

コミュニティサイクルの料金支払方式に関する基礎的考察*

Comparison of Fare Payment Methods for Community Cycle*

山田邦生**・秀島栄三***

By Kunio YAMADA **・Eizo HIDEISHIMA ***

1. はじめに

世界の諸都市で慢性的な交通渋滞による経済損失と温室効果ガスの増大が社会問題となっている。これらを解決させる一つの方策として、自転車を共同で利用するコミュニティサイクルシステムが注目されている。本研究ではこのコミュニティサイクルシステムの事業成立可能性について料金支払方式の観点から考察を加える。

2. コミュニティサイクルの現状について

(1) コミュニティサイクルの導入背景

近年、コミュニティサイクルシステム(自転車共同利用システム)が世界の各地で導入されている。自転車を都市内で共有化し、公共の交通手段とすることで、自転車の有効利用、駐輪スペースの有効利用などを実現する。複数台の自転車が24時間無人のステーションごとに設置され、利用者は一度借りた自転車を他のステーションに乗り捨てることもできる。

コミュニティサイクルシステムを導入することによって、環境、経済、景観、健康等の諸側面で好ましい効果が期待されることから、一つの都市交通の手段として注目されているが、本格的に導入する上では、地域において持続可能な事業運営の仕組みや組織を構築することが重要である。

コミュニティサイクルシステムの普及はヨーロッパが顕著である。ヨーロッパで成功した要因として、大規模な自転車専用道路の整備と、供給側が維持運営費を含めた費用負担の問題を解決したことが挙げられる。特に後者については、運営費を自転車自体に張り付けた広告

と街頭での広告収入に頼ったことで、利用者に安価な価格で自転車を提供し、多くの利用者を確保することができた。

我が国においても一部の都市でコミュニティサイクルシステムが導入されはじめ、また多くの都市で導入が検討されている。いずれの都市においても採算が合うか否か、利用され続ける見込みがあるかどうか、といった点から事業運営の持続可能性が課題となっている。

(2) 事業の成立条件

コミュニティサイクルシステムが成立するには次のような条件が必要であると考えられる。

- 1) 自転車が走りやすい環境であること
- 2) 安全で快適に乗れること
- 3) ステーション間の位置が適切な距離であること
- 4) 貸し出しがスムーズにできること
- 5) 利用料金が適切な価格であること

上述の条件について、自転車が走りやすい環境を作る道路整備などのハード面と、利用者に利便性を感じる仕組み作りのソフト面の両面に大きく分けて考えることとする。1)2)3)については主としてハード面での整備が求められ、4)と5)についてはソフト面での整備も強く求められる。

本研究ではこのうち利用者が利便性を感じるための仕組み作りであるソフト面に焦点を当てる。利用者が時間と金によって高い効用を得ることができる仕組みを明確化することが重要と考える。そこで利用者が料金をどのように支払うことが効率的と言えるか、考えうるいくつかの支払方法を挙げ、比較検討し、利用者にとって馴染みやすく、ひいては事業運営の持続可能性を担保する方式を明らかにする。

3. 交通消費行動のモデリング

(1) 支払方式の特徴

コミュニティサイクルを持続的に運営していくためには社会的に意義のある交通手段として広く

*キーワード：公共交通計画、自転車交通、交通ICカード

**学生員、名古屋工業大学大学院工学研究科博士前期課程
(名古屋市昭和区御器所町、

TEL 052-735-5586、FAX 052-735-5586)

***正員、博士(工学)、名古屋工業大学大学院工学研究科

認知され、多くの利用者に利用されなければならない。そのためには、より多くの利用客を獲得すると同時に一定以上の固定利用客を確保していくことが望ましい。そこで利用頻度の高い人には割安となる料金体系を採用する仕組みを検討すべきである。これを実現するには、利用者が料金を支払う際の料金体系とその支払方法において適切なものを選択するべきであろう。

現在公共交通機関や有料駐車場で広く利用されている料金支払方式のうち、クレジットカード、電子マネー、プリペイドカードの3方式がコミュニティサイクルシステムの料金支払方式に採用されると想定した。表-1では上記の料金支払方式とそれぞれの特徴を挙げている。また、現金支払方式を比較参照基準として考慮に入れることとする。ただし、実際には異なる特典が付加されている例もある。複数の方式を組み合わせることも可能である。

