

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

中野 達也¹・山本 彰²・小林 寛³・橋本 雄太⁴・高宮 進³

¹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: nakano-t925a@nilim.go.jp

²非会員 国土交通省 金沢河川国道事務所 加賀国道維持出張所 (〒924-0032 石川県白山市村井町3)
E-mail: yamamoto-a84zx@hrr.mlit.go.jp

³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

⁴非会員 復建調査設計株式会社 道路・地域整備部 (〒732-0052 広島県広島市東区光町2-10-11)
E-mail: y-hashimoto@fukken.co.jp

平成23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、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等が示された。このガイドラインでは、自転車ネットワーク計画を検討するために、地域において自転車の通行実態等を把握する必要があるとされている。

本研究では、この自転車の通行実態を効率的に把握するため、近年急速に普及が進むスマートフォンに対応したアプリケーションを開発し、スマートフォンを活用した自転車通行実態調査を試行した。これにより、本調査手法の自転車ネットワーク計画への適用可能性や課題について考察した。

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の自律的な交通手段として、自転車の利用が見直されている。その一方で、歩行者と自転車の事故が増加するなどの課題が顕在化しており、歩行者や自転車が安全に通行できる空間の確保や自転車通行ルールの徹底等が求められている。

このような中、平成24年4月に有識者からなる検討委員会より「みんなにやさしい自転車環境安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた提言¹⁾」が国土交通省道路局及び警察庁交通局に提出されており、この提言を受け、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²⁾ (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示されており、今後、これに基づき、地域の自転車利用実態に応じた自転車ネットワーク計画を作成し、計画性のある自転車通行空間を整備していくことが求められている。

2. 研究目的

ガイドラインでは、自転車ネットワーク計画の作成にあたり、自転車利用に関わる地域の概況として、どのような人が(利用者層)、どのような目的で(トリップ目的)、どの程度利用しているのか(自転車分担率)、さらに、どのようなエリアで(主たる利用範囲)、どのようなルートを通行しているのか(通行経路、路線別交通量)について把握、整理することが必要とされている²⁾。

これらの自転車通行実態を把握する手法としては、既存研究において、自転車利用者に対するアンケート調査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⁶⁾⁷⁾、GPS機能付携帯電話を貸与する調査⁸⁾⁹⁾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¹⁰⁾¹¹⁾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。

このような近年の研究動向も踏まえ、本研究では、携帯電話よりも操作性が良く、被験者の負担が少ないスマートフォンを活用するとともに、被験者自身のスマートフォンにより調査を実施することで、自転車通行実態調査の低コスト化や効率化を図ることを目的とした。また、調査結果を集計するツールの開発により、調査結果の集計の効率化を図った。さらに、調査結果の自転車ネットワーク計画への活用方策を考察するとともに、調査手法の可能性及び課題を考察した。

3. 調査手法の開発

(1) アプリケーションの開発

本研究では、今後さらに普及が進むことが予想されるスマートフォン（Android[®]）を活用し、GPS 測位データにより自転車通行実態を把握するアプリケーション（Bicycle Planner）の開発を試みた。アプリケーションは、移動の起点から終点までの位置情報と時間を1秒間隔で計測することで、移動軌跡に関する情報を取得している。また、表1のように、自転車の利用目的、性別、年代等も合わせて調査することで、地域の自転車利用特性を把握、分析することができるようにしている。

表1 調査項目

基本情報	移動日時
	移動手段（自転車とそれ以外の交通手段）
	自転車の利用目的（通勤、通学、買物、観光等）
	自転車利用の主な目的地
	自転車の利用頻度
通行経路	自動車免許所有の有無
	自転車の通行経路（DRMリンク単位）
旅行速度	自転車の平均旅行速度（DRMリンク単位）
移動時間	自転車での移動時間（トリップ単位）
トリップ長	自転車で移動したトリップ長（トリップ単位）
個人属性	性別、年代、職業

