

スマホ調査を実施したPT調査における 調査参加選択行動モデルの構築

円山 琢也¹・平原 雄太郎²

¹正会員 熊本大学准教授 政策創造研究教育センター (〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1)

E-mail: takumaru@kumamoto-u.ac.jp

²正会員 リスト株式会社 (〒231-0015 神奈川県横浜市中区尾上町4-47)

(前 熊本大学工学部社会環境工学科)

PT (パーソントリップ) 調査に代表される交通調査の手法が、訪問留置回収型から郵送・Web併用型に変化し、さらにスマートフォン(スマホ)を利用したプローブ調査の導入も試みられている。調査の回収率は、郵送型に変化することで20~30%に大幅に減少している。また、紙面からWebに調査方法を変化させた場合の調査結果の変化は、十分には精査されていない。本研究では、以上の背景を踏まえ、平成24年度に熊本都市圏で実施された、スマホ調査も併用したPT調査のデータを利用して、PT調査への参加/不参加、紙/Webの回答方式の選択、スマホ調査への参加/不参加の選択行動を記述するモデルを推定する。そして、どのような属性の対象者が、どのような調査選択行動を取るのかを明らかにする。

Key Words : *travel survey method, participation choice, discrete choice model*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

個人情報保護の意識の高まりや、調査費用削減を目的として、PT (パーソントリップ) 調査に代表される大規模交通調査の手法が、訪問留置回収型から郵送・Web併用型に変化している。1970年代には80%を超えていた有効回収率は大幅に低下しており¹⁾、近年では目標回収率は25%程度に設定されることが多い。これら回収率の低下によって、サンプルの母集団代表性の低下が懸念され、また回答方法の変化による調査結果の変化も予想される。一方、紙やWebに頼らないスマートフォン (スマホ) を利用したプローブ・パーソン型調査の導入も試みられているが、この調査の参加者は、当然ながら偏った属性を持ち、その結果を母集団に拡大するのであれば、その方法論の検討が必要である。

本研究では、以上の背景を踏まえ、近年の交通調査における、1) 参加者の属性の傾向を分析し、2) 調査方法の変化による結果の変化を探り、3) 調査方式の選択も含めた調査参加行動を記述するモデルを構築することを試みる。これらの分析によって、今後の交通調査の結果の分析時の留意点がまとめられ、調査結果の偏りを補正する方法論や多様な交通調査手法のデータを統合する方法論の構築にも貢献できると考える。

具体的に、本論文では、2012年秋に実施された熊本都市圏PT調査 (以下、熊本PT) のデータを利用する。熊本PTは、2つの特徴がある。1つ目は、戦略的な広報活動により、郵送配布・郵送回収 (Web併用) 方式でありながら、38.5% の高い回収率 (有効回答率では35.1%) を記録したこと。2つ目は、スマホ・アプリを利用したプローブ・パーソン型 (以下、スマホPP調査) の調査も同時に試行したことである²⁾³⁾⁴⁾。スマホPP調査については謝礼を準備できなかったこともあり参加率は約1%と低い値であったが、謝礼なしでどのような層が参加するかについての基礎的なデータを得た価値がある。本研究では、どのような属性の方がPT調査やスマホPP調査に参加していたかを詳細に明らかにする。そしてPT調査への参加/不参加、紙/Webの回答方式の選択、スマホ調査への参加/不参加の選択行動を記述するモデルを推定することを目的とする。

(2) 既存研究のレビューと本研究の位置づけ

小嶋・久保田⁵⁾は、各種の調査への未回答者に関する既存研究を整理し、地区交通計画に関する調査回答の有無に関するロジスティック回帰分析を実施している。調査内容に関する関心、調査関連組織への関わり、年齢が説明変数として導入されている。また、調査未回答者に単独世帯が多いことなどを指摘している。

小嶋・久保田⁶⁾は、世論調査・選挙の投票行動などにおける未回答者・棄権者に関する既存の関連分野の研究を体系的に整理している。

張ら⁷⁾は、自主申告型交通行動調査と呼ぶ、新たな調査手法を対象に、調査参加の選択行動モデルの推定例を示している。個人属性のほか、報酬など多様な説明変数が利用されている。

山本・森川⁸⁾は、買い物頻度選択モデルを構築する文脈において、調査参加選択モデルを推定している。単身世帯の調査参加率が低いことなどを明らかにし、その参加モデルの推定結果を利用した買い物頻度モデルのWESML推定を行っている。

本研究は、PT調査で得られた実データにより調査参加選択行動モデルを構築する。研究の独自性・新規性として、1) 調査参加選択行動モデルの説明変数に、居住地の用途地域を加え、居住環境の影響の考慮を試みている点、2) Webと紙の回答方法選択を考慮している点、3) スマホ調査への参加行動の説明を試みている点、が挙げられる。

2. 熊本PTデータと調査選択行動モデルの構造

本章では、熊本PTの調査結果のうち、分析に利用したデータを詳述し、本研究で想定する調査参加選択行動モデルの構造を示す。

熊本PTは、熊本市とその周辺の5市6町1村を対象として実施されたが、スマホPP調査の参加依頼対象は、熊本市内の居住世帯に限定した。そして、PT調査の第2ロット、第3ロットの依頼対象世帯のうち、熊本市内居住者で20-49歳が居住する世帯にランダムに5,000世帯ずつスマホPP調査の参加依頼を実施した。第2,3ロットで大きな問題が確認されなかったため、予備ロットでは、年齢の制限なしで、熊本市内3,279世帯に依頼した³⁾。合計で13,279世帯、37,232人がスマホPP調査の依頼を受けたことになり、本研究では、このサンプルを分析対象とする。

