

プローブパーソン調査に基づく利用者の 料金変化に対する意識分析

阪神高速道路(株)計画部調査グループ 飛ヶ谷明人
阪神高速道路(株)情報システム部情報企画グループ 北澤 俊彦

要 旨

阪神高速(株)では、平成 20 年度を目途に均一料金制から距離料金制への移行を目指しており、平成 17 年から料金変化に伴う交通流動の変化を把握するための社会実験や様々なアンケート調査を行っている。しかし、個々の利用者の対応行動を把握するというレベルには至っていない。本研究では、料金体系の変化が阪神高速道路の利用者に及ぼす影響を考察するために実施したプローブパーソン調査(以下、「PP 調査」と言う)の内容とその結果について報告する。

PP 調査では、GPS 機能付き携帯電話により、個々の被験者の移動軌跡を把握し、Web ダイアリー調査により、個々のトリップの属性等を知ることができる。さらには、新たな料金体系を想定するような仮想的な設問を行うことで、料金施策に対する行動変化まで細かく把握することができる。本研究では、阪神高速道路の多頻度利用者は、対距離料金への移行後もそのまま利用するのか、利用区間を変更するのか、利用を取りやめるのかについて、PP 調査で得られたデータを用いて分析した。

キーワード: プローブパーソン調査, 経路選択, 通行料金

はじめに

阪神高速道路株式会社では、平成 20 年度を目途に均一料金制から距離料金制への移行を目指しており、平成 17 年から料金変化に伴う交通流動の変化を把握するための社会実験や様々なアンケート調査を行っている。しかし、個々の利用者の対応行動を把握するというレベルには至っていない。

本研究では、料金体系の変化が阪神高速道路の利用者に及ぼす影響を考察するために実施した PP 調査の内容とその結果について報告する。特に、通行料金の変化と阪神高速利用/非利用の関

係に着目して考察する。

1. プローブパーソン調査の概要

RP(Revealed Preference)調査とは、実際の行動を集計する調査のことである。一方、SP(Stated Preference)調査とは、現存しない仮想的なサービスについて聞き取り等を行う調査である。プローブパーソン調査(以下、PP 調査)とは、GPS 機能付き携帯電話により、個々の被験者の移動軌跡を把握する調査(RP 調査)である。Web ダイアリー調査により、個々のトリップの属性・利用料金に対する考え方等を知ることができ

