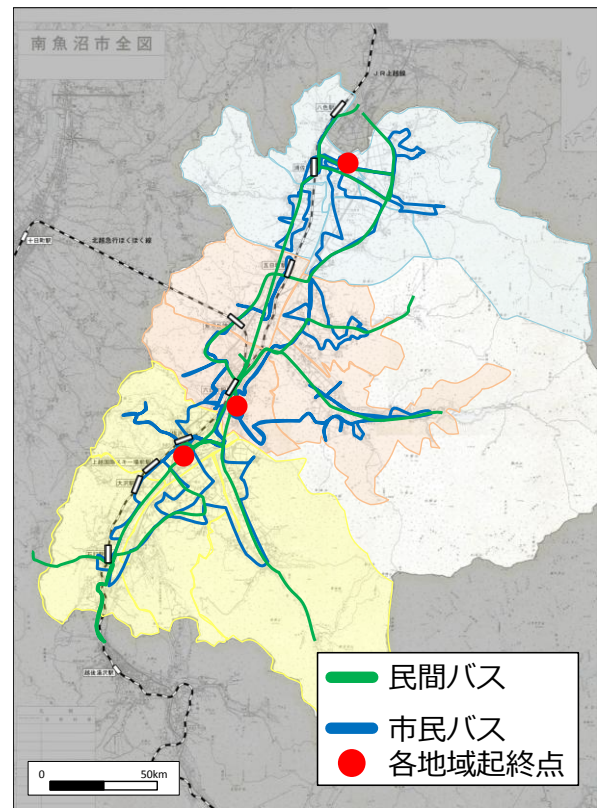


図-1 南魚沼市のバス路線図

## 2. バス路線の概要

南魚沼市のバス路線を図-1 に示す。図-1 は、大和、六日町、塩沢地域を色別に表示した地図に、バス路線を重ねたものである。なお、各地域を 4 地区に分割した行政地区は境界線で囲った。民間バスは国道 17 号線および各地区の幹線道路を通る路線となっている。その民間バスを補足するように、市民バスが通っており、各地域で、各地区と病院や市役所の施設を結ぶような路線となっている。また、図-1 より、民間バスと市民バスの重複している場所があることや、市民バスの通っていない地区があることがわかる。このことから、市民バスのサービスに市民間で個人差が生じ、問題となっている。さらに、地域によりバスの受注者や運営形態が異なるため、運行本数や運行時間帯などにも個人差が生じている。

## 3. 市民アンケート単純集計

市民アンケートは、平成 24 年 11 月 9 日から 22 日に行われた。市民 4,200 人に配られ、高齢者の意見を重視するため全体の 2/3 が 65 歳以上である。有効回収票数は、2,244 票で有効回収票率は 53.4%である。また、配布・回収は郵送で行われた。

アンケート結果から、市民バスに対して、バスの本数の少なさや、電車やバス同士の接続の問題が浮かび上がった。また、バスの存在や乗り方を知らない市民や、免許を返上しない以上バスは利用しない市民が多くいることがわかった。その一方で、市民バスを存続して欲しい、年を取ってから市民バスを使いたいのので存続して欲しいといった意見も数多くあった。そのため、市民バスは、

免許を持たない交通弱者のための交通手段であるべきと考え、65歳以上のみで集計を行った。

65歳以上の交通手段について買い物を図-2に、通院を図-3に示す。図-2、図-3から、買い物、通院共に年齢が上がるにつれて、自家用車の利用割合が低くなっていることがわかる。一方で、自家用車による家族や友人等の送迎や、市民バスの利用割合が高くなっている。また、買い物と通院では、市民バスや送迎の利用割合が高いことがわかる。このことから、市民バスは、高齢者の通院に適した公共交通であるべきだと考えた。

