ICカードですかデータを用いた公共交通利用の滞在時間に関する基礎分析

西内　裕晶[1]・塩見　康博[2]・轟　朝幸[3]

[1]正会員　長岡技術科学大学助教 環境・建設系（〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1）
E-mail: nishiuchi@vos.nagaokaut.ac.jp

[2]正会員　立命館大学講師 理工学部（〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1）
E-mail: shiomi@fc.ritsumei.ac.jp

[3]正会員　日本大学教授 理工学部（〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1）
E-mail: todoroki.tomoyuki@nihon-u.ac.jp

本研究では，ICカードデータを用いた公共交通利用者の降車地点における滞在時間の傾向を分析する．具体的には，ICカードデータから往復で公共交通を利用した利用者のトリップデータから，降車時刻と乗車時刻の時間差をそのバス/電停における滞在時間として集計し，滞在地点における滞在時間の特性を把握するものである．その結果，平均滞在時間が長い程，変動係数が小さくなることを確認した．また，各バス/電停において，最も多く利用されたカード種別，低・高頻度利用者ならびに定期券利用の有無について利用が多い方を集計し，その滞在地点における最も多く利用している属性ごとに平均滞在時間を平日休日別にクロス集計した結果，それぞれ傾向が異なることを示した．

Key Words : *Duration Analysis, Smart Card Data, Public Transport*

1.　はじめに

高知市では，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の策定を進めており[1)]，利便性の高い公共交通体系の構築が急務である．しかしながら，公共交通の利用実態をデータに基づいて把握する例は少ない．一方で，近年，多くの都市で利用可能となった交通系ICカードデータを用いた交通行動の解析が進められている．Pellertier[2)]らは，近年のICカードデータを用いた研究をレビューし，個人の交通行動特性を解析をする論文数が政策レベルのマクロ的な研究分野よりも多いことを示している．わが国においても様々なICカードが増え，公共交通の利用状況を分析した例がある[3)-5)]．また，ICカードの利用が増えた状況を踏まえると，多くの公共交通利用者個人の動向を踏まえた交通現象の解析は，公共交通活性化のための基礎的で重要な情報となる．特に，公共交通利用者がどの地点にどの程度滞在しているのかを明らかにすることは，公共交通の路線計画だけではなく，その地域の集客能力を評価可能であり，今後の公共交通を活用したマーケティングを考える上で重要で基礎的な情報であると考えられる．

そこで本研究では，ICカードデータから得られる各利用者がバスか路面電車を乗車・降車した時刻とバス/電停の情報に着目し，バス/電停はどの程度滞在され，どのような利用者に利用されているのかを把握する．

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，その対象地域は高知市を中心に広範囲にわたっている(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．

(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

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

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人である．

(3) 本研究で集計対象としたトリップ

本研究では，ある日に2トリップ利用した利用者の内，往復したと思われるトリップ(起点終点が同一の往復と，1トリップ目の起点と2トリップ目の終点が一致するトリップ，1トリップ目の終点と2トリップ目の起点が一致するトリップ)を抽出し，分析の対象とした．

上記の情報から，1トリップ目で降車した時刻と2トリップ目で乗車時刻を滞在時間として扱い，出現したバス/電停の組合せごとに，何名が何分程度滞在したのかを集計するものとする．なお，1日に2トリップを行ったデータ件数は，データ取得期間(29日分)で129,612件(全体257,327件)あり，上述の定義に当てはまったデータは106,448件であった．本稿では，このトリップについて，滞在地点となるバス/電停の組合せを集計し，各滞在地点における平均滞在時間ならびにその変動係数を計算した．本稿で利用したデータを用いた場合，平日・休日それぞれに2日以上の利用があったバス/電停は，平日2日以上利用されたバス/電停は453ヶ所，休日2日以上利用されたバス/電停は285ヶ所であった．本稿では，これらのバス/電停を滞在地とみなし，それぞれの平均滞在時間について特性を把握する．

3. 平均滞在時間と滞在時間の変動係数の関係

ここでは，平日と休日別に平均滞在時間の傾向を把握する．図-3は，平日・休日別に平均滞在時間の分布を示している．図より，平日では，500分前後滞在される地点があるのに対して，休日と同じように300分程度でも滞在される地点がある程度あり，その分散は大きい．一方で，休日に関しては，300分前後がで最頻値が存在し，平日に比べてばらつきは小さい．よって，全体的に平日の方がある地点に長く滞在する傾向がることが分かった．ここで，図-4には，各滞在地点別に平均滞在時間とその変動係数を示している．図より，平日，休日共に，平均滞在時間がながくなればなるほど，変動係数が小さく推移することが分かる．また，両日には負の相関のような傾向もみられるが，平均滞在時間が短くなるにつれて，変動係数も様々な値を取っていることから，時間で滞在する特性の滞在地もあれば，平均よりも長く滞在する場合もある滞在地点がある．よって，その滞在地の地理的特性や周囲の施設立地状況ならびに交通サービスレベル等も加味した分析により，この変動要因を特定する分析が必要であると考えられる．

