

全国版と地方版の経路検索サービスの関係性分析

鳥取大学	学生会員	○大江 広高
鳥取大学	正会員	桑野 将司
鳥取大学	正会員	森 山 卓
鳥取大学	正会員	細江 美欧
鳥取大学	非会員	南野 友香

1. 序論

経路検索サービスは、検索可能な地域と公共交通機関によって全国版と地方版に分けられる。全国版経路検索サービスでは、全国各地の主要な公共交通機関の情報が検索できる。ただし、公営バスやコミュニティバスなど、一部網羅されていない。一方、地方版経路検索サービスでは、検索可能な地域は狭まるものの、全国版では網羅できていない公共交通機関の情報が入手できる。そのため、全国版に比べ、提供する情報の精度は高いといわれている。

経路検索サービスの検索履歴データには、検索者の将来の移動希望が反映されていると考えられ、検索履歴データを分析することで、公共交通の潜在需要の把握に大きく期待できる。既往研究では、全国版と地方版がそれぞれ分析されているが、両サービスの利用特性の違いは明らかになっていない^{1), 2), 3)}。サービスの質や利用者の数、属性が異なるため、全国版と地方版では、データが表現する交通行動の特性も異なると考えられる。したがって、検索履歴データを用いた交通需要予測や交通計画立案のためには、全国版と地域版の検索履歴データの特性に応じて、どの経路検索サービスのデータを利用すべきかを選定する必要がある。本研究では、その第一段階として、全国版と地方版の検索履歴データの利用特性の違いを明らかにする。

2. 使用データの概要

本研究では全国版経路検索サービス「NAVITIME」、地方版経路検索サービス「バスネット」の検索履歴データにおいて、指定された出発地あるいは目的地の少なくとも一方が鳥取市内の駅またはバス停である検索データを分析対象とする。データ取得期間は2018年1月1日から2020年9月30日までの1,004日間である。

a) 「NAVITIME」の概要

「NAVITIME」は、株式会社ナビタイムジャパンが提供する総合ナビゲーションサービスであり、鉄道、路線バスなどの様々な移動手段による最適な経路を利用者に提示する。全データ数は1,472,788件である。

b) 「バスネット」の概要

「バスネット」は、鳥取県と島根県の山陰両県に導入されている経路検索サービスであり、徒歩移動も考慮したバスや鉄道などの乗換案内を行う「経路検索」、運行中のバスの現在位置情報を表示する「バスロケーションシステム」などの機能を有するWebアプリケーションである⁴⁾。「バスネット」は2006年4月から鳥取県東部地域での運用が開始され、現在では山陰両県のバスと鉄道情報を網羅している。全データ数は479,377件である。

3. 2 変量状態空間モデル

2変量状態空間モデルを適用し、分析対象の時系列データを、確率的レベル成分（以降、レベル成分）、曜日成分と祝日成分による回帰成分、誤差成分に分解する。2変量状態空間モデルの観測方程式は式(1)、状態方程式は式(2)でそれぞれ表現される。

$$y_{i,t} = x_{i,t} + D_{i,t} \dots D_{i,t} \cdot d_{i,t} + v_{i,t} \quad (1)$$

$$x_{i,t} = x_{i,t-1} + w_{i,t} \quad (2)$$

$$v_{i,t} \sim \text{MVN}(0, R_{i,t})$$

$$w_{i,t} \sim \text{MVN}(0, Q_{i,t})$$

キーワード 交通需要, 経路検索サービス, 2変量状態空間モデル, ODパターン

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学工学部情報システム研究室

TEL 0857-31-5313

$y_{\#}$ を観測値， $x_{\#}$ をレベル成分，回帰係数 D とダミー変数 $d_{\#}$ による $Dd_{\#}$ を回帰成分， $v_{\#}$ を誤差成分とする． Q と R はそれぞれ過程誤差 $w_{\#}$ と観測誤差 $v_{\#}$ の分散共分散行列である．添字 N と B はそれぞれ「NAVITIME」と「バスネット」を表す．分析に際し，目的変数である $y_{\#}$ ， $y_{\#}^*$ は，検索件数の対数値を用いる．本研究では両データの変動の関係性を明らかにすることに主眼があり，比較を容易にするためにデータの対数値を標準化する．これ

により，2データの時系列を同じ基準値で比較する．

4. 2 変量状態空間モデルの推定結果

2変量状態空間モデルの適用により得られる各成分から，「NAVITIME」と「バスネット」の関係を把握する．レベル成分，曜日成分，祝日成分，誤差成分の推定結果を図-1に示す．

