

CS 分析と簡易型バス潜在需要推計モデルによる バスサービス改善方策の提示～北広島市を事例として～

北海道北広島市は札幌市周辺の都市の中でも、将来的な人口減少率が特に著しいと予測されている。同市内 5 地区のうち、北広島団地地区と東部地区は居住誘導区域に指定され、住環境を改善すべくバス利便性向上が重要課題とされている。

そこで本研究では、同市民の公共交通に関する意識調査結果に基づき、市内のバス交通の課題を明らかにし、市内バスサービス改善方策の示唆を得ることを目的とする。

本研究では、まず CS 分析により、北広島団地地区と東部地区におけるバスサービスの重要改善項目を明らかにした。その結果、これらの地区に共通して「運行情報のわかりやすさ」、「運行本数」、「運賃」が重要改善項目であることが明らかとなった。さらに、北広島団地地区内の JR 駅から離れた地域では「バスと JR との乗り継ぎ」の項目の改善度が高いことが明らかとなった。

また、同市民の現状の移動状況とニーズを考慮した市内 5 地区間のバス潜在需要推計モデルを新たに提案する。この新モデルは、まず現状のバスサービス水準における居住地区から目的地区間の利用頻度を考慮した交通需要と、仮にバスサービスが充実していた場合におけるそれらの地区間の利用頻度を考慮した交通需要を定量化する。次にその乖離度を地区間の全ての移動パターン別に算出し、各地区の潜在バス利用人口を掛けることで、潜在的なバス需要が高いと推計される地区間を明らかにするものである。本モデルを応用して分析した結果、特に北広島団地地区と東部地区においてさらなるバス需要が見込まれる地区は、「東部地区内」と「北広島団地地区-東部地区間」であり、これらの地域におけるバスの運行改善を優先的に行うことが重要である可能性が示唆された。

Key: バスサービス改善、意識調査、CS 分析、バス潜在需要推計モデル

**Presentation of bus service improvement method based on CS analysis and
bus potential demand estimation model
~A case of Kitahiroshima City ~**

Kitahiroshima City in Hokkaido prefecture is predicted a particularly remarkable of depopulating in the future. DANCHI and TOBU are specified a residential induction area, and thus these areas are required an improvement of living environment, especially bus service. Based on this background, the aim of this paper is that proposed a bus service improvement method based on an inhabitant consciousness survey for public transportation. An important improvement factors of bus service in DANCHI and TOBU are analyzed by means of Customer Satisfaction (CS) analysis based on the survey datasets. From this analysis results, it can be seen that ‘easily understandable of travel information’, “number of services” and “transport cost” are important improvement factors. Furthermore, in this paper newly proposed a bus potential demand estimation model. This model quantifies a traffic demand between resident area and destination in a current bus service level, and in a well-developed bus service level. It is also calculated a divergence degree of these two demands between one area and each area. And a potential bus demand is estimated by multiplying a bus use population with these values. Based on this degree, it is possible to clarify which bus link lacking a service level. This model applies to Kita-Hiroshima City, and then this paper suggests a priority of bus link development.

Key: bus service improvement, CS analysis, bus potential demand estimation model

CS 分析と簡易型バス潜在需要推計モデルによる

バスサービス改善方策の提示～北広島市を事例として～

北海学園大学大学院工学研究科

正田遼平

北海学園大学工学部生命工学科

鈴木聡士

1. 背景と目的

将来的な人口流出・減少に伴う都市の衰退が懸念されている今日、北海道の地方中枢都市である札幌市の周辺都市の中でも、北広島市の人口減少率が高いと推計されている¹⁾。

北広島市-札幌市間はJRで片道16分であり、アクセスが良好である。図-1のように、市内5地区(北広島団地地区、東部地区、西の里地区、大曲地区、西部地区)の中でも、北広島団地地区はJR北広島駅に隣接し、商業・文化・住宅など多様な都市機能が集積しており、同市の中核的な拠点地区と位置づけられている。しかし、北広島団地地区は深刻な高齢化に伴い、北広島市内5地区の中で最も人口減少傾向が著しく²⁾、4つの住区(第一～第四住区)のうち、JR北広島駅から離れている、第三と第四住区の高齢化が進行している。よって、北広島市の立地適正化計画³⁾では、北広島団地地区や東部地区の一部地域を居住誘導区域とし、市内、または他市からの移住を積極的に推奨している。

