

スマートフォンを活用した 自転車通行実態調査の提案

中野 達也¹・小林 寛²・今田 勝昭³・高宮 進⁴

¹非会員 株式会社 日本海コンサルタント 計画研究室（〒921-8042石川県金沢市泉本町2丁目126番地）
前 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: ta-nakano@nihonkai.co.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: kobayashi-h92qs@nilim.go.jp

³非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: imada-k2g4@nilim.go.jp

⁴正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: takamiya-s92tc@nilim.go.jp

平成24年11月に国土交通省及び警察庁から、安全で快適な自転車通行環境創出ガイドラインが発出され、ガイドラインに基づき全国で自転車ネットワーク計画が策定されることが望まれている。自転車ネットワーク計画を作成するためには、地域における自転車の利用属性や目的、自転車が通行する経路、自転車が集中する施設等のような自転車通行実態を把握し、地域の自転車利用ニーズに応じた計画を作成することが重要である。

本研究では、近年急速に普及が進むスマートフォンを活用して、効率的に自転車通行実態を把握する調査手法を提案し、実用化に向けた調査の留意点を整理した。また、スマホ調査を活用した自転車危険箇所調査の試行、スマホ調査結果と道路状況や事故発生状況等のデータを組み合わせた分析を行うことで、スマホ調査の実用化に向けた検討を行った。

Key Words : bicycle network plan, smartphone, survey of bicycle routes, survey of travelling speed

1. はじめに

近年、環境への配慮や健康志向、さらには東日本大震災後に明らかとなった交通機関が麻痺した際にでも使用できる自律的な交通手段としての可能性等、自転車の利用が見直されている。

このような中、平成24年11月には「安全で快適な自転車通行環境創出ガイドライン¹⁾（以下、「ガイドライン」という。）が国土交通省道路局及び警察庁交通局より発出された。ガイドラインでは、自転車ネットワーク計画の作成手順や自転車通行空間整備に関する標準的な考え方が示されている。また、地域のニーズに応じた自転車ネットワーク計画を作成するためには、「どのような人が、どのような目的で、どの程度自転車を利用しているのか、さらには、どのようなエリアで、どのようなルートを通行しているか²⁾」等、地域の自転車通行実態を把握、整理することが重要とされている。

2. 研究目的

これまで取り組まれている自転車通行実態調査の手法としては、表1で示すように、自転車利用者に対するアンケート調査・インタビュー調査³⁾やビデオ観測調査⁴⁾、GPSロガーやICタグを貸出する調査⁵⁾、GPS機能付携帯電話を貸与する調査⁶⁾等が行われている。

アンケート調査は、一般的に用いられる調査手法であるが、調査の準備や調査票の配布・回収、集計するためにコストや労力が必要となる。また、ビデオ観測による調査では、実走調査時に走行状況をビデオ観測する必要があるため、日常的な通行経路が把握できない等の課題がある。GPSロガー等やGPS機能付携帯電話を被験者へ貸与する調査では、アンケート調査手法等に比べて、被験者の負担が少なくなるとともに、被験者の記憶に頼らないため調査精度が高く、自転車の交通行動をきめ細かく把握することができる一方で、調査機器を準備・貸与・回収す

る労力や機器のレンタル費用,データ通信費用がかかるという課題がある。

近年では,被験者自身のスマートフォンを活用したパーソンプローブ調査を,パーソントリップ調査と同時に実施する研究⁹⁾¹⁰⁾が行われている。この調査では,機器のレンタル費用やデータ通信費用等が不要となるため,低コストで調査を実施できるが,現状では,自転車通行経路等に関する詳細な分析までは行われていない。

これらの課題を受け,平成24年度に国土技術政策総合研究所では,近年普及が進むスマートフォンを活用した自転車通行実態調査手法(以下,「スマホ調査」という。)を開発し,調査の準備・実施やデータ集計の効率化,調査の低コスト化を図るとともに,自転車通行経路や自転車平均旅行速度,自転車トリップ長等を取得することで,詳細な自転車通行実態が把握できることを確認した¹¹⁾。

本研究では,昨年度の研究を踏まえ,試行調査を通して得られたスマホ調査の実用化に向けた留意点を整理するとともに,スマホ調査による新たな調査として自転車危険箇所調査の試行や,道路状況や事故発生状況等のデータを組み合わせた分析を行うことで,スマホ調査の実用化に向けた検討を行った。