この対象世帯は、通常のPT調査に対して、紙またはWebでの回答が要請され、基本的に世帯全員の記録を回答する。これに加えて、スマホ調査の意義などを説明した追加の依頼状があり、可能である場合は、紙・Webの通常のPT調査に加えてのスマホPP調査の参加が要請された。

図-1に、本研究で想定する調査参加選択行動モデルの構造と、各Stepにおけるサンプル・サイズの分布を示す。今回の分析対象者のうち、紙面かWebでの通常のPT調査に参加したのは3,753世帯、11,438人である。一方、PT調査とスマホPP調査の両方に参加したのは60人であり、PT調査に参加せずスマホPP調査には参加した人が28人

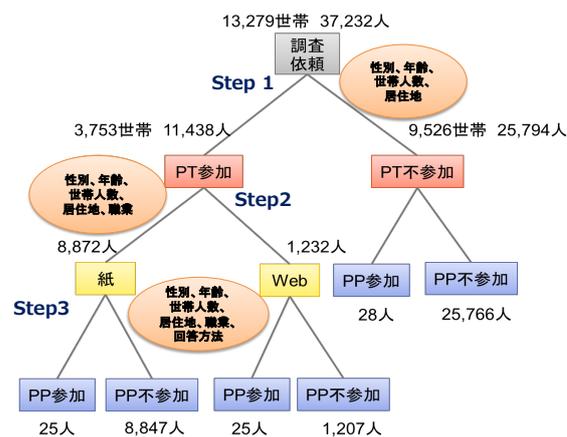


図-1 スマホPPを併用したPT調査への参加選択行動モデルの構造と参加者数

(注) 図中の数値は、2012年熊本PT調査の熊本市の値

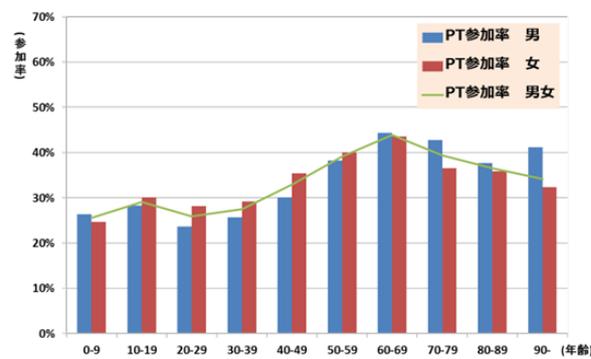


図-2 熊本PT調査の性別・年齢別参加率分布

である。自主参加の9人を含めると合計で97人がスマホPP調査に参加したことになる³⁾。しかし、この97人のうち、実際に個人属性を特定できたのは、50人となった。理由としては、自主参加の人はそもそも個人属性が得られないこと、PT調査に参加せずにスマホPP調査に参加した人も詳しい個人属性が分からないこと、PT調査に参加してスマホPP調査に参加した人のID記入漏れ等が挙げられる。今回の研究では、スマホ調査の参加者としては個人属性の特定ができた、この50人のデータを利用する。

図-1において、対象者の行動として、Step1: PT調査に参加するかしないか、Step2: 参加する場合、回答方法として紙面とWebのどちらを選択するか、Step3: スマホPP調査に参加するかしないかを、想定する。この各Stepにおいて、まず、調査参加者の個人属性を基礎分析し、調査参加に影響を与える要因を検討する。基礎分析の結果を踏まえて、各Stepの行動をそれぞれ二項ロジットモデルで記述することを試みる。