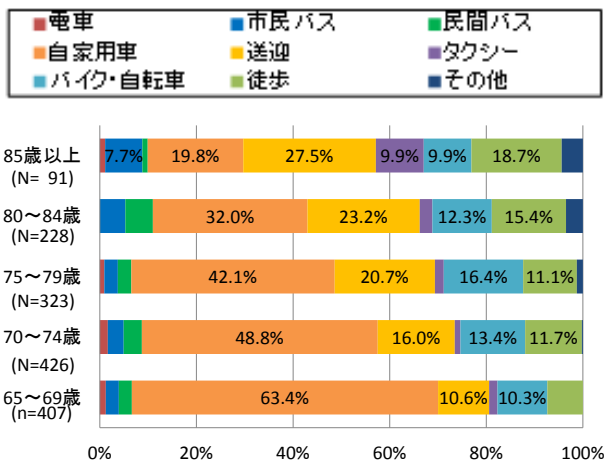


図-2 買い物の交通手段(65歳以上)

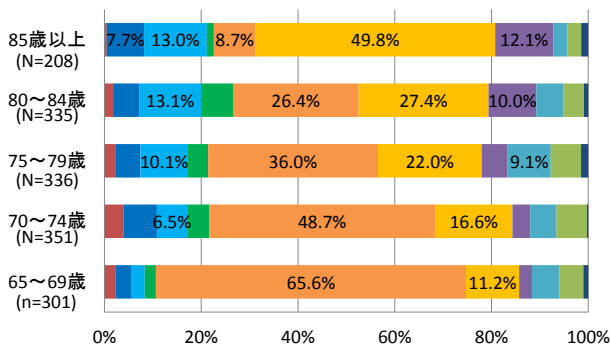


図-3 通院の交通手段(65歳以上)

65歳以上の通院先の分布を図-4に示す。赤丸が多い通院先ほど、需要が高いことを示している。地図上部の1番大きい赤丸は、市立ゆきぐに大和病院で、中央は、県立六日町病院である。また、集計より、大和地域は、大和病院に、塩沢地区は、塩沢駅周辺および六日町病院に集中していることがわかる。しかし、六日町地域は、他地域と比べ目的地が多く、各地域に分散していた。図-4やアンケート集計から、県立や市立の病院および駅周辺の病院に需要が集中していることがわかる。新しい公共交通として、出発地からある程度決められた目的地に直接行くことができるデマンドタクシーのようなものが必要ではないかと考えた。そのために、新しい公共交通であるデマンドタクシーを導入した場合の需要予測を行う必要がある。

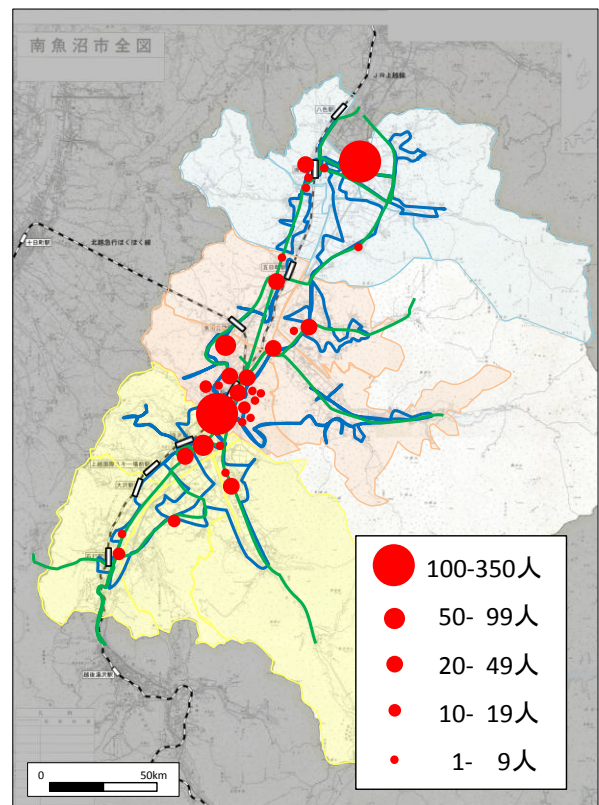


図-4 通院先の分布(65歳以上)