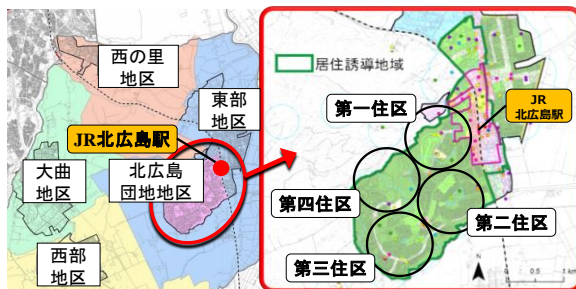


図-1 北広島市5地区と北広島団地地区

ここで、著者の既存研究では、地方中枢都市周辺都市に移住誘導を促すにあたり、「市内公共交通の利便性」が重要要因であることを明らかとしている³⁾。北広島市は各地区が点在する特徴を持つため、市内を移動する手段として、今後高齢社会が進行した場合、主にバスが利用されることになる。よって、各地区間のバスの利便性向上が今後重要になると考えられる。

また、バス路線再編に関する意識調査分析として、新田⁴⁾は高齢者対応型コミュニティバスに対する利用意向に基づいて、一般化時間を用いた高齢者対応型コミュニティバスへの転換行動モデルを構築し、需要予測を行

っている。その中で高齢者対応型コミュニティバスへの転換者数から、1日当たりのバス利用者を求めている。この研究では、被験者の個人属性別、または利用交通手段別に外出頻度係数と利用頻度係数を推定することにより、1日当たりのバス利用者数を予測している。さらに、近年ではバス潜在需要の把握の手法として地理情報システム(GIS)を用いることが主流となっている。これにより、多くのデータを一元的に管理・統合し、かつそれらの情報を地図上で示すことができるようになった。この先行的な研究として、杉尾⁵⁾は電子地図情報や、人口等の諸データを統合し、バス路線および路線網の評価指標を算出して、公共輸送網計画を支援するシステムの構築を検討している。しかしこれらの研究は、より精度の高い需要予測を求める方向性であり、モデルやシステムの扱いには専門的な知識を必要とし、かつGISシステムの導入や限られた時間や予算制約の中でバス路線再編の方針を示すことには適していない。

これらを踏まえ本研究は、北広島市民の公共交通に関する意識調査結果を分析し、特に居住誘導区域である北広島団地地区と東部地区に着目し、バス交通の課題・改善項目を明らかにする。さらに、各地区間のバス潜在需要を簡便に推計可能なモデルを新たに提案し、同市におけるバスサービスの改善方策の提案を目的とする。

2. 分析フロー

北広島市民の交通行動や公共交通に対するニーズを把握することを目的とした「北広島市 住民アンケート調査(本研究では意識調査とする)」が実施された⁶⁾。その調査概要を表-1に示す。本研究は意識調査データに基づき以下の2つの分析を行う。

- ① CS分析によるバスサービスの評価：顧客満足度分析(Customer Satisfaction分析:CS分析)により、北広島団地地区、東部地区におけるバスサービスの改善点を明らかにする。
- ② 現状の移動状況とニーズを考慮した市内5地区間の簡易型バス潜在需要推計モデルの提案と応用:各5地区の住民が現状で目的地としている地区と、本来バスサービスが充実していれば行きたいと希望している地区との乖離度から、簡便に需要が高い地区間を明らかにするモデルを構築し応用する。

