

# 世帯に着目した熊本 PT 調査の回答行動分析

熊本大学 学生会員 ○細谷謙太 佐藤嘉洋 川野倫輝 正会員 円山琢也

## 1. はじめに

交通調査にどのような世帯が未回答なのか、またどういった回答方法を選択しているのかを分析することは回収データの質確保や回収率の増加に重要である。既存研究<sup>1)</sup>ではどのような個人が2012年熊本都市圏パーソントリップ調査(以下、PT調査とする)に参加していたのかを詳細に明らかにし、回答行動選択モデルの構築を行った。しかし個人単位での分析となっていたため、調査回答の意思決定が的確にモデル化出来ていなかった。そこで本研究では、世帯単位でのグループ型選択行動モデルを用いて、世帯に着目した調査回答選択行動の分析手法を提案しPT調査データに適用することを目的とする。

## 2. 世帯単位の回答行動モデル

世帯属性別のPT調査参加の傾向を把握するために以下のようなモデルを提案する。世帯*i*に*J<sub>i</sub>*人の世帯構成員がいるとする。このうち一人が世帯の回答を代表して答えると仮定する。世帯*i*が調査に回答する場合、*j*番目の構成員が回答する確率を*P<sub>i,j</sub>*とする。また、無回答の場合を*j = 0*とし、その確率を*P<sub>i,0</sub>*とする。無回答の効用関数*V<sub>i,0</sub>*、および世帯構成員*j*が回答を行う効用関数*V<sub>i,j</sub>*を以下のように定義する。

$$V_{i,0} = \sum_k \alpha_k x_{k,i}, \quad V_{i,j} = \sum_l \beta_l y_{l,j} \tag{1}$$

式(5)において*x<sub>k,i</sub>*は世帯属性に関する説明変数、*y<sub>l,j</sub>*は個人属性に関する説明変数、*α<sub>k</sub>*、*β<sub>l</sub>*はそのパラメータを示す。*P<sub>i,0</sub>*および*P<sub>i,j</sub>*に多項ロジットモデルを適用すると、選択確率は以下の式で表すことが出来る。

$$P_{i,0} = \frac{\exp V_{i,0}}{\exp V_{i,0} + \sum_{j=1}^{J_i} \exp V_{i,j}} = \frac{\exp \sum_k \alpha_k x_{k,i}}{\exp \sum_k \alpha_k x_{k,i} + \sum_{j=1}^{J_i} \exp \sum_l \beta_l y_{l,j}} \tag{2}$$

$$P_{i,j} = \frac{\exp V_{i,j}}{\exp V_{i,0} + \sum_{j=1}^{J_i} \exp V_{i,j}} = \frac{\exp \sum_l \beta_l y_{l,j}}{\exp \sum_k \alpha_k x_{k,i} + \sum_{j=1}^{J_i} \exp \sum_l \beta_l y_{l,j}} \tag{3}$$

本調査では、世帯*i*の中で何番目の構成員が回答したのかは不明である。しかし本モデルより世帯が回答する確率は $\sum_j P_{i,j}$ で与えられることを利用する。このとき、実現した状態を示す同時確率 *L\** と対数尤度 *L* はそれぞれ以下で表され、この式を利用してパラメータの最尤推定を行う。

$$L^* = \prod_{i \in N} P_{i,0}^{1-\delta_i} \left( \sum_{j=1}^{J_i} P_{i,j} \right)^{\delta_i} \tag{4}$$

$$L = \ln L^* = \sum_{i \in N} \left\{ (1 - \delta_i) \ln P_{i,0} + \delta_i \ln \sum_{j=1}^{J_i} P_{i,j} \right\} \tag{5}$$

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & : \text{世帯} i \text{ が回答の場合} \\ 0 & : \text{世帯} i \text{ が無回答の場合} \end{cases} \tag{6}$$

