

交通・観光ビッグデータがもたらす社会変革

小竹輝幸（こたけ てるゆき）

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部

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、交通インフラの一部として、現在の生活に欠かすことができないほど日常生活に浸透してきている。こうしたナビゲーションサービスの良さは、初めて行くような不慣れな場所へ向かう際はもちろんのこと、いまこの瞬間からとある目的地に向かう際の効率的な移動経路は何か、約束の時間に到着するためには何時に出発すれば間に合うのかといったことを誰でも簡単に時間を掛けずに調べられる点にあり、その利便性と迅速性がここまで普及した1つの要因であることは間違いない。

株式会社ナビタイムジャパンは、2000年に創業してから徒歩、電車、自動車、バス、飛行機にいたるまで、さまざまな移動手段を自在に組み合わせた経路探索アルゴリズムをコア技術に、乗換検索や携帯カーナビなどのナビゲーションサービスを提供し、それらサービス利用者は、有料会員数480万人、月間5,100万ユニークユーザー（2018年12月現在）まで拡大してきている。

これらナビゲーションサービスの利用状況は、膨大な交通・観光ビッグデータとして日々蓄積されており、当社はこれら交通・観光ビッグデータを活用し、都市や移動の諸問題を改善することを目的として、2013年に交通コンサルティング事業を立ち上げた。

本稿では、この日々蓄積される交通・観光ビッグデータを活用した当社の取組事例の紹介と今後の活用方法の展望について述べていく。

2. 交通・観光ビッグデータの紹介

当社で蓄積しているビッグデータは以下の4つに大別される。なお、これらのデータは、統計化・匿

名化処理した上で活用している。

2.1 携帯カーナビプローブデータ

携帯カーナビは、自動車用の「カーナビタイム」「ドライブサポーター」、トラック専用の「トラックカーナビ」、バス専用の「バスカーナビ」、バイク専用の「ツーリングサポーター」、自転車専用の「自転車NAVITIME」と交通手段ごとに通行可能な道路や必要とされる機能も異なるため、専用のカーナビアプリ（図1）を提供しており、それぞれのカーナビからナビゲーション中に取得したGPSをそのまま蓄積している。これら走行実績のGPSデータはプローブデータと呼ばれ、当社のデータにおいては、GPSの測位間隔が1秒と細かく、経路判別も可能なため、交差点の右左折や走行挙動の詳細な分析が可能となっている。

2.2 経路検索条件データ

乗換案内やカーナビの経路検索（図2）の際の発着地や到着希望日時などが記録されたデータであり、2018年度における公共交通の検索は約18億件／年、自動車の検索は約1.8億件／年にのぼる。

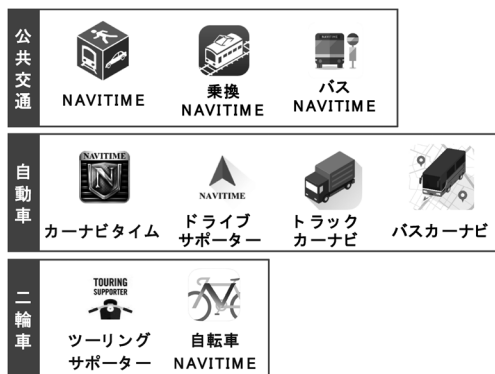


図1 交通手段別のナビタイムアプリ

図2 経路検索条件の入力画面



図3 Japan Travel by NAVITIME



図4 経路選択画面

施設や駅単位での発着地や行動日時を把握できるため、観光や商業、移動の需要分析に適している。

2.3 インバウンドGPSデータ

訪日外国人向け経路検索・多言語観光案内アプリ「Japan Travel by NAVITIME (図3)」において、ユー

ザーの同意を得て取得した約2分間隔で取得されるGPSデータ。バックグラウンドで取得されるため訪日観光中の動態分析が可能である。また、初回起動時のアンケートで取得した国籍や訪日回数などの属性と併せた分析が可能である。