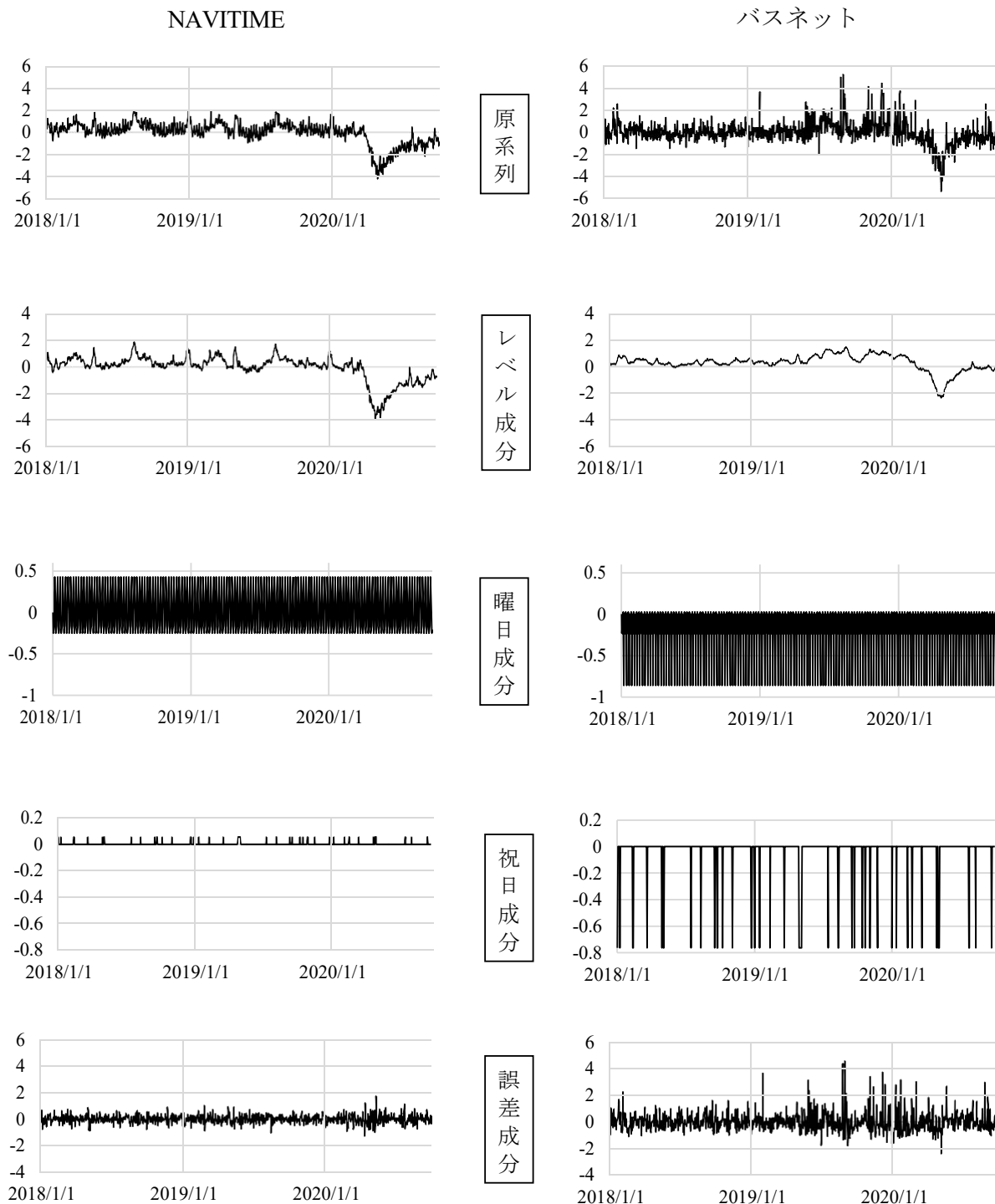


図-1 各成分の推定結果（左：「NAVITIME」，右：「バスネット」）

表-1 曜日成分のパラメータ推定結果

パラメータ	推定値	パラメータ	推定値
$D_{1,(%)}$ *	-	$D_{1,(%)}$ *	-
$D_{1,+,-}$	-0.250	$D_{1,+,-}$	-0.225
$D_{1,-,-/}$	-0.209	$D_{1,-,-/}$	-0.151
$D_{1,+0,}$	-0.165	$D_{1,+0,}$	-0.232
$D_{1,123}$	0.229	$D_{1,123}$	0.028
$D_{1,456}$	0.428	$D_{1,456}$	-0.177
$D_{1,4,*}$	0.231	$D_{1,4,*}$	-0.860
$D_{1,&7}$	0.047	$D_{1,&7}$	-0.765