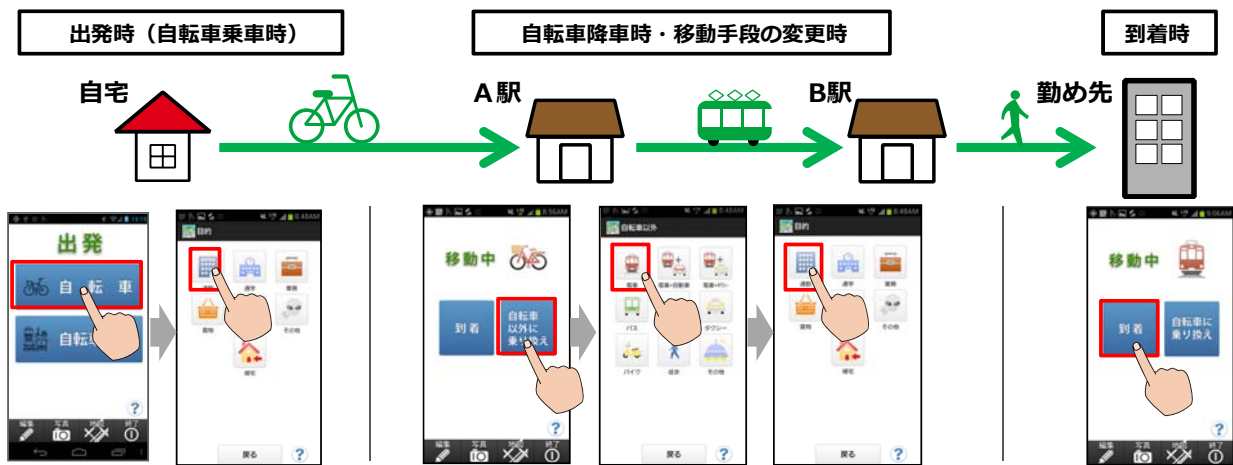


図1 アプリケーションの操作イメージ

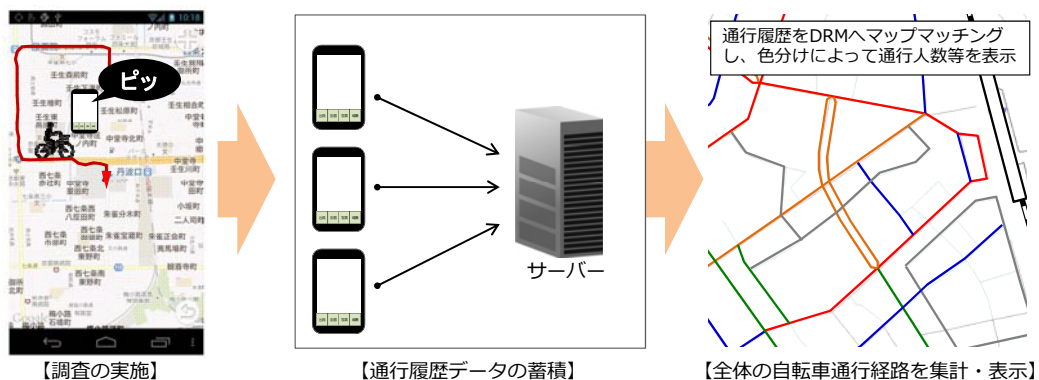


図2 調査結果の集計イメージ

アプリケーションの操作は、図1のように、移動手段の選択画面を「自転車」「自転車以外」とするなど、被験者の操作ミスが極力減らすように工夫した。また、移動時におけるアプリケーションの操作も、「出発時（自転車乗車時）」と「自転車降車時」、「移動手段の変更時」「目的地到着時」にスマートフォンをタッチすることで自転車通行実態が把握できるシンプルな操作方法としている。その他にも、過去の移動履歴を確認する画面では、移動経路や移動時間、旅行速度等を閲覧できるようにし、調査を持続する意欲が湧くように工夫した。

(2) 集計ツールの開発

本研究では、効率的な調査を行う手法を開発するとともに、調査結果を効率的かつ分かりやすく集計、表示させるツールの開発を試みた。これにより、調査結果が視覚的に表現できるようになるため、自転車ネットワーク計画の作成に必要となる、自転車利用の地域特性の把握が容易になるとともに、行政関係者や住民等との合意形成においても有効に活用できると考えられる。また、GPS機能により取得した位置情報は、DRMへのマップマッチング処理を行うことで、地図上に表示させた（図2）。

図3のように、集計ツールの操作画面は、①～⑥のボタンを選択することで、⑦のメイン画面に自転車の通行経路等が表示されるようにしている。この集計ツールにより、例えば、観光目的で自転車利用者がどの路線を通行し、どの程度の速度で移動しているのかなど、自転車の通行実態を地域のニーズに応じて集計、表示することが可能となる。