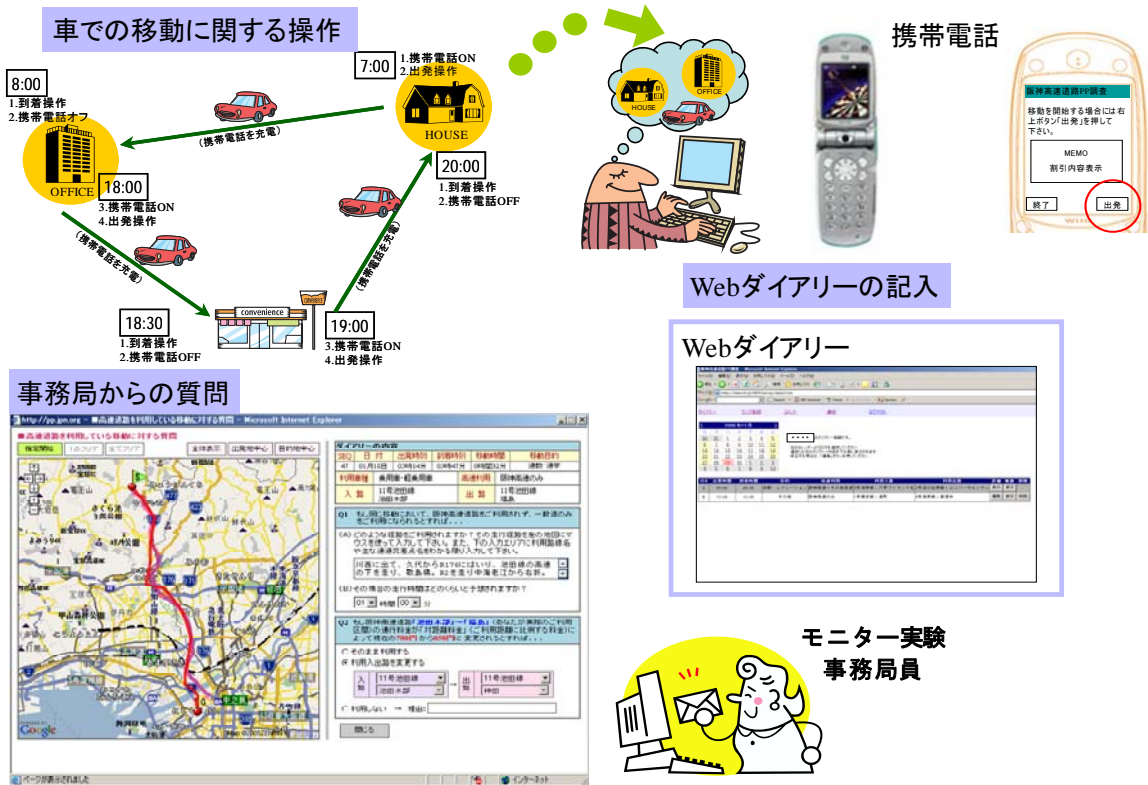


図-1 プローブパーソン調査のイメージ図

る。(図-1 参照) さらに、意識調査を組み合わせることで、現在とは異なる料金体系を想定し、料金体系の変化に対する対応行動に関する意識データの収集も可能である (SP 調査)。以下では今回行った調査概要を説明する。

1-1 被験者 (モニター) の募集と調査期間

平成 16 年度に実施した PP 調査のモニター、及び、平成 16 年 12 月に実施した「第 22 回阪神高速道路起終点調査」の回答者から、3 号神戸線・5 号湾岸線・11 号池田線をほぼ毎日利用するという条件で 100 名を募集した。辞退者を除いたモニター数は 91 名であった。なお調査期間は 2006 年 1 月 16 日～2 月 17 日の 1 カ月間行った。

1-2 収集するデータ

自動車トリップについて、2 つのデータを収集した。

(1) 移動軌跡の収集

GPS 機能付き携帯電話を用いて、トリップの開始から終了までの行動軌跡を収集した (GPS による位置データは 30 秒ごとに記録)。

(2) トリップ特性の収集

Web ダイアリー調査により、移動目的・利用車種・同乗者数、高速利用の有無を収集した。記入は、自宅や勤務先にて行ってもらった。

調査への協力が途切れないよう、データ収集状況を適宜チェックした。なお、個人情報保護の観点から個人属性と行動データは分離して収集している。

1-3 分析対象データ

上記調査の中で、距離料金制への移行を想定し、経路選択に関する選好意識調査 (SP 調査) も併せて実施した。その要領は以下の通りである。

- ① 予め、各モニターのデータを見て行動軌跡を把握し、対象トリップを抽出する。
- ② ほぼ毎日調査に協力していると判断できるモニターのうち、3 号神戸線を実際に利用、または、利用する可能性があるモニターが行ったトリップから、一人のモニターにつき 1～2 トリップを抽出する。
- ③ 抽出された各モニターに対して、Web ダイア

リーを通じて、阪神高速道路の料金変化を想定した経路選択に関する SP 調査(後述)を実施する。

このプロセスにより、モニター79 名から 105 トリップについての SP 調査の結果が得られた。

1-4 SP 調査の概要

SP 調査を行った際、対象トリップにおける阪神高速の利用・非利用に応じて二種類の質問を作成した。その画面イメージを図-2, 3 に示す。

なお、両パターンに共通した内容として以下のよう設定を行っている。

- 仮想料金は、初乗り料金+単位距離あたり通行料金×利用距離で計算した。
- 仮想料金での阪神高速道路の利用区間については、調査画面で提示した区間以外の区間も選択できるようにした。
- 実際の走行ルートに対応するモニターが想定した非選択経路(以下:「裏ルート」)旅行時間の予想値を質問した。

