

# 経路検索ビッグデータが明かす鉄道利用の実態

太田 恒平

一日に数百万件の検索が行われるインターネット上の経路検索サービスは、もはや交通インフラの一部と言えるほど普及している。それらの利用実績データを利用することで、輸送実績に表れない移動需要や経路選択について、事業者横断的で広範囲な分析が常時・瞬時に可能となりつつある。本稿ではそれらのデータを用いた、終電需要、北陸新幹線の開通効果、イベント時の突発的移動需要の検出、経路選択についての分析事例を紹介する。最後に、データの相互活用を軸とした経路検索サービスと鉄道事業の連携のあり方について述べる。

キーワード：経路検索、ビッグデータ、移動需要

## 1. はじめに

乗換検索やカーナビなどのナビゲーションサービスは、もはや交通インフラの一部と言えるほど普及している。2000年に創業した当社は、複数の交通手段を組み合わせた経路探索技術を軸としたナビゲーションサービスを携帯電話・PCにおいて提供しており、その月間ユーザ数は2,700万人にもものぼる（2015年3月のユニークユーザ）。

当社では、そのナビゲーションサービスで培った基盤を活かし、交通・移動に関するデータ提供・分析を行う交通コンサルティング事業[1]を2012年10月より開始している。当事業では、当社サービスにて蓄積された移動実績や移動需要のビッグデータを抽出・分析し、官公庁、自治体、交通事業者と協調しながら、交通の最適化、地域の活性化に貢献している。本稿では、当事業にて研究開発やデータ提供を行っている、鉄道関連の経路検索ビッグデータの活用事例について紹介する。

## 2. 経路検索条件データを用いた移動需要分析

当社が鉄道の移動需要分析に主に用いているのは経路検索条件データ[2]である。これは、ユーザが経路検索サービスを利用する際に指定した発着地や日時など（図1）の条件を記録したデータである。当社の各サービスにおいて取得される公共交通の経路検索条件データは年間約13億件（2013年度）にもものぼる。経路



図1 検索条件設定画面(PC)

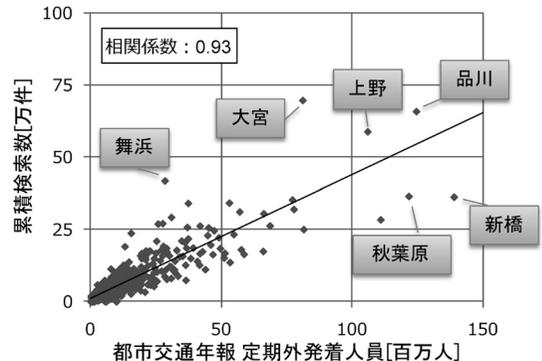


図2 経路検索数と定期外発着人員の相関図  
（都市交通年報：2010年度版、経路検索条件データ：2013年2～3月）

検索数と実際の交通量との相関は高く、都市交通年報の首都交通圏における駅別の定期外の年間発着人員と、経路検索条件データの駅別の検索数との相関は0.93と高くなっている（図2）。

3～5節では、本データを用いた分析事例を紹介する。

## 3. 終電の実態

### 3.1 華の金曜日は健在

年の瀬の週末、終電の混雑・遅延にうんざりしながら

おおた こうへい  
株式会社ナビタイムジャパン 交通コンサルティング事業  
〒107-0062 東京都港区南青山3-8-38  
kohei-ota@navitime.co.jp

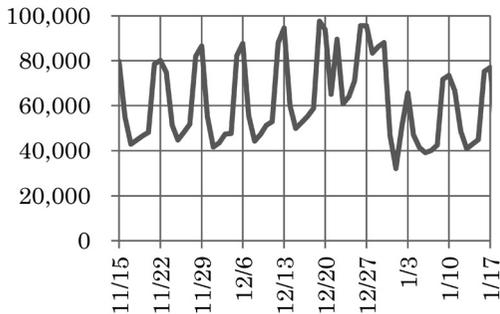


図3 2014年末の日別終電検索者数  
(0～3時は前日扱い、目盛は土曜日)