表-2 誤差成分の推定結果

パラメータ	推定値	パラメータ	推定値
$R_{1,1}$	0.035	$Q_{1,1}$	0.042
$R_{1,1}$	0.011	$Q_{1,1}$	0.012
$R_{1,1}$	0.484	$Q_{1,1}$	0.013
Rの相関係数	0.090	Qの相関係数	0.502

a) レベル成分

レベル成分からは、「NAVITIME」と「バスネット」の検索件数の周期的な変動や突発的な変動が取り除かれた時系列変動の水準が確認できる。両サービスにおいて、2020年5月頃はCOVID-19の感染拡大による緊急事態宣言や鳥取県版新型コロナウイルス警報などの影響で移動が自粛されたため、検索件数が共に少ない傾向にある。その他の年月においてもレベル成分の変動は概ね類似しており、相関係数は0.802であった。ただし、「NAVITIME」では、冬休みや春休みなどの長期休暇期間において経路検索が多く行われた傾向が見られるが、「バスネット」ではそのような傾向はなかった。したがって、経路検索サービスの長期的な利用傾向として、長期休暇においては全国版と地方版の違いはあるものの、分析期間の全体としての傾向は類似しているといえる。

b) 曜日成分

曜日成分からは曜日による周期性が確認できる。なお、本研究では月曜日を基準として他の曜日の変動を分析した。曜日のパラメータ推定値を表-1に示す。表-1より、パラメータの符号に着目すると、休日において「NAVITIME」は正であるのに対し、「バスネット」は負である。値の大小関係から、「NAVITIME」は金曜日、土曜日、日曜日と週末に検索件数が多い傾向にあるといえるが、「バスネット」は日曜日の検索が最も少なく、休日よりも平日の検索件数が多い傾向にある。また、金曜日については両サービスともに正の推定値であるが、「NAVITIME」の推定値は「バスネット」の約8倍であることから、金曜日は「NAVITIME」の方が金曜日は特に利用されやすいと考えられる。以上より、両サービス

の曜日ごとの利用傾向は異なる。

c) 祝日成分

祝日成分からは祝日による変動を確認できる。表-1に祝日のパラメータ推定値を示す。表-1より、「NAVITIME」の祝日の推定値は正であり、「バスネット」の祝日の推定値は負である。これは、曜日成分同様に、祝日における利用傾向が両サービスで異なることを意味する。

d) 過程誤差と観測誤差の分散共分散行列の考察

モデルの過程誤差と観測誤差の分散共分散行列の推定結果から、「NAVITIME」と「バスネット」の関係を把握する。観測誤差 $v_{\#}$ と過程誤差 $w_{\#}$ の分散、共分散のパラメータ推定結果と各誤差の相関係数を表-2に示す。

表-2より、観測誤差 $v_{\#}$ の相関係数の値が0.090と0に近いことから、「NAVITIME」と「バスネット」の検索件数の観測誤差 $v_{\#}$ 間に共通性はほとんどない。観測誤差（誤差成分）はレベル成分と周期成分では説明できない変動を表すため、平常時とは異なる状況を表現する。両者の相関係数が低いことから、「NAVITIME」と「バスネット」の突発的に現れる平常時とは異なる検索件数の変動は、その大きさや検索日が異なることがわかった。

一方で、過程誤差 $w_{\#}$ の相関係数の値は0.502であり、やや強い正の相関である。レベル成分 $x_{\#}$ の性質を踏まえると、「NAVITIME」の平均的な検索件数が増加するとき、「バスネット」の検索件数も増加する傾向があるといえる。

5. 全国版および地方版経路検索サービスのODパターン比較

a) 総検索件数のODパターン比較

「NAVITIME」と「バスネット」の出発地と目的地別総検索件数（以降、ODパターン）に着目し、検索者が指定する地点の違いを明らかにする。

「NAVITIME」では出発地または目的地に県外を含む検索が全体の約61%を占める。これらは県内者あるいは県外者の観光や出張を目的とした検索と考えられる。一方で、「バスネット」では県外を含む検索は約1%であり、ほとんどは県内移動に関連する検索であった。

