

都市高速道路における 突発事象時の行動調査とその分析

社領 沢¹・日下部 貴彦²・朝倉 康夫³

¹学生会員 神戸大学 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:taku-sharyo@stu.kobe-u.ac.jp

²正会員 東京工業大学助教 大学院理工学研究科土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-M1-20)

E-mail:t.kusakabe@plan.cv.titech.co.jp

³正会員 東京工業大学教授 大学院理工学研究科土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-M1-20)

E-mail:asakura@plan.cv.titech.co.jp

都市高速道路での突発事象の発生は、道路利用者に対して旅行時間の著しくかつ突発的な増大を引き起こす。このため、突発事象が発生した場合の影響をできるだけ小さくするための交通運用施策が求められている。しかし、突発事象時の情報提供の際に、有効な情報については必ずしも十分に明らかにされておらず、突発事象時の交通行動データの取得が難しいという問題もある。そこで本研究では、プローブパーソン調査とWeb上のアンケートシステムを統合し、道路利用者の日常の高速道路利用区間で、突発事象を想定した行動データを得るための調査手法を開発した。調査によって得られたデータから、突発事象による渋滞情報やそのメッセージの内容と高速道路利用の関係を分析した。

Key Words : *Traffic Behavioral Survey, Travel Behavior Analysis, Route Choice Behavior, Incident Congestion, Traffic Information*

1. はじめに

一般道と比べてより高い水準の速達性と信頼性が要求される都市高速道路では、交通事故に代表される「突発事象」による交通障害の影響が極めて大きい。たとえば、首都高速道路では日平均で約35件の事故が発生し、旅行時間の著しくかつ突発的な増大を招いている。高速道路利用者からの苦情の多くは、突発事象が発生したときの情報提供の遅れと情報の精度が低いことに対する不満であるといつてよい。信頼性の高い高速道路交通サービスを実現するためには、突発事象の検出・処理および情報提供に関する新たな方法を開発し、利用者ニーズに見合った質の高い情報サービスを行うとともに、突発事象が発生した場合の影響を最小化する交通運用が求められている。

従来から、主に平常時を対象に、情報提供を受けた利用者の交通行動分析に関する研究は多くなされている¹⁾²⁾。しかし、突発事象時の情報提供の際に、どのような情報が有効であるかについては必ずしも十分に明らかにされているわけではない。ひとつの理由は、突発事象を

想定した場合には分析のための現実的な行動データの収集が容易ではないということがある。突発事象時のRP (Revealed Preference) データの収集はそもそも困難であるし、ある程度予測可能な平常時の事象と異なって、滅多に経験しない突発事象時の行動を単純にSP (Stated Preference) 調査で尋ねても、被験者にはその想定が困難で回答しづらいと考えられるからである。

そこで本研究の第一の目的は被験者の日常の交通行動をベースに、突発事象を想定した行動データを得ることのできる調査手法を開発することである。第二の目的は、そのデータの解析により、突発事象時の交通行動特性を明らかにし、情報メッセージと高速道路利用との関係を把握することである。特に、高速道路を利用中の利用者が、突発事象による渋滞を避けて一般道に下りる際のランプ選択に着目し、多項ロジットモデルを用いて分析する。

2. 調査手法の開発

突発事象時の道路利用者の交通行動についての調査の

方法としてSP調査を実施することが考えられるが、この調査ではより被験者が突発事象時の状況について現実感を持って回答を行うことができるように工夫を行うことが望まれる。これは、ある特定の個人が突発事象に遭遇することは稀であり、あらかじめ被験者を決めた調査では、突発事象時のRPデータを分析に十分なサンプル数を確保することは困難であるためである。一方で、このような稀な事象について単純にSP調査で尋ねる場合には、被験者は設問の状況を想定することが困難で回答しづらく、回答結果の信頼性が低下するという懸念がある。そこで、本研究では、実際の被験者の行動をGPS搭載携帯電話を用いて取得するPP(Probe Person)調査と、PP調査に連動したWebを用いたSP調査を組み合わせた突発事象時の行動調査システムを開発する。

