

フォローアップ調査の無回答者を考慮したTFP調査の施策効果の分析*

Evaluation of Travel Feedback Program Considering Unit-Nonresponse at Follow-up Survey*

山本俊行**・高橋真人***

By Toshiyuki YAMAMOTO**・Masato TAKAHASHI***

1. はじめに

TFP（トラベル・フィードバック・プログラム）調査は、モビリティ・マネジメントにおける中心的役割を担っている。PT（パーソン・トリップ）調査などの通常のアンケート調査が行動や嗜好をありのままに答えてもらい、行動履歴や選好の取得を目的としているのに対し、TFP調査はアンケートを通じて個人の交通行動に対する態度や行動そのものを変容させることを目的とするものである¹⁾。したがって、通常のアンケート調査と比較して、TFP調査の標本に対する母集団代表性の仮定は成り立たない可能性が高い。著者らの先行研究²⁾においても、態度・行動変化と調査への回答に正の相関がある可能性を示唆する結果が得られている。

態度・行動変化と調査への回答に正の相関がある場合、最終的な回答者の平均的な態度・行動変化をフォローアップ調査の無回答層を含めた母集団に拡大することは、TFP効果の過大評価につながる。本研究では、フォローアップ調査の無回答者の存在を考慮したTFP効果の算出方法を構築し、平成18年度に名古屋市で行なわれたTFP調査を対象とした分析を行う。本研究で提案する手法を用いることで、より妥当性の高いTFP効果の算出が可能となるとともに、フォローアップ調査への回答行動と態度・行動変化に影響を及ぼす要因を特定することで、フォローアップ調査で無回答となる確率を考慮した上で、効率的な被験者抽出が可能となる。

2. 名古屋TFP調査の概要

この調査では、抽出した被験者（世帯）を制御群、簡易TFP、ワンショットTFPの3グループに分け、抽出された世帯毎に訪問（簡易TFPのみ）または郵送で調査票を配布した。調査フローは図1に示す通りであり、各調査の調査項目を表1に示す。また、各調査の回収世帯数と回収率を表2に示す。図2に調査の事前と事後での自動車

利用変化量の分布図を示す。図より、「0」（変化なし）が突出していることがわかる。このことから、変化量を正規分布と仮定できるかどうかは疑問であり、行動変化の検証の際に留意すべきである。また、簡易TFP、ワンショットTFP、制御群の分布が似ており、検定の結果、変化量に有意な差は確認できなかった。調査の詳細については長嶋・山岸³⁾の報告を参照されたい。

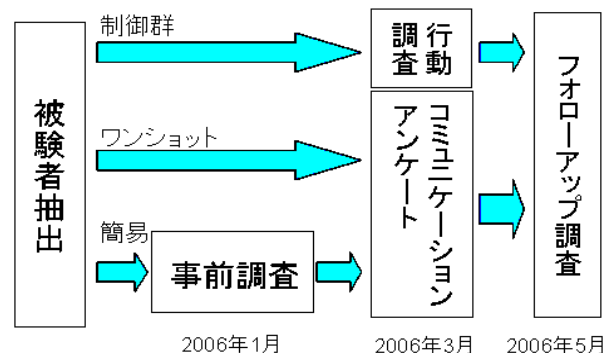


図1 調査のフロー

表1 各調査様式と概要

調査様式	調査項目	対象*	時期**
様式1	クルマ利用に対する意識	簡、ワ、制	事前、CE フォロー
	普段の交通手段利用状況		
様式1-1	公共交通で行ける場所	簡	事前
様式2	提供した公共交通情報の評価	簡、ワ	CE
	通勤、商業地区、その他目的の行動プラン		

*簡：簡易TFP、ワ：ワンショットTFP、制：制御群

**CE：コミュニケーションアンケート（制御群は「行動調査」）

表2 回収世帯数と回収率

	事前調査	CE*	フォロー
簡易	1607(35.1%)	1082(73.0%)	682(63.2%)
ワンショット		400(38.5%)	232(63.0%)
制御群		454(43.7%)	249(58.3%)

*CE：コミュニケーションアンケート（制御群は「行動調査」）（回収率）

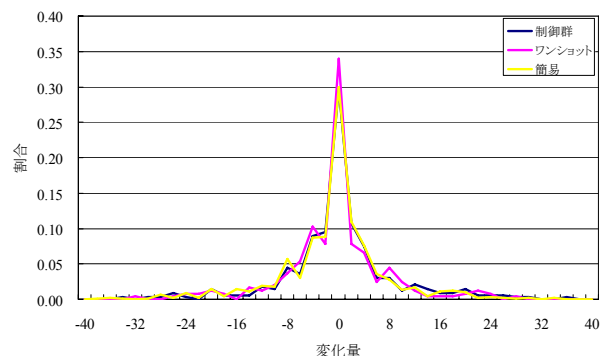


図2 クルマ利用変化量の分布

*キーワード：調査論、意識調査分析、交通行動分析

**正員、博(工)、名古屋大学大学院工学研究科

(名古屋市千種区不老町、Tel: 052-789-4636, Fax: 052-789-5728

e-mail: yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp)

