

令和 4 年 4 月 19 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01561

研究課題名(和文) 調査未回答者の実態把握とサンプル・セレクション補正法の開発

研究課題名(英文) Analyzing Survey Non-Respondents and Developing Sample-Selection Correction Method

研究代表者

圓山 琢也 (Maruyama, Takuya)

熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・准教授

研究者番号：20361529

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：アンケート調査の対象者全員が回答した場合と、一部の人のみが回答する場合の調査結果の違い(無回答バイアス)を、被災地での調査と平常時の交通調査それぞれの場合について明らかにし、その違いを補正する方法を開発した。また、本来の対象者以外の回答で生じる代理回答バイアスや、時刻などを5、10分単位で回答する丸め誤差に関しても、その実態や補正法の開発などを行った。また、公共交通の利用意向が高い人が、公共交通の利便性の高い地域に居住している可能性があるため(自己選択バイアス)、それらの地域への居住誘導効果を厳密に計測することは難しいが、この問題の解決に資する新たな方法論を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

行政が実施する調査の回答率は年々低下しており、本研究の成果は、それによる結果の誤差の実態把握や補正に資することが期待できる。特に、今後の被災地での調査において、適性な戸数の災害公営住宅を整備するための調査法や、調査に回答しない人がどのような課題を抱えやすいか、どのように対応すべきか等の把握に有用となる成果である。また、本来の対象者以外の回答で生じる代理回答バイアスや、時刻などの5、10分単位での回答で生じる丸め誤差に関する成果も、社会調査結果の精度向上に寄与することが期待できる。自己選択バイアスの補正法も今後、幅広い応用分野での利用が期待できる成果である。

研究成果の概要(英文)：In this study, we examined the non-response biases caused by non-respondents under normal and disaster conditions and developed methods to correct them. We also investigated the proxy-response bias caused by proxy respondents and rounding errors caused by rounded reported time, such as those ending in 05 or 10 min. Finally, we developed novel methods to address residential self-selection problems caused by the confounding effects of the built environment and travel behavior.

研究分野：土木計画学

キーワード：未回答 標本選択バイアス 代理回答 熊本地震

1. 研究開始当初の背景

パーソントリップ(以下、PT) 調査の調査方法が訪問調査から郵送と Web 併用型に変化し、国勢調査も Web 調査を先行して実施し、その未回答者のみに訪問調査を行うなど社会調査の実施手法が大きく変化している。近年の行政が実施する郵送調査の回収率は 25%程度とされ、多くの未回答者が存在することによる結果の誤差が予想される。これはサンプル・セレクション問題の一つであり、未回答者の影響を考慮することは重要な課題である。この課題に対して、多くの分析・補正技術が提案されている一方で、そもそも対象者のデータが得られていないことに起因して、多くの学術研究の余地が残されている。

例えば、以下のリサーチ・クエスチョンに答える学術研究が求められていた。

- Q1 郵送調査未回答者は、回答者と比較し、どのように異なっているのか？ 個人属性、世帯属性分布などの客観データに違いはあるのか？ 調査で得たい回答データ、特に回答者の意向データなどの主観データに違いはあるのか？
- Q2 未回答者と回答者に違いがあるとして、その違いを踏まえて、回答データを最も適切に補正する方法は何か？ 既存の補正方法はどの程度有効なのか？ 幅広い適用を念頭に置くと、より簡便に補正する方法はあるのか？
- Q3 未回答者と回答者との間に差異があり、ランダム・サンプリングを前提とできない場合、既存の区間推定などの統計的手法はどのように結果が異なりうるのか？ 未回答者と回答者の差異の程度について、一部利用可能な情報がある場合、それを統計的処理に活用可能な方法は開発できないのか？
- Q4 対象が被災地の社会調査と平常時の社会調査で、上記の学術的な問いへの答えは異なるのか？

2. 研究の目的

本研究の目的は、被災時と平常時の社会調査について、郵送型調査の未回答者の実態を把握し、未回答にともなう結果のサンプル・セレクションを明らかにし、そのバイアスを補正する方法を開発し、その有効性を実証的に検証することにある。具体的には、以下を研究開始当初の目的としていた。

