

バス料金の公平性に関する一考察

A Study on Fair Price of Bus System

森津 秀夫*

藤田 和宏**

By Hideo MORITSU and Kazuhiro FUJITA

1. はじめに

バス利用形態を考えると、毎日利用する日常的利用者層と雨天等の特定事象時のみ利用する非日常的利用者層が存在し、雨天等特定事象時には利用が集中する。バスシステムは、日々の需要に対応して運行回数を増減させることは困難であり、この集中する需要が無視できないならば、これを満足するサービスを供給せざるを得ない。すなわち、バス運行費用は集中する需要に比例することになる。

したがって、バスシステムは、非日常利用者需要を考慮したサービスレベルであるにも係わらず、非日常的利用者層は日常的に利用しないためバス運行費用に対して、ロスを生じさせていることになる。現行の料金システムでは、このロスを全利用者が均等に補填していることになり、日常の利用者に対しては、大きな不公平が発生していると考えられる。

本研究は、バスサービス供給に要する費用をそのサービスを供給せざる得なくした原因者が負担するという考え方を基本とし、利用形態別に負担すべき料金の格差がどの程度あるか、どんな要因に起因するか等を分析し、この不公正を解消する料金システムのあり方について考察を行うものである。

2. バス利用の実態

考察を始める前に、実際に特定事象時の影響がどの程度あるかを把握する。あるアンケート調査によれば、自転車利用者の雨天時の交通手段は、地域による差はあるが、バス利用が13~34%という結果が

Key Words: 公共交通

* 正会員 工博 神戸大学 工学部 建設学科

(〒657神戸市灘区六甲台町1-1 TEL&FAX078-803-1013)

** 正会員 八千代エンジニアリング株式会社大阪支店

(〒542大阪市中央区南船場4-1-9 TEL06-252-5451)

られている。

図-1は、平成2年の近畿圏の鉄道定期券利用者の端末交通手段割合を示したものである。これを見ると、バス利用は13.5%であるのに対して徒歩56.4%、自転車22.1%となっている。

今、雨天時に自転車利用者の20%がバスに転換すると仮定すると、雨天時のバス利用の割合は、17.9% $(13.5+22.1 \times 0.2)$ となり、定常時の1.33倍 $(17.9/13.5)$ となる。さらに、徒歩やバイクなどからバスへ転換することを考慮すると、雨天時には日常時の1.5倍程度のバス利用があることが予想され、非日常的利用者の量は決して無視できるものではないと考えられる。

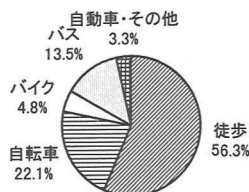


図-1 近畿圏の鉄道端末交通手段割合
(大都市交通センサス、平成2年、鉄道定期利用者)

3. 需要供給構造

利用者数は時間帯により変化するが、ここでは、バス運行費用は、ピーク時の運行回数に依存するため、ピーク時すなわち通勤・通学時間帯について考察する。

(1) 需要構造

ここでは、簡便のため日常の定常利用者と雨天時利用者の2種類の利用形態を考えることとする。

定常利用者 N_u の乗車確率 P_u は、通常時も雨天時

も同様である。これに対して、雨天時利用者 N_s は、定常時の乗車確率 P_{s1} と雨天時の乗車確率 P_{s2} をもつことになる。

この時、それぞれの乗車人数の分布確率は、個々の利用者が乗車する確率が独立であるため、二項分布と想定され、雨天率を β とすると以下のとおり表現できる。

・定常利用者の乗車人数 x の確率

$$P_{ux} = \binom{N_u}{x} P_u^x \cdot Q_u^{N_u-x} \quad (1)$$

ただし、 $Q_u = 1 - P_u$

・雨天時利用者の乗車人数 x の確率

$$P_{sx} = \binom{N_s}{x} P_{s1}^x \cdot Q_{s1}^{N_s-x} \cdot (1-\beta) + \binom{N_s}{x} P_{s2}^x \cdot Q_{s2}^{N_s-x} \cdot \beta \quad (2)$$

