

ICカードデータですかを用いた 公共交通結節点評価のための基礎分析

西内 裕晶¹ ・ 轟 朝幸²

¹正会員 日本大学助教 理工学部社会交通工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1-744)
E-mail:nishiuchi.hiroaki@nihon-u.ac.jp

²正会員 日本大学教授 理工学部社会交通工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1-744)
E-mail:todoroki.tomoyuki@nihon-u.ac.jp

本研究では、高知市中心部にて運行されている公共交通機関(路面電車、バス)において利用可能なICカードですかから得られる利用者の移動履歴データを用いて、各利用者が乗り換えに要した時間とその乗り換え地点での乗り換え件数の関係から、対象地域における公共交通結節点評価のための基礎分析を行う。本研究では特に、利用者の年齢層を把握可能なカード種別に着目し、各年代がよく乗り換えをする地点において、各利用者がどの程度乗り換えに時間を要しているのかを把握する。その結果、65歳以上の利用者については、他の年齢層に比べて、乗り換えの需要が多いにも関わらず、乗り換えに要する時間が長い傾向にあるバス/電停が比較的多く存在することが明らかとなった。

Key Words : Smart Card Data, Transfer Behavior, Public Transportation

1. はじめに

これまでのバス路線は、中心市街地等の人々の移動が集中する地域を起終点とした路線体系を構築したため、路線が複雑であり、どの路線を使ったらよいのか分かりにくい現状がある¹⁾。また、高橋ら²⁾は、3大都市圏を除く30都市のバス事業者を対象に路線網に関するヒアリング調査を行ったところ、全事業者の6割が都市部の路線が重複することである都心部の区間でサービス供給が過剰となっていることを問題視していることを明らかにしている。実際の例として高知市では、市全域における路面電車や路線バスなどの公共交通機関を活性化し、持続的な公共交通体系を構築するために高知市公共交通総合連携計画³⁾の策定を進めている。その中で、公共交通機関相互の乗り継ぎや公共交通機関への乗り換えの利便性が確保できるように、交通結節点の設定を将来的な公共交通体系の指針として計画を進めている。一方で、利用者の公共交通での乗り換え行動特性についての把握は、アンケート調査による分析が一般的であり、正確な乗り換え状況の把握までには至っていないのが現状である。そこで筆者ら⁴⁾は、地方都市における公共交通の路線再編や効率化に資するために、公共交通系ICカードを用い

た乗り換え実態分析を行っている。具体的には、高知県の路面電車・バスでの料金支払いに利用可能なICカード(ですか)から得られる利用者の公共交通利用履歴を用いて、ある公共交通機関から別の公共交通機関を利用した際の時間を把握するものである。しかしながら、筆者ら⁴⁾の分析では、乗り換えの利用者数やカード種別の構成比、乗り換えに要した時間をそれぞれ分析しており、実際の公共交通路線網を評価するためには、どの結節点において、どの程度の需要があり、利用者がどの程度乗り換えに時間を要しているのかを複合的に把握すべきである。また、定常的にデータ取得が可能なICカードデータを用いて、より複合的な乗り換え状況を把握することは、高齢化が進むわが国の地方都市においても、継続的に大規模な公共交通利用履歴を用いながら利用者のニーズに応じた公共交通の路線計画、運行計画を考える上で有益であると考えられる。

そこで本研究では、公共交通結節点評価のための基礎的な知見を得ることを目的とし、筆者ら⁴⁾の分析を基に、利用者の年齢層を把握可能なカード種別に着目し、各年代がよく乗り換えをする地点において、どの程度の利用者がどの程度乗り換えに時間を要しているのかを把握する。また、利用者の年齢層を把握可能なカード種別に