1. 災害復興時の仮設住宅居住者の仮設住宅以降の住まいの意向を対象に、郵送調査未回答者と回答者の違い(サンプル・セレクション・バイアス)を明らかにする。未回答者の属性分布などの偏りに加えて、住まいの意向の違い、自由回答の内容の違いなどを明らかにする。回答者と未回答者の住まいの意向の違いに着目して、未回答による誤差を補正する方法を開発する。
2. PT 調査において、世帯内で誰が代表して調査を回答するかというグループ型意思決定選択モデルを構築する。対象者本人ではなく、別の世帯内構成員が回答することによる代理回答バイアスの抽出とその補正法の開発を行う。

3. 研究の方法

災害復興時の社会調査として、2016 年熊本地震で甚大な被害を受けた益城町の 1562 戸の仮設住宅居住者の仮設住宅以降の住まいに関する郵送調査を事例とする。この意向について、熊本大学の学生が中心となり別に実施した全戸訪問聞き取り調査と比較することで、317 世帯分の郵送調査未回答者のデータを確保しており、このデータを分析に活用する。さらに、益城町役場が実施した複数時点の複数の意向調査データも利用する。

平常時の社会調査として、2012 年熊本都市圏 PT 調査を事例とし、世帯内で誰が回答するかを推測するモデルを構築し、代理回答バイアスの抽出とその補正法の開発などを行う。

このほか、研究の展開とともに、途上国でのスマートフォン型交通調査への未回答者の分析、交通調査の丸め誤差に関する研究、サンプルセレクション補正法の開発にも取り組んだ。

4. 研究成果

(1) 2016 年熊本地震による益城町仮設住宅居住者を対象に、郵送調査と全戸聞き取り調査の結果を比較し、郵送調査未回答世帯の実態を明らかにし、集団意思決定型の調査選択行動モデルを構築した。無回答となりやすい世帯属性や無回答に影響を与える要因を整理した。具体的に現役世帯は成人女性の比率が低く、二世帯同居世帯は就業人数が多く、世帯の成人平均年齢が高いほど未回答になりやすい。また、未回答世帯の特徴的な要因として、身体的問題、同居・別居家族への依存、経済的問題が抽出・整理できた。

さらに仮設住宅の次の住まいの意向の調査集計について、無回答者の扱いに応じて結果が変化することを示した。また、回答時期による回答世帯の属性の違いや無回答世帯の実態を明らかにし、どのような世帯に督促や追加調査が有効であることを示した。具体的に、世帯主の年齢が低いほど郵送調査の期限内回答がさらに難しいが、回答期限の延長の効果は高齢の世帯主に比べるとやや高く、みなし仮設居住世帯で別住所への移転を考えている世帯は期間内回答を行いにくく、回答期限の延長の効果もみられにくい。また、回答属性の偏りを考慮しない場合の推計結果のバイアス等も明らかにした。具体的に「回答世帯の分布が無回答世帯の分布と同一である」と

仮定した推計法では、災害公営住宅の希望戸数を過大推計することを示した。

また、同じく益城町の被災者向けの災害公営住宅の希望戸数の推計問題を対象に、無回答バイアスの補正法を開発した。具体的に調査回答期限に遅延した回答を擬似的な無回答者とみなし、通常の方法では、推計値にバイアスが生じることや、欠損データ補完法であるホットデック法とk-近傍法を適用し、バイアス補正に後者が特に有効であること等を示した。

これらの成果は、今後の災害時の災害公営住宅の供給戸数の決定等に有用であり、それぞれ審査付き論文として公表済みである。

(2) 平常時の交通調査の未回答者に関する研究として、途上国のアフガニスタンを対象としたスマートフォン型交通調査について、調査参加有無、データ送信の有無、調査終了時までの参加有無の特性、調査不参加の理由を分析した。分析結果として女性の調査参加者を増加させるためには女性からの調査依頼が重要であること、調査参加の謝礼は男性や地方都市で特に効果があること、安全面への懸念が調査不参加の主な理由であることなどを明らかにした。これらの知見は、今後途上国で本調査手法を適用していく際に有用であり、審査付き論文等として公表済みである。