本研究で開発する調査システムは、PP調査によって被験者が利用している高速道路区間を把握することで、調査対象の区間を利用している被験者のみに対して突発事象発生時の交通行動選択に関するSP調査を実施するものである。このシステムでは、被験者がSP調査実施の直前に利用したことがある高速道路区間に関するSP調査を実施することにより、突発事象の影響区間の距離や通過にかかる時間などの感覚に関して、被験者がより現実感をもった回答ができることを期待している。

第一節では、開発を行った調査システムの構成について述べる。第二節では、開発した調査システムを用いて行った調査について概要とその結果について述べる。

(1) 突発事象の調査の構成

調査はPP(Probe Person)調査とWebを用いたSP調査からなる。これらの調査の構成を表したものが図-1である。PP調査でのトリップ情報を基に、被験者にSP調査を実施するかどうかの判定（SP調査設問判定）を行う。設問判定を満たしたトリップがある被験者に対してSP調査を行い、満たしたトリップがない被験者にはSP調査を行わない。このような手順を、1トリップごとに行う。

a項では、本研究のシステムでのPP調査システムの構成について述べる。b, c項では、SP調査で提示する設問の内容について述べ、SP調査の対象路線と設問で提示する仮想的な事故渋滞情報について述べる。PP調査でのトリップ情報を基としたSP調査の対象トリップの判定の方法については、d項で述べる。e項では、SP調査の対象トリップがあると判定された被験者に対する設問の生成・割り当ての方法について述べる。

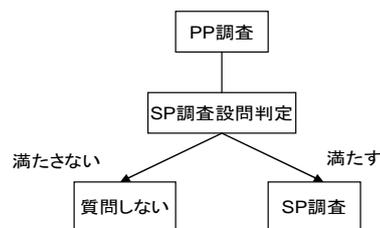


図-1 調査の構成

a) PP調査

図-2はPP調査での1トリップにおける被験者の操作をまとめたものである。被験者が行う操作は主に二つある。1つ目はGPS携帯電話の操作であり、2つ目はWebダイアリーの操作である。

GPS携帯電話の操作では、被験者は、トリップの開始時と終了時に、GPS携帯電話の画面上に表示された「出発ボタン」及び「到着ボタン」を押す操作を行う。この操作によりトリップ中のGPSによって取得された移動データをサーバに送信し、Webダイアリーに記録することができる。

2つ目のWebダイアリーの操作では、GPS携帯電話より送信された移動軌跡だけではわからない情報である「移動目的」、「時間制約の有無」、「高速道路利用の有無」、「高速道路を利用していた場合の入ランプおよび出ランプ」などの補完的な情報を入力する。なお、図-3はWebダイアリーの入力画面である。

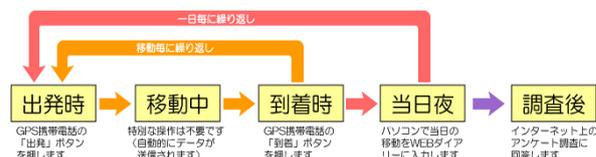


図-2 PP調査における被験者の操作



図-3 PP調査におけるWebダイアリー操作画面

b) SP調査の設問の構成

SP調査は、「被験者が高速道路を走行中に、被験者が走行している路線の下流部の路上で事故渋滞が発生し、高速道路上の情報板から事故による渋滞情報を得た」という状況を想定するものである。この際、被験者は、情報を得る前に高速道路を降りると予定していたランプか、その途中までにあるランプで高速道路を降りるかを選択できることを想定している。

設問では、まず、「渋滞区間」と「渋滞区間の通過にかかる時間」または「渋滞長」からなる渋滞情報を提示する。この渋滞情報は、路側上に設置された情報板などで被験者が走行中に得ることを想定している。