表1 終電検索出発駅ランキング(2014年12月)

順位	出発駅	終電 検索数	終電 検索率
1	新宿	116,432	10%
2	渋谷	95,987	14%
3	池袋	67,222	10%
4	東京	50,854	6%
5	横浜	43,347	8%
6	大阪	34,351	9%
7	名古屋	31,159	8%
8	新橋	30,586	12%
9	六本木	29,033	17%
10	恵比寿	25,494	14%

帰宅した経験をもつ人は多いだろう。実感どおり、終電検索者数と曜日には明確な関係がある。2014年末の日別の終電検索者数(図3)によると、金曜に加えて土曜日も月～木曜日の2倍近くの検索があることがわかる。週の変動だけでなく、大晦日に向けて増えた後、年を越すと大きく落ち込んでいることもわかる。鉄道各社は近年、年末の臨時便や大晦日の終夜便を運行しているが、通年で「金土曜深夜ダイヤ」を実施してはいるだろうか。

### 3.2 終夜バスのニーズは六本木～渋谷にあったのか

都営バスは、六本木～渋谷間に試験運行していた終夜バスを、利用者の低迷により2014年10月に打ち切った。ここでは「六本木～渋谷」という区間設定の妥当性を、鉄道の終電検索を基に分析する。

終電検索の出発駅ランキング(表1)によると、六本木は9位であった。終電検索率(終日の検索数に占める終電検索の割合)は17%と他駅よりも高いものの、ほかのターミナル駅に比べると絶対数が少ない。さらに六本木発の終電検索の到着駅ランキングを見ても(図4)、渋谷着は3位であり全体の1.2%に過ぎな

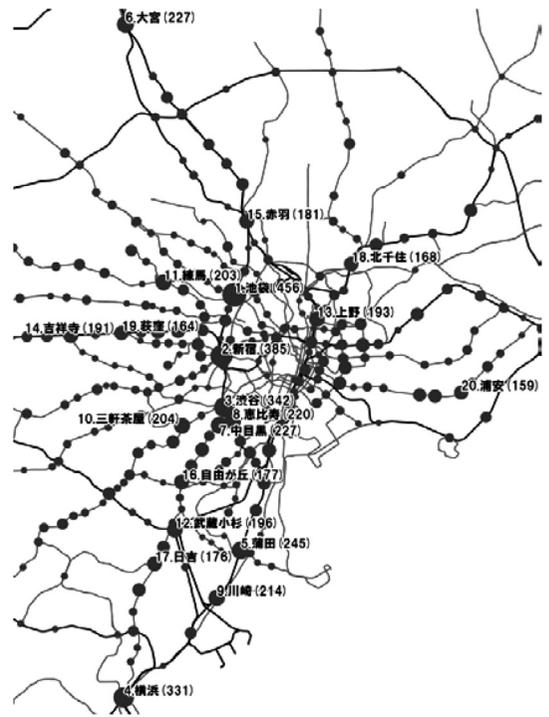


図4 六本木発の終電検索の到着駅  
(2014年12月、上位20位、数字は検索数)

かった。1位の池袋、2位の新宿といったターミナル駅に限らず、到着駅は各方面に広く分布していた。つまり六本木～渋谷という路線は、深夜の移動需要のごく一部しかカバーできない設定だったことがわかる。

今後、「眠らぬ街」を目指して深夜・終夜バスを再度運行するのであれば、こういった終電検索の需要を参考に路線網を計画すれば、成功の可能性は高まるであろう。

## 4. 北陸新幹線開通—金沢と富山の明暗—

### 4.1 北陸新幹線開通の効果

北陸新幹線の開通に伴い、首都圏～北陸の鉄道利用者数は大幅に増加し、ゴールデンウィーク期間中のJR西日本管内の北陸新幹線利用者数は前年比311%を記録した[3]。しかし延伸区間上の県庁所在地である金沢と富山における観光への影響を比較すると、「金沢の一人勝ち」[4]との声も出てきている。ここでは、経路検索条件データを用いて、ゴールデンウィーク期間中の両都市への開通効果の実態の把握を行った結果を紹介する[5]。

