

デマンド交通の相乗りマッチング方法による運行経費削減効果

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 非会員 山本子龍
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野可寸志
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 鳩山紀一郎
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 高橋貴生
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 伊藤潤

1. はじめに

(1) 背景

近年、人口減少や高齢化社会、バス事業の規制緩和を背景に地方では採算が合わないバス路線が廃止、減便される等、高齢者や運転免許を持たない人々の移動手段が消失し、外出行動が制限されている。これらの公共交通の衰退は、地域の公共交通事業者の経営難や、地域コミュニティの衰退だけではなく、地域の経済そのものにも影響を与える。そのような背景を受けて、コミュニティバスや乗合タクシーを導入する地方自治体が増加している。しかし、コミュニティバスや乗合タクシーの運用により自治体の財政負担の増加が問題となっているケースが少なくない。

新潟県三条市は、新潟県のほぼ中央に位置する市であり、中越地方に分類される。人口は約10万人、高齢者人口は約2万5千人であり、市民のおよそ4人に1人が高齢者である。

新潟県三条市でも乗合タクシー「ひめさゆり」を平成23年6月から運行しているが、行政負担額の増加により平成26年1月から運賃を値上げするなどの対策を行っている。原因として指摘されているのが、利用者の約80%が1人で利用していることにある。1人での利用は通常のタクシー料金との差額が大きくなりやすいため、行政が負担する金額が増加する。今後も「ひめさゆり」安定して提供するためには運行経費や行政負担額を削減することが必要となる。

(2) 目的

三条市の公共交通を維持するために「ひめさゆり」の相乗率に着目し、分析を行うことで、「ひめさゆり」の運行経費を削減の可能性を検証する。また、デマンドタクシーの相乗りマッチング方法をいくつか提案し、相乗率向上の可能性を検証、また相乗率向上

による行政負担額の変動について検討することが目的である。

2. 三条市「ひめさゆり」

(1) ひめさゆり

「ひめさゆり」は三条市のデマンドタクシーとして平成23年6月から運行している。導入された背景としては、マイカー依存の拡大による公共交通利用者の低下、採算の取れないバス路線の廃止、市町村合併による交通空白地域の拡大、高齢化社会による交通弱者の増加などの公共交通の衰退が問題となっていたことである。そこで、平成19年度に三条市地域公共交通協議会を設置し、「三条市地域公共交通総合連携計画」を策定、平成20年10月から2年間、市内2地区でデマンド交通の運行実験を行い、すべての市民が公共交通を利用できるよう、三条市全域で利用できるデマンド乗合タクシー「ひめさゆり」を導入した。

「ひめさゆり」三条市全域にある611ヶ所の停留所で乗り降りが可能で、三条市以外に住んでいる人も利用することができる。タクシー会社へ電話で予約をして利用でき、運行は平日のみで、利用時間は8:00~18:00である。また、通常のタクシーより料金が安くなっている。「1人で乗車する」場合と「乗合いで乗車（複数乗車）する」場合で料金が異なり、1人乗車の場合は運行の距離ごとに料金が変わり、相乗り乗車の場合はエリア間の移動に応じて料金が変わる。この料金制度は運行サービスの向上と持続性を確保するため、自治体による従来の運行経費負担や運賃設定ではなく、交通事業者や利用者が乗合利用するインセンティブが働く仕組みとして、乗車人数によって自治体から支払われる金額が上がり、利用者の運賃が安価となる基準が導入された。「ひめさゆり」導入

後、利用者は徐々に増加傾向であったが、利用者は1人での利用が多く、相乗率が低かったため、自治体が支払う負担額は増加傾向にあった。そのため、平成26年1月6日から現在の利用料金に改定がなされた。¹⁾

「ひめさゆり」導入により、高齢者の外出機会が増加し、家族による送迎の負担が軽減されるといった効果がでている。利用者に聞いたアンケートでは、料金改定前は94%が満足、料金改定後は81%が満足と回答されており、評価が高いことが伺える。また、高齢者による自動車運転の減少により、高齢者事故件数も減少している。²⁾

