

地方部におけるバス費用構造分析とサービス改善方策に関する研究*

Bus Operation Cost Analysis and Service Improvement Procedure at Rural Area*

久保田恒太**・徳永幸之***

By Koudai KUBOTA**・Yoshiyuki TOKUNAGA***

1. はじめに

地方部の人口減少地域においては、バス利用者が年々減少し、民営での経営は困難な状況に追い込まれ、多くの地域でバス事業者の撤退が進んでいる。しかし、高齢者や学生・児童などのいわゆる交通弱者にとってバスは必要不可欠な交通手段であり、このような地域では自治体による住民のモビリティ確保に対する責任が増加している¹⁾。

多くの自治体では、従来のバス路線を維持する形で住民のモビリティを維持してきた。しかし、人口減少や目的地の変化など、状況の変化に応じた効率的な運行を行っているとは必ずしも言えず、年々増加する財政負担に苦しんでいる自治体が多い²⁾。また、運営主体が自治体になったことで、地区間の不公平感から新たなサービス要望が出される場合もあるが、各自治体の財政状況が厳しい中、全ての要望に応えることは難しく、サービス水準を決定する明確な判断基準がないのが現状である³⁾⁴⁾。

そこで本研究では、自治体がバスサービス改善方策を検討する際の考え方を示すことを目的とする。具体的には、まず現状のバス運行の費用構造を分析することにより、運行効率性から見た改善課題を整理する。次に、サービス水準の変化による需要の変化を考慮し、さらに財政負担との関係からサービス水準を決定する際の判断基準となる指標を提案する。これらの指標を用いて、サービス水準の重要な要素である路線長と運行頻度を検討する方法を提示する。

*キーワード：公共交通運用，交通弱者対策

**学生員、東北大学大学院情報科学研究科

(〒980-8576 宮城県仙台市青葉区川内 川内合同研究棟、
TEL:022-217-7567、FAX:022-217-7477)

***正員、工博、東北大学大学院情報科学研究科

(〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06、
TEL:022-217-7478、FAX:022-217-7479)

2. モビリティ確保の経緯と課題

本研究ではバスサービスの改善が課題となっている地方部の人口減少地域の一例として、宮城県 A 町を対象に採り上げた。本章では A 町におけるモビリティ確保の経緯と課題を整理する。

A 町では 1967 年以降、交通弱者の足を確保するためにスクールバス、患者輸送バスの運行を行っている。また乗合バスは利用者の減少から 1985 年以降撤退が相次ぎ、現在は全路線が自治体による廃止代替路線である。廃止代替路線の一部はタクシー事業者に委託して乗合タクシーとして運行を行っている。しかし廃止代替路線の増加や利用者の減少により、自治体の財政負担は年々増加している。

図 1 は A 町のバス運行費用とバス利用者数(1998 年以降)の変化を、1998 年を 100 として表したものである。利用者数の減少とともに、利用者一人当たり費用は急激に増加している。また図 2 は A 町の人口とバス財政負担額の変化を、1992 年を 100 として表したものである。人口が減少する一方で、バス財政負担額は年々増加し、住民一人当たり財政負担額は 1995 年以降急激に増加している。

