

# IC カードデータを活用したトリップ強度指標による公共交通利用継続特性の把握

西内 裕晶<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 高知工科大学准教授 システム工学群 (〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185)  
E-mail: nishiuchi.hiroaki@kochi-tech.ac.jp (Corresponding Author)

本研究は、公共交通利用者の 10 年程度長期の行動特性を把握することを目的とする。特に本稿では、ある利用者の移動の継続性に関して、IC カードデータの集計によるトリップ強度指標を提案し、その指標の特徴について基本的な事項を考察することを目的とする。分析の結果、各利用者のトリップ強度指標の分布の傾向を把握でき、特に、65 歳以上の利用者が持つナイスエイジや身障者のカードにおいては、長期的で高頻度に公共交通を利用していることを示すことができた。また、IC カードのサービスが開始された 2009 年から利用している利用者のトリップ強度指標の各年の変化を分析し、トリップ強度指標が低くなるまでの期間がカード種別で異なることを示した。これにより、公共交通利用促進のための利用者の利用継続特性を把握することができる可能性を示した。

**Key Words:** public transport, smart card, long-term data, continuity index

## 1. はじめに

わが国では、交通行動の実態を把握するためにパーソントリップ調査が実施されている。また、国勢調査の調査項目にも移動に関するものが含まれており、前者は高知県で過去 3 回、後者は直近では 2020 年に実施された。しかしいずれも調査回数が限定的で、ある 1 日の行動を調査対象としており、曜日や時間に対する変動は把握できない。また、それらの調査データは、ある特定の人物の継続的なデータではないため、長期的な視点による行動特性の変化や変動が見られない。これらの課題に対して IC カードデータによる解決を森田ら<sup>1)</sup>や嶋本ら<sup>2)</sup>は試みている。また、近年では、より長期間記録された IC カードデータを用いた公共交通の利用や利用者の行動変化の把握を試みている<sup>3,4)</sup>。しかしながら、公共交通利用者の利用の継続性を長期間で確認しようとする試みは限定的である。また、IC カードが導入されてからどの程度の利用者が継続してそれを活用しながら公共交通により移動しているのかを把握している事例も少ないのが現状である。そこで本研究では、約 10 年間の IC カードデータを分析し、公共交通利用者の 10 年程度長期の行動特性を把握することを目的とする。特に本稿では、ある利用者の移動の継続性に関して、IC カードデータの集計によるトリップ強度指標を提案し、その指標の特徴

について基本的な事項を考察することを目的とする。

## 2. トリップ強度指標

本稿では、IC カードデータを用いて公共交通利用者のトリップ強度指標を提案する。トリップ強度指標では、ある公共交通利用者が最初に IC カードを用いて公共交通を利用した日から、最後に IC カードを用いて公共交通を利用した日までの期間とその利用者の利用頻度の席によって計算する。具体的には、以下の式(1)に示す通りである。

$$M_i = \frac{1}{l_i} \cdot T_i \quad (1)$$

ここで、 $M_i$  は、ある IC カード利用者  $i$  のトリップ強度である。 $l_i$  は、ある IC カード利用者  $i$  の利用間隔の平均値を示している。この値が大きければ大きいほど低頻度利用者であると考え、 $T_i$  との積を取る際には逆数で計算することとする。 $T_i$  は、ある IC カード利用者  $i$  が最初に IC カードで公共交通を利用した日から最後に利用した日までの日数である。したがって  $M_i$  は、ある利用者  $i$  が IC カードにより公共交通を利用した期間でどの程度

の頻度でトリップをしたかを示す指標である。  $M_i$  が 0 に近い場合は短い期間での利用あるいは低頻度の利用を示し、値が大きい場合は長い期間に利用してかつ高頻度に公共交通を利用していることを意味している。ただし、その利用者の移動パターンを考慮したものではないため、当指標とそれらの関係性をより詳細に考察する必要がある。

### 3. 使用する IC カードデータ

本研究では、高知都市圏にて記録された IC カード「ですか」のデータを用いる。IC カード「ですか」は、2009 年 1 月 25 日よりサービスが開始されていて、現在では、高知市都市圏のみならず県内各地の公共交通機関での使用が可能となっている。また、IC カード「ですか」には、表-1 に示す通り 5 種類のカードが発行されている。