(1) 阪神高速道路非利用トリップの方への質問

対象：抽出の根拠となったトリップにおいて平面街路のみを利用

内容：阪神高速道路の利用区間をモニターに想定してもらい、その区間の仮想料金(Web 画面で提示)の下で一般道路を利用し続けるか、阪神高速に転換するかを質問



図-2 阪高非利用トリップ用

(2) 阪神高速道路利用トリップの方への質問

対象：抽出の根拠となったトリップにおいて阪神高速道路を利用

内容：阪神高速道路の利用区間の通行料金として、仮想料金(Web 画面で提示)を示し、阪神高速を利用するか、一般道に転換するかどうかを質問



図-3 阪高利用トリップ用

2. 阪神高速ヘビーユーザの料金変化への対応についての SP 調査に基づく考察

得られた調査結果を用いてモニターの阪神高速利用・非利用の意識分析を行った。本章では分析結果について考察を加える。

2-1 現行料金と仮想料金下の経路選択の関連

対象トリップの阪高の利用有無(現在の経路選択)と仮想料金下での経路選択のクロス表を以下に示す。

表-1 現在の経路選択と仮想料金下での経路選択

		対距離料金下の仮想選択		
		利用する	利用区間を変更	利用しない
選択 実際の	一般道路のみを利用	4	0	27
	阪神高速道路を利用	42	9	22

平面のみを利用しているトリップの約9割以上は仮想料金下でも阪高を利用しないと回答した。一方、阪高利用トリップの約7割は仮想料金下でも阪高を利用すると答えている。

このクロス表に対して、3独立性の検定(Fisherの直接確率に基づく検定)を実施したところ、「現

在の経路選択と仮想料金下での経路選択は独立である」という帰無仮説は棄却された(有意確率は0.0001未満)。この結果から、利用者の習慣性が料金変化後の阪神高速利用・非利用の意識に対して影響を与えていると考えられる。

2-2 仮想料金と現行料金の大小関係と仮想料金下の経路選択の関連

仮想料金が現行料金を上回る場合と下回る場合で、仮想料金下での阪高利用の有無は変わると予想される。そこで、仮想料金/現行料金と仮想料金下での経路選択をクロスさせた表を作成した。

この表では、仮想料金/現行料金を r と記す。 r が1より大きければ仮想料金の方が高いことを意味する。

表-2 料金変化と仮想料金下の経路選択

ア) 平面のみ利用トリップ(単位:トリップ)

		仮想料金での経路選択 (SP調査で提示した区間の利用意向)		
		阪高を利用する	阪高の利用区間を変更	阪高を利用しない
仮想料金/現行料金	$0.50 < r \leq 0.75$	0	0	8
	$0.75 < r \leq 1.00$	2	0	9
	$1.00 < r \leq 1.25$	1	0	2
	$1.25 < r \leq 1.50$	1	0	3
	$1.50 < r \leq 1.75$	0	0	3
	$1.75 < r \leq 2.00$	0	0	2

イ) 阪高利用トリップ(単位:トリップ)

		仮想料金での経路選択 (SP調査で提示した区間の利用意向)		
		阪高を利用する	阪高の利用区間を変更	阪高を利用しない
仮想料金/現行料金	$0.50 < r \leq 0.75$	4	0	0
	$0.75 < r \leq 1.00$	17	0	1
	$1.00 < r \leq 1.25$	11	7	7
	$1.25 < r \leq 1.50$	6	1	5
	$1.50 < r \leq 1.75$	3	1	5
	$1.75 < r \leq 2.00$	2	0	4

上表より、次のことがわかる。

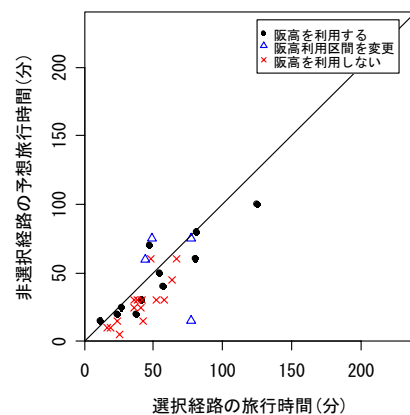
- 「平面のみ利用トリップ」については、仮想料金下において阪高を利用する(一般道から阪高に転換する)ことはあまりない。
- 「阪高利用トリップ」については、仮想料金の方が安い場合と高い場合とで、仮想料

金下での選択経路が異なっている。

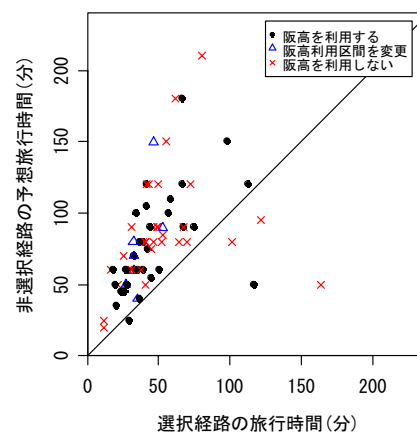
したがって、仮想料金と現行料金の比率が、特に阪高利用トリップにおいて、仮想料金下での経路選択に影響すると考えられる。

