

路線バスの集客性および機能に関する評価とモビリティ確保方策に関する研究*

A Study for Mobility Improving Methods Considering on Patronage and Role on Bus Service*

吉田 樹**・秋山 哲男***

By Itsuki YOSHIDA**・Tetsuo AKIYAMA***

1. はじめに

乗合バスの輸送人員は減少の一途をたどっており、また、わが国の乗合バス事業が独立採算原則の下にあることから、地方部の不採算路線を中心に路線の廃止や減便が起きている。しかしながら、地域の公共交通は、市民の日常活動に不可欠な移動を支える重要な役割を担っており、より効率的な供給形態で、市民のモビリティを持続的に確保する方策を検討することが必要である。

そのためには、従来からの路線網で地域公共交通の維持を図るのではなく、集客性・事業性に優れた幹線的路線と、そうではない支線的路線とに峻別したうえで、路線特性に適材適所となる計画・運営・運行の各側面の在り方を検討していく必要があると考える。

そこで、本稿では、筆者が策定過程に関わった「八戸市公共交通再生プラン」を例に、既存路線の集客性や系統ごとの機能をどのような手法で評価したのかを述べるとともに、路線特性に応じた計画・運営・運行の各場面の在り方についても検討する。

2. 八戸市における路線バスの現状

八戸市内では、八戸市交通部（以下市営バス）、南部バス、十和田観光電鉄の3事業者が計215系統の路線バスを運行している（平成17年度）。多くの系統は、八戸市の中心街を起点に放射状に運行しており、市内の団地や学校、医療機関のほか周辺市町村を結んでいる。

しかし、八戸市でも路線バス利用者の減少が続いている。市営バスの輸送人員のみに着目しても、1984年度では65,353人/日であったのに対し、2002年度は25,954人/日となり、約20年間で利用人員が4割に減少した¹⁾。

一方で、市営バスの実車走行キロと許可路線長（乗合事業）の経年変化を示した図1を眺めると、利用者数が減少したにも関わらず、1998年度まではほぼ一貫して許可路線長が増加していることが分かる。しかし、実車走行キロは緩やかに減少傾向にあったことから、市内にくま

なく路線網を設定していった一方で、利用者の逸走に伴い、各系統のサービス水準（ここでは運行回数）を低下させていったと考えられる。また、このことが起因して、多くの系統が集中する同市の中心街付近では、複数の系統がほぼ同じ時刻に同じ経路を運行する非効率な供給実態になっている。

さらに、1999年度以降は許可路線長が減少に転じている（一方で、実車走行キロの減少は緩やかである）ことから、事業性に乏しい系統からの撤退が進められていったと考えられる。従って、市民のモビリティを確保しつつも、効率的に供給することのできるバス路線網の在り方を検討することが求められている。

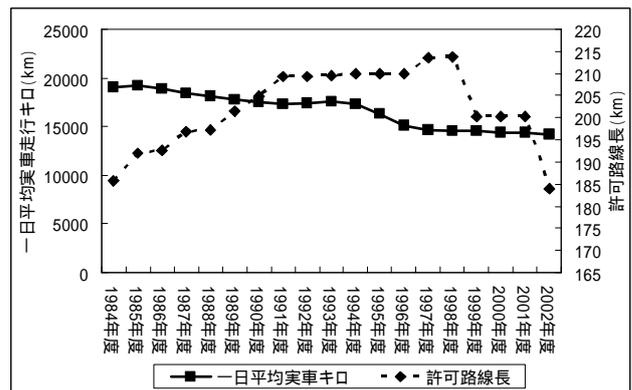


図1 市営バスの一日常平均実車走行キロと許可路線長の経年変化¹⁾

3. 路線バスの集客性評価と機能分類

(1) 目的と概要

前章で述べた現状と課題を踏まえ、同市では平成18年度に「公共交通再生プラン（以下、再生プラン）」を策定した。同プランの位置づけについて、八戸市公共交通再生プラン策定委員会は、報告書²⁾のなかで次のように述べている。「厳しい財政状況を踏まえつつ、全市民的な視点から公共交通を総合的に検討し、限られた財源の中で、既存の交通サービスを活かしながら、市民の誰もが利用しやすく、環境的にも持続可能な公共交通体系を戦略的に創出するための基本プランとして「公共交通再生プラン」を策定する。」そのため、同プランの策定にあたっては、既存の公共交通（主に路線バス）の供給実態について、効率性や市民モビリティの確保の観点から評価を行っている。また、先述のとおり、同市のバス路