(3) 社会調査において本来の対象者以外が、代理で回答することによる代理回答バイアスの問題が指摘されている。この問題を分析するために、世帯内で誰が代表して調査を回答するかというグループ型意思決定モデルを構築し、代理回答バイアスを推測する分析手法を構築した。熊本都市圏PT調査に適用し、代理回答バイアスの推測を行い、国際誌で発表済みである。また、自由回答における代理回答バイアスの分析も進め、代理回答と推測されるデータでは、自由回答の回答量が少なく、回答内容のトピックも自己回答と差があるなどの成果を審査付き論文として発表した。日本における交通調査では、誰が回答するかという情報を取得していない場合が多いが、それにとまらぬバイアスを明示できており、実務的にも重要な成果といえる。

(4) 交通調査に含まれるバイアスとして、当初想定していた未回答バイアスに加えて、上述の代理回答バイアスや、出発時刻などの回答値を丸めて回答されるという丸め回答誤差に着目することが有用と判明したため、それに対応した研究も展開した。

具体的に、丸め誤差の発生傾向が交通目的・手段別に異なることや、代理回答と推測されるデータには、出発時刻等の丸め誤差が多く含まれることなどの知見をえた(図-1)。この成果は、時刻の丸めを利用した交通調査の回答品質の計量が可能性を示唆し、また、代理回答の扱いへの実務的な留意を示すなどの展開性があり、複数の国際誌で公表済みである。

(5) サンプル・セレクション補正法の開発については、当初想定していた未回答バイアスの補正に加えて、既存の手法の方法論の拡張にも取り組んだ。

まず、公共交通機関の利便性が高い地域への居住誘導により自動車保有率の変化を促す施策の評価を行う場合、単純に都市環境が異なる地域の自動車保有率を比較した分析では厳密な因果推論が行えない課題がある。これは未観測変数にとまらぬ選択バイアスが一因であり、その補正法の開発は重要である。その課題に対応したサンプルセレクションモデルについて、連続量を扱う既存モデルを、離散変数を扱うモデルに拡張し、実証的な成果を挙げている。

具体的には、内生的スイッチング構造をもつ既存モデルを、2項さらには多項の離散選択、離散・連続選択に拡張し、WAICなどの技術を援用したベイズ推定手法を構築した。また、既存の操作変数法やモデルの相関を考慮した誤差構造をもつ離散選択モデルと組み合わせた方法論を構築した。構築した方法論は、シミュレーションデータで検証し、実データを利用した結果も提示している。

