

集団意思決定モデルを用いた益城町仮設住宅 居住者の郵送調査回答行動分析

佐藤 嘉洋¹・円山 琢也²

¹学生会員 熊本大学大学院自然科学教育部工学専攻（〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1）

E-mail:yo-sato@kumamoto-u.ac.jp

²正会員 熊本大学准教授 くまもと水循環・減災研究教育センター（〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1）

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

行政が実施する社会調査では多くの未回答者が存在しているために結果の誤差が生じることが問題として挙げられている。2016年4月の熊本地震で被害を受けた益城町で郵送調査が実施されたが、最終回収率は69.3%だった。既存研究では郵送調査の未回答世帯について、同時期に実施した聞き取り調査のデータを突合させて郵送調査未回答世帯の傾向を明らかにしたが、世帯に関する情報または個人属性の集計値のみの分析に留まっていた。本研究では世帯内の個人が世帯の回答行動にどのような影響を与えるのか、集団意思決定モデルを用いて明らかにすることを目的とする。集団意思決定モデルの一つであるMax-Maxモデルを基に世帯内の個人が回答行動に与える影響を分析し、世帯構成員が若年層、男性であるときに無回答となりやすく、加えて世帯主が配偶者からの作用を受けて世帯の回答行動に影響を与えることを明らかにした。

Key Words : mail-back survey, interview survey, non-respondents, group-based decision making

1. はじめに

(1) 研究の背景

2016年4月に発生した熊本地震において、震源となった益城町の被害は深刻であり、発災から1年以上が経過してもなお多くの住民が応急仮設住宅、みなし仮設住宅等での不自由な生活を余儀なくされている。住家を失った世帯のうち、自力での再建が困難であると考えられる世帯に対して災害公営住宅の建設が計画されており、益城町は平成27年12月に応急仮設住宅、みなし仮設住宅に居住する全世帯に対して「今後のお住まいの意向等に関するアンケート調査」（以下、郵送調査）を実施した。この調査の目的は応急仮設住宅またはみなし仮設住宅退去後の住まいの意向を伺い、災害公営住宅整備に係る意向・要望等の基礎的な情報等を把握することにあるが、2017年1月10日時点での有効回収率は67.6%だった。

郵送調査は災害公営住宅整備に関して住民の意向を確認する重要な調査であり、町の政策にも大きな影響を与えることから、可能な限り多くの世帯の意向を伺うことが望ましい。本調査の集計結果をもとに益城町内における災害公営住宅の整備予定概算戸数が算出されている。この目的を踏まえると、どのような世帯が調査に未回答

だったか、すなわち未回答世帯の属性・実態を把握することは重要である。

また、本研究で対象とする大規模災害からの復興に関する社会調査に限らず、一般的な社会調査においても回答サンプルの偏りおよび未回答者（無回答）の調査結果へ与える影響の精査は重要な研究課題である。しかし、一般に調査未回答者の実態を調べることは困難である。

(2) 研究の目的

郵送調査に先立ち、筆者らの研究グループは2016年6月から12月にかけて、益城町内の仮設団地で「仮設住宅後のお住まいについての意識調査」（以下、聞き取り調査）を訪問調査方式にて実施した。聞き取り調査の分析結果の概略は益城町復興計画¹⁾を参考にされたい。ここで、郵送調査のうち応急仮設住宅分の対象世帯は聞き取り調査の実施対象世帯と同一であり、ほぼ同時期に実施されていることから、両調査を比較すると郵送調査に未回答だった世帯の属性などから様々な知見を得ることが可能である。そこで本研究では、郵送調査回答有無の選択モデルを構築し、特に世帯内の個人に着目して調査未回答世帯の傾向を把握することを目的とする。

(3) 本研究の構成

本研究は5章から構成される。まず、本章である1章で研究の背景・目的を、2章で既往研究のレビューと本研究の位置付けを整理する。次に3章では世帯に関する情報に着目した郵送調査未回答世帯に関する分析を行う。4章では集団意思決定モデルを導入し、世帯内の個人が回答行動にどのような影響を与えているか、個人に着目した分析を行う。最後に課題と今後の展望として、5章で本研究のまとめを行う。

2. 既往研究のレビューと本研究の位置付け

社会調査における未回答者の傾向および未回答者が調査結果に与える影響については様々な分野で研究が行われている。一般的な社会調査の分野の研究例として、土屋²⁾は「日本人の国民性第11次全国調査」の未回収サンプルに対して郵送方式による事後調査を実施し、未返送者は濃密な人間関係や社会一般に対して無関心である傾向や、「その他」の回答が少なく「わからない」が多い傾向を持つことを見出している。