表-1 意識調査概要

実施期間	2017年8月2日～8月14日
調査対象	北広島市に居住する6,000世帯
調査方法	無作為に抽出した対象世帯に対し 郵送配布(2票/世帯)・郵送回収
回収数	2,197世帯 3,399票(有効回答:3,184票)
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> 個人属性 日頃の交通行動 北広島市のバス交通に対するニーズ 現在のバスサービスに対する満足度

3. CS分析によるバスサービスの評価

3-1 CS分析の概要

北広島団地地区の各住区、東部地区についてCS分析を行う。本研究では「現状のバスに対する総合評価(6段階評価)」を目的変数、図-2,3,4,5,6に示す項目を説明変数とする。

階評価)」を目的変数、図-2,3,4,5,6に示す項目を説明変数とする。

3-2 北広島団地地区におけるCS分析の結果

図-2,3,4,5に北広島団地地区の住区別の分析結果を示す。

- ① 図-2から、第一住区については、「2.バスの運行本数」、「7.バスの運行ルート」、「13.バスの運行情報の分かりやすさ」、「14.バスの運賃」が重要改善分野に位置しており、これらの改善が求められる。
- ② 図-3から、第二住区については、「2.バスの運行本数」、「4.バスの終発時刻」、「7.バスの運行ルート」、「8.バスの行き先」、「13.バスの運行情報の分かりやすさ」、「14.バスの運賃」が重要改善分野に位置しており、これらの改善が求められる。