これらの成果は、国内外の学会で発表済みで、国際誌に投稿中であり、今後、幅広い応用分野での活用も期待される成果といえる。

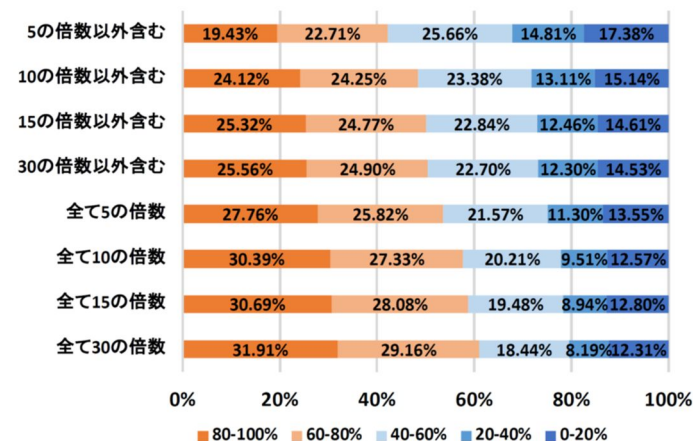


図-1 代理回答推測確率別の出発・到着時刻の丸め回答

出典) Maruyama, T. and Uehara, K.: Validating inferred proxy response using rounding of departure/arrival times in travel surveys, Asian Transport Studies, Vol. 6, 100027, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Maruyama Takuya, Hosotani Kenta, Kawano Tomoki	4. 巻 48(1)
2. 論文標題 Inferring proxy response in household travel surveys with unknown completer using a group-based choice model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transportation	6. 最初と最後の頁 283 ~ 302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11116-019-10053-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sato Yoshihiro, Maruyama Takuya	4. 巻 2674
2. 論文標題 Modeling the Rounding of Departure Times in Travel Surveys: Comparing the Effect of Trip Purposes and Travel Modes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	6. 最初と最後の頁 628 ~ 637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0361198120935435	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Maruyama Takuya, Uehara Kazuki	4. 巻 6
2. 論文標題 Validating inferred proxy response using rounding of departure/arrival times in travel surveys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 100027 ~ 100027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eastsj.2020.100027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sato Yoshihiro, Maruyama Takuya	4. 巻 48
2. 論文標題 Examining difference between paper- and web-based self-reported departure/arrival time using smartphone-based survey	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Transportation Research Procedia	6. 最初と最後の頁 1390 ~ 1400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trpro.2020.08.170	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Qudratullah, Khalid Ahmad, Sato Yoshihiro, Maruyama Takuya	4. 巻 48
2. 論文標題 Investigating response, data sending, and completion rates of a smartphone-based travel survey conducted in Kabul, Afghanistan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Transportation Research Procedia	6. 最初と最後の頁 2963 ~ 2974
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trpro.2020.08.188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 佐藤嘉洋, 円山琢也	4. 巻 76(2)
2. 論文標題 複数的手法を導入した災害時調査の回答世帯の実態と無回答バイアス: 2016年熊本地震益城町での実証分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 128 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.2_128	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Qudratullah and Maruyama, T.	4. 巻 5(5)
2. 論文標題 Improvement of data sending rate and survey completion rate of smartphone-based travel surveys in two Afghanistan cities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 750-766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11175/eastsats.5.750	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 上原 一輝, 川野 倫輝, 円山 琢也	4. 巻 75(5)
2. 論文標題 自由回答データにおける代理回答バイアスの推測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 I_143-I_152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.I_143	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 佐藤嘉洋, 円山琢也	4. 巻 54(3)
2. 論文標題 住まいの意向調査における災害公営住宅希望戸数の無回答バイアス補正の検討 - 2016年熊本地震 での熊本県益城町の事例より-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 788-794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.54.788	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Qudratullah and Maruyama, T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Strategies to increase the response rate of smartphone-based travel surveys in Afghanistan: Exploring the effects of incentives and female survey conductors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Intelligent Transport Systems for Everyone 's Mobility	6. 最初と最後の頁 317-336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-7434-0_18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Qudratullah and Maruyama, T.	4. 巻 5(3)
2. 論文標題 Reasons for non-response to smartphone-based travel survey in two Afghanistan cities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 523-542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11175/eastsats.5.523	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 佐藤嘉洋, 円山琢也	4. 巻 74(5)
2. 論文標題 郵送調査未回答世帯の実態と調査回答行動分析: 益城町仮設住宅居住者を対象として	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 I_201-I_208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.I_209	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 渡邊萌, 円山琢也
2. 発表標題 多項型の内生的スイッチング構造を持つサンプルセレクションモデル: 居住地自己選択を考慮した交通行動モデリング
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会 (春大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hajime Watanabe and Takuya Maruyama
2. 発表標題 Describing unobserved residential location choice and travel behavior dependency as a missing data mechanism: a Bayesian extension of sample selection model
3. 学会等名 Transportation Research Board 101st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡邊萌, 円山琢也
2. 発表標題 多項型サンプルセレクションモデルによる居住地 - 交通行動選択モデリングとベイズ推定アルゴリズムの提案
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会 (秋大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊 萌・円山 琢也
2. 発表標題 離散型サンプルセレクションモデルとベイズ推定: 都市環境が自動車保有に及ぼす因果効果の検証
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sato, Y. and Maruyama, T.
2. 発表標題 Modeling the Rounding of Departure Times in Travel Surveys: Comparing the Effect of Trip Purposes and Travel Modes
3. 学会等名 TRB 99th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>プレプリント論文 Watanabe, Hajime and Maruyama, Takuya, Bayesian Sample Selection Model with Binary Travel Behavior for Addressing Residential Self-Selection. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4086629</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	柿本 竜治 (Kakimoto Ryuji) (00253716)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授 (17401)	
研究分担者	藤見 俊夫 (Fujimi Toshio) (40423024)	熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・准教授 (17401)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	佐藤 嘉洋 (Sato Yoshihiro)	熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・研究員	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	渡邊 萌 (Watanabe Hajime)	熊本大学・大学院自然科学教育部・博士後期課程/日本学術振興会特別研究員DC2	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関