

共通プリペイドカードによる都市圏内公共交通乗車記録の特性分析*

Data Characteristics of Integrated Stored Fare Card System in Urban Public Transport *

岡村敏之**・藤原章正**・神野優***・杉恵頼寧**

By Toshiyuki OKAMURA**・Akimasa FUJIWARA**・Masaru KANNO***・Yoriyasu SUGIE**

1. 背景および目的

都市内公共交通では、プリペイドカードを駅の自動改札機や車内のカードリーダーに直接挿入して運賃を支払うことのできるシステムが導入されつつあり、さらに都市圏内で共通して利用可能なシステムも広がりつつある。このシステムにより、利用者は運賃を自ら確認する必要はなく、また乗車券を購入したり現金での支払いをしたりすることなく、スムーズに公共交通を利用することができる。またこの種のプリペイドカードシステムは、従来では実施が難しかった多様な乗り継ぎ割引等の設定も可能となるなど、利用者にとってのメリットは大きい。

多くのカードシステムでは、カード利用者の乗車記録(乗降地点・時刻、利用金額等)が自動改札機やカードリーダー内のメモリに逐次蓄積される。これらのデータ収集システムの主目的は、各事業者内での乗降人員・利用金額等の把握やOD表作成のほか、カードシステムが複数事業者で共通化している場合では事業者間の精算である。しかし、それ以外にもこの乗車記録データは大きな可能性をもっている。都市圏内でカードシステムが共通化されていれば、各事業者のデータを統合することで、異事業者間の乗換客数や乗換時間などのデータが収集可能であり、さらに都市圏全体のカード利用公共交通利用者のトリップが把握可能となる。しかし、このような、複数事業者のデータ統合による「都市交通計画データ」としての活用はほとんど行われていない。

本稿では、広島都市圏の共通プリペイドカードの乗車記録を対象として、いくつかの事例分析を通して、カードデータを都市交通計画等に活用する上での、データの有効性・可能性および問題点の整理を目的とする。

2. 広島共通プリペイドカードシステムの概要およびデータの基本的な特徴

広島都市圏の共通プリペイドカードシステムは、1987年11月の中国地方交通審議会の答申に基づき開発が着手され、1993年3月より都市圏内の路線バスで第一次運用が開始された。以後、機器搭載車両の拡大、広島高速交通(新交通:アストラムライン)との共通化、広島電鉄(鉄道・軌道)との共通化などを経て、現在では広島都市圏のJR以外のほぼ全ての公共交通機関(路面電車、路線バス、新交通システム)で利用可能である。全公共交通利用者の約半分がカードを利用しており、1週間あたり約150万回の利用がある(2000年10月)。

さて、都市交通計画の一般的な基礎データであるパーソントリップ(PT)調査等では、個人属性・世帯特性・全交通手段のトリップのデータを網羅しているが、費用の大きさ、有効回答率の低さ、調査間隔の長さ(10年に一回、ある一日のみ)に問題がある。一方カードデータは、カード利用の公共交通トリップのみで、世帯特性・個人属性などを知ることはできないが、毎日の大量かつ全数の乗降場所・日時データを正確かつ安価に収集することができる。また、カードリーダーにはカード発行番号も記録される(図1)ので、1枚のカードを特定の1人が利用していると仮定すれば、駅間(バス運賃帯間)OD表が時間帯別に作成可能だけでなく、全事業者のデータを統合することで、公共交通の乗り継ぎを含めた個人の全トリップを、カード残度数が0になるまで毎日追うことが可能である。

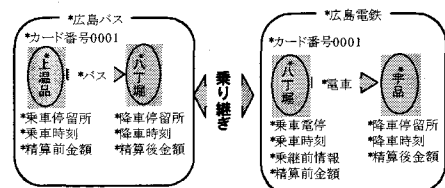


図1 プリペイドカードによる乗車記録の例

* キーワーズ: プリペイドカード, 公共交通, 交通調査

**正員、博(工)、広島大学大学院国際協力研究科開発科学専攻
739-8529 東広島市鏡山1-5-1、TEL/FAX 0824-24-6922

***学生員、広島大学大学院国際協力研究科開発科学専攻

以下では、2000年10月の4週間における広島都市圏のカード乗車記録(路面電車・主要バス事業者。新交通システムおよび一部の小規模事業者は対象外)から、カード番号ベースで20%抽出したデータ(1405756件)を用いて分析を行う。

