

携帯電話基地局位置情報を活用したOD調査

鈴木 健太郎¹・河本 一郎²・石井 亜也加³・前原 耀太²・太田 圭祐¹
樋口 裕貴⁴・南川 敦宣⁵・中菅 章浩⁶

¹正会員 阪神高速技研株式会社 技術部 (〒530-6123 大阪市北区中之島3-3-23 中之島ダイビル23F)
E-mail: kentaro-suzuki@hanshin-tech.co.jp, keisuke-ota@hanshin-tech.co.jp

²非会員 阪神高速道路株式会社 計画部 (〒530-0005 大阪市北区中之島3-2-4
中之島フェスティバルタワー・ウエスト)
E-mail: ichiro-komoto@hanshin-exp.co.jp, yota-maehara@hanshin-exp.co.jp

³正会員 阪神高速道路株式会社 堺建設部 (〒590-0075 堺市堺区南花田口町2-3-20
三共堺東ビル 5F)
E-mail: ayaka-ishi@hanshin-exp.co.jp

⁴非会員 KDDI 株式会社 (〒150-8510 東京都渋谷区渋谷 2-21-1 渋谷ヒカリエ 34F)
E-mail: yk-higuchi@kddi.com

⁵非会員 KDDI 株式会社 (〒102-8460 東京都千代田区飯田橋 3-10-10 ガーデンエアタワー)
E-mail: at-minamikawa@kddi-research.jp

⁶非会員 株式会社 KDDI 総合研究所 (〒102-8460 東京都千代田区飯田橋 3-10-10 ガーデンエアタワー)
E-mail: ak-nakasuga@kddi-research.jp

阪神高速道路では、定期的にお客さまが阪神高速をどのように利用されているかを把握するための調査を実施しているが、近年ETCの普及に伴い従来の料金所でドライバーに直接アンケート調査票を配布する調査が困難となり回答数の減少や精度の低下が課題となっている。

対策としてWEBを活用したアンケート調査を実施しているが、回答者が実際に阪神高速を利用したかが不明であるなど新たな課題が浮き彫りとなった。

そこで課題解決を目的として、KDDIの携帯電話基地局で収集した携帯の位置情報を活用したアンケート調査を実施した。具体的には調査期間中に阪神高速を利用していると想定されるスマートフォンユーザを抽出し、抽出したユーザに対してアンケート調査を実施したものである。

本稿は、携帯電話位置情報を活用したアンケート調査で得られた結果や知見について報告するものである。

Key Words : mobile phone location data, od survey

1. はじめに

阪神高速道路は、1964年(昭和39年)に営業を開始した。開業当初の1日平均通行台数は約0.5万台であったが、現在では約76万台と大幅に増加している。

阪神高速道路は、京阪神都市圏の幹線道路ネットワークの骨格の一部となり、同都市圏内で生成される、或いは、同都市圏を通過する大量の自動車交通需要を円滑に処理し、同都市圏の都市機能の強化を図るための都市高速道路ネットワークである。

昭和39年(1964年)の土佐堀～湊町間の供用から50年以上にわたり、関西の暮らしと経済の発展を支える役割

を果たしている。その間、高度経済成長・石油ショック・低成長期への移行・兵庫県南部沖地震(阪神・淡路大震災)・本四架橋の開通・ETCシステムの導入・京都線の整備など阪神高速道路を取り巻く社会経済情勢は常に変化するため阪神高速のOD(利用実態)を常に把握することは重要な要素となっている。

2. OD調査(利用実態調査)

(1) OD調査の経緯

阪神高速内のODについては、近年ETCの普及が進ん

表-1 阪神高速道路のOD調査実施日（第1回～第26回）

回数	調査地区	調査日	回数	調査地区	調査日
1	大阪	昭和39年8月5日(水)	14	大阪・兵庫	昭和52年10月13日(木)
2	大阪	昭和39年12月10日(木)	15	大阪・兵庫	昭和55年9月17日(水)
3	大阪	昭和41年3月16日(水)	16	阪神東・西	昭和56年10月13日(火)
4	大阪・兵庫	昭和42年2月16日(木)	17	阪神東・西	昭和60年10月3日(木)
5	大阪	昭和42年8月24日(木)	18	阪神東・西	平成元年11月28日(火)
6	大阪	昭和42年10月24日(火)	19	阪神東・西	平成2年11月18日(日)
7	大阪	昭和43年2月16日(金)	20	北神戸線	平成2年10月16日(火)
8	大阪・兵庫	昭和43年11月21日(木)	21	阪神東・西・南	平成6年11月1日(火)
9	大阪	昭和45年7月29日(水)	22	阪神東・西・南	平成11年11月21日(木)
10	兵庫	昭和45年7月21日(火)	23	京都(平日)	平成16年12月8日(水)
11	大阪	昭和46年11月16日(火)	24	京都(休日)	平成22年11月11日(水)
12	兵庫	昭和49年10月8日(火)	25	阪神東・西・南	平成22年11月7日(日)
13	兵庫	昭和50年10月16日(木)	26	阪神、京都	平成23年11月16日(水)
					平成25年11月19日(火)
					平成30年11月19日(月)

