スマートフォンによる経路調査を活用した効率的な自転車交通量の把握に関する検討

上野　朋弥[1]・小林　寛[2]・今田　勝昭[3]・木村　泰[4]・高宮　進[5]

[1]正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）
E-mail: ueno-t924a@nilim.go.jp

[2]正会員 国土交通省中国地方整備局松江国道事務所（〒690-0017島根県松江市西津田2丁目6-28）
E-mail: kobayashi-h92qs@mlit.go.jp

[3]非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）
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交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）
E-mail: kimura-y92tc@nilim.go.jp

[5]正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）
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利用環境創出の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の策定が望まれている．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交通量等の交通特性の把握が必要であり，効率的な調査手法の開発が期待されている．

本研究では，効率的な自転車交通量の調査手法として，スマートフォンによる経路調査で把握されるサンプル交通量を活用した交通量調査の可能性を検討することとし，対象都市においてスマートフォンによる経路調査と実測交通量調査を行い，両調査の交通量の比較を行った．

Key Words :*bicycle network plan, smartphone, survey of traffic quantity, survey of bicycle routes*

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利用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，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の作成には，調査にコストと労力を要する自転車交通量等の地域の交通特性の把握が必要で，これが計画策定のハードルを高くしているという意見もあり[2)]，効率的な調査手法の開発が期待されている．

本研究では，地域の自転車交通量を効率的に把握するために，国土技術政策総合研究所が平成24年度に開発したスマートフォンアプリ「Bicycle Planner」を使用した自転車通行経路調査（以下，「スマホ調査」という．）で把握されるサンプル交通量と実測交通量の比較から，スマホ調査を活用し自転車交通量を効率的に把握する調査手法を検討することを目的としている．

2. 研究概要

対象都市において，スマホ調査によるサンプル交通量の把握と網羅的な実測交通量調査を行うとともに，スマホ交通量と実測交通量の比較を行った．両方の調査を実施した代表とされる地点で算出される倍率（スマホ調査走行台数に対する実測交通量の倍率）を全てのスマホ調査交通量に適用し，広範囲において概ねの交通量を把握することを想定し，分析を行った．

調査の対象都市は，スマホ調査のサンプル数確保のため，過年度にスマホ調査を2度実施している[3)] 青森県弘前市とした．なお，スマホ調査は，Bicycle Plannerを使って実施した．

(1) スマートフォンを使用した通行経路調査

スマホ調査は平成26年に実施した調査も含め，表-1のとおりとなる．なお，後述する比較分析にあたっては，3年分（計61日分）のデータを用いることとした．

表-1　スマホ調査の概要

	H24	H25	H26
調査日数	26 日	21 日	14 日
期間	11/5(月)～30(金)	10/7(月)～27(日)	10/13(月)～26(日)
申込者数 (1 回以上操作した方，参加率)	160 人 (109 人，68%)	244 人 (141 人，59%)	103 人 (55 人，53%)
トリップ数(全手段)	1695	1301	491

(2) 実測交通量調査

自治体が実測により自転車交通量調査を行う場合，自転車が多いと想定される区間等が主な対象路線となる．そこで，スマホ調査の平成24，25年のサンプル交通量データを基に調査箇所を設定する．調査箇所は，大ゾーンと小ゾーンに分け，図-1に示す単路部80断面，交差点20箇所とした．大ゾーンは，郊外の住宅地から中心部へ流入するトリップ等の把握を想定して代表路線を抽出し，断面交通量を観測した．小ゾーンは，調査道路密度が高く経路選択も多様であると想定されるエリア（弘前駅や土手町商店街等の中心部）で，網羅的に断面と交差点交通量を観測した．なお，断面は方向別，交差点は流入方向別に観測する．調査は平成26年10月のスマホ調査実施中の平日1日に実施し，調査時間はピーク（7:00～9:00），オフピーク（10:00～12:00）の計4時間とした．

(3) 比較分析

実測交通量調査は平日1日の交通量であるのに対し，スマホ調査は3年分の複数日の調査データであるため，スマホ調査交通量の活用にあたっては，表-2の留意点が挙げられる．この留意点を踏まえて，サンプル数の十分な確保が重要と考え，3年分のデータを用いる①③のスマホ調査交通量を用いて検証を行った．

