

住吉台くるくるバスの費用構造に関する分析*

Analysis on Bus Service Cost of “Sumiyoshidai-Kurukuru-Bus” *

富田安夫**・石原駿佑***・岩本浩気****

By Yasuo TOMITA**・Shunsuke ISHIHARA***・Kouki IWAMOTO****

1. はじめに

バス事業の自由化以降、全国で多くのコミュニティバスが運行されているが、その多くが地方自治体からの補助金に依存しており、自治体の財政削減のもと補助金の削減によって廃線となることも少なくない。このような状況の中、神戸市東灘区住吉台の「住吉台くるくるバス」は、自治体からの補助金を受けずに運行されている数少ない事例である。

住吉台くるくるバスの実現には、大阪大学（当時・大阪外国語大学）の森栗教授が中心に関わっており、森栗(2007)では、バスの実現に至るプロセスやコンフリクトの解消に関する分析を通じて住民・事業者・行政の協働およびそのための場の確保が重要であることが指摘されている。その一方、これまで住吉台くるくるバスに関する需要や供給に関する定量的な分析はなされておらず、採算性の成立要因について十分な分析はなされていない。

本研究では、バス運行費用の簡便な算定式を提案すること、そして、これを用いて住吉台くるくるバスの費用構造の分析を行い、バス運行の費用面からみた、サービス設計のための有用な知見を得ることを目的としている。

以下では、まずバス運行の費用算定式を定式化し、これを用いて住吉台くるくるバスの運行費用を試算した後に、その感度分析を行っている。

2. バス運行費用の算定式

(1) バス運行の費用項目と算定対象

バス運行費用算定式の定式化にあたって、まず、バス運行の費用項目を整理すると共に、本研究で対象とする費用項目を確定する。

*キーワード：公共交通計画，住吉台くるくるバス，費用

**正会員，工博、神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻
(神戸市灘区六甲台町1-1, TEL078-803-6014)

***学生員，神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻

****非会員，(株)中日アド企画

バス運行の費用項目を、旅客自動車運送事業等報告規則を参考にして整理したものが表-1 である。地域や運行形態によって異なるが、経費全体に占める運送費の割合は大凡 85%~95%とされ、また、運送費の中において、人件費、燃料費、車両修繕費、車両償却費の占める割合も約9割であると言われている。

既存路線に新規路線を加えるというような事業拡張の場合には、新たに一般管理費を追加する必要がないため、一般管理費を費用算定対象から除外する。また、施設使用料・自動車リース代・施設賦課税・事故賠償費・道路使用料についても、企業規模や事業形態によって大きく異なること、運送費に占める割合も1割程度であり比較的小さいことから、費用算定対象から除外することとする。したがって、本研究における費用算定対象は、乗務員人件費、燃料費、車両使用費、車両修繕費の4つの費用項目である。なお、本研究で除外した費用項目についても、実際に採算性を検討するにあたっては何らかの方法で適宜補うことが必要である。

表-1 バス運行の費用項目と算定対象

区分	項目
運送費	乗務員人件費*, 燃料費*, 車両使用費*, 車両修繕費*, 保険料, 施設使用料, 施設賦課税, 事故賠償費, 道路使用料, その他
一般管理費	人件費, その他

(備考) *印：本研究における費用算定の対象項目

(2) 費用算定式の定式化

以下では、まず、費用算定の基本的指標であるバス投入台数および乗務員数を定式化し、これを用いて乗務員人件費、燃料費、車両使用費、車両修繕費を定式化する。なお、費用算定の単位期間は1日とする。

a) バス投入台数および乗務員人数

ピーク時においてバスが不足しないことが条件となることから、バス投入台数の算定にあたっては、ピーク時を対象とする。ただし、ピーク時が路線によって異なる場合には、他の路線の遊休バスを活用することも可能となるが、ここでは遊休バスの転用はないものと仮定する。

ピーク時のバスの投入台数(n)は、ピーク1時間に必要となるバスの延べ走行台キロ((1)式の分子)を、バ

スの表定速度((1)式の分母)で除した値で与えられるが、バス投入台数(n)は整数であることから、これを表したものが(1)式である。

$$n \geq \frac{L \cdot f}{v} > n-1 \quad (1)$$

ここで、 n : バスの投入台数(台)
 f : ピーク時の運行頻度(本/h)
 L : 往復の路線長(km)
 v : ピーク時のバスの表定速度(km/h)

