

支払い・報酬付与のタイミングに着目した 公共交通運賃方式に関する基礎的考察

倉内 慎也¹・佐藤 仁美²・吉井 稔雄³

¹正会員 愛媛大学大学院講師 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)
E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学大学院助教 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)
E-mail: sato@trans.civil.nagoya-u.ac.jp

³正会員 愛媛大学大学院教授 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

本研究では、利用料金の単純な値上げや割引のみならず、ポイント制やキャッシュバックのような多様な料金方式の効果を把握するために、複数回の利用を想定した公共交通運賃政策に対する利用者満足度の分析を行った。時間選好理論を援用し、支払や報酬の付与タイミングの違いによる満足度評価の差異を明示的に考慮した行動モデルを構築した上で検証を行った結果、同一原資でも支払や報酬の組み合わせ方により、利用者満足度が有意に異なることが判明した。加えて、時間選好率には地域差や個人差があるため、現在のような画一的な運賃方式に拘泥せず、ICカード等の認証技術を活用し、個人属性等に応じて異なる運賃方式を適用することで大きな費用対効果が期待できることが明らかとなった。

Key Word : *time preference theory, fare reduction and incentives, public transportation*

1. はじめに

近年、公共交通の利用においてはICカードやモバイル端末による料金収受が標準化しつつある。ICカードやモバイル端末は、個人の認証や利用履歴の記録が可能であることから、携帯電話の料金プランのように、個々人の利用ニーズに即した多様な料金設定や、ポイント制、キャッシュバックのような様々な割引サービスを実施することができ、公共交通の利用促進に特効薬として作用することが期待できる。しかし、現在実施されている割引サービスは、利用時の運賃値下げがほとんどであり、また、料金政策の効果検証に用いる行動モデルも、個々のトリップを対象としたものに限られている。

そこで本研究では、複数回の利用を想定した行動モデルを構築した上で、公共交通の運賃方式に対する利用者満足度の評価を試みる。ここで、複数回の利用を想定した場合、例えばプリペイドカードのように最初に購入した際にプレミアムが付く方式と、キャッシュバックのように一定金額を利用した後にプレミアムが付く方式では同じ割引原資でも効果は異なるものと考えられる。そこで、本研究では、アンケート調査により得られた運賃方式に対する選好意識データを用いて分析することにより、

同一原資でも高い利用者満足度が得られるような費用対効果の大きい運賃方式を把握することを目的とする。

2. 支払・報酬方式の定義

複数回利用を想定した公共交通運賃方式として、運賃の支払とプレミアム等の報酬付与のタイミングに着目して方式を区分する。具体的には、利用ごとの支払・報酬を「利用時」、先にまとめた支払・報酬を「事前」、後にまとめた支払・報酬を「事後」と定義する。報酬については、さらに「報酬なし」の場合を加え、最終的に3つの支払方式と4つの報酬方式を考慮することとする。

3. アンケート調査の概要

本研究では、名古屋市と松山市で実施した2つのアンケート調査データを用いる。調査概要を表1に示す。名古屋圏では、JR東海のTOICA以外はICカードが導入されておらず、多くの市民が磁気式のプリペイドカードを利用しているものの、プリペイドカードの裏面には利用日や利用区間、利用金額等の利用履歴が印字されているこ

とから、調査対象地域として選定した。

表1 アンケート調査概要

調査期間	対象地域	対象者	形式	配布枚数	回収数
2008/12~2009/01	名古屋	EXPOエコマネー参加者	手渡し配布 郵送回収	1180票	472票(40%)
2008/12~2009/01	松山	エコネット参加者	郵送配布 郵送回収	980票	296票(30%)

4. 支払い・報酬付与のタイミングに着目した運賃方式の定式化

(1) 時間選好理論

前述のように、支払や報酬は、同一金額であってもそれが生ずるタイミングにより価値が異なるものと考えられる。それを説明する理論が時間選好理論¹⁾であり、本研究では連続時間軸上における価値の推移を表現する代表的なモデルである指数関数モデルを採用した。指数関数モデルでは、時刻 t における c 円の価値を基準時刻 $t=0$ における価値に換算した値 $U(c,t)$ は次式によって表される。

$$U(c,t) = U(c)e^{-it} \quad (1)$$

ここに、 $U(c)$ は基準時刻 $t=0$ における c 円の価値、 i は時間選好率、である。

(2) 支払い・報酬方式の定式化

前提条件として、「個人 n は方式 m のもとで K_{nm} 回先までの利用を想定して支払と報酬方式の選択を行う」と仮定する。すると、個人 n が方式 m のもとで K_{nm} 回先までの利用により得られる効用の基準時刻における価値 $U_n(m)$ の一般式は次式で表すことができる。

$$U_n(m) = \alpha_n \left\{ - \sum_{k=1}^{K_{nm}} (L_{kmm} \times e^{-i_n^L t_{kmm}}) \right\} + \beta_n \left\{ \sum_{k=1}^{K_{nm}} (G_{kmm} \times e^{-i_n^G t_{kmm}}) \right\} + \gamma x$$

$$k = \{1, 2, \dots, K_n\} \quad (2)$$

ここに、 L_{kmm} は支払方式 m のもとで個人 n が k 回目の利用時に支払う運賃、 G_{kmm} は報酬方式 m のもとで個人 n が k 回目の利用時に受け取る報酬金額、 t_{kmm} は方式 m のもとで個人 n が k 回目に公共交通を利用するまでの基準時刻からの経過時間、 i_n^L は個人 n の支払に関する時間選好率、 i_n^G は個人 n の報酬に関する時間選好率、 α_n および β_n は支払および報酬の相対的重要度を表すパラメータ、 γx は支払の容易さなどの他の要因の影響を表す項、である。