だことによりほぼ全てのODの把握が可能となったが、出発地・目的地、車種、移動目的等は、ETCでは把握ができない。しかし、阪神高速道路の様々な将来予測を行う場合、これらの把握できない利用状況を把握しておく必要がある。したがって、阪神高速を利用する自動車交通について、その起終点（ODと略記。Origin：起点，Destination：終点）などの利用実態を把握するため実態調査（OD調査）実施することが重要であり営業を開始した1964年（昭和39年）からOD調査を行い始め、平成30年に実施した調査が第26回目である（表-1）。

(2) 調査手法と課題

ここでは、調査手法（配布手法）の変遷及び現時点における課題について述べる。

阪神高速道路におけるOD調査のうち、第1回調査（昭和39年）～第22回調査（平成16年）の間は、料金所において収受員からお客さまに調査票を直接手渡し方式で実施してきた。しかし、ETCの導入に伴い、料金所を無線通行する車両の割合が高くなってきて、手渡し方式による配布が困難となり回答者数の減少や回答精度の低下が課題となってきた。

回答者数等の課題対策として第23回調査（平成22年）からは、料金所手渡し方式に加えて、WEBアンケート・郵送アンケート・PAアンケートの合計4つの方法による調査を実施した。しかし、追加でした3つのアンケート方法では、阪神高速を実際に利用し回答しているかわからないとの新たな課題が生じた。

そこで、第26回調査（平成30年）において、上記に記載した課題解決を目的として『携帯電話基地局で収集した携帯電話位置情報を活用した調査』を今回初めて実施した。

(3) 第26回OD調査の実施

第26回OD調査は、平常時の交通状況の調査が望ましいため、平成30年9月の台風21号の影響や、阪神高速道

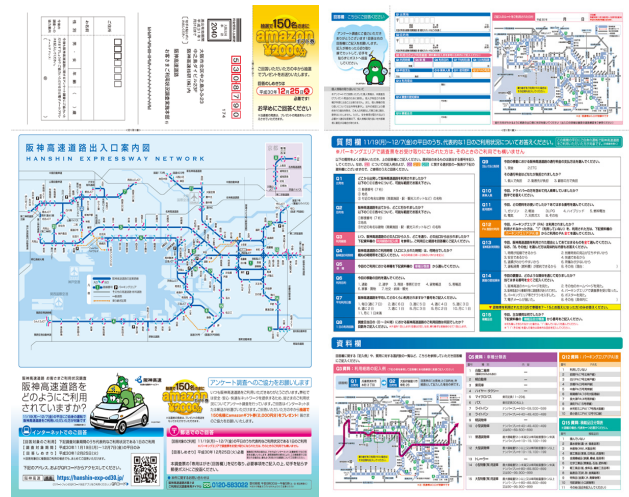


図-1 調査票（紙）左：表、右：裏



図-2 左：WEB調査画面、右：携帯電話位置情報調査画面

路や周辺的高速道路が実施する通行止め工事を考慮するとともに12月中旬からは、通常の交通状況と異なることが想定されるためそれらを避けた11月中旬～12月上旬に実施することとした。また、第25回調査まで実施していた料金所で調査票を手渡しする方法は、調査票を配布できないケースが多数発生すること（＝調査票が多数余ってしまうこと）及び回収率が高くないことを考慮し、今回は調査を行わないことにした。

a) 調査票による調査（既存調査）

調査票による調査は、阪神高速のPAで調査員がお客さまに直接配布する方法と商工会議所（大阪・兵庫）、トラック協会（大阪）の加盟企業に調査票を郵送する方法を実施した（図-1）。

b) WEBによる調査（既存調査）

阪神高速道路モニター会員とネットリサーチモニター会員を対象とした調査を実施した。ネットリサーチ調査では、事前に阪神高速を利用したかの有無を確認した後利用したと回答した対象者に実施した（図-2）。