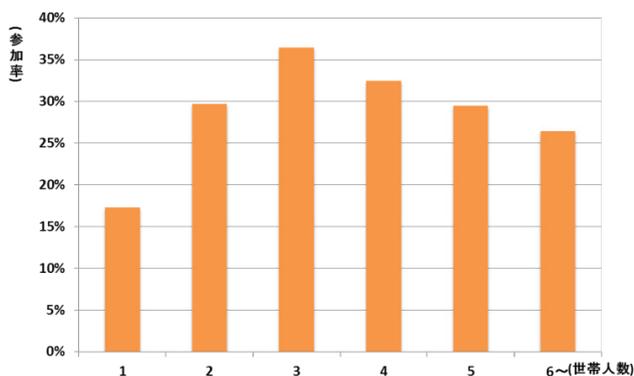


図-3 熊本PT調査の世帯人数別参加率分布

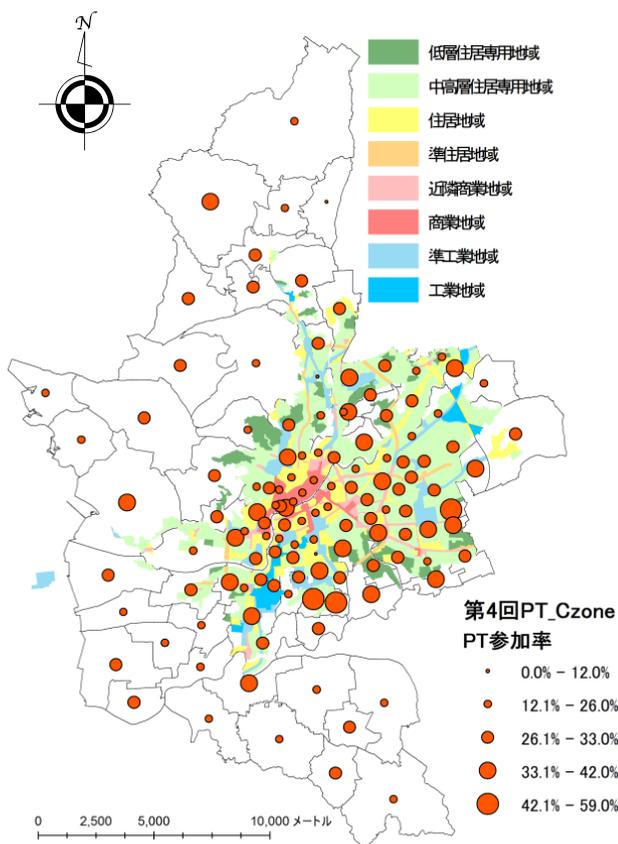


図-4 Cゾーン別PT調査参加率と熊本市用途地域図

(注) 各種住居地域は、それぞれ第1種、第2種と細分化されるが、それを区別した図化は割愛している。以降の図も同様。

なお今回の分析では、データの特性上、Stepごとに利用できるデータが異なってくることに注意が必要である。Step1では、住民基本台帳から得られる「性別」、「年齢」(5歳階級別)、「世帯人数」、「居住地」(熊本PTのCゾーン別)のみ利用できる。厳重な秘匿処理をすることで、調査に参加していない方の基礎的な属性データも分析対象としている。Step2以降では、PT調査の世帯票から得られる「職業」が利用できるデータに加わり、Step3では、PT本体調査の「回答方法」も検討要因に加える。

3. 熊本PT調査参加者の属性傾向

(1) 熊本PT調査参加者の個人属性・世帯属性傾向

図-2に今回の分析対象でPT調査に参加した11,438人の個人データから得られる性別・年齢別の調査参加率を示す。年齢別に参加率を見ていくと、60-69歳が最も高くなっている。一方で、若い世代(20-29歳)の参加率の低さが目立つ。選挙の投票率と同様に、年齢が高いと調査に参加しやすい傾向にある。性別の傾向としては、若い年代では主に女性の参加率が高くなっており、高齢者になると男性の参加率が高くなっている。

図-3に同じく今回の分析対象データから得られる世帯人数別の調査への参加率を示す。世帯人数3人の世帯の参加率が最も多く、そこを頂点に山型の傾向のグラフになっている。世帯人数1人つまり一人暮らしの参加率が最も低い。一人暮らしをしている人は、日頃から忙しい人が多く、ゆっくりと回答している時間がない等の理由が考えられる。一方で、世帯人数が増えると代理で回答してくれる人がいるので参加率が上昇する傾向にあると推察される。

(2) PT調査参加率と居住地の用途地域の関係

熊本市の用途地域GISデータを使い、CゾーンごとのPT調査参加率と用途地域の関係性を見ていく。用途地域は、住居、商業、工業など市街地の大枠の土地利用を定めるもので12種類あるが、熊本市には工業専用地域以外の11種類が指定されている。

用途地域指定は、土地利用の将来のあるべき方向を示したもので、必ずしも現状の市街地の特徴・性格を表現するものではない。しかし、今後、日本の他都市と比較分析をする場合に、居住地の特性を日本全国統一の基準で把握することが可能な有用な指標の一つと考えられ、本論文ではこの指標を利用する。

図-4には、熊本PTのCゾーン別PT調査参加率と熊本市用途地域図を示す。熊本PTのCゾーンは、熊本市を128に分割している。一般的な都市と同様に、都心部に商業地域が定められ、その周辺に住居地域、中高層住居専用地域が定められている。郊外の一戸建て住宅地には、低層住居専用地域が設定されており、工業団地には、工業地域が設定されている。図中で、着色されていないゾーンは、いわゆる白地地域で、熊本市における市街化調整区域に相当する。

中心部の商業地域・近隣商業地域の調査参加率は低い傾向にある一方で、郊外の低層住居専用地域の参加率は高い傾向にある。マンションなどの中高層住居が多いと想定される住居地域・中高層住居専用地域や、白地地域の参加率はやや低めの傾向にある。これらの傾向は、熊