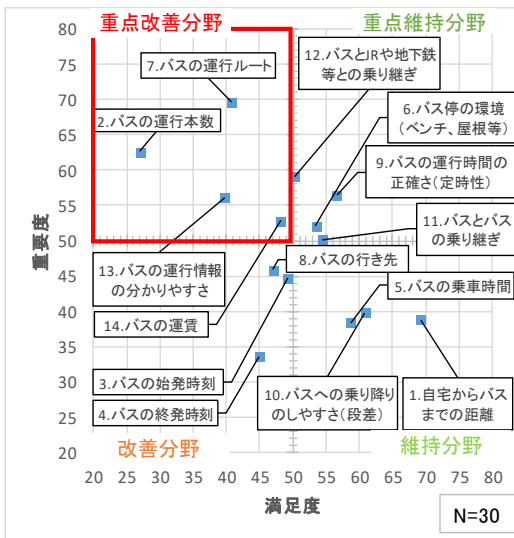


図-2 北広島団地地区-第一住区におけるCS分析の結果

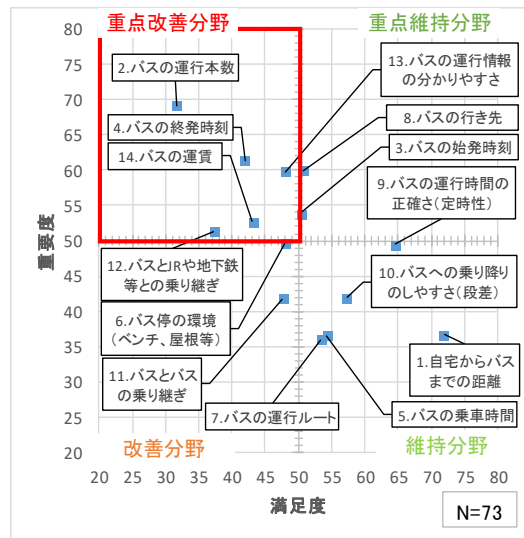


図-4 北広島団地地区-第三住区におけるCS分析の結果

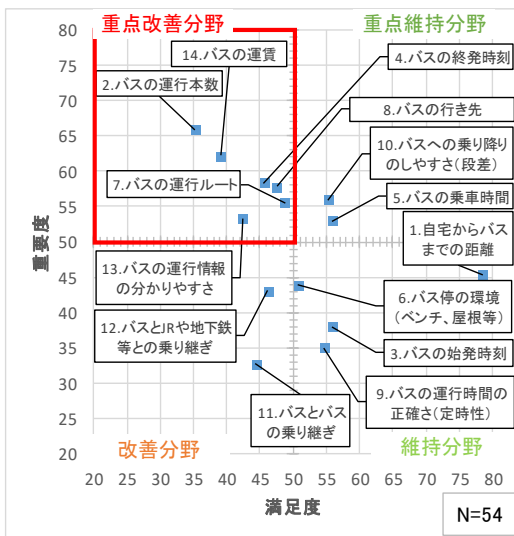


図-3 北広島団地地区-第二住区におけるCS分析の結果

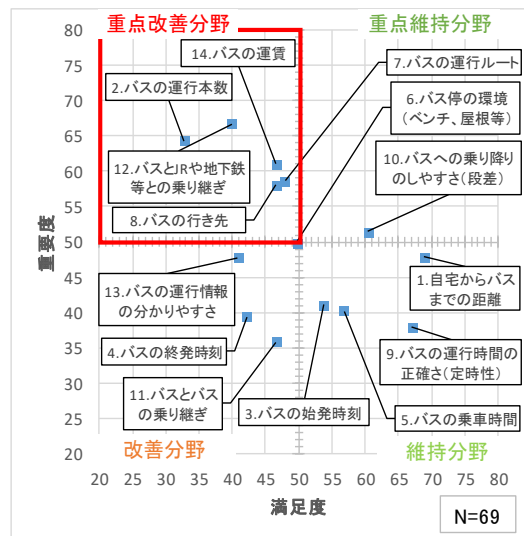


図-5 北広島団地地区-第四住区におけるCS分析の結果

- ③ 図-4 から、第三住区については、「2.バスの運行本数」、「4.バスの終発時刻」、「12.バスと JR や地下鉄等との乗り継ぎ」、「13.バスの運行情報の分かりやすさ」、「14.バスの運賃」が重要改善分野に位置しており、これらの改善が求められる。
- ④ 図-5 から、第四住区については、「2.バスの運行本数」、「7.バスの運行ルート」、「8.バスの行き先」、「12.バスと JR や地下鉄等との乗り継ぎ」、「14.バスの運賃」が重要改善分野に位置しており、これらの改善が求められる。

以上から、すべての住区で「バスの運行本数」、「バスの運賃」が共通して改善項目であることがわかる。また、「バスの行き先」、「バスの運行情報の分かりやすさ」も改善度が高い項目であった。一方で、JR 北広島駅から比較的離れている第三住区や第四住区は高齢化が進行しバスの需要が上っており、札幌市への移動等で求められる「バスと JR の乗り継ぎ」の改善を求める傾向が強いことがわかった。

3-3 東部地区における CS 分析の結果

図-6 に東部地区の CS 分析の結果を示す。図-6 から以下ことが考察される。

- ① 「2.バスの運行本数」、「4.バスの終発時刻」、「13.バスの運行情報の分かりやすさ」、「14.バスの運賃」が重要改善分野に位置しており、これらの改善が求められる。
- ② 北広島団地地区の傾向と比較すると、「バスの運行状況のわかりやすさ」の改善が特に特徴のある改善項目であると考えられる。