クレジットカードでは、利用実績に応じてマイレージポイントが蓄積され、以降の利用でポイントを活用することが出来る。現状では都市内公共交通機関ではあまり利用されていない。そのため利用頻度は小さい。電子マネー(交通ICカード)は最近普及が拡大している方式で、都市部で他の消費(買物)と組み合わせて利用されることが多い。発行枚数の増加を受けて利用頻度は大きくなっている。利用実績に応じたポイントが買物で使えるなど、利用した事実に対して実質的に値引きがされていると捉えることが出来る。プリペイドカードは、数%分のプレミアムが付加されており、購入後の利用に対して実質的な値引きがされている。しかし近年の電子マネーの普及に伴い廃止している交通機関も多いため、利用頻度は年々減少している。

表-1 4つの支払方式

支払方式	特徴	実例	利用頻度
電子マネー	利用実績に応じたポイントがキャッシュバックされる／無記名：カードにポイントが記録される	Suica PASMO	中
クレジットカード	利用実績に応じて以降の利用で特典が使える／記名：アカウントにマイレージが記録される	ANA Mileage カード	小
プリペイドカード	予め限度額に対してプレミアムが付加される／無記名：カードにプレミアムが付く	オレンジ カード	小
現金	手軽である／その都度決済される		大

(2) 料金支払方式の定式化

各料金支払方式の特徴を数式で表現し、個人(家計)の効用を最大にさせるコミュニティサイクルの利用回数について検証する。利用(回数)に応じて事後に減額が行われる場合は減額前後の2期間の問題として定式化する。すなわちある個人が1期目にコミュニティサイクルを利用する回数を x_1 、2期目に利用する回数を x_2 、全期を通じた合成財の消費量を z とすると個人の効用は式(1)に示す通りである。

$$U = U(x_1, x_2, z) \quad (x_1, x_2, z > 0) \quad (1)$$

第1期のコミュニティサイクル料金を p_1 、第2期の料金を p_2 、合成財の価格を l 、所得を y とすると予算制約式は以下の数式で表すことができる。

$$y = p_1 x_1 + p_2 x_2 + z \quad (2)$$

個人は式(2)のもとで式(1)に示す効用を最大化する。以下料金支払方式ごとに効用最大化問題を定式化する。

a) 電子マネーでは、消費と同時に一定率だけキャッシュバックされることとする。料金の正規額を P 、キャッシュバック特典率を $s(>0)$ とすると料金 p_1 、 p_2 について式(3)のように定式化される。

$$p_1 = p_2 = p = P - sx \quad (3)$$

この場合に家計の効用最大化問題は式(4)、(5)のように表すことができる。

$$\max U(x, z) \quad (x, z > 0) \quad (4)$$

$$s.t. \quad y = (p - sx)x + z \quad (5)$$

b) クレジットカードでは利用実績に応じて(マイレージ)ポイントが付加され、以降の利用でそのポイントを使うことができることとする。 $m(>0)$ をマイレージ特典率とすると料金 p_1 、 p_2 について式(6)のように定式化される。

$$p_1 = P, p_2 = P - mx_1 \quad (6)$$

また予算において合成財の第1期と第2期の支出比率を第1期 $k(0 < k < 1)$ 、第2期 $1 - k$ とすると効用最大化問題は式(7)~(9)のように表すことができる。

$$\max U(x_1, x_2, z) \quad (7)$$

$$s.t. \quad y_{t=1} = Px_1 + kz \quad (8)$$

$$y_{t=2} = (P - mx_1)x_2 + (1 - k)z \quad (9)$$

c) プリペイドカードでは一定率のプレミアムが付いている。コミュニティサイクルの利用料金を P とし、無料となる場合を0とするプレミアム特典率を $e(0 < e < 1)$ とすると、プリペイドカード使用時