3. カードデータの活用におけるデータ処理上の問題点

もともとカードシステムは、運賃支払いおよび精算を目的としたものなので、このデータを都市圏内の公共交通利用データとして活用するには、いくつかの課題がある。

(1)乗降日時・地点の記録の欠損発生

乗降日・時刻および地点の記録を対象に、データの欠損および誤記録の発生状況を確認する。本システムでは、「精算システム上発生したデータ欠損」「カードリーダーの故障など、その他の要因による欠損・誤記録」が存在する。前者は主に、利用者が何らかの理由で乗車時にカードをリーダーに通さなかったことなどにより、乗車時の時刻・地点の記録が欠損しているものである。乗車時刻・地点のデータ欠損は、運賃精算業務上ではバス運転手が手動で金額を入力すること等で特に問題はないが、都市交通データとしては致命的な欠損である。

図2に、ある平日一日のデータを対象に、データの欠損状況を示す。乗車降車時の日時・場所が記録されている「欠損なし」「精算額のみ欠損」の割合は94.7%をしめ、欠損データを含む乗車データの割合は小さい。よってカードデータは、乗降時刻・地点を把握するデータとして問題はないと言える。

	乗車人数(人)	割合
欠損なし	20810	88.0%
精算額のみ欠損(下車時に残度数不足発生)	1587	6.7%
乗降時刻・場所の欠損(乗車時にカードを通さず)	725	3.1%
その他の欠損	514	2.2%
全乗車人数	23636	100.0%

図2 乗車日・時刻および地点のデータ欠損の割合

(2)カード番号を利用した個人のトリップ把握の可能性

一人が1枚のカードを残度数0まで使用していると仮定できれば、そのカード番号の乗車記録を追うことで、あるカード保有者のある程度長い期間での全トリップを把握可能である。しかし、①残度数0となるまでの期間が短い場合や②同一個人が同時に2枚以上のカードを保有している利用者が多い場合などには、この種の情報の把握は困難となる。

カードシステムでは、運賃支払い時にカード残度数が不足となった場合に、カードを追加して挿入して精算(「追加精算」)することができる。そこで、カードを残度数0まで使用する人は、追加精算時に新品カードで精算し、カードを2枚以上保有している人は追加精算時に一部使用済みカードで精算すると考えれば、追加精算した件数のうち、1)新品のカードで精算した件数と2)一部使用済みのカードで精算した件数とを比較することで、(カード残度数が0となる確率がランダムであると仮定すれば)2枚以上カードを保有している人の割合を推計できる。

図3に結果を示す。カードが残度数0となる確率は7.1%であるので、度数0になるまで平均14.1回乗車すると考えることができ、ある程度の期間の個人のトリップが把握可能なことがわかる。また、一部使用済みカードでの追加精算の割合は21.2%で、使用済み金額200円以下のケース(約1回乗車しただけのカードで精算)を除いても、17.4%にもなっている。このことから、カードデータでトリップベースの分析を行う際には、データの補正が必要と言える。

カード総利用件数(A)	23636件
下車時に残度数不足発生(B)	1667件
B/A (=カードが残度数0となる確率)	7.1%
新カードで追加精算(C)	871件
一部使用済みカードで追加精算(D)	354件
うち、使用済み金額200円以上のカードで精算(E)	290件
D/B (=カード複数保有者の割合①)	21.2%
E/B (=カード複数保有者の割合②)	17.4%

図3 追加精算時のデータから見たカード利用状況

4. カードデータによる分析事例

(1)乗車時間分布の算出(既存調査との比較)

図4・図5に、1987年の広島都市圏PT調査データとカードデータの路面電車乗車時間分布を示す。図4は1分間隔、図5は5分間隔で集計したものである。図より、PT調査は回想記入による調査であるため、回答者は細かい時間を把握できておらず、5分間隔の集計でも、PTデータでは10分ごとに凹凸があることがわかる。一方カードデータでは、一分ごとの正確なデータが取得できる。首都圏等と異なり、公共交通の乗車時間の短い広島のような都市圏では、このような1分単位のデータが貴重である。