*キーワード：公共交通計画・集客性・機能類型・モビリティ

**正員，博士（都市科学），首都大学東京 都市環境学部 リサーチ・アシスタント（東京都八王子市南大沢1-1，TEL/FAX：042-677-2360，E-mail: itsuki-y@mue.biglobe.ne.jp）

***正員，工博，首都大学東京大学院都市環境科学研究科

線網は中心街を起点に複雑に構成され、供給の非効率さを招いている。そこで、同プランでは、既存の路線網から、中心街を起点とする幹線的な系統群を抽出し、「幹線軸」と位置づけたうえで、市内各地をカバーする支線的な公共交通と有機的に結節させることを提案した(図2)。そのため、既存バス路線の評価をもとに、各系統がもつ機能を類型化し、どの系統群を「幹線軸」として設定するかを明確に示す必要があった。以下、本章では、再生プランにおいて、各系統の機能類型を行い、どのようにして「幹線軸」を設定していったかについて述べる。

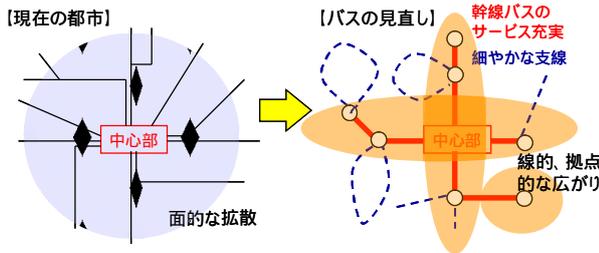


図2 バス路線網の再構築イメージ

(2) 集客性指標の構築

路線バス各系統の機能類型を行うにあたり、再生プランでは集客性指標を構築した。集客性指標は、各系統が持つ集客能力を定量化したものである。一般に、各系統の集客性を示す指標として、平均乗車密度や輸送人員といった集客成果に関する数値が一般的に用いられる。しかし、八戸市では3事業者が路線バスを運行しており、事業者間で利用環境が異なっている(例えば、市営バスのみ高齢者乗車票が利用可能である)。そこで、再生プランでは、実際の集客成果を直接用いるのではなく、各系統の集客能力を評価することにした。具体的には、次式に示した5つの要素の積で各系統の集客能力が説明できると考えた(図3)。停留所を中心とした半径300m圏内を勢力圏と位置づけ、平成12年に実施された国勢調査の基本単位区人口をGIS上で50mメッシュに均等配分し、勢力圏内の人口を求めた。

また、生活行動力水準は、先の報文³⁾で提案した概念であり、日常活動の達成可能性を示した指標である。具体的には、アマルティア・センのCapability Approachで用いられたFancingingの概念を援用し、市民の活動の達成に関わる「財」と、それを利用可能な「能力」に関

$$E_i \equiv \sum_{k=1}^K (D_{ik} \times M_{ik} \times A_{ik} \times S_{ik} \times F_{ik}) \quad \dots (1)$$

- E_i : バス路線(系統) i の集客性
- D_{ik} : 停留所 k 勢力圏の人口密度 (i の停留所 $k=1 \sim K$)
- M_{ik} : 停留所 k 勢力圏居住者の生活行動力水準
- A_{ik} : 停留所 k におけるアクセス性水準の差
- S_{ik} : 停留所 k における独立勢力圏割合
- F_{ik} : 停留所 k における系統 i の運行回数割合