(2) おでかけパス

高齢者の外出促進や遠隔地住民の負担軽減、高齢者運転免許証自主返納への動機づけ等を目的として、平成28年1月1日から同年12月31日まで、下田地域在住の65歳以上の方を対象に、複数乗車時のみ割引運賃となる「おでかけパス」社会実験を実施している。「ひめさゆり」の利用料金の割引だけでなく、「おでかけパス」を協賛店で提示することで各種サービスが受けられるようになっている。³⁾

3. 「ひめさゆり」の現状把握

「ひめさゆり」は導入後市民の足として利用され、バス中心の公共交通よりも利便性が高さ等から新たな公共交通の1つの形として評価されてきた。一方で、三条市の公共交通を維持していく上で、行政負担額、バス事業者との共存共栄、公共交通としてあるべき姿等の課題が浮き彫りとなった。特に「ひめさゆり」は高品質なサービスを低料金で提供しており、他のモードとのバランスを欠いていた。市ではこれらの課題を解決するため、「ひめさゆり」の利用料金見直しと相乗率の向上に着手している。

(1) 行政負担の軽減

「ひめさゆり」の行政負担額は、運行開始直後は月600万円弱であったが、運賃改訂直前には700万円を超えるようになっていた。「ひめさゆり」は三条市において新たな公共交通として定着し、年々利用者が増加、また、デマンドタクシーでありながら料金がバス

と同等であることから負担額が自治体を圧迫するようになっていた。そこで平成26年1月6日から現在の利用料金に改訂が行われ、その後行政負担額は月に400万円を下回るようになった。この利用料金の改訂により日平均利用者が412人から312人と約25%減少し、タクシーの運行回数が減少、結果、運行経費を抑えることができています。³⁾

表-1 1人での利用料金

適用範囲	現在の料金	改定前の料金
～2km未満	500円	300円
2km～3km未満	600円	400円
3km～5km未満	700円	500円
5km～7km未満	900円	700円
7km～10km未満	1100円	800円
10km～15km未満	1500円	1000円
15km～20km未満	1800円	1500円
20km～30km未満	2500円	2500円
30km以上	3000円	3000円

表-2 2人以上での利用料金

適用範囲		現在の料金	改定前の料金
料金A	エリア内の移動 北エリア⇔市街地エリア 南エリア⇔市街地エリア	400円	300円
	下田エリア⇔市街地エリア 下田エリア⇔北エリア 下田エリア⇔南エリア 北エリア⇔南エリア	800円	600円

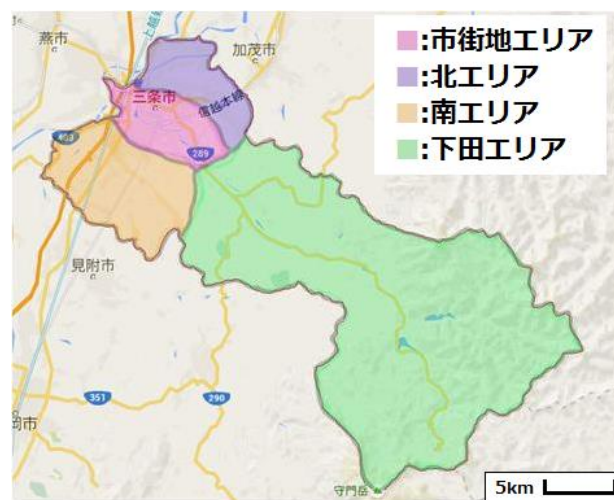


図-1 「ひめさゆり」運行エリア

(2) 相乗率

表-3 は平成25年の4月から12月の「ひめさゆり

り」の運行状況、表-4は平成27年の4月から12月の「ひめさゆり」の運行状況である。平成25年は利用料金改定前、平成27年は利用料金改定後となる。平成25年の運行回数は68,367回、平成27年の運行回数は45,084回になり、約34%減少していることがわかる。特に短い距離における運行回数は顕著に減少しており、2km未満では半分ほどになっている。これらの利用者は徒歩や自転車、路線バスなどの移動手段に移行している。²⁾利用者が減少したことで、運行回数も減少したため、利用料金値上げにより運行経費を削減できているといえる。