乗務員の必要人数は、バスの1週間の延べ運行時間((2)式の分子)を、乗務員1人の1週間の就労時間((2)式の分母)で除した値である。これを乗務員の必要人数(m)が整数であることを考慮して表したものが(2)式である。

$$m > \frac{7 \cdot A \cdot L / \bar{v}}{b \cdot d} > m-1 \quad (2)$$

ここで、 m : 乗務員の必要人数(人)
 A : 1日の便数(ただし1往復を1便)(便)
 \bar{v} : 1日の平均表定速度(km/h)
 b : 1乗務員の1日の乗務時間(h)
 d : 1乗務員の1週間の勤務日数(日)

b) 乗務員人件費

乗務員の人件費(C_p)は、(2)式で求めた乗務員の必要人数(m)に乗務員の年収を掛け、これを1日分に換算したものである。

$$C_p = \frac{m \cdot W}{365} \quad (3)$$

ここで、 C_p : 乗務員人件費(円/日)
 m : 乗務員の必要人数(人)
 W : 乗務員1人あたりの年収(円)

c) 燃料費

燃料費(C_o)はバスの1日の延べ運行距離を軽油1リットルあたり走行距離で除し、軽油価格を乗じたものである。

$$C_o = \frac{A \cdot L \cdot p_o}{e} \quad (4)$$

ここで、 C_o : 燃料費(円/日)
 p_o : 軽油価格(円/l)
 e : 軽油1リットルあたり走行距離(km/l)

d) 車両使用費

車両使用費(C_r)は、車両購入額を車両の耐用年数の期間にわたってローン返済したときの毎年の返済額を1日分に換算し、これにバスの台数を掛けたものである。

$$C_r = \left(\frac{r_v}{365} \right) \times n \quad (5)$$

ここで、 C_r : 車両使用費(円/日)
 r_v : 車両価格 P_v を車両耐用年数 q に渡って利子率 i で返済する場合の等額返済価格(円/年)

e) 車両修繕費

修繕費(C_k)は、年間の車両修繕費 C_{year} を1日分に換算し、これにバス台数を掛けたものである。

$$C_k = \left(\frac{C_{year}}{365} \right) \times n \quad (6)$$

ここで、 C_k : 修繕費(円/日)、
 C_{year} : バス1台の年間修繕費(円/年)

以上の(3)式~(6)式の合計が、1日1路線において必要となるバス運行費用である。

3. 住吉台くるくるバスの費用構造

(1) 住吉台くるくるバスの概要

住吉台は神戸市東灘区に属し、図-1に示すように JR 住吉駅の北約 4km ほどところに位置している。JR 住吉駅からは約 250 m 程度上ったところにあり、住吉台地域内だけをとっても高低差は 100m ほどになる。また、人口は約 3,900 人(2005 年国勢調査)である。

住吉台くるくるバスの路線図は、図-1に示すとおりであり JR 住吉駅と住吉台の終点バス停とを片道約 20 分で結んでいる。バス停は 9 箇所あり、うち 6 か所が住吉台地域内に集中している。住吉台くるくるバスが 2005 年 1 月に本格運行する以前は市バスのみであった。

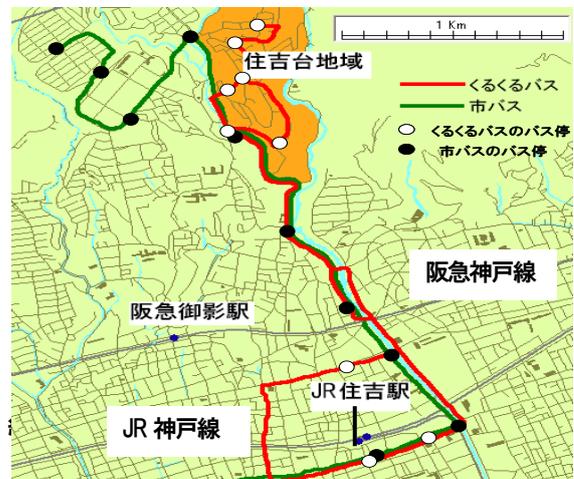


図-1 住吉台地域およびバスの路線図

市バスとくるくるバスのルートとは重なっている部分も多いが、市バスは住吉台地域を通ってはいない。住吉台地域内には上述のとおり大きな高低差があり、住民は地域内でのバス運行を望んでいた。これを実現したのが住吉台くるくるバスである。

運行開始から 4 年間以上を経過した現在のバス利用者数は1日約 900 人で安定的に推移している。運行頻度は1時間4本程度で、バス営業時間は 6:00-22:00 の 16 時間(平日)である。運賃は普通運賃 200 円、回数券 180 円であり、利用者の多くは回数券利用である。

