

# 全国版と地方版の経路検索サービスの 利用特性の比較

大江 広高<sup>1</sup>・桑野 将司<sup>2</sup>・森山 卓<sup>3</sup>・細江 美欧<sup>4</sup>・南野 友香<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生会員 鳥取大学 大学院持続性社会創生科学研究科工学専攻 (〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101)

E-mail: m22j6003y@edu.tottori-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 鳥取大学教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取市湖山町 4-101)

E-mail: kuwano@tottori-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 鳥取大学助教 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101)

E-mail: moriyama@tottori-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 鳥取大学助教 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101)

E-mail: mhosoe@tottori-u.ac.jp

<sup>5</sup>非会員 鳥取大学准教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101)

E-mail: minamino@tottori-u.ac.jp

全国版と地方版の経路検索サービスでは利用者層が異なると考えられるが、両サービスの利用特性は明らかでない。経路検索サービスを用いた交通需要予測や交通計画立案のためには、各経路検索サービスの特性に応じたデータの選定が必要である。本研究では、事前分析として、全国版と地方版の経路検索サービスの利用特性を比較することを目的とし、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る。分析では、2 データ間の相関関係を考慮する 2 変量状態空間モデルを適用した。そして、推定結果を用いてそれぞれの利用特性を把握し、比較を行った。分析の結果、全国版と地方版の平均的な利用特性は類似しているが、検索件数が多い曜日や検索件数が突発的に変動する日の利用特性は異なることを明らかにした。

**Key Words:** route search system, search history data, time series analysis, bivariate state-space model

## 1. 序論

近年、ETC (Electronic Toll Collection System) の利用履歴データやGPS (Global Positioning System) の位置情報データ、交通系ICカードの乗降履歴データなどの交通系ビッグデータを用いた研究が盛んに行われている。特に、公共交通の利用実態を把握するうえで、交通系ICカードの乗降履歴データへの注目度が高い。しかし、地方都市や都市郊外部などでは交通系ICカードが未導入な地域があり、そのような地域では公共交通における利用者行動を把握するためのデータの蓄積が十分ではない。

そこで、直接的に利用者行動を表現するデータの代替として、経路検索サービスに蓄積された検索履歴データが注目されている。経路検索サービスとは、出発地と目的地、公共交通の利用希望日時などを入力することで、最適な経路や運賃、所要時間などを提示するWebサービスである。経路検索サービスは、検索対象範囲と交通機

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には、大手企業が運営する「ジョルダン」や「NAVITIME」などがあり、全国各地の主要な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の時刻表や経路、停留所情報など、一部網羅されていない部分がある。一方、地方版経路検索サービスでは、検索対象範囲は狭まるものの、全国版では網羅できていない交通機関の情報が入手可能である。また、地方版経路検索サービスの多くは、「バスロケーションシステム」と呼ばれるGPSを活用したリアルタイムのバス位置情報システムを導入しており、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。

これらの経路検索サービスは、外出の計画段階に利用されることから、検索履歴データには、いつ、どこからどこへ移動したいかという検索者の将来の移動希望が反映されると考えられる。そのため、検索履歴データを分析することで、公共交通の潜在需要が把握できると大き

く期待される。

全国版経路検索サービスを対象とした既往研究の多くは、検索履歴データが示す潜在需要から利用状況を把握し、検索履歴データの利用特性を明らかにすることに主眼がある。寺部ら<sup>1)</sup>や石村ら<sup>2)</sup>、太田ら<sup>3)</sup>の既往研究では、検索の多い時間帯や出発地・目的地の組合せから、経路検索サービスに現れる潜在需要は観光やイベントのような私事目的の移動と関連があることを示唆した。地方版経路検索サービスを用いた研究では、潜在需要と実際の交通需要の相関関係から、検索履歴データの交通行動分析への活用可能性が検討されている。伊藤ら<sup>4)</sup>や轟ら<sup>5)</sup>の既往研究によると、検索件数と公共交通利用者数の間に概ね関係性があることが示されており、検索履歴データから実際の公共交通の利用状況を推測できる可能性が高いことが報告された。このように、検索履歴データを分析した研究はいくつかあるが、他の交通系ビッグデータを対象とした研究に比べ、研究蓄積は少ない。