比較にあたっては，面的な交通量分布の比較分析として，まずは，スマホ交通量と実測交通量の相関関係と拡大係数（各同一地点におけるスマホ調査走行台数に対する実測交通量の倍率）の分布を全箇所，全時間で整理した．さらに，主要経路のピーク時間における拡大係数が同程度となることを想定し，相関関係と拡大係数の分布について，自転車の利用が多いなどの主要路線における時間帯をピーク，オフピークに分けた整理も行った．また，交差点の交通量分布の比較分析として，自転車利用が多い地区における経路選択の比較として，小ゾーンの交差点において，流出方向の選択割合を比較した．

表-2　スマホ調査交通量の留意点

方法	留意点
①3 年の全期間を総数とする	・複数日操作した参加者のウエイトが大きいため分布(経路選択)が偏る
②平日1日のトリップを抽出する (最もサンプル数の多い日など)	・日別のトリップ数(サンプル数)が少ないため，量的な精度を担保していない可能性がある
③操作日数で平準化し，複数日分(3 年分)をプールする※	・参加日数が多い参加者ほど，データの価値(重み)が低下する

※被験者がn日操作した場合，すべてのデータを1/n回として扱う．毎日通る区間は1.0回になり，日によって経路が異なる区間であれば（通った回数）/nが走行回数となる．

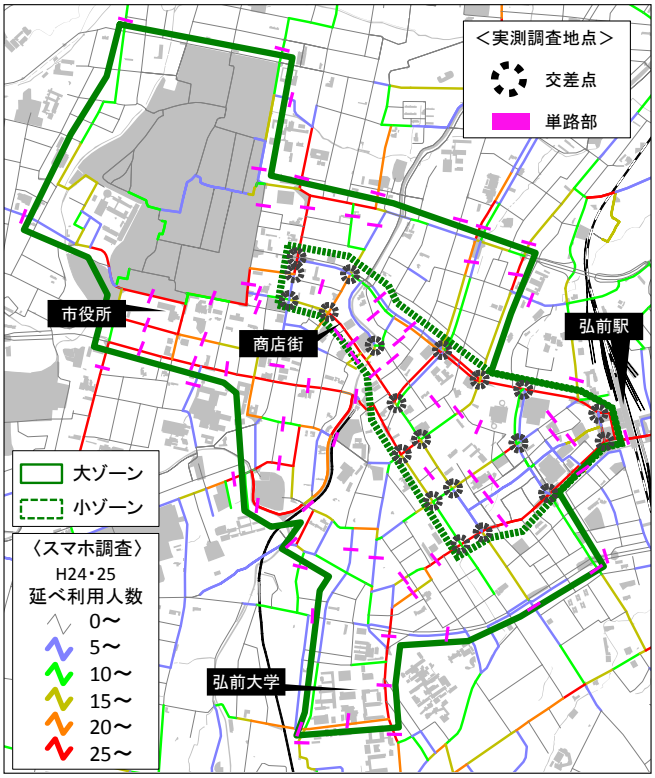


図-1　実測交通量調査の実施地点

3. 研究結果

(1) 面的な交通量分布の比較分析

図-2のとおり，実測調査の全観測地点（単路：80箇所×2方向，交差点：20箇所×各枝の上下方向別），全時間の実測交通量とスマホ調査の全サンプル交通量（3年分の全時間帯）の比較を行った．全体，各ゾーンともにスマホ交通量と実測交通量の相関は低い．また図-3に示す拡大係数は中央値～85%タイル値のバラツキが大きくなった．そのため，スマホ交通量が少ない観測地点やスマホ交通量に比べ実測交通量が極端に多い観測地点においては，データの取り扱いに留意する必要がある．