着目し、乗り換え状況にどのような違いが出るのかについても考察する。

2. 本研究の分析対象

(1) ICカードですか

ICカードですかは、平成21年1月25日に利用が開始された路面電車及びバスで利用可能なICカードで、土佐電気鉄道（株）、土佐電ドリームサービス（株）、高知県交通（株）、（株）県交北部交通と高知県交通のバス車両が運行する高知高陵交通の須崎～杉の川・構原間で利用することができる(図-1参照)。カードは主に無記名式、紛失時対応の記名式と定期券で構成されている。さらに、年齢によってもカードが分類され、小学生までの小児用と、65歳以上のナイスエイジ、それに、大人(記名、無記名)、身障者を加えた合計5種類で構成されている。本稿では、特にこのカード種別に着目しながら、利用者の乗り換え状況を把握する。

(2) 本研究で用いるデータ

本研究で用いるICカードDESUCAデータは2010年6月1日より29日間(6月4日欠損)取得されたものである。データ取得29日間の内で、平日は21日間、休日(土・日)は8日間であった。分析に用いるデータの概要は表-1の通りである。なお、29日間のICカードを利用した利用者は31,788人であり、その利用状況は図-2の通りである。図-2より、29日間で1日や数日利用しただけの利用者は、ICカード利用者の6割以上を占めていることが分かる。一方で、19日～21日の利用者数も比較的多く、高頻度で利用している利用者層が存在していることが分かる。



図-1. ですかを利用可能な停留所の分布

表-1. 本研究で使用するDESUCAデータの概要

項目	内容
データ期間	平成22年6月1日(木)～平成22年6月30日(水)
データ内容	年月日、カードNO、券種、 利用交通機関、乗車時間、降車時間、 乗車停留所、降車停留所、利用区分、移動距離
交通機関	土佐電鉄・路面電車、土佐電鉄・バス、 土電ドリーム、高知県交通、県交北部交通

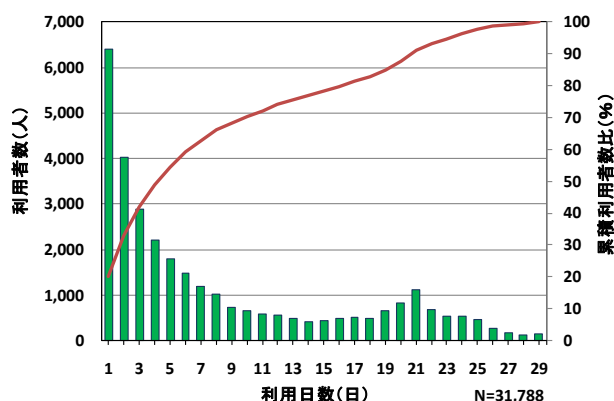


図-2. ですかカード利用者の利用日数分布

(3) 乗り換えトリップの抽出方法

本研究では、以下の2つの設定条件を満たしている利用履歴を乗り換えトリップとして取り扱う。なお、この設定条件は先に筆者ら⁴⁾が行った分析と同じである。

a) 乗り換え結節点の設定

本研究での利用データからは、全1,312箇所の停留所が抽出された。しかし、乗り換えとして使用される停留所は限られている。そこで本研究では以下の条件を満たす停留所のデータを使用することとした。

- ① 路線が交錯している
- ② 路線が分離している
- ③ 路線の起終点となる
- ④ 路面電車と路線バスが並走している

b) 乗り換え所要時間の設定

公共交通利用者には、降車後すぐに乗り換えを行う利用者や乗り換え中に買い物を行う利用者もいるように、乗り換えに要する時間は人それぞれであり、乗り換え所要時間の範囲を一概に判断することはICカードからはできない。また、乗り換え時間の上限に関する研究や調査結果も見られない。そこで本研究では、前節で指定した乗り換え結節点となる停留所には、1時間に1本程度の運行に留まる場所もあることから、1時間以内の乗降を乗り換えと定義した。

3. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係

前章にて抽出した乗り換えトリップを用いて本稿では、乗り換えに要した時間と乗り換え件数を乗り換え結節点ごとにそれぞれ集計し、どの結節点において、どの程度の乗り換え利用があり、それにどの程度時間を要しているのかを把握する。なお、本稿では、乗り換え結節点における乗り換え件数は、乗り換え件数をデータ取得期間である29日で割った1日当たり乗り換え件数を用いた。また、乗り換えに要した時間(以下、乗り換え所要時間)は、各バス/電停において観測される乗り換え所要