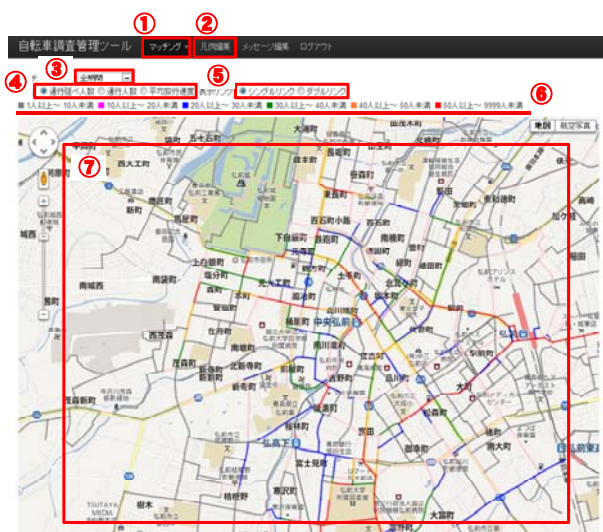


図3 集計ツール画面

表2 集計ツール操作ボタン（図2の番号に対応）

①	目的、年代、性別、時間帯等の表示設定が変更可能
②	通行量等の表示間隔が変更可能
③	表示させる調査期間が変更可能
④	通行人数や平均旅行速度の表示設定が変更可能
⑤	上下路線別と合計値の表示設定が変更可能
⑥	⑦のメイン画面で表示される色の凡例
⑦	①～⑥の設定が表示されるメイン画面

4. 調査手法の試行

(1) 調査の概要

アプリケーション及び集計ツールを試験的に運用し、調査手法の可能性や課題等を検証するために、弘前市等を対象としたプレ調査を実施した。本稿では、特に弘前市での調査結果について報告する。

調査を実施した弘前市は、津軽地方の中心都市として約18万人の人口を有しており、弘前大学等の教育施設が多く立地していることから、通勤通学時の自転車分担率も17.3%と全国平均の11.6%に比べて高いなど、自転車利用に対するニーズが高い都市である（表3）。

表3 弘前市の概況及び調査概要

弘前市概況	人口：183,534人（平成22年国勢調査） 面積：524.12km ² （平成24年住民基本台帳） 自転車分担率：17.3%（平成22年国勢調査） ※全国平均 11.6%
調査日時	平成24年11月5日（月）～11月30日（金）
調査場所	弘前市内
調査対象者	・弘前市内において自転車を利用する方 ・レンタサイクルを利用する方
被験者の年代	10代：39人、20代：44人、30代：6人、 40代：12人、50代：4人、不明：4人 （合計 109人）
取得総トリップ数	1,204トリップ

(2) 調査の方法

調査方法は、被験者が所有するスマートフォンにアプリケーションをインストールし、調査期間中、自転車を利用して外出する際に、アプリケーションを操作するものである。弘前市では、調査期間中に、弘前市観光コンベンション協会によりレンタサイクルが実施されており、観光客の自転車通行実態も合わせて把握するために、レンタサイクル利用者にスマートフォンを貸与することで、調査を実施した。また、本調査手法の評価や課題を検証するために、調査申込者に対して、事後アンケート調査を実施した。

(3) 調査被験者

本調査では、表 4 のように、高校や大学等に対する調査チラシの配布、市職員への案内掲示板での周知等、複数の方法を組み合わせることで被験者を募集した。その結果、160人の申込があり、内109人が調査に参加した。申込は行ったが、調査に参加していない方の中には、「調査期間中の天候が悪く、自転車に乗る機会がなかった」等、調査時期や調査期間の天候が被験者の参加状況にも影響を与えていると考えられる。

被験者の募集方法の中で最も効果が高いものは、弘前駅や市中心部の商業施設等、自転車が集中する拠点施設等での現地募集活動であり、全申込者数の6割を占めている。

表 4 被験者の募集方法と申込人数

対象	被験者の募集方法	申込者数
高校・大学・企業	チラシの配布	27人
市役所職員	市掲示板等で周知	13人
その他	市報・TV・新聞での広報	0人
	現地募集（3～6名で3.5日間） WEBモニター（スクリンガ）	96人 15人
レンタサイクル	レンタサイクル受付窓口	9人
合計		160人

※申込者数160人の内、調査参加者は109人

本調査のように、調査結果を自転車ネットワーク計画等の基礎データとして活用するには、被験者を年齢や性別、職業、居住地、目的地等、様々な観点からスクリーニングし、地域における自転車の一般的な通行実態を把握する必要がある。また、スマートフォンを活用した調査では、スマートフォンの普及状況や年代別の利用率等、様々なバイアスがかかるため、調査手法を確立させるためには、被験者の抽出方法においても、今後さらなる研究が必要で