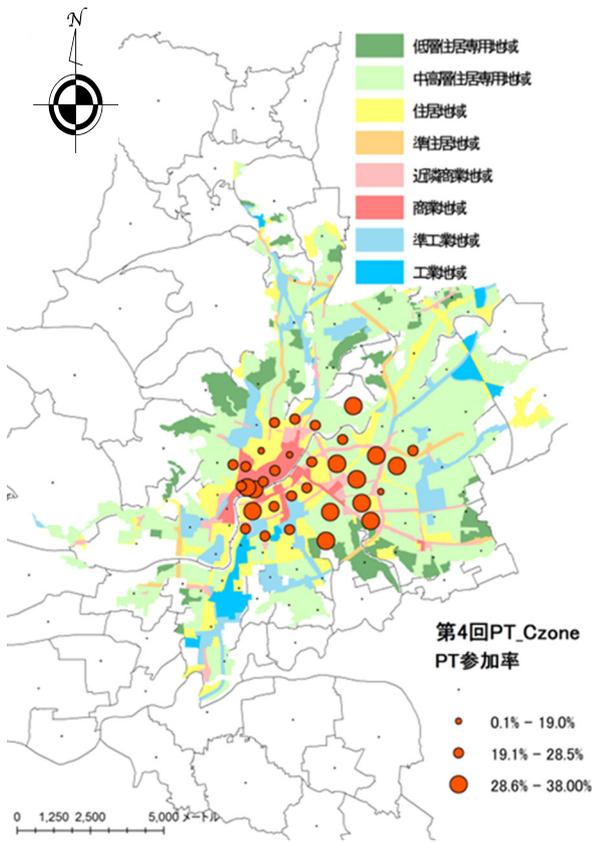


図-5 熊本市中央区Cゾーン別PT調査参加率と用途地域図

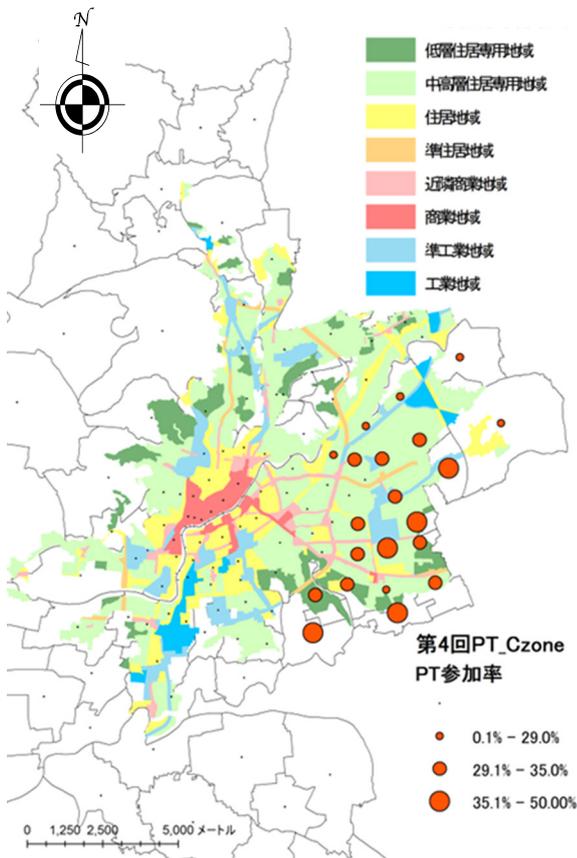


図-6 熊本市東区Cゾーン別PT調査参加率と用途地域図

本市中央区の拡大図を示した図-5や、東区の拡大図を示した図-6からも読み取れる。

表-1 PT調査参加の二項選択モデル推定結果(その1)

説明変数	推定値	t値	
性別(男:1 女:0)	-0.099	-4.37	**
年齢	0.011	19.81	**
居住地ダミー(東区)	0.069	2.39	**
世帯人数	0.042	5.27	**
第1,2種低層住居専用地域	0.568	4.70	**
第1,2種中高層住居専用地域	0.191	4.26	**
準住居地域	-0.559	-1.14	
近隣商業・商業地域	-0.020	-0.31	
準工業・工業地域	-0.021	-0.25	
定数項(PT調査参加)	-1.344	-28.58	
サンプル数		37,232	
ρ^2		0.120	
修正済み ρ^2		0.119	

注) **: 5%有意, *: 1%有意

表-2 PT調査参加の二項選択モデル推定結果(その2)

説明変数	推定値	t値	
男性 39歳以下	-0.329	-9.56	**
女性 39歳以下	-0.239	-6.97	**
男性 50歳以上	0.285	6.53	**
女性 50歳以上	0.258	6.12	**
単身世帯	-0.729	-15.81	**
第1,2種低層住居専用地域	0.403	3.18	**
第1,2種中高層住居専用地域	0.123	2.49	**
第2種住居地域	0.102	1.08	
準住居地域	-0.694	-1.40	
近隣商業・商業地域	0.053	0.76	
準工業・工業地域	-0.085	-0.95	
白地地域	-0.168	-3.61	**
東区ダミー	0.054	1.87	
定数項(PT調査参加)	-0.686	-17.65	
サンプル数		37,232	
ρ^2		0.127	
修正済み ρ^2		0.126	

注) **: 5%有意, *: 1%有意

(3) 熊本PT調査参加選択モデルの推定

PT調査に参加するかどうか(図-1のStep1)の二項選択ロジットモデルの推定結果を表-1, 表-2に示す。

前述したように、Step1では、住民基本台帳から得られるデータのみを利用するため、職業などの属性は説明変数に導入していない。また、用途地域については、そのCゾーンにおける各用途地域面積割合をGISで計算して説明変数とした。なお、これら説明変数は全て、PT調査に参加する効用関数に導入しているため、パラメータ推定値が高いほど、その属性の参加率が高いことを表現している。

表-1で年齢の推定値は正であり、図-2の高年齢層がPT調査に参加しやすい傾向を表現できている。世帯人数の推定値も正であり、図-3の世帯人数と参加率の傾向の一部を表現している。

表-2では、説明変数の組み入れ方を変更している。単身世帯の参加率が低いことが表現されている。一戸建て住宅団地が多いと推察される低層住居専用地域で参加率が最も高く、パラメータの大小関係から、中高層住居専

用地域の参加率は、それよりも低いことが読み取れる。パラメータの統計的有意性は示されなかったが、準住居地域・商業地域・準工業地域のパラメータ推計値は小さく、土地利用用途の混在した地域での調査参加率が低いことが推察される。

山形⁹⁾、山本・森川⁸⁾の指摘する通り、性・年齢等の個人属性だけでなく、世帯属性や、地域特性を反映した調査結果の拡大法や調査対象者の選定方法の検討の重要性が示唆される。

4. 熊本PT調査時の属性別の回答方法選択傾向

PT調査に参加する場合に、回答方法として、紙で回答するか、Webで回答するかを選択を分析する。熊本PTの都市圏全体のデータでは、世帯単位で、有効回答数のうち9.0%のみがWebで回答されており、紙面での回答が基本的に多い。この傾向の細部を検討する。

(1) 個人・世帯属性・居住地による回答方法の傾向

図-7には、今回の分析対象者における年齢別のPT調査の回答方法割合を示す。容易に予想されるように、若年層から中年層のWeb回答選択率は、高齢者のWeb回答選択率よりも高い。

図-8には、世帯人数別回答方法の割合と国勢調査による世帯人数分布を示す。世帯人数4人のWeb調査参加割合が最も高くなっている。また、概ね世帯人数が多いの方が、Web調査を選択する傾向がある。これは、世帯でWebを利用できる人が、世帯の他の構成員の回答も入力していることが推察される。図中には、平成22年国勢調査(熊本市)から得られる世帯人数分布も表示している。同調査では、熊本市の平均世帯人数は2.37人である。前述したように、単身世帯の調査参加率が低いことが、この図からも確認できる。