また、全国版と地方版がそれぞれ分析されているが、各検索履歴データの利用特性の違いは明らかでない。先に述べたように、地方版経路検索サービスが提供している情報の質は、全国版と比べ同等かそれ以上であるが、知名度は全国版には劣る。そのため、全国版経路検索サービスの利用者は地域内外の利用者であるのに対し、地方版経路検索サービスの利用者は主に地元住民であると考えられる。利用者が異なれば、蓄積されるデータの特徴、すなわち検索履歴データに現れる当該地域の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特徴の違いを明らかにする。具体的には、2 データ間の相関関係を考慮する 2 変量状態空間モデルを用いて、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」の検索件数の変動を比較する。さらに、平常時より検索件数の増減が大きい日に着目して、各経路検索サービスのそれぞれの特性を明らかにする。

## 2. 使用データの概要

### (1) NAVITIME とバスネットの概要

「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、新幹線、路線バスなどの様々な移動手段を用いた最適な経路を利用者に提示する。

「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」、バス停や駅間の時刻表を表示する「時刻表検索」、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<sup>6)</sup>。「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た。2015 年 11 月には運用対象地域が島根県にも広がり、現在では山陰両県のバスと鉄道情報を網羅している。図-1 にバスネットの経路検索機能を用いた Web 上での検索画面と経路探索結果画面の例を示す。

### (2) 使用データの概要と基礎集計

#### a) 「NAVITIME」検索履歴データ

本研究では、全国版経路検索サービスとして「NAVITIME」の検索履歴データを用いる。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を分析対象とする。データの取得期間は 2018 年 1 月 1 日から 2020 年 9 月 30 日までの 1,004 日間で、全データ数は 1,472,788 件である。

図-2 に「NAVITIME」の日別検索件数の推移を示す。平均検索件数は 1,467 件/日であり、最も検索件数が多かったのは 2018 年 8 月 13 日（土）の 3,193 件、最も少なかったのは 2020 年 4 月 26 日（日）の 219 件である。

図-3 に「NAVITIME」の日別検索件数の度数分布を示す。図-3 より、1,001~1,500 件の検索があった日が 361 日で最も多い。また、データ取得期間の全 1,004 日のうち、約 71%が 1,001~2,000 件である。

#### b) 「バスネット」検索履歴データ

「NAVITIME」と同様に、地方版経路検索サービス「バスネット」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履歴データを分析対象とする。データ取得期間は



図-1 検索画面（左）と経路探索結果画面（右）

「NAVITIME」と同様に2018年1月1日から2020年9月30日までの1,004日間で、全データ数は479,377件である。

図-4に「バスネット」の日別検索件数の推移を示す。平均検索件数は477件/日であり、最も検索件数が多かったのは2019年8月30日(金)の4,361件、最も少なかったのは2020年5月4日(月・祝)の41件である。

図-5に「NAVITIME」の日別検索件数の度数分布を示す。図-5より、201~400件の検索があった日が415日で最も多い。また、データ取得期間の1,004日のうち、約81.1%が201~600件である。