#### 4. 非集計分析

65 歳以上の通院者の公共交通行動を把握するために、非集計分析を行った。また、その結果から新しい公共交通の需要を検討した。

##### (1) データ作成

65 歳以上の通院者について、必要事項の項目が記入されているもののみを抽出し、地区別割合からランダムに合計が 300 サンプルになるように抽出した。個人データ作成のために、各地域の出発地を決定した。地区別に、人口密度が最も高い場所に近いバス停および自宅からバス停までの平均距離および平均所要時間の和を出発地とした。地区別の人口密度は、図-5 のように、南魚沼市を 5km 四方のメッシュで区切った地図を用いた。地区別に最も人口の多い部分を赤枠で囲み、バス路線図と重ね合わせ、バス停を決定した。

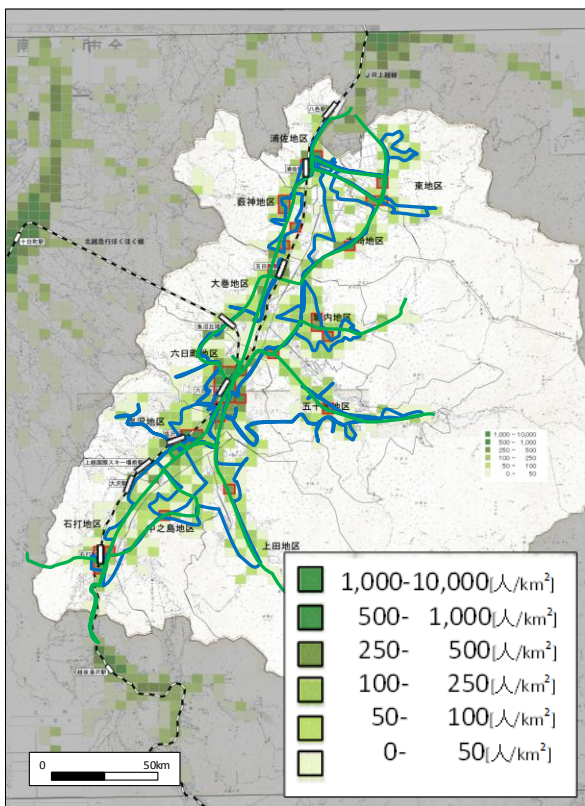


図-5 人口密度分布およびバス路線

自宅からバス停までの平均距離および平均所要時間を表-1 に示す。バス停は、市民バスと民間バスの場合で分けた。また、バス以外の交通手段であるタクシーや自家用車、バイク・自転車、徒歩は、民間バスのデータを採用した。

表-1 交通手段別の設定

no	居住地	平均距離(m)	平均時間(分)
1	東地区	379	8
2	浦佐地区	357	7
3	大崎地区	192	7
4	藪神地区	301	9
5	城内地区	443	10
6	大巻地区	208	6
7	五十沢地区	528	9
8	六日町地区	265	8
9	上田地区	310	8
10	塩沢地区	523	9
11	中之島地区	295	7
12	石打地区	231	6

データ作成をバスとバス以外の交通手段に分けて行った。バスは、時刻表をもとに、距離、所要時間、費用を、個人ごとに求めた。また、通院先に到着する時間は、図-6 に示すように、65 歳以上の通院者が最も多く到着する 9 時台とした。

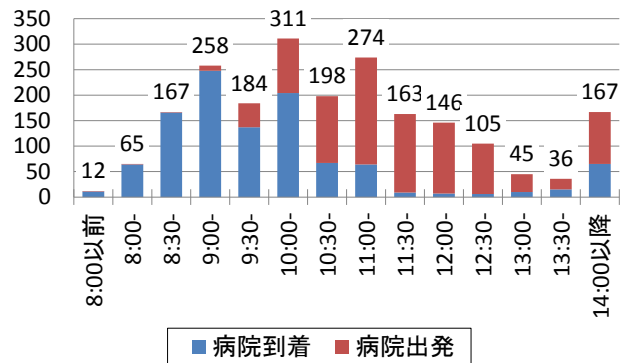


図-6 通院の時間帯 (65 歳以上)