ある。

5. 調査結果

本章では、自転車の通行人数や旅行速度を集計ツールにより地図上で表示させた結果や、集計ツール以外の調査データを活用したトリップ長等の結果について、自転車ネットワーク計画への活用方を考察する。また、調査に関する事後アンケート調査から、調査への評価や課題について考察する。

(1) 集計ツールを用いた自転車通行実態

集計ツールを活用することで、図5.6のように、自転車が通行する経路や自転車の旅行速度等、自転車通行実態を視覚的に表現することが可能となる。

自転車の通行人数では、日常的に自転車が通行する経路を把握することができるため、幹線道路における自転車交通だけでなく、非幹線道路における自転車交通も合わせて把握することが可能となる。

図4のように弘前市中心部では、弘前駅から弘前大学間や、弘前駅から弘前城方面に向かう幹線道路の交通が多くみられるが、弘前大学周辺の非幹線道路や、中心部の商店周辺も多く自転車が通行していることがわかる。

この調査結果を活用することで、自転車ネットワーク路線として重点的に自転車通行空間を整備すべき路線を抽出するとともに、自転車通行空間整備の優先度を検討することが可能になると考えられる。

また、自転車の旅行速度では、DRMリンク毎の旅行速度の違いを把握することができるため、旅行速度による自転車の走りやすさ等を評価することが可能となる。

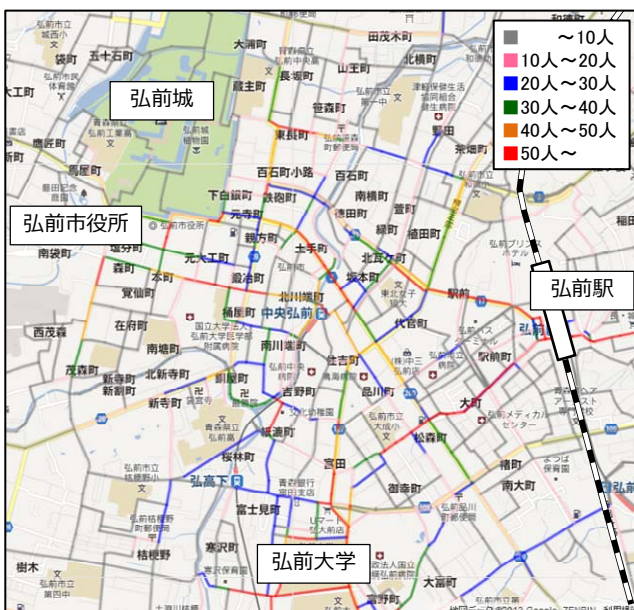


図4 集計ツールによる自転車通行人数の表示結果

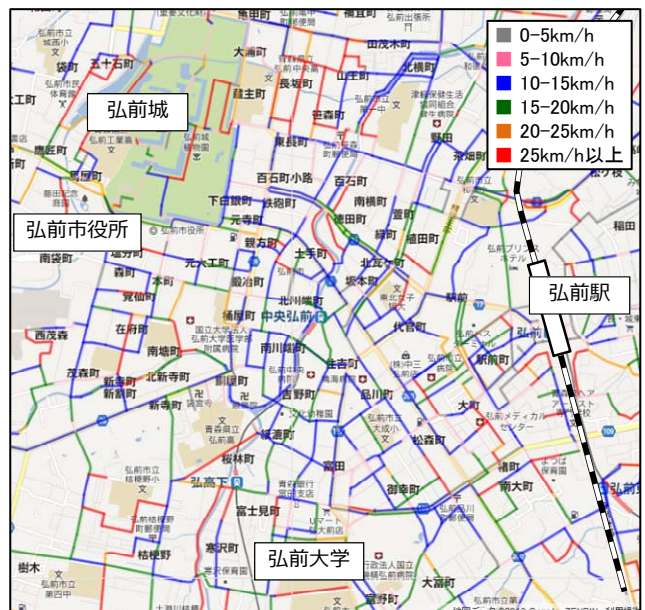


図5 集計ツールによる自転車旅行速度の表示結果

図5のように、弘前市中心部では、市街地の旅行速度が10～15km/hである一方、その周辺部では旅行速度が20km/h以上となっていることがわかる。また、川沿いの道路のように自動車交通がない道路、もしくは自動車交通が少ない非幹線道路では、旅行速度が高くなるなど、地域や路線による旅行速度の違いがわかる。