時間分布から最頻値を代表値として分析の対象とする。

(1) 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係

図-3には、全利用者のデータを用いて作成した各乗り換え結節点における乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係である。図-3より、1日あたりの乗り換え件数がある程度多い乗り換え結節点においては、乗り換え所要時間が10分以内であり、より多くの乗り換えが行われているバス/電停では乗り換えが比較的スムーズに行われているものと考えられる。一方で、10分を超える乗り換え所要時間は、比較的1日あたり乗り換え件数が少ないバス/電停で見られる。しかしながら、これらの多くは、29日間で1日～数日のみの現象であり、実際に不便な乗り換え結節点を改善するためには、1日あたりに1回以上は乗り換える利用者がいるバス/電停を考慮すべきであろう。そこで次節では、これらの乗り換え件数を、利用者の年齢層を把握可能なカード種別別に集計し、年齢層別にどのようなバス/電停において、乗り換え件数が多く、乗り換え所要時間が長いのかを把握する。

(2) カード種別別乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係

本節では、乗り換え所要時間と1日あたりの乗り換え件数の関係を5種類のカード種別別に把握する。図-4には大人記名、図-5には大人無記名、図-6にはナイスエイジ（65歳以上）、図-7には大人身障、図-8には小児（12歳以下）を示している。

カード種別により、トリップ数そのものが異なるため、乗り換えトリップ数自体もカード種別により異なる。1日乗り換え件数が少なくなればなるほど、乗り換え所要時間の分布が広がるのは、どのカード種別でも同じであるが、各図より、大人無記名、大人身障、小児については、1日乗り換え件数の最大値が大人記名、ナイスエイジに比べて低く、大人記名ならびにナイスエイジのカードを保持している利用者が乗り換えを多く行っていることが分かった。また、乗り換え所要時間に関しても、これら二種類のカード種別において、1日あたり乗り換え

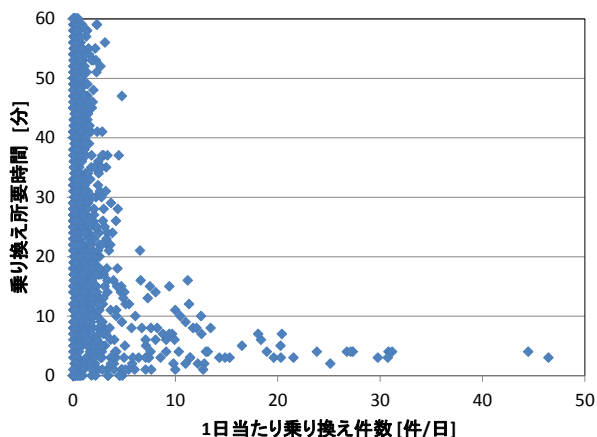


図-3. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係
(カード種別の考慮無)

件数が数回の場合に、10分以上の乗り換え所要時間を要する傾向にあるバス/電停が他のカード種別よりも若干多いことが分かる。このような、高齢者層や多頻度利用者を中心に需要がある程度高いのにも関わらず、乗り換えの利便性が低い乗り換え結節点は、特に高齢化が進む地方都市において改善すべきであると考えられる。

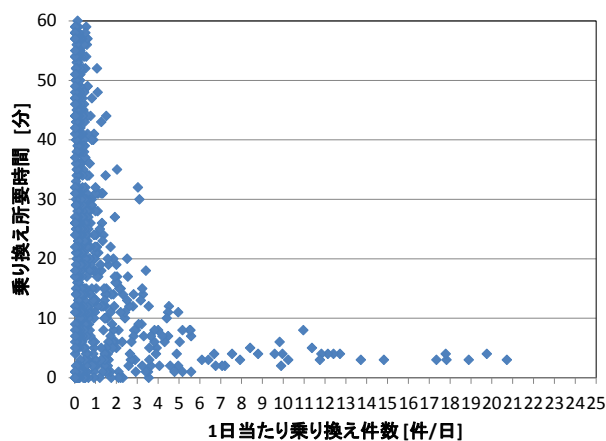


図-4. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係
(大人記名)

