

現実的な行動を観測するための テーラーメイド型 SP 調査

三荒 智也¹・倉内 文孝²・宇野 伸宏³・馬場 悠介⁴

¹正会員 (株) ニュージェック (〒531-0074 大阪市北区本庄東2丁目3番20号)

E-mail: miaratom@newjec.co.jp

²正会員 岐阜大学工学部教授

E-mail: kurauchi@gifu-u.ac.jp

³正会員 京都大学経営管理大学院准教授

E-mail: uno@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 東京電力 (株)

E-mail: baba.yusuke@tepcoco.jp

従来行われてきたSP調査(表明選好法)は、経路や施策を自由に設計できることから多くの行動分析に用いられてきた。しかし仮想状況下での調査であり、現実の場面との乖離が指摘されている。本研究では、第1段階としてRP調査で事前にモニター1人1人の日常の交通行動を把握し、これらの結果をもとに第2段階では、モニター1人1人の普段の行動に即した各個人で異なる調査票を作成し利用者の選好をたずねる「テーラーメイド型SP調査」を実施した。被験者は、日頃の行動に加えて新たな情報が提供されることから、より現実的に即した選択を行っていることが期待される。従来型SP調査およびテーラーメイド型SP調査をWebアンケート形式で実施し、分析した結果、従来型はテーラーメイド型と比べ、施策に対してより感度が大きい傾向が見られた。これより、テーラーメイド型SP調査により、現実の場面との乖離が軽減され、信頼度の高い結果が得られることを確認した。

Key Words : *tailor-made survey, travel behaviour, traffic information provision*

1. はじめに

従来行われてきた SP 調査(表明選好法)は、経路や施策を自由に設計できることから多くの行動分析に用いられてきた。しかし仮想状況下での経路選択となるため、現実の場面との乖離が指摘されており現実的な行動を観測しているとはいえない。現実的な交通行動を把握するには、より信頼度の高い結果を得ることが必要不可欠となる。本研究では、SP調査(Stated Preference)とRP調査(Revealed Preference)を組み合わせたテーラーメイド型SP調査¹⁾を実施する。SP調査(表明選好法)は、利用者の選好をたずねることで反応行動を定量的に評価でき、経路や施策を自由に設計できることから、多くの交通行動分

析調査に用いられている。しかし仮想状況下での調査であり、現実の場面との乖離が指摘されている。一方で、RP調査(顕示選好法)は、利用者の現実の行動をたずねることで信頼性の高いデータを得ることができるが、新たな選択肢を評価することが困難である。そこで、第1段階としてRP調査を行い、事前にモニター1人1人の日々の行動やSP調査に必要な情報を把握し、これらの結果をもとに第2段階では、実際の行動に即したSP調査を実施する(図1)。このようなテーラーメイド型SP調査により仮想的な状況であっても現実的な選択が可能となり、SP調査の課題であった現実の場面との乖離が軽減されることが期待できる。本研究では従来の仮想状況におけるSP調査とテーラーメイド型のSP調査の比較分

析を行い、調査手法の妥当性について検討する。

2. 調査概要

(1) RP調査(第1段階)

まず、SP調査(第2段階)に向けてモニター1人1人の日常のODや代替経路のなどについて把握するため、2013年8月19日～2013年8月31日の13日間に、以前、阪神高速道路OD調査にご協力頂いたモニターにメールにて調査を依頼し、Webアンケートを実施した。この調査は、主に実際の行動を質問することから、RP調査(第1段階)と位置づけている。次に、SP調査(第2段階)では、突発事象時の新たな交通情報提供による経路選択行動の分析を行うため、高速道路上の交通情報メディアの利用状況や、新たな交通情報提供のニーズについて調査を行った。(図2)