この調査結果を活用することで、自転車ネットワーク路線における、自転車の通行環境の評価に活用するなど、地域の課題を把握する方法として活用することが可能になると考えられる。

(2) 自転車利用の概況

集計ツールで表示される通行経路や旅行速度以外のデータにより、自転車ネットワーク計画の検討に活用できると考えられる。

例えば、自転車のトリップ長を目的や年代、性別等によって比較することで、自転車利用実態に応じた交通特性を把握することが可能となる。図6のように、自転車利用目的別のトリップ長では、全体の中央値が約2,000mとなる一方で、通勤目的が約2,700m、観光目的が約1,300mと、自転車の利用目的によってトリップ長が異なることがわかる。

この調査結果を活用することで、自転車ネットワーク計画の対象範囲の設定や自転車利用による目的別の行動特性を把握することが可能になると考えられる。

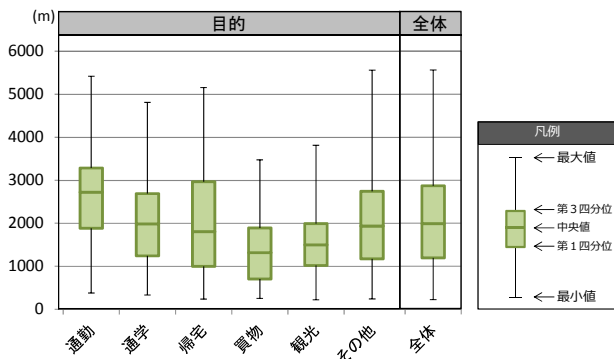


図6 目的別の自転車トリップ長

また、自転車の旅行速度も目的や年代、性別等によって比較することが可能となる。図7のように、自転車利用目的別の旅行速度では、全体の中央値が13.4km/hとなる一方で、通学目的は14.2km/h、観光目的は10.0km/hと、自転車の利用目的によって旅行速度が異なることがわかる。

その他にも、道路構造と調査結果を分析することで、地域において自転車が選択する経路特性等を把握することができると考えられる。

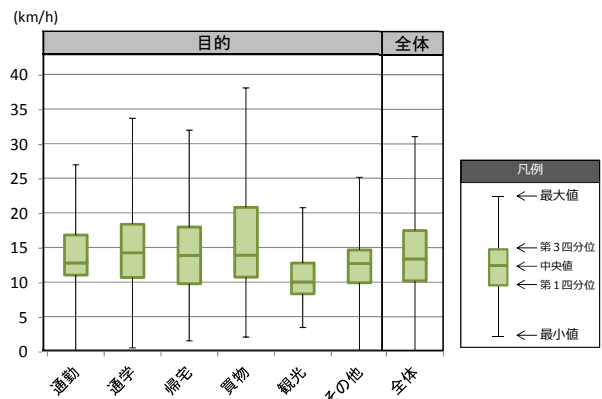


図7 目的別の自転車旅行速度

3) 事後アンケートによる調査手法の評価

参加申込者に対して実施した事後アンケートでは、アプリケーションの操作性やアプリケーションで忘れてしまった操作等について調査した。

図8のアプリケーションの操作性の評価では、一般参加者、レンタサイクル利用者ともに、「とても簡単だった」「簡単だった」の合計値が8割以上を占めている。また、図9のアプリケーションで忘れてしまった操作と頻度では、すべての操作において「忘れなかった」「ほぼ忘れなかった」が7割以上を占め、被験者にとってアプリケーションの操作は、特に難しいものではなかったことがうかがえる。一方、すべての操作において「頻繁に忘れた」が約3割程度を占めることから、調査を習慣的に行う機能の追加や調査に参加するメリットを生んでいくことも必要になると考えられる。

