

# 公営バス事業の路線評価分析による効率的公共交通サービス提供に関する考察\*

A study on effective provision of public transport service based on bus route evaluation in public bus industry\*

小林正孝\*\*・中村文彦\*\*\*・岡村敏之\*\*\*\*・矢部努\*\*\*\*\*

By Masataka KOBAYASHI\*\*・Fumihiko NAKAMURA\*\*\* Toshiyuki OKAMURA\*\*\*\* Tsutomu YABE\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

2002年2月より道路運送法における需給調整規制が撤廃され、バス事業における民間会社の参入・退下が自由化された。また一方で、経営の健全化を目的として、横浜市営バスを含むいくつかの公営バスが、民間バス事業者へ移譲されるという動きがある。これまでのようにバス事業者が行政の関与なしに独自に運営するスタイルが標準ではなくなり、市民の生活基盤としてのバス輸送計画が求められる時代に転換しつつある。そこで、行政がどのようにバス事業者と関わるべきかという課題がある。

本稿では、まず研究者と公営バス事業者の視点の違いを考慮した上で、既存研究における路線評価指標の提案に一考察を与える。さらに、具体的に公営バス事業者のケーススタディとして、横浜市営バスにおける問題点を抽出する。問題点を明確にすることで、行政関与のバス輸送計画における、公的補助を効率的に反映させるサービス提供方策の検討の一助となることを目的とする。

## 2. バス事業をとりまく環境への考察と本研究の意義

### (1) 公営バス事業の役割の遷移

わが国では、モータリゼーションが進む以前は、公共交通は高収益事業であり、財源不足の地方自治体による収益事業という側面もあった。当時のバス事業は社会経済発展の基盤の役割を担っていた。

高度成長期以後、低密度市街地の郊外拡散、自家用車の保有・利用の増加という影響によりバスのシェアは大幅に減少した。また、平等・公平という価値観が社会全体に付加され、採算性があがらずとも生活基盤とする路線がミニマム水準達成を目的として維持されていった。

近年まで需給調整規制によって、バス事業誕生当時の路線形態が現在の路線設定に大きく影響しており、多くのバス路線の目的・役割が複雑かつ混在している状態にある。現在においては、主に財政的な観点から、多くの路線での統廃合や再編が進むと予測され、路線の役割を

明らかにしていくことが必要となっている。

### (2) 行政および公営バス事業者の視点

公営バスの実務としての計画・運営・運行は、多くの場合、地方自治体交通局が行政とは独立した事業体という形で担っている。昨今では、利用者減少による経営圧迫に対処するために様々な形態での民間移譲が進められている。一方で、行政側としては市場に委ねることで効率性は上昇するが、公平性が損なわれるのではないかとすることを危惧してもある。公平を目的として、生活路線等を公的補助を投じて維持しようとする姿勢がある。

しかし行政側の公平に対する視点には以下の齟齬が生じている。例えば 公平＝横並び意識 内部補助＝再配分 既存路線維持への特化などが考えられる。この齟齬により、公営バス事業に過剰なサービスが存在したり、目的の釈然としない路線設定となるなど、民間事業者と異なる立場での公共事業として真に公平な立場で、市民の需要に対応できていない状態にある。

### (3) 既存研究からみる視点

バス路線に関する既存研究には、路線の評価手法に関するもの、生産効率性を議論するもの、過疎地域を対象としてミニマム水準を議論するものがある。しかし、それらの多くは既存路線を対象に、または既存路線をもとに分析したものである。また、バスを含む都市の交通に対して、行政がどのように関わるべきかを考慮したものは少なく、具体的にどのようにあるべきかの根拠を提示するようなものも少ない。そもそも、公営バス事業自体は行政部門として必須であるわけではなく、公共交通の存在意義を論理的に示そうとしたものは少ないと思われる。そのような中、路線の潜在的な需要を定量的に把握する方法の1つとして、公営バス路線への適用事例も多いポテンシャルの理論<sup>1)</sup>があげられる。これについては第3章で説明する。

### (4) 本研究の意義

本研究においては、公営バスサービス提供の問題点である過剰サービス・目的不明瞭路線に着目し、既存の路線評価手法を考察し改良することで、具体的に横浜市営バスにおいて効率性を下げている路線を挙げる。公営バスの問題点を整理していくことは、今後の行政関与によるバス輸送計画の一つの方向性を考える上で意義が大きいと考えられる。

