

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 路線ポテンシャル

THEORY OF PUBLIC SUBSIDIES FOR CITY BUS AND DEVELOPMENT OF
ROUTE-POTENTIAL AS A MEASUREMENT FOR THAT DECISION MAKING

竹内伝史*・山田寿史**

By Denshi TAKEUCHI and Hisashi YAMADA

Although it becomes difficult for every city to operate bus service by increasing motorization, there are some opinions to doubt the justice of public subsidy and to point out institutional restraints in Japan.

In this paper, the situation and reason which make the public subsidy inevitable, is discussed enough. And then, a method of practicing subsidies overcoming these restrictions is considered. Consequently a measurement named the route-potential is introduced and defined. Using this measurement, we can distinguish the bus route which may be subsidized, and manage the productivity under the subsidized system.

This calculation is applied in each bus route in Nagoya and usefulness of this measurement is confirmed.

Keywords: bus operation, subsidy, bus patronage

1. はじめに

自動車の普及と、それによる都市の道路の混雑によって、いずれの都市においても市内バス事業経営は大変な難局に直面しつつある。一般にバス離れとよばれる現象である。しかし、これによって、都市バス・サービスは縮小され、廃止されていってもよいものではない。都市における公共輸送サービスは、都市活動が高度化し、都市行政が高水準化するとともに、いよいよ不可欠なものとなりつつある。そして、都市バスは、その公共輸送サービスの重要な一環を担う。今や、都市交通政策は、公共輸送サービスの意義とその健全な育成策についても考えねばならない。

本論文において、著者らは2つの点を論じたい。1つは都市バスが担うべきサービスの二極分解についてであり、それに対する認識の欠如が、都市バス事業に対する公共補助についての議論を不透明なものとしていることを論じたい。都市バス事業の一部には、明らかに公共補助が必要である。しかし、補助による交通企業の効率性

の喪失に対する危惧が、補助の実行を阻害している。

そこで、2つには、都市バスの各路線を、補助する路線と補助すべきではない路線に分別するための指標を提案し、それを名古屋市のデータを用いて開発して、具体的な分析例を紹介することにしたい。この指標によって、交通事業を生産性低下に陥らせることなく、公共補助を投入すべき路線とその金額を算出することができる。

2. 都市バスにおける公的助成の必要性と補助基準

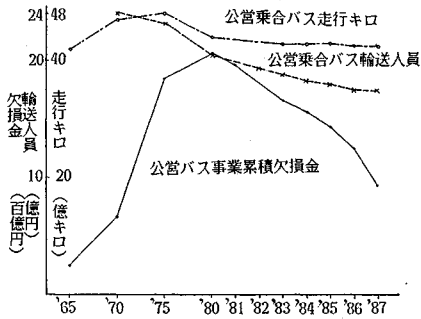
(1) 都市バス経営の現状

都市バスとは都市の公共輸送サービスを担うバスのことである。わが国に350企業(1986年現在)あるバス事業は、この都市バスと都市間バスおよび地方バスに分けることができるが、個々の企業がこのいずれに属するかは統計上明確でない。しかし、全体の16%を占める公営企業は、ほとんどが都市バスサービスに従事しているものとみられ、その約半数が事業収支に赤字を計上している。全公営バス事業の累積欠損金は図-1にみるように、1981年以来減少に転じているが、これには赤字再建団体の指定による赤字再建補助金が含まれており、実際の経営状況は依然として厳しいものがある。

この経営困難の原因は、図-1にも示したように、都

* 正会員 工博 中部大学工学部教授 土木工学教室
(〒487 春日井市松本町1200)

** 正会員 工修 (株)日本空港コンサルタンツ
(〒105 港区虎ノ門2-3-18 第8森ビル)



図一 公営バス事業の累積欠損金と輸送人員の推移

市の全旅客輸送量の増加にもかかわらず、バス利用者が減少しつづけているところにある。いわゆる「バス離れ」である。逆に、バスサービス供給への圧力は増加しており、実車走行キロはほとんど減少していない。このため乗車密度（人キロ／実車キロ）は減少しつづけている。実際、名古屋市バス（1987年）を例にとってみれば、運輸収益と人件費＋経費はほとんど均衡しており、減価償却費や支払利息等の費用を補助金に依存するといった赤字基調の構造となっている（1988年には再建計画の終了に伴う補助金の減少のため、若干の赤字を生じた）。このため、市内全111路線のうち黒字路線は32路線（最低営業係数49）のみであり、他は赤字となっている（最高営業係数445）。

したがって、このような都市バスの経営状況を改善するためには、人件費等の経費の節減と利用者の増加を計ることはもちろんであるが、利用者数が十分でない路線に対しては、公共的な補助金の投入が必要となっている。わが国では、公共輸送事業は独立採算制が原則となっており、補助金は赤字再建計画に伴うものなど、ほんの例外に属している。しかし、バスサービス供給に対する政策的ニーズは、次にも述べるように利用者の多寡とは無関係に高まってきており、安易な赤字路線の切り捨ては許されなくなりつつある。また、路線規模やサービスの縮小は、かえって利用者の減少を招き、公共輸送サービスの縮小再生産を招く悪循環に陥りやすい。

（2）公共輸送に対する公共補助の議論

公共輸送とは、不特定多数の人々に料金支払いのみを条件として分け隔てなく提供される輸送サービスのシステムである。都市バスは、この公共輸送システムの中で最も一般的かつ多様性のあるシステムといえよう。都市交通政策において、公共輸送は次の2つの役割をもっている。

- ① 都市交通の合理化：多くの交通が集中する都市、特に都心において、交通は消費エネルギーが少なく、使用空間量の少ない合理的なものである必要があ

る。自家用自動車の全面的な利用は、エネルギーの浪費と自動車公害の増大をもたらすのみならず、道路空間、駐車空間の需要を膨大なものとする。公共輸送の整備と一定の利用率確保は、これらの圧力から都市を救済する。

- ② 市民のモビリティの確保：自動車化の進展に伴って都市の生活圏は拡大してきており、交通機関の利用なしには、市民は日常生活をも達成できなくなりつつある。一方、自家用自動車を利用できない人々は、高齢者や年少者を中心に依然として全市に分布しており、これらの人々に社会的活動の自由を保障することは都市の行政の重要な課題である。