2-3 旅行時間に対する意識

SP調査では、対象トリップの「裏ルート」(実際の走行ルートに対応するモニターが想定した非選択経路)の予想旅行時間を質問した。また、GPSで収集する移動軌跡を用いて実際の移動ルートの旅行時間も得られている。そこで、平面のみ利用トリップと阪高利用トリップの各々について、実際の旅行時間と「裏ルート」の旅行時間を比較してみる。各トリップについて得られた選択経路(GPSで観測された実旅行時間)と非選択経路(予想旅行時間)の旅行時間をプロットしたものを図-4に示す。



ア) 平面のみ利用トリップ



イ) 阪高利用トリップ

図-4 選択経路と非選択経路の旅行時間

図-4 から以下のようなことがわかる。

- 阪高の利用有無にかかわらず、阪高を利用した方が旅行時間が短いという結果が得られたトリップの方が多い。つまり PP 調査モニターに関しては、阪神高速を用いることによる所要時間短縮効果を認めているといえる。
- 長時間利用するトリップに関しては、現状において阪神高速を利用している割合が高い。
- 現状において平面を利用しているトリップにおいて阪神高速を利用した方が所要時間がかかると予想しているトリップが存在する。

上記の事実から、利用者はある程度の阪神高速利用による時間短縮効果は認めており、一般道から阪神高速へ転換してもらうために、若干の所要時間の短縮を説明することだけでは効果が薄いのではないかと思われる。そういった場合には、利用者にとって身近でわかり易い他の指標と組み合わせることで説明することが重要ではないだろうか。

3. 仮想料金下の阪高利用・非利用に関するロジスティック回帰モデルの推定

前章までは料金下の経路選択行動と、SP 調査

表-3 SP 調査の対象トリップの分類に関するロジスティック回帰分析の結果

(* : 10%有意, ** : 5%有意, *** : 1%有意)

説明変数	ロジスティック回帰モデルのパラメータの推定値 (有意確率 ^{注2})				
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
定数項	-0.4661 (0.6211)	-0.4828 (0.6131)	-0.6602 (0.4679)	-1.0628 (0.1858)	-2.0661 (0.0003)***
料金変化の割合 ^{注1}	1.6731 (0.0526)*	1.6824 (0.0465)**	1.9275 (0.0159)**	2.1237 (0.0073)***	2.1239 (0.0059)***
現状阪高利用ダミー	3.9284 (0.0000)***	3.9208 (0.0000)***	3.7824 (0.0000)***	3.7790 (0.0000)***	3.4577 (0.0000)***
旅行時間	-1.2713 (0.3209)	-1.3031 (0.2487)	-0.9818 (0.3333)	除外	除外
阪神高速利用による時間節約	-0.0083 (0.3715)	-0.0085 (0.3327)	除外	除外	除外
起終点間の距離	-0.1133 (0.9580)	除外	除外	除外	除外
業務系目的ダミー	-1.3276 (0.1218)	-1.3295 (0.1211)	-1.4074 (0.0985)*	-1.4257 (0.0979)*	除外
AIC(赤池情報量規準)	113.63	111.64	110.60	109.50	110.56

注1) 右の式で与えた。「(現行料金-仮想対距離料金) / 現行料金」

注2) ここでの有意確率とは「その説明変数は従属変数と独立である」という仮説が有意である確率に相当する。したがって、その値が小さい方が、ロジスティック回帰分析における説明変数の有意性を表すことになる。

で得られたある一つの要因との関連について考察してきた。

本章では、前章までの結果を基に、SP 調査で得られたデータを説明変数として、仮想料金での阪神高速の利用意向を推測する回帰モデルについて検討する。こうしたモデルのねらいとしてユーザの分類基準の検討材料となると同時に、料金施策の影響分析に活用することができると考える。

3-1 モデルの概要

従属変数が二値変数(阪神高速を利用するかしないか)であることから、本研究ではロジスティック回帰分析モデルを使用することとした。モデル構造は以下の通りとする。

- 従属変数：仮想料金での阪高利用
1 : 利用する(利用区間の変更も含む)
0 : 利用しない
- 説明変数 <連続変数>
 - ①旅行時間(GPS で計測)
 - ②阪高利用による時間節約
 - ③起終点間の距離
 - ④料金変化の割合

● 説明変数 <ダミー変数>

①対象トリップにおける阪高利用
(現状阪高利用ダミー)

②業務系目的(通勤, 業務)

※要因として連続変数になり得ないため, ダミー変数とし, 該当する場合に 1, それ以外は 0 を与えた.