被験者は、提示された渋滞情報を見たときに、高速道路に乗り続けるか、途中のランプで高速道路を下りるかを選択する。図-4は実際に調査を行った際の画面である。



図-4 SP調査の設問画面

c) SP調査の対象路線と提示する事故渋滞情報

SP調査で調査対象路線としたのは阪神高速3号神戸線と11号池田線である。表-1にSP調査での設問で用いる仮想事故渋滞情報の概要を示す。

渋滞発生地点は3号神戸線では摩耶ランプ、尼崎料金所、柳原カーブ、芦屋料金所、11号池田線では梅田ランプとしてそれぞれをA1~C1としてグループ分けをする。

事故渋滞情報(渋滞長、渋滞区間、渋滞区間通過までの時間)を高速道路上の情報板で見ることを想定するため、どの地点で情報を提供するかということも重要となる。事故渋滞情報を提示した際に高速道路に乗り続けるか下りるかだけではなく、高速道路から下りる際のランプ選択に関しても考慮に入れるため、情報提供地点から渋滞発生地点の間に3つないしは4つの出路が入るよう設定する。ただし11号池田線については3号神戸線に比べて路線長が短く、出路自体が少ないため、2つの出路が入るようにする。

表-1 仮想事故渋滞情報の概要

調査対象路線	グループ分け	渋滞発生地点	情報提供地点	出路一覧
A (3号神戸線東行き)	A-1	摩耶	湊川ランプ手前	生田川、京橋、柳原、湊川
	A-2	尼崎西	深江ランプ手前	尼崎西、西宮、深江
	A-3	A-1かA-2のどちらか	A-1かA-2のどちらか	A-1かA-2のどちらか
B (3号神戸線西行き)	B-1	柳原	魚崎ランプ手前	京橋、生田川、摩耶、魚崎
	B-2	芦屋	姫島ランプ手前	武庫川、尼崎東、姫島
	B-3	B-1かB-2のどちらか	B-1かB-2のどちらか	B-1かB-2のどちらか
C (11号池田線南行き)	C-1	梅田	豊中南ランプ手前	福島、豊中南

d) SP調査の対象トリップの判定

被験者がよりリアリティのある状態でSP調査の質問に回答できるようにするために、PP調査で被験者が行ったトリップで実際に利用した調査対象路線内の区間についてSP調査の質問を行う。

被験者がPP調査のWebダイアリーに記入した高速道路の入路と出路の組み合わせによって、SP調査を実施するか否かを決定する。調査を実施する場合には、表-1に示したA-1~C-1のどのグループの質問を実施するかについても、入路と出路の組み合わせによって決定する。入路と出路によるグループ分けの一例を表-2に示す。

例えば被験者がWebダイアリーに入路を生田川、出路を海老江と入力した場合、A-2の仮想事故渋滞に巻き込まれたものとしてSPの質問が起動する。

表中の「-」は入路、出路としてありえない組み合わせである。阪神高速道路はハーフランプが多いためこのような組み合わせは多数存在する。

表-2 入路と出路によるグループ分けの一例

		出路							
		西長堀	中之島西	海老江	姫島	大和田	尼崎東	尼崎西	武庫川
入路	魚崎	A 2	A 2	A 2	-	A 2	-	A 2	-
	摩耶	A 2	A 2	A 2	-	A 2	-	A 2	-
	生田川	A 2	A 2	A 2	-	A 2	-	A 2	-
	京橋	A 2	A 2	A 2	-	A 2	-	A 2	-
	柳原	A 2	A 2	A 2	-	A 2	-	A 2	-
	湊川	A 2	A 2	A 2	-	A 2	-	A 2	-
	若宮	A 3	A 3	A 3	-	A 3	-	A 3	-
	月見山	A 3	A 3	A 3	-	A 3	-	A 3	-
	第二神明	A 3	A 3	A 3	-	A 3	-	A 3	-

e) SPの設問の生成方法

SP調査の実施時に提示する設問は、調査実施前にあらかじめ生成しておき、対象となるトリップに対してそれらの設問を割り当てる。これは、ランダムに設問を生成すると「渋滞長」や「渋滞区間の通過にかかる時間」の値が大きい値あるいは小さい値に集中する可能性があるため、あらかじめ生成することで小さい値から大きい値までバランスよく設問を提示できるようにするためである。

被験者は、1回のSP調査で合計4問の設問に回答する。これらの設問の中には、渋滞情報が「渋滞長」のもの、「渋滞区間通過までにかかる時間」のものが含まれる。また、渋滞長、渋滞末尾地点、渋滞区間通過までにかかる時間について異なるものが含まれている。