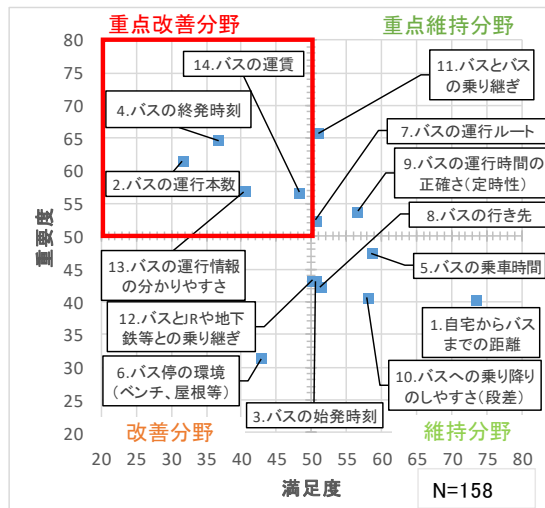


図-6 東部地区における CS 分析の結果

4. 簡易型バス潜在需要推計モデルの提案と応用

4-1 簡易型バス潜在需要推計モデルの提案

本分析では、高齢社会において特にバスで行きたい施設としてニーズが高いと考えられる「商業施設(買い物)」、

「医療施設(通院)」の2つに着目し、かつこれらのそれぞれのニーズを分析する。分析対象は北広島市に居住し、かつ現状における各目的施設までの交通アクセスに「バスを利用」と今後バス転換が期待される「自動車(送迎)」を手段としている者とする。

この簡易型バス潜在需要推計モデルの考え方として、現状の交通サービス環境下において、ある目的を達成するために、居住地 O から目的地 D まで様々な交通手段で移動している住民のトリップ需要と、仮に居住地 O から目的地 D までバスサービスが適切に整備されていた場合の OD 間の住民のトリップ需要のバス需要のギャップを定量化することにより、地区 OD 間の潜在的なバス需要を簡便的に明らかにしようとするものである。この値の比較により、バス路線の新整備やルート変更などの必要性を定量的に明らかにすることが可能になる。この考えをモデル化すれば (1) 式となる。

$$BPD_{O,D}^{\alpha} = 2 \left(\frac{\sum_{i,O,D,t} BF_{i,O}^{\alpha} \cdot BA_{i,D,t}^{\alpha}}{30 \cdot BN_{i,O,t}^{\alpha}} - \frac{\sum_{i,O,D,t} F_{i,O}^{\alpha} \cdot A_{i,D,t}^{\alpha}}{30 \cdot N_{i,O,t}^{\alpha}} \right) \cdot \frac{N_{i,O,t}^{\alpha}}{N_{i,O}^{\alpha}} (p_o - p_{o,y}) \quad (1)$$

ここで、

O: 居住地 (北広島団地地区、東部地区、西の里地区、大曲地区、西部地区)

D: 目的地 (北広島団地地区、東部地区、西の里地区、大曲地区、西部地区)

α : 目的 (S: 買い物、M: 通院)

$BPD_{O,D}^{\alpha}$: 居住地 O から目的地 D への目的 α での移動に関するバス潜在需要 (トリップ/日)

i: 住民 i

$BF_{i,O}^{\alpha}$: バスサービス改善 (バス路線の整備・充実により目的地までバスで行けるようになる、など) された場合、居住地 O の住民 i が目的 α のためにかかる頻度 (本研究では、週 5 日程度:20 回/月、週に 3~4 回:14 回/月、週に 1~2 回:6 回/月、月に数回:2 回/月、めったに行かない:0 回/月とした)

t: 現状において利用している交通手段 (バス、自動車(送迎))

$BA_{i,D,t}^{\alpha}$: バスサービスが改善された場合、目的 α のために住民 i が目的地 D に行く行動 (あり:1、なし:0)

$BN_{i,O,t}^{\alpha}$: バスサービスが改善された場合、目的 α のために住民 i がバスで移動したいと回答した居住地 O の被験者総数

$F_{i,O}^{\alpha}$: 現状において目的 α のために居住地 O の住民 i が出かけている頻度 (本研究では、週 5 日程度:20 回/月、週に 3~4 回:14 回/月、週に 1~2 回:6 回/月、月に数回:2 回/月、めったに行かない:0 回/月とした)

$A_{i,D,t}^{\alpha}$: 現状において目的 α のために居住地 O の住民 i が交通手段 t で目的地 D に行く行動 (あり:1、なし:0)