- 業務系目的は, 統計的に有意ではないが有意確率が比較的小さいと言える. AIC が 6 ケースの中で最も小さい (モデル step4 とモデル step5 を比較) ことから, 業務目的が要因として関係ないとは言い切れない.

以上の事実から阪神高速の利用/非利用の要因において, 料金変化率・及び現状阪神高速利用・非利用が利用者の意識において支配的に働いているといえる.

3-2 ロジスティック回帰モデルの推定結果

統計的に有意でない(有意確率の大きい)パラメータを表-3 の右に行く毎に一つずつ外しながら, 5 ケースの回帰分析を行った. 結果を表-3 に示す. なお, 表の最下行には, 推定された回帰モデルの推定精度を評価する指標として AIC (赤池情報量基準) を記した. AIC とは統計モデルの良さを表す指標であり, モデルの複雑さと, データの適合度のバランスを取るために用いられる.

表-3 の推定結果から, 以下のことがわかる

- 統計的に有意な説明変数は, 現状阪高利用ダミー, 料金変化の割合であった.

● : 対距離で阪高利用のトリップ, ● : 対距離で阪高非利用のトリップ

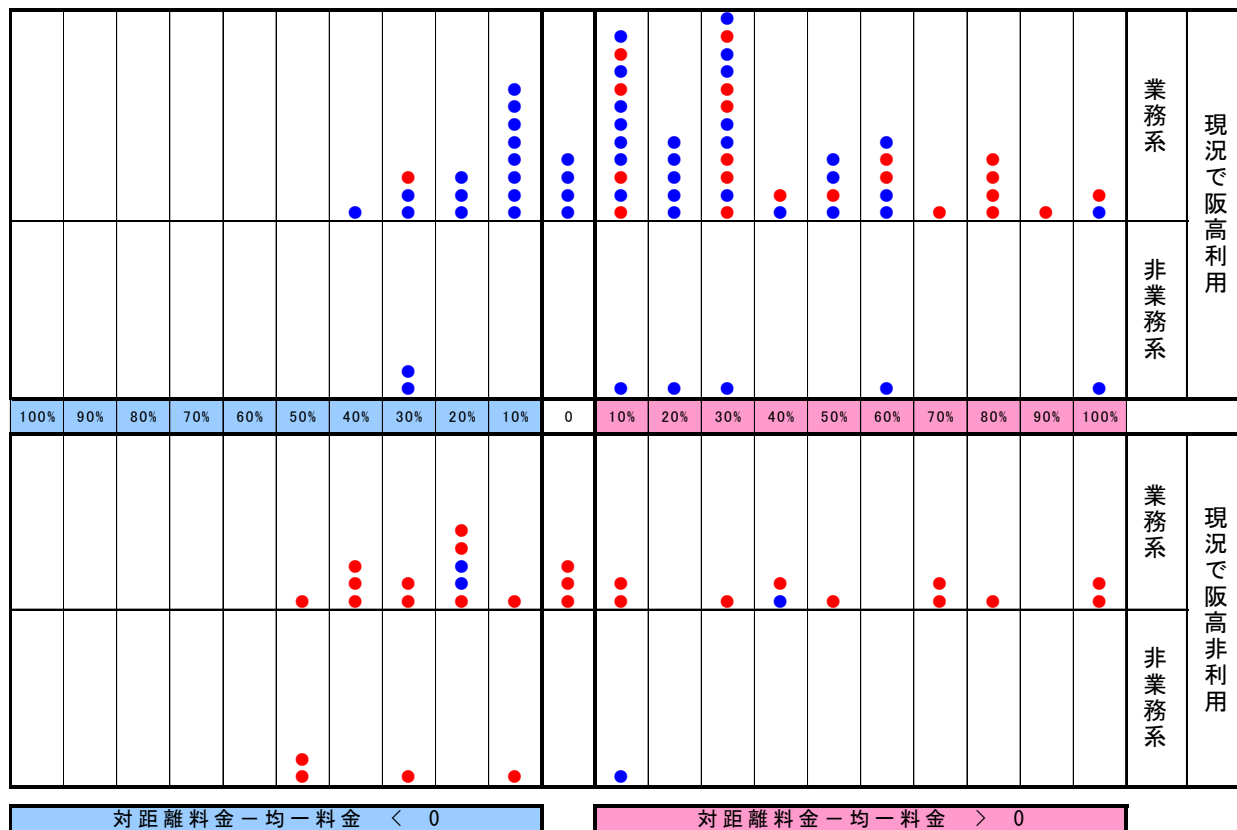


図-5 3変数に基づくトリップの分類

図-5 から以下のような結果が読みとれる。

- 現況で阪高非利用のトリップについては非業務系利用よりも業務系利用の方が、値下げに対して敏感に反応している。
- 現況で阪高非利用のトリップで「値上げによって阪神高速を利用する」と回答しているトリップが存在する。これは事務局からの質問の対象となったトリップに関しては利用していないが、普段は阪神高速を利用し、値上げになっても利用すると考えているためと思われる。
- 現況で阪高利用のトリップにおいて「値上げでも利用する」と回答している割合が 50%を超えているのは現行料金よりも 60%程度 UP している料金までである。
- 非業務系利用のトリップは、「現況で阪神高速を利用しているか否か」という習慣性に比較的大きく左右される傾向が見られる。

4. まとめと今後の展望

本研究では、PP 調査で得られた経路選択結果、及び WEB ダイアリーによる SP 調査から得られた意識調査結果から利用料金変化時の阪神高速利用/非利用の要因分析を行った。その結果、料金変化率及び現状の阪神高速利用・非利用が支配的に働くのではないかという結論が得られた。得られた結論に基づきながら、トリップを 3 軸においてカテゴライズし、要素同士の影響関係を観察した。

以下に今後の課題を示す。

- PP 調査によって得られた行動軌跡は全部で 7000 トリップ程度存在したが、事務局からの質問がマニュアル（自動化しておらず事務局員が手作業で質問）であったために本研究では 104 トリップの調査に留まった。システム化を図ることによってより効率的なデータ収集が可能であると思われる。
- 本研究ではモニターの収入・支払手段（自分で支払っているか会社が支払っているか）を含めた分析は行っていない。これらは利用料金に対する感度に影響すると考えられるため、今後、分析を進めていきたい。
- 主に多頻度利用者を中心にモニターを集めているので、中頻度・低頻度のモニターも考慮に入れる必要がある。