2.4 経路選択情報

経路検索時に表示される複数経路 (図4) の中でどの経路が選ばれたのかを記録したデータ。経路選択モデルの構築などに利用可能である。

3. MaaS時代のまちづくりとビッグデータ活用

MaaS (マース) は、Mobility as a Service (モビリティ・アズ・ア・サービス) の略称であり、移動をサービスとして提供しようという概念や取り組みを指す。このMaaSと呼ばれる施設 to 施設 (ドア to ドア) の移動を鉄道やバスなどの公共交通、マイカー、タクシー、カーシェアリング、自転車など、多様な交通手段を組み合わせ、最適な経路情報の提供が行われる。それだけではなく、付帯する情報の提供からチケットの予約や購入などもシームレスに行うことができる。このような、快適な移動サービスを提供する取り組みは国内でも積極的に進められているところである。

スウェーデンの研究チームによる分類によると、MaaSはレベル0の「サービスの統合なし」から「レベル4の社会全体目標の統合」の5段階に分類される。各レベルの内容と当社の各レベルの取り組みを図5に示す。

MaaSの実現による都市や交通の最適化の流れは都市部と地方部で担う役割や実現に向けた課題は異なるものの間違いなく進展していくと考えられ、これらの潮流を支える屋台骨として、交通・観光ビッグデータとそれらを活用する技術が果たす役割は大きく、個人最適と全体最適の2つに分類できる。

個人最適とは、一人ひとりに対して、ナビゲーションを通じてより快適な生活を提案することであり、ビッグデータ解析を活用した混雑回避ルートの提案などが挙げられる。

全体最適とは、都市の開発や計画に携わる行政や法人に対して、交通ビッグデータを通じて、交通イ

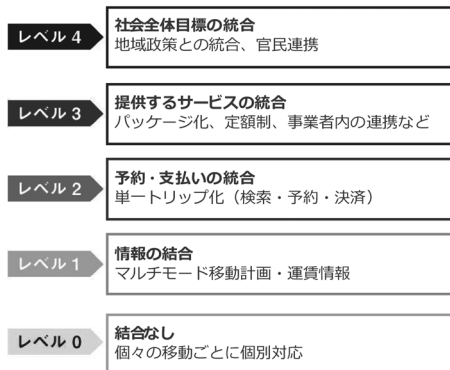


図5 MaaSの5段階のレベル分類とナビタイムジャパンのレベル別の取り組み

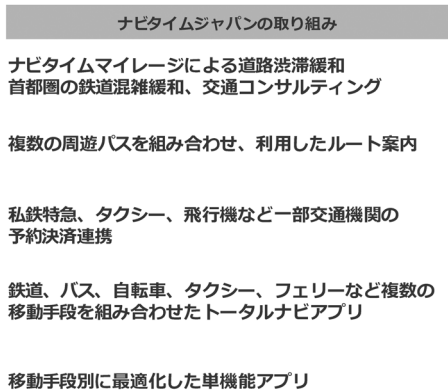


図6 「NAVITIME」アプリイメージ

ンフラに対する効果的な投資判断をするための仮説と実施した際の検証結果を提供することである。

本章では、上記の2つの側面から、交通・観光ビッグデータの活用事例を見ていくこととしたい。

3.1 個人最適へ向けた取り組み

3.1.1 交通手段を組み合わせた最適経路の提供

近年では自転車やカーシェアなどモビリティのシェアリングが増え、移動手段の選択肢の多様化が進んでいる。そうした交通手段の多様化に伴い、最適経路の算出が複雑となっており、複数の交通手段を組み合わせたトータルナビゲーションの必要性が高まっている。当社では創業以来、継続して、あらゆる交通手段をつないだトータルナビゲーション

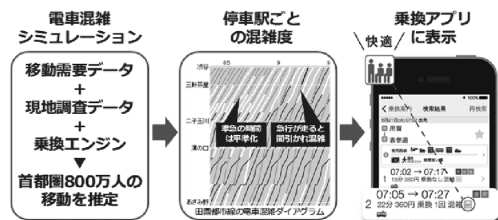


図7 「鉄道混雑予測」の仕組み

で移動を支えるサービス「NAVITIME（図6）」を提供しており、施設to施設の移動経路を鉄道やバスを組み合わせた経路はもちろんのこと、徒歩とシェアサイクルを組み合わせた経路についても案内している。

3.1.2 電車混雑を避ける

鉄道の混雑は、都市交通に残された大きな課題であり、当社では鉄道利用者へ混雑状況の情報を提供することで、各個人がその情報をもとに混雑を回避するための行動を選択できるよう各列車の停車駅毎の混雑度を推定した「電車混雑予測（図7）」データを乗換検索結果画面に表示している。「電車混雑予測」データは、首都圏2,500万人の移動経路を乗換検索エンジンにより推定した上で、自社で実施した現地調査データなどにより補正して求めている。

