

乗換案内サービスの利用者の移動についての考察

見生 元気¹・伊藤 昌毅²・川村 尚生³・菅原 一孔⁴

¹非会員 鳥取大学学生 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻 (〒 680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)
²非会員 博士(政策・メディア) 鳥取大学助教 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻 (〒 680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)
³非会員 博士(工学) 鳥取大学教授 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻 (〒 680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)
⁴非会員 工学博士 鳥取大学教授 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻 (〒 680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

近年、モバイル端末の普及や高速なネットワーク回線の整備に伴って、屋外でも手軽に Web サービスを利用できるようになり、目的地までの移動経路や公共交通機関の時刻表の検索を行う「ジョルダン」や「駅探」といった乗換案内サービスの利用が増加している。鳥取大学でも路線バスの利用促進を目的に2006年から鳥取県内の公共交通機関を対象とした乗換案内サービス「バスネット」を公開しており、現在では、月間17万ページビューの利用となっている。これらの乗換案内サービスにおいて入力されるユーザから出発地や目的地、出発時刻、移動手段といった検索時点における利用者の移動予定をログとして記録することで、公共交通機関の利用者の移動について分析できないか考えた。そこで、本学で開発・運用している「バスネット」のログを記録・解析するシステムを開発し、乗換案内サービスのユーザの移動について考察した。

Key Words : Route-Bus, Log Analysis, Web Application

1. はじめに

近年、モータリゼーションや人口減少の影響を受けて、地方における路線バスの利用が低迷している。特に、鳥取県では100世帯あたりの軽自動車所有台数99台¹⁾と全国で最も所有率が高く、自家用車を使って移動する機会が多いため、図-1.のように路線バスなど公共交通機関の利用は年々低下し続けている。それに伴い、採算のとれないバス路線の統廃合や減便が行われ、ますます路線バスの利便性が低下し、さらに利用が低迷するといった悪循環に陥っている。しかし、自家用車を運転できない高齢者や学生にとっては路線バスは貴重な移動手段であり、バス路線の維持は非常に重要な問題である。

そこで、我々は路線バス特有の時刻表や地図から移動経路を調べる手間を解消することで利用促進につながると考え、公共交通機関利用援助システム「バスネット」²⁾を開発した。バスネットは目的地までの最適な経路を提供する乗換案内サービスの一つで、現在では、およそ月2万件のアクセスがあるサービスとなっており、これは鳥取県の人口が58万人であることから考えると重要な交通インフラサービスの一つとなっていると考えられる。

また、近年、ストレージの大容量化やインターネットの拡大と共に、様々なシステムやサービスで記録し

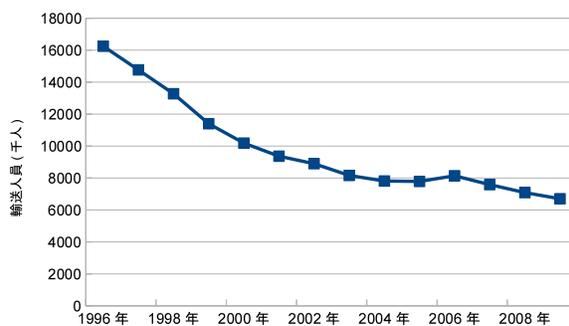


図-1 鳥取県の路線バス輸送人員
出典) 鳥取県の路線バス輸送人員と県補助金額の推移

続けているログデータなどのサイズが大きくなり続け、ビッグデータと呼ばれる不定形な巨大なデータとなり、ビジネスや傾向を特定したり、社会に有用な知見を解析するなど様々な活用がされている。Web サービスにおいても日々のユーザのアクセスからユーザの傾向や利用の特徴を解析し、マーケティングに活用するなど様々な事例が存在する。今までのログデータの解析では、Web 上における行動のみに着目してきたが、Web サービスの利用が現実の行動と強い関連を持つサービスも増加しており、例えば、移動経路を調べるために