ただし、 $Q_{s1} = 1 - P_{s1}$

$Q_{s2} = 1 - P_{s2}$

これらの確率分布と累加分布のイメージは、図-2のとおりとなり、雨天時利用者の乗車人数の分布形は、雨天率 β に依存することになる。

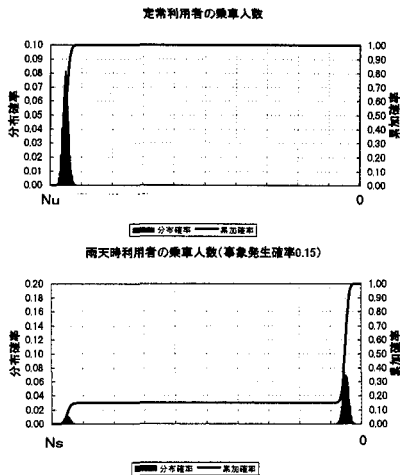


図-2 乗車人数の確率分布の概念

任意の期間 T における利用者数は、乗車確率の期待値に期間を乗じたものとして表現でき、運賃収入は、これに1回当たりの料金を乗じればよい。

・定常利用者の利用者数

$$M_u = E_u \cdot T \quad (3)$$

$$\text{ここに } E_u = \sum_{i=1}^{N_u} X_i \cdot P_{uxi}$$

・雨天時利用者の利用者数

$$M_s = E_{s1} \cdot T \cdot (1-\beta) + E_{s2} \cdot T \cdot \beta \quad (4)$$

$$\text{ここに } E_{s1} = \sum_{i=1}^{N_s} X_i \cdot P_{s1xi}$$

$$E_{s2} = \sum_{i=1}^{N_s} X_i \cdot P_{s2xi}$$

(2) 供給構造

バスの運行回数は採算を考慮して決められるものであり、最大乗車人数に対応するものではない。また、運行回数により需要は変化するものである。しかし、ここでは問題を簡単にするため、確率的に変動する需要に対して積み残しがでる確率が一定値以下になるようにバスのサービス水準を設定し、バス運行費用を定式化することとした。この時、バス車内混雑度は一定とし、1台当たりの輸送容量は固定とした。

乗車人数が輸送容量を超過する確率が $(1-\alpha)$ となるようにバスサービス水準 α を設定する。すなわち、必要とされる輸送容量は、下式により与えられることになる。

・定常利用者のための必要な輸送容量

$$N_{xu} \quad \left(\text{ここに } \sum_{i=N_{xu}}^{N_u} P_{uxi} = 1 - \alpha \right)$$

・雨天時利用者のための必要な輸送容量

$$N_{xs} \quad \left(\text{ここに } \sum_{i=N_{xs}}^{N_s} P_{sxi} = 1 - \alpha \right)$$

したがって、バス1台当たりの容量を B_c 、バス1台当たりを単位期間運行するための必要費用を c とすると、任意の期間 T のバス運行費用は以下のとおりとなる。

・定常利用者のためのバス運行費用

$$C_u = N_{xu} / B_c \cdot c \cdot T \quad (5)$$

・雨天時利用者のためのバス運行費用

$$C_s = N_{xs} / B_c \cdot c \cdot T \quad (6)$$

(3) 料金格差

バス運行費用をすべてバス利用者により負担することを前提とすれば、利用者1人(1回)当たり支払うべき料金は、以下のとおりとなる。

- ・ 定常利用者の1回当たりの料金

$$F_u = C_u / M_u \quad (7)$$

- ・ 雨天時利用者の1回当たりの料金

$$F_s = C_s / M_s \quad (8)$$

したがって、利用形態別の支払うべき料金の格差は、(9)のとおりであり、バス容量、期間、単位当たりの運行費用には依存しないことがわかる。

- ・ 定常利用者に対する雨天時利用者の料金格差

$$R_{su} = \frac{F_s}{F_u} = \frac{N_{xu} \cdot (E_{s1} \cdot (1 - \beta) + E_{s2} \cdot \beta)}{N_{xs} \cdot E_u} \quad (9)$$