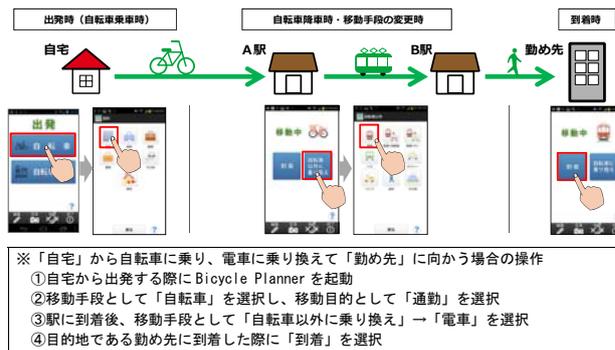


図1 Bicycle Plannerの操作イメージ図

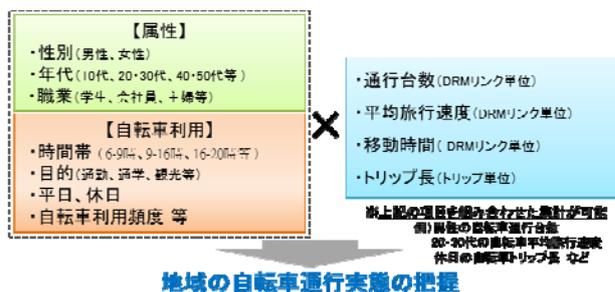


図2 スマホ調査で集計可能な項目

表1 スマホ調査と既存調査手法の比較

調査手法	データ集計の効率性	経済性	データの多様性	取得可能な主な情報
本調査手法 スマートフォンによる自転車通行実態調査(Bicycle Planner)	◎	○	◎	・通行経路 ・目的 ・旅行速度 ・トリップ長 ・個人属性 ・危険箇所 等
既存の調査手法 アンケート・インタビューによる自転車通行実態調査	×	△	△	・通行経路 ・目的 ・個人属性 ・危険箇所 等
ビデオ観測による自転車通行実態調査	×	×	△	・通行経路 ・目的 ・個人属性 ・危険箇所 等
GPSロガーやICタグによる自転車通行実態調査	○	△	△	・通行経路 等
GPS機能付携帯電話の貸与による自転車通行実態調査	○	△	○	・通行経路 ・目的 ・旅行速度 ・個人属性 等 ・トリップ長

3. スマホ調査手法の概要

スマホ調査は,被験者自身のスマートフォンにアプリケーション(Bicycle Planner)をインストールすることで,GPS測位データから自転車通行実態を把握する調査手法である。Bicycle Plannerを図1のように操作することで,移動の起点から終点までの位置情報と時間を1秒間隔で計測し,移動軌跡をサーバーに蓄積,マップマッチングし,被験者の自転車通行実態を把握することができる。

さらに,図2のように,Bicycle Plannerでは,自転車通行経路や自転車で移動したトリップ長と合わせて,自転車の利用目的,性別,年代等を調査するため,目的別の自転車通行経路や自転車旅行速度等,地域の自転車利用特性を把握,分析することが可能となる。

4. 試行調査の概要

表2に,平成24年,平成25年に3都市(延べ4都市)で実施した試行調査の概要を示す。調査は,10月や11月の2週間~1ヶ月程度の期間で実施している。

本調査では,調査被験者が自転車を利用するスマートフォンユーザーに限られるため,被験者募集を効率的に行うことが重要である。試行調査においては,ポスターやチラシの掲示やテレビ・新聞等による報道,路上でのチラシ配布による勧誘,関係者を通じた協力依頼等の方法を組み合わせて募集を行った。この結果,申込者は延べ785名,うち一度でもアプリケーションを操作した参加者は延べ374名となった。また,試行調査により取得できたトリップ数(全移動手段)は,調査期間や参加者数によって異なるが,合計で3,394トリップとなった。

平成25年の調査では,被験者募集の効率化を図るため,図3のように,駐輪場や商業施設等に掲示したポスターやチラシから,被験者が直接参加登録できる専用応募フォームを整備した。これにより被験者が応募する際の手間や,応募した被験者をとりまとめる調査主体の負担軽減を図ることが可能となった。