こうして、全市にわたって一定の公共輸送サービスを供給することは、その利用者の多寡にかかわらず、不可欠であることがわかる。とすれば、運輸収益だけでは運営経費のまかなえない路線について、公共的な補助金投入の必要なことは明らかであろう。

しかし、目下のところ公共補助を逡巡させる次の3つの論議がある。

- ① 競争ベースの不平等による合理的選択の喪失：都市交通市場では、自動車と公共輸送が競争を展開しており、この一方に外部から補助を入れることは選択の均衡点を移動させ、全体として最適な結果をもたらさないという議論
- ② 企業の効率性の低下：赤字が外部から補填されることにより、いわゆる「親方日の丸」現象が生じて、企業の生産性向上、企業合理化へのインセンティブが失われるとする議論
- ③ 補助金青天井化への危惧：②とも関連するが、独立採算という基準を失うことにより、サービス供給水準の歯止めがなくなり、無制限にサービスが供給され、補助金必要額が限りなく増加することへの危惧

したがって、都市バスに対する公共補助の妥当性を論ずるためには、これらの問題点を克服できる補助の理論ないしは基準を用意することが必要である。

（3）公共輸送における2つの路線網

自動車と公共輸送の競争ベースの平等の問題に関しては、かつてイコール・フットイング論争があった。道路が公共財として整備されるのと同様に、公共輸送の基盤整備も公共的に行われるべきとする議論で、これには、道路財源の多くは揮発油税等の特定財源であり、自動車利用者が負担していることになるとの反論がなされた。しかし、自動車利用者は、その利用時において自動車購入費や税負担さらには混雑費用に関する認識が不十分であり、その都度、利用料金を支払うことになる公共輸送利用と選択時の条件認識は平等ではない。結果として、

個々の利用者は、自動車の利用費用を実際よりもかなり低く認識して選択を行うことになり、システム全体としては最適よりも自動車に傾いた均衡が生ずることになる。このような事態に対処するためには、人々の正確な認識を促すように十分な情報宣伝を行うことも重要であるが、何よりも、常に公共輸送を選択可能な状態に整備しておくことが必要である。選択の受皿づくりとしての公共輸送の整備に、公共補助が必要であるとすれば、それはむしろ都市交通市場における市場の失敗を補い、競争を正常化するものといえるのではないだろうか。

しかし、路線沿線に潜在需要が十分にあるのならば、競争が正常化した路線には、むしろ補助は要らない。競争を通じて、サービス供給水準とそための投資に見合った乗客と収入を発掘できるはずであり、そこで独立採算が成り立つことこそ、公共輸送による都市交通の合理化の達成とみるべきであろう。要は、競争力のあるサービスの供給であり、このような路線には、全市路線網の平均的サービス水準に引き上げられることなく、戦略的、傾斜的にサービス水準が決定されねばならない。このような路線を企業路線とよぶ。

ところが、公共輸送は市民のモビリティ確保という役割も果たさねばならないから、沿線に十分な潜在需要がない場合でもサービスを行わねばならない。このような路線は政策路線とよばれるが、実際に政策路線の生ずる理由には、次の4つがある。

- ① 市民の日々の生活を支えるモビリティの最低限度を確保するために必要な公共輸送サービスを供給するもの。〔シビルミニマム（福祉）路線〕
- ② 行政上の歴史的経緯に基づく事情や公共施設の合理的利用のために必要なもの。〔行政路線〕
- ③ 都市構造の整備を誘導し、または都市計画の意図を闡明にして、将来の交通需要創出を企図するもの。〔先行投資路線〕
- ④ 議会等の決定により路線経営が義務づけられたもの。これは通常、上述の3者のいずれかであるが、それらに該当しないもの。〔政治路線〕

これらの路線では公共輸送の乗り合い効率という特性よりもサービスの公的供給が主題である。それゆえ、需要規模に見合った小さい輸送機関が検討される必要があるが、そのサービス供給には外部からの何らかの補助が必要となる場合がある。また、逆に上記の政策路線の理由に鑑みれば、公的補助の論拠と財源は、それぞれに輸送事業の外に求められるであろう。そして、サービス供給水準は、それぞれの政策目的の達成度と費用の関係から、それぞれの財源枠を上限として決定されることになる。

こうして、公共輸送の路線は、表一に示すように、

表一 経営戦略による2つの路線

	A. 企業路線	B. シビルミニマム路線
経営戦略	独立採算制	市民モビリティのシビルミニマム供給
サービス基準決定	利用客転換誘致を可能な水準	シビルミニマム基準
経営財源	料金水準など	福祉財源+利用者負担金
生産性評価指標	収入/費用	サービス供給量/費用

経営目標や管理指標の全く異なった2つの路線群から成っていることがわかった。そして、公共補助の妥当性は、政策路線にのみあることから、この両者を峻別しておけば企業路線には公共補助導入による企業性の喪失という弊害は及ばないことになる。

ただし、政策路線の多くは企業路線に乗客を供給するという、フィーダー機能を果たす場合もあり、それは企業路線からの内部補助を正当化する。すなわち、明解な企業路線と政策路線の間には、独自で経営は成り立たないけれども、企業路線群の中にとり込まれて外部（公共）補助の対象から外されるべき路線群が存在する。実際には、これらの路線群を識別することは容易でないので、本論では企業路線と政策路線を分離するための指標を、沿線潜在需要に基づいて求め、この連続的な指標値を用いて、明解な企業路線につづく比較的潜在需要の多い路線をも、企業全体で収支が均衡する限界のあたりまで、広い意味での企業路線に含むことにする。