***正員、修(工)、アビームシステム株式会社

3. 分析手法の概要

本研究では、フォローアップ調査の無回答者に関するTFP効果を推定するために、フォローアップ調査への参加・不参加およびTFP効果としての自動車利用の減少・減少なし、に関する2変量2項プロビットモデルを構築した。TFP効果に関しては、自動車利用の変化量を直接被説明変数として用いることも可能であるが、図-2で示したように変更なしが突出していたことから、減少したか否かを被説明変数として用いることとした。

はじめに、TFP調査によって自動車利用が減少したか否かについて以下の式で表されると仮定する。

$$y_i^* = \beta x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{if } y_i^* < 0 \\ 1 & \text{if } 0 \leq y_i^* \end{cases} \quad (2)$$

ただし、 y_i は自動車利用が減少した場合0、減少しなかった場合1をとるダミー変数、 β は未知パラメータベクトル、 x_i は説明変数ベクトル、 ε_i は標準正規分布に従う誤差項を表す。一方、フォローアップ調査へ参加するか否かについては、以下の式で表されると仮定する。

$$z_i^* = \gamma x_i + \xi_i \quad (3)$$

$$z_i = \begin{cases} 0 & \text{if } z_i^* < 0 \\ 1 & \text{if } 0 \leq z_i^* \end{cases} \quad (4)$$

ただし、 z_i はフォローアップ調査に参加した場合0、参加しなかった場合1をとるダミー変数、 γ は未知パラメータベクトル、 ξ_i は標準正規分布に従う誤差項を表す。

ここで、 ε_i と ξ_i の間には誤差相関が考えられることから、被験者がフォローアップ調査に参加したか否か、および、TFP調査によって自動車利用が減少したか否か、を同時に観測する確率は2変量2項プロビットモデルで表される。ただし、TFP調査によって自動車利用が減少したか否かを観測できるのは、フォローアップ調査に回答した被験者に限られる。よって、観測されるのは、①フォローアップ調査に回答しない($z_i=1$)、②フォローアップ調査に回答し、自動車利用を減少させる($z_i=0, y_i=0$)、③フォローアップ調査に回答し、自動車利用を減少させない($z_i=0, y_i=1$)、の3ケースとなる。各ケースが観測される確率は以下の式で表される。

$$\Pr(z_i=1) = \Phi(\gamma x_i) \quad (5)$$

$$\Pr(z_i=0, y_i=0) = \Phi_2(-\gamma x_i, -\beta x_i, \rho) \quad (6)$$

$$\Pr(z_i=0, y_i=1) = \Phi_2(-\gamma x_i, \beta x_i, -\rho) \quad (7)$$

ただし、 Φ は標準正規累積分布関数、 Φ_2 は2変量標準正規累積分布関数、 ρ は ε_i と ξ_i 間の相関係数を表す。

以上より最尤推定法を用いて以下の式で表される対数尤度関数を最大化することで未知パラメータを推定することが可能となる。

$$LL = \sum_{i \in (y_i=1)} \ln \Phi(\gamma x_i) + \sum_{i \in (y_i=0, z_i=0)} \ln \Phi_2(-\gamma x_i, -\beta x_i, \rho) + \sum_{i \in (y_i=0, z_i=1)} \ln \Phi_2(-\gamma x_i, \beta x_i, -\rho) \quad (8)$$

また、推定されたパラメータを用いると、フォローアップ調査に参加した場合に自動車利用が減少する確率は以下の式で与えられる。

$$\Pr(y_i=0|z_i=0) = \frac{\Phi_2(-\hat{\gamma} x_i, -\hat{\beta} x_i, \hat{\rho})}{\Phi(-\hat{\gamma} x_i)} \quad (9)$$

ただし、 $\hat{\cdot}$ は推定値を表す。この式を用いることで、実際にはフォローアップ調査に参加しなかった被験者についても、フォローアップ調査に参加していた場合に自動車利用が減少していた確率を推定することが可能となる。

4. 推定結果

2章で示した調査データに対して3章で構築したモデルを適用した結果を表3に示す。表中では、フォローアップ調査への参加について、推定値が負値の場合にフォローアップ調査への参加確率が増加することを表し、自動車利用の減少について、推定値が負値の場合に自動車利用が減少する確率が増加することを表す。