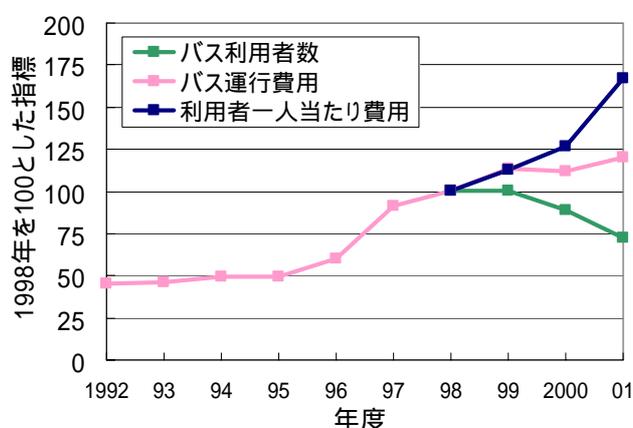


図 1 バス利用者数とバス運行費用の変化

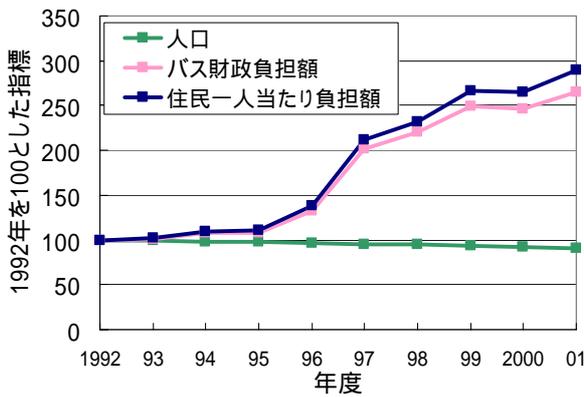


図2 人口とバス財政負担額の変化

3. サービスレベルと評価項目

本研究では、運行頻度と路線距離をサービスレベルの重要な要素と考えている。ここでの路線距離は、同一エリア内での路線距離であり、路線距離を長くすることで住民のバス停までの距離を短くでき、より細やかなサービスを行うことができるため、路線距離もサービスレベルと考えることができる。

評価項目としては、運行効率性を示す一乗車当たり費用、利便性を示す利用者数、住民合意を得る上で重要な指標と考えられる住民一人当たり財政負担額を用いる。そして、現在のサービスレベルにおける費用算定から効率性の検討を行い、また費用構造の問題点を考慮した費用推定モデルと需要予測モデルを構築し、評価項目を用いてサービスレベルを決定する判断基準について検討する。

4. 費用構造分析と費用推定モデルの構築

(1) 費用構造に関する問題点

バス運営費用の算定においてはキロ当たり原価を用いるのが一般的である。図3はA町における現在の積算基準と実際の応札価格について、路線距離との関係を示したものである。現在の積算基準は、費用を変動費として路線距離に比例するよう積算されている。しかし実際の応札価格は積算基準よりも高くなっており、また路線距離が短いほど積算基準と応札価格との差は大きくなっている。これは運転手や車両の運用が、路線距離が短いほど非効率的であることを示し、人件費などを変動費として扱うことに問題があることを示している。

A町では、路線ごとに最低1日2時間を拘束時間として走行時間に応じて人件費を算定しており、受託業者は運転手の空き時間に他の業務を行わせるなどして対応している。このことは、自治体が委託するバス事業だけでは非効率になる、あるいは自助努力のできない事業者にした場合にはよりコスト高になることを示している。