この電車混雑シミュレーション技術は、リアルタイムの需要変動や運行情報を反映していないものの、各列車の停車駅毎という高い解像度で、首都圏主要65路線の混雑度を網羅的に推定し、6段階で表示することによって空いている路線・列車をユーザーが選択できるようにしている。

さらに2017年3月からは、電車混雑回避ルートの提供を開始しており、時間・乗換回数・運賃では他の経路よりも利便性は低いものの空いている経路、例えば所要時間は長くなるが座って移動できる経路などを案内している。

この取り組みについては、複数の経路選択肢からユーザーがどのルートを選択したかの情報を集約した経路選択データを用いて効果検証を実施しており、混雑回避ルート案内された約7%のユーザーが実際に空いている経路を選んでいるという検証結果となった。

また、経路の検索時に利用する路線に遅延や運休、運転見合わせが発生している場合には、その路線を迂回したルートを検索できるようになっている。

これまで大都市圏に居住していると避けがたかった鉄道の混雑や遅延も、乗換検索エンジンを用いたデータ解析による代替経路の発見、提供というアプローチにより、多くのユーザーの移動の快適性を高めることができるようになった。

最近では、鉄道会社から提供される情報も活用し、車両別の混雑度表示にも対応している。混雑車両の乗降時間が緩和されれば鉄道の遅延解消につながり、ひいては利用者の満足度も上がるものと考えている。

3.1.3 道路渋滞を避ける

カーナビにおけるプローブデータの最も基本的な使い方は渋滞予測である。当社では、道路リンクと呼ばれる区間別の所要時間を、プローブデータの取得実績を用いて曜日別・時間帯別に計算している。その計算結果がカーナビの経路探索に反映されるため、ユーザーは曜日や時間帯によって異なる道路状況を加味し、その都度最適な経路を選択することができる。

さらに、プローブデータによる渋滞予測は、曜日別・時間帯別に予め計算されたものだけでなく、事故や工事といったさまざまな事情で突発的に発生した渋滞にも対応するため、リアルタイムに取得されたデータについても経路計算時に反映をさせている。

プローブはVICSとは異なり路側センサの無い道路でも取得されるため、一般道の旅行速度配信対象距離はVICSの9.1倍にも上り、日本国内の多様な



図8 超渋滞回避



図9 プローブで発見された大型連休Uターンラッシュ時の抜け道

区間で渋滞回避に活用されているのが特長である。

さらに当社は2015年から、従来以上に渋滞を大胆に回避する「超渋滞回避」ルート(図8)を提供している。このルートでは、過去の渋滞時のプローブデータを解析することで発見された「抜け道」が優先される。

図9は、実際にプローブデータの解析により見つかった大型連休中の渋滞回避ルートである。大型連休の帰宅ラッシュのピーク時には、中央道上り線の大月ジャンクション(JCT)から相模湖インターチェンジ(IC)の間で約2時間もの渋滞が発生する傾向にある。しかし、プローブデータから、ピーク時に大月JCTから都留ICへ迂回し、県道35号線を経由しながら相模湖ICにて中央道へ戻ること、すべて中央道を経由した場合と比べて全体で1時間の所要時間短縮を図ったユーザーの存在を発見した。本来であれば、分析の際に外れ値ないし異常値として弾くものを、あえて外れ値や異常値に着目することで、個人に蓄積されている経験値やノウハウをデータから導き出した。

このような手法で日本全国の抜け道を発見し、データベース化して情報提供することにより、ユーザーはこれまで避けがたかった道路渋滞のストレス

を大きく軽減することができるようになった。

また、利用が増えることでデータが増え、データが増えることで予測精度やアルゴリズムの性能も向上していく。データが増えることや精度が向上した先には、どんな未来が訪れるかといえば、例えば、大型連休中の検索の際に、入力した出発時刻に出発しても、その2時間後に出発しても到着時刻が変わらないと検索時に情報提供され、出発前の2時間を有意義に使えたり、何時に出発すると所要時間が3倍になるので、1時間早く出発することをお勧めされたりなど、入力した条件の答えだけではなく、一歩進んだ情報提供側からのアプローチが期待できるようになる日はそう遠くないはずである。