利用される乗換案内サービスが存在する。

乗換案内サービスの利用者は出発日時や出発地、目的地などを探索条件として入力し、その条件に対して出力された最適な経路に沿って行動する。つまり、乗換案内サービスでは何処から何処に何時どのように移動するのかといった利用者の行動予定をログデータとして記録し、このデータから利用者がどのように乗換案内サービスで経路を調べ、どの公共交通機関を利用したのかといった情報を分析できる。しかし、乗換案内サービスは公共交通機関の利用者の一部が利用しているサービスであり、乗換案内サービスの利用者が公共交通機関の利用者に比べて偏りがあるほど乗換案内サービスと公共交通機関の利用の傾向にそれぞれ差異が生じてしまう。

そこで、本研究では乗換案内サービス「バスネット」のログデータを分析することで利用者の行動の実態を解明し、乗換案内サービスと現実の路線バスサービスの利用者との関係性を考察する。

2. 乗換案内サービス

乗換案内サービスとは出発地と目的地の間を鉄道や路線バスなど公共交通期間を使って移動する最適な経路を提供するサービスのことで、近年ではジョルダン³⁾や駅探⁴⁾、NAVITIME⁵⁾、Google Transit⁶⁾など Web アプリケーションとして提供されている。近年、スマートフォンなどモバイル機器の発達や高速な通信網の整備により、屋外においても Web サービスを利用可能となったため、出発地から目的地まで経路と現在地を確認しながら移動など様々なサービスが生まれている⁷⁾。これにより、利用者の現実の行動と Web サービスの利用の関係が今まで以上に深くなっていくと考えられる。

(1) バスネット

公共交通機関利用援助システムバスネットは路線バスサービスの利用促進を目的として 2006 年に開発された乗換案内サービスで、主な機能として徒歩移動を考慮した経路探索機能と指定した 2 つのバス停間を通るバスの時刻表を表示する時刻表検索機能を持っている。

経路探索機能は独自のアルゴリズム⁸⁾を用いて近距離のバス停間の徒歩移動を考慮した乗換案内を提供しており、従来の乗換案内ではその駅やバス停を通過する路線のみを考慮していたが、徒歩移動を考慮することで、図-2 のようにバス停から駅まで歩いて乗り換えるような現実的な経路の提案が可能となっている。また、徒歩移動は緯度経度といった座標を基に考慮されているので、携帯電話の GPS 機能から出発地を設定したり、データベースに登録された公官庁や病院、学校

など様々な建物や場所をランドマークとして登録することで、行きたい場所の名前の一部が分かれば名前から目的地を指定することができる。

時刻表検索機能は指定した 2 つのバス停を通過するバスを検索し、そのバスがバス停を通過する時刻を時刻表としてまとめて表示する。従来のバス停時刻表ではバスの発車時刻は分かりやすいが、そのバスが何処に向かうバスなのかが分かりにくかったが、この機能では目的のバス停に向かうバスしか表示されないため見易く表示される。



図-2 バスネット 経路探索画面

また、一部の駅や病院にタッチパネル式の据え置き型端末「インテリジェントバス停」⁹⁾を設置することで高齢者でも使いやすいインターフェースを用意するなど様々な試みを行っており、現在では、鳥取県の交通情報を提供する重要なインフラとして多くの方に利用されている。

(2) ログデータ

乗換案内サービスで記録するログデータは一般的なアクセス解析で記録するユニークユーザやセッション毎のページ遷移やユーザの情報などに加えて、乗換案内機能の利用においてユーザが入力した検索条件とそれに対応する経路の情報を記録する。ユニークユーザとしては Cookie によってブラウザごとに識別しており、セッションとしては 30 分またはブラウザを閉じるまでを 1 回の利用としている。

一般的なアクセス解析ではユーザが興味を持ったコンテンツやページの分析のみに着目することが多く、例

例えば、ショッピングサイトでのユーザのページ遷移から商品を購入したユーザが何のページからその商品ページにアクセスしてきたかなどを調べることで、ユーザの購入意欲を高めるデザインやレイアウトを分析を行う。このようなサービスのユーザ行動は Web 上で完結しているが、乗換案内サービスでは利用者の現実での行動に影響を与えるため、一般的なアクセス解析のような Web 上の行動の分析だけでなく、現実での行動を分析できるのではないかと考えた。