（4）路線ポテンシャルの導入とその使い方

本論では、この企業路線と政策路線を分離するための指標として、「路線ポテンシャル」とよぶ指標を導入し、実際に計算を行ってみることにする。これは、各路線沿線の潜在需要に依拠した指標であり、各路線の「素質」とでもいうべきものを表わしているといえよう。もちろん、全路線がこの「素質」の高いものとするのが望ましいが、それは路線計画の時点での課題であって、ひとたび路線が設定されたとき、各路線は、この「素質」によって性格分類されたうえで、経営管理がなされるべきであることは上に述べた。この指標はまた、各路線の生産性管理にも用いられるものでなくてはならない。政策路線には、外部から補助金が導入されることを前提にしたのであるから、もはや収支均衡は経営管理の指標たり得ない。また、もとより「素質」の異なるものを同列に扱うことは酷にすぎよう。ここでは貨幣タームにこだわらない別の生産性管理指標を導入することが考えられる。またこの指標を個々の政策目的をもった路線経営の投入経費に対するその目的達成の効率を測定することに用いれば補助金投入額が青天井となる問題の対策にもなり得る。従来、路線の経営状況を計る指標として用いら

れてきている営業係数は、一定の収入を挙げるために必要な経費とその収入の比として与えられているが、その逆数は次のように5つの部分をかけ合わせたものと考えることができる。

$$\frac{\text{収入}}{\text{経費}} = \frac{\text{収入}}{\text{旅客キロ}} \cdot \frac{\text{旅客キロ}}{\text{潜在沿線需要}} \cdot \frac{\text{潜在沿線需要}}{\text{営業キロ}} \cdot \frac{\text{営業キロ}}{\text{乗務時間}} \cdot \frac{\text{乗務時間}}{\text{経費}}$$

この5つの部分a)~e)の意味を考えて適当な指標名称を考えれば次のようになる。

a) 料金水準： 実旅客輸送量を貨幣価格に置き換えるものであって、水準そのものについては、物価政策などいわば交通経営の外部からの介入も多い。すなわち、制度的な影響が大きく、1つの路線の内部事情によって変動する性格のものではない。

b) 集客成果： 各路線の沿線に存在する交通需要のうち、どれだけを乗客として顕在化できるかの比率を表わしている。交通需要をどれだけ発掘できるか（発生原単位の問題）とその発生交通量のうちどれだけを当該路線の乗客に誘致できるか（分担率の問題）という2つの要因の積で表わされるが、いずれも輸送サービス水準とPR効果によって影響されるところが大きいと思われる。

c) 潜在集客能力： 当該路線の沿線（利用可能な範囲）に、旅客となり得る交通需要またはそれを発生させる人や施設あるいは経済活動がどれだけ存在するかを表わしており、路線が設定されたときに決定される路線の「素質」とでもいえるものである。

d) 運行生産性： 分母は必ずしも乗務時間に限られるものではなく、輸送サービス供給のために投下される生産財の総体と考えるべきである。しかし、バス経営では、今日運行関係の労働費用が経費の主要部分となっているので、乗務時間を代表として示した。投下生産財の量に対するアウトプットとしてのサービス供給量の比率を示す。これは、いわゆる企業環境とよばれるバスの走行環境の側面といわゆる企業の合理化とよばれる単位労働量当たりの生産性の側面を併せ持っている。前者は路線ごとに差異の生ずる性格のものであるが、後者は路線による変動は少ないものと思われる。

e) 労働生産性： 式をそのままに解釈すれば労働賃金率であるが、投下資金に対してどれだけ労働量を引き出せるかの指標である。経済環境によって一般的に物価水準・賃金水準として決定される面が強く、路線によって変動するものではない。

以上の5つの部分のうち、a) 料金水準とe) 労働生産性は路線によって異なるものではないから、各路線の経営効率（営業係数）の差異は残りの3つの部分によ

て生み出される。この残りの3要因のうち、c) 潜在集客能力は、路線が一定の地域に設定された時点で決定されてしまい、以後の路線経営によって変化するものではない。すなわち、このc)は経営の成果とは無関係に路線の設定位置によって計測し得る。それに対し、b) 集客成果はPR活動や運行サービスの水準向上など、日々の経営活動が成果に反映するし、d) 運行生産性も走行環境の改善や運行計画の変化が成果となって現われる。したがって、経営管理の指標としては後2者を明確かつ敏感に表わすものを用意する必要がある。また、これらの指標によって路線の経営状況を比較判断することが大切である。実際にはc)の部分を経営効率化することによって、この部分を全体（営業係数）から分離し、これによって路線の素質を評価するとともに、残りの部分でb)、d)という実質的な経営効率をも評価することができる。このc)の潜在集客能力を表わす指標として用意されたものが、本研究にいう路線ポテンシャルである。

(5) 従来の研究と路線ポテンシャルの限界

ここに述べたような、個々のバス路線についての経営状況を分析し、具体的な路線計画と運営政策に役立てていくための手法ないしは評価モデルを開発しようとする研究は、従来きわめて少なかった。バスの経営問題に関する総論的研究は、交通経済学方面の研究者により、交通学会や「運輸と経済」等に多く発表されている（たとえば千葉¹⁾）。しかし、それらはバス経営全体に関する論であって、具体的な路線個々の評価や計画に結びつくものはみられない。おそらく、それは個々の企業において実務的経験的に処理されており、研究として一般化されることは少なかったであろう。田中はこの観点からバス輸送計画策定を論じているが²⁾、問題点の列挙にとどまっている。

一方、交通計画の分野でバス路線計画が論じられる場合、通常は利用者にとって最適なサービス計画を求める観点からモデル構築が行われる。枝村・森津らの研究³⁾や天野・銭谷らの研究⁴⁾がその例である。河上・溝上の研究⁵⁾は運行者側の収支均衡を制約条件に取り入れているものの、利用者に最適なネットワークを求めることを目的としている。サービス水準と利用者量との応答関係にも配慮しつつ、運行者の収益最大をもたらす路線計画を求める試みは、藤田・稲村・須田によって報告されている⁶⁾。この研究は、究極的には補助金投入による政策路線の追加と、それによるサービス可能圏域の拡大を分析することを目指しており、その点では本研究ときわめてよく似た観点を有している。しかし、同研究は潜在需要をパーソントリップ調査から得られたOD表により与えており、このため、個々の路線の素質条件が、プリミティブには把握できていない。このため、個々の路線