3.1.4 回転半径や高さ制限を気にするトラック

トラックドライバーの多くは、通常のカーナビや地図アプリなどを用いて日々の業務に邁進されており、大型車では入れないような細い道や車高の制限から通行できない道を案内されてしまうことがある。

そうした課題に対するカーナビアプリユーザーの要望が多かったことから当社では、大型車に特化したカーナビ「トラックカーナビ」をリリースした。

この「トラックカーナビ」アプリの特長は、登録された車両に応じて、車高、車幅、重量、トラック通行止めを考慮した最適ルート案内している点にあり、その他、規制情報を事前に地図情報から確認することや、複数の配送先を巡回する場合の一番効率よく回るルートをワンタップで自動計算する機能、トラックの駐車可能なコンビニやホテル、ガソリンスタンドなどのスポット検索、配送先の搬入口の確認や道幅を確認するのに便利な航空写真の表示などトラックドライバーが日々その業務経験に応じて解決している問題をサポートする機能を搭載している。また、経験の浅いドライバーでも、安全かつ正確に安心して配送先まで移動できる。

3.2 全体最適へ向けた取り組み

3.2.1 近未来の需要予測とその活用

一般に公共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もとに計画されており、未知の突発的な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。当社は、前述の経路検索条件データを

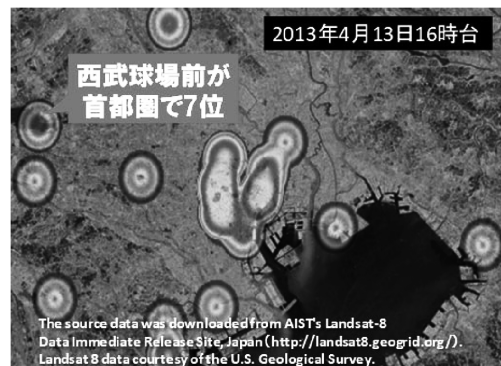


図10 乗換経路検索数上位駅の分布

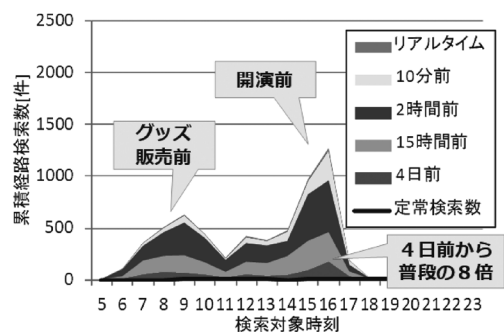


図11 西武球場前駅の到着指定時間帯別検索数

活用し、このような未知の突発的な移動需要の検出にも力を入れている。ユーザーは経路検索の際に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になるのである。

突発的な移動需要の具体例を1つ示す。図10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。この日はアイドルグループ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11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帯別分布であり、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日前の時点で既に平常日の8倍に上り、事前に突発的な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要

上諏訪駅の混雑予測

2016年06月15日(月)



図 12 「混雑予測」案内画面

は、経路検索条件データに鮮明に表れる。

当社では、こうした突発的移動需要を「混雑予測」という Web サービスを通じて情報提供している他、法人向けのリアルタイム API 配信も行っている。「混雑予測」では、日本全国の駅別に突発的移動需要の検出状況を検索でき、さらに混雑時間帯もグラフで表示される。図 12 は、長野県で開催される諏訪湖祭湖上花火大会による最寄り駅の混雑状況を予測したものである。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、国内観光全体の混雑分散効果も期待される。

こうした移動需要の情報は、今後エリアマーケティングにも活用されていくと考えられる。例えば、駅前の商業施設などは移動需要予測情報をもとに、出店や人員、仕入れを調整することができるようになる。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、企業にも購入者にも利益になる。

また、未来の需要がわかれば、イベントの戦略的なマーケティングを実施したり、イベント当日の混乱を避けるために保安要員の配置を工夫したりすることもできる。

近未来の需要をリアルタイムに捉えることができれば、突発的な交通状況の変化にもいち早く対応をすることが可能となるだろう。

3.2.2 交通事故を未然に防ぐ交通違反検知

これまでの交通安全対策は、交通事故が発生した場所やその状況、事故の種別などを分析しながら事故の危険性が高い場所や対策が必要となる場所を特定し、対策を実施することが基本的な手法となっている。しかしながら交通安全対策を検討する際に、その根拠となる交通事故の発生は稀であり、分析で

