

スマートカードから得られる交通系ビッグデータを用いた

熊本市電利用需要の特性分析

自然科学研究科 社会環境工学専攻 吉塚 卓史

1. はじめに

(1) 公共交通機関とビッグデータ

近年、日本で公共交通利用者が減少しており、公共交通機関では利用者に利便性の高い適切なサービスを行うために、その需要変動を把握することが一つの課題となっている。また、平成 26 年 3 月から熊本市で全国相互利用可能な IC カード「でんでん nimoca」を熊本市電に導入し、料金の決済データなどのいわゆるビッグデータが入手可能になった。

本研究では、市電で導入されている全国相互利用 IC カードから得られる利用履歴データを利用して、状態空間モデルを適用することで市電利用需要の時系列的変動の把握を目指す。具体的には、まず IC カードデータを集計して乗車人数を求め、また、個人が市電に乗る乗車効用を潜在変数として導入し、これらの値が長期的な変動や周期的な変動といった複数の成分の和で表現できると仮定する。次に、これらの値を観測値として、各成分に分解するモデルを定義し、それぞれの時系列変動を追うことで需要変動特性と利用者特性を分析していく。それぞれ、集計型の市電利用需要モデルと個人の利用者行動モデルを導入する。

(2) 利用データの概要

熊本市交通局に蓄積された 2014 年 4 月 1 日から 2018 年 3 月 31 日までの 4 年間に熊本市電で利用された IC カードのうち、全国相互利用 IC カードの利用履歴データを利用する。データ項目を表-1 に、乗車人数データの推移を図-1 に示す。乗車人数データを詳細に見ていくと、データの変動は数年間にわたる長期的な変動と 1 週間単位の周期的な変動を含み、また当日が祝日、あるいは雨天である場合に影響を受けていると考えられる。

2. 市電需要の分析モデル

熊本市電需要の時系列的な変動を把握するための、状態空間モデルを以下に示す。

$$x_t \sim p(x_t | x_{t-1}, \theta) \quad (2.1)$$

$$y_t \sim p(y_t | x_t, \theta) \quad (2.2)$$

式 (2.1), (2.2) はそれぞれシステムモデル、観測モデルと呼ばれ、観測ベクトル y_t は同一時点の状態ベクトル x_t に依存してきまり、状態ベクトル x_t は前の時刻の状態ベクトル x_{t-1} に依存して決まる。 θ は 2 つの確率密度分布を特徴づけるモデルのパラメータベクトルである。これらのモデルは時点 t ($t = 0, 1, \dots, N$) に観察される観測ベク

表-1 IC カードのデータ項目一覧

期間	データ項目
2014 年 4 月 1 日 ～ 2018 年 3 月 31 日	カード ID, 券種, 利用日時 (分単位), 乗車電停, 降車電停, 乗車人数, 車両番号, 系統, 処理コード 等

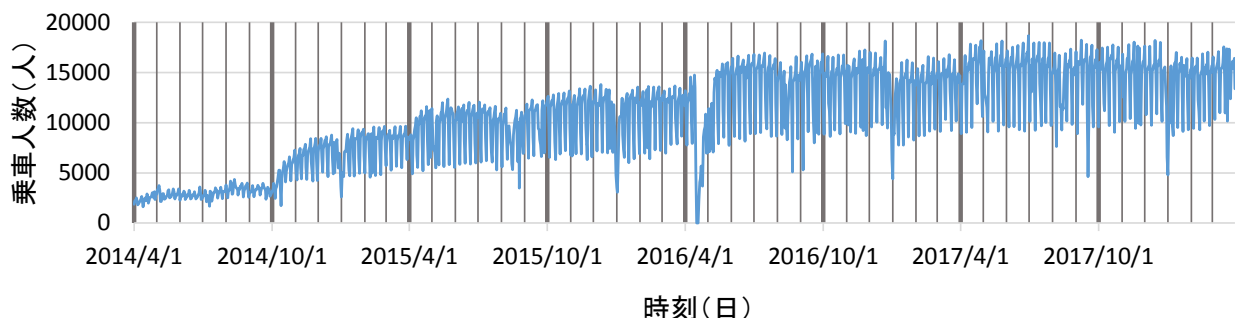


図-1 乗車人数の推移

トル $\mathcal{Y}_t$ と、直接的には観察されない状態変数を要素として含む状態ベクトル $x_t(t = 0, 1, \dots, N)$ の変動を表現する。状態空間モデルのより詳細な解は北川(2005)¹⁾の文献を参照されたい。本研究では、乗車人数と乗車効用はトレンド成分、曜日成分、祝日成分、天候成分の4成分で構成されるとし、これらを状態変数として設定する。そして、時点ごとに予測、フィルタ、平滑化と呼ばれる三つの作業を行うことで、各時点の状態を推定し、最終的にそれぞれの成分の全体的な変動を見て考察を行っていく。