また、調査未回答者に着目した研究は、医学分野においても多くの研究がある。例として、Tolonen *et al.*³⁾はフィンランドにおける健康実態調査の未回答者に関して分析し、未回答には結婚歴や教育水準、世帯収入などが影響していること、未回答者は喫煙や過剰な飲酒など不健康な行動を取る傾向やいくつかの深刻な健康上の課題を抱えている可能性があることを示した。調査手法に着目した例ではPicaver⁴⁾がオランダで同時期に行われたインタビュー形式と郵送形式の健康調査の比較を行い、郵送調査は女性の回答率が高く、教育水準が低い者は郵送調査回答率が低い傾向にあることを示している。大規模災害時の調査に着目した例では、Honkoshi *et al.*⁵⁾が東日本大震災後の福島県からの避難者に対する健康調査から、回答者に比べ未回答者は心理的苦痛のリスクが高いことを示唆している。

熊本地震の復興時の筆者らの研究グループによる調査未回答者に関する研究として、長濱ら⁶⁾は2016年8月から9月にかけて行われた「益城町復興計画策定のための住民アンケート調査⁷⁾ (郵送配布回収型)」と聞き取り調査を比較し、未回答者の推定や自由意見の傾向などを明らかにしている。しかし、この復興計画策定のための住民アンケートは無記名式であり、長濱らの分析においては、属性ごとの傾向に基づいた分析に留まることが課題として挙げられる。本研究では聞き取り調査をベースとして世帯ごとに郵送調査の回答有無が判別可能となるため、より詳細な分析が可能となる。

また、未回答世帯の実態を明らかにする際には、どの

ような世帯が回答を行うのか、世帯に関する情報の分析だけでなく、Davis⁸⁾が指摘しているように世帯内の個人が世帯の意思決定に与える影響についても分析することは重要である。この課題に対しては多くの研究が存在するが、特定の属性の個人が与える影響に着目した例では、Carlsson *et al.*⁹⁾が中国地方部における世帯の意思決定を分析し、世帯意思決定において夫婦間で相互的に影響しあうこと、配偶者に比べ世帯主の方が意思決定に強い影響があることを示している。また、Bernasek *et al.*¹⁰⁾は経済的な事象に関する世帯の意思決定において、女性の意思決定への関与は夫婦の収入割合が影響する可能性を示唆している。集団離散選択モデルを構築し評価した例としては、張ら¹¹⁾¹²⁾が自動車購入時の車種選択や居住地選択に関する集団意思決定に関して分析を行っている。

このように、意思決定のプロセスに関する分析やモデル構築を行い、知見を得た例は数多くあるが、それらは社会調査に基づく回答データから導き出されたものであり、調査回答行動の世帯内意思決定に着目した研究例は少ない。Wilson *et al.*¹³⁾はChoffray and Gary¹⁴⁾が定式化した集団離散選択に関する7つのモデルを評価し、状況に応じて好ましいモデルが異なることを示唆している。本研究では既に定式化された集団離散選択モデルを今まで着目されてこなかった世帯の調査回答選択行動へ応用し、複数のモデルを構築、評価している点に新規性がある。

以上のように、様々な既往研究に対する本研究の特徴を挙げたが、大規模災害発生時の復興初期における郵送調査未回答者の特徴を分析した研究は筆者の知りうる限り存在しない。また未回答者に関する研究では、調査に無回答だった者に対して事後調査での追跡や、調査票回答の督促の前後に到着したデータを比較した研究例¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾が多いが、事後調査や督促後においても未回答の世帯の実態を把握することは困難である。本研究は郵送調査と同時期に実施された高回収率の聞き取りの調査のデータを活用して未回答者の情報を把握している点に独自性・新規性がある。

3. 世帯属性に着目した無回答世帯の分析

(1) 調査概要

a) 郵送調査

表-1に「今後のお住まいの意向等に関するアンケート調査」の概要を記す。先述のとおり、同調査は災害公営住宅整備に向けて益城町内で被災された世帯のうち応急仮設住宅、みなし仮設住宅に入居する世帯へ2,769票を送付し、平成29年1月10日時点までに1,872票 (回収率: 67.6%) の回答を得た。同調査の分析結果等の詳細については益城町ホームページ¹⁸⁾を参照されたい。

b) 聞き取り調査

「仮設住宅後のお住まいについての意識調査」の概要を表-2に示す。応急仮設住宅1,562戸に対し1,196戸を訪問し、有効実施率81.4%と高い水準で聞き取りを実施した。本調査では、訪問世帯の被災時の住宅居住年数、居住地区、住居所有形態、罹災状況、仮設住宅後の住まいの意向、現在の悩みや不安に感じている事項の自由回答および世帯構成員の基礎属性を調査項目とした。聞き取り調査の分析結果例は別途報告^{19),20)}を参考にされたい。

c) 聞き取り調査実施世帯における郵送調査回答状況

本研究では、前記調査のうち聞き取り調査のデータを用いて、郵送調査の回答行動を分析していく。表-3は聞き取り調査実施世帯のうち、郵送調査の回答状況を示したものである。聞き取り調査実施世帯のうち、郵送調査に回答した世帯は864世帯、回答がなかった世帯は332世帯で、うち未発送が15世帯だった。郵送調査に回答しなかった317世帯に対しても聞き取り調査を実施できている点が本研究の特徴として挙げられる。