本研究では、乗換案内サービスの利用と現実における公共交通機関の利用の関係性を分析するため、乗換案内機能の利用を検索条件だけでなく対応した経路まで詳細に記録を行うことで、ユーザが乗換案内サービスで調べたいと考えた移動の予定と公共交通機関の利用を分析する。これにより、出発日時や出発地、目的地などの検索条件から何処から何処に何時行きたいのかといった移動の予定を分析したり、経路の情報はどの路線のどのバスに乗り、また、移動経路の情報からどの路線が利用されるか、またどのバス停で乗り換えたのかなど現実の公共交通の利用を分析可能であり、一般的なアクセス解析の手法とあわせることでユニークユーザ毎に年間の利用の仕方を調べたり、セッション中に検索した複数の経路から利用者の目的を分析できると考えた。

3. データ分析

乗換案内サービスの利用の分析としてバスネットにおける利用者の行動を記録する機能を設計・実装し、2011年07月より記録を開始しており、本研究では2012年04月01日から2013年03月31日までの期間に記録した2012年度のデータを分析する。記録したデータの規模については表-1に各データ件数を示す。

表-1 ログデータ記録件数

項目	記録件数
ユニークユーザ数	41,673
セッション数	219,022
経路探索数	172,498
時刻表検索数	156,075

2012年度のバスネットの経路探索回数の推移を図-3に示す。図-3に示すように経路探索機能は月約14,000回利用されており、その半数以上が携帯電話やスマートフォンといったモバイル機器からのアクセスであり、季節によって利用数が大きく変化していることがわかる。逆に、パソコンのような自宅などで利用される端

末からのアクセスは年間を通じてあまり変化していない。探索回数は12月から4月までと8、9月に利用が増加しているが、これは積雪や猛暑が原因で公共交通機関の利用者が増加するためと考えられる。

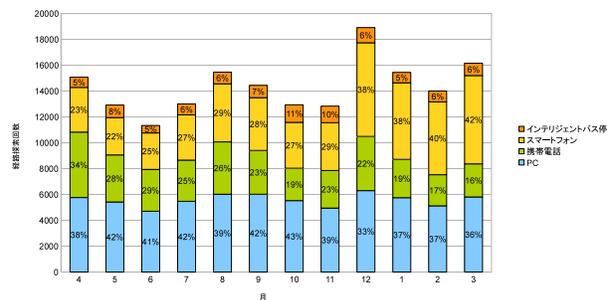


図-3 バスネットの経路探索回数の推移

バスネットの経路探索結果における各路線の出現数と実際の各路線の平均利用密度を比較したグラフを図-4と図-5に示す。図-4と図-5は鳥取県東部の一部のバス路線のデータであり、バス会社毎にそれぞれ比較した。



図-4 路線ごとの利用密度と検索回数 1

図-4と図-5では実データと乗換案内の利用データが全体的に相関を持っていることがわかるが、一部の路線における利用の偏りが存在することがわかった。

(1) 実利用データとの差異

図-4と図-5からわかるとおり、バスネットと路線バスの利用を路線毎の傾向を比較すると、一部の路線において利用の差異が生じた。そこで、乗換案内サービスを利用せずに公共交通機関を利用するケースについて仮説を立てて検証していくことで、乗換案内サービスの利用者と公共交通機関の利用者の関係を考察し、バスネットの利用と路線バスの利用の差異の原因について考える。

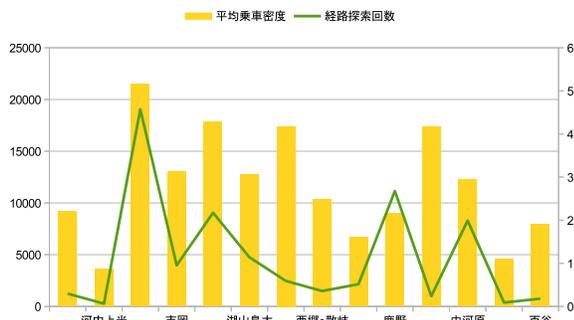


図-5 路線ごとの利用密度と検索回数 2

通勤・通学など日常的に利用している経路

通勤・通学のように日常的に利用している経路であれば、利用者はバス停や駅の位置は言うに及ばず、バスや鉄道の発車時刻や到着時刻まで記憶していると考えられ、乗換案内サービスを利用せずに公共交通機関を利用すると考えられる。