### 4.2 金沢は富山の2.39倍

表2によると、ゴールデンウィーク期間中の関東各駅発の経路検索ユーザ数の前年比率(全国のユーザ数

表2 GW 期間中の金沢・富山着の経路検索ユーザ数 (2014, 2015 年 4 月 29 日～5 月 5 日)

出発地		金沢着検索数		富山着検索数		金沢／富山
分類	出発駅	2015 年	前年比	2015 年	前年比	
地方別	全国各駅	15,480	177%	6,806	146%	2.27
	関東各駅	5,087	231%	2,131	173%	2.39
北陸新幹線 沿線	東京	2,302	290%	992	204%	2.32
	大宮	505	319%	215	215%	2.35
	高崎	237	385%	76	256%	3.12
	軽井沢	83	945%	38	315%	2.18
東北新幹線 沿線	長野	376	713%	166	378%	2.27
	仙台	108	317%	32	139%	3.38
近畿・中京圏	宇都宮	58	377%	18	126%	3.22
	大阪	1,036	152%	360	121%	2.88
両駅間	名古屋	694	141%	270	112%	2.57
	富山	925	214%			
	金沢			959	221%	

の伸び率で除算済み)は、金沢着の 231%に対し富山着は 173%に留まった。その結果、富山着に対する金沢着の検索数の比率は 2.39 倍と広がり、まさに「金沢の一人勝ち」状態となった。

さらに出発地別の状況を見ていくと、金沢は全国各地から幅広く集客を伸ばしていることがわかる。金沢・富山着ともに東京発はそれぞれ 290%、204%と伸びているが、それ以上に大宮～長野の北陸新幹線沿線の各駅から、特に金沢が集客を大きく伸ばしていることがわかる。それだけでなく、仙台・宇都宮といった東北新幹線沿線からも、金沢だけが集客を大きく伸ばしている。メディアなどで取り上げられた効果か、北陸新幹線の沿線ではない大阪・名古屋発からも検索は増えているが、富山の伸びは金沢に及ばない。近畿・中京圏から富山に行く際に、在来線特急から新幹線への乗換が必要となったことが、この差を生んでいる可能性がある。

### 4.3 共栄に向けて

富山・金沢を競合とみなせば明暗は分かれるが、一方で両都市は北陸観光においては共存共栄の関係でもある。実際、両駅間の検索数は前年比 220%前後と伸びている。首都圏から両都市への回遊、近畿・中京圏から富山に行く際の乗換、両都市住民の移動などの複合要因と考えられるが、いずれにしても新幹線により両都市間の鉄道移動需要が増えていると言えよう。

こうした駅ごとの詳細なデータは、鉄道事業者からは「経営上の理由や、地元と与える影響から」[4]という理由で公開されないことがある。しかし観光関係者としては、実態を定量的かつ迅速に把握する必要があるだろう。日々蓄積される経路検索条件データを用い

れば、過去にさかのぼった調査を素早く実施し、観光振興策を立てていくことが可能になると考えられる。

## 5. イベント時の突発的移動需要の検出

### 5.1 突発的移動需要をとらえるには

一般に交通事業における突発的な移動需要に対する輸送力調整などの対応は、過去の類似パターンにおける実績値を基に計画されており、未知の突発的移動需要を事前に検出して対応することは容易ではない。新幹線においては、類似パターンにおける実績値だけでなく、指定券の予約状況も踏まえた輸送力調整が運用されているが、予約を伴わない列車には適用できない。

このような未知の突発的移動需要の検出に有用なのが、経路検索条件データである。経路検索の際には未来の発着日時を指定することが多いため、その条件データには未来の移動需要が反映されている。したがってそれを分析することで、数分から数日後の移動需要の検出が可能となる [2]。