4. 料金格差の分析

前述の定式化に基づき、いくつかのパラメーターを変化させ、料金格差 R_{su} を算出し、考察を試みる。

検討ケースは、表-1に示すとおりである。また、雨天 β は、大阪の30年間の日降水量10mm以上の平均日数42.6日（1年の11.7%）であることから0.15と設定した。

表-1 検討ケース

	ケース			
	1	2	3	4
利用人数比* N_s/N_u	※	※	※	0.25
定常利用者乗車確率 P_u	0.95	※	0.95	0.95
雨天時利用者 定常時乗車確率 P_{s1}	0.05	※	0.05	0.05
雨天時利用者 雨天時乗車確率 P_{s2}	0.95	0.95	※	0.95
事象発生確率 β	※	0.15	0.15	※
バスサービス水準 α	0.95	0.95	0.95	※

※変化させるパラメーター

* 全利用者数 ($N_u + N_s$) = 一定

① ケース1（事象発生確率の料金格差への影響）

定常利用者と雨天時利用者の料金格差 R_{su} は、利用人数比による差はなく、 $N_s/N_u = 0.5$ の時事象発生確率が0.06で最大の8.88を示す。しかし、事象発生確率が0.05になると料金格差 R_{su} は、1.34と大きく減

少する（図-3）。

これは、バスサービス水準の超過確率 ($1 - \alpha$) が0.05であるため、事象発生確率がこれより小さい時は、運行ロスが少なくなるためである。

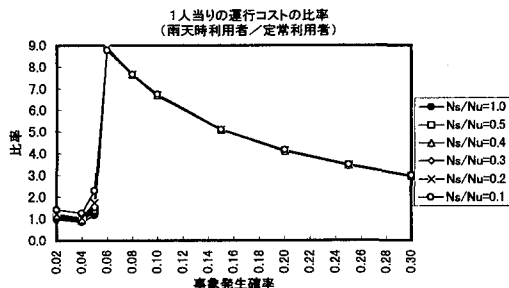


図-3 事象発生確率による料金格差

また、全利用者平均料金と定常利用者料金の料金格差は、利用人数比が大きくなるほど格差が大きくなっている。これは、雨天時利用者量が多くなるほどその影響が大きいことを示しているが、事象発生確率が0.05以下になるとほぼ1.0であり、運行ロスがなくなることを示している（図-4）。