\* キーワーズ：公共交通計画、地区交通計画、公共交通

\*\* 学生員、横浜国立大学大学院工学府社会空間システム学専攻  
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 TEL/FAX 045-339-4039)

\*\*\* 正会員、工博、横浜国立大学大学院環境情報研究院  
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 TEL/FAX 045-339-4032)

\*\*\*\* 正会員、博(工)、横浜国立大学大学院工学府  
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 TEL/FAX 045-339-4033)

\*\*\*\*\* 正会員、修(工)、横浜国立大学大学院環境情報研究院  
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 TEL/FAX 045-339-4031)

### 3. ポテンシャル理論の適用可能性

本稿では、路線の評価指標を実乗車人員ではなく、潜在需要によって行うという竹内ら<sup>1)</sup>の提案、ポテンシャルの理論を応用している。需要は、サービス形態によって大きく変化する。従ってサービス形態による影響を外部的に路線設定を評価する必要がある。ポテンシャル理論は、潜在している需要を推定することでサービスを評価できる理論の一つであり、バス事業のサービス形態のあり方についての議論に展開可能なものである。

#### (1) ポテンシャル理論の概要と問題点

ポテンシャル理論は、80年代から研究が進められている。潜在需要は、居住人口によって与えられるという概念を経て、通勤・通学以外の買いまわり移動による需要を踏まえるという概念に発展している。具体的には、バス停の勢力圏人口(=バス停毎の潜在需要)をバス停勢力圏内の居住人口・第3次従業者人口・生徒数・病床数・駅による需要人口によって説明するモデルを、実乗車人員データ・ゾーンODデータによって構築する。バス停毎の潜在需要を路線毎にまとめあげ、路線潜在需要を路線の役割の設定に対しての分析に用いたり、潜在需要顕在化率によってサービス提供のレベルを評価することに役立っている。

しかし、このモデルを用いる際には、以下の問題点を確認しておかなければならない。

既存のバス路線を基にしている。

分析過程が異なるバス停潜在需要と駅降車人員による潜在需要を足し合わせることで、路線潜在需要としてまとめあげている。

潜在需要の真値は求めらず相対的なものである。

バス停圏を地点に対して一意的に定めている。

について、既存のバス路線を基にモデルを作成するという事は既存路線が通っていない地点における、潜在需要顕在化メカニズムは考慮していない。また、2-(1)で述べたように、現在の路線設定は目的・役割が混在したものであって、他の環境の変化に伴う需要の変化を考慮していないため、需要の集中した地点を逃がしている可能性がある。

において述べた駅潜在需要は、駅降車人員に、端末交通手段分担率を推定したものを掛け合わせることで求められる。バス停潜在需要もODデータによる分担率を用いているので、似通ったものではあるが、駅降車人員と勢力圏内の諸人口要因の対応には考慮が必要である。駅降車人員は、既にトリップを発生させている外出人口であるが、諸人口要因には外出しない人口も含まれている。つまり駅降車人員は、外出するかしないかという需要の第1段階を既にクリアしている人口要因である。杉尾らによる研究では、フィーダー路線はポテンシャル値が高くとも実乗車人員に顕在化することが難しいのでは

ないかという考察がなされている。しかし、顕在化することが難しいのではなく、路線潜在需要をまとめあげる際、駅潜在需要を過大に足し上げているという問題があるように思われる。

に関して、での駅潜在需要の過大推定という問題の発生にも見られるように、潜在需要は実乗車データによって重回帰分析を行いモデルを作成しているの、潜在需要そのものの真値が求まるというのではなく、相対的指標にとどまるということにも留意が必要である。

では、路線ネットワークが複雑である場合にはバス停圏が他系統によって小さくなるという問題が生じる。

#### (2) ポテンシャル理論の適用可能な範囲

上記における問題点に関して、既存バス路線における分析のみとなり、需要発生メカニズムそのものを把握するには至らないということを述べた。しかし、実際に顕在している需要は、需要発生メカニズムの中の部分的な要因によるものである。従って、ポテンシャル理論では、需要発生メカニズム自体を解明していくには至らないが、現在のバス需要がどのような要因によって誘発されているかを知るには有効である。