表-1 郵送調査の概要

調査主体	益城町
目的	益城町における熊本地震からの住まい・集落の復旧に向けた基本方針等の検討や住宅自力再建支援策の検討、災害公営住宅等の供給等に向け、被災世帯の住まい・集落の復旧に係る意向や災害公営住宅整備に係る意向・要望等の基礎的な情報を把握すること
対象	応急仮設住宅又はみなし仮設住宅に入居する世帯
調査期間	平成28年12月7日から12月27日
調査方式	郵送配布/回収形式
配布数	2,769票 (うち応急仮設住宅：1,460票)
回収数	1,872票 (うち応急仮設住宅：1,029票)
回収率	67.6% (うち応急仮設住宅：70.5%)

(出典：益城町都市計画課¹⁸⁾)

表-2 聞き取り調査の概要

調査主体	熊本大学, 益城町
目的	現時点での不自由な点・不安および今後の住まいに関する希望を伺うこと
対象	益城町内の応急仮設住宅に入居している世帯
調査期間	平成28年6月30日から11月20日
調査方式	訪問調査形式
対象戸数	18団地 1,562戸
実施数	1,196世帯
実施率	76.8% (全戸数に対する実施率) 81.4% (11/20時点の入居世帯に対する実施率)

表-3 郵送調査の回答状況

回答あり	864世帯 (72.2%)
回答なし	317世帯 (26.5%)
未発送	15世帯 (1.3%)
合計	1,196世帯

※カッコ内は聞き取り実施世帯に対する割合

(2) 世帯分類によるデータ分割

前節で突合したデータを用いて郵送調査未回答世帯に関する基礎分析を行ったが、スペースの都合上分析結果等は既往研究²¹⁾を参考にされたい。基礎分析結果をもとに郵送調査回答行動モデルを推定した結果、世代間の影響を表現する世帯の平均年齢に関する変数が有意とならず、良好な結果が得られなかった。世代ごとに郵送調査未回答世帯の背景をより正確に把握するには、聞き取り調査世帯の世帯を年代に応じて分割した上で分析、モデル構築が必要であると考えられる。益城町では居住年数が30年以上の長期居住世帯も多く、二世帯以上が同居している例は少なくない。そこで、以降は聞き取り調査の実施世帯を以下の3つに分類する。

- (a) 主に65歳未満の世帯構成員が存在する世帯 (以下、現役世帯とする)
- (b) 二世帯以上が同居している世帯 (以下、二世帯世帯とする)
- (c) 主に65歳以上の世帯構成員が存在する世帯 (以下、高齢世帯とする)

本手法により、聞き取り調査実施世帯を分類した結果を表-4に示す。現役世帯と分類された世帯が391世帯、二世帯世帯と分類された世帯が329世帯、高齢世帯と分類された世帯が447世帯となった。

(3) 世帯分類別の郵送調査回答行動モデルの推定

前節で分割された世帯分類別に郵送調査への回答有無を表現する二項ロジットモデルの推定を行い、推定結果を表-5に示す。現役世帯では、「女性の構成比率」「対話時間ダミー (10分未満)」「居住年数ダミー (10年未満)」の変数が有意となった。女性の構成比率のパラメータの符号は正であり、女性が多い世帯は回答しやすい傾向にある。対話時間および居住年数のパラメータの符号はいずれも負であり、居住年数が10年と短い、または対話時間が10分未満と短い世帯は無回答となる傾向にある。

二世帯世帯では、「成人の平均年齢」「就業者数」「対話時間ダミー (10分未満)」の変数が有意となった。成人の平均年齢のパラメータの符号は負となり、二世帯

表-4 世帯分類分類結果

世帯分類	世帯数		計
	郵送調査回答あり	郵送調査回答なし	
現役世帯	258 (66.0%)	133 (34.0%)	391
二世帯世帯	241 (73.3%)	88 (26.7%)	329
高齢世帯	356 (79.6%)	91 (20.4%)	447
合計	855 (73.3%)	312 (26.7%)	1,167

※単位：世帯、カッコ内は各群の合計に対する割合

表-5 郵送調査回答有無選択モデル推定結果

説明変数	現役世帯		二世帯世帯		高齢世帯		
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	
定数項	-0.2637	-0.317	5.5928	3.741	**	1.8318	1.271
成人の平均年齢 (単位: 10歳)	0.2457	1.823	-0.5395	-2.552	*	-0.1039	-0.516
未就学児数	-0.0859	-0.451	-0.5494	-0.891		-	-
就業者数	-0.1907	-1.448	-0.4300	-2.746	**	-0.0709	-0.391
女性の構成比率	1.3277	3.119	**	0.5175	0.823	0.9529	2.393
対話時間	-	-	-	-	-	-0.0004	-0.513
対話時間ダミー*	-0.5112	-2.214	*	-0.7930	-2.624	**	-
居住年数 (単位: 10年)	-	-	-0.0471	-0.712	-	-0.0100	-0.174
居住年数ダミー*	-0.9346	-3.450	**	-	-	-	-
意向「自宅再建」ダミー*	-	-	-0.5042	-1.637	-	-	-
意向「わからない」ダミー*	-	-	-	-	-	-0.6436	-2.115
サンプル数	380		311		437		
修正済 ρ^2	0.149		0.109		0.036		
AIC	458.96		350.61		442.79		