評価を具体的に地域に設定された路線計画としては行いにくい結果となっている。

本研究は、路線の最適配置を論ずるものではない（もちろん、路線ポテンシャル最大化という方法で、最適計画に発展させることも可能であるが）、個々の路線の集客についての素質を計測する指標を作成し、もって補助金投入の基準と生産性管理指標の作成を目指すものである。これと同様の発想に立った研究が、旧国鉄地方交通線について、松岡・菅原によって行われている⁷⁾。地方交通線の素質を沿線の社会経済指標の主成分分析から測定し、この主成分指標値に基づいて、第3セクター移行後の経営の自立可能性を判断しようとするものである。単純な旅客輸送密度による特定地方交通線の分別に疑問を呈するもので、この点からも本研究と酷似の発想に基づいているといえよう。ただし、都市バスと地方交通線という対象の違いは当然に、作成される指標や説明変数の違いをもたらすし、分析の進め方も違ってくるといふことであろう。

本研究でいう路線ポテンシャルの概念は、これまで発想されなかったわけでは全くない。ただ、それは安易に交通需要に結びつけられ、需要予測モデルの中に包摂されてしまっていた。ここでは、それをあえて分離・明示し、簡便な計測法を用意することによって、交通計画の基本指標の1つに位置づけようとしたものである。もっとも、こうして分離したことによって、先述の藤田らの研究のような路線網内における相互作用を把握することが難しくなった。すなわち、各路線の基幹路線に対するフィーダー機能を論ずることができない。このため、本研究の趣旨に照らしても、内部補助の問題を内在的に解決することができなくなっている。したがって、後に企業路線と政策路線の分離の方法を考える際にも、常に内部補助の機構を導入すべく配慮せねばならない。

3. 路線ポテンシャルの定義と計測

(1) 路線ポテンシャル指標

路線ポテンシャルとは基本的には、各バス停の沿線に存在する、バスを利用する可能性のある交通発生量を計測することを目標としている。この交通発生力は、当初居住人口のみから計測し分析を行っていた⁸⁾。しかし、居住人口のみでは都市内における業務活動や買い回り交通が反映されないため、業務活動を計測する指標を検討する分析を行った⁹⁾。これは、まず最初にバス利用トリップ発生量・集中度（端末も含む）を自宅ベース、非自宅ベースに分けて、パーソントリップ調査マスターファイルから集計した。この非自宅ベース発生量・集中度が業務活動を表わすと考え、これと産業別従業者数（第一次、第二次、第三次、合計）、床面積（住宅、文教、医療、

業務、商業、工業、その他、合計）の計12項目のデータとの相関分析を行い、相関係数の高かった4変数を用いて、さらに重回帰分析を行った。その結果、非自宅ベース発生量・集中度は第三次産業従業者数、文教床面積、医療床面積によって影響されることがわかった。しかし、床面積を人口に換算することが困難であり、その後、分析を進めた結果、文教床面積、医療床面積に代わる変数として学校の在籍生徒数、病院の病床数が適切であることがわかった。また、郊外部を運行するバス路線に対して周辺市町村からのバス利用者が存在することがわかったため、居住地系ポテンシャルと同様ではあるが独立した1つの変数として郊外ポテンシャルを用意した。こうして、交通発生力としては居住人口に基づく居住地系ポテンシャル(P_r)のほかに、第三次産業従業者数に基づく業務地系ポテンシャル(P_b)、郊外人口に基づく郊外ポテンシャル(P_s)、学校の在籍生徒数に基づく文教ポテンシャル(P_e)、病院の病床数に基づく医療ポテンシャル(P_m)を考えることにし、これらすべてを足し合わせて路線ポテンシャルとして計測することが望ましい。これを式で表わすと次式となる。

$$P = (1.0P_r + \alpha P_b + \beta P_s + \gamma P_e + \delta P_m)R_i + P_t \dots (1)$$

ここで、 α 、 β 、 γ 、 δ は居住地系のポテンシャルの重みをあらかじめ1.0としたときの各ポテンシャル項の重み係数であり、各ポテンシャル項の次元を統一する意味も含んでいる。そして、 R_i とは鉄道駅勢圏の影響による補正係数である。さらに、 P_t とは鉄道利用によって市域外から都市域へ流出する交通量を表わすターミナルポテンシャルである。

路線ポテンシャルの計測は、4つの段階を経て行われる。第1にバス停勢力圏内の交通発生力の算出を行う。このバス停勢力圏とは、半径500mの円を基本とし、隣接バス停間は運行頻度を参考に圏域を調整する渡辺によって提案された勢力圏区画法¹⁰⁾を採用している。第2に上述のバス停勢力圏内交通発生力に、平均的交通発生頻度を表わす交通発生強度およびバス分担率を表わす公共輸送選択性向を乗じてバス停ポテンシャルを算出する。ここで交通発生強度と公共輸送選択性向は都市の地域としての交通利用特性を表現するものであって、たとえば、都心、郊外、平地部、丘陵部といった程度の広さで求められることが望ましい。あまり、狭い地区について求めると、各路線の利用特性を表わしてしまう。第3には、任意の系統の通過するバス停ポテンシャルの総和に系統係数を乗じて系統ポテンシャルの算出を行う。この系統係数とは、任意の系統の沿線から発生する交通量の中で、その系統のみで目的地に到達できる交通量の比を表わした係数である。

最後には、各路線に含まれる系統の系統ポテンシャル

をその系統の運行頻度で重み付き平均した値を算出し、一方各系統の延長を路線について運行頻度で重み付き平均した値で除して、路線単位距離当たりのポテンシャルを算出する。

(2) 名古屋市を例としたポテンシャルの計測

ポテンシャルの具体的な計測を名古屋市を例に行った。名古屋市は人口約212万人（昭和60年国勢調査）、面積約327km²からなる中京都市圏の中心都市である。同市のバス路線網は、市営バスのほかに3事業者が運営しているが、その大部分は市営バスによって占められている。そこで、本研究では名古屋市営バスを分析対象とした。同市営バスは昭和60年現在、路線数111（同市では系統とよんでいる）、バス停数1144である。