### 5.2 アイドルのライブに押し寄せる人波

突発的移動需要の具体例を以下に示す。図 5 は、2013 年 4 月 13 日の 16 時台の乗換経路検索数上位駅の分布である。この日は「ももいろクローバー Z」のライブコンサートが西武ドームにおいて開催されており、最寄りの西武球場前が首都圏で 7 位と多く検索されていた。図 6 は、到着駅を西武球場前駅、到着日時を同日に指定した乗換経路検索数の時間別分布であり、開演前とグッズ販売開始前に検索が集中していた。また 16 時台の検索件数は、4 日前の時点ですでに平常日の 8 倍に上り、事前に突発的移動需要を検出することができた。このようにイベントなどによる突発的な移動需

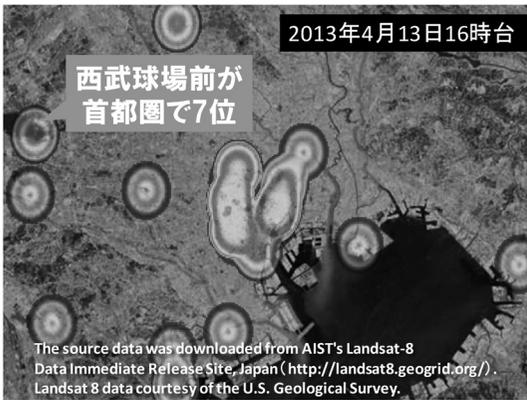


図5 乗換経路検索数上位駅の分布

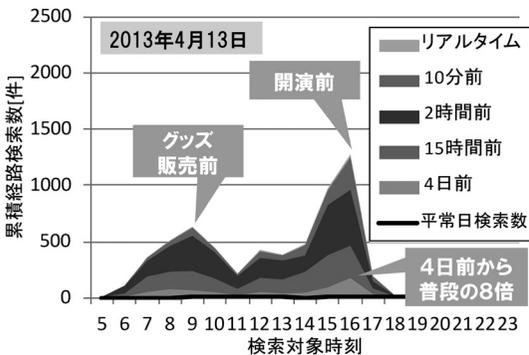


図6 西武球場前駅の到着指定時間帯別検索数

要は本データに鮮明に表れる。

### 5.3 前もって検索が行われるパターンとは

移動需要検出のカギを握るのは、発着指定日時より前に行う検索（事前検索と呼ぶ）である。図7は4日前から指定日時に至るまでの間に事前検索が増えている傾向を示している。最終的な累積検索数のうち事前時間区分の時点で検索済み割合を示す事前検索率は、20時指定よりも6時指定、出発日時指定よりも到着日時指定のほうが高くなっている。集合時刻が決まってい、それが朝早いほど計画的に検索する…そのような人の行動傾向が浮かび上がってくる。

### 5.4 突発的移動需要の検出

筆者らは、上記のような事前検索の増加傾向を統計化し、未来の経路検索が検索指定日時までの間にどの程度伸びるのか予測したうえで、突発的移動需要を検出するシステムを構築した。ここで突発的移動需要とは、駅別・日時指定方法別（出発と到着のどちらの日時を指定するか）の1時間当たりの検索数が、平常日の2倍以上かつ50件以上となった場合としている。

2013年2月1日～3月17日に記録された駅間の経路

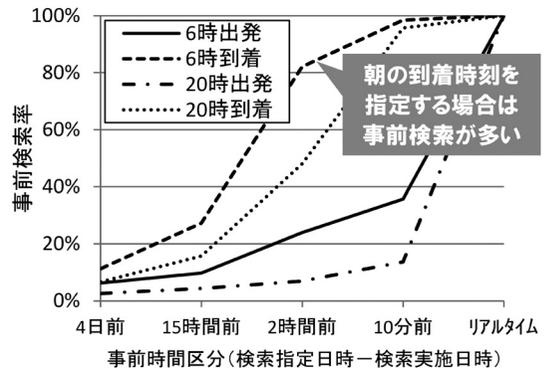


図7 事前検索の増加傾向

検索条件データを用いて、同年3月18日～4月14日に発生した突発的移動需要の検出可能性を検証した。対象期間において発生した突発的移動需要12,268件中、4日前の時点で検出できた267件の事象を表3に示す。コンサートやスポーツイベントのほか、季節から入庁式や卒業式・入学式が多く検出された。