* 5%水準有意, ** 1%水準有意

*対話時間ダミー) 10分未満:1, 10分以上:0 居住年数ダミー) 10年未満:1, 10年以上:0
意向「自宅再建」ダミー) 仮設住宅後の意向が「自宅再建を希望」:1, それ以外:0
意向「わからない」ダミー) 仮設住宅後の意向が「わからない」:1, それ以外:0

世帯は高齢となるほど無回答になる傾向にあることがわかる。また、就業者のパラメータの符号も同様に負となり、世帯に就業者が多いほど無回答となる傾向にある。対話時間ダミーのパラメータの符号は負であり、対話時間が10分未満と短い世帯は無回答となる傾向である。

高齢世帯では、「女性の構成比率」「仮設住宅後の住まいの意向はわからない」の変数が有意となった。女性の構成比率のパラメータの符号は正となり、現役世帯と同様に男性が多い世帯は無回答となる傾向にある。仮設住宅後の住まいの意向が「わからない」を表すダミー変数の符号も正となり、今後の住まいの意向について見通しが立っていない世帯は無回答になる傾向にあることがわかる。

世帯内の個人に着目した無回答世帯の分析

(1) 概要

前章で行った分析は世帯情報に着目し、どのような世帯が無回答となる傾向にあるかを分析したが、これらの分析では個人属性の集計値しか取り扱えない課題が残る。しかし、2章でも述べたように個人が世帯の回答行動に与える影響に着目した分析を行うことは重要であると考えられる。そこで、次節に挙げる集団意思決定モデルを用いて構成員の属性が回答行動にどのような影響を与えるのか分析を行う。

(2) 集団意思決定モデルを用いた郵送調査回答行動モデルの構築

a) Max-Maxモデル¹⁰⁾ (モデル1)

本モデルは張ら¹¹⁾が開発したもので、集団意思決定の際にある選択肢において選好が最も高い構成員の利得を最大化するように記述される。世帯*h*において、世帯構成員*i*が選択肢*j*を選択するときの効用を v_{hij} とすると、世帯が選択肢*j*を選ぶ確率 P_{hj} は次式のように表される。

$$P_{hj} = \frac{\exp(\max(v_{hij} | i = 1, \dots, n))}{\sum_j \exp(\max(v_{hij} | i = 1, \dots, n))} \quad (1)$$

式(1)を本研究に導入すると、選択肢は無回答もしくは回答の2択であるため、世帯が無回答の確率 P_0 および回答の確率 P_1 はそれぞれ次の式(2)、式(3)として表される。

$$P_0 = \frac{\exp(V_0)}{\exp(V_0) + \exp(\max(V_{1i} | i = 1, \dots, n))} \quad (2)$$

$$P_1 = \frac{\exp(\max(V_{1i} | i = 1, \dots, n))}{\exp(V_0) + \exp(\max(V_{1i} | i = 1, \dots, n))} \quad (3)$$

また、無回答の効用 V_0 および回答の効用 V_{1i} をそれぞれ以下のように定義する。

$$V_0 = \sum_k \beta_k x_k \quad (4)$$

$$V_{1i} = \sum_j \gamma_{ij} z_{ij} \quad (5)$$

ここで、 x_k は世帯に関する説明変数、 z_{ij} は個人に関する説明変数を示し、 β_k 、 γ_{ij} はそれぞれのパラメータである。また、先行研究に倣い、本モデルの推定に関し

ては近似解として各構成員の回答効用 V_{1i} のログサム値を採用した。これにより、式(2)および式(3)はそれぞれ以下のように変形される。

$$P_0 = \frac{\exp(V_0)}{\exp(V_0) + \exp(\ln(\sum_i \exp(V_{1i})))} \quad (6)$$

$$P_1 = \frac{\exp(\ln(\sum_i \exp(V_{1i})))}{\exp(V_0) + \exp(\ln(\sum_i \exp(V_{1i})))} \quad (7)$$

b) 配偶者から受ける作用を考慮したモデル(モデル2)