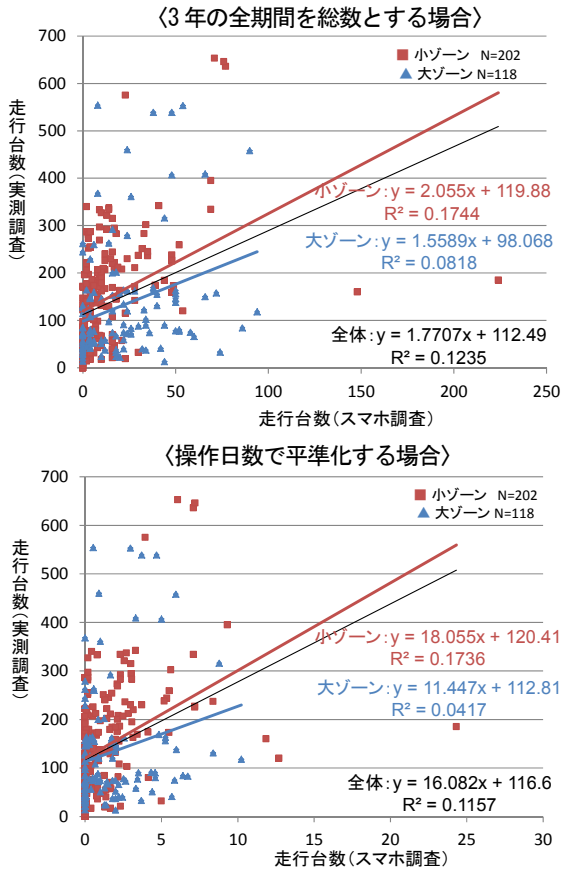


図-2　スマホと実測の相関

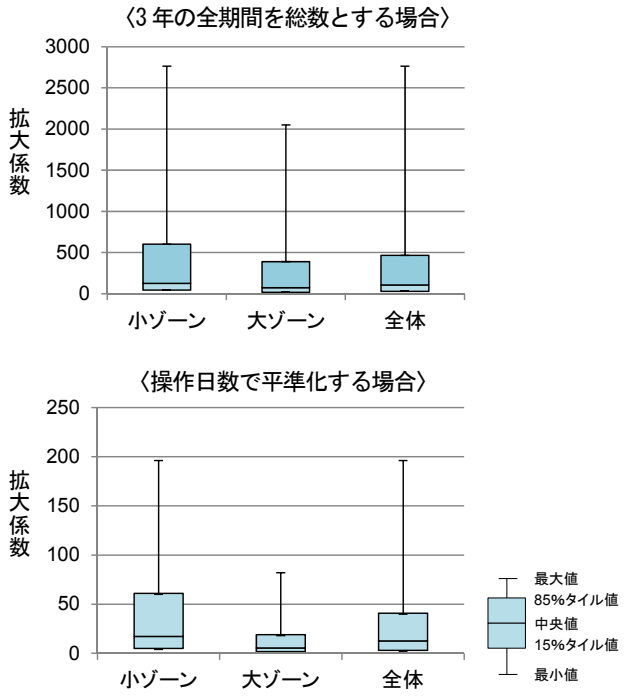


図-3　ゾーン別の拡大係数の分布

次に，路線を限定し，時間帯を分けた分析について述べる．実際の自転車ネットワーク計画の検討する上では，特に自転車利用が多い路線の実態把握が重要であることから，図-4に示す主要拠点を結ぶなど自転車ネットワー

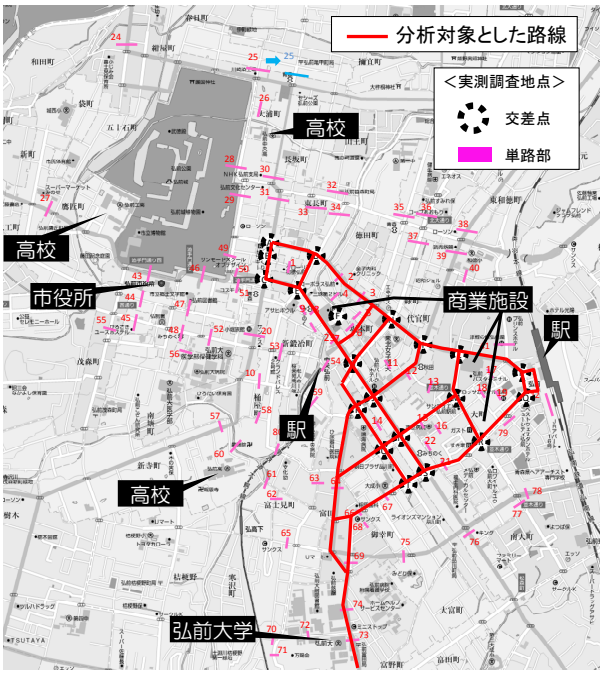


図-4　詳細分析の対象路線

表-3　時間帯別の相関

	3年の全期間を総数とする場合	操作日数で平準化する場合
7時台	R^2=0.3621	R^2=0.2499
8時台	R^2=0.2181	R^2=0.2435
10時台	R^2=0.3726	R^2=0.3453
11時台	R^2=0.0434	R^2=0.0084