今回対象とする阪神高速道路は、1号環状線と大阪市中心部(環状線)に向かう放射路線から成り立つ都市高速道路である。大阪市中心部(環状線)に向かう路線は、一般道と並走していることが多く、交通状況により阪神高速道路と一般道との経路選択が行われていることが予想される。本調査では、対象出口(表1)を利用することを「阪神高速道路の特定利用(環状線方面への利用)」とし、阪神高速道路の大阪市中心部(環状線)に向かう交通を対象として、阪神高速道路と一般道の経路選択行動について分析を行う。阪神高速道路の特定利用(環状線方面への利用)に関しては、「対象出口(表1)の利用有無」、「利用入口・出口」、「利用頻度」、「利用目的」、「所要時間」、「利用日」、「利用時間帯」、「ETCの利用有無」、「高速料金の負担者」、「ルート案内の利用」の計10問とした。代替経路に関する調査に関しては、図3のように、阪神高速道路(特定利用時)の代替経路となる道路をGoogleMap上にプロットすることで、各モニターの代替経路(阪神高速道路以外の道路)データを抽出する。この経路データは、阪神高速ODデータを加え、SP調査(第2段階)で使用する。

(2) SP調査(第2段階)

SP調査(第2段階)は、RP調査(第1段階)のモニターから選定した対象者に調査を依頼し、2013年12月13日～2013年12月27日の計15日間Webアンケートを実施した。図4のように選定した対象者の一部を従来型SP調査の対象とし、調査手法の比較分析を行う。突発事象時の新たな交通情報提供

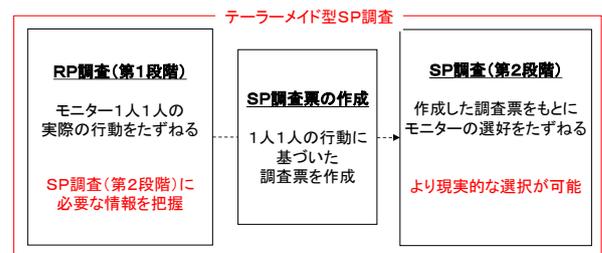


図1 テーラーメイド型SP調査の手順

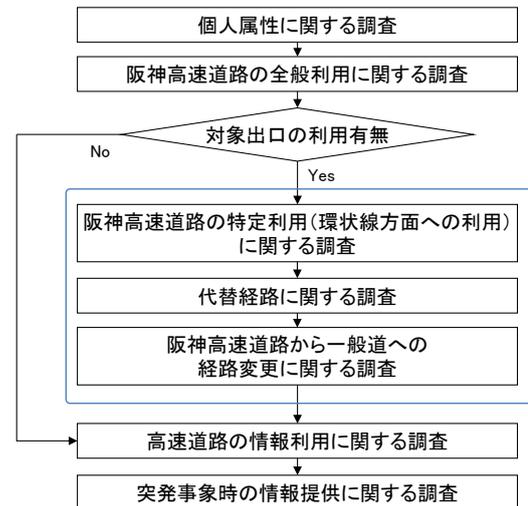


図2 RP調査(第1段階)のフロー

表1 対象出口リスト

路線	対象出口名			
1号環状線	北浜	本町	道頓堀	夕陽丘
	なんば	湊町	信濃橋	土佐堀
11号池田線	梅田	出入橋		
12号守口線	南森町	扇町		
13号東大阪線	法円坂			
14号松原線	天王寺			
16号大阪港線	阿波座			



図3 代替経路入力画面

による経路選択行動の分析を行うため、SP 調査（第2段階）ではRP 調査（第1段階）の結果を踏まえ、経路選択に影響を及ぼす可能性が高い因子を「障害の種類」、「渋滞長」、「処理見込時間」、「一般道所要時間」の4因子とした。この4因子について、表2のように3水準をもうけ、実験計画法を活用して設問を構成し、SP 調査を実施する。処理見込時間とは、突発事象による規制（車線規制、路肩規制など）が解除されるまでの見込時間であり、一般道所要時間とは、現在の入口から表示地点までの一般道を利用した場合の所要時間である。「処理見込時間」、「一般道所要時間」は現在阪神高速としては提供していないが、RP 調査（第1段階）の中の情報利用意向の調査結果においてはニーズの高い情報である。