作成した設問内容の例を表-3に示す。ある被験者が表-1に示したA-1のグループの設問の対象となるトリップをした場合、A-1-1の設問セットに回答することとなり、次にある被験者がA-1に該当するトリップをした場合A-1-2の設問に回答することとなる。なお、本研究の調査では、設問のセットは、あらかじめ各グループ(A-1~C-1)で40セットずつ作成する。もしA-1-40の設問まですべて提示した場合は、次のA-1が該当する被験者にはもう一度A-1-1の設問を提示する。

表-3 設問内容の例

1問目				
設問セット	グループ	渋滞発生地点	渋滞末尾地点	渋滞長
A-1-1	A-1	摩耶	生田川	1km
A-1-2	A-1	摩耶	京橋	3km
A-1-3	A-1	摩耶	京橋	3km
A-1-4	A-1	摩耶	生田川	2km
A-1-5	A-1	摩耶	柳原	5km
A-1-6	A-1	摩耶	京橋	3km
A-1-7	A-1	摩耶	京橋	4km
A-1-8	A-1	摩耶	生田川	2km
A-1-9	A-1	摩耶	生田川	1km
A-1-10	A-1	摩耶	生田川	3km
A-1-11	A-1	摩耶	生田川	3km
A-1-12	A-1	摩耶	京橋	4km
A-1-13	A-1	摩耶	生田川	1km
A-1-14	A-1	摩耶	京橋	4km
A-1-15	A-1	摩耶	柳原	5km
A-1-16	A-1	摩耶	生田川	2km
A-1-17	A-1	摩耶	京橋	4km
A-1-18	A-1	摩耶	生田川	2km
A-1-19	A-1	摩耶	京橋	3km
A-1-20	A-1	摩耶	京橋	4km

(2) 調査の実施概要

調査対象者は、2009年に京都大学と阪神高速道路によって実施されたPP調査³⁾に参加した93名から20名を選出した。2010年12月9日(木)~12月22日(水)の2週間にかけて調査を行った。集まったサンプル数を表-4に示す。

表-4 調査によって集まったデータ数

総トリップ数			計
SP対象トリップ数	11号池田線	13	42
	3号神戸線	29	
SP対象サンプル数	11号池田線	52	168
	3号神戸線	116	

調査期間中にPP調査で集まった総トリップ数は1200トリップである。そのトリップのうちSP設問判定を満たしてSPの設問を提示したトリップ数は42トリップである。SP設問判定を満たしたトリップに対して4つの質問を提示したので、SP調査の回答を得られたサンプル数は168(42トリップ×4設問)となった。

3. 高速道路上での突発事象時のランプ選択モデル

本章では、突発事象時の交通行動特性と、情報メッセージによる行動の違いについて分析を行う。このために、第一節では、突発事象発生時の道路利用者の行動、具体的には、降りるランプの選択行動のモデル化について述べ、第二節でこのモデルでの道路利用者の効用関数を定式化する。第三節では、このモデルのパラメータを第二章二節の調査で取得されたデータを用いて推定する。推定されたパラメータを分析することで、ランプ選択の行動特性、情報板に表示されるメッセージの違いによる影響を分析する。具体的には、情報板に「渋滞区間の距離」を表示した時と「渋滞区間通過にかかる時間」を表示した時との行動の違いに着目する。

(1) 降ランプ選択モデル

被験者が高速道路を走行中に、路上の情報板から下流部で事故による渋滞が発生している情報を得たときの被験者の行動としては次の3つが考えられる。

1. 渋滞を避けて、予定通りのトリップを行う。
2. 事故渋滞に巻き込まれないように早めに高速道路から下りる。
3. できるだけ高速道路に乗り続け、渋滞に巻き込まれるもしくは巻き込まれそうになったら高速道路から下りる。

これらの行動選択において、高速道路利用者は自分が事故渋滞に巻き込まれたときの影響や渋滞を避けて一般道に下りたときの影響を考え、できるだけ旅行時間への影響の少ない選択肢を選択していると考えられる。そこで本研究では、一般道の走行や事故渋滞に巻き込まれることによる影響を考慮した利用者の効用関数の定式化を行う。