表-2 第26回OD調査方法一覧

	調査方法	調査対象
既存調査	調査票調査	PA配布調査 郵送調査
	WEB調査	阪神高速モニター ネットリサーチモニター
新調査	携帯電話位置情報を活用した調査	KDDI携帯電話契約者



図-3 チラシ



図-4 WEB調査の告知



図-5 「au WALLETポイント」画面

c) 携帯電話位置情報活用による調査 (新調査)

KDDIのau契約者の内、プラスポイント登録利用規約にご同意頂いたユーザを対象とした調査で阪神高速利用推定者、並びに近隣居住者を抽出し実施した(図-2)。

d) 調査広報

第 26 回 OD 調査をお客さまに知ってもらうため、広報媒体 (ポスター・チラシ・ポケットティッシュ・ボールペン・SNS バナー) を作成した (図-3~図-4)。

阪神高速の PA 等で、ポスター・チラシ・ポケットティッシュを設置した。ラジオによる広報や調査に関する問い合わせ窓口 (フリーダイヤル) を設置した。

インセンティブとして既存調査の回答者から無作為に 150 名を抽出し、「amazon ギフトカード」を送付した。新調査のみ回答者全員に「au WALLET ポイント」を付与した (図-5)。

e) サンプル数

第26回調査のサンプル数は、トリップ数ベースで約 3.6万件のアンケート回答を得た。内訳は、a)は、約0.4万件、b)のうち阪神高速モニター約1.0万件、ネットリサーチモニター約0.8万件の合計約1.8万件、c)は、約1.4万件である。第25回調査のサンプル数 (約2.1万件) に対し約1.5万件増の回答を得ることができた。

3. 携帯電話位置情報を活用したOD調査

(1) 位置情報活用による期待

既存調査における課題と携帯電話位置情報を活用した新調査による期待について整理した (表-3)。

既存調査で課題となったサンプル数の減少については、携帯電話位置情報を活用すると全国に大量のサンプルが存在し取得が可能であり、データ品質は、アンケート回答者の記憶に頼ることなく新調査の特徴である位置情報を取得・分析・推定することで課題の解決が期待できる。

また、調査票による調査では阪神高速利用出入口、経路等の回答についてアンケート調査票から読み取る作業と手入力作業にかなり時間を要するが、新調査では位置情報はデータ化されているので読み取りや手入力作業が省け作業量の大幅減が可能である。

表-3 既存調査の課題と位置情報を活用した調査の期待

	既存OD調査の課題	携帯電話位置情報活用による期待
サンプル数	ETC普及によりアンケート依頼が困難。 ※但し別途Webでも調査実施	位置情報のみであれば、全国のサンプルから取得可能。 ※アンケートと結果との紐づけ、個別データ提供については、回答者から個別に同意を取得済み。
データ品質	回答者の申告内容に依存 ・記憶の曖昧さ ・真偽を確認する術が無い	実移動データを取得可能 ・記憶の曖昧さの影響なし ※推定結果の一部は誤差を含む可能性あり
その他	自由記述箇所 (OD) の整形作業に別途工数が必要	座標情報 (メッシュ、緯度経度等) が取得可能 ・整形作業工数の大幅な低減が可能

(2) アンケート調査の実施

(1)で位置情報活用による期待について整理したが、位置情報だけでは、阪神高速の利用目的等具体的なことがわからない。そこでOD調査実施前に位置情報から阪神高速を利用したと思われる方、並びに近隣居住者を抽出し、抽出した対象者に既存調査と同じ内容のアンケートを直接配信し把握することとした。

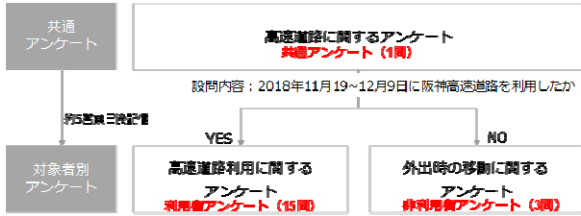


図-6 阪神高速利用者抽出フロー

まず、抽出したアンケート対象者にネットリサーチ調査と同様にOD調査期間中に阪神高速の利用状況を確認するアンケート調査を行った。利用したと回答された方には、既存調査と同じ内容の調査を行い、利用しなかったと回答された方には、外出時の移動に関する簡単なアンケート調査を行った (図-6)。