バス以外の交通である、タクシーや自家用車、バイク・自転車、徒歩の距離は、指定したバス停と目的地の最短経路とした。また、表-2のように、ガソリン代や燃費などを交通手段別に設定し、距離から所要時間および費用を求めた。なお、タクシーの料金は、表-3に示した柵形タクシーを参照した。

表-2 交通手段別の設定

交通手段	速度 (km/h)	燃費 (km・l)	料金 (円/l)
タクシー	40		
自家用車	40	10	150
バイク・自転車	10	20	150
徒歩	2.5		

表-3 タクシー料金の設定

タクシー費用計算	
初乗り運賃(円)	660
初乗り対応距離(m)	1,500
初乗り外運賃(円)	90
初乗り外距離(m)	309

## (2) NLモデル作成

非集計ロジットモデルとは、非集計分析のひとつである。非集計分析とは、集計分析に対比するものであり、その大きな特徴として、交通行動単位が個人(あるいは世帯)であることが挙げられる。その個人が、利用可能な選択肢からどの交通手段を選ぶかを表現しようとしていて、その結果をゾーン・交通機関・ルートで加算して交通需要を推測する。この非集計分析によって構築されるモデルを非集計モデルという。非集計モデルは、ラン

ダム効用理論に基づき「個人が交通行動の基本的な意思決定単位であり、個人はある選択状況の中から最も望ましい、すなわち効用が最大となる選択肢を選ぶよう行動する」と考え、さらに効用(U)の大きさは、式(1)に示すように「確定項(V)と誤差項( $\epsilon$ )」によって記述できると仮定している。なお、式(1)において  $in$  は個人  $n$  が交通手段  $i$  を選択した時のものである。また、誤差項の確率分布をガンベル分布と仮定しているものをロジットモデルといい、今回はこのロジットモデルを採用した。

$$U_{in} = V_{in} + \epsilon_{in} \quad (1)$$

また、ロジットモデルにおいて、式(2)に示すように効用の確定項は、パラメータ( $\beta$ )と説明変数(X)の積の和である。また、式(3)示すように交通手段別の選択確率(P)は、全交通手段の確定項の総和に対する各交通手段の確定項の比である。式(4)に示すようにロジットモデルは、個人が実際に選択した交通手段の選択確率の総和  $1 \sim n$  番目の人の総和)の対数尤度関数( $\ln L$ )が最も多くなるように、パラメータを決定するものである。なお、式(4)において  $\delta$  は選択結果であり、個人がその交通手段を選択した場合は 1、選択しなかった場合は 0 とする。

$$V_{in} = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ink} \quad (2)$$

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_{jn})} \quad (3)$$

$$\max. L(\beta) = \sum_{i=1}^I \sum_{K=1}^K \delta_k^i \ln P_k^i(\beta) \quad (4)$$



非集計分析は、図-6 に示した NL モデルを用いた。【】内の数字は、選択番号を示している。この NL モデルを用いたのは、バスのみを入れ子型にすることにより、バス間の相関を考慮し、モデル全体の IIA 特性を有意にするためである。IIA 特性とは、「選択確率比の文脈独立」とも呼ばれ、ある個人の選択肢数が3以上あるとき、ある2つの選択肢の確率比は、それ以外の選択肢から独立であることを意味している。つまり、IIA 特性は、交通手段の選択肢間は独立であることをいう。しかし、市民バスと民間バスは、バスを利用し、対象者の特徴も近く、相関や類似性が高い。そのため、過大評価されやすいという問題が生じる。これを緩和するために、バスという交通手段を設け、バスを市民バスおよび民間バスに分けた。なお、二重線で示した部分が、今回使用した NL モデルである。NL モデルを用いた非集計分析結果を表-4 に示す。