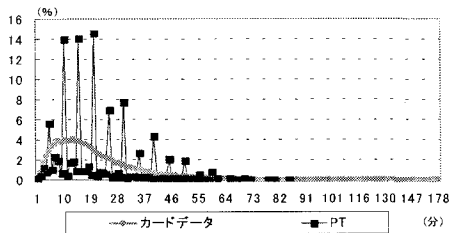


図 4 カードデータと PT 調査の乗車時間分布(1 分間隔)

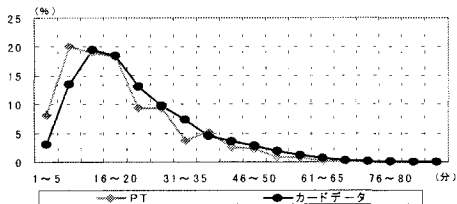


図 5 カードデータと PT 調査の乗車時間分布(5 分間隔)

(2) 日変動データの取得

公共交通では、ある一日での乗車人員や、定期券利用者の乗車人数等は従来の調査データ等からも容易に把握可能であったが、通勤通学以外の非定常トリップや 1 週間単位といった一定の期間内での利用特性データの取得は難しかった。これらのような利用特性は、カードデータによって、カード利用者のみであるが把握が可能である。

図 6 に、路面電車のある区間断面における平日・休日各 1 日の時間帯別断面通過人員(20%抽出)の例を、図 7 に一週間における同区間の断面通過人員(20%抽出)の推移の例を示す。図 6 より、平日における朝夕の利用集中や、休日には日中の利用の多いことなどが詳細に把握できる。また図 7 から、平日の中でも利用者数に変動があることが確認できる。

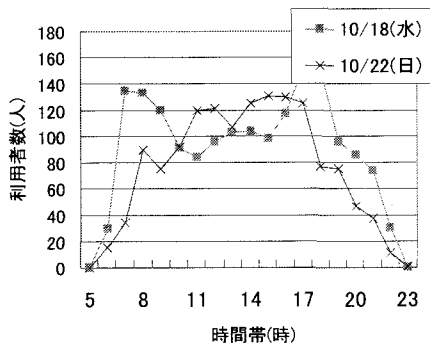


図 6 平日・休日の断面での時間帯別通過人員

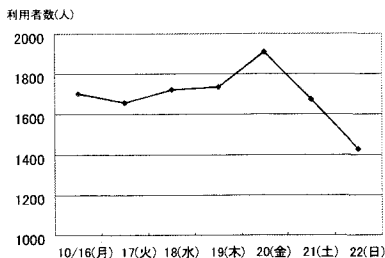


図 7 ある断面での通過人員の日変動

(3) 異モードの乗継時間・乗継人員の把握

バスから路面電車への乗り継ぎ(60 分以内)について、八丁堀(中心商業地区)と西広島(市街西部のターミナル)での時間帯別乗継者数分布(割合)・平均乗継時間を示す(図 8)。このような、異モード(異事業者)間の詳細な乗継データは、共通カードデータ以外では取得が難しいものである。

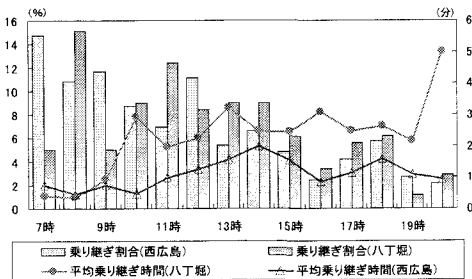


図 8 時間帯別乗継割合・平均乗継時間

両地区ともに、通勤時間帯において乗り継ぎ頻度が高くかつ乗継時間が短いのが分かる。一方、昼間に注目すると、八丁堀では西広島より電車が高頻度で運行しているのに関わらず、乗継時間が長い。これは、八丁堀が商業地区であり、乗継時間に買い物等をしていることがわかる。また西広島は、通勤時間帯に比べて昼間の乗継時間が長いことと、八丁堀と比較すると私用に費やす時間が短いことを考慮すると、商業集積地としての魅力度があまり高くないか、異種交通機関の乗り継ぎが円滑に行われていないことが分かる。