4. バス/電停の利用特性と平均滞在時間の関係

本章では，分析の対象となったバス/電停において，最も多く利用したカード種別，高頻度・低頻度，定期利用の有無をそれぞれバス/電停の属性とし，それぞれの属性別に平均滞在時間の傾向を平日・休日別に把握する．

(1) 代表利用カード種別と平均滞在時間の関係

本節は，ですかデータのカード種別(大人記名，大人無記名，小児，ナイスエイジ，身障者)に着目し，各バス/電停で最も多く利用されたカード種別をそのバス/電停で利用者が多い代表的なカード種別とし，代表カード種別ごとに平日と休日の平均滞在時間の傾向を把握する．

図-5 には，代表カード種別ごとに平日平均滞在時間の分布を示している．図より，ナイスエイジ(65 歳以上)と小児(12 歳未満)で傾向があり，ナイスエイジが多く利用するバス/電停における平均滞在時間は 150 分から 200 分で推移していることが分かる．一方で，小児が多く利用するバス/電停については，平均滞在時間が 500 分程度であり，その分散も小さいことから，小児が小学校にて一定時間滞在しているものと考えられる．

図-6には，代表カード種別ごとに平均滞在時間の休日分の分布を示している．傾向は概ね平日と同じであるが，特に大人記名が多く利用するバス/電停においては，滞在時間が短くなることから，小児同様，大人記名の利用者に関しても平日は業務目的等である一定の時間滞在する地点が存在するものと考えられる．

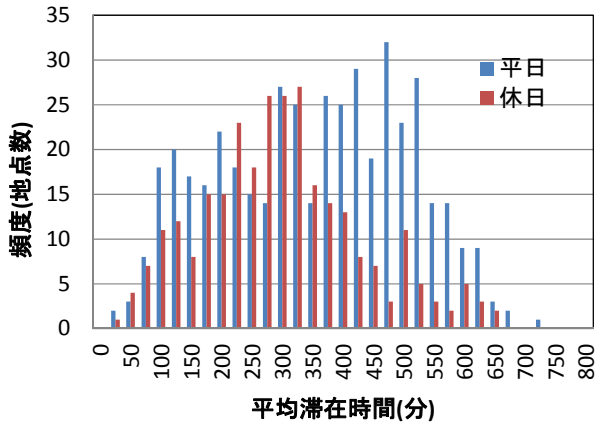

図-3. 平日休日別平均滞在時間の分布

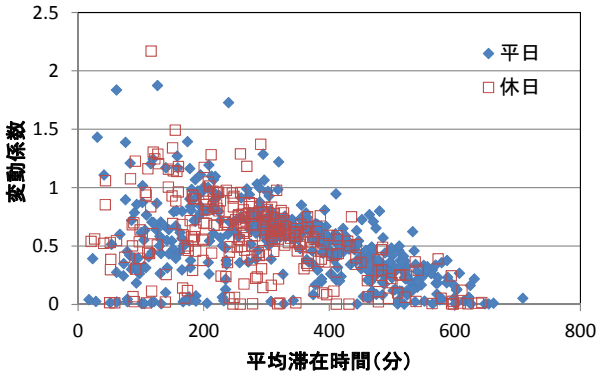

図-4. 平均滞在時間と変動係数の関係

(2) 代表利用者頻度と平均滞在時間の関係

ここでは，データ取得期間に20日以上出現した利用者を高頻度利用者，それ以外を低頻度利用者と定義し，各バス/電停をどちらの利用者層が多く利用したかを集計し，代表利用者頻度を決定した．

図-7には，代表頻度別平日平均滞在時間の分布を示している．図より，低頻度利用者が多く使うバス/電停における平均滞在時間の方がばらつきが小さく，高頻度利用者の分布よりも低い平均滞在時間の水準で最頻値が存在していることが分かる．一方で，高頻度利用者の最頻値を確認すると，低頻度よりも2倍程度長い500分前後において最頻値を持つ分布形であることが分かる．しかしながら，高頻度利用者の分布形は分散が大きく，200分から300分における相対頻度も比較的高くなっており，様々なバス/電停を利用していることが分かる．

