

交通調査における回答者インセンティブの効果の分析

広島大学国際協力研究科
広島大学工学部

学生会員
正会員

○福住 彰規
奥村 誠

1. 本研究の背景と目的

交通調査において、細かな行動や意識などを含む複雑な調査が増え、精度や回答率が低くなるなど実施上の問題点が多くなっている。本研究では、回答者にインセンティブ（謝礼）をつけることにより調査の精度を高めるという方法を取りあげ、一定の費用のもとで高い精度を得るインセンティブの水準を明らかにする。

2. インセンティブの影響とこれまでの考え方

インセンティブの正の影響には、①回収率の上昇の効果、②回答者がより真剣に調査に取り組むために、回答の精度が向上する、がある。負の影響には、①費用の増加、②回答者が自分の真の行動や意識とは異なった回答をする、が考えられる。

これまでは③の費用増加と①の効果の大小関係のみに着目し、後者が大きければインセンティブをつければよいと考えられていた。しかし、①の効果は全ての層について一様なわけではない。このとき、層ごとに平均値が異なれば、単純平均値にバイアスが生じるという問題がある。また④のようにインセンティブの有無で層ごとの平均値が異なる場合は、修正不可能なバイアスが発生する。

本研究ではこのような問題点を回避しつつ、②の効果を考慮したインセンティブ調査の設計法を提案する。

3. インセンティブ調査の理論的考察

上述した4つの影響を全て考慮して、単純平均値に発生するバイアスを修正しつつ、母平均推定量の分散を最小化する重みの設定法を理論的に誘導し、それにより精度と費用の関係を求めた。

配布数に比例する費用を C_x 、回収数に比例する費用を C_0 、配布枚数を m 、回収枚数を n とする。費用の可変部分を C とすると、精度と費用の関係は次のようになる。

(1)インセンティブが回答内容を変化させず、回収率の上昇率が一様な場合(これまでの研究の想定)

母平均推定量の分散を σ_x^2 、平均回収率を e 、標本

分散を s^2 とすると、

$$C = \left(\frac{C_x}{e} + C_0 \right) \frac{s^2}{\sigma_x^2}$$

(2)①回収率の上昇が層間で一様でないか、②の影響により回答の精度を変化させる場合。

基準分布における層 i の占める割合を R_i とする。

(i)層によって平均値が異なる場合 ($\mu_i \neq \mu$)

$$C = (C_x + C_0 \cdot \bar{e}) \left(\frac{1}{\sigma_x^2} \right) \sum_i \left(\frac{R_i}{e_i} \right) s_i^2$$

(ii)層によって平均値が異ならない場合 ($\mu_i = \mu$)

$$C = (C_x + C_0 \cdot \bar{e}) \frac{1}{\sigma_x^2 \left(\sum_i \frac{e_i R_i}{s_i^2} \right)}$$

いずれのケースでも④の問題が発生していないかを、インセンティブ有無のサンプルの平均値の同一性検定 (t 検定) で確認する。同一性が棄却されればインセンティブをつけることはできない。

インセンティブをつけない場合にも同様に、母平均推定量と費用の関係を導くことができるので、インセンティブの有無の2ケースで費用を比較すればよい。

4. 実調査データに基づく最適調査方法の考察

実際の調査データを用い、インセンティブの有無が各属性の分布や、行動の分布に偏りを生んだかどうかを検定した。また、検定の結果と精度と費用、回収率と費用の関係をもとに調査項目ごとの最適インセンティブを明らかにした。

(1)回収率と費用の変化率の比較

まず、従来の考え方で回収率と費用の違いのみを考える。結果を表1に示す。表よりどのインセンティブをつけた場合にも、回収1枚当りの費用の比 (c_i/e_i) が1より大きくなっている。これより、従来注目されていた回収率の向上効果は、費用を上回るわけではなく、どのインセンティブも有効でないと判断されることになる。

表1 片道所要時間の回収1枚当りの費用

インセンティブ	0(なし)	1(地図)	2(砂糖)	3(洗剤)	4(図書券)
回収率 e_i	0.15	0.16	0.23	0.33	0.44
コスト(配布一枚当り) c_i	133.3	153.3	233.3	333.3	633.3
c_i / e_i	886.45	959.36	1001.25	1021.40	1443.33
c_i / e_i の比	1.00	1.08	1.13	1.15	1.63