の実質的な料金 p_1 、 p_2 について式(9)のように定式化される。例えば 3200 円で 4000 円分使えるとき、 $e=0.8$ である。

$$p_1 = p_2 = p = eP \quad (10)$$

この場合に家計の効用最大化問題は式(11)、(12)のように表すことができる。

$$\max U(x, z) \quad (11)$$

$$s. t. \quad y = ePx + z \quad (12)$$

d) 最も一般的に使われている料金支払方式は現金支払である。現金支払ではその都度決済されることから、第2期に利子率 $r (>0)$ が付くとして料金 p_1 、 p_2 について式(13)のように定式化される。

$$p_1 = P, p_2 = (1+r)P \quad (13)$$

また予算において合成財の第1期と第2期の支出比率を第1期 $q(0 < q < 1)$ 、第2期 $1-q$ とすると効用最大化問題は式(14)~(16)のように表すことができる。

$$\max U(x_1, x_2, z) \quad (14)$$

$$s. t. \quad y_{t=1} = Px_1 + qz \quad (15)$$

$$y_{t=2} = (1+r)Px_2 + (1-q)z \quad (16)$$

(3) 最適利用回数の導出

料金支払方式ごとにコミュニティサイクルの最適利用回数 x^* 、もしくは第1期、第2期それぞれの最適利用回数 x_1^* 、 x_2^* 、合成財の最適消費量 z^* を求める。具体的な最適解を求めるために本稿では式(17)のようなCobb-Douglas型効用関数を用いる。

$$U(x_1, x_2, z) = x_1^a x_2^b z^c \quad (17)$$

(ただし $0 < a < 1$, $0 < b < 1$, $0 < c < 1$)

4. 分析と結果

各料金支払方式における最適利用回数を求め、パラメータ値を変えたときの変化を確認するとともに方式間の比較考察を行う。標準的なパラメータ値として $a=0.1$ 、 $b=0.1$ 、 $c=0.1$ 、 $p=1$ 、 $y_1=5$ 、 $y_2=5$ 、または $y=10$ 、 $k=q=0.5$ と設定した。

電子マネーでは、 x 、 z の最適解はそれぞれ下記のように求められる。

$$x^* = \frac{p(a+c) + \sqrt{p^2(a+c)^2 + 4s(2c+a)y}}{2s(2c+a)} \quad (18)$$

$$z^* = \frac{-2cs(x^*)^2 + cpx^*}{a} \quad (19)$$

プリペイドカードでは、 x 、 z の最適解はそれぞれ下記のように求められる。

$$x^* = \frac{a}{e(a+c)p} y \quad (20)$$

$$z^* = \frac{c}{(a+c)p} y \quad (21)$$

クレジットカードと現金では最適解が解析的には求まらないため数値計算を行うこととする。

a) 電子マネー

キャッシュバック特典率を大きくさせるにつれ、コミュニティサイクルの利用が増大し、合成財の消費が減少する。式(5)に示すようにパラメータ値に応じて一定以上のコミュニティサイクルの利用が不可能となる。換言すればキャッシュバック特典率には上限を設定しなければならない。

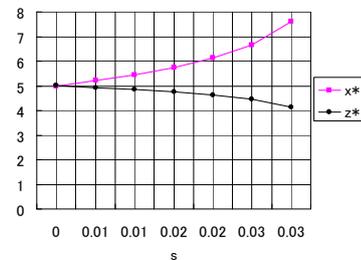


図1 キャッシュバック率 s による利用回数の変化

b) クレジットカード

クレジットカードでは、マイルージ特典率を大きくさせるにつれ、コミュニティサイクルの利用が増大し、合成財の消費が減少する。加えて、第1期に比して第2期の消費量が大きく増大する。第1期で貯めたマイルージを第2期で利用することで効率的に効用を高めることが出来る。