本モデルは世帯の中で、世帯主とその配偶者の関係に着目したモデルである。モデル1をもとに、世帯主の回答効用を V_m 、配偶者の回答効用を V_p とすると、配偶者から受ける作用を考慮した世帯主と配偶者の効用関数を以下のように定義する。

$$V'_{1m} = \sum_k \beta_k x_k + \eta_1 V_{1p} \quad (8)$$

$$V'_{1p} = \sum_k \beta_k x_k + \eta_2 V_{1m} \quad (9)$$

ここで、 V'_{1m} および V'_{1p} はそれぞれ世帯主または配偶者から受ける作用を考慮した後の回答効用、 V_{1m} および V_{1p} はそれぞれ世帯主および配偶者の個人属性のみで決定される回答効用を示し、 V_{1m} 、 V_{1p} は式(5)の V_{1i} に準ずるが、個人属性の説明変数のうち、後に述べる世帯主情報を除外している。また、 η_1 および η_2 はスケールパラメータで、前者は世帯主が配偶者から受ける責任を、後者は配偶者の世帯主に対する配慮と解釈できる。

c) 多項ロジット型確率結合モデル(モデル3)

世帯構成員 i が回答を行う確率を P_i とし、構成員の回答確率が独立である仮定を置く場合、世帯が回答を行う確率 P_1 を以下に定義する。

$$P_1 = \sum_{i \in n} P_i \quad (10)$$

このとき、世帯が無回答の確率 P_0 とすると、実現した状態を表す同時確率 L^* および対数尤度 L はそれぞれ式(11)、式(12)のように表される。

$$L^* = \prod_{h \in N} P_0^{1-\delta_h} \left(\sum_{i=1}^n P_i \right)^{\delta_h} \quad (11)$$

$$L = \ln L^* = \sum_{h \in N} \left\{ (1 - \delta_h) \ln P_0 + \delta_h \ln \sum_{i=1}^n P_i \right\} \quad (12)$$

$$\text{s. t.} \quad \delta_h = \begin{cases} 1 : \text{世帯 } h \text{ が回答の場合} \\ 0 : \text{世帯 } h \text{ が無回答の場合} \end{cases} \quad (13)$$

$$P_0 + \sum_{i \in n} P_i = 1 \quad (14)$$

式(14)は制約条件であり、世帯が無回答の確率と各構成員の回答確率の和が常に1であることを示す。これらの条件下で、世帯が無回答の確率 P_0 および世帯が回答する確率 P_1 はそれぞれ式(15)、式(16)のように表される。

$$P_0 = \frac{\exp(V_0)}{\exp(V_0) + \sum_i \exp(V_i)} \quad (15)$$

$$P_1 = \frac{\sum_i \exp(V_i)}{\exp(V_0) + \sum_i \exp(V_i)} \quad (16)$$

本モデルの特徴は、無回答の効用と各構成員の効用に関する多項ロジット型となっていることにある。つまり、構成員が独立して行動を選択し、各構成員の回答確率の総和が世帯の回答確率と見なされる強い仮定を置いたモデルとして記述される。さらに、a)のMax-Maxモデルで示した無回答の確率を示す式(6)、回答の確率を示す式(7)を変形すると、それぞれ式(15)、式(16)と一致する。つまり、「選好が最も高い構成員の利得を最大化する」ように記述されるモデル1およびモデル2の近似解は「各構成員の回答確率の総和が世帯の回答確率と見なされる」ように記述されるモデル3と等価であることがわかる。

d) 世帯主情報の付加

聞き取り調査では世帯主情報は記録されていないが、郵送調査の目的は仮設住宅後の住まいの意向を伺うものであり、集団意思決定において構成員の世帯に対する影響を測るためには世帯主情報を付加することが望ましいと考えられる。そこで、益城町で平成29年7月に実施された「第2回仮設住宅後のお住まいについての意識調査（以下、第2回郵送調査）」と聞き取り調査を突合せすることで世帯主を推定し、情報を付加した。第2回郵送調査で応急仮設住宅世帯の回答率は93.2%と高い水準となっていることから、聞き取り調査との突合によって生じるサンプルの偏りについては影響が少ないと判断した。突合の結果、第2回郵送調査で未回答および判定不能世帯が除外され、聞き取り調査実施の1,022世帯に世帯主情報を付加した。なお、第2回郵送調査では世帯主の年齢しか回答されないため、年齢情報をもとにした推定による情報付加であることに注意されたい。また、世帯主判定された構成員の情報をもとに、その配偶者も推定を行った。

(3) 集団意思決定モデルを用いた郵送調査回答行動モデルの推定

前章で構築したモデルの推定結果を表-6に示す。まず

無回答の効用である世帯属性について、世帯人数は15-64歳、65歳以上の人数いずれもパラメータの符号が正となり、人数が増加するに従って無回答の効用が高くなる、つまり回答を行わなくなる傾向にあることが分かる。15-64歳では就業者が多いことから、3章で推定した世帯属性によるロジットモデル推定結果での就業者数と同様の傾向を示しているといえ、世帯内の就業者が多いほど無回答になりやすいことが示唆される。65歳以上の人数でもパラメータの符号が正となったが、3章の推定結果における二世帯世帯において、平均年齢が高いほど郵送回答率が下がる傾向にある、つまり二世帯世帯における年長世代の人数が増えると無回答となりやすいことを表現していると考えられる。

