

スマートカードの利用履歴データを用いた 熊本市電利用者のミクロ特性分析

○ 熊本大学 学生員 宮崎一貴
熊本大学 正会員 溝上章志

1. はじめに

全国的に自動車の分担率が上昇し、公共交通利用数は減少傾向にある。熊本市においても同様に、公共交通全体で減少傾向にある。しかし、熊本市中心部を走る路面電車は微増傾向にある。考え得る要因としていくつか挙げられるが、具体的なものはわからない。利用者にとって便利で信頼性の高いサービスを行うために、利用特性を把握する必要があると考えられている。

近年では、公共交通を利用する際の乗車券や決済手段としてスマートカードが導入されている。熊本市内の公共交通においては全国共通相互 IC カードや熊本地域振興 IC カードが利用されている。

スマートカードの決済を行うために集められている利用履歴データを用いて研究が国内外問わず行われており、熊本市電においても、2014 年度を対象に分析が行われている。¹⁾

本研究は熊本市電の利用履歴データを用いて、公共交通機関の利用促進を図るために、行動特性や時間的变化に着目し、より長い期間にわたって分析を行う。

2. データ概要

本研究で利用するデータは熊本市交通局から提供していただいた全国相互利用交通系 IC カードの利用履歴データを用いる。期間は、2014 年 4 月から 2018 年 9 月の 54 か月分のデータである。

IC カードが観測された日別利用者数を示す。(図 1)

熊本市電に IC カードが導入されてから右肩上がりの傾向がみられる。同時期の熊本市電の沿革を(表 1)に示す。IC 定期券を運用後から利用者が急激に増えたことが分かる。

3. 単純集計

3.1 データセット

カードの種別の比をそのままに 1 万人分を抽出した。1 万人分の利用分布は以下のように(図 2)になった。

利用者の多くは 1 回程度の利用にとどまっているこ

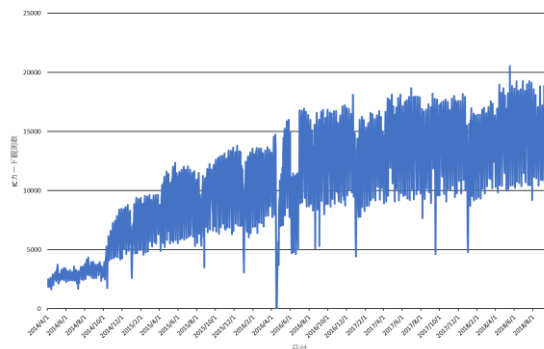


表 1 熊本市電の沿革

時期	内容
2014/3/28	でんでんnimoca(全国相互利用交通系ICカード)
2014/10/1	IC定期券運用開始
2015/8/7	熊本地域振興ICカードの運用開始
2016/2/1	150円から170円に値上げ
(2016/3/13)	バスで全国相互利用交通系ICカードが運用開始
2016/4/14	熊本地震 (前震)
2016/4/16-19	熊本地震の影響より運行取りやめ(一部を含め)

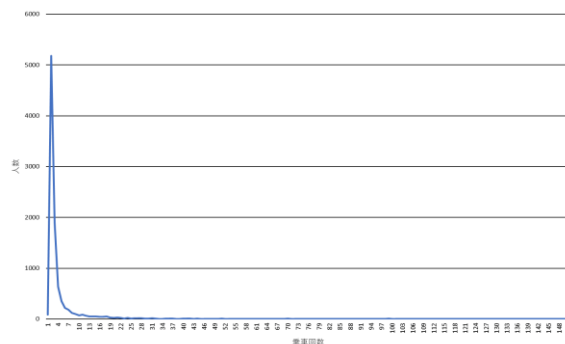


図 2 1 万人・54 か月の乗車回数

とが分かる。利用履歴データの性質上、個人属性や利用目的について検討することが出来ないが旅行者などであると考えられる。

3.2 定期利用

熊本市電では、IC 定期券を 2014 年 10 月 1 日から導入されている。1 ヶ月・3 ヶ月・学期定期の 3 種類が運用されている。今回の 1 万人分の中に 1 度でも定期で決済した利用者は 145 人であった。

利用履歴データには利用した日のみ、定期での決済と記されている。そのため、利用していないが定期の有効期限内であるという状況となるので、一週間後の利用状況を踏まえ、適宜補完することにする。