表-3に「NAVITIME」、表-4に「バスネット」の検索上位10位のODパターンを示す。表-3および表-4より、共通するパターンは「鳥取から鳥取大学前」のみで、全国版と地方版で指定する地点が異なることがわかる。

b) 誤差成分の変動が大きい日の OD パターン比較

「NAVITIME」と「バスネット」の誤差成分が共に大きく変動した日（以降、特異日）における、両サービスの OD パターンを確認する。特異日に該当するのは、2018年2月5日、2019年4月28日および2020年2月18日の3日である。各 OD パターンについて、全分析期間の1,004日間における1日あたりの平均検索件数と特異日の検索件数の比率（以降、平常比）を算出した。その結果、平常比が1.5以上の OD パターンは「NAVITIME」で20組、「バスネット」で61組あることがわかった。このうち、両サービスに共通する OD パターンは1組で、その他は異なる OD パターンであった。したがって、共通した特異日であっても、全国版と地方版では出発地と目的地の検索が異なることがわかった。

6. 結論

本研究では、全国版経路検索サービス「NAVITIME」と地方版経路検索サービス「バスネット」の検索履歴データを用いて比較を行った。全国版と地方版では長期的な変動、すなわち平均的な利用特性は類似しているが、突発的な変動日は異なることが明らかになった。また、全国版では週末の検索が多く、また起終点が県外地

表-3 「NAVITIME」の総検索件数上位10位

出発地	目的地	検索件数	検索割合
県外	鳥取	501,829	0.320
鳥取	県外	367,008	0.234
鳥取大学前	鳥取	78,772	0.050
鳥取	鳥取大学前	55,617	0.035
米子	鳥取	46,169	0.029
鳥取	米子	43,132	0.027
鳥取	倉吉	37,047	0.023
倉吉	鳥取	35,256	0.022
鳥取大学前	県外	24,440	0.015
県外	鳥取大学前	22,832	0.014

表-4 「バスネット」の総検索件数上位10位

出発地	目的地	検索件数	検索割合
JR 鳥取駅	鳥取県庁	19,390	0.040
鳥取駅	鳥取砂丘 (砂丘会館)	9,448	0.019
鳥取駅	鳥取大学前	8,722	0.018
鳥取駅	下光	5,939	0.012
白兔神社前	鳥取駅	5,204	0.010
鳥取駅	県庁日赤前	5,064	0.010
酒ノ津	鳥取駅	4,653	0.009
環境大学前	鳥取駅	4,530	0.009
鳥取駅	環境大学前	4,411	0.009
県庁日赤前	鳥取駅	4,354	0.009

域との組合せによる検索が多いことから、県外からの観光や出張を目的とした検索と推察できる。一方、地方版では県内の移動を目的とした検索が多いことと、平日の検索が多いことから、地域住民が普段の生活に利用していると推察できる。

2 変量状態空間モデルを適用した結果、平均的な交通需要の傾向を把握するうえでは、全国版および地方版経路検索サービスのどちらのデータを用いても同じ結果が期待できることがわかった。しかし、イベントや天候悪化などによって発生する突発的な交通需要の把握を目的とする場合には、県外者と県内者の特性把握に応じて全国版および地方版の検索履歴データを使い分ける必要があることが示唆された。このように、両サービスの利用者層を明らかにできたことは、公共交通の運行計画評価・立案手法の開発にも寄与するものと期待する。

本研究では、2変量状態空間モデルの外生変数を曜日成分のみとした。しかし、突発的な変動を表す要因として大雨や大雪警報が考えられる。そのため、対象地域特有の天候を考慮し、降水量や積雪量などを代理変数で表現すればモデル構築の精度を向上させる可能性がある。また、ODパターンの比較において、1日あたりの平均検索件数に基づき平常比を算出した。しかし、路線や時間帯によって検索者の特徴が異なることが考えられるため、路線別の検索件数を算出することや、時間帯別の増加率を把握し分析することが今後の課題である。参考文献

- 1) 石村怜美, 太田垣平, 富井規雄: 経路検索サービスの実績データに基づく近未来の突発的移動需要の検出, 土木計画学会・講演集, Vol.52, CD-ROM, 9 pages, 2013.
- 2) 太田恒平, 野津直樹: 経路検索条件データを用いた交通・観光行動分析～移動需要ビッグデータでわかること～, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.52, CD-ROM, 8 pages, 2015.
- 3) 伊藤昌毅, 見生元気, 川村尚生, 菅原一孔: 乗換案内サービス利用履歴から探る公共交通の利用状況, 第9回電子情報通信学会ヒューマンプロンプ研究会, CD-ROM, 3pages, 2013.
- 4) バスネット, バスネットについて, <https://www.ikisaki.jp/home/about>.