### 5.5 本分析結果の活用方法

このような移動需要情報は、リアルタイムでの配信がなされればさまざまな分野で活用可能と考えられる。

#### (1) 輸送計画

交通事業者においては、増便・増結・臨時便などによる輸送力調整への活用が期待される。発着駅だけではなく、途中の利用路線や乗換駅の需要も予測することができる。また輸送障害時には、混雑集中が予想される箇所の振替輸送の増強やバス・タクシーの手配といった活用も期待される。

#### (2) ユーザへの情報提供

経路検索サービスでは、移動需要情報のプッシュ配信や、混雑を回避した経路案内などを行うことが考えられる。一例を示すと、当社が提供するWebサービス「駅混雑注意報」(図8)では、突発的移動需要を検出した駅がカレンダー上に表示され、さらに混雑時間帯もグラフで表示される。こうした情報により、その人が快適に移動できるだけでなく、全体の混雑分散効果も期待される。

#### (3) 小売マーケティング

駅前の商業施設などは、移動需要予測情報を基に、出店や人員、仕入れを調整することができる。現場のノウハウだけでなくこういった移動のビッグデータを活用することで機会損失や在庫過剰を防ぐことができれば、地域経済にも乗客にも利益になるであろう。

#### (4) 東京オリンピック・パラリンピック

こうした移動需要予測技術やユーザへの情報提供サ-

表 3 4 日前に検出された突発的移動需要

原因事象	検出数	駅の例
コンサート	62	西武球場前, 水道橋/後楽園, さいたま新都心, 新横浜
スポーツ	17	浮間舟渡/蓮根/京成佐倉 (市民マラソン), 浦和美園
その他イベント	12	国際展示場正門, 横須賀中央 (横須賀基地)
行楽地・施設	28	九段下 (お花見), 高尾山口, 東京ディズニーシー
オフィス街	36	日本大通り, 都庁前, 霞ヶ関, 西新宿
教育イベント	47	九段下, 日吉, 中央大学・明星大学, 経堂
ダイヤ改正	15	和光市/新宿三丁目/北参道/元町・中華街
空港	2	羽田空港, 羽田空港第 1 ビル
不明	48	—
合計	267	

### 金沢駅の混雑注意報

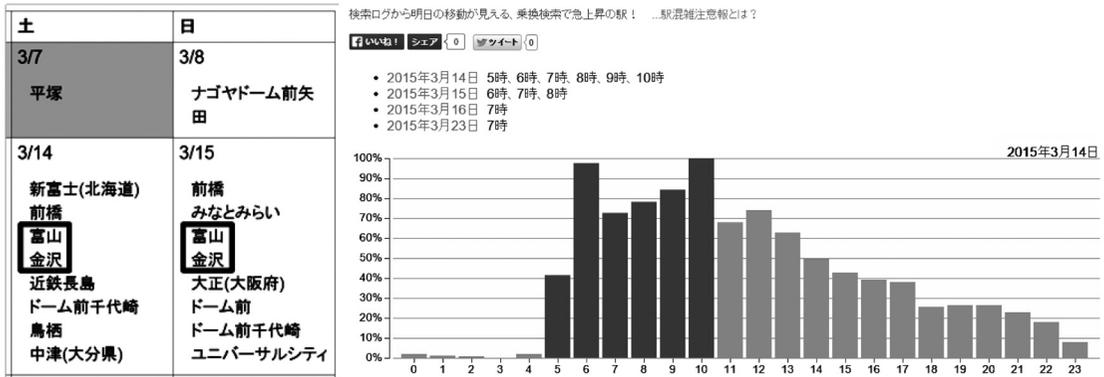


図 8 駅混雑注意報のサービス画面 (<http://www.navitime.co.jp/forecast/station>) (3月7日時点で、3月14日の北陸新幹線開通日における富山・金沢の突発的移動需要を検出している。)