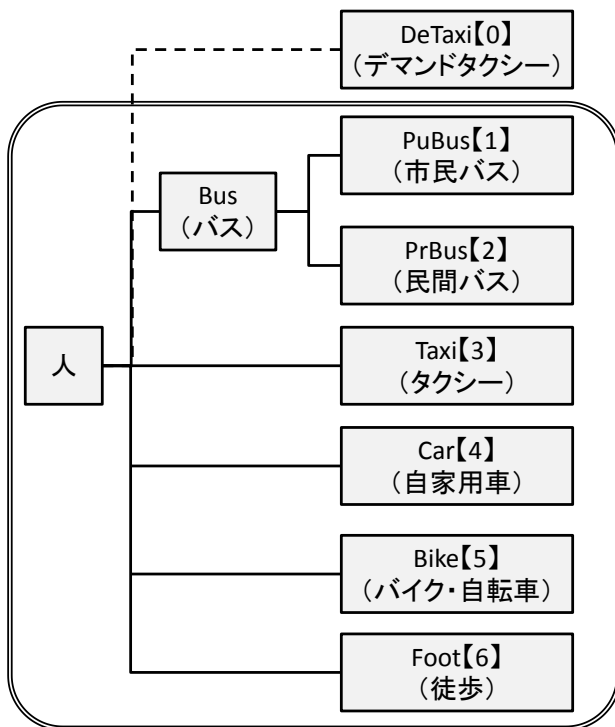


図-6 NL モデル

表-4 非集計分析の結果

	説明変数	65歳以上	
		パラメータ	t値
共通変数	費用	-0.00032	-1.375
	時間	-0.00578	-1.254
選択肢固有変数	運行本数	0.08755	1.186
	性別	-0.1151	-2.876
	家族構成人数	0.3095	-2.651
	通院先滞在時間	-0.01379	-0.4643
	ログサム変数	0.6534	-1.366
	尤度比	0.26	
	的中率	46.0%	

### (3) 新しい公共交通の検討

本研究では、新しい公共交通をデマンドタクシーとし、非集計分析の効用関数を用いて、その効用を求め、他の交通手段の効用と比較した。はじめに、デマンドタクシーを、運賃は300円、所要時間はタクシーおよび自家用車と等しく、運行本数は1時間に1本(11本)と設定した。また、個人属性は、使用した3変数全て入れた効用関数を用いた。その時のデマンドタクシーの移行は、9人であった。運行本数に関しては、1時間に1本が限界だと考え、これ以上増やさなかった。しかし、料金および所要時間は、変化させ、デマンドタクシーへの移行の変化を見た。所要時間は、タクシー同様、連絡する時間も考え、数分増やしてみたが、移行人数が0人としかなかったため、所要時間も当初のままとした。料金については、利用者に優しく簡略化をするため、50円刻みで変化を見た。その結果、200円のとときに、移行人数96人と最も多い結果となった。このことは、アンケートの有料化意向からも同様な結果が見られたことから、200円と300円の間に、高齢者の利用意向変化がみられることが考えられる。また、デマンドタクシーを導入した場合、移行しない人の多くが、比較的、通院滞在時間が長い人だということがわかった。

## 5. まとめおよび今後の課題

今回の非集計分析の結果、運行日数は、交通手段の選択にあまり関係ないことがわかった。これは、通院の頻度が月1回の人が、65歳以上の45.8%を占めていることから、元の利用頻度が低い事が要因と考える。また、デマンドタクシーを導入した場合、移行しない人の多くが、比較的、通院滞在時間が長い人だということがわかった。このことから、今の条件では、通院滞在時間が長い人にも対応できるデマンドタクシーや現在市民バスが不便な地域で、自家用車(送迎)よりも便利なデマンドタクシーを考える必要があると考える。より再現性の高いモデルが必要であるが、現段階では、新たなデマンドタクシーは、運行日数を必要最低限に減らすことで、無駄な費用と所要時間を減らし、需要を集中させることが必要と考える。

本研究では、65歳以上の通院者に絞り検討を行ったが、65歳以上の買い物や高校生の通学を考慮に入れたモデルを作成することや、市民バスの廃止、規模縮小を考慮したモデルを作成することが必要と考える。さらに、経済的観点から、実現可能な公共交通について検討する必要があると考える。