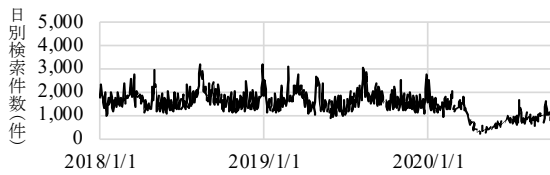


図-2 NAVITIMEの日別検索件数の推移

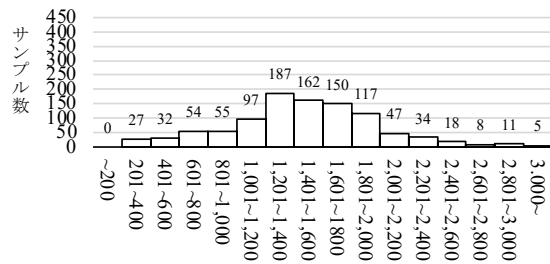


図-3 NAVITIMEの日別検索件数の分布

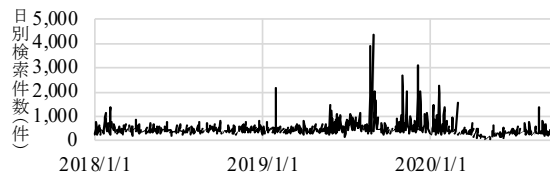


図-4 バスネットの日別検索件数の推移

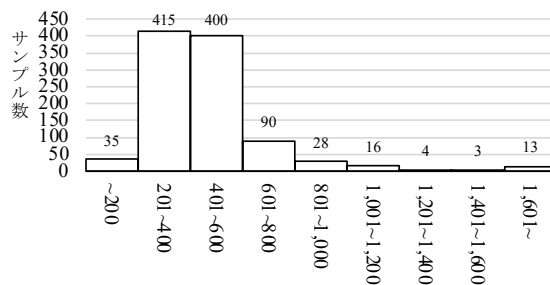


図-5 バスネットの日別検索件数の分布

### 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。

$$\begin{bmatrix} y_N \\ y_B \end{bmatrix}_t = \begin{bmatrix} x_N \\ x_B \end{bmatrix}_t + \begin{bmatrix} \hat{D}_{N,M} & \cdots & \hat{D}_{N,P} \\ \hat{D}_{B,M} & \cdots & \hat{D}_{B,P} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_M \\ \vdots \\ d_P \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_N \\ v_B \end{bmatrix}_t \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} x_N \\ x_B \end{bmatrix}_t = \begin{bmatrix} x_N \\ x_B \end{bmatrix}_{t-1} + \begin{bmatrix} w_N \\ w_B \end{bmatrix}_t \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} v_N \\ v_B \end{bmatrix}_t \sim \text{MVN} \left( \mathbf{0}, \begin{bmatrix} R_{N,N} & R_{N,B} \\ R_{N,B} & R_{B,B} \end{bmatrix} \right),$$

$$\begin{bmatrix} w_N \\ w_B \end{bmatrix}_t \sim \text{MVN} \left( \mathbf{0}, \begin{bmatrix} Q_{N,N} & Q_{N,B} \\ Q_{N,B} & Q_{B,B} \end{bmatrix} \right)$$

$y_t$ を観測値、 $x_t$ をレベル成分、回帰係数 $D$ とダミー変数 $d_t$ による $Dd_t$ を回帰成分、 $v_t$ を誤差成分とする。 $Q$ と $R$ はそれぞれ過程誤差 $w_t$ と観測誤差 $v_t$ 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 $y_{N,t}$ 、 $y_{B,t}$ 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

#### (1) 各成分に関する比較

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-6に示す。

#### 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警報などの影響で移動が自粛されたため、検索件数が少ない傾向にある。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