また、問題点では絶対的潜在需要は明らかにならず、相対的指標にとどまるということを述べたが、相対的であっても、需要を顕在化できない路線を分類することは可能である。特に、単位距離あたりの潜在需要の顕在化率をみることで、現在のバスサービス提供形態の効率性がどのような要因と関係しているかという傾向を把握することはできる。

なお本研究では、問題点 に関しては対応策を施し、問題点 に対しては、実現象として系統が密集しているバス停では隣接するバス停に乗車人員が吸収される確率が高くなると捉え、改善策は必要ないと判断している。

#### (3) 本研究におけるポテンシャル理論の位置づけ

本稿では、ポテンシャル理論の概念を参考とし活用することで、公営バス事業におけるサービス提供の問題点の根拠を示そうとする。そこで、2-(2)を踏まえた上で、ポテンシャル理論によって判断が可能である範囲を明確にする。

本稿での研究対象は、普遍的な潜在需要顕在化メカニズムの分析ではなく、既存の公営バス路線がどのような要因によって乗車人員を獲得しているかを把握することである。特にその要因は、人口要因とそれにとってかわり人口要因に換算可能である施設面積による、2次元的で静的なものとする。従って、全ての要因を網羅したものではないことは明らかである。

しかしながら、2次元・静的データの中でも、顕在化に起因する重要な、影響力のある要因を設定し、あるフィールドの中で相対的に格差が生じていることを見ることが出来る。ポテンシャル理論において生じる、相対的な

格差を用いて、その要因として何が挙げられるか、特に、要因がサービス形態によるものであるかどうかを判断していく。

#### 4. ポテンシャル理論による横浜市営バスの考察

##### (1) 横浜市営バスにおける分析対象路線

竹内ら<sup>1)</sup>によると名古屋市営バスは都市圏の大部分の範囲で独占状態にあるという。横浜市営バスにおいては、5つの民間バス事業者と競合している。潜在需要把握には民間事業者との競合も十分考慮しなければならない。しかし今回は公営バスのサービス形態に注目したので、公営バスの民間事業者による影響が小さい、競合の少ないエリアを抽出した。対象は横浜市営バスの12営業所中の5営業所、156系統中55系統、610バス停である。

横浜市においては複数の路線をまとめあげたものが系統となっている。

##### (2) 横浜市におけるポテンシャルモデルの作成

対象エリアにおけるモデルの構築を杉尾らの研究<sup>2)</sup>を参考にGISを用いて行った。名古屋市と他都市では代表交通手段分担率をはじめとする地域特性が異なることや、バス利用者の減少傾向などから、空間的・時間的相違を考えると、モデル構築過程から分析し直す必要が生じる。

##### a) 割り増し乗車人員について

本研究では、潜在需要を“外出人口のうち、徒歩圏以外のトリップは全てバスに乗る可能性がある”と仮定した発トリップとして定める。そこで潜在需要を、バス実乗車人員にパーソントリップ調査小ゾーンデータの発トリップのうち代表交通手段徒歩を除く代表交通手段バス分担率によって割り増すことにとりて与えた。

厳密に潜在需要を求める場合には、バスのLOSによって外出率が変化すると考え、非外出人口も考慮すべきである。また徒歩圏トリップを除くだけでなく内々トリップも排除すべきである。しかし、非外出人口を考慮しきれないことや、小ゾーンの形態によっては内々トリップであってもバス需要があるということも考えられるため上記の分担率で、潜在需要を与えるものとする。

##### b) サービス要因の外部化について

杉尾らのモデルは、潜在需要を実乗車に顕在化する量を企業努力として路線を評価するものである。しかし、本研究では顕在化率の差によって、バスサービス提供の質そのものを評価することを目的としているので、杉尾らのモデルに内在する既存の路線設定への考慮(系統係数)を除くこととする。路線設定そのものも、サービス要因の一部としてモデルより排除するためである。

##### c) 勢力圏の設定について

潜在需要把握の勢力圏を以下の3分類とした。

ア) 純バス停勢力圏域( $R_b \leq 500m$ )

イ) 駅に吸収される勢力圏域( $R_b \leq 500m$ かつ $500m \leq R_s \leq 1km$ )

ウ) 駅降車人員による勢力圏域( $R_s \leq 500m$ )