なお、バス運行費用の算定にあたって必要となる住吉台くるくるバスの諸属性を表-2 に示す。

表-2 住吉台くるくるバスの諸属性

属性	値
ピーク時の運行頻度： f	4(本)
往復路線長： L	8.3(km)
ピーク時の表定速度： v	12(km/h)
1日の平均表定速度(*1)： \bar{v}	12(km/h)
1日の便数(往復で1便)： A	55.5(便)
乗務員の1日の乗務時間： b	7(h/人)
乗務員の1週間の勤務日数： d	5(日/人)
乗務員1人あたりの年収(*2)： W	4,200,000(円)
軽油価格(*3)： p_o	100(円/L)
軽油1リットルあたり走行距離(*4)： e	4(km/L)
車両価格(*5)： p_v	15,000,000(円)
車両耐用年数(*6)： q	10(年)
利子率： i	3(%)
年間車両修繕費(*7)： C_{year}	700,000(円/年)

(注) (*1)ピーク時における道路混雑は少ないことから、ピーク時評定速度と1日平均速度は一致するものと仮定した。(*2)データが得られなかったためここでは年収ラボ HP(<http://nensyu-labo.com/>)に掲載の民間バスの平均年収を用いた、(*3)東京都トラック協会調べ(H21.1.20)、(*4)みなと観光バス社へのインタビュー、(*5)日野ポンチョ HP(<http://www.hino.co.jp/poncho/index.html>)、(*6)バスルーム HP(http://sakura.canvas.ne.jp/spr/bus_room/index.htm)、(*7)みなと観光バス社へのインタビュー

(2) 運行費用の推計結果

運行費用を推計した結果、バスの投入台数は3台、乗務員数は8人となった。バス台数は現行の運行体制と一致しており、乗務員数は他の路線との関係もあり厳密に判断することは難しいがほぼ一致している。これをもとに、さらに項目別費用を推定した結果、以下の通りとなった。

乗務員人件費： C_p	=	92,055(円)	(76%)
燃料費： C_o	=	11,516(円)	(9%)
車両使用費： C_r	=	12,329(円)	(10%)
車両修繕費： C_k	=	5,753(円)	(5%)
合計 C	=	121,653(円)	(100%)

1日の運行費用は約12万円/日である。乗務員人件費の割合は76%であり高い比率を占めている。ただし、この推計結果には、施設利用料、保険料、一般管理費などが含まれていないこと、また、みなと観光バスの乗務員年収の実績値が得られなかったため、民間バス事業の平均値を用いたこと、などによる誤差が含まれていることに留意する必要がある。

(3) バス運行費用の感度分析

a) 路線長と運行費用の関係

住吉台くるくるバスの場合、路線長が往復で約8kmであるが、もし、仮に住吉台地域とJR住吉駅との距離が変化した場合、あるいは、現在と同じ位置であったとしても、バスルートが住吉台以外の地域を迂回したことによって路線長が長くなった場合についての運行費用を試算した。この結果を図-2に示す。なお、図中の収入については現行値を参考値として示したものである。

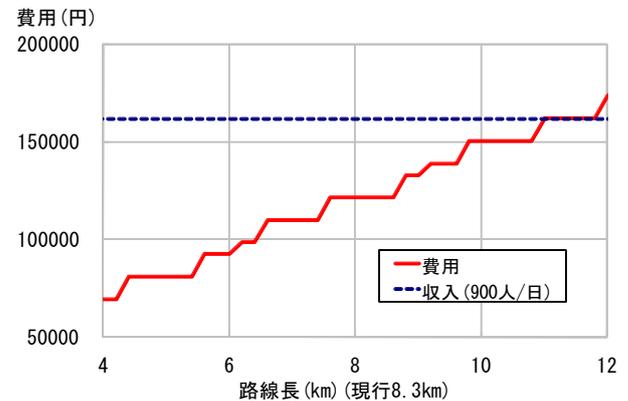


図-2 路線長と運行費用

図-2をみると路線長の増加によって費用が階段状に増加している。これは路線長の増加によって、バスの投入台数や乗務員数が増加するためである。また、階段状に変化するのには、バス台数および乗務員数が整数であり離散的に変化するためである。バス1台の増加に対して6,100(円/日)(=約220万円/年)、乗務員1人の増加に対して11,500(円/日)(=約420万円/年)の運行費用の増加が生じている。両方が同時に増加する場合には17,600(円/日)(=約640万円)となり大きく費用が増加する。このようなバスや乗務員の増加に伴う不連続な運行費用増加の影響は無視できない。バスルート設計にあたっては、費用増加に見合う収入増加が見込めない場合には、費用増加の手前で路線長を留めておく方が費用節約になることがわかる。