(3) テーラーメイド型 SP 調査画面の作成

各モニターが RP 調査（第1段階）で回答した普段利用している路線・出入口と代替経路（一般道）を選択肢に設定することで、各自の走行経験やネットワークの認知を踏まえて、より現実的な経路選択が可能となると期待される（図5）。なお、複雑な情報提供となること、そして今回対象とする情報提供を行うことで期待される対応行動は、阪神高速の利用を控え一般道路を利用することであることから、高速道路入口の情報板により情報が提供されているものと仮定し、経路選択実験を行うこととする。

(2) 従来型 SP 調査画面の作成

従来型 SP を、「仮想状況下の経路選択であること（実在しない経路・地点名であること）」と定義し、従来型 SP 調査の画面を作成する。従来型 SP の経路選択図は、図6のような経路選択図を作成した。仮想状況下であるため、地点名や出入口名は記号で表記し、経路は阪神高速 OD 距離が一般道距離より長い場合、阪神高速 OD 距離が一般道距離と同じ場合、阪神高速 OD 距離が一般道距離より短い場合の3種類（図13）の中から、RP 調査（第1段階）で取得した各モニターの阪神高速 OD 距離と一般道距離との関係に該当するものを採用した。

3. 経路選択に関する集計分析

まずは、得られたデータを用い、集計分析によってテーラーメイド型 SP 調査と従来型 SP 調査による反応の違いについて考察を加える。図7(a), (b)に調査手法別の渋滞長の提供と経路選択率の関係を示す。図より、テーラーメイド型と比較して従来型の方が

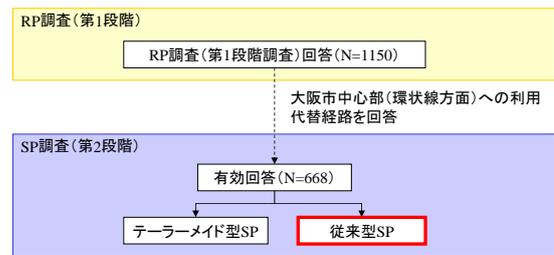


図4 従来型 SP 調査対象

表2 設定因子と水準

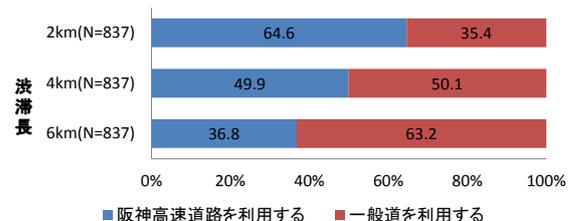
水準	障害の種類	渋滞長	処理見込時間情報	一般道所要時間情報
1	事故	2km	提供なし(消灯)	提供なし(消灯)
2	故障車	4km	30分	通常時の所要時間
3	落下物	6km	60分	渋滞時の所要時間



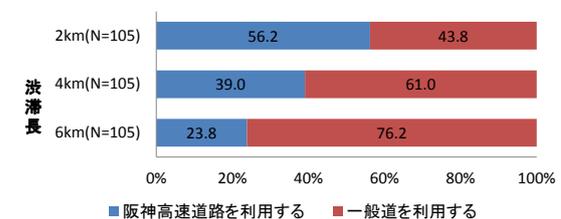
図5 テーラーメイド型 SP 調査画面



図6 従来型 SP 調査画面



(a) テーラーメイド型 SP 調査



(b) 従来型 SP 調査

図7 渋滞長の提供と経路選択率の関係

より阪神高速道路上の渋滞長に過敏に反応しており、一般道を利用する選択率が大きくなっていることが確認できる。同様に、図8(a), (b)に、調査手法別の

処理見込時間と経路選択率の関係を示す。こちらもテーラーメイド型と比べて従来型の方が、一般道の選択率が大きくなっており、一般道を選択する傾向があり、従来型の方が一般道に対する抵抗感が少なく、なおかつ情報提供に対して敏感であることがわかる。最後に、図 9(a), (b)には、阪神高速道路の OD 距離と経路選択率の関係を示す。テーラーメイド型は阪神高速道路の OD 距離が長くなるほど、阪神高速道路を選択する傾向があるが、従来型は阪神高速道路の OD 距離にあまり関係していない。このことから従来型 SP 調査においては、距離を想像できずに経路選択を行っている可能性があり、その選択結果から得られるパラメータには現実との乖離が生じる恐れがあるといえる。