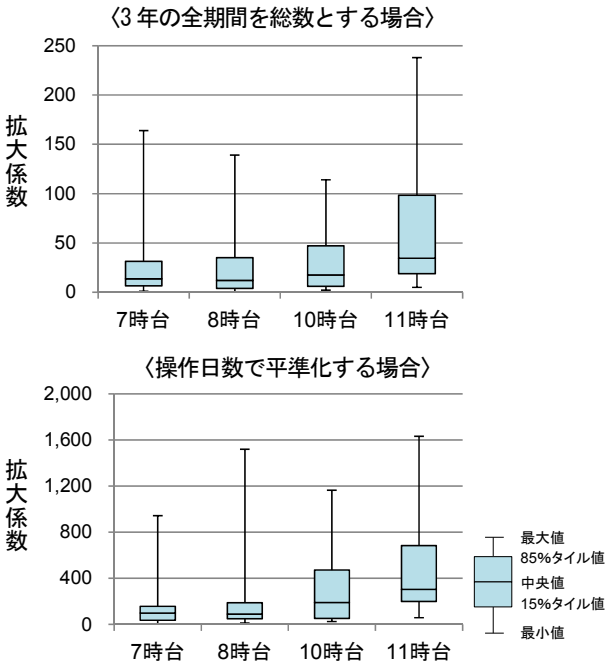


図-5　時間帯別の拡大係数の分布

ク路線の候補と考えられる路線において，スマホ交通量と実測交通量をピーク・オフピークの1時間ごとに比較を行った．その結果，**表-3**及び**図-5**のとおり，**図-2**及び**図-3**と同様に，ほとんどの時間において，スマホ交通量と実測交通量の相関は低く，また中央値～85%タイル値の拡大係数のバラツキが大きくなった．ただし，操作日数で平準化する場合の7，8時台においては拡大係数のバラツキが少なく，交通量の多い時間帯に限れば，スマホ交通量の活用が期待できると考えられる．

(2)　交差点の交通量分布の比較分析

スマホ交通量で把握できる主要経路と実際の自転車利用状況との違いを把握するため，小ゾーンの各交差点内の流入方向ごとに，3つの流出方向の選択割合をスマホ調査と実測調査で比較分析を行った．主要な交通流の分布状況を整理するため，次の式(1a)及び(1b)のとおり，スマホ調査と実測調査の誤差率（最大流出方向の選択割合の違い）を交差点ごとに算出し，誤差範囲別に交差点数（流入方向別）を集計した．

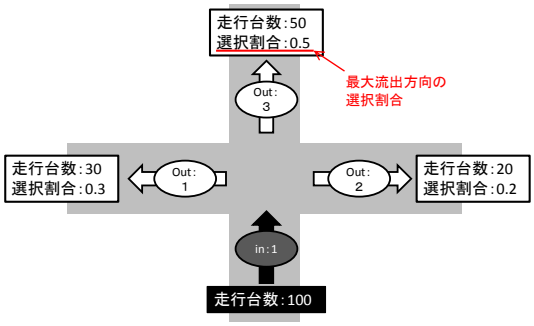


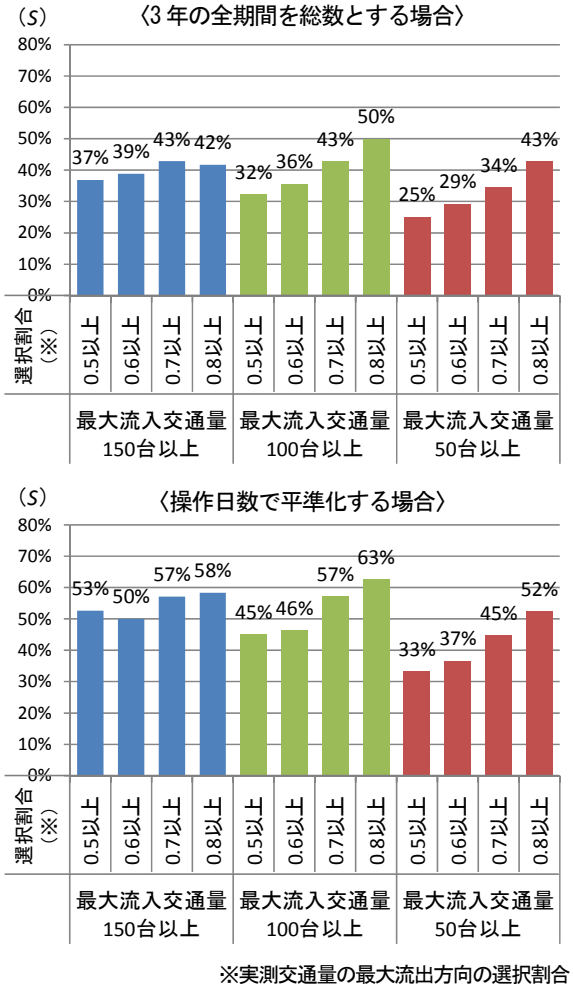
図-6　流出方向の選択割合のイメージ

$$\varepsilon = \frac{P_c - P_s}{P_c} \tag{1a}$$

$$S = \frac{\Sigma C_{(\varepsilon<E)}}{\Sigma C} \tag{1b}$$

P_c　：実測交通量の最大流出方向の選択割合
P_s　：スマホ調査の最大流出方向の選択割合
ε　：誤差率
E　：誤差範囲
C　：交差点数（流入方向別）
S　：スマホ選択割合が誤差範囲に含まれる交差点割合（流入方向別）