表より、フォローアップ調査への参加・不参加に関しては、60歳以上男性である場合に参加確率が高くなることが示されており、高齢者特有の時間的余裕から、他と比較して参加への傾向が強くなったと思われる。また、初回の催促前の返送が有意に参加に影響しており、各分類で最初の調査に催促前に返信している被験者は、調査への参加意欲が高く、フォローアップ調査にも積極的に参加するものと推察される。さらに、いくつかの意識に関する項目が有意な値を取っており、客観的な属性以外の個人差が大きな影響を及ぼすことが示されている。

一方、自動車利用の減少の有無に関しては、簡易TFPはワンショットTFPと比較して、自動車利用の減少確率が減少するという予想外の結果が得られた。ただし、自宅から駅までの距離が500m以上の非駅徒歩圏の被験者に対する簡易TFPは自動車利用の減少確率を増加させる

という結果が得られており、両者を合わせると、駅徒歩圏では、既に公共交通に関する情報を持っているため、ワンショットTFPで十分である可能性を示している。また、世帯人数が自動車利用の減少に対して有意に影響している。これは、世帯の人数が増えることで自動車での移動の機会も増える反面、子どもなどの送り迎えと買い物を同時に済ませるなど、自動車利用の機会の多さ故に効率化できる機会も増加するため、このような結果になった可能性も考えられる。それに対して公共交通利用層は自動車利用の減少確率を減少させる結果が得られている。これは既に公共交通を利用している場合はTFP調査によってもさらなる自動車利用の減少はあまり期待できない可能性があることを示している。

意識に関する項目については、経済意識に敏感な層と潜在的車減少層が自動車利用の減少に有意に影響しており、自動車を利用することは経済的に良くないと思っている人や自動車利用を控える意識があってもまだ行動に移していない人には、TFPは有効であることが示された。経済意識に関しては、昨今の原油高の高騰によってガソリン価格が上昇し、自動車が主な交通手段である市民には家計を圧迫する一因ともなっている。このことから、クルマ利用と経済の意識に肯定的な市民は潜在的に多く存在し、その層にアプローチすることで大きなTFP効果をあげることが可能であると考えられる。

表3 2変量2項プロビットモデルの推定結果

	説明変数	推定値	t 値
フォロ ーア ッ プ 調 査 へ の 参 加	定数項	0.25	3.51
	簡易 TFP・4人世帯	0.15	2.00
	60代以上男性	-0.13	-2.04
	40代女性・簡易 TFP 郵送	-0.53	-2.52
	60～65歳女性	-0.30	-1.91
	初回調査に催促前に返送	-0.25	-4.04
	環境意識を持つ30代男性	-0.21	-2.08
	交通意識を持ち情報に敏感な層	-0.12	-2.04
	簡易 TFP・非駅徒歩圏で	-0.16	-2.03
	経済意識が曖昧な層	-0.16	-2.03
自 動 車 利 用 の 減 少	定数項	-0.29	-1.76
	簡易 TFP	0.23	2.29
	世帯人数	-0.07	-2.82
	公共交通利用層	0.20	2.67
	経済意識に敏感な層	-0.14	-2.14
	潜在的車利用減少層	-0.35	-2.06
	簡易 TFP・非駅徒歩圏	-0.26	-2.71
	相関係数	-0.85	-5.88
	サンプル数	1825	
	修正 p2 値	0.25	
	最終尤度	-1881.59	

次に、推定したパラメータを用いて式(9)により、フォローアップ調査の参加者および不参加者のそれぞれに対して、フォローアップ調査に回答した場合の自動車利用の減少確率を算出した。表4に示すように、フォローアップ調査の参加者が46.1%の自動車利用減少確率を持つのにに対して、フォローアップ調査の不参加者の自動車利用減少確率は22.9%と約半分の確率にとどまるとの結果が得られた。フォローアップ調査への参加者については、実際の自動車利用減少確率が45.4%と観測されており、表4の推定結果と若干の相違が見られた。これは、説明変数に欠損値を持つ被験者がいたため、モデルの構築に用いたサンプル数が実際の被験者数と完全には一致しないことによる。表より、フォローアップ調査の不参加者を含む被験者全体の自動車利用減少確率は35.1%と推定されており、フォローアップ調査への参加について実際に観測された値である45.4%と比較して、約10ポイント程度の値の減少が推定された。すなわち、フォローアップ調査への不参加者に対してフォローアップ調査への参加者と同じの自動車利用減少確率を当てはめてTFP効果を被験者全体に拡大した場合には、TFP効果を10ポイント程度過大評価することになることを意味する。