相乗率を比較すると、利用料金改定前と改定後ではほとんど変化していないことがわかる。運賃を値上げするだけでは相乗り促進にはなっていないということが見て取れる。利用距離が短いほど相乗率も低い傾向にあり、利用者の多い5km未満の相乗率は平均より低い。5km未満の距離での利用のほとんどは市街地付近での利用だと予想され、ここでの利用者は「ひめさゆり」を乗合タクシーではなく格安の通常タクシーとして考えている傾向がある。

以上のことから利用料金の値上げによって、相乗率を増加させるには至っていないということがわかった。相乗率増加は運行回数の減少につながるため、ひいては運行経費を削減することができると考えられる。相乗率をどうやって増加させるかは今後の課題となる。

表-3 H25年運行実績

適用範囲	運行回数(回数)	相乗り数(回数)	相乗率
~2km未満	13818	668	4.8%
2km~3km未満	13191	1229	9.3%
3km~5km未満	20486	3390	16.5%
5km~7km未満	9009	2330	25.9%
7km~10km未満	5643	2024	35.9%
10km~15km未満	3942	999	25.3%
15km~20km未満	1319	479	36.3%
20km~30km未満	955	510	53.4%
30km以上	4	4	100.0%
合計・全体	68367	11633	17.0%

表-4 H27年運行実績

運行距離	運行回数(回数)	相乗り数(回数)	相乗率
~2km未満	6549	242	3.7%
2km~3km未満	8413	900	10.7%
3km~5km未満	13942	2294	16.5%
5km~7km未満	7066	2071	29.3%
7km~10km未満	4183	1505	36.0%
10km~15km未満	3007	756	25.1%
15km~20km未満	1198	400	33.4%
20km~30km未満	725	280	38.6%
30km以上	1	1	100.0%
合計・全体	45084	8449	18.7%

(3) ODの図示化

相乗率向上を目指すにあたって、現状の「ひめさゆり」にはどの程度相乗りを増加させられる可能性があるのかをQGISと日報データ内のODデータを使って図示化したものが図-2である。この図-2から利用者に相乗りをしてもらえそうなODが存在することが視覚的にわかる。特に市街地付近では運行が非常に多いことが見て取れる。前章の分析で相乗率が低いことも判明しており、相乗り増加の可能性があると考えられる。また、下田や郊外から市街地にかけてもいくつかのODが存在することが見受けられる。移動時間長さや利用料金高さを考慮すれば、これらのODもマッチングすることができるかもしれないと考えている。

図-2で1週間分のODが示されているのは、違う曜日であっても同時刻であれば利用日を変えてもらえると考えているからである。また、南らの研究²⁾より、出発時間が1分早まるごとに約2円支払い意志額が減少するということがわかっているため、2時間の出発時間の変更は240円程度の支払い意志額の減少であれば利用者同士をマッチングすることができると思われる。

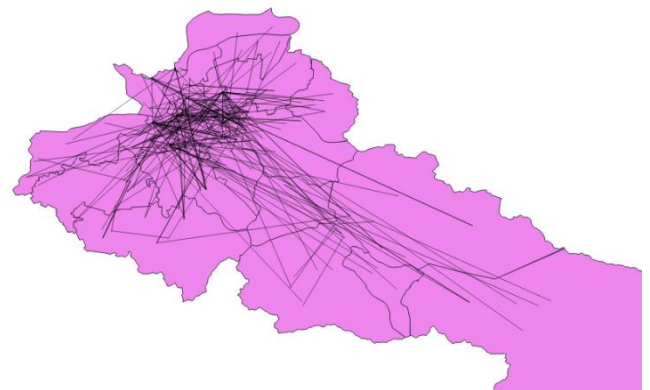


図-2 QGISを用いたODの図示化
H27年1週間(4/1-4/7)分10時-12時

4. Fortranを使用した相乗りマッチング

これまでの結果を踏まえて、現状の「ひめさゆり」の日報データを使って相乗りしてもらうことが可能であったと思われるOD同士をマッチングするプログラムを作成することにした。プログラムにはFortran90を利用している。