本研究では、利用者は情報板で情報を得た時点で降りるランプを決定すると仮定し、ランプの選択確率について、多項ロジットモデルで記述する。実際の高速道路では、渋滞を知った情報板よりもさらに下流部にも情報板があり、その情報を見て、ランプの選択を変更する場合もある。このような場合のうち、道路利用者が下流にも情報板があることを知っている場合には、最初の情報板を見た時に、下流部でより最新の情報を見ることを想定した選択行動になるため、本研究での多項ロジットモデルでは分析できないと考えられる。一方で、下流に情報板がない場合や道路利用者がいることを知らない場合には、情報板で情報を得た時点で降りるランプを決定するという仮定は自然であると考えられ、多項ロジットモデルでの記述ができる。

(2) 効用関数の定式化

本節では、図-5のような、ランプ数が2つの場合の例を挙げ、効用関数の定式化を行う。この図で、利用者が降りるランプの選択を行う場所（情報板の位置）は、ランプ1の上流（左側）である。利用者は当初降りる予定であったランプ（以下、目的地ランプ）まで高速道路を走行しつづけるか、ランプ1、ランプ2のいずれかで高速道路を降りて一般道を走行することを選ぶことができる。この時の各ランプで降りることの効用は、目的地ランプで平常時に降りた場合の効用を基準とした効用の増分として定義する。したがって、どの程度の時間・距離について、平常時の速度以下で通過するかによって、各ランプで降りる効用が異なってくることから、各ランプに渋滞が到達しているかどうかに関して場合分けを行って、効用関数を定義する必要がある。なお、ランプ1より上流部での交通状態は、どのランプで降りることを選択しても同様に影響を受けることから、効用関数のモデル化では、ランプ1よりも下流での交通状態に着目する。また、ランプ2と目的地ランプの間にもランプがある場合、このランプの効用関数は、ランプ2の効用関数と同様の方法で定義することができる。

a項では、渋滞情報の内容として「渋滞長（距離）」情報を提示した場合について効用関数を定義する。「渋滞区間の通過時間（時間）」を提示した場合の効用関数に関しても、渋滞長を示した場合の効用関数と同様に定義できる。しかし、「渋滞長（距離）」を示した場合と「渋滞区間の通過時間（時間）」を示した場合には、効用に関して情報の違いによる系統的な認知誤差が生じると考えられる。b項では、この認知の誤差について述べ、c項で「渋滞区間の通過時間（時間）」を示した場合の効用関数を定義する。

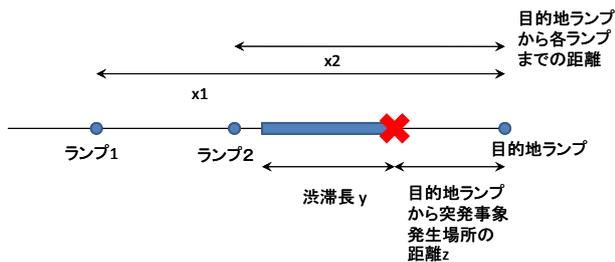


図-5 モデルの想定する状況

a) 事故渋滞情報に距離を提示する場合

ランプ1で降りる場合の効用関数は、ランプ1より下流の区間についてはすべて一般道で走行することから、

$$U_1 = \beta X_1 \quad (1)$$

ただし、

β : 一般道走行による単位距離あたりの効用の増分

X_1 : 目的地ランプからランプ1までの距離 (km)

とする。ここで、旅行時間の増加が利用者の不効用にな

るととらえると、 β は、一般道走行による迂回率を一般道速度で除して、単位時間あたりの不効用をかけたものに関係していると捉えることができる。したがって、 β は、調査を行った地域の一般道ネットワークの形状や交通状態に大きく依存する可能性があることに留意されたい。

ランプ2で降りる場合の効用関数は、

- 渋滞列の最後尾がランプ2より下流にある場合
 - 渋滞列の最後尾がランプ2より上流にある場合
- で異なる効用関数を定義する必要がある。ランプ2より下流にある場合は、ランプ1と同様に考えて、

$$U_{2a} = \beta X_2 \quad (2)$$

ただし、

X_2 : 目的地ランプからランプ2までの距離 (km)