名古屋市において、式(1)に示した各ポテンシャル項の計測に先立ち、各人口ドットマップの作成を行った。ここで居住人口分布を示す名古屋市人口ドットマップが、すでに人口100人を1点で表わして作成されているので、業務地系、郊外については同様にして人口ドットマップを作成した。ドットマップは各ドットの座標値を入力した。また、文教および医療については、所在地をドットで表わし、生徒数、病床数を併せて入力した。これらのデータ件数を表-2に示す。

そして、これらをもとに名古屋市営バス1144のバス停について、各バス停勢力圏人口を算出した。それぞれの平均および分散も表-2に併記した。

(3) パラメーターの決定

式(1)に示した各重み係数を駅勢力圏補正係数と同時に決定するための分析を行った。鉄道駅の影響圏は、あらかじめ各バス停から最も近い鉄道駅までの距離を算出しておき、この距離によって、住民全員駅まで歩き、バスを利用しない範囲（完全駅勢力圏）と一部の人が鉄道に流れる範囲（部分駅勢力圏）があるものとした。完全駅勢力圏については、補正係数を0.0とすることは当然であるが、部分駅勢力圏については、補正係数を0.1~1.0まで0.1区切りに10段階変化させて検討した。また完全駅勢力圏半径は100m~1kmまで100mおきに検討した。一方、各ポテンシャルの重み係数はそれぞれを1.0から10.0まで0.1きざみで変化させて検討した。これらすべての組合せについて、バス停勢力圏人口を算出し、バス停別乗車人員実績値との相関分析を行って最も相関のよいものを選んだ。ここで各バス停ごとの乗車人員とバス停勢力圏人口の間には、必ずしも強い相関があることは期待できない。また、その差異の分析こそが本論のねらいでもある。しかし、基本的には一定の傾向としての相関はあるものと考えられ、その傾向性を十分反映しているものがよいパラメーターであると考えた。

表-2 バス停勢力圏人口算出に用いたデータ数と算出結果

行の種別	指標	データ件数	駅停勢力圏人口平均値	変動係数
居住地系 業務地系	居住人口	21,107点	1769人	74%
	第3次 従業者数	8,750点	754人	185%
郊外 文教 医療	居住人口	3,231点	35人	714%
	在籍生徒数	189校	196人	426%
	病床数	198院	24床	407%

ここで、重み係数の意義は式(1)や表-2からもわかるように、従業者数、郊外居住者、生徒数、病床がそれぞれ沿線居住者何人分の交通発生力をもつかを示している。この観点から得られた値は、それぞれ妥当なものとして判断してよいであろう。

その結果、完全駅勢力圏は鉄道駅から200m未満、200m以上700m未満を部分駅勢力圏として、その補正係数を0.4としたとき、相関係数 $r=0.579$ となり最大であった。また、このときの各重み係数はそれぞれ式(2)のようになった。

$$P=(1.0P_r+3.2P_b+1.2P_s+2.3P_e+8.1P_m)R_i+P_i \dots\dots\dots (2)$$

ターミナルポテンシャルについては、都市交通年報より得た鉄道降車人員にバス利用率を表わす補正係数を乗じて算出される。この補正係数は駅の種類、規模、特徴によって決定されるべきである。そこで、それらによってバス分担率を推計するモデルの開発を林の数量化理論I類を用いて行った。説明指標としては、駅の種類、都心からの距離、駅周辺の土地利用状況、競合の有無、ターミナルの規模、バス頻度を用意し、おのおの Kategorization 化したものを用いた。その結果、バス頻度、駅の種類、土地利用の3指標がバス分担率を推計するのに寄与することがわかり、また決定係数 $\eta=0.853$ であった。交通発生強度と公共輸送選択志向については、市内16区ごとに求めることにし、パーソントリップ調査結果の発生原単位とバス分担率から、ローカルな変動を平準化して求めた。その結果前者は2.56~2.68(トリップ/人)、後者については0.12~0.38の値であった。系統係数については111路線に含まれる222系統すべてについてその系統が通過するゾーン間のOD交通量の全市内交通量に対する比率を同じくパーソントリップ調査OD表より算出したところ、0.343~0.754の範囲であり、0.500~0.550の値が最も多かった。

4. 名古屋市営バスにおける路線ポテンシャルの分析

(1) 名古屋市営バスの諸元とポテンシャル

名古屋市営バス111路線の諸指標の概要を表-3に示す。なお、各路線の収支額は黒字路線が31路線で残る

表一3 名古屋市バス路線の概要

項目	平均(単位)	最小	最大
営業係数	148	55	492
路線長	8.5(km)	3.2	14.4
運行頻度	11.7(本/h)	1	40
表定速度	12.6(km/h)	9.6	20.1
総走行キロ	1125(km/日)	77	4753
乗車人員	665(人/km)	13	3122
駅勢圏率*	50.9 (%)	10	100
競合率*	52.2 (%)	0	100
収支額	-15(百万円/年)	-137	390

* 駅勢圏率、競合率は各路線の停留所中鉄道駅勢圏、他のバス勢力圏に入っているものの率を表す。

80 路線は赤字路線であり、黒字額で赤字額を補填しても約 17 億円の損失額がある。これは、同市営バスの経営状況がたいへん困難であることを示している。

この名古屋市営バス 111 路線について、先に決定した各パラメーターを用い路線ポテンシャルを算出した。この路線ポテンシャルの平均は 27.58, 最大 86.55, 最小 5.74 であった。

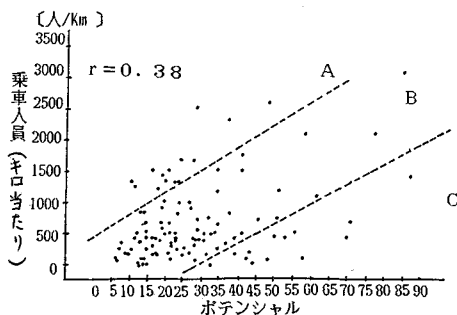
(2) 路線ポテンシャルと乗車人員

路線ポテンシャルとは、沿線から喚起できる可能性のある最大需要量を意味しているから、これは顕在需要と潜在需要をあわせたものと考えることができる。したがって、路線ポテンシャルと顕在需要との間には、基本的には、一定の相関関係があるものと考えられる。そこで、路線ポテンシャルと km 当たり乗車人員との関係を示したのが図一2 である。これより、相関係数 $r=0.38$ であり、一応有意な相関が得られた。