4. 経路選択モデルの構築

(1) モデルの定式化

前章では、集計分析により、調査手法別の比較分析を行った。本章では、経路選択モデルの推定結果への影響を分析するため、2 項ロジットモデルを推定し、調査手法による違いを確認する。各選択肢の選択確率は式(1)、各個人の選択肢は式(2)のように表すことができる。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_i \exp(V_{in})} \quad (1)$$

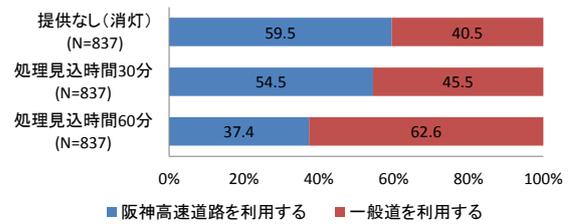
$$V_{in} = a_i + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{ink} \quad (2)$$

ただし、 P_{in} : 個人 n の選択肢 i を選択する確率、 V_{in} : 個人 n の選択肢 i 、1 : 阪神高速道路、2 : 一般道、 a_i : 選択肢 i の定数項、 β_k : 属性 k に関する定数パラメータ、 x_{ink} : 個人 n の選択肢 i についての k 番目の属性である。

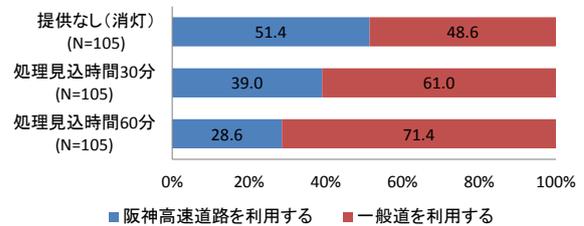
なお、Web アンケート調査においては、同一個人から複数回の回答を得ているため、それらの回答群には系列相関が生じうる。ここでは個人差を考慮するための平均ゼロのランダムパラメータを導入している。推定に際しては、スイス連邦工科大学ローザンヌ校の Michel Bierlaire 教授が中心となって開発しており、無料で利用できる BIOGEME²⁾を使用した。

(2) 説明変数の設定 (Case1)