なお、利用者は、約14万件、非利用者は、約1.5万件の回答サンプルを収集できた。

(3) 調査媒体別による回答傾向

第26回調査の調査媒体別の回答傾向把握のため結果集計の比較を行った (図-7)。

『調査票』と『阪神高速モニター』は、阪神高速を“週5日利用”との回答が最も多く阪神高速利用頻度が高い属性の回答者である。アンケート結果をみると【商談・事務・打合せ】との回答比率が最も高く、仕事関係で利用していただいている傾向であることがわかった。

また、「ネットリサーチモニター」と「携帯電話位置情報活用調査」は、阪神高速を“月1日未満の利用”と

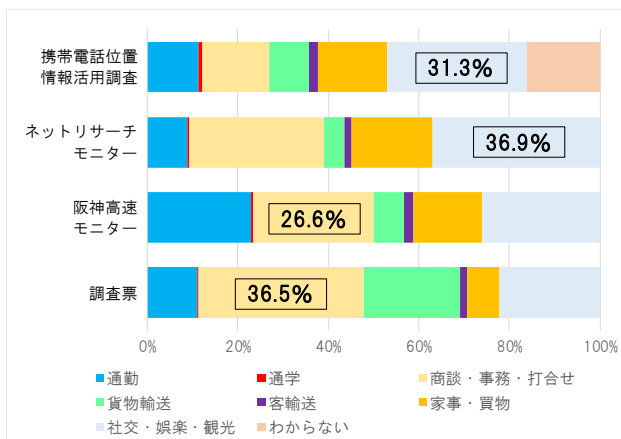


図-7 利用目的 (調査媒体別)

の回答が最も多く阪神高速利用頻度が低い属性の回答者である。アンケート結果をみると【社交・娯楽・観光】との回答比率が最も多い結果であった。

4. 携帯電話位置情報の分析

(1) 携帯電話位置情報を活用した分析

携帯基地局で収集している携帯電話位置情報は、ID・緯度経度・時刻等の羅列に過ぎない。OD調査に適用するためKDDI独自の行動分析技術を利用して移動・滞在の区別を実施するとともに時系列変化に対して各種推定処理の組合せにより移動経路の推定を行った (図-8)。

また、位置情報を用いて、携帯電話端末ごとにODの算出と阪神高速利用出入口の判定を実施した (図-9)。

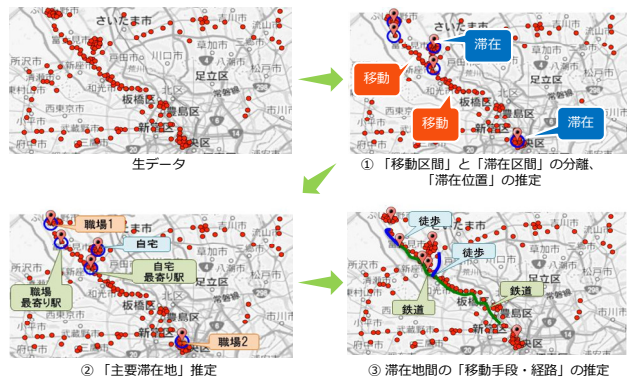


図-8 移動・滞在・経路の推定方法

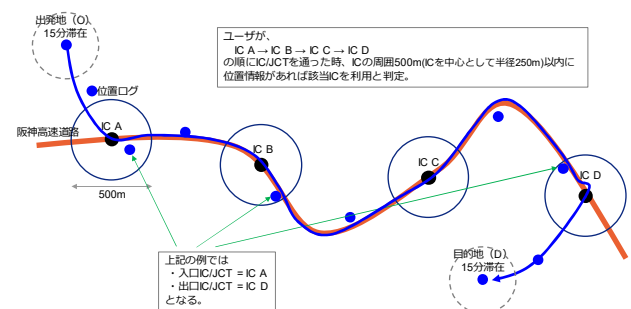


図-9 OD推定方法

(2) 回答結果の信頼度判定

阪神高速の利用者アンケート回答のうち利用したと回答した出入口と、位置情報から得られた出入口を用いて、回答出入口と位置情報から導いた出入口をマッチングすることによりアンケート回答結果の信頼度を算出を試みた。