なお $R_b$ 、 $R_s$ はそれぞれバス停、駅からの距離

イ)については、バス停勢力圏域の潜在需要を補正することで推定する。

##### d) 潜在需要説明要因について

表 1 に示す施設床面積および居住人口・第1次従業者人口・第2次従業者人口・第3次従業者人口によって説明変数を設定した。

表 - 1 潜在需要説明要因における施設床面積の内容

床面積名	内容
大型商業施設	専用商業店舗
商業施設	生活商業系施設並びに遊技施設
官公庁施設(1)	市の行政施設
官公庁施設(2)	(1)に含まれない行政施設
教育施設(1)	幼稚園・小学校・中学校・高等学校
教育施設(2)	大学・専門学校・各種教育施設
文化施設	文化施設・コミュニティー施設・宗教施設
医療施設	病院・診療所
社会福祉施設	保健所・児童厚生施設・老人ホーム等

##### e) バス停毎の重回帰分析

以下の式において、純バス停ポテンシャル・補正バス停ポテンシャル(c)-イ)参照)を推定する重回帰分析を行いモデルを作成した。

$$Y = \left\{ \sum_i a_i x_i \text{ OR } \sum_j a_j x_j \right\}$$

ただし、 $y$ ; 割り増し乗車人員  $x$ ; 各説明変数  $a$ ; 各係数  $\alpha$ ; 補正係数=0.45  $i$ ; バス停

なお補正係数については、1~0.1まで変化させさらに小数点第2位まで変化させたもののうち、もっともよい結果を示した0.45について与えている。サンプル数は純バス停209、補正バス停201である。重回帰分析結果を表-2に示す。決定係数は0.40であった。名古屋市におけるモデルとは異なり、教育系および医療系の変数は有意とはならなかった。

表 - 2 ポテンシャルモデル推定の重回帰分析結果

説明変数(人口要因)	標準化係数	偏回帰係数	有意確率
居住人口	0.441	0.180	0.000
中心市街地得点	0.222	1550	0.000
大規模商業施設面積	0.230	0.357	0.000
3次従業者人口	0.117	2.030	0.011
定数項	-	2620	0.000

中心市街地得点は多重共線性の高かった官公庁系、商業系面積がいずれも乗車人員に影響を与えているため、主成分分析によりまとめあげたものである。

##### (3) バス停における民間との競合

民間バスとの重複を極力避けた路線であっても、バス停毎に見ると競合は生じている。図 1は上記のモデルによるポテンシャル推定値と実乗車の分布を、民間と競合するバス停であるかで区別して示したものである。

競合しないバス停が白抜きのプロットであり、回帰直線は上から、競合しないバス停によるもの、全バス停によるもの、競合バス停によるものである。競合バス停の方が比較的顕在化率が低いのは、潜在需要が民間バスによって顕在化されることによる影響であると捉える。しかし回帰直線において、競合の有無が全バス停から示す

差分は1割程度であり、両者とも大きくばらつきがあることからその影響要因は複合的であると考え、バス停に関しては競合の有無による処理は施していない。

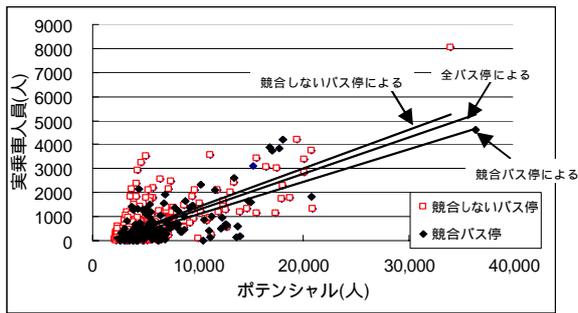


図 - 1 ポテンシャル推定値 - 実乗車人員散布図

(4) バス停ポテンシャルの系統へのまとめあげ  
 系統のポテンシャル( $P_k$ )はバス停ポテンシャル( $P_b$ )と  
 駅ポテンシャル( $P_s$ )の総和によって求める。

$$P_{kb} = \left\{ \sum_i \left( P_b \times \frac{\text{市営バス系統数}}{\text{全系統数}} \times \frac{\text{系統 } k \text{ 運行回数}}{\text{バス停 } i \text{ 全運行回数}} \right) \right\}$$

$$P_{ks} = \left\{ \sum_i \left( P_s \times \frac{\text{市営バス系統数}}{\text{全系統数}} \times \text{代替係数} \right) \right\}$$