前章で行った集計分析などを参考にし、説明変数を以下のようにした。

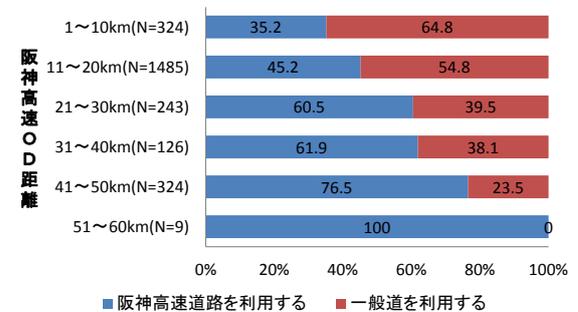


(a) テーラーメイド型 SP 調査

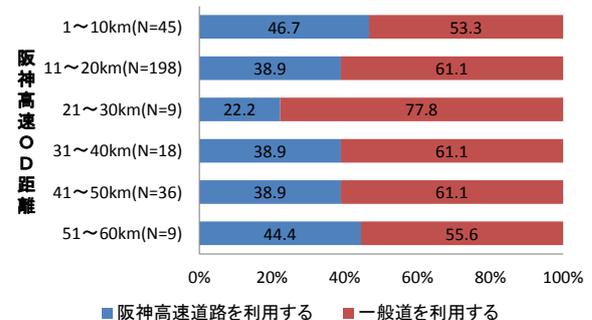


(b) 従来型 SP 調査

図 8 処理見込時間の提供と経路選択率の関係



(a) テーラーメイド型 SP 調査



(b) 従来型 SP 調査

図 9 阪神高速 OD 距離と経路選択率の関係

阪神高速道路

阪神高速 OD 距離 (テーラーメイド型),
 阪神高速 OD 距離 (従来型),
 渋滞長 (テーラーメイド型),
 渋滞長 (従来型),
 処理見込時間情報 (テーラーメイド型),
 処理見込時間情報 (従来型)

一般道

一般道所要時間情報（テラーメイド型）、
一般道所要時間情報（従来型）、
定数項

(3) モデル推定結果 (Case1)

推定結果を表3に示す。尤度比が0.286、修正尤度比が0.281と良好な値であり、経路選択モデルの適合度は高いといえる。各説明変数のt値を見ると、全て1%有意となっており、各説明変数は被験者の経路選択に影響を及ぼしていると考えられる。各説明変数の推定結果より以下のことがいえる。

- 一般道の定数項は有意で負の値であり、もともと一般道の効用が低いことを意味している。これは、本調査での想定である「阪神高速道路の利用を予定している」ということと一致する。
- β_1, β_2 は調査手法別の阪神高速OD距離であり、テラーメイド型 (β_1) は正の値、従来型 (β_2) は有意で負の値である。テラーメイド型 (β_1) は阪神高速OD距離が長いほど一般道を選択しない傾向があり、現実的な回答と近い。従来型 (β_2) は阪神高速OD距離が長いほど阪神高速道路を選択する傾向があり、現実的な回答とは異なる。
- β_3, β_4 は調査手法別の渋滞長であり、いずれも有意で負の値である。テラーメイド型、従来型共通して渋滞長が長いほど阪神高速道路を選択しない傾向がある。また、パラメータ値の値は類似しており、その影響は2つの調査で大きな違いはないといえる。
- β_5, β_6 は調査手法別の処理見込時間情報であり、いずれも有意で負の値である。テラーメイド型、従来型共通して処理見込時間が長いほど阪神高速道路を選択しない傾向がある。また、その値も類似している。
- β_7, β_8 は調査手法別の一般道所要時間情報であり、いずれも有意で負の値である。いずれも所要時間情報が長くなると一般道を使用しにくくなることを示しているが、その値は従来型の方が大きく、従来型SP調査の方が過敏に反応していることがわかる。
- 系列相関を考慮するために導入した分散は有意であり、経路選択に個人差があるといえる。

以上の結果から、各説明変数の符号は十分に解釈ができる。またテラーメイド型と従来型との差のt検定を行った結果、阪神高速OD距離と一般道所要時間情報はテラーメイド型と従来型との間に有意の差が確認できた。一方で、渋滞長、処理見込時間情報

表3 経路選択モデル推定結果 (Case 1)

	説明変数	推定結果	t値
阪神高速OD距離(km)			
	β_1 : テラーメイド型	0.0647	6.63 **
	β_2 : 従来型	-0.0567	-2.77 **
阪神高速道路 渋滞長(km)			
固有変数	β_3 : テラーメイド型	-0.532	-14.3 **
	β_4 : 従来型	-0.546	-6.1 **
処理見込時間情報(分)			
	β_5 : テラーメイド型	-0.0284	-11.72 **
	β_6 : 従来型	-0.0291	-4.51 **
一般道所要時間情報(分)			
一般道 固有変数	β_7 : テラーメイド型	-0.00507	-2.85 **
	β_8 : 従来型	-0.0314	-4.96 **
	定数項	-1.64	-5.78 **
	分散	-2.41	-16.13 **
	サンプル数	2826	
	尤度比	0.286	
	修正尤度比	0.281	

