

IC カードデータから推計される市電の発着時刻の信頼性とその活用

○ 熊本大学 学生員 鵜狩祥平
熊本大学 正会員 溝上章志

1. はじめに

熊本市では、平成 26 年 3 月に全国相互利用可能な IC カード「でんでん nimoca」が熊本市電に、平成 27 年 4 月に熊本地域振興 IC カード「くまモンの IC CARD」が路線バス・電鉄電車に導入された。これらには、カード ID や分単位での詳細で信頼性の高い利用履歴データが収集・蓄積されているため、熊本の公共交通の利用実態を把握するツールとして活用できる。また、タップイン・タップアウト情報を用いることで車両ごとの運行軌跡を把握することも可能である。しかし、その信頼性について検討を行った例はない。

本研究では、熊本市電に導入された市電ナビによる全車両の GPS 緯度・経度データを用いて、(1)IC カードデータによって推計される市電の各電停における発着時刻の信頼性の検証、(2)両データから得られた発車時刻の差を最小にするためのモデル式の作成を目的とする。

2. 利用データの概要

(1) IC カードデータ

本研究で利用するのは平成 29 年度 1 年間の全国共通 IC カードによる決済データである。記録されている内容は表-1 に示す通りであり、全件数は約 363 万である。

表-1 IC カードから得られるデータの内容

	内容
期間	2017年4月1日～2018年3月31日
件数	3,628,209
データ項目	カード種、カードID、利用日時、処理種別、乗降時刻、乗降電停、車両番号、系統コードなど

このデータを用いて、今回は図-1 に示す手順で車両と運行交番の対応データを利用し、運賃決済データから各便の電停発車時刻を算出した。なお、IC カード利用者の乗車・降車がない停留所では通過時刻が不明となるため、図-2 を例に、以下のようなアルゴリズムを用いて推定発車時刻を算出した。もし、停留所 B における発車時刻が不明の場合、AC 間実測所要時間(10 分)

に AB 間時刻表所要時間/AC 間時刻表所要時間 (2/5) を乗じたもの (4 分) を AB 間所要時間とし、それを A 発車時刻に加算したもの (9:04) を B の推定発車時刻とする。また始発までもしくは終着まで発車時刻が連続して不明な場合は時刻表上の所要時間をそのまま加減している。このため、IC カードデータから算出した電停発車時刻には、発車時刻と推定発車時刻の 2 種類がある。

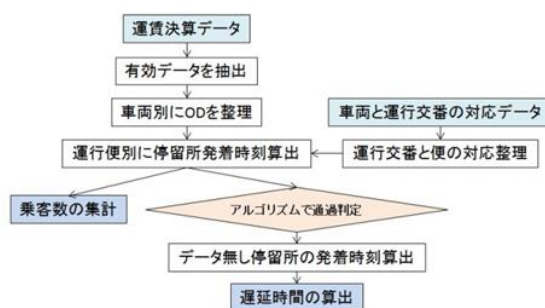


図-1 IC カードデータ加工フロー

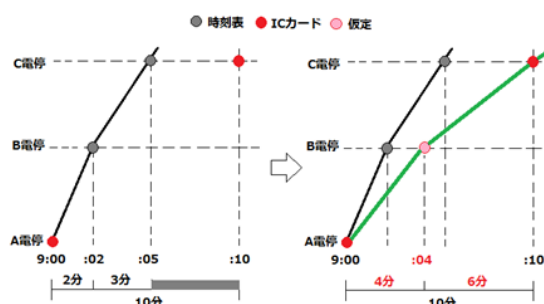


図-2 推定電停発車時刻の算出

(2) 市電ナビデータ

IC カードデータにより推計される市電の各電停における発着時刻の信頼性を示すため、比較対象である真のデータとして市電ナビデータを用いる。市電ナビとは全車両の時々刻々の位置情報を提供するシステムである。このシステムから得られる各電停における市電の発車時刻を真値とする。このデータと比較することで、もし、IC カードデータから推計された各電停での発車時刻や到着時刻の誤差が許容できる範囲のものであれば、IC カードデータから得られるデータだけで、運行計画の策定が可能となる。