次に、回答の効用である個人属性について、年齢のパラメータの符号は正で有意(1%)であり、構成員の年齢が上がるにしたがって回答の効用が高くなる、つまり回答を行いやすくなることが明らかとなった。ただし80歳以上を表すダミー変数のパラメータの符号が負であり、高齢となった場合は回答の効用が下がる傾向にある。性別については、パラメータの符号が正であることから、男性と比較して女性の方が回答の効用が上がる傾向にある。

就業状態は2モデルともに有意とはならなかったが、パラメータの符号はいずれも正であり、非就業の構成員が回答の効用が上がる傾向を示唆している。これら基礎属性に関する知見は、Loon *et al.*²²⁾、前田²³⁾、円山・平原²⁴⁾など多くの研究と概ね一致している。また、世帯主情報も同様に有意とはならなかったが、パラメータの符号は正であり、世帯主であることで回答の効用が上がる傾向を示唆している。配偶者との相互作用を考慮したモデル(モデル2)では、世帯属性、個人属性ともにモデル1と大きな差は見られなかったが、世帯主が配偶者から受ける効用のパラメータの符号が正で有意となった。このことから、世帯主は配偶者の存在により回答の効用が上がり、世帯での回答行動に影響を与えることが分かる。

(4) 世帯主を対象とした調査回答行動モデルとの比較

前項では郵送調査回答行動において世帯主の影響が大きいことを示したが、ここでは比較のために世帯のうち世帯主に着目したロジットモデルの構築を行う。(2) c)で構築した多項ロジット型確率結合モデルをもとに、世帯が無回答の確率 P_0 および回答する確率 P_1 をそれぞれ以下の式(17)、式(18)で定義する。

表-6 集団意思決定モデル推定結果

説明変数	Max-Maxモデル (モデル1)		配偶者から受ける作用考慮 (モデル2)			
	推定値	t値	推定値	t値		
未回答 (世帯属性)						
(定数項)	1.7432	4.4691	**	1.3216	2.6469	**
15-64歳人数	0.2492	2.1088	*	0.3278	3.7551	**
65歳以上人数	0.3242	1.6863	·	0.5308	3.1510	**
高齢：住まいの意向未定ダミー*	0.5794	1.7951	·	0.5946	1.8428	·
居住年数：10年未満ダミー*	0.4909	2.0406	*	0.5038	2.1130	*
対話時間：10分未満ダミー*	0.5897	3.4402	**	0.5755	3.3511	**
回答 (個人属性)						
年齢 (単位：10歳)	0.3740	3.8924	**	0.4015	4.5768	**
年齢：80歳以上ダミー*	-1.2070	-3.7729	**	-1.1439	3.3208	**
性別(0：男性 1：女性)	0.5392	1.9710	*	0.6203	2.3645	*
非就業ダミー	0.1497	0.6719		0.2381	1.1620	
世帯主ダミー	0.9527	1.6324		-	-	
相互作用パラメータ						
η_1	-	-		0.3285	2.2278	*
η_2	-	-		-0.7295	-0.9184	
サンプル数	902			902		
ρ^2	0.1510			0.1518		
修正済 ρ^2	0.1312			0.1301		

・10%水準有意，* 5%水準有意，**1%水準有意

*対話時間ダミー) 10分未満：1，10分以上：0 居住年数ダミー) 10年未満：1，10年以上：0
 高齢：住まいの意向未定ダミー) 高齢世帯の仮設住宅後の意向が「わからない」：1，それ以外：0
 年齢：80歳以上ダミー) 構成員の年齢が80歳以上：1，それ以外：0
 非就業ダミー：構成員の職業が「主婦・主夫」「学生」「無職」の場合：1，それ以外：0

$$P_0 = \frac{\exp(V_0)}{\exp(V_0) + \exp(V_m)} \quad (17)$$

$$P_1 = \frac{\exp(V_m)}{\exp(V_0) + \exp(V_m)} \quad (18)$$

ここで、 V_m は世帯主の効用を示す。 V_m は式(5)で示したものと同様の関数を使用するが、説明変数から世帯主情報を除外した。本モデルでは、世帯主のみの個人属性による回答効用と世帯属性による無回答の効用に関する二項ロジットモデル型となる。これは、集団意思決定モデルの一つである「独裁型(Autocracy)効用モデル¹¹⁾」にて、世帯主を独裁者と仮定した場合と同義である。独裁型効用モデルとは、集団意思決定において世帯構成員*i*が選択肢*j*を選択するときの効用を v_{hij} とするとき、世帯が選択肢*j*を選ぶ確率 P_{hj} が次式のように表されるモデルである。

$$P_{hj} = \frac{\exp(\sum_i w_{hi_0} v_{hij})}{\sum_j \exp(\sum_i w_{hi_0} v_{hij})} \quad (19)$$

$$s. t. \quad w_{hi_0} = \begin{cases} 1 : \text{独裁者とされる構成員} \\ 0 : \text{それ以外の構成員} \end{cases} \quad (20)$$