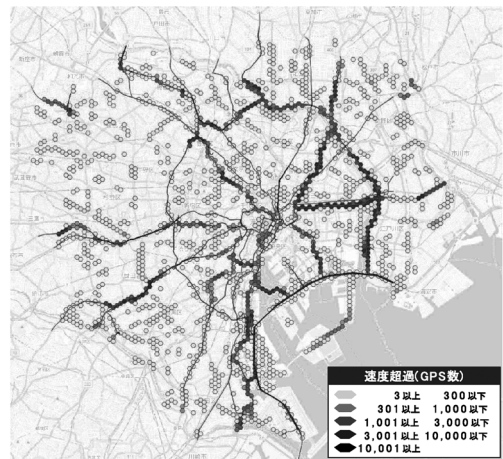


図 13 東京 23 区における速度超過違反場所と件数（2018 年 10 月）

きる十分な件数まで蓄積され、整備されるまでには、長い期間を要する。そしてその対応も事後的になってしまい、交通事故の発生を未然に予防することが難しい状況にある。

そこで当社では、自動車やトラックの携帯カーナビプローブデータから交通事故につながると考えられる交通違反を検知し、その場所と違反量を抽出することで、交通事故を未然に防げないかという取り組みをはじめた。その結果、「①指定場所一時不停止」「②踏切不停止」「③速度超過（図 13）」「④通行禁止違反」の 4 つの交通違反を検知できるようになり、その成果を学術発表している。また、今後は官公庁や自治体などへのツールの提供やコンサルティング業務などを通じて社会に還元していく。

3.2.3 安全運転を促す

当社は、損害保険ジャパン日本興亜株式会社および SONPO リスクアマネジメント株式会社にて提供中の企業向け安全運転支援サービス『スマイリングロード』における「うっかり運転」検知機能の開発に技術協力しており、先述した「①指定場所一時不停止」「②踏切不停止」「③速度超過」「④通行禁止違反」が発生した可能性のある地点を地図上に表示し、日時・状況などとあわせて、随時、管理者に知らせている。管理者は、この情報とドライブレコーダーの動画データなどを組み合わせて活用することで、ドライバーの運転実態を把握し、具体的・効率的な安全運転指導が可能となり、また、ドライバー

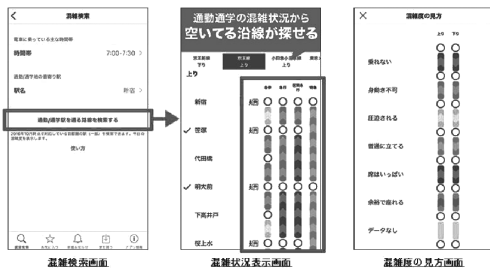


図 14 物件検索アプリ「賃貸物件検索」サービスイメージ

は「無意識」に行っていた、事故に繋がる可能性のある「うっかり運転」を改めて見直し、改善することが可能となる。

3.2.4 移り住む知らない街での住居決め

「3.1.2 電車混雑を避ける」でも紹介した「電車混雑予測」データは、法人向けにも提供しており、このデータを活用した1つの事例が、ニフティ株式会社運営する不動産情報サービス「@nifty不動産」の物件検索アプリ「賃貸物件検索」である。

このアプリでは、ナビタイムジャパンの「電車混雑予測」データをもとに、通勤・通学に利用する沿線や時間帯ごとの混雑度から、快適に通勤・通学できる駅周辺の物件を探すことができるようになってい

る(図14)。
このように混雑という沿線価値情報を不動産選択基準の1つとして提供することで、人気路線や人気駅への人口集中による電車混雑・遅延の緩和に貢献できる。「電車混雑予測」データが、不動産業界を始め交通業界、行政などに提供することで混雑の見える化を進め、情報提供面から、オフィス物件や住宅の選定をはじめ、電車の混雑緩和、住みよいまちづくりに貢献ができればと考えている。