算出した結果、位置情報から得られたODのうち阪神高速利用者のマッチング率が低い結果となった。

低くなった原因分析をしたところ携帯端末の状態や位置情報のデータ仕様等の起因よりも、回答者の誤回答が

起因する要因が多いことがわかった。

今回のアンケートでは、阪神高速の簡易路線図に出入口情報を加味した画像を用意して行ったが、スマートフォンの画面が小さく見にくかったのと出入口名をあらかじめ用意するプルダウン方式ではなく直接記入で回答する方式を採用したため誤回答が多く発生したと推察している。

(3) GPSを活用した分析

本項目の分析に利用したGPSデータは、アンケート回答者のみでなく、auスマートフォンユーザーより同意を得て取得する、スマートフォン位置情報のGPSデータである。従って、アンケート調査回答では網羅できていないあるいは数が少ないOD分布等についても分析が可能である。

a) エリア間OD分布

スマートフォンのGPS位置情報を活用し、阪神高速を利用するエリア間OD分布（メッシュ間の動向）を整理した。

大阪中心部を起点（終点）として神戸市、関西国際空港、伊丹空港や堺市周辺と大阪北東部などのOD分布が多いことが確認できる（図-10）。なお、図-10は1kmメッシュで集計を行い図化しているが、集計の最小単位は100mメッシュまで対応可能であるとともにメッシュを任意に組み合わせることも可能であるため例えば市町村ごとに組み合わせる集計を行うなどが可能となっている。