また、図-2は路線長が12kmを超えると費用が収入を上回っており、これ以上の路線長のバスルートは採算上好ましくないことがわかる。一方、図-2は路線長が短くなるほど望ましいことも示している。しかし、路線長が短くなった場合には、徒歩・二輪・バイクなどの利用が増加するため収入の方も減少していくことになる。バス利用の需要特性や地形などに依存するので一概には断定できないが、一般的に徒歩・二輪・バイクなどの分担率が低下すると考えられる片道4km、路線長8kmあたりが比較的高い利潤が得られるのではないかと推察される。このことから住吉台くるくるバスは好条件に恵まれたと言えるのではないかと考えられる。

b) 運行頻度と運行費用の関係

運行頻度を現行の4本/時間から変化させた場合の運行費用の変化を示したものが図-3である。路線長の場合と同様に、階段状に運行費用が増大していることがわかる。この結果をみると、現行のバス利用者数が変化しないものとすれば、運行頻度5本が損益分岐点であることがわかる。

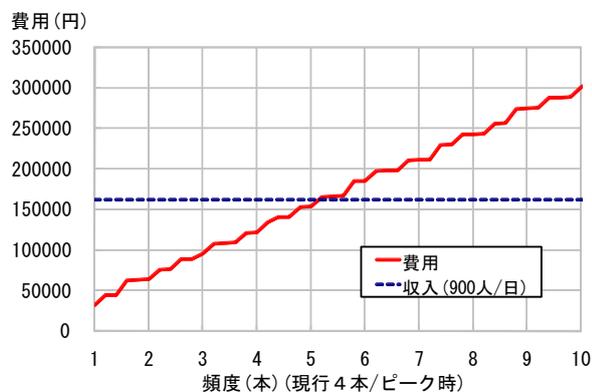


図-3 運行頻度と運行費用

c) 乗務員給与と運行費用の関係

仮定した乗務員年収420万円を変化させた場合の運行費の変化を示したものが図-4である。このケースでは乗務員人件費が連続的に増加するため、上述の2つのケースとは異なり、費用が直線的に変化することになる。図から、年収100万円増加に対して運行費用が約2.5万円/日増加することが読み取れる。

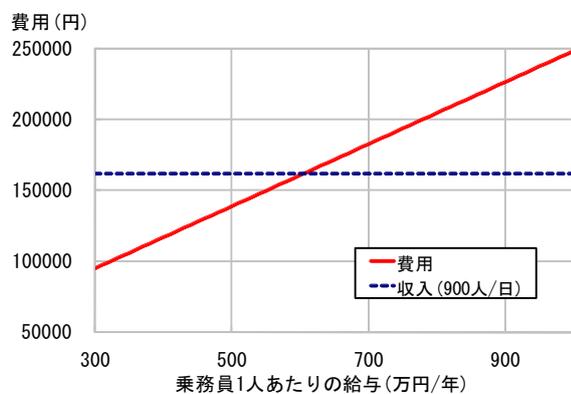


図-4 乗務員給与と運行費用

損益分岐点は年収約600万円であり、これを超えると費用が収入を上回ることがわかる。そのため、住吉台くるくるバスを神戸市交通局が運行していたとすると、

市バスの乗務員の平均年収が900万円（神戸新聞2008.3.7）と言われていることから、赤字経営となることがわかる。

4. おわりに

本研究では、バスの運行にかかる費用項目および影響要因を整理しバス運行費用の簡便な算定式を提案した。これを用いて住吉台くるくるバスの費用の推計および感度分析を行った。提案された推計式は、他の地域でのコミュニティバスの費用推計にとっても有用であり、感度分析の結果は、バスサービス設計に対して有用な情報を提供するものである。また、今回の感度分析の結果をふまえると、住吉台くるくるバスの採算性を成立させた費用面における大きな要因は、1) JR 住吉駅と住吉台地域との距離が約4km、路線長約8kmと比較的短かったために運行費用を低く抑えることができたこと、2) また、給与レベルも民間レベルの平均水準程度に抑制されていたこと、によるものであることが確認できた。

今回の分析では、需要面すなわち収入面からの分析は行っていないが、住吉台くるくるバスが十分なバス利用者確保できた要因としては、1) 住吉台地域に人口約4,000人が集中していることから潜在的に大きな需要が見込めたこと、2) 比較的高い運行頻度（1時間に4本）を確保されたこと、3) 住民との密なコミュニケーションを通じて住民ニーズに配慮したきめ細かなサービス提供が行われたこと、などが考えられる。これらについての検証は今後の課題としたい。

最後に、本研究にあたっては、みなと観光バス株式会社・社長の松本浩之氏には複数回にわたるインタビューに応じて頂くとともに、貴重な情報の提供を頂いた。ここに記して深甚なる感謝の意を表する次第である。

(参考文献)

- 1) 森栗茂一：くるくるバスがもたらした持続可能なオールドニュータウンー住吉台くるくるバスの開通とその後一，交通工学，Vol. 42, No. 7, 2007
- 2) 土木学会土木計画学研究委員会・規制緩和後におけるバスサービスに関する研究小委員会：バスサービスハンドブック，土木学会，2006