と示すことができる。一方で、最後尾がランプ2より上流にある場合は、渋滞に巻き込まれることによる時間の増分と一般道を走行する事による時間の増分の双方を考慮した効用関数とする必要があることから、

$$U_{2b} = \beta X_2 + \gamma_d (Z + Y_d - X_2) \quad (3)$$

ただし、

γ_d : 渋滞による単位距離あたりの効用の増分

Y_d : 事故渋滞情報として提示される渋滞長 (km)

Z : 突発事象発生地点から降りるランプまでの距離 (km) 目的地ランプが突発事象発生地点より上流にある場合は負の値をとる

と示す。第一項目は、最後尾がランプ2よりも下流側にある場合と同様に、一般道走行にかかる不効用である。

第二項目の $Z + Y_d - X$ は、ランプ2より上流で渋滞箇所を走行する距離を示している。このことから、 γ_d は、

渋滞列の速度の逆数に単位時間あたりの不効用をかけたものに関連したパラメータである。

目的地ランプの効用関数については、

- 突発事象の発生地点が目的地ランプよりも上流にある場合
 - 突発事象の発生地点と渋滞最後尾の双方が目的地ランプより下流にある場合
 - 突発事象の発生地点が目的地ランプより下流にあり、渋滞最後尾が上流にある場合
- の3つの場合について考える必要がある。

まず、突発事象の発生地点が目的地ランプよりも上流にある場合には、渋滞区間のすべての区間で渋滞に巻き込まれることから、

$U_{0a} = \alpha_1 + \gamma_d Y_d$ (4)
 となる。ここで、 α_1 は、定数項である。この定数項は、目的地ランプは、事故渋滞が発生したとしても、土地勘がない一般道を走行するよりも渋滞区間を走行したほうがよいと考える利用者も少なからずいると考えられることから設定した。

突発事象発生地点と渋滞最後尾の双方が目的地ランプより下流にある場合には、渋滞区間を走行しないことから、

$$U_{0b} = \alpha_1 \quad (5)$$

となる。

突発事象の発生地点が目的地ランプより下流にあり、渋滞最後尾が上流にある場合には、目的地ランプより上流にある渋滞区間は、 $Y_d + Z$ であることから、

$$U_{0c} = \alpha_1 + \gamma_d (Y_d + Z) \quad (6)$$

である。

b) 提示する情報による認知の違いのモデル化

本研究では、事故渋滞情報を旅行時間として提供するときの旅行時間情報 Y_t (分) としたとき、事故渋滞情報の渋滞区間を距離として提示した時の Y_d (km) との渋滞区間通過にかかる旅行時間の認知の関係を

$$Y_t = \frac{Y_d}{v_d} + \alpha \quad (7)$$

ただし、

v_d : 道路利用者が期待している事故渋滞区間の走行速度

v_f : 道路利用者が期待している平常時の走行速度

α : 距離の情報を旅行時間へ換算する際に生じる系統的な誤差を示す定数項 (分)

であると仮定する。第一項目は、 Y_d の距離を道路利用者が期待している平常時の走行速度で通過する場合の旅行時間を示している。第二項は、道路利用者が距離情報をみたときにその区間の旅行時間へ換算する際に生じる系統的な誤差の項を示している。ここで、 γ_d は、渋滞区間情報の単位距離あたりの不効用であるが、平常時に走行する場合の効用を基準とした効用の増分として定義していることから、

$$\gamma_d = \theta \left(\frac{1}{v_d} - \frac{1}{v_f} \right) \quad (8)$$

ただし、

θ : 単位旅行時間あたりの効用

と見なすことができる。同様にして考えると、 γ_t は、

$$\gamma_t = \theta \left(1 - \frac{v_d}{v_f} \right) \quad (9)$$

となる。このとき、

$$\alpha_t = -\gamma_t \alpha \quad (10)$$

とすると、式(7)を

$$\gamma_d Y_d = \gamma_t Y_t + \alpha_t \quad (11)$$

と書き換えることができる。また、この式をa項の各効用関数に代入することで、事故渋滞情報を旅行時間として提供するときの効用関数を求めることができる。また、式(8)と(9)の関係より