3.2.5 終電を逃しても安く帰りたいニーズ

当社の乗換検索のサービスでは、自宅最寄り駅の終電後に、「電車・深夜バスを含む公共交通機関で行けるところまで行って、そこからタクシーを使う」ルートを提供(図15)しており、ユーザーの特別な設定は不要で、終電検索や終電前後時刻発のルート検索時に、通常の検索結果(最大4件)に加えて、対象のルートがある場合に「終電後に帰れるルート」を提示している。

具体的には、一本でも遅い電車・バスを使うこと



図 15 「終電後に帰れるルート」サービスイメージ

に特化し、目的地周辺の駅までの、最も遅い電車やバスと、タクシーを組み合わせることで、料金を抑えて始発を待たずに自宅に帰れるルートを表示している。

本機能もユーザーからの要望の多かった機能であり、複数の移動手段を使った経路探索を強みとする当社ならではの技術により実現している。

この機能を活用して、飲み会やお出かけを楽しんで、つい終電を逃してしまった、という状況に置かれた際に、その日のうちに安価に自宅に帰る方法を検討する一助として活用してもらいたい。

3.2.6 道路プロファイラー

従来、道路交通計画の立案や道路整備効果の把握においては、道路交通センサスなどをはじめとする現地での交通量調査をもとに実施されることが多いが、現地調査には、莫大な調査人件費が掛かることや、調査結果の公表や利活用できるまでの時間が年単位でかかる上に、取得するデータの性質として特定日における調査であるため、季節変動や曜日変動が把握できない、経路を追跡できないといった課題があった。

昨今の技術進歩により、ユーザーの経路が把握可能なプローブデータを取得し、かつそのデータを長期間蓄積できるようになってきたことから、交通量の現地調査をプローブデータ解析で代替しようという動きも増えてきている。

しかし、そういった膨大なビッグデータは、データ処理するための環境・技術・人材が揃って初めて活用可能となるため、誰でも気軽に分析できる状況ではない。そのため、当社ではいつでも、どこでも、素早く、簡単にプローブデータを用いた交通流や道路特性の分析ができる「道路プロファイラー」



図 16 「道路プロファイラー」利用データと分析パターン

(図 16) という Web システムを開発した。

ユーザーは画面の地図上から注目する区間（道路リンク）を選択し、断面交通流図作成というボタンをクリックするだけで、対象区間を通過する車両の流入経路と流出経路が地図上に可視化される。また、性別・年代・居住地・車種などの属性比率も表示することができ、道路の利用特性を簡単に確認することができる。さらには、任意の区間を指定することで、当該区間を通過した車両の所要時間の分布を表示することができる。

このようにプローブデータを用いた交通流・道路特性分析を誰でもできるよう簡便なシステムを構築することで、これまで有料道路の利用促進、道路整備効果の測定、道路工事規制時の事前渋滞予測といった専門分野で活用されることが多かったプローブデータが、「まちづくり」の分野に広く開かれていくことを期待している。

また、2019 年 11 月 27 日に川崎市と当社は、この交通分析システムなどを活用して、川崎市が管理する道路の効率的・効果的な交通安全対策や緊急渋滞対策の立案・検討などを行い、交通事故の削減と交通混雑の緩和に向けた取り組みを進めていくことに合意した（図 17）。

今後は、ロードサイド店舗の新規立地検討や、観光地の流入経路分析と誘客マーケティング、路面広告価値の定量評価と利潤最大化といった分野や取り組みにおいても活用していくことも進めていきたい。

3.2.7 インバウンドプロファイラー

インバウンド観光は地方創生の切り札として期待され、日本経済における重要な産業としてさらなる

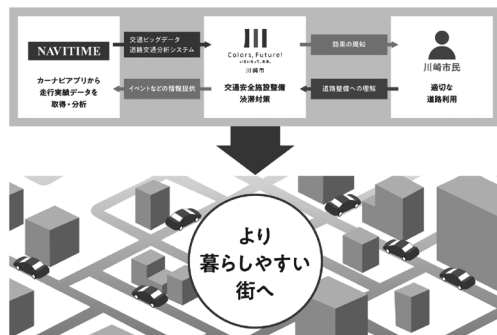


図 17 ナビタイムジャパンと川崎市の取り組みイメージ

拡大・発展をさせようと各種取り組みが進められているところである。

訪日外国人向け観光戦略の立案にあたっては、まず現状把握と課題抽出が求められるが、これまでのアンケートなどの調査では、旅行者の詳細な動きを捉えることは困難であった。しかし、近年ビッグデータの解析技術が向上し、GPS などの位置情報データを活用することで正確かつ詳細な行動把握が可能となってきた。