しかし、路線ポテンシャルに比べて乗車人員の多い路線群 A, ならびに路線ポテンシャルに比べて乗車人員の少ない路線群 C が存在する。これらのうち A に属する路線は幹線路線と、住宅地へ運行している路線長の比較的短い路線であり、C に属する路線は、区路線(行政施設等を巡回する特定路線)と、他路線との競合がある路線であることがわかった。

(3) 乗車人員説明モデル

図一2 に示した相関関係について回帰直線を求めると次式が得られるが、km 当たり乗車人員 (y) が路線ポテンシャル (x₁) のみでは説明しきれない路線も存在するこ



図一2 ポテンシャルと乗車人員との関係

とを示している。

$$y = 14.9(x_1) + 292.73 \quad (r = 0.38) \dots\dots\dots (3)$$

そこで、ここでは路線特性をも考慮し、路線ポテンシャルを中心に用いて乗車人員説明モデルの開発を行った。説明変数は路線ポテンシャル、路線長 (x₂)、駅勢圏率 (x₃)、競合率 (x₄) を用意し、目的変数の乗車人員 (km 当たり) を用いて、次式を得た。

$$y = 19.67(x_1) - 10.64(x_2) - 4.26(x_3) - 10.54(x_4) + 979.53 \quad (r = 0.67) \dots\dots\dots (4)$$

このモデルによって推計された km 当たり乗車人員 y は、路線が計画されたときの路線ポテンシャルと既与条件としての路線の属性を前提とした場合に一般的に期待される乗車人員を表わすものと考えられる。そして、路線ポテンシャルが高くなれば km 当たり乗車人員が多くなることはもちろんであるが、路線長が長くなり、鉄道駅や他の路線との競合が高くなると km 当たり乗車人員が減ることを示している。しかし、重相関係数 $r = 0.67$ であり、まだ多くの変動が説明されつくしていない。

そこで、新たな説明指標として路線の区分(基幹、幹線、一般、区)、車庫区、起終点の組合せ、ターミナル接続の有無、ピーク時本数のきわめて少ない路線の計 5 つのダミー変数を用意し、新たにモデルの開発を行った。これらの変数は、かなり特殊な各路線の性格を表わす定性的変数となっている。その結果、次式を得た。

$$y = 588.16 + 14.46(x_1) - 38.04(x_2) - 3.43(x_3) - 4.40(x_4) - 286.51(z_1) - 256.58(z_2) + (z_3) + (z_4) \dots\dots\dots (5)$$

(r = 0.83)

- ここに、z₁:ターミナル接続あり 0, なし 1
- z₂:異常に運行頻度の低い路線(ピーク時 1 本/h 未満) 1, 他は 0
- z₃:路線種別によるダミー変数(基幹・幹線: 1077, 高速・一般: 308, 区: 0)
- z₄:車庫区によるダミー変数(那古野・天白・大森: 302, 稲西: 299, その他: 0)

これより、重相関係数 $r = 0.83$ となり式 (4) がかなり改善されたことがわかる。しかし、ここで追加された定性的説明変数は、従来の路線の経験から事後的に設けられた分類であったり、その説明変数の意味するところが不明確であったりするものばかりである。したがって式 (5) の相関係数が高くなったことは、乗車人員が路線ポテンシャルと一般的な路線特性以外の各路線固有の性格か条件によって左右されるところのあることを説明したにすぎないものと考えられる。

次にサービス指標として定量変数である頻度ポテンシャル比(運行頻度/路線ポテンシャル: x₅)を式 (4) の説明指標に加え、モデルの開発を行った。これは、各

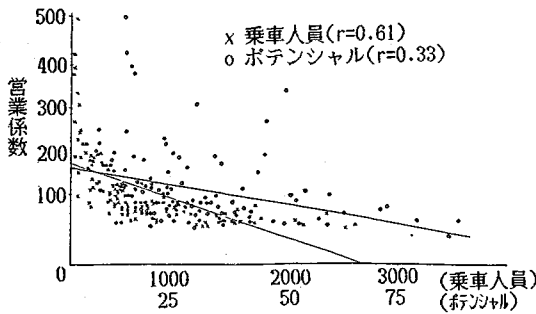


図-3 営業係数と乗車人員およびポテンシャルとの関係

路線の運行サービス水準が、乗車人員にどの程度の影響を与えるかを分析するためのものである。サービス水準はその路線の運行頻度によって、最もよく代表できるものと考えられるが、それはまた、乗車需要の反映である側面もある。このため、ここでは需要ポテンシャルに対する頻度の相対的強度をとって説明変数とした。その結果を式(6)に示す。

$$y = 25.88(x_1) - 3.28(x_2) + 1013.32(x_3) - 412.67 \quad (r=0.81) \dots \dots \dots (6)$$

これより、重相関係数 $r=0.81$ となり式(4)の相関係数と比較すれば乗車人員が路線のサービス水準によってもかなり左右されることがわかった。

以上4つの乗車人員説明モデルの開発を行った結果、乗車人員(km当たり)は路線ポテンシャルと路線性格および路線条件そしてサービス指標の4つの要素によって影響されることがわかった。

2.(4)で述べたように営業係数の相対関係は集客成果と潜在集客能力および運行生産性の積で与えられる。したがって、いま運行生産性にさほど路線間格差がないものとすれば、営業係数は単位路線長当たりの乗車人数に比例するはずである。図-3には、営業係数と乗車人員(km当たり)および路線ポテンシャルの相関を示した。これからもわかるように、営業係数は実際にkm当たり乗車人員とは良い相関を示すが($r=0.61$)、一方ポテンシャルとも全く無相関なわけではない($r=0.33$)。

すなわち、営業係数が真に各路線の生産性を指し示す指標であろうとするならば、この顕在化した乗車人員のうちから、ポテンシャルの反映である部分を除いた指標とすることが望まれる。