上記の課題を解決したとしても、本調査は仮想実験の域を脱してないことは確かであり、今後調査方法の検討を進めていくことが重要であると考ええる。加えて、実際の料金体系変更時の利用行動変化を検証することが利用者の料金に対する行動変化を調べる上で、必要不可欠であるのは言うまでもない。

参考文献

- 1) 三谷卓摩, 羽藤英二: 被験者回答フローに着目したプローブパーソン調査システムの有効性, 第 30 回土木計画学研究発表会 (秋) 講演集, 2004.

CHANGE OF ROUTE CHOICE BEHAVIOR WITH CHANGE OF TOLL SYSTEM OF URBAN EXPRESSWAY BASED ON PROBE-PERSON TRIP SURVEY

Toshihiko KITAZAWA and Akito HIGATANI

Hanshin Expressway Co. Ltd. plans to change its road pricing system from flat-rate system to distance charging system by March 31, 2007. As a preliminary process we have conducted some questionnaire surveys and pilot programs to predict traffic flow changes since 2005. However, some different approach was needed to know how the drivers' behavior would change with the toll revision. This study reports on the result of Probe Person survey (hereinafter referred to as PP survey) which was conducted for this purpose.

The PP survey allows to obtain behavior trajectories of participants and attributes of their each trip using GPS-equipped cell phones and Web logs. It is also possible to grasp precisely how drivers will change their behaviors by asking virtual questions leading the participants to an assumption about a new toll system. Using

the results of the PP survey, we analyzed if our frequent users would continue to use the Hanshin Expressway, change the distance or route to drive on it, or quit using it after the introduction of the new toll system.

飛ヶ谷 明人



阪神高速道路株式会社
計画部 調査グループ
Akito Higatani

北澤 俊彦



阪神高速道路株式会社
情報システム部 情報企画グループ
Toshihiko Kitazawa