表-7に推定結果を示す。表-6で示した2モデルの推定結果とほぼ同様の傾向を示したことに加え、修正済 ρ^2 が0.2335と高い現況再現性を示した。これらの結果からも、今回の郵送調査回答行動においては世帯主の影響が大きかったことが示される。

表-7 世帯主独裁型効用モデル推定結果

説明変数	推定値	t値
・10%水準有意, * 5%水準有意		
未回答 (世帯属性)		
(定数項)	-0.2669	-0.5144
15-64歳人数	0.1411	1.6076
65歳以上人数	0.0078	0.0553
高齢：住まいの意向未定ダミー	0.6758	2.0923 *
居住年数：10年未満ダミー	0.4166	1.7824 .
対話時間：10分未満ダミー	0.4080	2.3618 *
回答 (個人属性)		
年齢 (単位：10歳)	0.1898	2.2539 *
年齢：80歳以上ダミー	-0.4519	-1.7338 .
性別(0：男性 1：女性)	0.4257	2.1328 *
非就業ダミー	0.1081	0.5421
サンプル数	902	
ρ^2	0.2495	
修正済 ρ^2	0.2335	

6. おわりに

本研究では、聞き取り調査のデータをもとに、益城町における住まいの意向調査（郵送調査）に未回答だった世帯の実態を明らかにした。

- 1) 世帯に関する情報の分析では、世帯分類ごとに回答に影響を与える要素が異なることを示した。現役世帯は、世帯に女性の占める割合が少ない、10分未満の短い対話時間および10年未満の短い居住年数が郵送調査未回答に影響を与えることを確認した。二世帯世帯は、世帯の成人平均年齢が高い、就業者数が多い、10分未満の短い対話時間が郵送調査未回答に影響を与えることを確認した。高齢世帯は、世帯における女性の占める割合が少ない、仮設住宅後の住まいの意向が未定であるときに郵送調査未回答に影響を与えることを確認した。
- 2) 世帯内の個人が世帯の郵送調査回答に与える影響を評価するため、集団意思決定モデルを応用し、回答行動に関するモデル構築を行った。推定の結果、世帯構成員が若年層または80代以上、男性のときに無回答となる傾向にあることが明らかとなった。また、世帯主が世帯の回答行動に影響を与えていることを確認した。

課題と今後の展望について以下に示す。

- 1) 今回構築したモデルでは、特に高齢世帯において推定された回答行動と実際の回答行動に乖離があることを確認している。背景として、聞き取り調査で得られた自由回答から、構成員の身体的問題などが影響している可能性が考えられるが、現在は推察に留まっている。しかし、仮設住宅における要介護、要支援者の情報は行政や支援団体が把握しており、その情報を結合させるとモデルの更なる精緻化が見込める。様々な情報を収集することでモデルの改良に取り組みたい。
- 2) 本研究では世帯または個人に関する情報が調査回答行動に与える影響の分析およびモデル構築を行ったが、例えば自宅再建を決めているから郵送調査には回答しないなど、特定の選択肢への意思決定が無回答の要因となりうることも考えられる。ここには調査回答有無とは別の集団意思決定が行われていることが予想できるため、複合的な集団意思決定理論に基づいたモデル構築への展開が考えられる。潜在クラスモデルを用いて複数の意思決定ルールを統合する既往研究²⁹⁾などを参考として、今後の研究課題としたい。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP18H01561の助成を受けた成果の一部です。