(2)回収率上昇の不均一性を考慮した場合

次に回収率が層によって異なることを考慮した場合の計算例を表2に示す。3で述べた理論式を用い精度と費用の関係を求めた結果、インセンティブなしに比べて同一の分散を得るための費用が約2/3となり、インセンティブの効果が大きいことがわかる。これは、もともと精度の低い層の回収率の向上が相対的に大きかったためである。このように従来では効果がないとされるケースでもインセンティブの効果があることがわかった。

表2 駐車待ち回数の精度と費用の関係式(1)

インセンティブ1(地図)		比較
各層の割合(R_i)	性別0(男性) 性別1(女性)	
	0.32 0.68	
基準分布の平均 μ_i	0.4 0.7	層間で異なる
基準分布の分散 σ_i^2	0.58 0.78	Δ 層間で異なる
IC付きの回収率 e_i	0.06 0.09	層間で異なる
IC付きの平均 x_i	0.5 0.5	基準と異なる
IC付きの母分散 s_i^2	0.38	基準と異なる
精度と費用の関係式	$1594.6 / \sigma_i^2$	
インセンティブなしのとき	$2333.9 / \sigma_i^2$	

IC:インセンティブ Δ :F検定では有意に差がない

(3)回答精度の向上がある場合

地区外の月訪問回数の項目について、3で述べた理論式を用い精度と費用の関係を求めた結果を表3に示す。表より、インセンティブをつけた時の分散が約1/2となっているため、インセンティブなしに比べて費用が約1/2となり、インセンティブの効果が大きいことがわかる。

表3 地区外の月訪問回数の精度と費用の関係式(2)

インセンティブ1(地図)		比較
基準分布の平均 μ_i	3.0	
基準分布の分散 σ_i^2	7.23	
IC付きの回収率 e_i	0.15	
IC付きの平均 x_i	2.4	基準と異なる
IC付きの母分散 s_i^2	3.66	基準と異なる
精度と費用の関係式	$4810.3 / \sigma_i^2$	
インセンティブなしのとき	$9036.6 / \sigma_i^2$	

IC:インセンティブ

(4)インセンティブの効率性

以上の2つのケースのように、従来着目されていた回収率の向上の効果が費用の上昇を上回らな

いケースでも、インセンティブをつけたことにより回答の精度が上がる場合が存在する。3の理論式はこれらの2つの効果が同時に作用する場合にも適用できる。

その他の調査項目についても同様な計算を行い、インセンティブの有効性を確かめた。表4の中で、インセンティブをつけることで精度が向上するケースを○、最も効率的な方法を◎で示す。

表4 インセンティブの効率性

調査項目	1(地図)	2(砂糖)	3(洗剤)	4(図書券)
片道所要時間	◎	○	○	-
買物時間	-	-	-	-
使用金額	-	-	-	-
同行人数	-	-	-	-
買物ヶ所	-	◎	-	-
駐車場支払意志額	-	-	-	-
地区外の訪問ヶ所数	-	-	-	-
地区外の月訪問回数	◎	-	-	-
駐車待ち回数	◎	○	-	-
駐車待ち時間	○	-	◎	-

表より、一概にどのインセンティブが有利とは言えない。すなわち、調査においてどの項目を重視するかによって最適なインセンティブは変わることから、事前調査の役割が大きいことが再確認された。

以上の結果は、インセンティブなしのサンプルが母集団を代表していると仮定して計算したが、サンプル全体が母集団を代表していると仮定したときも同様の結果を得た。

5. 結論

これまでインセンティブの効果として考えられてきた回収率の向上は、今回の調査データを見ると、調査費用の増加分を上回るものではなかった。しかし、そのようなケースでも、精度の向上効果や層ごとの回収率の向上が不均一であることを考慮すれば、インセンティブが効率的になることを具体的に示すことができ、回答者インセンティブの効果があることがわかった。

以上の結果により、インセンティブの効果を定量的に評価することができ、今後の交通調査の効率化に役立つことが期待される。