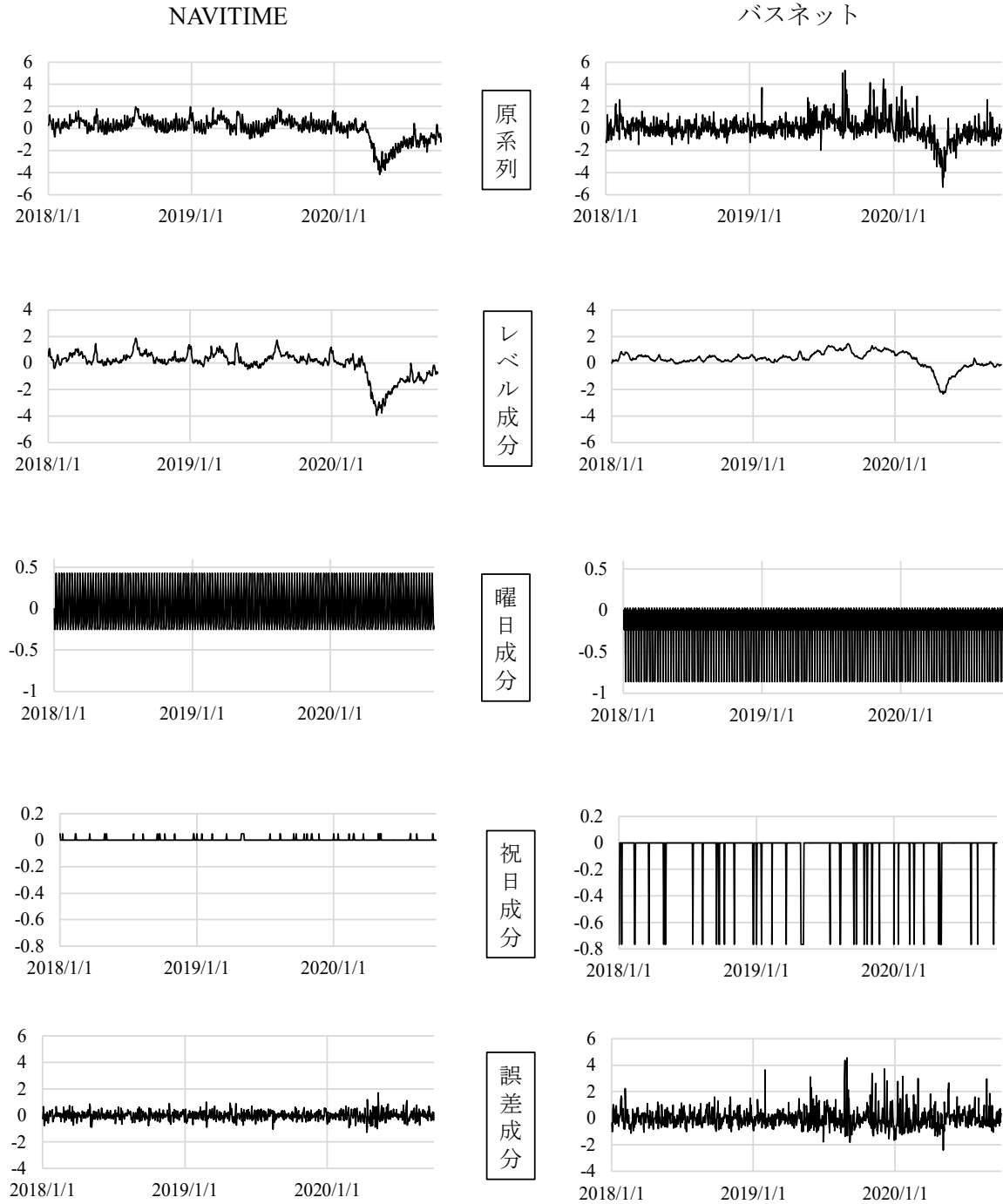


図6 各成分の推定結果 (左: 「NAVITIME」, 右: 「バスネット」)

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で違いはあるものの、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、「バスネット」に比べて「NAVITIME」の推定値は約8倍で

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
$D_{N,Mon}$	(-)	$D_{B,Mon}$	(-)
$D_{N,Tue}$	-0.250	$D_{B,Tue}$	-0.225
$D_{N,Wed}$	-0.209	$D_{B,Wed}$	-0.151
$D_{N,Thu}$	-0.165	$D_{B,Thu}$	-0.232
$D_{N,Fri}$	0.229	$D_{B,Fri}$	0.028
$D_{N,Sat}$	0.428	$D_{B,Sat}$	-0.177
$D_{N,Sun}$	0.231	$D_{B,Sun}$	-0.860
$D_{N,PH}$	0.047	$D_{B,PH}$	-0.765