当社では、訪日外国人向け経路検索・多言語観光案内アプリ「Japan Travel by NAVITIME」から利用者の同意を得て取得したインバウンド GPS データと属性アンケートをもとに、訪日外国人の動態分析を実施しているが、「3.2.6 道路プロファイラー」でも述べたように、データ処理するための環境・技術・人材が揃って初めて活用可能となるため、当社では「道路プロファイラー」と同様に、誰でも簡単にインバウンドの動態分析を実施できるよう「インバウンドプロファイラー（図 18）」を開発した。「インバウンドプロファイラー」は、訪日外国人旅行客が集まっている場所や時間帯、季節別の傾向などを簡単に比較、分析が行えるよう可視化に特化した Web 分析システムで、煩雑な集計、加工処理を必要としないため、誰でも簡単に、Web 上で自由に拡大縮小しながら閲覧することができ、特定エリアにおける訪日外国人旅行客の傾向や隣接地域との比較などを行いながら、観光分析やマーケティングの企画立案、現状把握、効果検証などを行うことが可能となっている。

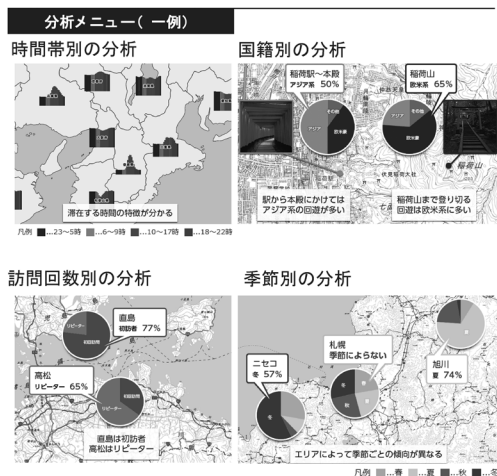


図 18 「インバウンドプロファイラー」イメージ

4. おわりに

乗換検索やカーナビなどのナビゲーションサービスは、交通インフラの一部として、人々の生活に欠かすことができないほど日常生活に定着している。

ナビゲーションサービスやそれらに付帯するサービスから取得できる交通・観光ビッグデータは、最適な交通手段や情報を提供し、移動にまつわるストレスを減らすだけでなく、人の行動経路から移動エリアの潜在的・顕在的ニーズを分析し、地域発展や観光に役立てることも可能である。最適なナビゲーションにより、混雑がなく、安全な社会が実現すれば、人が誰かを待つ時間や、渋滞している時間が減り、人々の余暇時間を増やすことができる。最適なナビゲーションを通じて、各種さまざまな情報を得ることができれば、人と新しい体験との距離を近づけることができる。交通・観光ビッグデータ

を活用することで、仮説立案から効果検証までのPDCAサイクルを大幅に縮めることやその精度の向上、自動化をすることができる。公共インフラや移動の最適化、イベントなど人が集中する場所の混雑緩和、そして地域の活性化、人々の生産性の向上など、交通・観光ビッグデータやナビゲーションの生み出す価値には多くの可能性が秘められており、人々の移動やその行動の意思を計測し、分析し、予測しながらナビゲーションすることで、まだ体験したことのない快適な移動や社会を実現していくことができる。

参考文献

- [1] 自転車のまちをデザインする研究会、『自転車のまちをデザインする』, サン・ネット, 2018.
- [2] 日高洋祐, 牧村和彦, 井上岳一, 井上桂三, 『MaaSモビリティ革命の先にある全産業のゲームチェンジ』, 日経 BP 社, 2018.
- [3] 小竹輝幸, 高木知里, 鎌田佳希, プローブデータを活用した交通違反検知に関する研究, 交通工学研究発表会論文集 39, pp. 431–436, 2019.

略歴

小竹輝幸 (こたけ てるゆき)

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部チーフデータアナリスト。専門は交通と観光。建設コンサルタント企業にて交通計画策定、鉄道需要予測に関するコンサルティングを経験。2015年に株式会社ナビタイムジャパンに入社し、ナビゲーションサービスを通じて培ってきたデータ・技術・ユーザー基盤を活かし、全国の交通の最適化や地域活性化のコンサルティング業務に従事している。