図-8には，休日における代表頻度別平均滞在時間の分布を示している．休日では，高頻度利用者が多く利用するバス/電停にて，その最頻値が300分程度と短くなることが分かった．

(3) 代表利用券種と平均滞在時間の関係

ここでは，各バス/電停における滞在件数が，定期利用と定期を利用しない利用者のどちらが多いのかを集計し，多い利用の券種をバス/電停の属性として与え，平均滞在時間の違いを確認する．図-9には，平日の結果を示す．

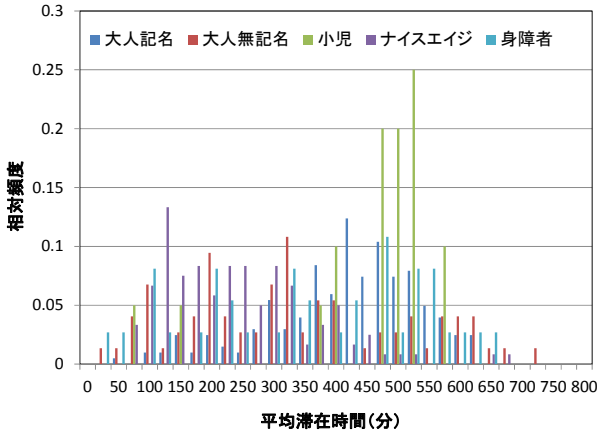

図-5. 各カード種別が多く利用されるバス/電停に関する平均滞在時間の分布(平日)

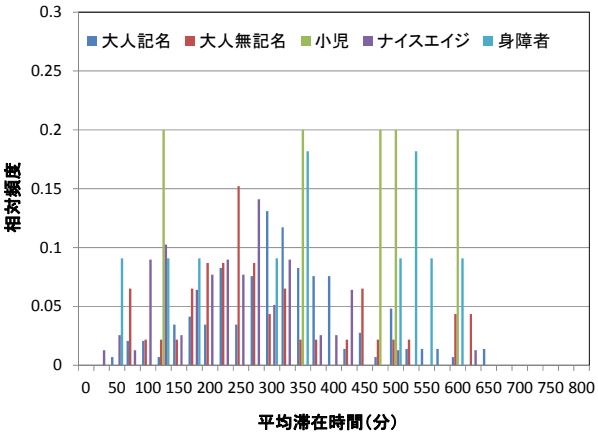

図-6. 各カード種別が多く利用されるバス/電停に関する平均滞在時間の分布(休日)

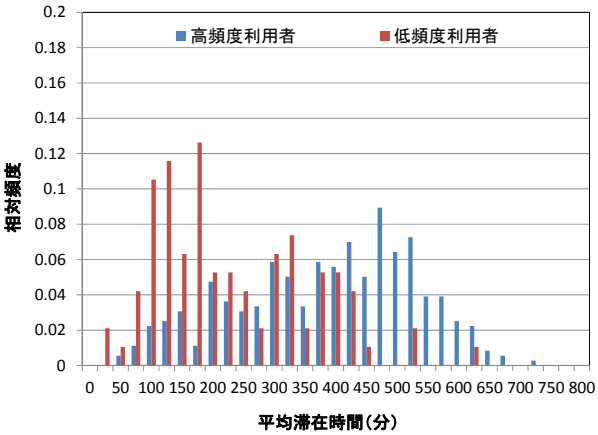

図-7. 高頻度利用者または低頻度利用者が多く利用されるバス/電停に関する平均滞在時間の分布(平日)

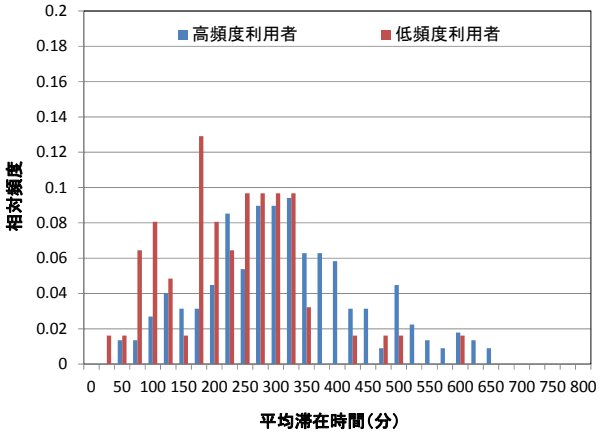

図-8. 高頻度利用者または低頻度利用者が多く利用されるバス/電停に関する平均滞在時間の分布(休日)