3.3 特性・時間的变化をみるデータセット

時間的变化や特性を分析するために3か月に1回(18回)以上が利用している697人を対象に一般化状態空間モデルを用いて状態推定を行う。

旅行者などの特別な事情での乗車ではなく、普段の生活で利用している利用者に更に公共交通に乗ってもらうことを目的とし、18回以上の制約を設けた。

4. 状態空間モデル

4.1 一般状態空間モデル・推定

一般状態空間モデルは状態モデルと観測モデルの2つの式で成り立っている。状態モデルでは一次のマルコフ過程に基づき表現する。状態ベクトルは観測不可能な変数を用いて説明する。観測モデルは状態モデルで求めた状態ベクトルを用いて観測値を推定する条件付き確率である。

4.2 状態ベクトル

今回は、状態ベクトルには12変数を導入する。

- ・時間的变化を表すトレンド
- ・曜日ごとの変化を示す曜日トレンド(6変数)
- ・雨の影響を示す変数
- ・1日の平均気温(1度あたり)が影響するかを示す気温変数
- ・国民の祝日や盆・正月などの祝日の変数
- ・運賃(1円あたり)の影響を示す変数
- ・定期利用の有無についての変数

4.3 観測ベクトル

観測ベクトルには、乗車の有無のダミー変数を導入する。

4.4 状態モデル

状態モデル以下の通りに示す。

$$x_t = Fx_{t-1} + \varepsilon$$

x :状態ベクトル t :時間 ε :誤差 F :状態ベクトルの更新する行列

今回状態推定にあたり、誤差項は既知数とし、平均0、分散1の標準正規分布に従うと仮定する。

初期の状態ベクトル x_0 には、平均0、分散1の標準正規分布に従うと仮定する。

4.5 観測モデル

観測モデルは以下の通りに示す。

$$P(y) = \begin{cases} 0, & p < 0.5 \\ 1, & p \geq 0.5 \end{cases}$$

$$p = \frac{\exp(V)}{1 + \exp(V)}$$

y :観測ベクトル(乗車のダミー変数) p :選択確率 V :効用

4.6 効用関数

効用関数に状態モデルの値を導入する。

$$V = G_t x_t + \omega$$

$$-740 \leq V \leq 709$$

V :効用関数 G :観測された値を導入 x :状態ベクトル
 t :時間 ω :誤差

誤差は状態モデルと同様に既知数とし、平均0、分散1の標準正規分布に従うとする。

観測された値とは、気温や雨、運賃、定期有無に関するダミー変数や週トレンドの推定日を抽出するための値を入れたベクトルである。

効用の値は大きくなればなるほど乗る効用が大きくなるが計算機の都合上計算が出来るため、上限・下限を設ける。

4.7 推定について

4.1から4.6を踏まえ、粒子フィルターを用いて推定をした。平滑化には固定ラグ平滑化を用いて、ラグは30とした。

5. 推定結果

状態空間モデルで得られた10人の平滑化後の効用の値である。(図3)上が乗車に対する効用が高く、左から右に時間変化している。この結果よりいくつかのグループに分けることが出来るのではと考えている。

6. おわりに

状態モデルで得られた変量から特性分析や時間的变化については、クラスター分析を用いてグループ別の検討を行い公共交通の利用促進に与える要因について分析する予定である。結果は発表時に紹介する。

参考文献

森田 琢雅, 溝上 章志, 中村 嘉明, ICカードデータによる熊本市電利用者の行動特性分析とダイヤ編成への活用, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 2017, 73 巻, 5 号,

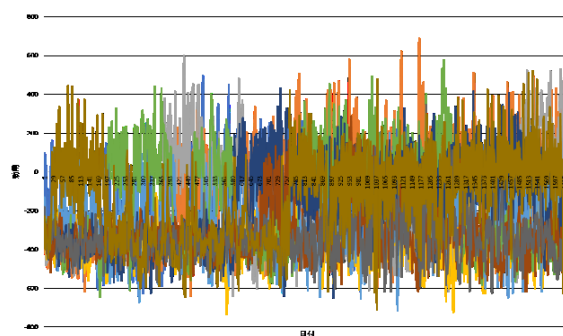


図3 10人の効用