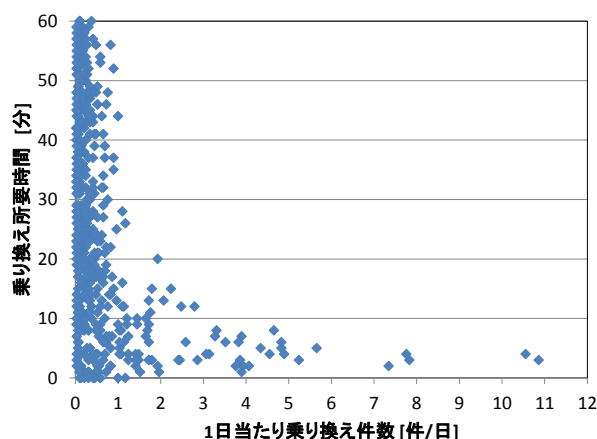


図-5. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係
(大人無記名)

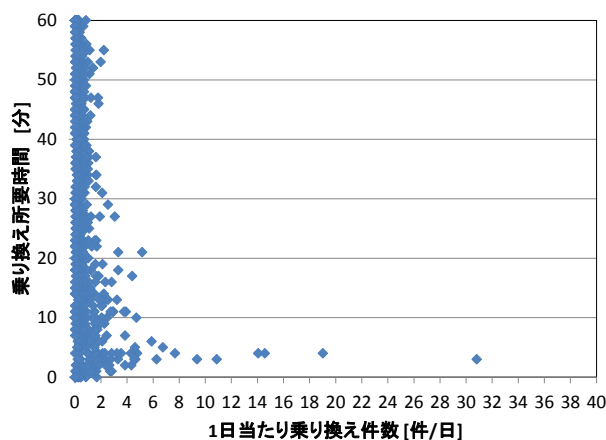


図-6. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係
(ナイスエイジ (65歳以上))

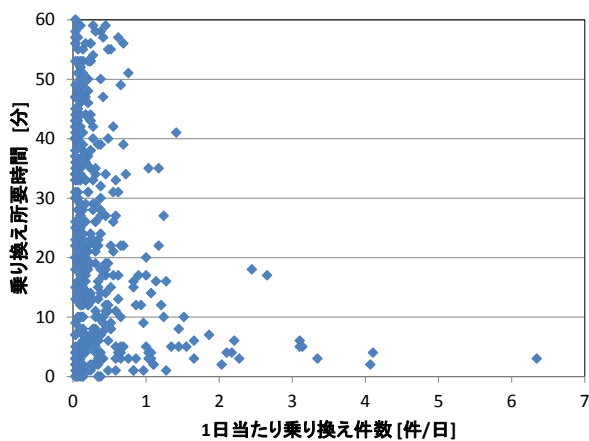


図-7. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係
(大人身障)

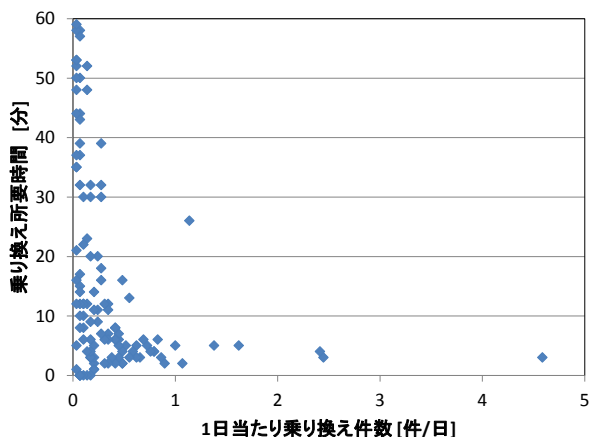


図-8. 乗り換え所要時間と乗り換え件数の関係
(小児 (12歳以下))