図-9には、Cゾーン別紙調査選択率と用途地域図を重ね合わせたものを示す。熊本市は、中央区と東西南北の各区の計5区から構成されるが、北区、南区、西区で紙調査の選択率が高い傾向にある。東区は、新しい住宅地やマンションが多く、比較的若い世代が居住しており、Web選択率が高い傾向にある。また、白地地域の紙選択率が高い傾向にある。

(2) 職業による回答方法の傾向

前述したように、本章のStep 2の分析からは、PT本体調査の参加者が分析対象となるため、職業の影響を考える。図-10には、回答者の職業別の回答方法選択率を示す。まず、紙調査の割合が比較的高い職業は農林漁業、鉱業、運輸業などが挙げられる。この理由としては、勤

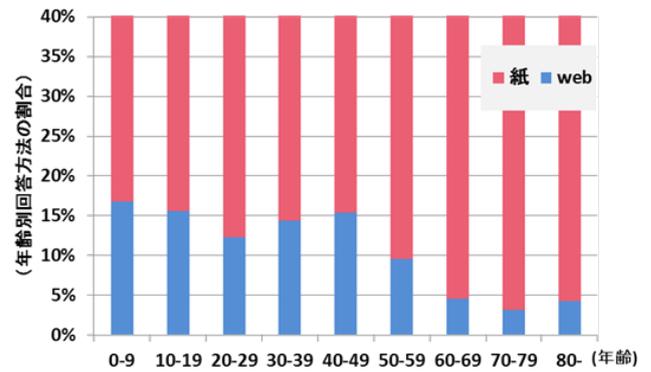


図-7 熊本PTの年齢別回答方法の割合

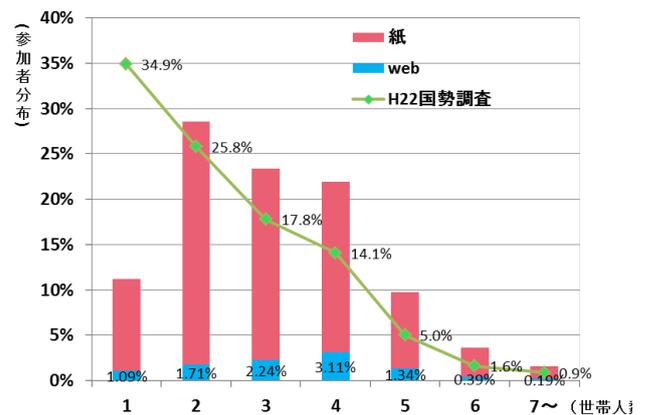


図-8 熊本PTの世帯人数別回答方法の割合と国勢調査による世帯人数分布

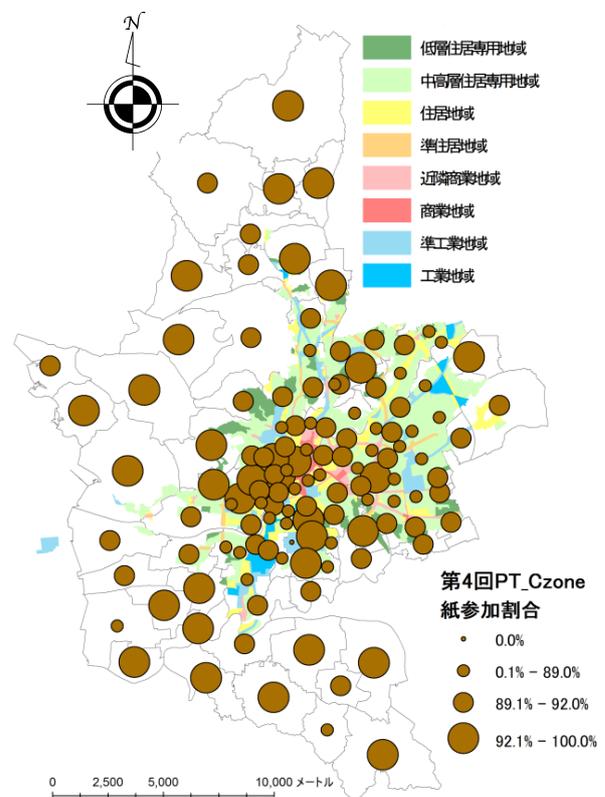


図-9 熊本PTの紙調査選択率と用途地域図

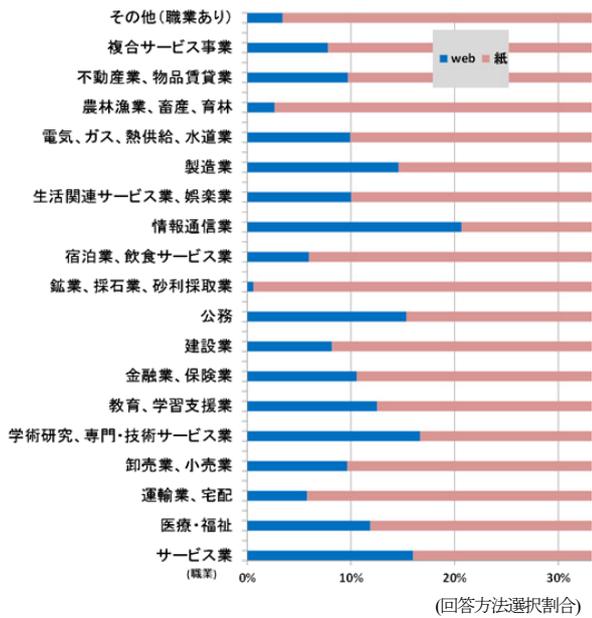


図-10 熊本PTの職業別の回答方法選択率

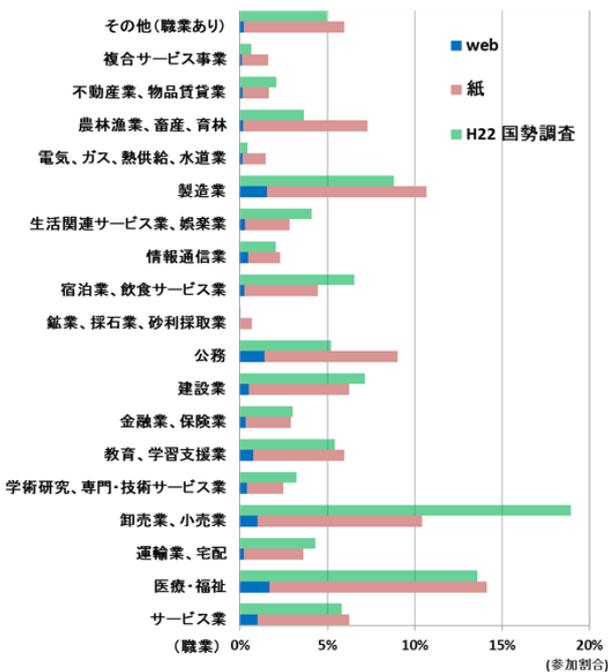


図-11 熊本PT参加者の職業別分布と国勢調査の比較

務中にあまりWebに接する機会が少ないため、紙調査を選択している傾向が指摘できる。一方で、Web調査の割合が高い職業を見てみると、情報通信業、学術研究・専門・技術、公務などが挙げられる。これらの職業では、勤務中にWebに接する機会が多いため、Web調査の選択割合が高くなっている可能性が指摘できる。

なお、参考までに、平成22年度の国勢調査の職業分布と今回の調査対象者の参加者の職業分布の比較図を図-11に示す。農林業、製造業、公務、医療・福祉業の職業従事者が、調査に協力的であることが読み取れる。

なお、職業の回答項目には、主婦・主夫、学生、その他(職業なし)、無職などの回答項目もあったが、本項では職業の影響を調べるため有職者に限定した。また、単身世帯に関しても若年層と高齢者層で区別した集計も可能であり、今後分析を進めたい。