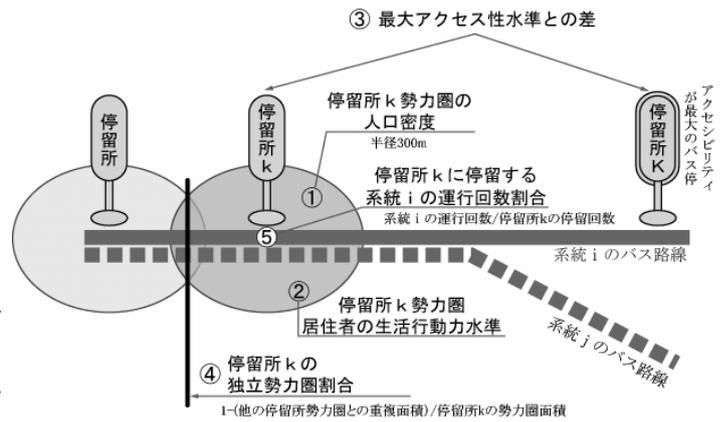


図3 集客性指標の計測概念²⁾

する変数によって、属性別・地域別に日常活動の達成可能性を評価したものである。なお、「財」や「能力」に関する変数は、先の報文³⁾と同様であり、表1に示した通りである。また、生活行動力指標を構築するために、活動の達成水準を示す外出活性水準M(2式で定義)を目的変数とした重回帰分析を行い、生活行動力に関する各変数のパラメータを推定した(表2)。

表1 「財」と「能力」に関する変数の設定³⁾

「財」に関する指標	
自動車	自由車(自分で自由に利用できる車)の有無
バス	路線バスを利用して市内の総合病院(3箇所)のいずれかにアクセスできるか
	* 以下の3点を満たすことが必要
	・病院の外来診療時間に合わせて現地にバスで到着することができる ・最低でも青森県の受診・医療の行動者平均時間(2時間38分) ⁴⁾ は病院内に居ることが可能 ・帰りもバスで戻ることが可能
施設	医療機関と小売店のアクセス性水準(詳細は本文)
「能力」に関する指標	
バス利用可否	路線バスに一人で乗降できるか否か
年齢層	65歳以上か否か

表2 生活行動力指標のパラメータ

X1	X2	X3	X4	X5	定数
0.02**	0.80**	-0.16+	-0.98**	0.39*	0.56
重相関係数 R				0.92	

- 【凡例】X1: アクセシビリティ(偏差値)階級 (5・6式で算出されたAを一の位を四捨五入して扱う)
- X2: 自由車の有無(有=1) **有意水準1%未満
- X3: 高齢者(65歳以上=1) *有意水準5%未満
- X4: バス利用可否(可=1) +有意水準15%未満
- X5: 総合病院バスアクセス(有=1)

$$M \equiv F^\alpha (1 - G)^\beta \quad \dots (2)$$

- F: 2日間の外出頻度の合計(農作業等の外出除く)
- G: Fのジニ係数(0 ≤ G < 1)
- ・: パラメータ(α=0.9, β=0.4とした)

図4は、自由車(自分で自由に利用できる乗用車)のない市民の生活行動力を地域別に評価した結果を示したものであり、集客性指標で用いた停留所勢力圏における生活行動力は本図の値を用いた。

一方、アクセス性水準は、八戸市内の商業施設と医療機関を対象に、市内各地(市内全域を50mメッシュに

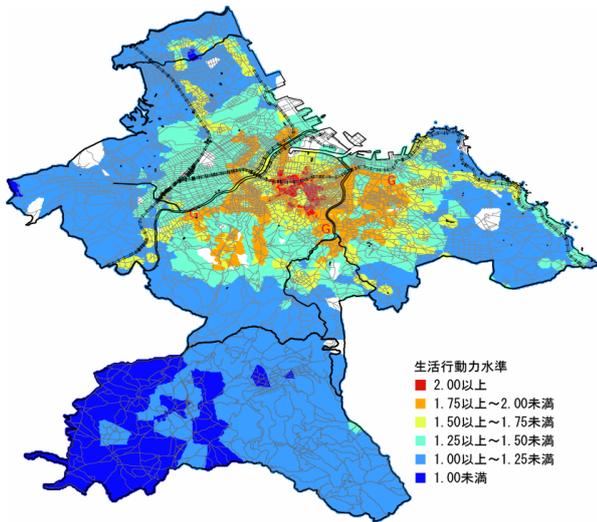


図4 生活行動力水準の評価(自由車なし)²⁾

分割した中心座標)からのアクセス性を次式に基づき評価した⁽¹⁾⁽²⁾。そのうえで、単位の異なる A_s と A_h を偏差値によりそれぞれ基準化し、平均した値を当該地域のアクセス性水準として定義した。

$$A_s = \sum_{i=1}^N \frac{V_{si}}{R_{si}^\gamma} \quad A_h = \sum_{j=1}^M \frac{B_{hj}}{R_{hj}^\delta} \quad \dots (3)$$