3. 状態推定結果

集計型の市電利用需要モデルは、観測値を全体の乗車人数とした場合と、熊本駅前と通町筋間、健軍町と通町筋間、新水前寺駅前と通町筋間の乗車人数とした場合の全4パターンで分析を行った。図-2に、全体の乗車人数とトレンド成分を示す。これを見ると、2017年度まではトレンド成分は増加しており、2018年度からは増加が収まっているように見える。この増加は、トレンド成分がICカード普及率の上昇による変動を含んでいることによるものだと考えられる。

個人の利用者行動モデルでは、2017年4月からの1年間を対象に合計100日以上乗車した個人3名をサンプルとして取り出し、その利用特性を分析した。それぞれnimoca、SUGOKA、Suicaを利用している。図-3に祝日成分と天候成分をまとめたものを示す。これを見ると、天候の影響で乗車効用が受ける影響が、個人ごとに異なっているのが分かる。他のトレンド成分、曜日成分についても、個人ごとに値の変動が異なり、それぞれ特性があることが確認できた。

参考文献

- 1) 北川源四郎：時系列解析入門，岩波書店，2005。

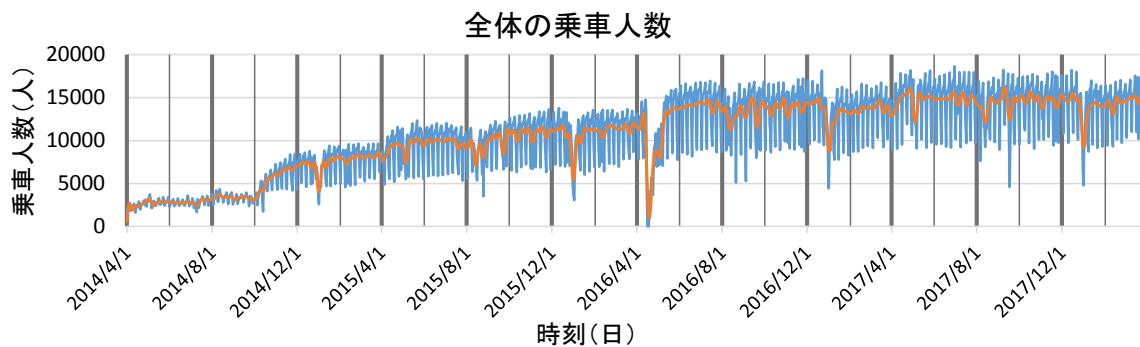


図-2 トrend成分の推移

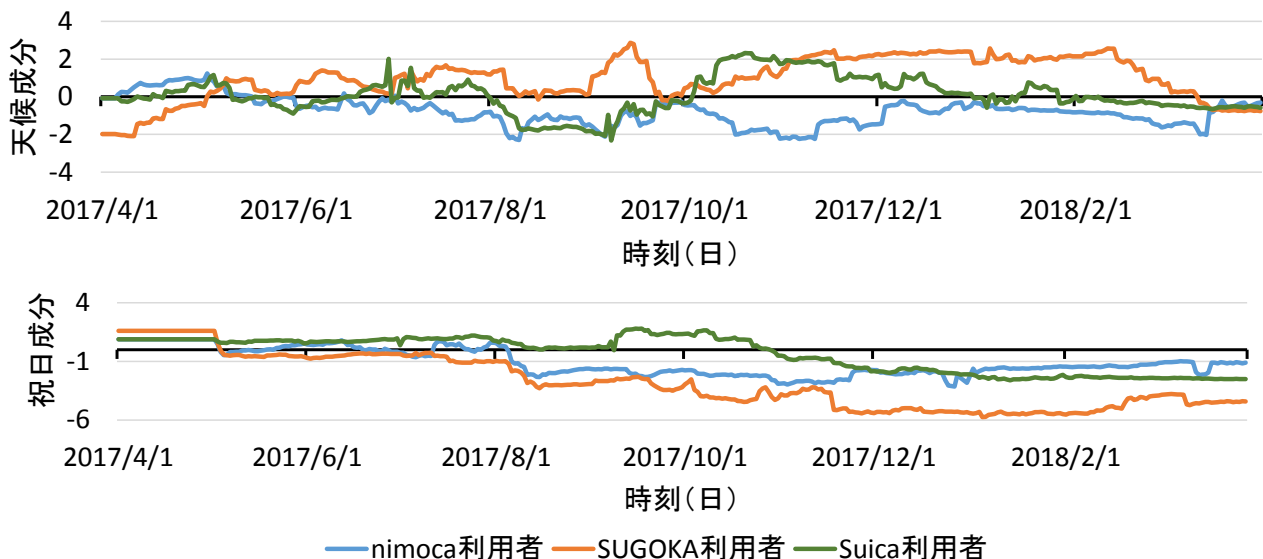


図-3 天候成分と祝日成分の推移