(3) 回答方法選択モデルの推定

上述の基礎集計をもとに、調査参加する場合の回答方法の選択モデルを推定する。紙調査かWeb調査かの選択の二項選択ロジットモデルの推定結果を表-3に示す。説明変数は、すべて紙調査選択の効用関数に導入しているため、パラメータの推定値が大きいほど、紙調査を選択をするという傾向を表現している。

女性であること、高年齢であること、また白地地域に居住していることが、紙調査を選択する要因であることが表現されている。情報通信業の従事者はWeb選択の傾向があることが示されている。

表-3 PT調査参加時の回答方法の選択モデル推定結果

説明変数	推定値	t値
性別(男:1, 女:0)	-0.070	-2.78 **
年齢	0.021	32.76 **
世帯人数	-0.066	-6.38 **
職業ダミー(情報通信)	-0.862	-10.52 **
居住地ダミー(西区)	0.190	4.56 **
白地地域	0.491	8.66 **
定数項(紙調査選択)	1.487	28.83 **
サンプル数		71,039
ρ^2		0.543
修正済み ρ^2		0.543

注) **: 5%有意, *: 1%有意

(4) 調査の回答方法が生成原単位に及ぼす影響

スマホ型交通調査における調査参加行動選択モデル構築には直接は関連しないが、回答方法の違いが調査結果に影響したと推察されるデータが得られている。

ダイアリー調査との比較によりPT調査の誤差の傾向を明らかにした既存研究¹⁰⁾の知見や、インターネット調査の補正方法などの研究(例えば、星野¹¹⁾)を参考に、補正方法を提案した時点で、再度詳細は報告したい。

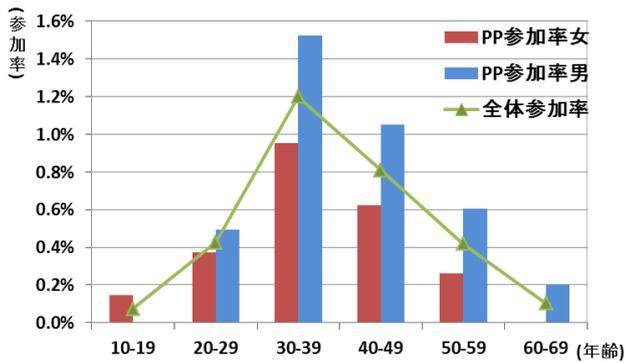


図-12 性別・年齢別のスマホPP調査参加率

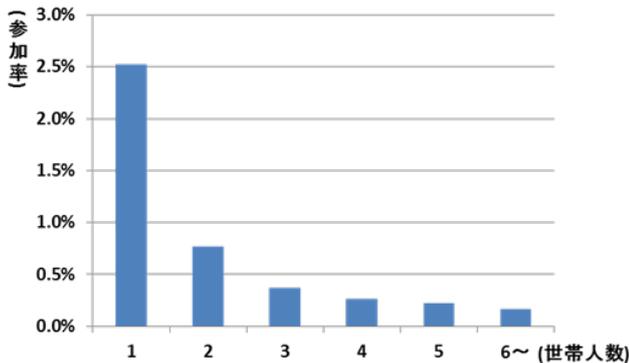


図-13 世帯人数別のスマホPP調査参加率

5. スマホPP調査参加者の属性傾向

(1) 基礎集計

スマホ調査の参加者の属性については、一部、既報⁴⁾¹²⁾でも紹介しているが、属性別参加率の視点で詳述する。PP調査参加者97人のうち、個人が特定できた50人の個人データによって得られる、性別年齢別の調査への参加率を図-12に示す。