潜在需要をバスが接続することにより等しく配分されるとの仮定のもと、民間バスとの按分および他系統との按分を、系統数・運行回数によって行う。代替係数とは2(1)の問題点における対応策として与えたものである。全バス乗車人と $R_s \leq 500m$ 以内のバス乗車人の実データによる比30%に、系統ポテンシャルと駅ポテンシャルの比を、駅間の相対値を維持したまま絶対値を合わせるために意図した係数である。具体的には運行回数による按分の後、市営バスODにおける(系統ごと駅勢力圏バス乗車人/駅勢力圏バス停全乗車人)をかけた。この数値をかける前後での相関は決定係数で0.98であった。相対値を保ちながら絶対値を変化させるということには成功したが、理論的な解釈はできていない。

(5) ポテンシャル密度による系統分析

バスサービス提供の効率性を相対的に評価する際、ポテンシャル値と乗車人員による顕在化率には意味がない。なぜならポテンシャル値は長距離であればあるほど運行回数が多ければ多いほど高くなるゆえ、効率性の比較にはならない。そこで延べ運行距離で1運行1kmあたりのポテンシャル、乗車人員へ基準化したものを図-2で示す。白抜きのプロットは長距離系統(路線の平均運行距離が8km以上)を示したものである。長距離であると効率的な運行がしにくいということがポテンシャル密度が低いことからわかる。これは長距離というサービス形態が不利であることを意味する。しかし同じ長距離路線であっても顕在化率には差が生じている。その原因を系統毎に探ると民間バスおよび鉄道さらには市営バス他系統と重複している通勤者を運ぶことを目的として設定されている路線が過剰なサービスを提供している

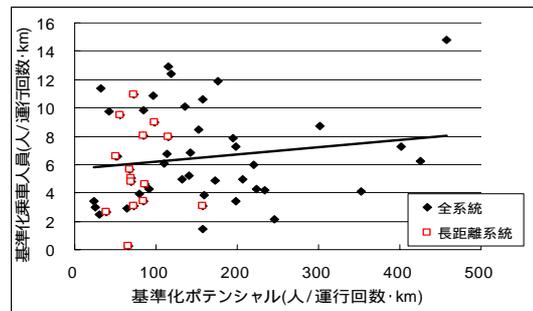


図 - 2 基準化後のポテンシャル推定値 - 実乗車人員散布図

他事業者とのエリア競争のために維持されている路線(免許維持のための路線)が見られた。

については、他サービスよりもLOSが低いため需要が吸収されている区間があることがバス停間ODから明らかに判る。他事業者と需要を奪い合うという、特に公営バスが行うべきでない運行である。サービスの模範を示すという目的で設置するのならば品質管理や地域協議会等によって定めるべきである。は工場地区へ結ぶ路線などで日中需要がほぼ無い路線であるが、日中も運行されている。これが図-2の基準化乗車人員を低く、顕在化率を下けている所以である。日中需要に対してバス路線を持続運行するのではなくタクシーへの補助など代替案を含めて考えるべきである。の路線には公的特徴は全く存在しない。なおの路線全てで民営化に伴う民間移譲が決定している。

上記で、公営バス事業の中で目的不明瞭路線・過剰サービス路線が存在し、実際に効率性を下げているという例を挙げることができた。

## 5. おわりに

本研究では、バス事業をとりまく環境に対し考察を行い既存研究における路線評価指標の適用について検討した。また、その指標を用いて、公営バス事業の例として横浜市営バスにおける効率性についての問題点を挙げた。

公営バスは時代の推移に伴い、事業目的が混在している状態にあると考えられる。一方、労働組合問題への対応もあり、公営交通には多くの課題がある。そのような中、過剰サービスや目的不明瞭な路線が、事業全体のサービス提供効率を下げているという一面がある。公平とは均質なサービスによるものばかりではなく、多様化するニーズに対応したものでなければならない。行政のバス事業者への関わり方として、市場によって成されないサービスを、バスに固執することなく代替手段もふまえた上で、効率的かつ公平に提供するということを検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) 竹内伝史・山田寿史：「都市バスにおける公共補助の論理とその判定指標としてのポテンシャル」、土木学会論文集第425号/ -14, pp. 183-192, 1991
- 2) 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No.18-4, pp. 617-626, 2001