ピスは、2020年開催の東京オリンピック・パラリンピックのような、過去の移動実績を基にした広範囲の混雑予測が極めて難しいイベントにおいても活用が期待される。

## 6. 選ばれやすい経路とは

### 6.1 経路検索サービスは競合比較の舞台

鉄道事業者にとって、乗客が自社路線と競合路線のどちらを選ぶのかということは、大きな関心事であろう。経路検索サービスの画面 (図 9) 上には、複数の候補経路が表示され、それぞれの所要時間や運賃などの情報が記されている。この画面こそ、乗客が認知した競合経路や経路情報であり、競合比較の意思決定がなされる舞台である。

### 6.2 経路選択データの概要

筆者らは、複数表示される経路の中でどの経路を選んでいるか判定するために、カレンダー登録機能およびメール・SNSによる情報共有機能 (図 9) の利用記録を経路選択データとして生成した [6]。本稿では、2014年3月24日~4月13日に記録された160,517件の経



図 9 経路選択の判定方法 (iOS版乗換 NAIVITIME)

路選択データを対象とした分析結果を示す。本データのサンプル数は3週間の記録ながら、2010年大都市交通センサス調査対象総票数の48%に匹敵する。

### 6.3 経路選択モデルの構築

本データを用いて、所要時間、運賃、乗換回数が経路選択に及ぼす影響を、多項ロジットモデルを用いた経路

表4 経路選択モデル推定結果

説明変数	推定値	t 値
所要時間 [分]	-0.163	-192
運賃 [円]	-0.00707	-157
乗換回数 [回]	-1.00	-136
サンプル数		160,517
調整済尤度		0.483
時間価値 [円/分]		23.0
乗換抵抗 [分/回]		6.15

表5 到着地別の乗換抵抗

到着地	サンプル数	乗換抵抗 [分/回]
全て	103,461	5.97
空港		
羽田	1,928	6.43
関西	239	15.0
成田	150	21.0

国際空港着の乗換抵抗は通常の約3倍

選択モデルにより推定した(表4)。これによると、時間価値(1分節約のために何円支払うか)は23.0円/分、乗換抵抗(乗換1回節約のために何分所要時間が伸びてもよいか)は6.15分/回となった。

さらに、到着地別に推定を行ったところ、国際空港着の乗換抵抗は通常の約3倍であることがわかった(表5)。また、第一経路に表示されることを説明変数に加えたところ、第一経路の選ばれやすさは運賃198円分に相当することがわかった(表6)。つまり、経路検索サービスにおいて一番に表示されるような快適な経路を鉄道事業者が提供できれば、競争に対し一段と優位に立てるわけである。

#### 6.4 成田空港アクセスのシェア

本データを用いることで、経路選択モデルの構築だけでなく、利用路線シェアの分析も可能である。たとえば、成田空港着の出発地別利用路線シェア(図10)を見ると、有料特急のスカイライナー・成田エクスプレスは直通駅からの利用シェアが高い一方で、その他の駅からは無料の成田スカイアクセス特急が幅広く集客していることがわかる。先述の経路選択モデルの推定結果も合わせると、乗換の物理的・精神的負担の軽減が、国際空港アクセス有料特急の利用促進のカギを握ると言えよう。

#### 6.5 本分析の活用方法

本分析の活用方法としては、まず鉄道事業者による利用促進が考えられる。典型的には、鉄道事業者による運賃・ダイヤなどの競争対策である。また、第一経路が選ばれやすいというような情報バイアスに着目し、

表6 第一経路の選択傾向推定結果

説明変数	推定値
所要時間 [分]	-0.0981
運賃 [円]	-0.0063
乗換回数 [回]	-1.04
第一経路ダミー	1.25
サンプル数	157,960

**第一経路は運賃198円分選ばれやすい**

1 18:05 ⇒ 18:44  
39分 440円 乗換1回

2 18:05 ⇒ 18:44  
39分 440円 乗換1回

3 18:00 ⇒ 18:47  
47分 640円 乗換1回



図10 出発駅別の利用路線シェア(成田空港着)