年齢別の参加率を見ていくと、30-39歳が最も高く、次に高いのが40-49歳という結果になった。一方で、スマートフォンを日頃から使用しているような世代(20-29歳)の参加率が予想外に低い。

世帯人数別の参加率を図-13に示すが、単身世帯の参加率が高くなっていることが読み取れる。単身世帯は、図-3に示したPT調査の本体調査への参加率は低いですが、スマホPP調査への参加率は比較的高く、この層へのスマホPP調査の有効性が示唆される。

スマホPP調査の参加者の職業分布は、既存研究⁴⁾¹²⁾でも示しているが、ここでは、図-14に参加率の分布を示す。限られたサンプル・サイズの結果であるが、電気・ガス等のエネルギー関係の職業従事者の参加率が高い。

(2) スマホPP調査参加選択モデル

スマホPP調査に参加する、参加しないの二項選択ロジットモデルの推定結果を表-4、表-5に示す。スマホPP

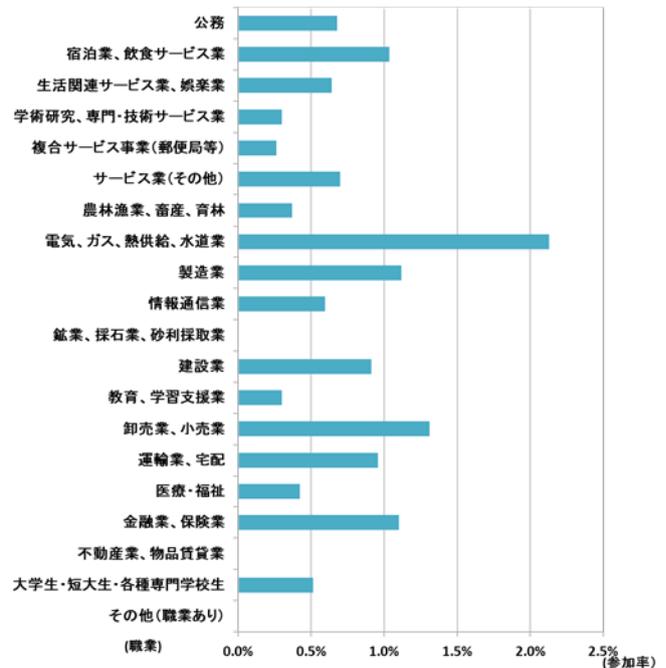


図-14 職業別のスマホPP調査参加率

表-4 スマホPP調査参加選択モデル推定結果(その1)

説明変数	推定値	t値
性別(男:1 女:0)	0.499	1.73
年齢	-0.005	-0.63
世帯人数	-0.663	-5.28 **
職業ダミー(電気・ガス・熱供給・水道業)	1.511	2.05 *
居住地ダミー(中央区)	0.569	1.94 *
定数項(PP調査参加)	-3.612	-6.83
サンプル数		10,104
ρ^2		0.958
修正済み ρ^2		0.957

注)**: 5%有意, *: 1%有意

表-5 スマホPP調査参加選択モデル推定結果(その2)

説明変数	推定値	t値
性別(男:1 女:0)	0.392	1.35
年齢	0.001	0.10
世帯人数	-0.592	-4.88 **
職業ダミー(電気・ガス・熱供給・水道業)	1.720	2.28 **
居住地ダミー(中央区)	0.536	1.81
PT調査回答方法ダミー(web)	1.916	6.56 **
定数項(PP調査参加)	-4.516	-7.90
サンプル数		10104
決定係数		0.961
修正済み決定係数		0.960

注)**: 5%有意, *: 1%有意

調査不参加のサンプルが圧倒的なため、修正済み ρ^2 の値が高い値を示している。表-5のモデルは、説明変数にPT本体調査の回答方法ダミーを導入している。既報¹²⁾で一部紹介した、PT調査でWeb回答を選択した人ほど、スマホPP調査に参加しやすい傾向が表現されている。

6. 調査費用削減シミュレーションの例

本稿で構築した調査参加選択モデルを利用して、調査費用を削減することを目指した仮想的な政策シミュレーションの例を以下に示す。

郵送配布・郵送回収の方式では、郵送費・資料印刷代が必要となるが、Web方式では、それらは不要である。

今回のStep1とStep2のモデルを用いて、PT調査の対象者のうち、Webで回答することが期待できる層には、Webのみで回答を依頼する新たな調査方式の効果をシミュレーションしよう。

仮想的な設定として、郵送配布・郵送回答方式の調査における1世帯当たりの調査費用(郵送費+返送費+調査票印刷代)を500円と仮定する。一方、Webのみで回答を受け付ける場合の調査費用を1世帯当たり200円と仮定する。つまり、300円の費用削減が可能と仮定する。

今回のモデル推定に利用したサンプルに対して、以下の3シナリオで、Web回答のみを依頼する: a) Web選択確率 20%以上, b) 15%以上, c) 13%以上。それぞれモデルからは、a) 15人, b) 242人, c) 397人がWeb回答すると推計され、a) $15 \times 300 = 4,500$ 円, b) $242 \times 300 = 72,600$ 円, c) $397 \times 300 = 119,100$ 円の費用削減が見込める。今回のサンプルは、熊本PT調査全体の1/10程度を対象としているので、実際には、この10倍程度の費用削減が見込める。一方、回答率でみると a) 21.0%, b) 17.0%, c) 16.1%と推計された。調査費用削減効果と回答率の高さにトレード・オフの関係があることが表現されている。

以上、本章で示したシミュレーションは、仮想的なものではあるが、対象者の属性に応じた調査手法の設定可能性、及びそれによる調査費用の削減効果の分析枠組みの一つを提示できたと言える。

6. 結論

本研究では、2012年熊本都市圏PT調査、スマホPP調査の参加者の属性データ等を用いて、調査参加に影響を与える要素を明らかにし、調査参加選択行動モデルを構築した。