あるOD1から一定の距離の範囲内に存在する別の

OD2を見つけることでマッチング可能なOD同士として抽出していくというプログラムを作成する。OD2の出発点O2からOD1に垂直な(最短な)直線 r_o の距離を求める。到着点D2も同様に r_d を求め、 r_o と r_d がOD1の線分からの距離 R の範囲に含まれるOD2を抽出する。距離 R は政策変数であり、許容時間も政策変数として設定する。許容時間はO1からO2(逆も然り)まで移動時間を考慮した待ち時間で、柔軟に変更しながらマッチングを行うことを考えている。また、ODの向きも条件として考慮する。例えば、OD同士の方が真逆であった場合、 r_o や r_d が距離 R の範囲内であったとしても、相乗りをしてもらうのは難しいと考えられるからである。

相乗りしてもらうことが可能であったと思われるODを抽出し、それらが相乗りした際の運行経費を算出することで、今後の政策次第での運行経費削減の可能性を見出すことができると考えている。

5. まとめ

本研究では、三条市のデマンドタクシー「ひめさゆり」の相乗率に着目して、運行経費削減を検証し、相乗率向上による更なる運行経費削減を目指してきた。

「ひめさゆり」は三条市のなくてはならない公共交通の一つとして評価されてきたが、今後運行を維持していくうえで、行政負担額、バス事業者との共存共栄、公共交通としてあるべき姿等の課題があった。この課題解消のために三条市は利用料金の値上げを平成26年1月6日から行っている。利用料金の値上げにより行政負担額を削減し、運行回数の減少によって運行経費を削減することができた。しかし、相乗率の増加の傾向はみられず、相乗率の増加によるさらなる運行経費削減は実現していない。

相乗りの増加の可能性を見やすい形で確認するためにQGISとODデータを利用して作成した図からは、今後相乗りを増やすにあたって十分な運行状況であることが見て取れた。

これらのことからプログラムを用いて日報データからマッチングできるODを抽出し、相乗りの増加の可能性の検証を試みた。マッチングを行い、相乗りの増加の可能性を確認することで、運行経費削減の可能性にもつなげることができる。

6. 今後の課題

まずはプログラムを完成させることになる。条件を変えて、より多くの相乗り増加の可能性を探っていく。ODの抽出後は、それぞれの結果から運行経費削減がどの程度可能であるかを求める必要がある。距離 R や許容時間といった条件ごとに算出することで、どの程度利用者に相乗りを推進する必要があるかを把握し、「ひめさゆり」の今後の政策の一助になればと考えている。

謝辞

本稿で掲載した分析結果の一部は、三条市市民部環境課よりご提供いただいた「ひめさゆり」利用実績データを筆者が加工したものです。データをご提供いただいた同課担当の皆様へ深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 三条市デマンド交通「ひめさゆり」: 三条市 HP
<http://www.city.sanjo.niigata.jp/kanky/page00273.html>
- 2) 南 亮太郎, 佐野 可寸志, 西内 裕晶: 三条市乗合タクシーの利用者実態と乗合推進施策評価, 長岡技術科学大学大学院工学研究科平成27年度修士論文
- 3) 三条市の地域公共交通に関する取組
: 国土交通省 HP
<http://www.mlit.go.jp/common/001143520.pdf>
- 4) 佐々木 邦明, 二五 啓司, 山本 理浩, 四辻裕文: 低密度居住地域における交通制約者の移動手段としてのライドシェアの可能性, 社会技術研究論文集 Vol. 10, 54-64, April 2013