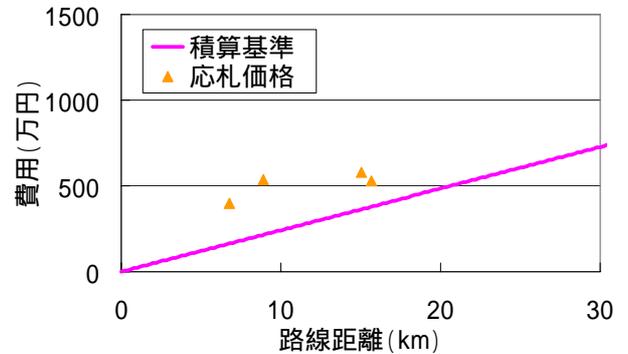


図3 自治体の積算基準と応札価格

(2) 費用推定モデル

費用構造を明らかにするため、バス、タクシー事業者3社に対するヒアリング調査を行い、人件費を固定費と考え、以下の制約条件のもとで費用を算出するモデルを構築した。

- ・運転手連続運転時間 2時間
- ・運転手1日当たり最大運転時間 7時間
- ・表定速度 28km/h
- ・回送区間 1km

なお、人件費、車両費、維持費等は3社の平均的な値を用いている。

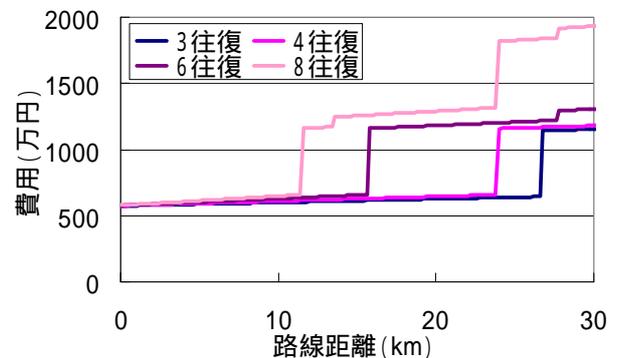


図4 サービスレベルと財政負担の関係

図4には、費用推定モデルから算出した運行頻度毎の費用と路線距離の関係を表した。人件費を固定費と考え、費用は階段状に増加する。よって、

ある運行頻度においては路線距離を増加させても費用はほぼ変わらない領域があることがわかる。また、ある路線距離においては運行頻度を増加させても費用はほぼ変わらない領域があることがわかる。一方、制約条件により運行頻度や路線距離といったサービスレベルの変化で費用が急激に変わってしまう境界も存在することから、従来のキロ当たり輸送原価に基づく積算では効率的な運行計画を作成することが困難であるといえる。

5. 需要予測モデルの構築

サービスレベルの変化に応じた需要を推定するため、A 町における路線別 1 日当たり利用者数を、バス停 500m 圏内免許非保有者数と運行回数、路線長を説明変数として重回帰分析を行った。表 1 の推定結果を見ると、モデル全体としては説明力を有しているが、運行回数の説明力は乏しい。これは、分析対象路線の多くが 1 日 3~5 往復と差が小さいためと思われる。

表 1 パラメータ推定結果

説明変数	回帰係数	t 値
免許非保有人口	0.023	2.11
運行回数	0.43	0.12
路線長	1.65	2.09
切片	-6.38	-0.24
決定係数	0.838	

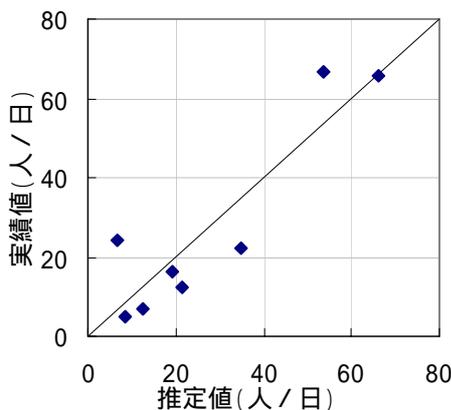


図 5 需要予測モデルの再現性

図 5 はモデルによる推定値と実績値を比較したものである。推定値に比べ実績値が大きな路線は、他路線に比べ、昼間の高齢者の利用が多い路線と、

通学に利用する中高生が多い路線である。実際の計画においてはこれらの要因も考慮したモデルの構築が望まれる。

6. 効率的な運行計画の策定

(1) サービスレベルの変化と評価項目

ある地域において、住民の合意を考慮して効率的な路線距離と運行頻度を決定する方法について検討する。ここでは A 町をモデルとした地域に 8km, 12km, 15km の路線を設定し、構築した需要予測モデルからサービスレベルの変化に応じた利用者数を算出した。

図 7 は、12km の路線において、運行頻度を变化させたときの利用者数と、一乗車当たり費用を表したものである。利用者数は、運行頻度の増加とともに増加することから一乗車当たり費用は運行頻度を増加させると 6 往復までは徐々に減少する。これは、運行頻度が増加しても費用がほぼ変わらないためであるが、運行頻度が 6 往復から 8 往復に増加すると、運転手の制約条件により費用が急激に増加することから一乗車当たり費用は急激に増加する。

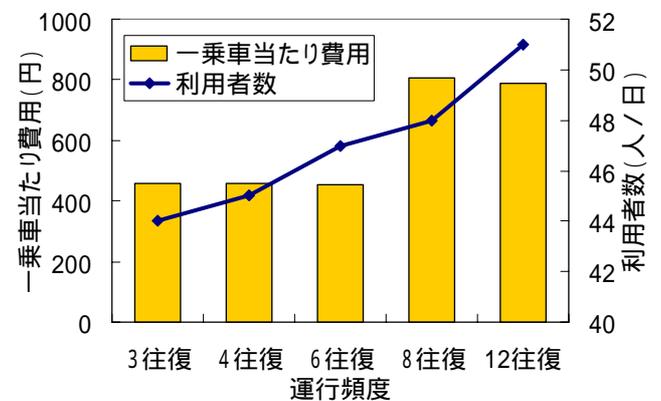


図 7 一人当たり費用と利用者数の変化

(2) サービスレベルと運行計画の策定

図 7 では運行頻度の変化について、一乗車当たり費用と利用者数の 2 つの評価項目で表した。しかしサービスレベルは運行頻度と路線距離があり、この 2 つの変化について同時に考えることにより、効率的な運行計画を策定する必要がある。そこで、これらのサービスレベルの変化について、一乗車当たり費用、住民一人当たり財政負担額、利用者数の 3 つの評価項目で検討する。