(4) 公共交通利用者の中心市街地での滞在時間

同一のカード番号による利用を追えば、ある地点における利用者の滞在時間がわかる。例えば、広島市内の中心市街地(紙屋町、八丁堀、本通)で路面電車を下

車し、再び中心市街地から路面電車に乗車したトリップのうち、そこを目的地としている者(乗り継ぎを除いた者)の滞在時間が算出できる。図9・図10は、上記で求めた各人の滞在時間を累積して、平日および休日での、ある時刻における路面電車利用者の広島市中心市街地での滞在者数の時間的推移を示したものである。

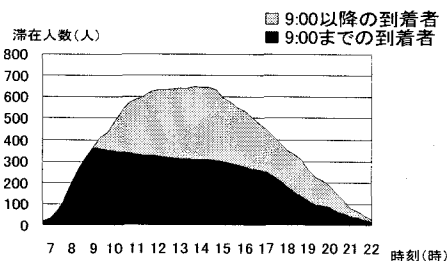


図9 路面電車利用者の広島中心市街地における滞在者数の時間的推移(平日)

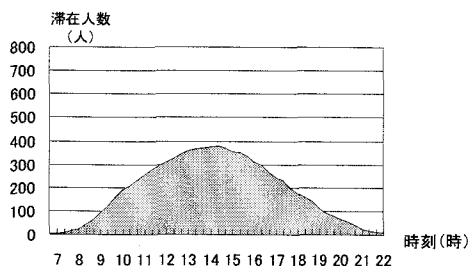


図10 路面電車利用者の広島中心市街地における滞在者数の時間的推移(休日)

図9から、平日の9時以前に到着するものの多くが17時以降まで滞在していることから、この周辺での従業員であることがわかる。また通勤者以外の買い物や用務などでの滞留人員も、時間ごとに把握可能である。中心商業地等の集客力などを検討する際にも、カードデータが有効であることがわかる。

(5)個人の利用頻度に着目した分析

各プリペイドカードには、固有の連続番号が割り振られており、この番号を追跡することによって、あるカード利用者がどの経路や区間を、どのくらいの頻度で利用したか把握することができる。図11に、10月17日にある路面電車の停留所を発着した乗降記録(12311サンプル)について、その前後5日間の計11日間(10/12~10/22)において同一カードにより同一区間(上下)を利用した回数の分布を示す。

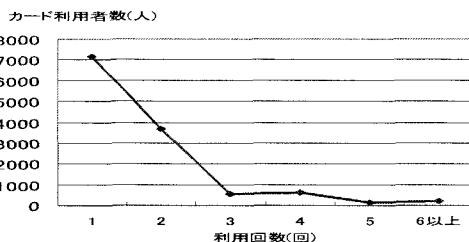


図11 一定期間内での特定区間の一人あたり利用回数

図から、期間内におけるカード利用者の同一区間利用回数は、2回以下がほとんどであることがわかる。カードの残度が0になったり、複数のカードを併用していたりする利用者が存在していることを考慮しても、片道のみ(1回)の利用が非常に多く、往復で利用する交通手段が異なっていることがわかる。従来の交通行動分析では、公共交通を利用した場合の往復経路は同一と仮定して発生・集中量などの推定を行ってきたが、カード利用者では、この仮定が必ずしも当てはまらない状況が発生していることになる。3.(1)(2)で述べたようにカードの記録だけでは完全に個人の行動を把握することが困難な場合もあるが、カードデータにより、このような公共交通の非定常のトリップ特性が把握できる意義は大きい。

5. まとめ

情報技術の発達により、このカードシステムの他にも、道路におけるナンバープレート読みとり装置(AVI)などに代表されるように、常時観測の詳細な交通データが安価に取得できるようになっている。これらのデータの本来の使用目的とは異なるが、交通計画等にもこの種のデータを積極的に活用していくことが重要であろう。公共交通のプリペイドカードシステムについても、共通化のメリットを生かして、都市圏内の全事業者のカードデータを交通政策策定の基礎データとして利用していくことを積極的に検討することが必要であろう。最後に、本研究の遂行にあたり、データを提供して頂いた、社団法人広島県バス協会・広島電鉄株式会社をはじめとする関係各事業者に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 田中芳和、村上康紀、井上浩、桑原雅夫他：首都高速道路におけるOD交通量の日変動に関する研究、交通工学、第36巻1号、pp49-58、2001
- 2) 広島電鉄：会社要覧、2000