

道路政策の質の向上に資する技術研究開発
【研究終了報告書】

		氏名 (ふりがな)	所属	役職	
①研究代表者		円山琢也 (まるやまたくや)	熊本大学・政策創造研究教育センター	准教授	
②研究テーマ	名称	都市圏総合交通調査・分析・予測手法の先導的プラットフォームの構築と実装			
	政策領域	[主領域] 1 (※政策領域が複数の場合、主領域と副領域を記入) [副領域]	公募タイプ	タイプ1	
③研究経費 (単位: 万円)		平成24年度	平成25年度	平成26年度	総合計
※端数切り捨て。		1,093 万円	1,000万円	900万円	2,993万円
④研究者氏名		(研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)			
氏名		所属・役職 (※平成27年3月31日現在)			
羽藤 英二		東京大学・大学院工学系研究科・教授 / 熊本大学・客員教授			
溝上 章志		熊本大学・大学院自然科学研究科・教授			
柿本 竜治		熊本大学・大学院自然科学研究科・教授			
都竹 茂樹		熊本大学・政策創造研究教育センター・教授			
⑤研究の目的・目標		(提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)			
		(1) スマートフォン(スマホ)上のアプリを使用した交通調査手法を開発・実装する。 (2) 熊本都市圏パーソントリップ(PT)調査と連動し、大規模にスマホ型調査を実行する。既存の郵送配布・回収型の調査手法との比較・分析を行い、スマホ型調査の可能性と限界を整理する。 (3) 高度な交通需要分析技術を実都市圏で実装し、有用性などを検討する。 (4) 高度な交通調査・分析・予測・計画立案手法を理解する産学官の人材育成をめざす。			

⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等(外注を実施している場合は、その役割等も含めて)について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

交通調査スマホ・アプリ「スマくま」をiPhone版とAndroid版の両方を開発し(図1)、平成24年熊本都市圏PT(パーソントリップ)調査と同時に実施した。1万世帯を超える世帯に調査依頼したこの試みは、当時、世界的にも先進的な事例といえる。平成24年度調査では謝礼を準備できなかったこともあり参加者は97名にとどまったが、平成25年度は都心部回遊調査をスマホ調査型で謝礼を準備して実施し、1,086名のサンプルを確保した。このほか貨物車プローブ調査や、平成26年度にも追加調査を実施し、結果の紙面調査との比較分析などを実施した。これらの経験をもとにスマホ型交通調査の実施時の留意点等を整理した「スマホ型交通調査実施ガイドライン(案)」を作成した。

研究の体制、役割分担などを図2に示すが、平成24-26年度の3年間実施される熊本PT調査と連携し、上述の学術的な研究成果を挙げている。実務者との会議も頻繁に実施し、高度な分析技術の開発に加え、産学官の人材育成にも貢献したと考える。



図1 スマホ型交通調査システム

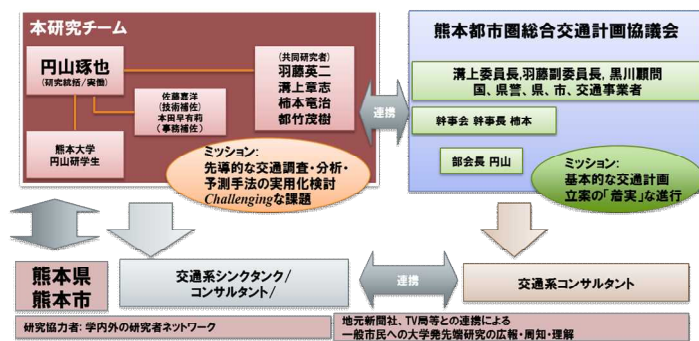


図2 研究組織図

⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

中間評価における指摘事項は下記の3点である。

1. 今後の研究内容は、スマホ型交通行動調査の改良・実施・検証に注力すること。
2. 最終的な研究成果は、他の類似調査の参考となるようなガイドライン的な取りまとめを行っていただきたい。
3. 高度な交通需要分析技術の実用化に関する研究については、本研究の実施項目から外すこと。
これらのご指摘を踏まえて、平成26年度は、「高度な交通需要分析技術の実用化」を対象外とし、スマホ型交通調査の研究に注力した。具体的に平成25、24年度に実施したスマホ型調査で把握した留意点をもとに30名のサンプルを対象にスマホ調査を実施すると同時に、3年間のスマホ型調査結果の紙面との比較検証、謝礼の効果分析などを実施している。