3. 両データから得られた発車時刻の比較

図-3はICカードによる最遅タップ時刻を発車時刻とした場合、図-4はタップが無いため推定した発車時刻を示したものである。0時を原点として秒で表記している。いずれの場合も相関係数は0.99を超えている。タップが無く、推定せざるを得ない場合は、外れ値となるものが多い。ページの都合上ここには載せていないが、タップ回数が増えるほど外れ値が少なくなり、相関がより強くなることが分かった。

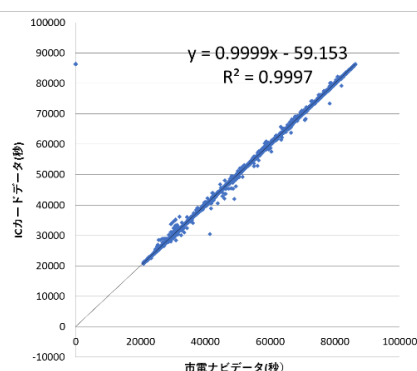


図-3 発車時刻の乖離 (タップあり)

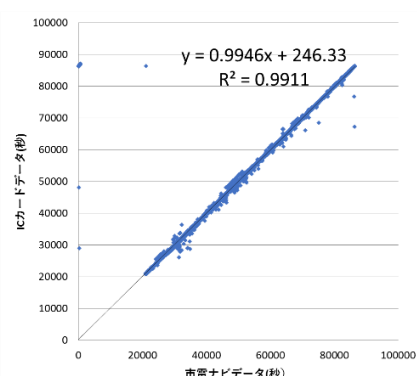


図-4 発車時刻の乖離 (タップ無し)

4. 誤差要因の分析

図-5に実績値とICカードデータからの推計値との発車時刻の差の頻度分布を示す。ただし、外れ値は除いている。レンジは-65秒～+180秒の245秒であり、平均値は約64秒である。

表-2に、タップ回数別に市電ナビデータとICカードデータによる発車時刻の誤差の成分を分離する分析を行った結果を示す。AEとDSDの和の割合が大きいほど、得られた結果は外的要因によりシステマティックに生じたものであることを示し、CVの割合が高いほど誤差がランダムに生じていることを示す。タップ回数が0回の場合はCVの割合が高く、タップがある場合はAEとDSDの和の割合が高くなっていることから、

タップの有無が両者の発車時刻の差に影響を与えていることがわかる。また、タップ回数によりデータのばらつきや誤差平均に違いが見られる。

5. おわりに

ICカードデータによって推計される市電の各電停における発車時刻の信頼性は、タップの有無やタップ回数に依存することが明らかになった。今後は、電停別・時間帯別に分析をすることで誤差の要因を明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：交通系ICカードの普及・利便性拡大に向けた取組
- 2) 熊本市交通局HP：<http://www.kotsu-kumamoto.jp/>
2018,12,25,最終閲覧

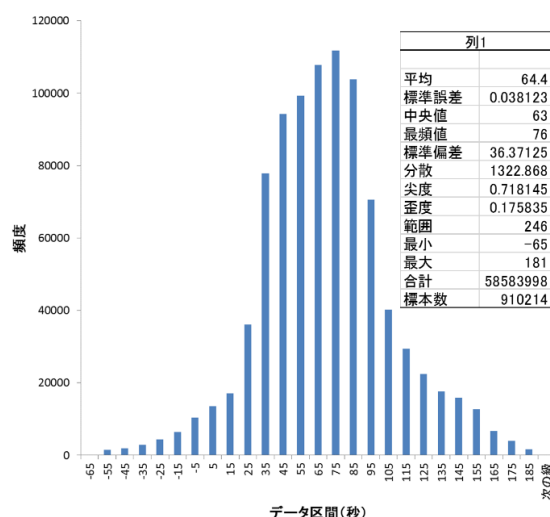


図-5 発車時刻の差の頻度分布 (タップあり)

表-2 発車時刻のタップ回数別分析

タップ回数(回)		0	1～5	5～9	10～15	15～
誤差平均(秒)		36	65	70	64	66
分散		2,475,734	1,170	1,523	1,710	1,639
相関係数		0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
y=ax+b	a	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
	b	246.3	-64.8	-69.6	-68.1	-77.7
RMSE		1,574	73	78	77	77
AE^2(%)		0.1%	78.1%	75.0%	70.8%	72.4%
DSD^2(%)		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
CV^2(%)		99.9%	21.9%	25.0%	29.2%	27.3%