表-2 モデルのパラメータ推定結果と各誤差の相関係数

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

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と推察される。

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、祝日において両サービスで利用傾向が異なることを示唆する。

(2) 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 $v_t$ と過程誤差 $w_t$ 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 $v_t$ の相関Rの係数の値が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 $v_t$ 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における検索件数の特徴を表現する。つまり、長期的に発生する検索とは異なる利用目的で検索が行われる場合、「NAVITIME」と「バスネット」では利用特性が異なり、その検索日も異なると考えられる。

一方で、過程誤差 $w_t$ の相関Qの係数の値は0.502であり、やや強い正の相関である。レベル成分 $x_t$ 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

(1) 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が含まれる検索が全体の約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「バスネット」の検索上位10位のODパターンを示す。表-3、表-4の通り、共通するODパターンは「鳥取から鳥取大学前」のみで、全国版と地方版では検索者が指定する地点が異なる。

(2) 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

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

日の検索件数の比率（以降、平常比）を算出する。

その結果、平常比が 1.5 以上の OD パターンは「NAVI TIME」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、ほとんどは異なる OD パターンであった。したがって、共通して変動が大きい特異日であっても、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、次の 2 段階の手順で比較を行った。

第 1 段階では、「NAVITIME」と「バスネット」の検索履歴データの相互依存性を仮定した 2 変量状態空間モデルを適用した。そして、時系列変動の平均的な変動を表すレベル成分、周期的な変動を表す曜日成分と祝日成分、残る時系列変動を誤差成分として分解し、利用特性の違いを明らかにした。

第 2 段階では、「NAVITIME」と「バスネット」の総検索件数の OD パターンと特異日における OD パターンを比較した。その結果、総検索件数の OD パターンと特異日の OD パターンは共に異なることがわかった。

以上の結果から、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ものの、突発的な変動日は異なることが明らかになった。また、全国版では金曜日、土曜日、日曜日、祝日といった週末の検索が多く、また起終点が県外地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の適用の結果、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を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公共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、対象地域である鳥取県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) 寺部慎太郎, 重里光祐, 内山久雄: 鉄道経路探索 web サイトに関する利用実態の特徴分析, 土木計画学会・論文集, Vol.26, No.3, 569-574 pages, 2009.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 伊藤昌毅, 見生元気, 川村尚生, 菅原一孔: 乗換案内サービスの利用履歴から探る公共交通利用状況, 電子情報通信学会ヒューマンプロブ研究会, Vol.9, CD-ROM, 3 pages, 2013.
- 5) 轟朝幸, 谷口滋一, 高宮則夫: 公共交通乗り換えログの特性分析と活用可能性について, 土木計画学研究・講演集, Vol.31, CD-ROM, 4 pages, 2005.
- 6) バスネット, バスネットについて, <https://www.kikisaki.jp/home/about>.

## COMPARISON OF USAGE CHARACTERISTICS BETWEEN NATIONAL AND LOCAL ROUTE SEARCH SERVICES

Kosuke OOE, Masashi KUWANO, Taku MORIYAMA,  
Mio HOSOE and Yuka MINAMINO

Although the user's attributes of the national and local route search services are considered to be different, the usage characteristics of the two services are not clear. In order to forecast transportation demand and plan transportation using the search history data of route search services, it is necessary to select data

according to the characteristics of each route search service. This study aims to compare the usage characteristics of the national and local route search services as a preliminary analysis, and uses the search history data of the national route search service "NAVITIME" and the local route search service "BUSNET". The analysis applied a bivariate state-space model that takes into account the correlation between the two sets of data. The results of the analysis show that the national version and the local version of the service have different usage characteristics. As a result of the analysis, it found out that the average usage characteristics of the national and local versions are similar, but the days of sudden changes and the days of the week with a large number of searches are different.