- A_s : 商業施設のアクセス性水準
- V_{si} : 商業施設 i の床面積 (単位: m^2 , $i = 1 \sim N$)
- R_{si} : 商業施設 i から当該地域までの距離 (単位: km)
- A_h : 医療機関のアクセス性水準
- B_{hj} : 医療機関 j の病床数 (単位: 床, $j = 1 \sim M$)
- R_{hj} : 医療機関 j から当該地域までの距離 (単位: km)
- γ : パラメータ ($\gamma = 0.5$, $\delta = 0.1$)

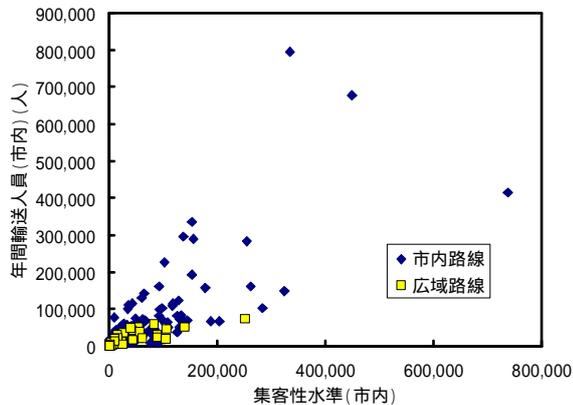


図5 集客性指標と年間輸送人員の相関²⁾

図5は、1式で評価された各系統の集客性を横軸にとり、縦軸に実際の年間輸送人員をとった散布図である。両者には強い正の相関 ($r=0.75$) が認められたが、系統の素性によって同等の集客能力があっても、実際の集客成果には差がみられた。

(3) 系統の機能分類

そこで、集客性指標のほか、系統の素性を示す変数も用いて主成分分析を行い、系統の機能分類を試みた。

表3に示した第2主成分までを用いて、各系統の主成分得点を散布図に示したのが図6である。その結果、第1主成分(広域性)と第2主成分(幹線性)の各得点の分布から8つの系統群に分類できることが分かった。表4は各機能類型の諸元を示したものであるが、「E・市内幹線」に属する系統群(3系統)は事業者による自律的な運行が可能であり、市内の「幹線軸」としてサービスの向上を図る必要がある路線であることが示された。一方、「A・広域幹線」に該当する系統群は隣接市町村を結ぶ国庫補助路線が中心であり、広域市町村圏の「幹線軸」として位置づける必要があることも示された。

表3 主成分分析の結果表²⁾

主成分	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
固有値	4.31	2.57	1.54	1.30	1.03
寄与率(%)	30.8	18.3	11.0	9.3	7.4
累積(%)	30.8	49.1	60.1	69.4	76.8
固有値(上位5傑)	キロ程	ACC最大	ACC最大	ACC最大	ACC最大
負=網掛け	旧市内キロ程割合	中心街通過	中心街通過	中心街通過	中心街通過
	市内キロ程割合	集客性	集客性	集客性	集客性
	ACCレンジ	片道運行	片道運行	片道運行	片道運行
	ACC最小	運行回数	運行回数	運行回数	運行回数
軸の解釈	広域性	幹線性			
考慮した変数	キロ程	系統の長さ			
	旧市内キロ程割合	系統の長さに占める旧八戸市内の長さ			
	市内キロ程割合	系統の長さに占める八戸市内の長さ			
	ACC最大	各系統中最大のACC(アクセス性)水準			
	ACC最小	各系統中最小のACC水準			
	ACCレンジ	各系統中最大のACC - 最小のACC			
	集客性	系統の集客性水準 ⁽¹⁾ 式に基づき算出			
	運行回数	一日の運行回数(往復数)の平均値			
	高校通過	市内の高校の最寄停留所を通過する系統(そうである=1, そうでない=0)			
	営業所発着	バス事業者の車庫を起終点とする系統(そうである=1, そうでない=0)			
病院通過	総合病院の最寄停留所を通過する系統(そうである=1, そうでない=0)				
八戸駅通過	八戸駅を通過する系統(そうである=1, そうでない=0)				
中心街通過	中心街を通過する系統(そうである=1, そうでない=0)				