また、3年間の調査実施経験を踏まえた「スマホ型交通調査の実施ガイドライン(案)」を作成し、関係者に配布し、適宜改訂を行っている。

⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

(1) スマホ調査参加者の属性分布の把握と紙面調査との比較

スマホ調査の結果を母集団に拡大するためには、参加者にどのような偏りが生じるのかを精査することが重要である。この視点で、平成 24 年度のスマホ調査の参加者を見ると、男性、30～40 歳、単身世帯、公的サービス業の従事者が多いことが分かった。また、スマホ調査の参加者の平均トリップ数 4.34 (trip/day) は、紙面や Web による PT 調査の平均値 2.78(trip/day)よりも高く、これは、属性の偏りを考慮しても高い値であった。

平成 25 年度の都心部のスマホ回遊調査の参加者と同地区で平成 23 年度に実施されたインタビュー型の回遊調査の参加者の個人属性や来街目的、同行者、来街手段を比較しそれぞれの調査の参加者属性の違いを把握した。具体的には、スマホ調査の参加者のうち若年層の割合(30 歳未満の割合が 41%)は、インタビュー調査の値 (27%)よりも大きい。これは、スマホ調査のみに設定されていた謝礼の影響が大きい。また、謝礼効果を分離してもスマホ調査は若年層が多い。また、スマホ型調査は、友達と同行している参加者が多い (スマホ 38%、インタビュー19%)。

(2) スマホ調査への参加有無を含めた交通調査参加選択行動分析

PT 調査に参加するか否か、参加する場合に、紙媒体で回答するか、Web で回答するか、さらにスマホ調査に参加するかどうかを記述するモデルを構築した。このモデルは、高齢者が PT 調査に参加する傾向であること、単身世帯は不参加傾向であること、特に低層住居専用地域に住む人(一戸建て居住者)の参加率が高いことを説明する、統計的に有意なモデルが推定できている。

(3) 謝礼の効果の分析

都心部回遊調査の参加者に今後の調査参加意向を尋ねたところ、謝礼無しなら参加しないという回答は、60 歳以上で 20%、30 歳未満で 43%である。20 代以下の若年層については、謝礼に敏感に反応する一方、中高年世代については謝礼の有無に関わらず調査に協力する傾向にあることが確認された。

(3) スマホ・アプリの技術的改良

スマホ・アプリの技術的改良については、Bluetooth 技術を利用したアプリの省電力化のアイデアを提案し、それを実証した。また、歩数計とランキング機能を組み合わせたモビリティ・マネジメントのスマホ・アプリへの展開を示した。このゲーミフィケーション的要素を導入することで、調査の参加者を増加させる可能性も確認した。

(4) スマホ調査の特性を活かしたデータ分析

スマホ調査結果の特性を活かしたデータ分析として、カーネル密度推定、カーネル移動圏推定、機械学習手法による移動滞在判別についての基礎的な分析を実施し、以下の点を明らかにした。

⑧研究成果（つづき）

1. 来街目的別・回遊の出発時別の回遊圏域を可視化し、食事目的の来街者は裏路地への回遊も多いこと、都心周辺部の駐輪場利用者は回遊圏域が広い等の特性がある。
2. 軌跡データの95%カーネル密度圏を行動圏域と定義し、その面積で回遊特性を数値化する方法を提案した。この移動圏域の面積が増加すると回遊時間は、概ね増加する傾向にあるが、細部が異なる点もある。例えば、1) 女性と比較して、男性の滞在時間は短い傾向にあるが移動圏域は広いこと、2) 高齢者ほどゆっくり長く回遊するが、移動圏域は広いとは限らないこと、3) 友達と同行している場合、回遊時間は長いが移動圏域は限られること、4) 娯楽目的で来街した場合は、回遊時間は長いが、移動圏域の拡大にはつながっていないことである。