本研究の成果を以下に示す。

- 1) 熊本都市圏PT調査とスマホPP調査への参加選択行動には、性・年齢・世帯人数、居住地の用途地域等が影響していることを示した。
- 2) 個人・世帯属性に加えて、居住地の用途地域も説明変数に加えたPT調査参加選択モデル、回答方法選択モデル、スマホPP調査参加選択モデルを構築した。
- 3) 構築した調査参加選択行動モデルを用いて、対象者の属性に応じた調査手法の設定による調査費用の削減効果の仮想シミュレーションの例を示した。

今後の課題について以下に示す。

- 1) PT調査、スマホPP調査における参加選択行動モデルの精度の向上が求められる。
- 2) サンプル・サイズが大きいため、クロスバリデーションによるモデルの検証が実施可能である。また、スマホ調査参加選択は、大多数は不参加選択であり、こ

のように選択データのサンプルの分布に偏りがある点を適切に考慮した推定方法の検討が必要である。

- 3) 本研究では、調査参加選択の意思決定は個人単位で分析したが、現実には世帯単位で意思決定がされたともみなせる。従って、グループ型選択行動モデルの適用も検討の価値がある。
- 4) 本稿では、二項ロジットモデルという最も単純な選択モデルを利用したが、空間計量経済学等の知見を利用したより高度なモデルを構築することがありうる。
- 5) 属性別の調査参加予測率に基づく、調査依頼数・依頼方式の決定法の検討。例えば、若者にはスマホ型、主婦層にはモニター型、高齢者には訪問型など、属性に応じ調査方法を変化させる手法の検討が挙げられる。
- 6) Web調査、スマホ調査の参加者の偏り、回答の偏りを補正する方法論の開発。関連して伊藤・羽藤¹³⁾¹⁴⁾は、PT調査とPP調査のデータを融合した分析方法論を提示している。これらの応用も検討したい。

謝辞: 熊本PT調査の実施機関であり、スマホPP調査の共同実施機関である熊本県土木部道路都市局都市計画課・熊本市都市建設局都市政策課の皆様、資料整理作業の一部をご協力いただいた(株)福山コンサルタント熊本事務所の皆様、熊本大学 佐藤嘉洋氏を始めとする関係各位に感謝します。熊本大学 溝上章志教授、柿本竜治教授、計量計画研究所 森尾淳氏からは、有用な助言をいただきました。また本研究は、国土交通省道路局新道路技術会議による研究助成の成果の一部です。もちろん本稿の内容に含みうる誤りの責任は筆者のみにあります。

参考文献

- 1) 高橋勝美, 平見憲司, 森尾淳, 西野仁: 我が国のパーソントリップ調査の無回答状況とその要因に関する考察, 第39回土木計画学研究発表会・講演集, #283, 2009.
- 2) 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.
- 3) 野原浩大朗, 円山琢也: スマートフォン型交通調査の開発・試行・改良, 第48回土木計画学研究発表会・講演集, 2013.
- 4) 井村祥太郎, 松田佳祐, 野原浩大朗, 円山琢也: スマートフォン型交通調査の参加者の属性と意識分析, 第48回土木計画学研究発表会・講演集, 2013.
- 5) 小嶋文, 久保田尚: 調査主題への関りからみたサイレント層の生成と特徴-地区交通問題に関する調査を対象として-, 土木学会論文集 D, Vol. 64, No. 3, pp. 367-379, 2008.
- 6) 小嶋文, 久保田尚: 社会科学分野におけるサイレント層研究の現在と交通計画への適用, 第39回土木計画学研究発表会・講演集, 2009.
- 7) 張峻屹, 土屋善之, 藤原章正: 自主申告型交通行動調査の受容性, 交通工学, Vol. 46, No. 2, pp. 37-42, 2011.
- 8) 山本俊行, 森川高行: 地域間競争を考慮した買物頻度モデル

- の構築, 都市計画論文集, 48(3), 459-464, 2013.
- 9) 山形 耕一: パーソントリップ調査における調査不能誤差と層別拡大に関する研究, 土木学会論文報告集, No.343, pp.121-129, 1984.
 - 10) 名取義和, 谷下雅義, 鹿島茂: パーソントリップ調査における回答誤差とその発生要因, 土木計画学研究・論文集, Vol. 17, pp. 155-162, 2000.
 - 11) 星野崇宏: 有意抽出による調査データの補正-インターネット調査の補正を例として-, in 星野崇宏 (著) 調査観察データの統計科学-因果推論・選択バイアス・データ融合-, 第6章, 岩波書店, 2009.
 - 12) 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.
 - 13) 伊藤創太, 羽藤英二: 観測規模と精度が異なる PT/PP データを同時に用いた活動場所選択モデル, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 46, 2012.
 - 14) Ito, S. and Hato, E.: Combined estimation of activity generation models incorporating unobserved small trips using probe person data, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 10, p.525-537, 2013.

(2014. 4. 25 受付)

ESTIMATING PARTICIPATION CHOICE MODEL OF PERSON TRIP SURVEY WITH SMARTPHONE-BASED ADD-ON SURVEY

Takuya MARUYAMA and Yutaro HIRABARA

The method of travel surveys (e.g. Person Trip Survey: PT survey) has been changing from in-home personal survey to mail-out/mail-back survey and web-based survey. In addition, probe person survey using smartphone has introduced as new alternative. The response rate of traditional travel survey has declined dramatically to 20 to 30%. However, change of survey result has not fully investigated by these survey method change. This study tries to estimate the participation choice models of travel survey using 2012 Kumamoto PT survey data. The model includes choice of participate or non-participate of PT survey and survey-type (paper, web, and smartphone). The model results reveals the participation choice behavior with various personal attributes and household locations.