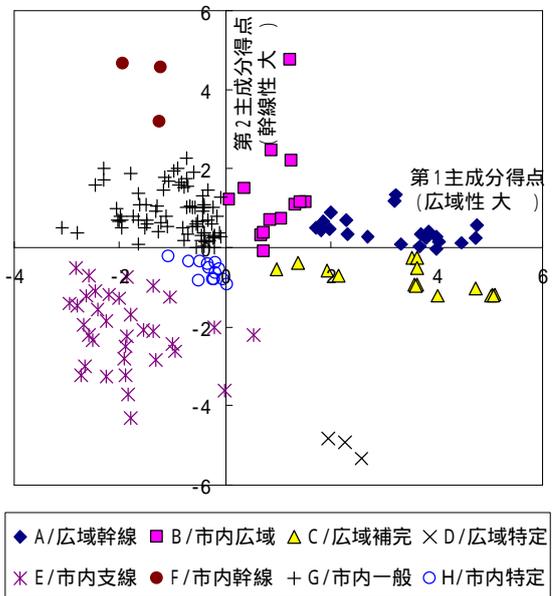


図6 主成分得点の分布と系統の機能分類²⁾

しかし、同市では一経路を数多くの系統が運行していることから、「区間」として見れば高頻度運行で幹線性が認められるものの、系統単位の機能分類では、一般的な路線(G・市内一般)として評価されたものがあった。例えば、八戸駅と中心街を結ぶ路線だけでも27系統が運行されており、事業者ごと、系統ごとに別々の運行計画が設定されている。そのため、ほぼ同時刻に同じ行先の

便が運行されるなど非効率な供給が行われている。再生プランでは、こうした「区間」を「幹線区間」として捉え、事業者単位、系統単位の運行計画を調整し、幹線的なサービスを高めるべき「幹線軸」と位置づけた。

表4 各機能類型の平均値²⁾

類型	系統長 (千口)	片道のみ 運行する 系統	中心街を 通過する 系統	運行回数	集客性 水準 (千)	収支差額 (千円)
A/広域幹線	28.5	0%	100%	4.8	76	-3,215
B/市内広域	21.9	8%	100%	4.7	154	-9,521
C/広域補完	28.0	81%	100%	0.6	7	-158
D/広域特定	19.3	100%	0%	0.4	2	-334
E/市内支線	8.9	38%	0%	4.1	29	-4,701
F/市内幹線	8.2	0%	100%	39.0	346	9,281
G/市内一般	9.7	0%	100%	7.1	62	-3,406
H/市内特定	11.6	100%	100%	0.4	5	64
全系統の平均	14.6	24%	79%	5.4	59	-3,267

集客性水準: 数字が大きいほど集客性の高い系統(1式をもとに算出)
8類型の平均値に対して... 偏差値60以上・偏差値40未満

4. 路線特性に応じたモビリティ確保方策の設定

市民のモビリティを持続的に確保するためには、自治体と事業者、市民が連携することが不可欠である。再生プランの取り組みでは、既存バス路線を対象に各系統の機能類型を行い、事業者による自律的な供給が可能な幹線軸が明確になったため、幹線軸におけるモビリティ確保方策と、(自律的な供給が困難である)支線網における方策を分けて考えることが可能になった。ここで、中村⁵⁾が提案した、計画、運営、運行の3つの場面に分けて、3者の役割分担について考察したい。表5は幹線軸、表6は支線網における各場面の役割分担をそれぞれ示したものである。幹線軸のケースと比べて、支線網のケースでは、市民等が担うことを求められる役割が多くなると考えられる。しかし、市民が地域公共交通

表5 幹線軸における役割分担²⁾

	市民等	乗合事業者	八戸市
計画	-	運行計画の作成	関連する他の乗合公共交通や交通事業者間の調整 公共交通計画(再生プラン)との整合性を確認
運営	利用によって路線運営を支える	時刻表等の製作・配布 運賃の設定 運輸支局・警察・県・市との協議 停留所の設置・管理 経費節減	県・周辺市町村との協議・調整 「広域幹線」における運行費の財政的支援
	環境配慮型の交通の実践	モビリティ・マネジメントの取り組み	
運行	-	安全の確保	-