本稿にて使用する IC カードデータは、とさでん交通株式会社の路線バスならびに路面電車と県北部交通にて蓄積されたデータを用いる。使用する IC カードの期間は、上述した 2009 年 1 月 25 日から 2019 年 12 月 31 日までの約 11 年間のデータを用いる。この 11 年間で新たに発行されたカード ID の推移を図-1 に示す。本稿で対象とするカード ID の合計は 153,419ID である。また、その内の約 3 割を占める 47,316ID は、IC カードサービスが導

表-1 IC カードですかの券種とその特徴

券種	特徴
大人記名	記名，期限なし
大人無記名	無記名，期限なし
小児	記名，12歳4月1日まで
身障	記名，発行より1年
ナイスエイジ	記名，65歳以上，期限なし

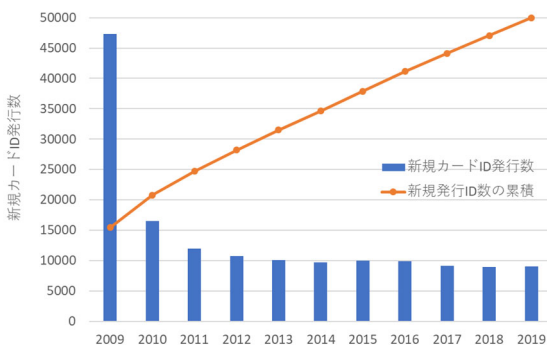


図-1 各年における新規カード ID 発行数の推移

入された 2009 年に発行された ID である。その後、徐々に発行数が減少されているものの 1 年間で約 1 万 ID の発行が続いている状況である。

### 4. トリップ強度指標を用いた利用継続性に関する分析

#### (1) トリップ強度指標の基本特性の把握

ここでは、2 章で定義したトリップ強度指標の分布を示す。図-2 には、IC カードデータが蓄積された全期間を対象としたトリップ強度指標  $M_i$  に関するヒストグラムをカード種別ごとに示している。図-2 上段より、相対的にトリップ強度の値が低い利用者がどのカード種別も多い状況を示している。しかしながら、図-2 下段(相対度数の低い部分の抜粋)を確認すると、一部の利用者でトリップ強度指標が高い利用者があることが確認できた。これらのカード種別を確認すると、多くが定期券も兼ねている大人記名、ナイスエイジ、身障者であることが分かった。ここで、カード種別ごとにトリップ強度指標の基本統計量を表-2 に示す。表-2 より、図-2 で述べた通り、トリップ強度の平均値について、大人記名、ナイスエイジ、身障者が比較的高い数値で計算されたことを把握できる。特に身障者やナイスエイジの数値が高いこと

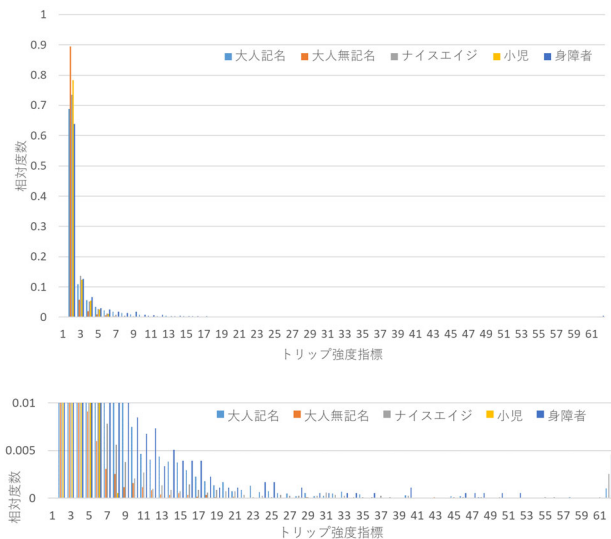


図-2 全期間を対象としたトリップ強度指標  $M_i$  の分布

表-2 トリップ強度指標  $M_i$  の基本統計量

Group	N	Total	Mean	Variance
大人記名	16,063	15,459,207.9	962.4	53,732,235.3
大人無記名	18,429	4,619,338.4	250.7	531,339.6
ナイスエイジ	8,204	6,970,483.1	849.6	48,778,683.9
小児	1,851	608,693.4	328.8	211,712.5
身障者	1,774	2,633,756.1	1,484.6	77,932,327.4