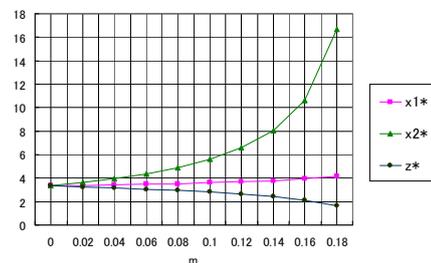


図2 マイルージ特典率 m による利用回数の変化

c) プリペイドカード

プレミアム特典率を大きくさせるにつれ、コミュニティサイクルの利用が減少する。この方式では合成財の消費量は変化しない。

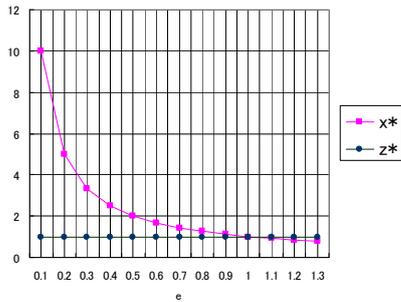


図3 プレミアム特典率 e による利用回数の変化

d)現金支払

利率を大きくさせるにつれ、第2期のコミュニティサイクル利用が低下する。第1期の利用と合成財の消費は変化しない。

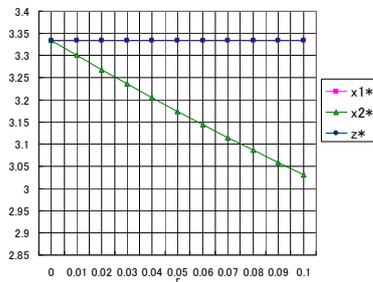


図4 利率 r による利用回数の変化

図1～図4はコミュニティサイクルの正規額を $P=1$ と

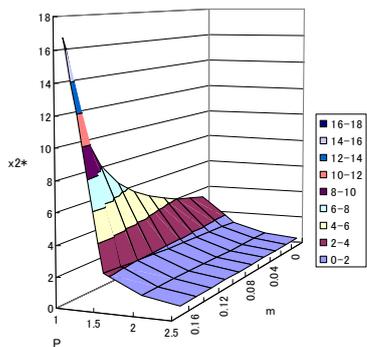


図5 価格変化の影響（電子マネー）

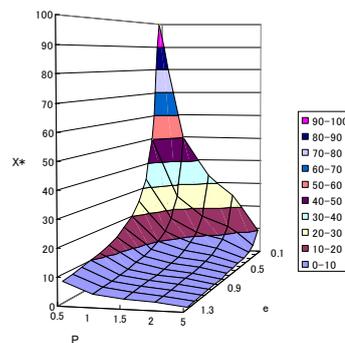


図7 価格変化の影響（プリペイド）

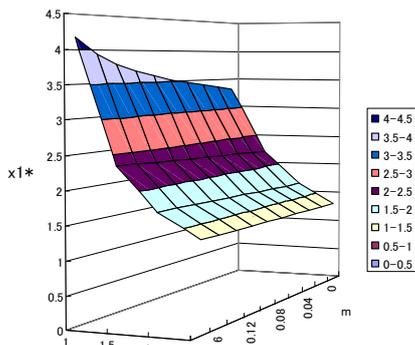


図6-1 価格変化の影響（クレジット第1期）

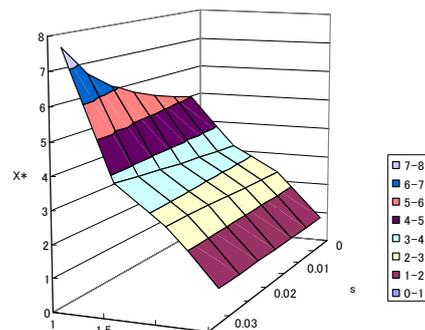


図6-2 価格変化の影響（クレジット第2期）

して諸パラメータによる利用回数の変化を観察した。次に P を0.5, 1, 1.5, 2, 5と変えてみる。電子マネー（図5）では P が大きくなるほどキャッシュバックの効果が薄れ、利用回数に変化しなくなる。クレジットカード（図6）では第1期、第2期とも回数そのものは大きく変わるがマイレージの効果の変化はさほど大きくない。プリペイドカード（図7）では P が大きくなるほどプレミアム効果が薄れていく。

5. おわりに

コミュニティサイクルの料金支払方式として採用しうる4つの方式について比較検討を行った。ただし、供給側も含めた市場全体としての把握ができていない。また多くの支払方式では他の消費行動と組み合わせた形で消費が行われている。特に所得を交通に割り当てる予算と捉えれば、合成財を自動車交通や公共交通の消費と見なし、それらと共通に利用される支払方式として考察することも可能である。今後の課題とする。

参考文献

- 1) 経済産業省：2008年市場調査，2008。
- 2) 奥野正寛，篠原総一，金本良嗣：交通政策の経済学，日本経済新聞社，1989。
- 3) 株式会社矢野経済研究所：鉄道系IC乗車市場に関する調査結果，2009。