(4) スマホ型調査のガイドライン案の作成

平成 24～26 年度の 3 年間で実施したスマホ型調査の経験をもとに、他の類似調査の参考となるガイドライン案を作成した。スマホ調査の実査で検討すべき課題は、アプリの設計・開発・公開法、スマホのバッテリー問題、スマホに不慣れな参加者への対応、個人情報保護の考え方、貸与型端末の有効性、アプリのバグへの対応、機種依存問題、謝礼の考え方などがある。これらは、国内外のスマホ型調査の研究でも共通の課題としてとらえられており、調査の経験を共有することが重視されていることを確認した。

(5) 発展的利用者均衡モデルの実用化と改良提案

平成 24-25 年度の研究として、短期の予測の利用を前提としたトリップ・チェーン型均衡モデルを長期の予測に利用可能とするの考え方を提案した。2 時点の PT データを利用して、提案手法を検証する方法を提案し、実際に熊本都市圏のデータで検証し、モデルの留意点を整理した。

(6) 高度な交通分析技術を理解する専門家の人材育成

本研究プロジェクトと連携して実施していた熊本都市圏 PT 調査の関連の会議・打合せを含めると、地元行政担当者、コンサルタントなどとの打合せ等を、3 年間で延べ 150 回程度実施している。これらの打合せ等によって、スマホ調査に限らず、高度な交通調査・分析・予測技術に対する理解度の向上につながっていると期待される。

◇ 学内外等へのインパクト

本研究の活動に関連して、平成25-26年度熊本大学研究活動表彰を受け、熊本大学Webマガジンへの掲載等熊本大学学内へのインパクトは大きい。また、⑩に示すように地元新聞、TV、ラジオ等のメディアにも複数回取り上げられており、産業ビジネスフェアへの出展、公開講演会の開催などイベントでの情報発信も行っており熊本県内での認知度も高い。なお、研究代表者の円山は本研究成果も含めた業績により応用地域学会 2014年度坂下賞を受賞している。また、本研究に関連した指導学生の学会発表において、優秀講演賞を計4回受賞している。

⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

- Nohara, K., Matsuda, K. and Maruyama, T.: Development of Smartphone-based Travel Survey Method: Preliminary results in Kumamoto, Japan, Selected Proceedings of the 13th World Conference on Transport Research (WCTR 2013), #3242, 2013.
- Maruyama, T., Mizokami, S., and Hato, E.: A smartphone-based travel survey trial conducted in Kumamoto, Japan: an examination of voluntary participants' attributes, Transportation Research Board 93rd Annual Meeting Compendium of Papers, #14-0997, Washington D.C. 2014.
- Asakura, Y. Hato, E. Maruyama, T.: Behavioural Data Collection using Mobile Phones, in Soora Rasouli & Harry Timmermans (eds.) Mobile Technologies for Activity-Travel Data Collection and Analysis, Chapter 2, pp. 17-35. IGI Global, 2014.6
- Maruyama, T., Sato, Y., Nohara, K., and Imura, S.: Increasing smartphone-based travel survey participants, presented at The 10th International Conference on Transport Survey Methods in Leura, Australia, 2014.11.
- Maruyama, T.: Participation choice model for household travel survey methods: Comparison of paper, web, and smartphone-based method, Proceedings of the 19th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, pp.501-508, 2014.12.

⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

- ・ 交通調査アプリ「スマくま」公式ページで、アプリの利用法、研究成果などを情報発信
<http://www.cps.kumamoto-u.ac.jp/smart-pt/>
- ・ 熊本日日新聞に複数回記事掲載 2012年10月9日, 2013年11月22日, 2014年4月9日
- ・ 熊本大学大学祭「紫熊祭」の夢科学探検2012の会場で、本調査のデモ実施, 2012年11月3日
- ・ 熊本市わくわく生涯フェスタ2012でスマホ・アプリの紹介・実演を実施, 2012年12月22日
- ・ 熊本大学公開講演会「知のフロンティア」円山琢也: スマホ・アプリによる新しい交通調査が創るもの-みんなが暮らしやすい熊本の実現へ- 2013年2月26日
- ・ 熊本大学 WEB マガジン「KUMADAI NOW」でスマくま紹介
<http://www.kumamoto-u.ac.jp/daigakujouhou/kouhou/kouhoushi/kumadainow/laboratory/k260326>
- ・ くまもと産業ビジネスフェア 2014, 出展, グランメッセ熊本, 2014年2月12日
- ・ くまもと産業ビジネスフェア 2015, 出展, グランメッセ熊本, 2015年2月12日
- ・ 上記出展内容についてNHK TV とラジオの熊本ローカル番組で紹介される 2015年2月12日

⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

交通調査アプリの技術的改良については、交通手段、目的などの自動入力、スマホ画面上での修正などがありうる。ただ、この点については、世界的な研究開発競争も激しく、またライフログ型の商用アプリも多数開発されている。したがって、これら多様なアプリの収集される軌跡データの解析、参加者の偏りの補正技術などが交通計画の研究としては重要と考える。

例えば、調査参加選択行動モデルは、交通調査の回収率向上施策の検討にも有効である。全国他都市での適用も検討している。

スマホ調査のデータの特徴を最大限活かした分析はさらに検討の余地がある。加速度データによる移動滞在・判別を実施しているが、活動種類の判別やそれらに必要な加速度データの密度についても検討の余地がある。回遊行動データへの離散・連続モデルの適用もありうる。

スマートフォンを利用したモビリティ・マネジメント・アプリについても、参加者の心理的特性に応じたアドバイスなどの情報提供などを行う改良を進めている。

本研究プロジェクトの終了後にも、研究代表者の研究チームで、同類の調査や、留学生の母国での類似の調査を計画しており、研究成果の広がりを見せている。

また、熊本 PT 調査は、高い回収率の達成により豊富なデータが得られている。このデータを利用し、仮想的にサンプル率を低めた場合の OD 表・リンク交通量・政策評価指標の変化等を分析している。交通政策評価について、既存手法と、スマホ調査で少ないサンプルに質の高い調査を実施して得るデータで実施する場合の違いや留意点も今後分析できると考える。

⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

道路交通調査 (旧: 道路交通センサス)、PT 調査などの大規模交通調査は、道路政策などの交通政策の検討のための基礎データである。これらの調査について、費用を抑えながら、精度を向上させるための知見や留意点を整理できたと考える。紙面調査を Web 型、さらにはスマホ型に変更するのは、世界的な潮流であるが、それぞれの調査参加者の属性の偏りなどの知見を制している。また、それらを統一的に表現する調査参加選択モデルは、今後の多様な媒体での調査結果の統融合に活用できる。また、調査参加者を増加させるための方策について、謝礼の有効性などについても知見を整理している。

さらに複数回の調査実施経験をもとに、スマホ・アプリ配布型調査の GPS 型機材貸与型とは異なる留意点について、ガイドラインとして整理している。これは、既に複数の都市で調査計画の立案に活用されている。特に謝礼の設定法、サンプル数の設定方法、アプリの準備方法など、各事例が共通して検討すべき点が多いことが確認できている。

本研究プロジェクトについて、道路政策に限らず、他都市や関係機関の交通政策の行政担当者から多数の問い合わせなどを受けている。これらの他都市でのスマホ型調査の実施において本研究の経験が既に反映されつつあると考える。

⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

スマホ型交通調査アプリをiPhone版とAndroid版の両方を2012年において開発・実装し、実際のPT調査と連携して実施した実績は高く自己評価したい。最近では、国内外で同様な研究事例も少なくないが、2012年当時で、アプリ配布型の調査を1万超の世帯に依頼した例は海外でも見られない。2012年度調査でサンプルサイズが限定的であった課題に対して、2013年調査で謝礼などの設定工夫により1,000サンプル以上を取得して、大規模な調査を実施するという目的も達成できている。既存の郵送配布・回収型の調査手法と比較した場合の、参加者の属性の偏りや、平均トリップ数の違いなども実証的に明らかにできた意義も大きい。スマホ型調査の可能性と留意点を整理したガイドライン(案)を作成しており、これも有用である。平成26年度の委託研究では、研究対象から外れているがトリップ・チェーン均衡配分の長期予測モデルという交通需要予測技術も開発・実装できている。これらを熊本PT調査と連携して実施することで、地元自治体職員・コンサルタント・大学関係者・若手研究者の人材育成にも貢献したと考える。以上より研究の目的は十分に達成したと自己評価する。

上述しているように、成果のスマホ調査のガイドラインは、既に他都市で活用されており、このほか研究の展望・展開も幅広い。これら本研究の経験を通じて、既存の交通調査手法について、費用を抑えながら質を向上させるように改良できると、その投資効果は数十億の単位になりうると考える。