経路検索サービス上での広告表示の評価にも利用できるだろう。Web検索の世界でSEO(Search Engine Optimization)やリスティング広告がサイトの盛衰を左右しているように、経路検索サービスの表示順位が路線の収支を左右するようなことも起きるかもしれない。

さらに一鉄道事業者に留まらない活用としては、自動車よりも環境負荷の低い公共交通への誘導、混雑・運休路線の迂回といった、全体最適に結びつくような経路誘導のための知見を得るということも考えられる。

また一方で、ユーザに選ばれやすい経路を表示できるよう、経路検索サービスの改良に当社自身も活用していく予定である。

## 7. おわりに

### 7.1 経路検索ビッグデータの特長

本稿で示したように、経路検索サービス上で取得されるビッグデータを分析することで、鉄道利用に関するさまざまな知見が得られる。本データの特長は次のように整理される。

(1) 広範囲・常時・瞬時に利用可能

たとえば経路検索条件データは、2012年から数時間前までの全国のデータが手に入る。アンケート調査の代表例である大都市交通センサスが、三大都市圏で5年に1度実施され1年後に結果が公表されるのに比

べると、大幅に優位である。

### (2) 事業者横断的に利用可能

競合や乗り入れ先となる他社についても自社と同様にデータを取得可能である。

### (3) 輸送実績に表れない需要や経路選択を反映

自動改札、ICカード、車両の応荷重などの輸送実績に表れるのは、あくまで過去や現在の実績である。利用促進にあたっては、潜在需要、未来の移動需要、経路選択といった、まだ利用していないユーザの行動から知見を得ることが重要である。これらが反映されていることは本データの最大の特長である。

## 7.2 経路検索サービスと鉄道事業の連携

上記のような特長をもつ経路検索ビッグデータだが、その活用は緒に就いたばかりである。鉄道の利用促進や輸送最適化に役立つ分析手法の確立、実務への反映においては、鉄道事業者との協調が欠かせない。

また経路検索ビッグデータの活用だけでなく、情報提供においても経路検索サービスと鉄道事業は補完関係にある。経路検索サービスには、駅に来る前に、個人ごとに最適化して伝達・誘導可能というメリットがある一方、駅や車内での情報提供には確実性や即時性といったメリットがある。これらの情報提供の質・量

の向上のためには、鉄道事業者による運行情報や混雑情報の公開が期待される。そうすることで、経路検索サービスにおいて混雑や運休路線を回避した経路案内が可能となる。

このように、経路検索サービス事業者と鉄道事業者がデータを相互に活用することで、鉄道輸送や情報提供がより乗客や社会のニーズに合ったものに発展していくことを期待する。

## 参考文献

- [1] ナビタイムジャパン, 「交通コンサルティング」, <http://consulting.navitime.biz/> (2015年7月19日閲覧)
- [2] 石村怜美, 太田恒平, 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,” 土木計画学研究・講演集, **47**, 2013.
- [3] 西日本旅客鉄道株式会社金沢支社, 「平成 27 年度ゴールデンウィークのご利用状況について」, [https://www.westjr.co.jp/press/article/items/150507\\_00\\_kanazawa.pdf](https://www.westjr.co.jp/press/article/items/150507_00_kanazawa.pdf) (2015年7月19日閲覧)
- [4] 朝日新聞 DIGITAL, 「北陸新幹線, 3カ月で246万人 金沢と富山は明暗?」, <http://digital.asahi.com/articles/ASH6M3GF3H6LPTIL01F.html> (2015年7月19日閲覧)
- [5] 野津直樹, 太田恒平, “ビッグデータで北陸観光マーケティング,” 第12回観光情報学会全国大会, 2015.
- [6] 石村怜美, 梶原康至, 太田恒平, “乗換検索サービスの経路選択データを用いた公共交通の経路選択行動分析,” 土木計画学研究・講演集, **49**, 2014.