5. 標準乗車人員モデルによる生産性管理

そこで、乗車人員のうちポテンシャルの反映部分を標準乗車人員とよんで、これを算出するモデルを先の乗車人員説明モデルの中から求めることにする。このモデル式としては、ポテンシャルと路線条件による式(4)が

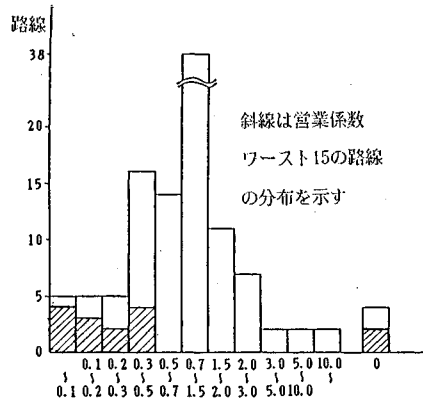


図-4 乗車人員比(実績値/標準値)

最も適切であろう。すなわち式(5)は定性変数を含み計画性のある変数のモデルとはいいがたく、またサービス水準を含む式(6)はサービス水準の影響そのものが生産性努力と考えられるからである。

この標準乗車人員モデルによって推計された乗車人員と実績乗車人員との差を調べることによって、各路線の集客成果を評価することができる。図-4は全路線を対象として算出した推計乗車人員に対する実績乗車人員の比のヒストグラムである。これより、特に生産性の挙がっていない路線として15路線存在することがわかる。

同図中、斜線を施した部分は従来の営業係数の高いものの15路線の分布を示したものである。これより、ここに示した標準乗車人員と実績乗車人員の比によって求めた路線生産性の判断が従来の営業係数によるものとはかなり異なったものとなることがわかるであろう。

6. 路線ポテンシャルを用いた補助対象路線の分離

(1) 補助対象候補と臨界ポテンシャル

ここでは、2.(3)で述べた考え方に基づいて、上述の名古屋市営バスの例により、路線ポテンシャルを用いて、補助対象路線を分離し、補助基準額を算定する方法を提案する。

名古屋市の全市営バス路線の年間収支額を収支額の順に並べて図示すると図-5の右図のようになる。この図で、収支額0の線(横軸)以上の部分の面積に等しく、同線以下に面積を求めると、線CC'を得る。これより、AからCまでの路線は、全体として欠損を出さずに企業運営ができることがわかる。AからBまでの黒字路線がBからCまでの路線の赤字を内部補助するからである。これに対し、Cから右の路線の運営は企業に欠損をもたらすものであり、これが、外部補助を必要としている路線である。

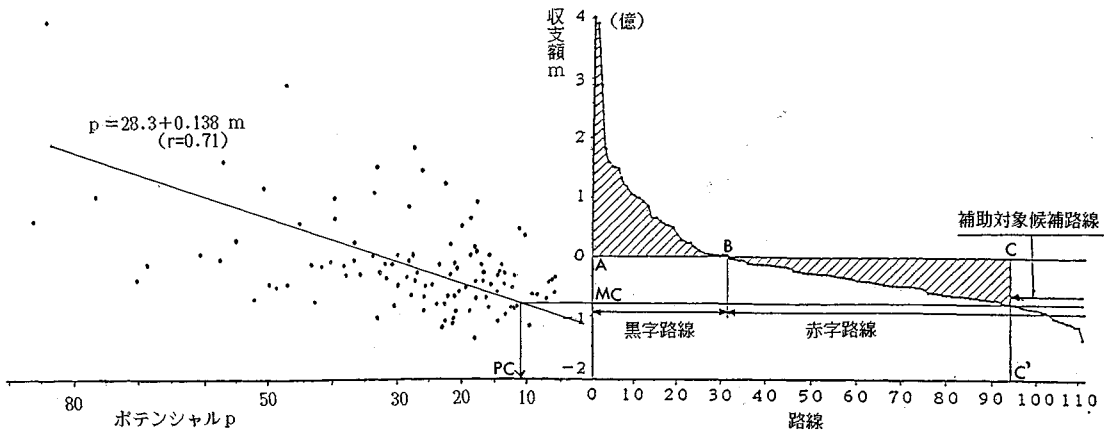


図-5 ポテンシャルを用いた補助路線の判定 (臨界ポテンシャルの決定)

しかし、これらの路線の中には、路線ポテンシャルは十分高く、もっと経営状況を改善する素質があるものも隠れている可能性がある。したがって、この路線Cに相当する路線ポテンシャルを求め(これを臨界ポテンシャルPCとよぶことにする)上述の補助対象候補の路線のうち、そのポテンシャルがこのPCより低いものを補助の対象とすることが妥当であろう。

(2) 路線ポテンシャルと路線収支額

一方、路線ポテンシャルと路線ごとの収支額の間にはある程度の相関がみられる。全路線を対象に相関分析を行った結果は相関係数 $r=0.47$ と必ずしも高くはないが、先に図-2に示した特殊な性格をもつ路線群A, Cを除いて分析を行うと、図-5の左図に示すように、かなり良い相関を示す ($r=0.71$)。そこで、この場合の回帰直線を求めると同図に示すように

$$p = 28.3 + 0.138m \dots\dots\dots (7)$$

を得る。ここで m は収支額 (百万円)、 p はポテンシャルである。

この式(7)は、収支額とポテンシャルとの平均的な関係を表すものと考えられるので、前節に述べた路線Cの収支額MCを図-5より読み取り、式(7)よりそれに相当するポテンシャルを読み取れば、それを臨界ポテンシャル値PCとすることができる。

(3) 補助対象路線の決定と補助基準額の算定

図-6は図-5の左図のPC付近を拡大したものである。この臨界ポテンシャル値PCが求まることにより補助対象路線は同図に斜線を施した領域、すなわちポテンシャルがPCより小さく収支額が赤字である路線群に決定される。図中丸で囲ったDのような路線群はその収支額からは大幅の赤字で補助対象候補ではあったが、ポテンシャルはかなり高いため、外部からは補助を施さず、自力により生産性を改善していくことが期待される。また、Cのような路線はポテンシャルはPCより低く