から、移動手段の選択肢が限られる利用者は利用の継続性とその頻度が高いことに留意する必要があることに留意する必要があると考えられる。なお、カード種別を要因とした一元配置分散分析によりカード種別間でトリップ強度指標に 5%の有意確率で有意な差があることが認められた。

ここで、トリップ強度指標と移動特性の関係について特性の把握を試みる。具体的には、起点をある利用者のある日の最初のトリップで乗車したバス停・電停の緯度経度の平均地点とし、終点をある利用者のある日の全てのトリップで降車したバス停・電停の緯度経度の平均地点とし、起点と終点の緯度経度からニュベニの公式によりに計算された距離とトリップ強度指標の相関関係を確認するものである。その結果を図-3に示す。図-3より、多くの利用者のトリップ強度指標が低いため、両指標の明確な関係は把握しづらいものの、どのカード種別においても比較的短距離トリップの利用者がトリップ強度指標がやや高い傾向にあることを把握できた。

## (2) 2009 年からの利用者に着目したトリップ強度指標の特性把握

前節では、提案するトリップ強度指標を、10年間で出現した全 ID を対象として計算し、その分布特性を把握した。ただし、前節での分析は、IC カードデータの保存期間に出現した ID を対象に分析を進めたため、利用可能期間の短い利用者も含まれている。したがって、利用者の行動特性の変化を確認するためには、IC カードのサービスが開始された 2009 年等の初期から利用している利用者に着目する必要がある。そこで本節では、2009 年に初めて出現したカード ID に着目し、トリップ強度指標も各年ごとに算出し、どの程度の期間で利用が変化、特に減少していくのかを把握する。

図-4 には、2009 年から 2019 年のカード種別別平均トリップ強度指標の推移を示しており、図-5 には、その 2009 年比とした指数の推移を示している。どの推移も 2010 年まではトリップ強度が増加しつつも、その後は減少が見られる。特に、大人無記名については、2009 年の利用当初から他のカードに比べて低い値を示していることが分かる。一方で、どのカードも 2019 年ごろにはトリップ強度が減少し、カード種別間で差が小さくなっていることが分かる。また、前節で相対的にトリップ強度が高くなったナイスエイジと身障者は、2014 年までに約 4 割の強度になっていることが分かる。また、同様に相対的にトリップ強度が高い傾向にあった大人記名については、ナイスエイジや身障者に比べて減少のスピードが若干早いことが分かった。一方で、2015 年以降は、その減少の傾きについて、利用期間が限定される小児以外のカードは大きな差異が見られないことを把握することが

できた。以上により、カード種別ごとに利用者の公共交通利用継続性の特徴が異なることを明らかにした。今後は、カード種別ごとに、より各利用者のトリップの特性(時空間トリップパターン、移動距離、移動場所の土地利用等)やサービスレベルを踏まえた解析を進め、どの