表2 試行調査の概要

都市名	平成24年調査		平成25年調査	
	弘前市	安曇野市	弘前市	金沢市
調査期間	H24.11.5 ～11.30(26日間)	H24.11.19 ～12.2(14日間)	H25.10.7 ～10.27(21日間)	H25.10.21 ～11.24(35日間)
被験者数	申込者:160名 参加者:109名	申込者:99名 参加者:62名	申込者:244名 参加者:141名	申込者:282名 参加者:62名
被験者募集方法	・ポスターの掲示 ・テレビ、新聞 ・HP、広報 ・路上での勧誘 ・関係者への依頼	・ポスターの掲示 ・テレビ、新聞 ・HP、広報 ・路上での勧誘 ・関係者への依頼	・ポスターの掲示 ・テレビ、新聞 ・HP、広報 ・路上での勧誘 ・関係者への依頼	・ポスターの掲示 ・路上での勧誘 ・関係者への依頼
取得トリップ数(全手段)	1,204トリップ	342トリップ	1,301トリップ	547トリップ

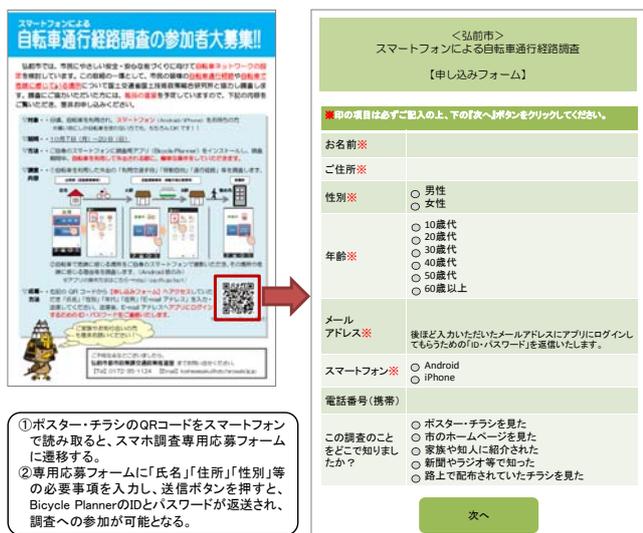


図3 スマホ調査専用応募フォーム

5. スマホ調査実施に係る留意点等

(1) 調査参加率

図4に、調査の申込者数と調査へ一度でも参加した参加者数の都市別の割合（調査参加率）を示す。試行調査の結果によれば、調査への参加率は概ね6割前後となった。一方で、金沢市では調査への参加率が約2割と、他都市に比べて低い値となった。この要因として、金沢市では調査参加者に対する謝礼がなかったため、申込みは行ったが調査には参加しなかった被験者が多く発生したと予想され、調査参加者への謝礼が調査参加率の向上に効果があると考えられる。

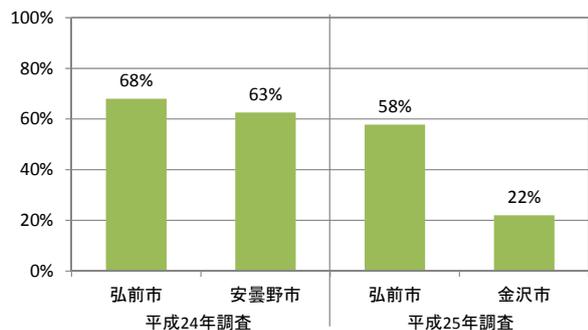


図4 被験者の調査参加率（参加者／申込者）

(2) 1日1人当たりの平均トリップ数

図5に、1日に1人が記録した平均トリップ数を示す。試行調査の結果によれば、1日に1人が記録した平均的なトリップ数は、概ね0.3～0.4トリップ/人/日程度となる。どの程度の調査期間を設定すれば、どの程度のトリップ数を確保できるかについて具体的に示すことは難しいが、この値を参考として、目標とするトリップ数を取得するために必要となる調査期間や目標とする調査参加者数を設定することが考えられる。