今回*x<sub>k,i</sub>*には単身世帯ダミー、世帯人数、居住地ゾーンの利用地域割合を設定し、*y<sub>l,j</sub>*には年齢、性別の個人属性を設定した。表-1に推定結果を示す。PT調査回答率には、性別、年齢、世帯人数などが影響を及ぼしている。具体的には、低層住居専用地域に比べ中高層住居専用地域のパラメータが大きくなっており、これらは低層住居専用地域が一戸建てが多く、PT調査をはじめとする社会調査に参加しやすいことを示している。また、男女とも年齢が高くなるほど回答しやすく、高齢者がいる世帯ほど参加する傾向にある。

表-1 PT調査の選択行動モデル推定結果(1)

| 説明変数   | パラメータ | t値        |    |
|--|-------|-----------|----|
| <b>世帯属性(α<sub>k</sub>)</b>                                   |       |           |    |
| 定数項  | 1.69  | 16.1      | ** |
| 単身世帯   | 0.11  | 1.53      |    |
| 世帯人数   | 0.25  | 12.9      | ** |
| 低層住居専用地域   | -0.61 | -2.97     | ** |
| 中高層住居専用地域  | -0.19 | -2.69     | ** |
| 近隣商業地域   | -0.81 | -2.91     | ** |
| 準工業地域  | -0.32 | -1.91     |    |
| <b>個人属性(β<sub>l</sub>)</b>                                   |       |           |    |
| 男性20歳ダミー   | -0.69 | -5.18     | ** |
| 男性:年齢(20歳代を除く)   | 0.01  | 5.05      | ** |
| 女性:年齢  | 0.02  | 14.46     | ** |
| 初期尤度   |       | -9204.301 |    |
| 最終尤度   |       | -7504.78  |    |
| ρ <sup>2</sup>   |       | 0.185     |    |
| 修正済みρ <sup>2</sup>   |       | 0.184     |    |
| *:5%有意, **:1%有意  |       |           |    |
| α <sub>k</sub> :回答ありだとパラメータ低い, β <sub>l</sub> :回答ありだとパラメータ高い |       |           |    |

表-2 は説明変数の組み入れ方を変更している。  $x_{k,i}$  には表-1 と同様の説明変数を設定し、  $y_{l,j}$  には年齢、性別をダミー変数として設定した。性別の傾向において、若い世帯では女性の回答率が高いが 60 歳を境に、男性の回答率が高くなっている。これは選挙の投票率と同様の傾向となる。<sup>2)</sup>

表-2 PT 調査回答有無の選択行動モデル推定結果 (2)

| 説明変数                               | パラメータ    | t値        |      |
|------------------------------------|----------|-----------|------|
| <b>世帯属性(<math>\alpha_k</math>)</b> |          |           |      |
| 定数項                                | 2.62     | 9.71      | **   |
| 単身世帯                               | -0.03    | -0.44     |      |
| 世帯人数                               | 0.22     | 10.98     | **   |
| 低層住居専用地域                           | -0.57    | -2.76     | **   |
| 中高層住居専用地域                          | -0.18    | -2.48     | *    |
| 近隣商業地域                             | -0.71    | -2.54     | *    |
| 準工業地域                              | -0.32    | -1.90     |      |
| <b>個人属性(<math>\beta_l</math>)</b>  |          |           |      |
| 男性                                 | 20歳代ダミー  | 0.07      | 0.24 |
|                                    | 30歳代ダミー  | 0.78      | 2.81 |
|                                    | 40歳代ダミー  | 1.16      | 4.16 |
|                                    | 50歳代ダミー  | 1.66      | 5.26 |
|                                    | 60歳代ダミー  | 2.17      | 7.41 |
|                                    | 70歳以上ダミー | 2.23      | 7.39 |
| 女性                                 | 20歳代ダミー  | 1.17      | 4.49 |
|                                    | 30歳代ダミー  | 1.81      | 7.00 |
|                                    | 40歳代ダミー  | 2.20      | 8.11 |
|                                    | 50歳代ダミー  | 2.24      | 8.27 |
|                                    | 60歳代ダミー  | 2.16      | 7.57 |
|                                    | 70歳以上ダミー | 1.47      | 4.56 |
| 初期尤度                               |          | -9204.301 |      |
| 最終尤度                               |          | -7432.124 |      |
| $\rho^2$                           |          | 0.193     |      |
| 修正済み $\rho^2$                      |          | 0.190     |      |