*: 5%有意, **: 1%有意

報はテラーメイド型と従来型の間に有意の差が確認されなかった。渋滞長などの情報提供内容によるテラーメイド型と従来型の違いが確認できないことから、情報提供内容ではない要因があると考えられる。そこで次項では情報提供内容ではなく、調査方法に着目して分析を行う。

(4) 説明変数の設定 (Case2)

ここでは特に従来型のマップ（経路選択図）や被験者の実際の利用経験に着目し、説明変数を以下のようにした。

阪神高速道路

渋滞長

処理見込時間情報

一般道

一般道所要時間情報

一般道利用経験ダミー

定数項（テラーメイド型）

定数項（従来型）

共通変数

従来型マップ直進ダミー

一般道利用経験ダミーは、一般道の利用経験の有無が経路選択に影響を及ぼすことが考えられることから、一般道を実際に走行したことがあれば1、その他は0と設定した。従来型マップ直進ダミーは、従来型のマップ（経路選択図）の形状によって経路選択に影響を及ぼすことが考えられることから、視覚的に選択しやすいと考えられる経路を1、その他は0となっている。（図10）

(5) モデルの推定結果 (Case2)

推定結果を表4に示す。尤度比が0.281、修正尤度

比が 0.277 と良好な値であり、経路選択モデルの適合度は高いといえる。各説明変数の t 値を見ると、全て 1% 有意となっており、各説明変数は被験者の経路選択に影響を及ぼしていると考えられる。各説明変数については以下に示す。

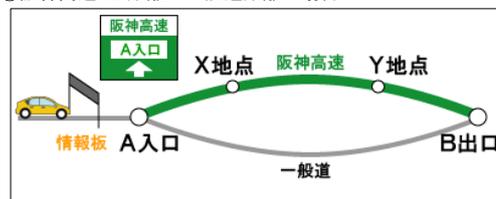
- β_1 は渋滞長であり、有意で負の値である。よって渋滞長が長いほど阪神高速道路を選択しない傾向がある。
- β_2 は処理見込時間情報であり、有意で負の値である。よって処理見込時間が長いほど阪神高速道路を選択しない傾向がある。
- β_3 は一般道所要時間情報であり、有意で負の値である。よって一般道所要時間が長いほど一般道を選択しない傾向がある。
- β_4 は一般道利用経験ダミーであり、有意で正の値である。よって一般道の利用経験があれば一般道を選択する傾向がある。
- β_5 は従来型マップ直進ダミーであり、有意で正の値である。よって視覚的に選択しやすいと考えられる経路であればその経路を選択する傾向がある。
- 一般道の定数項（テラーメイド型、従来型）はいずれも有意で負の値であり、もともと一般道の効用が低いことを意味している。これは、本調査での想定である「阪神高速道路の利用を予定している」ということと一致する。また、一般道の定数項（テラーメイド型）が一般道の定数項（従来型）より値が小さく、もともとテラーメイド型の一般道の効用が低いことを意味している。
- 分散は有意であり、経路選択に個人差があるといえる。

以上の結果から、各説明変数の符号は十分に解釈ができる。一般道利用経験ダミー (β_4) に関しては、推定結果が 1.31 であり、渋滞長 (β_1) -0.537 や処理見込時間情報 (β_2) -0.0284、一般道所要時間情報 (β_3) -0.00944 などと比べ、値が大きい。このことから渋滞長などの情報提供と比べ、一般道利用経験が経路選択により大きな影響を及ぼしていることがわかる。従来型マップ直進ダミー (β_5) に関しては、推定結果が 0.699 であり、渋滞長 (β_1) -0.537 や処理見込時間情報 (β_2) -0.0284、一般道所要時間情報 (β_3) -0.00944 などと比べ、値が大きい。このことから従来型マップ（経路選択図）による経路選択への影響は、渋滞長などの情報提供と比べ、従来型マップが経路選択（経路選択図）により大きな影響を及ぼしているこ