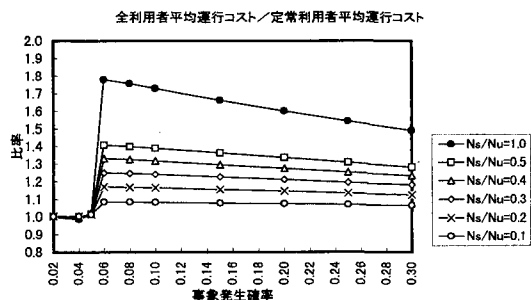


図-4 全利用者平均料金／定常利用者平均料金

② ケース2（定常利用者乗車確率の料金格差への影響）（図-5）

定常利用者乗車確率の変化に係わらず R_{su} は大きな変化はない。 $R_{su} = 4.92 \sim 5.17$ であった。

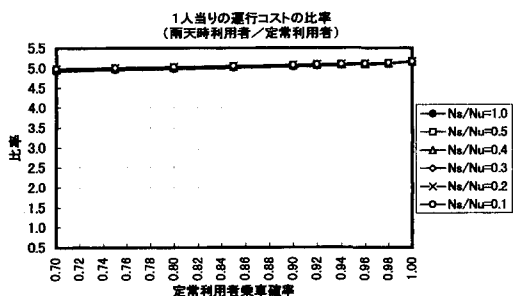
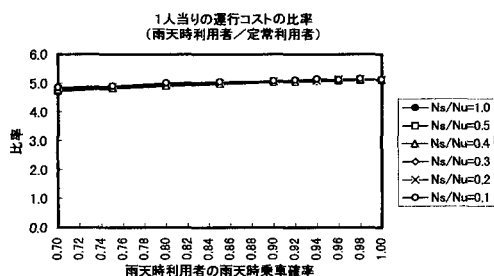


図-5 定常利用者乗車確率による料金格差

③ケース 3（雨天時利用者雨天時乗車確率の料金格差への影響）（図－6）

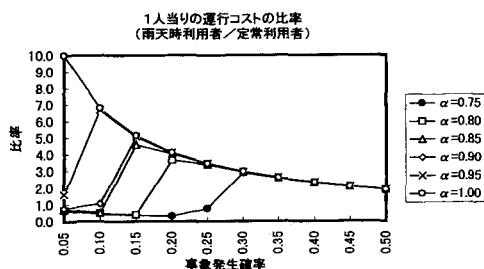
雨天時利用者雨天時乗車確率の変化は、 R_{su} に大きな影響は与えないが、乗車確率が高いほど料金格差は大きくなる傾向にある。



図－6 雨天利用者雨天時乗車確率による料金格差

④ケース 4（事象発生確率とバスサービス水準の料金格差への影響）（図－7）

事象発生確率 β とバスサービス水準 α との組み合わせと料金格差 R_{su} の関係をみると、超過確率 $(1 - \alpha) < \beta$ の時、 R_{su} が大きいことがわかる。



図－7 事象発生確率とバスサービス水準による料金格差

5. 公平な料金システムの考察

分析結果により明らかになった料金格差を是正する方法は、単純に定常利用者と雨天時利用者の料金を1：5や1：9になるように設定することである。しかし、公共交通機関であることを考えると利用時の大きな料金格差は利用者の抵抗は大きいものがある。

そこで、1回当たりの料金水準を下げるために会員制のバスシステムが考えられる。すなわち、会員は、一定の会費と適当な料金で乗車でき、非会員は

大きな格差のある料金で利用するシステムである。

これによれば、利用時の負担は少なく、雨天時利用者の抵抗は少ないと考えられる。非会員については、料金抵抗から利用の取りやめの可能性があり、乗車確率が減少し、料金格差是正の方向に向かう。

また、自転車利用者については、自転車駐輪場利用を含めた会費とする会員システムも考えられる。

6. まとめ

今回の分析において分かったことは、次のとおりである。

- ①定常利用者と雨天時利用者の支払うべき料金の格差は各パラメーターの値にもよるが、現行の定期券と回数券の料金格差より大きいと考えられる。
- ②定常利用者と雨天時利用者の比率、定常利用者の乗車確率、雨天時利用者の雨天時乗車確率は、料金格差にあまり影響しない。
- ③料金格差の有無は、事象発生確率とバスサービス水準との関係に依存し、事象発生確率>バスサービス水準の超過確率の時、料金格差は大きくなる。
- ④事象発生確率>バスサービス水準の超過確率かつ事象発生確率<バスサービス水準の超過確率の時、料金格差は最大となる。

今後の課題としては、具体的な事例を用いた考察が必要であり、その際に以下の点についても考慮する必要がある。

- ①供給構造において、車内混雑度、予備車の運用などより現実的に定式化する必要がある。
- ②ピーク時のみの対象でなく、オフピーク時も考慮する。
- ③徒歩、バイクなどの交通手段から雨天時にバスへ転換することも考慮
- ④会員制料金システムにした場合の料金抵抗によるバス利用取りやめ率の影響