(3) 乗り換え利便性の高くないバス/電停の把握

ここでは、特に、需要がある程度あり、乗り換え所要時間が長いバス/電停を乗り換え利便性が低いバス/電停として着目し、それがどの程度存在するのかをカード種別別に把握する。具体的には、1日乗り換え件数が10件以上のバス/電停の中で、乗り換え所要時間の最頻値が10分以上であるバス/電停の割合を比較するものである。

表-2より、大人記名、ナイスエイジカード保持者にとって、乗り換え利便性が高くないバス/電停数の割合は、他の3種類のカード種別のそれに比べて高い傾向にあることが分かる。表-3は、表-2にて抽出した乗り換え利便性の低いバス/電停について、大人記名、ナイスエイジに着目し、乗り換え時の交通機関の組合せを示したものである。これにより、特にナイスエイジ（65歳以上）の利用者の乗り換え状況においては、85%のバス/電停において、バス利用の乗り換え時に多くの乗り換え時間を要している。路線網を改善する際には、乗り換えが比較的多く行われているバス/電停において、バスの乗り換え利便性改善の必要性がICデータからも示されたと言える。

表-2. カード種別別乗り換え利便性の低いバス/電停割合

カード種別	1日乗り換え件数が10件以上のバス/電停数 (a)	乗り換え所要時間が10分以上のバス/電停数 (b)	割合 (=b/a)
大人記名	189	83	0.44
大人無記名	76	17	0.22
ナイスエイジ	141	73	0.52
大人身障	42	15	0.36
小児	8	1	0.13

表-3. 乗り換え利便性の低いバス/電停における利用交通機関
(上段：当該バス停/電停数、下段：カード種別別構成比)

カード種別	電車⇄電車	電車⇄バス	バス⇄バス
大人記名	18 0.22	34 0.41	31 0.37
ナイスエイジ	11 0.15	23 0.32	39 0.53

4. おわりに

本稿では、地方都市における公共交通網を再編、改善するためのICカードデータの使用方法の一つとして、利用者の乗り換え状況の評価するための基礎的な分析事例を示した。公共交通結節点ごとに1日当たりの乗り換え件数と乗り換え所要時間の最頻値を、年齢層を把握可能なカード種別別に集計し、特に高齢者層や乗り換えの多い利用者について、乗り換え件数が多いのにも関わらず、乗り換えに要する時間も長い結節点の存在をICカードデータから把握した。これにより、高齢化が進む地方都市においても、路線計画、運行計画を考える上で、ICカードデータを用いることの有用性を示すことができた。

今後は、データ取得期間をより長くし、利用者のトリップ特性やOD特性、気象等の他のデータを加え、より包括的な公共交通乗り換え結節点の評価手法を考える必要がある。また、ICカードからの乗り換えトリップの抽出方法に関してもより精緻化する必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたって、株式会社すかの内山様におかれましては、大変貴重なデータをご提供いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 林良太郎：バス路線網の利用者評価における分かりやすさに関する研究 ～乗り継ぎ抵抗との関係を考慮して～、東京大学大学院新領域創成科学研究科修士論文集、2003。
- 2) 高瀬知彦，高瀬淳史，大森宣暁，原田昇：バス路線網再編の可能性とバス路線再編計画評価のためのデータ入力可能性，土木計画学研究・講演集，Vol.36，CD-ROM，2007。
- 3) 高知市地域公共交通活性化協議ホームページ：<http://www.city.kochi.kochi.jp/soshiki/23/kasseika.html> (2010年11月アクセス)
- 4) 西内裕品，轟朝幸，新井和雅：ICカードDESUCAデータを用いた公共交通利用者の乗り換え状況の分析，第31回交通工学研究発表会論文報告集，pp467-470，2011。