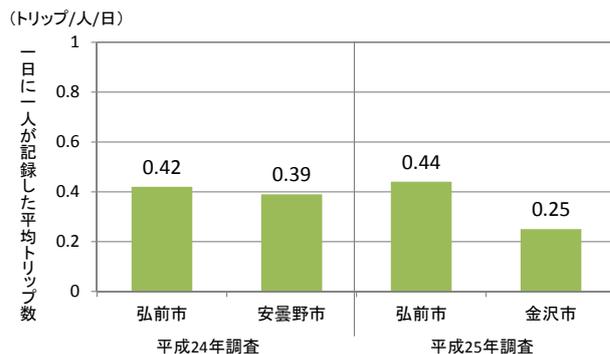


図5 1日に1人が記録した平均トリップ数

(3) 調査参加者の年齢構成

本調査では、被験者自身のスマートフォンを活用した調査を行う調査手法となるため、先にも示したように、調査の対象者は、調査対象地域において自転車を利用するスマートフォンユーザーとなる。これを踏まえ、調査対象エリアにおける自転車利用者の年齢構成や自転車利用目的の概況を把握した上で、調査対象者を設定することが重要である。

一方で、近年スマートフォンは急速に普及が進んでいるものの、若年層に比べて高齢層のユーザーが少なく、年齢構成に偏りがある状況である。試行調査における調査参加者の年齢層は、図6のように、20代以下の被験者が半数以上を占める一方、50代以上の被験者が1割程度となり、被験者の属性に偏りが発生する結果となった。このため、調査対象都市の自転車利用者の年齢構成の偏り以外に、スマートフォンユーザーの年齢構成等がバイアスとして影響することに留意が必要である。

スマートフォンユーザーの年齢構成の偏りを補正する手法としては、高齢層の自転車利用者を対象としたアンケート調査やインタビュー調査等により自転車通行経路を把握し、本調査と組み合わせることが有効である。また、できる限り高齢層の被験者を増やすために、高齢者団体へ協力依頼を求めたり、高齢者が集まる施設で被験者募集を行うことも有効である。



図6 スマホ調査参加者の年齢層

(4) 被験者の募集方法

図7に、被験者の募集方法と調査参加の関係について示す。調査に参加するきっかけとなった募集方法が「路上での勧誘」と回答した被験者の約8割が、トリップ数0回/人と、申込を行ったにも関わらず調査に一度も参加していない被験者であることがわかる。一方で、トリップ数が5回/人以上と、調査期間中に継続的に調査に参加している被験者は、「ホームページ・新聞等を見た」「ポスター・チラシを見た」等によって、自主的に調査に参加していることがわかる。

「路上での勧誘」による募集方法は、短期的に申込者数を増やす方法として効果的ではあるが、調査期間中に調査へ参加する頻度は他の募集方法に比べて低いため、募集期間を長期間設けることができる場合は、「ポスター・チラシを見た」等のように、被験者が自主的に応募する形態の募集方法を用いることが効果的である。

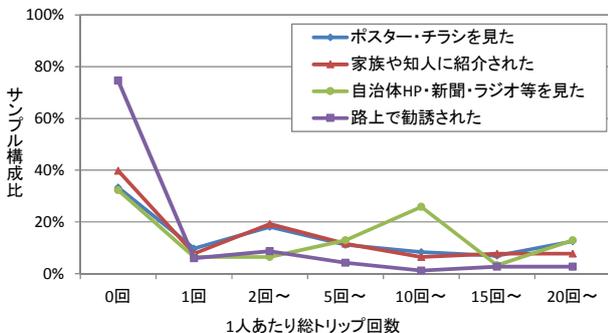


図7 平成25年弘前市、金沢市における被験者の募集方法と調査参加の関係

6. 自転車危険箇所調査の試行

自転車通行において危険箇所を把握する方法としては、過去に自転車関連事故が発生した地点を把握する方法が一般的である。しかし、潜在的に潜む事故を抑制するためには、自転車利用者が日常的に危険を感じる地点や危険に感じる内容を具体的に把握することが重要である。

スマホ調査による自転車危険箇所調査は、図8のよう

に、Bicycle Plannerの写真撮影機能を用いて、被験者が調査中に危険を感じる箇所を写真で撮影し、危険に感じた内容を入力することで調査が可能となる。

平成25年の弘前市における調査では、Androidのスマートフォンユーザーに限定して自転車危険箇所調査を実施し、調査期間中に全12件の投稿（うち写真付きの投稿が10件）を受けることができた。この調査結果は、自転車安全マップの作成や地域の危険箇所点検等への活用が期待できる。一方、被験者から投稿された情報の中には、危険な状況が把握困難な写真やコメントなども投稿されるため、調査主体はこれらの情報を精査した上で活用することが必要である。