突発的な公共交通機関の利用

外出中に天候が悪化した場合など、突発的に公共交通機関を利用する場合に、携帯電話のような小型の情報機器では乗換案内サービスの利用を面倒に感じる人が多く、あまり、乗換案内サービスは利用されないと考えられる。

情報機器の利用の有無

高齢者や小中学生などに考えられるが、そもそも携帯電話やパソコンなどの情報機器を利用しなければ、公共交通機関を利用しても乗換案内サービスを利用しない。

(2) 通勤・通学など日常的に利用している経路

通勤・通学は利用の時間帯が限られているため、バスネットにおける出発時間帯毎の経路探索数の変化を図-6に示す。図-6の通り、全体的に朝8時台や夕方17

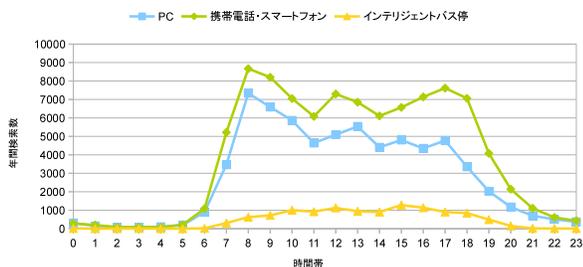


図-6 時間帯毎の検索数の推移

時台の利用が多く、携帯電話のようなモバイル機器が

らのアクセスが夕方が多いことから通勤・通学目的に利用されている割合が大きいことがわかるが、ほかの時間帯の利用と比較してそれほど突出しているわけではない。しかし、ユニークユーザ毎の利用調査から同じ目的地や出発地で何度も検索している利用者や時刻表検索機能を何度も利用している利用者が多くいることもわかっており、バスの発車時刻確認などのために利用されているものと考えられる。

(3) 突発的な公共交通機関の利用

出発日時のどれだけ前にバスネットを利用したかといった検索のタイミングを図-7に示す。

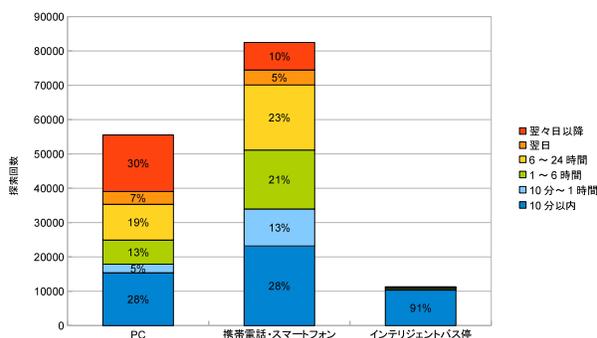


図-7 検索のタイミング

b

図-7のとおり携帯電話では当日に出発する経路が多い傾向があり、通勤・通学や休日の外出のための経路を当日に調べるために利用される割合が大きく、パソコンでは翌日以降の移動計画を立てるために利用される割合が大きいため、朝出発の経路の検索が多い。また、駅や文化ホールに設置されている据え置き型の端末であるインテリジェントバス停では10分以内の利用がほとんどで、これはすぐにバスを利用したい利用者が多いためと考えられる。

(4) 携帯電話やパソコンなどの情報機器を利用しない

図-5のとおり、一部の地域で乗換案内サービスの利用と公共交通機関の利用の比率が異なることが分かった。これはバス路線が通る地域における携帯電話やパソコンといった情報機器を利用しない高齢者などが多かったためではないかと考えた。図-5で一部路線だけバスネットの利用の割合が小さいのは、このような情報機器を使う人の割合が小さい地域を通る路線であるためではないかと考えられる。そこで、バスネットについてのアンケートの結果から年代ごとのバス利用割合とバスネットの利用割合を比較した者を図-8に示す。アンケート