$N_{i,O,t}^{\alpha}$: 現状において目的 α のために交通手段 t で移動している居住地 O の被験者総数

$N_{i,O}^{\alpha}$: 現状において目的 α のために移動している居住地 O の被験者総数

p_o : 居住地 O (北広島団地地区、東部地区、西の里地区、大曲地区、西部地区) における人口

$p_{o,y}$: 居住地 O (北広島団地地区、東部地区、西の里地区、大曲地区、西部地区) における年少人口である。

ここで(1)の詳細について説明する。まず1項目では、各OD間において、バスサービス改善後の住民の利用頻度と、現状の交通サービス環境下における住民の利用頻度の差をとる。これは、各OD間において、バスサービスが充実していた場合における地区別住民1人当たり1日当たりのバス需要の差を算出している。なお、OD間のシンプルな往復のみを仮定しており、往復分の2を掛けている。また、2項目では各地区における住民のうち、今後バス転換が期待される手段(バスと自動車(送迎))で移動している割合と、年少人口以外の人口との積をとることにより、潜在的なバス利用人口を算出している。よって、この1項目と2項目を掛けることにより、バス潜在需要を推計することができる。ここで、バスサービスが充実した場合、本来は徒歩や自転車からの転換もあるが、これらを推計することは、データ制約上困難であったことから対象外とした。よって、過小推計される可能性もある。これらの計算により得られる結果の単位はトリップ/日となる。

このような特性から、値が大きいほどバス利用の潜在需要が存在していることを示している。一方で負の値をとる場合、現状においてバスサービスが充足していることを示している。また、本モデルの特徴として、バス路線再編等の際に一般的に実施される意識調査のデータを利用して、大きなゾーン間において簡便にバスの潜在需要を概略的に推計可能なモデルとなっている。そのため、計画立案の予算が限られている市町村における地域公共交通活性化協議会や専門部会等において、再編や新設等の議論や方向性を示す上での参考情報になることが期待される。

しかし、モデルの特性や限界から、この値の信頼度や精度については、注意しながら参考にする必要がある。例えば、バスサービスの水準(便数・料金等)については考慮されていない。あるいは細かなバス路線の経路についても考慮されていない。これらを踏まえら上で、例えばどの地区間のバスサービスの改善や新設を検討すべきか、等の議論をする上での参考とするレベルで利用することが望ましい。

5-2 買い物目的のバス潜在需要の分析結果

(1)式に基づき、買い物を目的とするバス潜在需要 $BPD_{O,D}^S$ を算出した結果を表-2に示す。バス潜在需要上位5項目(表中赤字の値が大きいOD)の結果について以下に考察する。

- ① 「西の里発-大曲行(228)」、「東部発-大曲行(219)」、「大曲発-東部行(94)」、「西の里発-東部行(44)」、「北広島団地発-大曲行(30)」の順に需要が大きいことがわかる。
- ② 上位5項目のうち3項目は大曲地区を目的地としており、特に上位2項目は1日当たり200トリップ以上と特に需要が高くなっている。このような結果になった要因として、大曲地区には三井アウトレット、コストコ、産直生鮮市場、ジョイフルエーカー、等の大規模商業施設が集積していることが考えられる。
- ③ また3番目と4番目の項目ではどちらも東部地区を目的地とする需要が高くなっている。東部地区は、北広島中央商店街やマックスバリュ、コープさっぽろ、等が立地していることから需要が高いと考えられる。
- ④ 一方で、北広島団地地区を目的地とする需要は見られなかった。この結果から、現状における北広島団地地区までのバス交通の需要は買い物をする上ではおおよそ満たされていると考えられる。

表-2 買い物を目的とするバス潜在需要

居住地O \ 目的地D	北広島団地	東部	西の里	大曲	西部
北広島団地	-728	7	28	30	-52
東部	-4442	-713	77	219	0
西の里	-134	44	-148	228	8
大曲	-2298	94	0	-451	0
西部	-142	24	10	-135	-17
Σ	-7744	-543	-33	-109	-60