参考文献

- 1) 益城町：ましきラボによる「仮設住宅への聞き取り調査」, 益城町復興計画, 資料 4.3, pp.99-111, http://www.town.mashiki.lg.jp/common/Upload-FileDsp.aspx?c_id=137&id=945&sub_id=1&flid=3596, 2016.12.
- 2) 土屋隆裕：調査不能者の特性に関する一考察-「日本人の国民性第 11 次全国調査」への協力理由に関する事後調査から-, 統計数理, 第 53 巻第 1 号, pp. 35-56, 統計数理研究所, 2005.
- 3) Hanna Tolonen, Tiina Laatikainen, Satu Helakorpi, Kirsi Talala, Tuija Martelin and Ritva Prättälä: Marital status, educational level and household income explain part of the excess mortality of survey non-respondents, *European Journal of Epidemiology*, Volume 25, Issue 2, pp. 69-76, 2009.
- 4) H S Picavet: National health surveys by mail or home interview: effects on response, *J Epidemiol Community Health*, 55(6) pp.408-413, 2001.
- 5) Horikoshi N, Iwasa H, Yasumura S, Maeda M: The characteristics of non-respondents and respondents of a mental health survey among evacuees in a disaster: The Fukushima Health Management Survey, *Fukushima J Med Sci*, 19;63(3), pp.152-159, 2017.12.
- 6) 長濱康希, 佐藤嘉洋, 円山琢也: 震災復興期における郵送調査未回答者層の実態と意識: 熊本地震益城町の事例, 土木学会全国大会 第 72 回年次学術講演会, 2017.09.
- 7) 益城町：住民アンケート調査結果, 益城町復興計画, 資料 4.2, pp.79-98, http://www.town.mashiki.lg.jp/common/Upload-FileDsp.aspx?c_id=137&id=945&sub_id=1&flid=3596, 2016.12.
- 8) Harry L. Davis: Decision Making within the Household, *Journal of Consumer Research*, Vol.2, No.4, pp.241-260, 1976.
- 9) Fredrik Carlsson, Haoran He, Peter Martinsson, Ping Qina, Matthias Sutter: Household decision making in rural China: Using experiments to estimate the influences of spouses, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol.84, Issue 2, pp.525-536, 2012
- 10) Mesganaw Fantahun, Yemane Berhane, Stig Wall, Peter Byass and Ulf Högberg: Women's involvement in household decision-making and strengthening social capital—crucial factors for child survival in Ethiopia, *Acta Paediatr*, 96(4), pp.582-589, 2007.
- 11) 張峻屹, 桑野将司, 藤原章正: 集団離散選択モデルの比較分析: 世帯の車種選択を例に, 土木計画学研究・論文集, No.23 no.2, 2006.09.
- 12) 張峻屹, 藤原章正, 桑野将司, 杉恵頼寧, 李百鎮: 集団意思決定メカニズムを考慮した世帯居住地選択行動の調査とモデル化: 都市計画論文集, 41.3 巻 pp.97-102, 2006.
- 13) Elizabeth J. Wilson, Gary L. Lilien, and David T. Wilson: Formal Models of Group Choice in Organizational Buying: Toward a Contingency Paradigm, *Advances in Consumer Research* Vol.16, pp.548-554, 1989.
- 14) Choffray, Jean-Marie and Gary L. Lilien: *Market Planning for New Industrial Products*, New York: Wiley, 1980.
- 15) 藤田陽一: 郵送法の督促効果, 中央調査報, 中央調査社, 1983.
- 16) 小嶋文, 久保田尚: 調査主題への関りから見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, 64 巻 3 号, pp.367-379, 2008.
- 17) 森尾淳, 平見憲司, 高橋勝美, 西野仁, 松本正生: パーソントリップ調査の無回答への対応方策に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010.06.
- 18) 益城町都市計画課: 益城町 今後のお住まいの意向等に関するアンケート調査-調査結果報告-, http://www.town.mashiki.lg.jp/common/Upload-FileDsp.aspx?c_id=138&id=1008&sub_id=3&flid=3763, 2017.03
- 19) 渡邊萌, 佐藤嘉洋, 円山琢也: 熊本地震における益城町仮設住宅入居者の居住地選択意向分析, 都市計画論文集, Vol. 52. No.3, pp.1094-1100, 2017.10.
- 20) 川野倫輝, 佐藤嘉洋, 円山琢也: 対話時間と単語数を考慮した聞き取り調査の自由回答分析方法の提案—熊本地震における益城町仮設住宅聞き取り調査への適用—, 都市計画論文集, Vol.53. No.1, pp.67-75, 2018.04.
- 21) 佐藤嘉洋, 円山琢也: 郵送調査未回答世帯の傾向分析-熊本地震復興初期における益城町での調査を事例として-, 第 53 回土木計画学研究発表会 (秋大会), 2017.11.
- 22) A.Jeanne M.Van Loon, Marja Tjihuis, H.Susan J.Picavet, Paul G.Surtees, Johan Ormel: Survey Non-response in the Netherlands: Effects on Prevalence Estimates and Associations, *Annals of Epidemiology*, Vol.13, Issue 2, pp.105-110, 2003.
- 23) 前田忠彦: 郵送調査法の特徴に関する一研究-面接調査法との比較を中心として-, 統計数理第 53 巻第 1 号, pp57-81, 統計数理研究所, 2005.01.
- 24) 円山琢也, 平原雄太郎: 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, 第 49 回土木計画学研究発表会 (春大会), 2014.6.
- 25) 桑野将司, 張峻屹, 藤原章正: 複数の意思決定ルールを取り入れた世帯離散選択モデルの開発と車種選択分析への応用, 土木計画学研究・論文集, Vol.24 no.3, 2007.09.

(2018.4.27 受付)

GROUP DECISION MODELING APPROACH TOWARD ANALYZING THE
RESPONSE BEHAVIOR IN A MAIL-BASED SURVEY OF HOUSEHOLDS IN
TEMPORARY HOUSING IN MASHIKI

Yoshihiro SATO and Takuya MARUYAMA