図8 自転車危険箇所調査におけるBicycle Plannerの操作方法

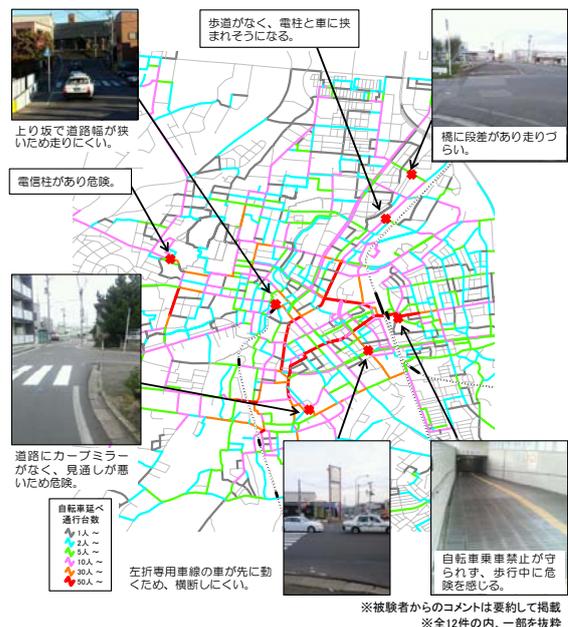


図9 自転車危険箇所調査結果

7. 自転車ネットワーク検討への活用

本章では、スマホ調査で取得した自転車通行台数等の地域の自転車通行実態と、既存の道路交通状況を組み合わせることで、自転車ネットワーク検討への活用可能性について考察した。

(1) 路肩幅員との組み合わせによる分析

図10は、弘前市中心部において路肩幅員が比較的広く、かつ本調査により取得した自転車延べ通行台数が30台以上と自転車通行の多い路線を重ね合わせて表示させた地図である。これらの情報を組み合わせることで、既存の道路空間を活かし、自転車専用通行帯や車道混在空間として整備可能な路線を抽出することが可能となる。

また、自転車ネットワーク路線を選定する際には、路肩幅員や自転車通行台数を指標値として設定し、自転車通行空間の整備可能性を踏まえて、優先的に整備すべき路線として選定すること等も考えられる。

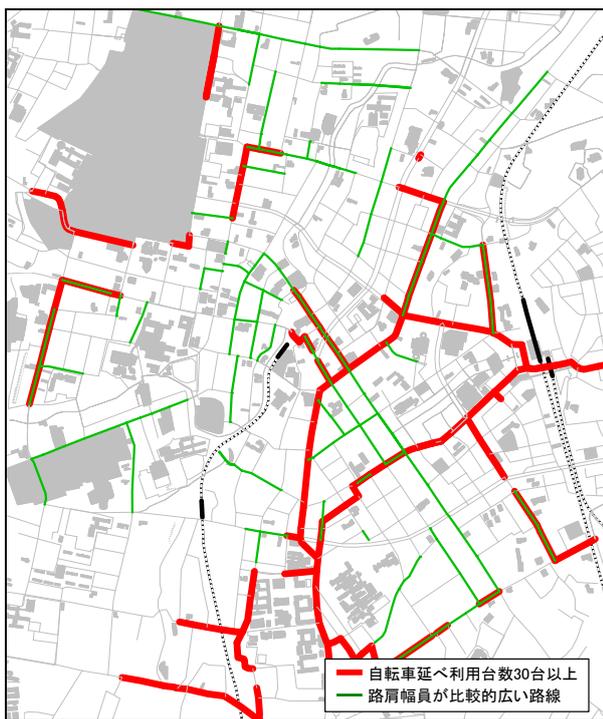


図10 路肩が比較的広く自転車延べ通行台数が30台以上の区間（平成25年弘前市）

(2) 自転車関連事故との組み合わせ分析

図11は、弘前市中心部における自転車関連事故の発生箇所と、自転車延べ通行台数が30台以上の路線を重ね合わせて表示させた地図である。これらの情報を組み合わせることで、自転車延べ通行台数が多くかつ事故発生が多い路線については、重点的に安全対策を講じる必要があることがわかる。その一方で、自転車延べ通行台数が少ないにも関わらず、事故が集中して発生している箇所については、自転車事故が発生しやすい道路・交通状況を有している可能性があるため、個別に対策を検討していくことが考えられる。これらの情報を活用し、地域において自転車関連事故の発生しやすい道路交通状況を把握し、自転車ネットワーク路線における対策を検討することも考えられる。