5-3 通院目的のバス潜在需要の分析結果

(1)式に基づき、通院を目的とするバス潜在需要 $BPD_{O,D}^M$ を算出した結果を表-3に示す。バス潜在需要上位5項目の結果について、以下に考察する。

- ① 「大曲発-北広島団地行(423)」、「東部発-東部行(276)」、「北広島団地発-東部行(216)」、「北広島団地発-大曲行(178)」、「西の里発-北広島団地行(77)」の順に需要が高いことがわかる。
- ② 上位5項目のうち1番目と5番目の項目で北広島団地地区を目的地とする需要が高くなっている。北広島団地には市内で最も大きい総合病院が立地していることから特に需要が高くなっていると考えられる。
- ③ また、2番目と3番目の項目では東部地区を目的地とする需要が高い。東部地区には診療所が数多くあることから、これらの医療施設への需要はかなり高いと考えられる。

- ④ 5 番目の項目では大曲地区を目的地とする需要が高い。大曲地区にはリハビリ施設など北広島団地地区にはない設備を備えた病院が位置していることが影響していると考えられる。
- ⑤ これらの合計値に着目すれば、北広島団地地区と東部地区への需要が全体的に大きいことがわかる。

表-3 通院を目的とするバス潜在需要

居住地O \ 目的地D	北広島団地	東部	西の里	大曲	西部
北広島団地	-330	216	8	178	0
東部	-25	276	0	0	0
西の里	77	0	-42	12	0
大曲	423	0	0	-200	0
西部	61	22	5	11	0
Σ	205	515	-29	0	0

6. 結論

以上の分析結果から、北広島市における市内バスサービスの改善について、以下のことが示唆される。

- ① 4 章の結果より、北広島団地地区や東部地区内を運行するバスの行き先や運行情報等の分かりにくさが重要改善項目に挙がっている。そこで、住民の移動ニーズを踏まえた情報提供を、より多くの人々に行き渡るような方策の実施、例えば、わかりやすいバスマップの作成と配布などを行うことが改善に繋がると考えられる。
- ② また、北広島団地地区内において、「バスの運行本数」、「バスの運賃」の改善が重要であると考えられる。まず、バスの運行本数について、神奈川県横浜市では一部時間帯において等間隔でバス路線が運行するパターンダイヤを導入している。北広島団地地区は JR 北広島駅から多くのバス路線が重複していることから、バス路線の再編や運行のパターンダイヤ化により、買い物や通院といったバス利用のニーズが高くなる日中の時間帯での高齢者の利用機会の創出に繋がることが期待される。また、バスの運賃について、バスを乗り継ぐ利用者が発生することから、均一運賃制度等を設けることにより、北広島団地地区住民のように短距離を移動するバス利用者に配慮した方策が必要である。
- ③ さらに、北広島団地地区の第三住区や第四住区では「バスと JR の乗り継ぎ」の改善が重要であることが明らかとなった。札幌市ではバス利用者の意見に基づき、乗り継ぎ時間に 5 分以上の余裕を持たせるようなダイヤの変更を行っている事例がある。そこで、高齢化が特に進行する住区に対応し、JR との接続に配慮した運行ダイヤの見直しが必要だと考えられる。
- ④ 5 章の結果に基づき、図-7 に利用目的別のバス潜在需要上位 5 項目の状況を示す。これから、買い物、通院目的ともに重複して需要が高かった区間は「北広島団地地区発-大曲地区行」である。これらの区