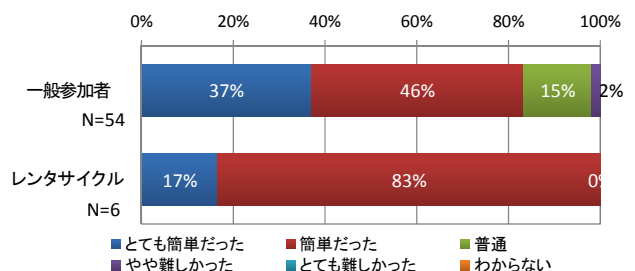


図8 アプリケーションの操作性の評価

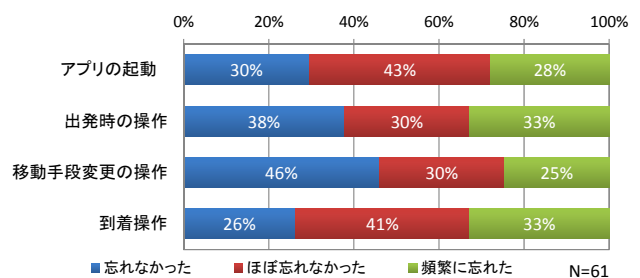


図9 アプリケーションで忘れた操作と頻度

6. 自転車ネットワーク計画への活用

以上のような調査結果について、自転車ネットワーク計画への活用方策を図10のように整理した。

まず、自転車ネットワーク計画の「基本方針・計画目標の設定」時では、自転車の旅行速度やトリップ長等をアウトカムの計画目標として活用することや、自転車のトリップ長を計画対象範囲の設定に活用することなどが考えられる。また、「自転車ネットワーク路線の選定」時では、自転車交通量の多い路線や自転車利用が多い主要な施設の抽出等に活用することが考えられる。さらに、自転車ネットワーク計画の決定後には、計画目標値の達成度評価や、自転車通行空間の整備による効果の検証等、計画のフォローアップ調査に活用することが考えられる。

その他にも、自転車ネットワークを作成する際に必要となる、行政関係者や住民等との合意形成においても、有効に活用できると考えられる。

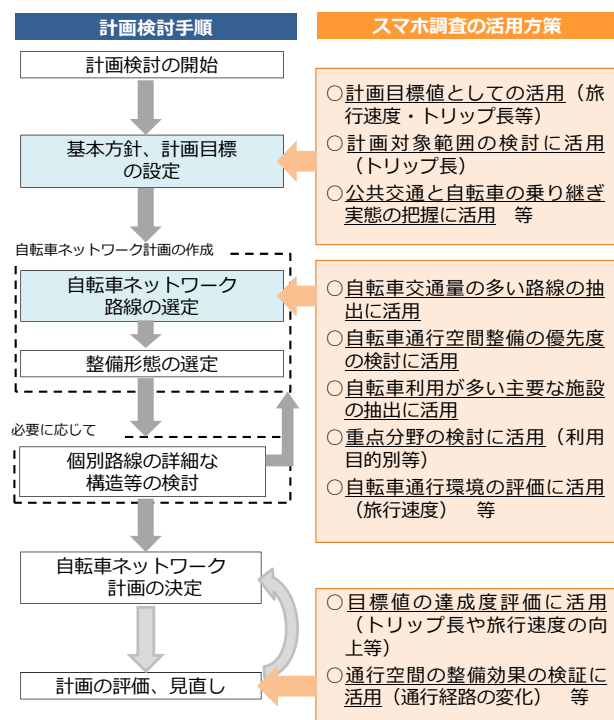


図10 自転車ネットワーク計画の作成手順と本調査の活用方策案

7. まとめ

本研究では、スマートフォンを活用した効率的な自転車通行実態調査手法を開発し、調査を試行した。これにより、自転車ネットワーク計画を作成する際に必要となる、自転車通行実態を効率的に把握し、分析することができた。

一方、本調査では、被験者がスマートフォンユーザーに限定されるため、多くのサンプルを集めるための被験者募集方法に課題があることや、スマートフォンを利用している年齢層に被験者が偏る等の課題がある。また、アプリケーションの操作は容易と評価されているが、長期の調査を行う場合、習慣的に調査へ参加してもらう工夫や調査に参加するメリットを付加していくこと等も検討する必要がある。

本調査には、これらのような課題があるため、自転車ネットワーク計画の作成に活用するためには、本調査結果を既存の調査結果等と組み合わせて分析していくことなども今後検討する必要がある。

補注

- (1) 平成 25 年 3 月現在で i-phone 版アプリケーションも開発済

参考文献

- 国土交通省道路局 HP「みんなにやさしい自転車環境安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた提言」
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/cyclists/>
- 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/report/press/road01_hh_000300.html
- 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.
- 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
- 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
- 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と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
- 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
- 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
- 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
- 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, No.1, pp.4-7, 2013
- 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

(2013.5.7 受付)