①阪神高速OD距離>一般道距離の場合



②阪神高速OD距離=一般道距離の場合



③阪神高速OD距離<一般道距離の場合



図 10 従来型マップ直進ダミー

表 4 経路選択モデル (Case2) 推定結果

説明変数	推定結果	t値
阪神高速道路		
β_1 : 渋滞長	-0.537	-14.88 **
β_2 : 処理見込時間情報(分)	-0.0284	-12.3 **
固有変数	定数項	0 fixed
	β_3 : 一般道所要時間情報(分)	-0.00944 -5.74 **
一般道	β_4 : 一般道利用経験ダミー	1.31 5.42 **
固有変数	定数項(テラーメイド型)	-3.57 -13.2 **
	定数項(従来型)	-1.57 -4.74 **
共通変数	β_5 : 従来型マップ直進ダミー	0.699 2.07 **
	分散	-2.46 -16.77 **
	サンプル数	2826
	尤度比	0.281
	修正尤度比	0.277

*: 5%有意, **: 1%有意

とがわかる。また、一般道の定数項に関して、テラーメイド型が-3.57、従来型が-1.57であることから、両者が同じ状況下での経路選択であれば、テラーメイド型の方が一般道を選択しにくいことがわかる。

5. おわりに

本稿では、従来型とテラーメイド型との調査による回答の違いを分析することで、調査手法の有用性を検討した。集計結果からは、従来型の方が一般道を選択する傾向があり、提供される情報に対して、反応が大きい傾向にある。また、従来型は阪神高速道路の OD 距離に関係なく経路選択を行っており、距離感を十分に想像できていない可能性が危惧される。また本稿では集計結果を用いて手法比較モデル

を構築し、従来型とテーラーメイド型との比較も行った。結果から阪神高速 OD 距離によるテーラーメイド型、従来型との間に回答の差があることがわかり、従来型のマップ（経路選択図）や一般道利用経験の影響が経路選択に大きな影響を与えることが確認された。今後の課題として、本研究では利用者 1 人 1 人に着目したテーラーメイド型 SP 調査を 2 段階に分けて行ったが、複雑な調査の構成となり、Web 調査設計に関して大きな負担となること、そして被験者の方にも 2 度回答して頂くこととなりその負担が大きくなること等が課題となった。今後の展望として Web アンケートであれば、1 回の調査でテーラーメイド型 SP 調査を行うことは十分に可能であり、今後、より現実的な行動を観測するために、更なる調査方法の検討が必要といえる。

謝辞

本研究は、阪神高速道路株式会社および（一財）阪神高速道路技術センターとの共同研究の成果の一部である。ここに記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 進藤隆弘, 宇野伸宏, 塩見康博: プローブパーソン調査による都市高速道路の料金調整実験時の対応行動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, No.138, 2010
- 2) BIOGEME Web サイト:
<http://biogeme.epfl.ch/index.php>, 2014/4/23 アクセス.

TAILOR-MADE STATED PREFERENCE SURVEY FOR OBSERVING MORE REALISTIC TRAVEL BEHAVIOUR

Tomoya MIARA, Fumitaka KURAUCHI, Nobuhiro UNO and Yusuke BABA

A stated preference travel behaviour survey has been widely used to obtain drivers' behaviour especially under hypothetical situation, since the survey circumstances can be easily designed. However, it is often pointed out that the stated behaviour may be different from an actual one because the survey has been carried out under the hypothetical situation. To tackle this issue, this study proposes 'Tailor-made' stated preference survey. On tailor-made stated preference survey, we first grasp travellers' daily behaviour as a first revealed preference survey. Then based on information on daily behaviour of each individual collected by the first survey we build a second stated preference survey whose survey conditions are customised for each respondent. More realistic responses can be collected at the tailor-made survey since the surrounding condition at the survey is mostly same as the respondents' daily behaviour. We developed a tailor-made stated preference survey for route choice between urban expressway and surface road, and more sensitive behaviour is observed at traditional hypothetical stated preference survey compared with the tailor-made one. It is confirmed that the gaps between stated preference survey and real situation can be fulfilled and reliable answers can be obtained by tailor-made stated preference survey.