は鳥取駅のバスターミナルととりぎん文化会館の2カ所です。合計で約400名の回答を得た。

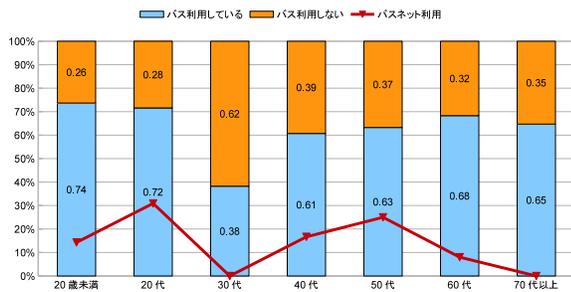


図-8 年代別のバスネット利用割合とバス利用率

図-8のとおり、路線バスの利用割合は30代を除いて、ほぼ一律なのに対して、バスネットの利用割合は20代と40～50代が特に多く、30代と70代以上では利用者が一人もいない結果となった。30代のバス利用が少ないのは自家用車を運転する方が多いためと考えられるが、70代以上の方や20代未満の方のバスネット利用割合がバス利用割合に対して少ないのは、やはり情報機器を利用しない人の割合が小さいためではないかと考えられ、アンケートのコメント欄でも携帯電話やパソコンを使わないのでバスネットを利用しないという意見がいくつかあった。

4. 考察

前章のデータ分析の結果から、路線バスの利用と乗換案内サービスの利用は強い相関を持っているが、一部の路線で乗換案内サービスの利用の割合が小さく、地域ごとに乗換案内サービスの利用の割合が異なることもわかった。通勤・通学のような日常的な利用や天候の悪化のような突発的な利用など路線バスを利用する状況によっては、乗換案内サービスを利用しないのではないかと考えたが、検索する経路の出発時間帯毎の利用数や出発日時のどれだけ前に経路を調べるのかといった検索のタイミング毎の利用数から、日常的な利用でも突発的な利用でも乗換案内サービスの利用は多いことがわかった。

また、パソコンや携帯電話といった情報機器を利用しない高齢者や小中学生などのバス利用者の割合が多いのではないかと考え、アンケートによって年代別のバス利用とバスネット利用の割合を比較したところ、年代によって乗換案内サービスの利用割合が大きく異なっており、乗換案内サービスの利用と路線バスの利用は情報機器の利用の有無が大きく関係していることが考えられる。

5. おわりに

本研究では乗換案内サービスの利用と現実の交通行動の関連性に着目し、乗換案内サービスのログデータから現実の公共交通機関の利用について分析できると考え、その関係について考察した。乗換案内サービスと公共交通機関のそれぞれの利用は強い相関を持っているが、一部路線などの相関が弱く、パソコンや携帯電話といった情報機器を利用しない高齢者などが要因だと推測され、バス路線の通過する人口統計データの年代別の人口割合などを用いてデータに補正をかけることで解決できると考える。今後は、分析した乗換案内サービスと現実の交通行動の利用の関係性を基にして、乗換案内サービスのログデータを分析するツールを開発することを目指す。

謝辞： 本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の受託研究によって実施された。

参考文献

- 1) 一般社団法人 全国軽自動車協会連合会:軽自動車の世帯当たり普及台数について http://www.zenkeijikyo.or.jp/topics/index_fukyuu.html 2013年04月24日アクセス
- 2) バスネット <http://www.ikisaki.jp/>
- 3) ジョルダン <http://www.jorudan.co.jp/>
- 4) 駅探 <http://ekitan.com/>
- 5) NAVITIME <http://www.navitime.co.jp/>
- 6) GogleTransit <http://www.google.co.jp/transit>
- 7) Tiago Dias Camacho, Marcus Foth, Andry Rakotonirainy: Pervasive Technology and Public Transport: Opportunities Beyond Relematics, *Pervasive Computing, IEEE*, Vol.12, pp.18-25, 2013
- 8) 川村 尚生, 菅原 一孔, バスネットワークのための実用的な経路探索システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 2, pp. 780-790 2007
- 9) 高山 貴寛, 川村 尚生, 笹間 俊彦, 菅原 一孔, 公共交通機関利用援助システムにおけるインテリジェントバス停, 情報科学技術フォーラム講演論文集 Vol.8, pp.541-544 2009

(平成 25 年 5 月 6 日 受付)