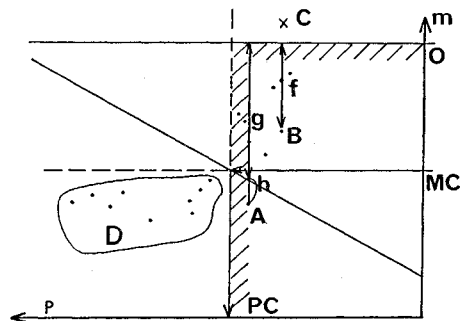


図-6 補助路線の決定と補助金額の算定

表-4 名古屋市営バス路線における補助額試算例

路線	路線数	合計収支額
全路線	111	-1667(百万円)
黒字路線	31	2547
内部補助可能な赤字路線	63	-2547
補助対象候補路線	17	-1667
補助路線本 (うち黒字のもの)	9 (1)	- 501
補助額		- 470

※;路線ポテンシャル11.0未満のもの

ても、赤字を出してはならないため補助は施されない。

次に、補助路線の補助額もこの図より求めることができる。Bの路線にfと示したように、回帰直線より上にある路線については、その赤字額がそのまま補助額である。しかし、Aのような場合には、回帰直線上で読んだポテンシャルに相当する収支額すなわち赤字額(g)が補助額になる。hの部分は、その路線がその素質からみて自力で解消すべき赤字額と判断されるからである。

こうして、この補助路線および補助額決定法によれば、当該企業は常に全体として若干の赤字を残すことになる。しかし、それは企業が親方日の丸に陥ることのないように、常に生産性の維持・向上を図るためのインセン

タイプとして必要なギャップであるといえよう。そして、このような分析と補助路線の決定作業を毎年繰り返すことによって、交通企業の経営環境は緊張状態の中で改善され、全般的な生産性向上も図られていくことになる。

なお、ここに用いた名古屋市営バスの例について具体的に補助路線と補助額を算定した結果は表—4のようになった。この算定値は、算定に用いた回帰式の精度や論理などからいって決して厳密な数字ではない。しかし、これまでと全く議論が分裂しがちであった公営バス事業への公共補助について、一定の論拠を与えるものとして機能するであろう。実際、この金額はこの後、種々の根拠を重ねて決定された同事業への一般会計補助額にほぼ一致している。

7. あとがき

本論は都市バスに関する交通政策について論じたものである。特に、都市バスの運営が完全な独立採算性の上に成り立つことの難しさと、それを飽くまで推進することの都市交通政策としての不適当な理由を論じ、公共補助の不可避なことを論じた。そのうえで、外部補助の問題点と反対論の論拠を吟味し、その障壁を克服する方策を提案した。

これらの論述は、本論の前半の大部分を構成しており、著者の考えるところの主張であって、客観的なデータや数式により結論を導いたものではない。その意味で、異例な内容ではあるが、このような現実の政策展開を踏まえた政策論としての論考も、どこかにその発表の機会があってしかるべきものと考え、あえて紙幅を割くことにした。

後半は、前半の提案を受けて、外部補助を行う際の対象路線別の指標と、外部補助の入った路線における生産性管理指標としての「路線ポテンシャル」を提案、定義し、具体的に名古屋市営バス路線群に適用して、指標の算出を行った。さらに、算出された指標値を駆使して、生産性管理指標としての標準乗車人員モデルと補助対象路線別の図解法を開発し、具体的に計算作業を進めてみることで、これらの実用性を確認した。

2.(5)に述べたように、ここで提案した手法は、まだいくつかの限界と不十分な点を含んでいる。しかし、当面の実用に供するうえで大きな問題がないことは、実例により検証したところである。この手法が、さらに改

良される余地が残ることは別として、このような方法が採用され、前半に分析し、主張したような都市バスへの公共補助の論理が公知のものとなってくることを望みたいものである。

なお、本研究の実施にあたっては、名古屋市交通局よりデータ提供および調査研究資金補助の両面からご協力を頂いた。記して感謝する次第である。また、本研究は著者のほか鈴木 武氏（現・日本能率協会総合研究所）をはじめ中部大学工学部土木工学科竹内研究室の修士論文、卒業論文の成果の蓄積に負うところが大きい。なお、本論の基本アイデアは別著に一部公表済みである^{11),12)}。

参考文献

- 1) 千葉芳雄：わが国バス産業の生産性と費用構造，運輸と経済，Vol.46，No.5，pp.69～77，1986.5.
- 2) 田中耕造：バス輸送計画策定上考慮すべき問題点，運輸と経済，Vol.42，No.4，1982.4.
- 3) 枝村俊郎・森津秀夫・松田 宏・土井元活：最適バス路線網構成システム，土木学会論文報告集，第300号，pp.95～107，1980.8.
- 4) 天野光三・銭谷善信・近藤信明：都市街路網におけるバス系統の設定計画モデルに関する研究，土木学会論文報告集，第325号，pp.143～154，1982.9.
- 5) 河上省吾・溝上章志：バス輸送計画の策定システムに関する研究，土木計画学研究発表会講演集，No.5，pp.226～232，1983.1.
- 6) 藤田昌弘・稲村 肇・須田 熙：採算性を考慮したバス路線の決定，土木計画学研究・講演集，No.8，pp.177～184，1986.1.
- 7) 松岡数憲・菅原 操：地域交通体系の効率的再編に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.7，pp.17～20，1985.1.
- 8) 山田寿史・竹内伝史・鈴木 武：バス路線の経営分析と潜在集客能力，土木計画学研究・講演集，No.8，pp.169～175，1986.1.
- 9) 竹内伝史・山田寿史：路線ポテンシャルを用いたバス路線の集客および経営状況の評価，土木計画学研究・講演集，No.9，pp.273～280，1986.10.
- 10) 渡辺千賀恵：バス運行頻度の影響を考慮したバス停勢力圏の簡便区画法，土木計画学研究・論文集，No.2，pp.61～68，1985.1.
- 11) 竹内伝史：市内バス経営における2つの戦略，都市計画，第141号，pp.87～91，1986.7.
- 12) 加藤 晃・竹内伝史：都市交通論，pp.143～151，鹿島出版会，1988.1.

(1990.5.17・受付)