間は買い物や通院といった住民の生活を支える上で特に改善していく必要があると考えられる。

- ⑤ 買い物において、大曲地区に位置する大型ショッピングモールは娯楽施設としても利用されているため、各地区からショッピングモールへ直接アクセスするバス路線の確保や休日における運行本数や日中の運行ダイヤの調整が重要であると考えられる。また、多くの観光客も利用していることから、JR を利用する層にも配慮し、バスと JR の乗り継ぎを考慮したダイヤの変更が有効であると考えられる。
- ⑥ この中で、特に「西の里発-大曲行き」はアクセス路線が現状において存在していないことから、新規路線の導入について検討が必要であると考えられる。
- ⑦ また、通院において北広島団地地区、東部地区、大曲地区への需要が高いことから、日中時間帯の通院を支援するルート改善の検討が必要であると考えられる。
- ⑧ さらに、図-8 に立地適正化計画における居住誘導区域内において、バス潜在需要が高かった結果を示す。これより、買い物では「北広島団地発-東部行 (7)」、通院では「東部地区発-東部地区行 (276)」、「北広島団地発-東部行 (216)」に潜在的な需要があることがわかった。このことから、東部地区内、さらには北広島団地地区-東部地区間を往復する循環バスなどを検討することで、居住誘導区域としての住環境が改善されると考えられる。

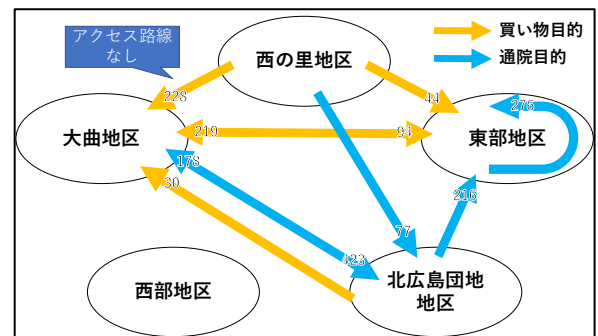


図-7 利用目的別バス潜在需要上位 5 項目の状況

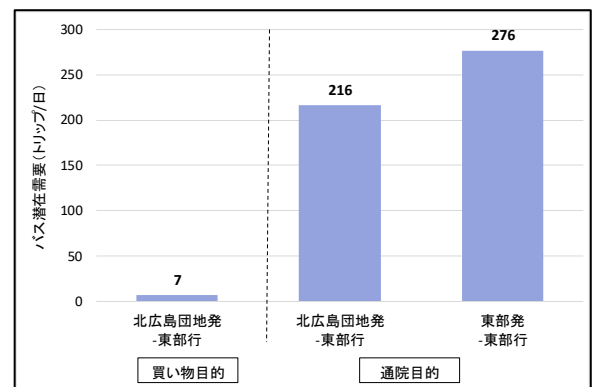


図-8 立地適正化計画居住誘導区域におけるバス潜在需要

謝辞

本研究の分析を実施するにあたり、北広島市企画財政部の塚田友二様、日本データサービス株式会社の大島有史様、斉藤優太様、源野雄輔様、東本靖史様には、データ提供等において多大なるご協力を賜った。記してここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所:『男女・年齢(5歳)階級別の推計結果(都道府県、市区町村編)』(<http://www.ipss.go.jp/ppshicyoson/j/shicyoson13/3kekka/Municipalities.asp>)
- 2) 北広島市:「北広島市立地適正化計画(案)」について(<http://www.city.kitahiroshima.hokkaido.jp/hotnews/detail/00130313.html>)
- 3) 正田遼平,鈴木聡士:地方中枢都市の周辺都市の移住に関する影響要因分析,日本地域学会 第55回(2018年)年次大会学術発表論文集,2018年
- 4) 新田保次,都君燮:利用頻度を考慮した高齢者対応型コミュニティバスの需要予測に関する研究,土木計画学研究・論文集No.16,1999年9月
- 5) 杉尾恵太,磯部友彦,竹内伝史:GISを用いたバス路線網計画支援 システムの構築—潜在需要の把握による路線評価について—,土木計画学研究・論文集 Vol.18no.4,2001年9月
- 6) 北広島市企画財政部企画課:「北広島市地域公共交通網形成計画」,2018年6月