交差点ごとの流出方向の選択割合は，図-7のとおり，実測調査で1つの流出方向（最大流出方向）に選択割合が偏っている箇所では，スマホ調査と同じ傾向を示しており，また，流入交通量が100台，150台以上の方が，スマホ調査と実測調査の一致割合が高い．そのため，1方向に交通量が偏った交通量の多い交差点の方がスマホ調査と実測調査の一致割合が高いと考えられる．



※実測交通量の最大流出方向の選択割合

図-7　誤差範囲20%以下のスマホ交通量と実測交通量の一致割合（ピーク7―9時）

また，スマホ交通量の選択割合が実測調査と近い交差点は，図-8に示す3年続けて被験者募集を行った弘前駅駐輪場や弘前大学に流入・流出する方向に多く，スマホ調査のサンプル交通量が比較的多い地点であった．そのため，実際のデータとのかい離が生じた地点は，被験者トリップの偏りやサンプル数の不足が考えられるが，駐輪場や自転車が多く集まる施設を対象にすれば，スマホ調査により，主要経路の把握への活用が期待できると考えられる．

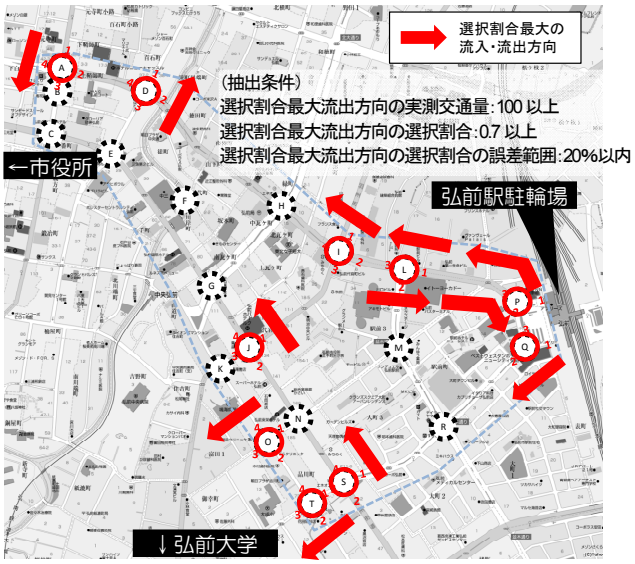


図-8　スマホ調査と実測調査の一致割合が高い交差点

4. 結論

本研究では，スマホ調査で観測されるサンプル交通量の活用により，地域の自転車交通量の把握の可能性を検討した．主要経路のピーク時間帯以外は拡大係数のバラツキが大きく，また，実測データにおいて一方向に交通量（流出交通量）が偏っていない交差点においてはスマホ交通量と実測交通量の一致割合が低かった．これらの要因としては，スマホ調査のサンプル数の不足や被験者トリップの偏りが考えらる．今後の課題として，都市全域の自転車交通量の把握には，スマホ調査の被験者募集を施設ベースではなく居住地ベースですることや本調査以上のサンプル数を確保することにより，対象エリアを通過するトリップを万遍なく収集することが必要であると考えられる．また，特定施設への主要経路の把握などに限定すれば，当該施設の自転車利用者を被験者として集めることで，効果的に主要経路や周辺道路の交通量の把握が期待できる．なお，本研究では，経路別や時間帯別に比較を行ったが，目的別や属性別など，他の観点からスマホ調査と実測調査を比較することにより，交通量推計に有効な傾向が分析できる可能性も考えられる．

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) 国土交通省道路局 HP「第 1 回　安全で快適な自転車利用環境創出の促進に関する検討委員会　配付資料」http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/cyclists/cyclists_20141219_s.html
3) 中野達也，小林寛，今田勝昭，高宮進：スマートフォンを活用した自転車通行実態調査の提案，土木計画学研究・講演集 Vol.49，No.98，2014

(2015.4. 24 受付)