5. モデルの推定結果

(1) 時間選好率を推定する際に置いた仮定

アンケートでは、事前支払・事後報酬について、「事前に5000円分の運賃を支払い、それを使いきった時にプレミアムがもらえる場合、何円分のプレミアムが妥当か」という形式で利用時支払・報酬なし方式と等価になる事後報酬金額を尋ねている。その回答値を用いて、次式により支払・報酬の時間選好率を推定した。

$$- \sum_{k=1}^{K_n} (L_{kmm} \times e^{-i_n^L t_{kmm}}) = -5000 + \text{回答値} \times e^{-i_n^G t_{Knm}} \quad (3)$$

ここに、 L_{kmm} は5000円を K_n で割った金額（平均支払運賃）である。 K_n は別途アンケートにより尋ねている5000円分を使いきるまでの期間を1回あたりの平均利用金額で除して算出した。加えて、公共交通の利用は、往復での利用を考慮し、1日で2回利用するとの仮定を置いた。

なお、アンケートでは、事前支払が2000円の場合についても同様の回答を得ており、モデル推定においては、2000円と5000円場合の双方のデータをプールして同時推定を行った。また、時間選好率の個人差や事前支払金額による差異を検証するために、時間選好率を個人属性や事前支払金額等により構造化した上で、未知パラメータを推定した。

(2) 支払・報酬の時間選好率の推定結果

支払・報酬の時間選好率の推計結果を表2に示す。松山の推定結果より、報酬の時間選好率は支払の時間選好率よりも低い値となった。このことから、1カ月後に5000円の支払と500円の報酬が同時に発生するような場合、支払を4500円に減らすのではなく、支払は5000円のまま、500円をキャッシュバックする方が利用者の効用は高くなることが分かる。また、個人属性の違いに着目すると、女性ダミーが支払の時間選好率に対し正に推定された。これは、女性は男性に比べ、事前に支払うことにより抵抗があることを示している。一方、報酬の時間選好率については負に大きく推定されたことから、女性は男性よりも報酬の価値が時間経過によって割引かれにくいと言える。図1、図2は名古屋、松山の支払の時間選好率の推定結果を用いて、5000円の支払が支払時期（基準時刻からの経過日数）によってどのように変化するかを表したものである。名古屋では、公共交通の利用頻度が週に10回の人は、6カ月後の5000円支払が基準時刻で約4500円支払うことと等価になる。一方、公共交通を利用していない人は、基準時刻で約4000円支払うことと等価であり、価値がより大きく割引かれていることがわかる。つまり、名古屋では公共交通を利用しない人は、将来の支払金額を低く見積もる傾向にあることが分かる。松山については名古屋とは逆の結果を示しており、公共交通の利用頻度が高い人ほど近視眼的な評価を行うものと考えられる。

表2 時間選好率の同時推定結果

名古屋		松山	
	推定値		推定値
支払の時間選好率(5000)	0.925	支払の時間選好率(5000)	1.34
支払の時間選好率(2000)	0.435	支払の時間選好率(2000)	1.35
報酬の時間選好率(5000)	1.69	報酬の時間選好率(5000)	0.767
報酬の時間選好率(2000)	2.68	報酬の時間選好率(2000)	0.856
1週間の公共交通利用回数(支払)	-0.0321	1週間の公共交通利用回数(支払)	0.0375
1週間の公共交通利用回数(報酬)	0.0804	1週間の公共交通利用回数(報酬)	-0.202
女性ダミー(支払)	0.107	女性ダミー(支払)	-0.109
女性ダミー(報酬)	-0.858	女性ダミー(報酬)	-0.302
年収(800万以上)ダミー(支払)	0.334		
年収(800万以上)ダミー(報酬)	0.445		
サンプル数	256	サンプル数	225

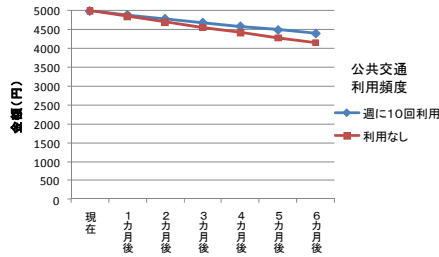


図1 5000円の支払の経過日数による価値(名古屋)

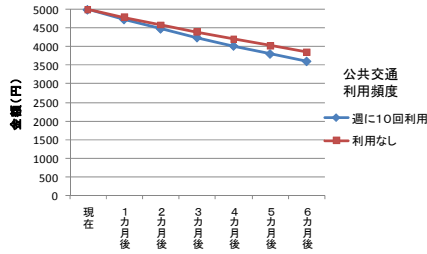


図2 5000円支払の経過日数による価値(松山)

5. おわりに

本研究では、利用料金の単純な値上げや割引のみならず、ポイント制やキャッシュバックのような多様な料金方式の効果を把握するために、複数回の利用を想定した公共交通運賃政策に対する利用者満足度の分析を行った。時間選好理論を援用し、支払や報酬の付与タイミングの違いによる満足度評価の差異を明示的に考慮した行動モデルを構築した上で検証を行った結果、同一原資でも支払や報酬の組み合わせ方により、利用者満足度が有意に異なることが判明した。加えて、時間選好率には地域差や個人差があるため、現在のような画一的な運賃方式に拘泥せず、ICカード等の認証技術を活用し、個人属性等に応じて異なる運賃方式を適用することで大きな費用対効果が期待できることが明らかとなった。

謝辞：本研究は、環境省「平成22年度環境研究総合推進費」(革新型研究開発領域，課題番号：RF-1012)の支援により実施された。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 佐伯大輔：遅延報酬の価値割引と時間選好，Japanese Journal of Behavior Analysis, Vol.16, No.2, pp.154-169, 2001.