\*:5%有意, \*\*:1%有意

$\alpha_k$ :回答ありだとパラメータ低い,  $\beta_l$ :回答ありだとパラメータ高い

3. 紙と WEB の回答方式選択の決定木分析

2012 年 PT 調査は、世帯ごとに紙調査票での回答(以下、紙回答)か web 回答のどちらか一方式で回答する調査であった。

図-1 は単身世帯における PT 調査参加回答方法を決定木分析した結果である。男性、47.5 歳未満、学生、第二次産業、第三次産業の各属性で web 回答率が高い。既存研究<sup>1)</sup>で用いられたロジットモデルと比較して、本研究では決定木分析を用いることで、属性の組み合わせによる回答選択行動の違いを明らかにした。

図-2 は子供のいる世帯における PT 調査参加回答方法を決定木で分析した結果である。平均トリップ数が少ない世帯において web 回答の割合が多い。この理由として、web 回答は手間がかかることですべてのトリップを入力していない可能性があり得る。

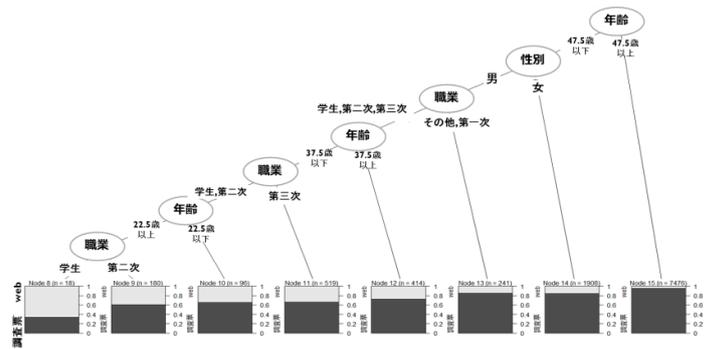


図-1 単身世帯 回答方法決定木分析

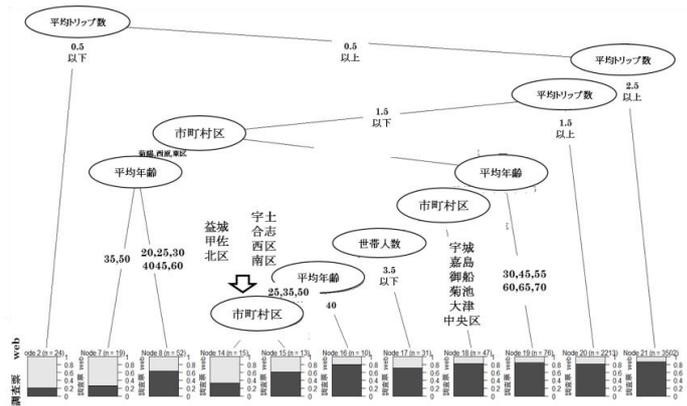


図-2 子供のいる世帯 回答方法決定木分析

4. おわりに

本研究の成果を以下に示す。

- 1) 世帯に着目した PT 調査回答行動選択モデルを構築し、年齢が高い人が世帯にいるほど、PT 調査に回答すること等を明らかにした。
- 2) 決定木を用いて世帯属性別の回答方法を分析し、世帯属性の組み合わせによる回答選択行動の違いを明らかにすることが出来た。

今後の展望としては、モデルの精査および決定木分析とグループ意思決定モデルとの比較分析を行うことで調査回答選択モデル全体の構築、評価を行いたい。また、得られた知見から今後実施される社会調査において世帯属性別に調査方法を変化させる手法の検討や、有効回収率を増加させるための調査手法の検討につなげていきたい。

【参考文献】

- 1) 平原雄太郎, 円山琢也: 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, 2014
- 2) 円山琢也, 照屋尚大, 日高陸生: 選挙投票率と PT 調査参加率の比較分析, 土木学会論文集 D3, Vol. 72, No. 5, pp. 955-962, 2016