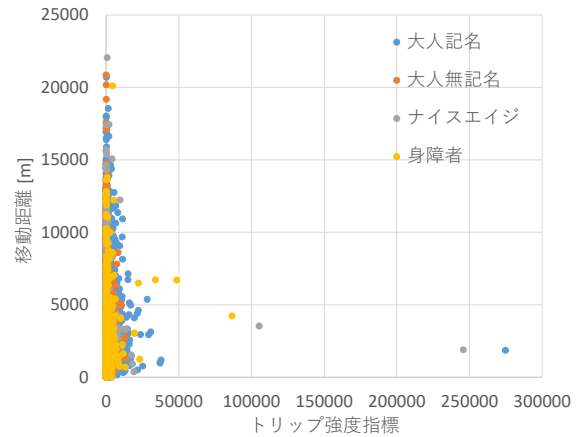


図-3 各利用者のトリップ強度指標と平均移動距離の関係

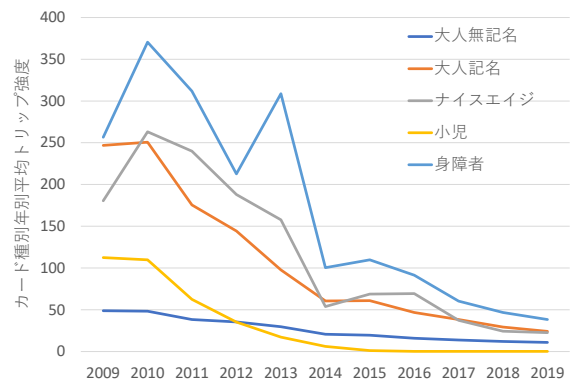


図-4 2009 年から 2019 年のカード種別別平均トリップ強度指標の推移

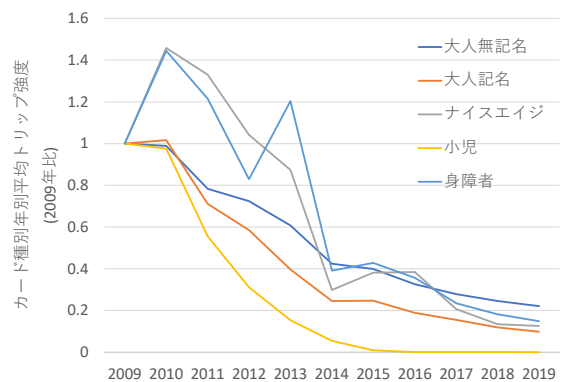


図-4 2009 年から 2019 年のカード種別別平均トリップ強度指標の推移(2009 年比)

ような利用者が公共交通の利用を止めていくのかを体系的に把握する手法を構築してする必要がある。

## 5. おわりに

本稿では、IC カードデータを用いて、各利用者の利用継続性を分析するための指標として利用頻度と利用期間を考慮したトリップ強度指標を提案し、実際に高知都市圏で約 10 年間蓄積された IC カード「ですか」データを用いてその指標の傾向から、公共交通者の継続性を把握することを試みた。

分析の結果、提案したトリップ強度指標の傾向はカード種別で異なり、特に、身障者やナイスエイジのような地方都市において公共交通を日常から必要としている利用者の値が高くなることを把握した。また、トリップ強度指標をカード種別ごとに各年で平均値を算出してその推移の特徴を把握した。その結果、利用開始から 5 年程度まではカード種別ごとにトリップ強度の特性が異なるものの、その後のトリップ強度減少の傾きに大きな違いが無いことを把握できた。したがって、公共交通利用者に対して利用頻度を高めたり、利用期間を長くするための施策を検討する際には、利用者のトリップ強度をはじめとする利用継続性を考慮する必要があることを示唆できた。

今後は、これらの情報を公共交通のマーケティングや交通計画の基本的な知見として整理するため、どのような交通行動特性を持つ利用者がより長期的に公共交通を

利用しているのか、また、より短期的な利用にとどまっているのか等を公共交通利用者の時空間のトリップパターンや移動している地域特性やその土地利用情報等と組み合わせて体系的に把握していく方法を検討する必要がある。

**謝辞：**本研究を遂行するにあたって、とさでん交通株式会社様より大変貴重な IC カードデータをお借りしています。また本研究は、JSPS 科研費 22H01618 の支援を受けています。この場を借りて感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 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活用, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.73, No.5, p.1\_993-1\_1001, 2017.
- 2) 嶋本寛, 北脇徹, 宇野伸宏, 中村俊之 : IC カード利用履歴データを用いた公共交通需要変動分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.70, No.5, p.1\_605-1\_610, 2014.
- 3) Deschaintres, E., Morency, C., Trépanier, M. : Analyzing transit user behavior with 51 weeks of smart card data. *Transportation Research Record*, 2673(6), pp. 33–45, 2019.
- 4) Kaewklungklom, R., Kurauchi, F., Iwamoto, T. : Investigation of Changes in Passenger Behavior Using Longitudinal Smart Card Data, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, vol.19, pp. 155-166, 2021.

# FUNDAMENTAL UNDERSTANDING OF CONTINUITY OF PUBLIC TRANSPORT USE BY TRAVEL MOMENT INDEX BASED ON SMART CARD DATA

Hiroaki NISHIUCHI