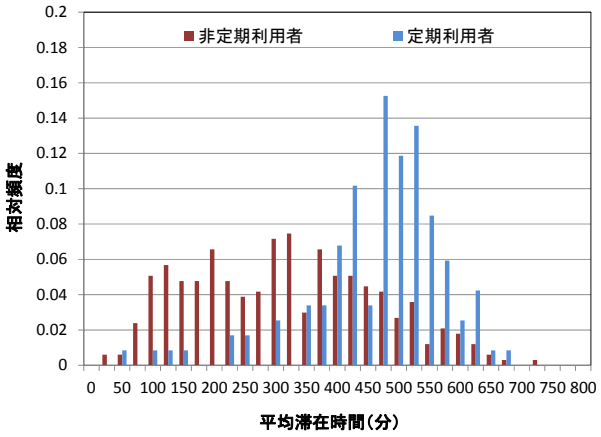

図-9. 定期利用者または非定期利用者が多く利用されるバス/電停に関する平均滞在時間の分布(平日)

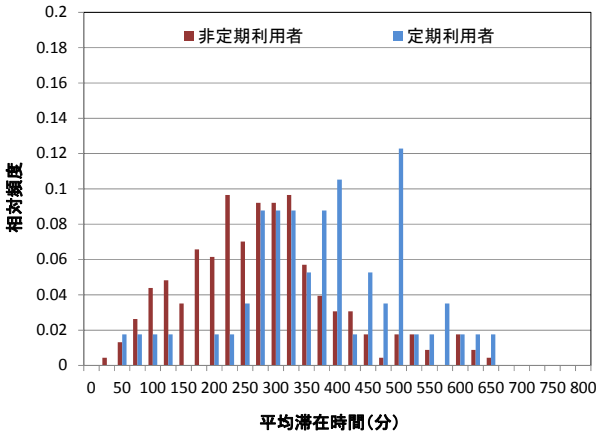

図-10. 定期利用者または非定期利用者が多く利用されるバス/電停に関する平均滞在時間の分布(休日)

図より，平日では，定期利用者が多く利用するバス/電停では，400分から500分程度の平均滞在時間が最頻値となり，その分散も小さくなる分布形であるのに対し，非定期利用者が多く利用するバス/電停では分散が大きく，水準が低くい．すなわち，休日では，非定期利用者が多いバス/電停の分布の分散が平日に比べて小さい．また，定期利用者が多く利用するバス/電停に着目しても定期利用者は平日に一定の長い時間ある地点にて滞在し，休日は短い時間の滞在である．よって，前出の着目点も含め，特徴ある利用者らが集まる地点とその地理的要因等を詳細に分析する必要がある．

5. おわりに

本稿では，高知市を中心に利用可能な IC カードですかデータから得られる情報を利用して，あるバス/電停における利用者の平均滞在時間について集計的な分析をした．これにより，滞在時間の変動特性や各バス/電停を最も多く利用する利用者属性ごとに平均滞在時間が異なる傾向であることを明らかにした．

今後は，本稿で対象としたバス/電停における滞在時間特性を GIS 上で分析し，滞在地点の特性と滞在時間の関係を詳細に考察する必要がある．更に，地理的要因と利用特性を踏まえ，滞在時間を説明するモデルを構築し，公共交通活性化のための知見を整理する必要がある．

謝辞：本研究を遂行するにあたって，株式会社ですか の内山顕一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) 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.htm

2) Pelletier, M., Trepanier, M., and Morency, C. : Smart card data use in public transit: A literature review, Transportation Research Part C, Vol.19, pp.557-568, 2011.

3) 絹田裕一，矢部努，中嶋康博，牧村和彦，齋藤健，田中倫英：IC カードデータから所要時間及び移動履歴へのデータ変換方法に関する検討，土木計画学研究・講演集，Vol.38，CD-ROM，2008.

4) 小塚琢也，原田昇，大森宣暁，高見淳史：バス IC カードデータを用いた路線バス網のアクセシビリティ分析，第 10 回 ITS シンポジウム，CD-ROM, 2011.

5) Yasuo ASAKURA, Takamasa IRYO, Yoshiki NAKAJIMA, and Takahiko KUSAKABE;Estimation of Behavioural Change of Railway Passengers Using Smart Card Data, Public Transport, 4(1), pp. 1-16, 2012.