表4 TFP 効果の推定結果

	対象 人数	自動車利用 減少確率
フォローアップ参加者	959	46.1%
フォローアップ不参加者	866	22.9%
合計	1825	35.1%

2変量2項プロビットモデルの推定結果より、属性によってフォローアップの参加確率、および、自動車利用削減確率が大きく異なることが明らかとなった。この結果を用いれば、TFP効果の高い被験者をあらかじめ抽出することが可能である。ただし、表3中には客観的に観測可能な属性に加えて、意識調査項目の回答結果が含まれているが、被験者抽出の段階ではこの情報を用いることが出来ない。このため、被験者抽出に利用可能な変数のみに説明変数の候補を限定してモデルを再推定した。再推定結果を表5に示す。

表5の最終尤度を表3の結果と比較すると、意識調査項目を除去したことでモデルの説明力は統計的に有意に減少したことが分かる。ただし、修正p2値は大きく変化しておらず、モデルの説明力低下はそれほど大きくないことが示された。また、説明変数の推定結果は意識調査項目を導入した場合とほぼ同様の傾向を示していることが分かる。

表5の推定結果を用いて特定の被験者層に対するTFP効果を推定した。対象とした被験者層を以下に示す。

表5 客観的属性のみを用いた場合の推定結果

	説明変数	推定値	t 値
調査への参加	定数項	0.10	1.57
	簡易 TFP	-0.07	-1.07
	3人世帯	-0.17	-2.63
	60歳以上男性	-0.20	-3.00
	40, 50代女性・簡易 TFP	-0.41	-2.63
	郵送	-0.38	-2.27
自動車の利用減少	定数項	0.28	0.77
	簡易 TFP	0.05	0.50
	世帯人数	-0.09	-3.25
	30代男性・簡易 TFP	-0.31	-2.10
	駅非徒歩圏	-0.29	-3.03
	相関係数	-0.44	-1.20
	サンプル数	1882	
	修正 ρ^2 値	0.24	
	最終尤度	-1963.7	

- ① 自宅から駅まで500m以上の2人世帯の60代の男性に対してワンショットTFPを実施するケース
- ② 自宅から駅まで500m以上の3人世帯の30代男性に対して簡易TFPを実施するケース

以上の2ケースについてフォローアップ調査への参加確率、および、自動車利用減少確率を算出した結果を表6に示す。表より、対象とした2ケースについては、前被験者と比較して、フォローアップ調査への参加確率は10ポイント以下の向上にすぎないものの、自動車利用減少確率は20ポイントから30ポイント以上の向上が得られる可能性があることが示された。この結果は、効率的なTFP調査を実施することによるTFP効果の向上可能性は大きいことを意味するものである。

表6 特定の被験者層に対する TFP 効果の推定結果

	フォローアップ 参加確率	自動車利用 減少確率
被験者層 1*	60.7%	57.7%
被験者層 2**	55.7%	71.7%
全被験者	52.5%	35.1%

*自宅から駅まで 500m 以上の 2 人世帯の 60 代の男性に対するワンショット TFP

**自宅から駅まで 500m 以上の 3 人世帯の 30 代男性に対する簡易 TFP

5. おわりに

本研究では、TFP調査において、態度・行動変化と調査への回答に正の相関がある場合、最終的な回答者の平均的な態度・行動変化をフォローアップ調査の無回答層を含めた母集団に拡大することは、TFP効果の過大評価につながるの認識に基づき、フォローアップ調査の無回答者の存在を考慮したTFP効果の算出方法を提案した。

平成18年度に名古屋市で行なわれたTFP調査を対象とした分析の結果、TFP調査によって自動車利用を減少させる確率は、フォローアップ調査の回答者では45.4%であったのに対して、フォローアップ調査の無回答者では22.9%と推定された。これはフォローアップ調査回答者の半分程度の値となっており、直感的には妥当な値と考えられる。しかしながら、まだ一つの事例について算出した値に過ぎず、事例分析を重ねることで蓋然性を高める必要がある。

また、フォローアップ調査への回答行動と態度・行動変化に影響を及ぼす要因を特定した。その結果、特定の被験者層を抽出することで、フォローアップ調査で無回答となる確率を考慮した上で、約2倍のTFP効果を得られる可能性があることを示した。今後のTFP調査の効率性を高めるために、特定の属性を持つ被験者を抽出することが非常に有効であると考えられる。

最後に、本研究は、名古屋市住宅都市局から調査データの提供を受け、名古屋市でのモビリティ・マネジメントの展開に向けてTFPの効率化に関する検討を行った研究成果の一部である。

参考文献

- 1) 土木学会：モビリティ・マネジメントの手引き，丸善，2005.
- 2) 高橋真人，山本俊行，長嶋利久，山岸泰子：TFP調査における母集団代表性に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 36, CD-ROM, 2007.
- 3) 長嶋利久，山岸泰子：名古屋市における「交通エコライフ」浸透に向けた取り組み，第1回日本モビリティ・マネジメント会議，2006.