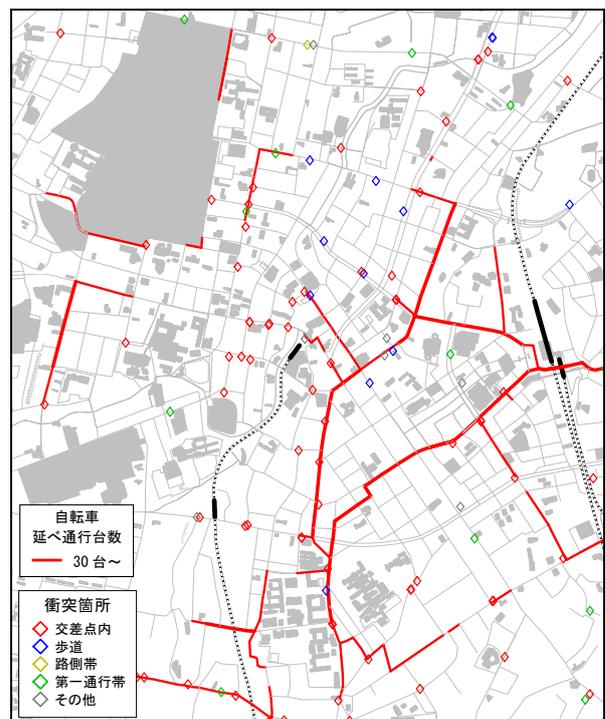


図11 自転車延べ通行台数と自転車関連事故の発生状況（平成25年弘前市）

8. まとめ

本稿では、試行調査結果より、スマホ調査の実用化に向けて留意すべき点や参考となる情報を提示するとともに、自転車ネットワーク検討へ活用が期待できる自転車危険箇所調査や道路交通状況との組み合わせによる分析結果を示した。スマホ調査においては、被験者募集等において何点か留意すべき点はあるものの、今後のスマートフォンの更なる普及や、他の調査手法と組み合わせた調査の実施等により、より効果的な調査が可能になると考えられる。今後、自転車施策に取り組む道路管理者等に対して、スマホ調査を紹介していくとともに、技術的なサポートをしていく予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局 HP「安全で快適な自転車通行環境創出ガイドライン」<http://www.mlit.go.jp/road/road/bicycle/pdf/guideline.pdf>
- 2) 佐藤貴行, 神田佑亮, 北潤弘康, 阿部宏史, 橋本成仁: 岡山市内における自転車の交通需要と経路選択特性に関する考察, 土木計画学研究・講演集 Vol.41, No.362, 2010.
- 3) 鈴木清, 土井健司, 神田佑亮, 土崎伸, 伊藤晶明: 高松市中心部における自転車経路選択特性の分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.43, No.374, 2011
- 4) 轟修, 松村暢彦: 実走調査による自転車の経路選択等の経路に関する分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.30, No.346, 2004

- 5) 中山朋子,西田純二,上善恒雄,大田香織:GPS ロガーによる自転車を利用した観光パターンの分析と観光整備に関する考察,土木計画学研究・講演集 Vol.41, No.395,2010
- 6) 杉山宏祐,小川圭一:IC タグによる計測データを用いた自転車利用者の経路選択行動分析,土木計画学発表会・講演集 Vol.41, No.364,2010
- 7) 藤井敬士,羽藤英二:移動軌跡データを用いた自転車利用の空間的特性の分析,土木計画学研究・講演集 Vol.37, No.147,2008
- 8) 堀田美和子,仲田田,奈良照一:自転車利用者の行動特性分析における新たな手法について,北海道開発技術研究発表会論文,Vol.54,2011
- 9) 円山琢也:スマホ・アプリ配布型大規模交通調査の可能性,交通工学, Vol.48, No1, pp.4-7,2013
- 10) 松田佳祐,野原浩大朗,円山琢也:スマートフォンアプリを用いた次世代型交通調査手法の開発と導入,平成24年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, IV-16, pp. 581-582, 2013
- 11) 中野達也,山本彰,小林寛,橋本雄太,高宮進:スマートフォンを活用した自転車通行実態調査に関する研究,土木計画学研究・講演集 Vol.47, No.171,2013

(2014. 4. 25)