表6 支線網における役割分担²⁾

	市民等	乗合事業者	八戸市
計画	ダイヤ・ルートなどの運行計画を協働して作成(より使いやすいルート・ダイヤの設定)		提案された運行計画の調整 公共交通計画(再生プラン)との整合性を確認
運営	時刻表等の製作・配布 停留所の設置・管理	時刻表等の製作・配布 運賃の設定 運輸支局・警察・県・市との協議 経費節減	県・周辺市町村との協議・調整 ノウハウの提供(共有) 自発的な運営・利用を促す支援スキームの確立
	環境配慮型の交通の実践	モビリティ・マネジメントの取り組み	
運行	-	安全の確保	-

の維持・発展にどのように参画していくか、また、どう参画を動機付けていくかについては今後の実践のなかで考察を重ねる必要がある。また、再生プランでは、乗合公共交通によって市民モビリティを確保すべき3つの基準を設定し(表7)、どの主体がどの程度責任を持って公共交通の維持に努めるかを明らかにしている。

表7 乗合公共交通を確保する基準

公共交通を運行するエリア(多くの市民に乗合公共交通による移動の機会を確保する(停留所に最大でも1km以内でアクセスできる)一方で、事業効率性の観点から、移動需要の集約が一定程度可能な地域(人口密度500人/km ² 以上)で、乗合公共交通の維持・存続を図る)
確保されるアクセス(乗合公共交通が果たす役割(1回の乗り換えはあっても中心街に往来できる)を明確にする)
地域住民等による意思決定(公共交通を支える主体を明確化)

5. さいごに

本稿では、筆者らが策定段階に関わった八戸市公共交通再生プランを例に、路線バスの集客性や機能に関する評価を行うことで、バス事業者による自律的な供給が可能な幹線的路線と、集客性に乏しい系統群の峻別が可能になることを明らかにした。また、地域公共交通の計画、運営、運行の各場面で、市民や事業者、自治体がどのような役割分担をしていくかについても検討したが、路線バスの機能類型を評価することにより、路線特性に応じたモビリティ確保方策を導き出すことができることも分かった。以上の点から、既存の路線バスにおける集客性や機能を評価することによって、適材適所となる地域公共交通の運営・運行の方策を検討することが可能になることが明らかになった。

謝辞

八戸市公共交通再生プランの策定にあたっては、今野恵喜先生(八戸高専)、武山 泰先生(八戸工大)、加藤博和先生(名古屋大)、若菜千穂様(いわて地域づくり支援センター)、福本雅之様(名古屋大)にもご指導、ご助言をいただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

補注

- 対象施設: 大規模小売店(全国大型小売店総覧⁶⁾)に掲載されている店舗)、スーパー・コンビニエンスストア(「Yahoo! Phone Book」の「スーパー・マーケット」および「コンビニエンスストア」の項に掲載されている店舗)、病院・医院・クリニック(「Yahoo! Phone Book」の「医療機関」の項に掲載されている、病院・医院・クリニック・診療所(歯科除く))
- 店舗面積のうち、コンビニエンスストアは一律200m²として考えた。また、それ以外の食品を主に扱う小売店の床面積は700m²とした。病床数については医院の場合、一律7床とした。なお、式中のA_sやA_hの取り得る値については、それぞれ0 A_s V_{si}ならびに0 A_h B_{hi}とした。

参考文献

- 八戸地域生活交通計画策定協議会: 八戸地域生活交通計画策定事業報告書, pp.116-154, 2005.
- 八戸市公共交通再生プラン策定委員会: 八戸市公共交通再生プラン報告書, 2007.
- 吉田・秋山: 市民の生活行動力を考慮した地域公共交通サービスの評価手法に関する基礎的検討, 土木計画学研究・講演集vol.34, CD-ROM, 2006.
- 総務省統計局: 平成13年社会生活基本調査, 2001.
- 中村文彦: バスでまちづくり, pp.172-177, 学芸出版社, 2007.
- 東洋経済: 全国大型小売店総覧2005, 東洋経済, 2005.