表2 サービスレベルと評価項目

		運行頻度				
		3往復	4往復	6往復	8往復	12往復
路線距離	8km	584	575	573	557	948
		338	343	351	360	662
		(34)	(35)	(36)	(38)	(41)
	12km	459	457	454	807	790
		344	350	363	660	686
		(44)	(45)	(47)	(48)	(51)
	15km	359	361	364	686	673
		348	356	372	713	745
		(57)	(58)	(60)	(61)	(65)

上段：一乗車当たり費用(円)

中段：住民一人当たり財政負担額(円/年)

下段：利用者数(人/日)

表2は、縦軸に路線距離の変化、横軸に運行頻度の変化をとり、各サービスレベルにおける一乗車当たり費用、住民一人当たり財政負担額、利用者数を表したものである。各評価項目の算出には、費用推定モデルと需要予測モデルを用いた。この表を用いることにより、現在のサービスレベルと新たな運行計画案についてそれぞれの評価項目の値から、よりよいと思われるサービスレベルの検討を容易に行うことができる。

表の見方としては、現状のサービスレベルが12km、3往復であるとする、運行頻度の増加を考えた場合に運行頻度を6往復まで増加させても、一乗車当たり費用はわずかながら減少していることがわかる。よって、運行頻度を6往復まで増加させた方がより効果的な運行が行える。次に、この12km、6往復のサービスレベルにおける住民一人当たり財政負担額を見ると、8km、8往復のサービスレベル及び15km、4往復のサービスレベルとほぼ等しい。そこで、この3つのサービスレベルのどれがよいかを検討する場合、利用者数を比較すると、15km、4往復のときの利用者数が最も多いことがわかる。つまり、現状の12km、3往復よりも15km、4往復のサービスレベルの方がより効率的で利用者数が多い運行が行えるが、住民一人当たり財政負担額は若干増加する。よってこの場合は、利用者を輸送する効率や利用者便益は向上しているが、財政負担額も増加することから、住民がこのサービス向上にともなう費用の増加に対して合意できるならばサービス向上が図れることになる。

7. おわりに

本研究では人口減少地域における、自治体による住民のモビリティ確保の現状について費用構造分析を行い、現在の自治体による積算基準では費用算出は正確に行えないことを明らかにした。その分析結果を基に、人件費を固定費と考え費用推定モデルを構築した。この費用推定モデルでは、サービスレベルを向上させても費用がほぼ変わらない領域があることがわかった。また、サービス水準を考慮した需要予測モデルを構築し、これらのモデルを用いて算出した一乗車当たり費用、住民一人当たり財政負担額、利用者数を指標としたサービス水準を決定する際の考え方を提案した。

ただし、本研究はサービス水準を決定する際の判断基準になりうる指標を提案したものであり、これだけで最適な運行計画が決定可能となるものではない。また、費用分析や費用推定モデル、需要予測モデルの構築に用いるデータ量を増やし、より一般化することも今後の課題である。

最後に、本研究の遂行に当たり、自治体、バス・タクシー事業者のみなさまには、資料提供やヒアリング調査などご協力いただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 秋山哲男, 中村文彦: バスはよみがえる, 日本評論社, 2000.
- 2) 泉佳織, 今野恵喜, 徳永幸之: 東北自治体のバスを中心としたモビリティ確保への取り組みの現状と課題, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, pp.512-513, 2001.
- 3) 馬渡真吾, 榛澤芳雄, 小山茂: 地方自治体主体のバス運行方策の評価, 土木計画学研究・講演集 No.22, pp.475-478, 1999.
- 4) 喜多秀行: 過疎地域における生活交通サービスの提供システムに関する研究, 国際交通安全学会報告書, pp.7-13, 2002.