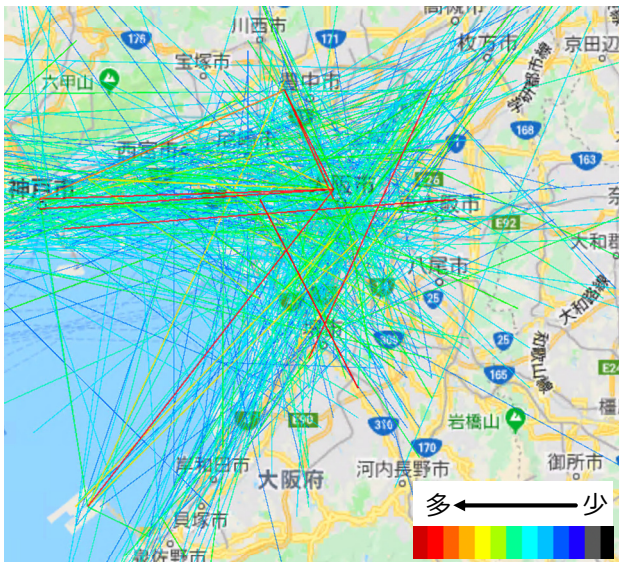


図-10 3次メッシュ(1kmメッシュ)可視化イメージ

b) 出入口（JCT）勢圏分析

a)と同じデータを利用して特定の出入口やJCT利用OD勢圏について集計、分析を行った。

阪神高速14号松原線上り（大阪市中心方面）の松原JCTを利用したOD勢圏について分析を行った（図-11）。

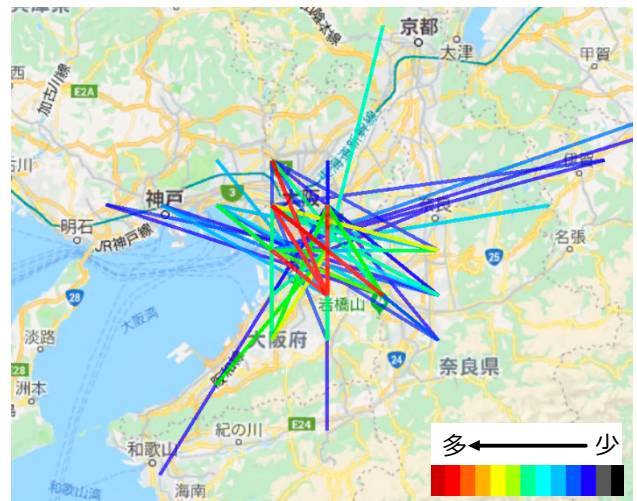


図-11 松原JCT利用OD可視化イメージ

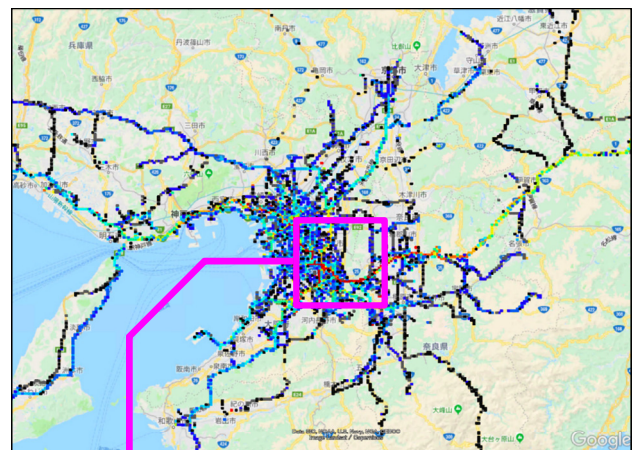
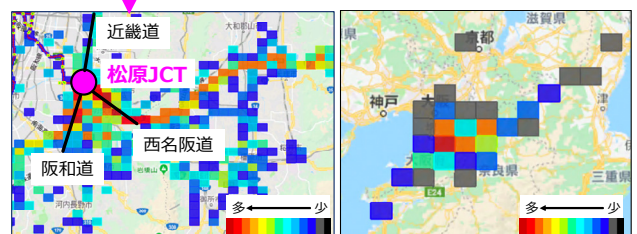


図-12 上：松原JCT流入流出経路（広域）

左：松原JCT流入経路 右：松原JCT流入出発地分布



結果をみると奈良県や和歌山県から利用している状況や奈良県以东からの利用もあり広域にわたる利用があることがわかる。

次に、阪神高速14号松原線上り松原JCTを利用した流入流出経路について分析を行った。流入経路は、500mメッシュ単位、出発地分布は10kmメッシュ単位で集計を行った（図-12）。

図-12の上の図は、松原JCTを利用したスマートフォンユーザーがどの経路を利用したか広域で把握するためのものである。OD勢圏と同様で和歌山県や奈良県など広域にわたって利用されていることがわかる。また、下左側の図では、松原JCTとつながっている西名阪道、阪和道

から多く流入している様子がわかる。また、下右側の図では、出発地を把握することができ、松原JCT周辺や奈良県から出発して利用していることがわかる。

このような分析を任意の出入口（JCT）を設定して分析することが可能であり、今まで把握が難しかった他機関高速・一般道路の利用経路の分析が可能となった。

5. おわりに

阪神高速道路は、阪神高速を利用させていただきお客さまの『安全・安心・快適』についての満足度向上を目指す1つの項目としてOD（利用実態）調査を定期的実施している。ETCの普及に伴い阪神高速内の利用ODは、ほぼ把握が可能となったが、肝心の阪神高速を利用する前後の利用経路や移動目的、利用理由など利用者に直接伺わないと把握できない現状がある。把握できない現状を補うためアンケート調査を行っているが、今までは把握できなかった誤回答が含まれた状態で分析を行うとともに分析結果を活用してきた。

今回初めて採用した『携帯電話基地局で収集した携帯電話位置情報を活用した調査』は、調査母数が膨大であり携帯電話基地局を活用するので全国の24時間365日のデータの収集・分析が可能ツールである。

今回の分析で阪神高速以外の利用経路や誤回答の把握が可能であることがわかった。利用経路は、阪神高速で把握できる数少ない手段として今後も有用であると認識している。また、誤回答を把握できるため今後の分析ではそれを外して集計分析することで今までよりも精度の高い利用実態の分析ができる。

調査を実際に行って課題があることも分かった。今回誤回答の主たる原因となった出入口入力方法については、アンケート回答者に負担が少なく正確に回答できる方法などについて今後検討が必要がある。

また、今回収集したデータを活用して阪神高速を利用していないにも関わらず「利用した」と回答されたアンケートを分析することで、虚偽回答ユーザを他属性データと組み合わせることで把握し、今後調査を行う場合は、虚偽回答ユーザと判断されたユーザには、アンケートを配信しないなど対策を行うことでより精度の高いアンケート調査の実施を目的としたさらなる検討が必要である。

今回は、基礎的な分析しかできていないので今後も引き続き検討、分析を行い『安全・安心・快適』な阪神高速を目指していきたい。

(2019. 10. 4 受付)

OD SURVEY USING MOBILE PHONE BASE STATION LOCATION INFORMATION

Kentaro SUZUKI, Ichiro KOMOTO, Ayaka ISHI, Yota MAEHARA, Keisuke OTA
Yuki HIGUCHI, Atsunori MINAMIKAWA and Akihiro NAKASUGA