$$v_d = \frac{\gamma_t}{\gamma_d} \quad (12)$$

の関係があることがわかり、 γ_d と γ_t を推定することで、道路利用者が期待している事故渋滞区間速度を知ることができる。

c) 事故渋滞情報に時間を提示する場合

事故渋滞情報に時間を提示する場合についても、距離で情報を提示する場合と同様の場合分けを行い、効用関数を定義する事ができる。

式(7)の関係から、a項で定義した効用関数の内、式(3)、(4)、(6)について効用関数を書き換える必要がある。

式(3)は、

$$U_{2b} = \beta X_2 + \gamma_d (Z - X_2) + \gamma_t Y_t + \alpha_t \quad (13)$$

となり、式(4)は、

$$U_{0a} = \alpha_1 + \gamma_t Y_t + \alpha_t \quad (14)$$

となり、式(5)は、

$$U_{0c} = \alpha_1 + \gamma_d Z + \gamma_t Y_t + \alpha_t \quad (15)$$

となる。

(3) ランプ選択モデルの推定結果

モデルの推定結果を表5に示す。表より、 $\beta, \gamma_t, \gamma_d$ が全て負であり、符号条件を満たしている。また、p値は、すべてのパラメータについて0.05以下であり、5%水準で有意な結果が得られている。

表5 ランプ選択モデルの推定結果

説明変数		推定値	t値	p値
目的地ランプに関する定数項	α_1	3.04	6.35	0.00
情報の認知誤差にかかる定数項	α_r	4.17	2.33	0.02
一般道走行の際の単位距離あたりの不効用	β	-0.0747	-3.23	0.00
渋滞区間情報の単位距離あたりの不効用	γ_d	-0.613	-6.36	0.00
渋滞区間情報の単位時間あたりの不効用	γ_t	-0.244	-4.88	0.00
データ数				168
ρ^2				0.526
$\bar{\rho}^2$				0.503

a) ランプ選択の行動特性

表-5の推定値の α_1 と γ_d に着目すると、目的地ランプの定数項の大きさは、渋滞を4.96(km)を走行する際の不効用の大きさと一致することがわかる。利用者が途中のランプで降りる場合には必ず負の効用が生じる一方で、目的地ランプで降りる場合には、利用者が目的地ランプまでに通過する渋滞距離が4.96(km)以下の時に効用が正になる。このことは、渋滞区間が約5km以下の場合には、利用者は、目的地ランプまで高速道路利用する傾向が大きいことを示しているといえる。

β と γ_d の推定値に着目すると、渋滞区間走行の単位距離あたりの不効用は、一般道の走行に比べて8.21倍大きいことがわかる。このことは、降りるランプから目的地ランプまでの距離が、目的地ランプまでの渋滞区間の距離の8.21倍の時に、渋滞区間の走行と同等の不効用が生じることを示している。例えば、あるランプまでの間に1kmの渋滞がある場合に、手前のランプから目的地ランプまでの距離が8.21km以下であれば、手前のランプで降りることの効用が大きくなることを示している。なお、この距離は、調査を行う高速道路周辺の一般道ネットワークの状況に依存すると考えられることから、今後の検証が必要である。

b) 情報板に表示されるメッセージの違いによる影響

γ_d と γ_t の推定値と、式(12)より、道路利用者は、渋滞時の速度を239(km/h)とみなして、距離による渋滞区間の情報を読み取っていることがわかる。

式(10)より、式(7)の α の値は、17.1(分)になる。このことは、渋滞区間の距離の情報をみて利用者が想定している旅行時間増大による不効用は、旅行時間情報をみて想定する不効用に比べて、17.1(分)相当分小さく評価していることを示している。このことの原因としては、道路利用者が渋滞時の速度を239(km/h)と比較的大きい値だと想定していることが原因であると考えられるが、この想定が実際の突発事象での渋滞時の速度と比べて過大であるかどうかについて検証が必要である。

渋滞区間を実際に通過することの利用者の不効用は旅行時間の増大によるものであることから、より直接的な旅行時間の情報を提供することが好ましいと考えられる。

一方で、距離による情報では、道路利用者の渋滞による旅行時間の増大を過少に評価してしまっている。このことは、利用者が想定している旅行時間に比べ、実際の走行での旅行時間が大きくなり、想定よりも大きな不効用を得てしまう可能性を示唆している。

4. 結論

本研究では、道路利用者が日常利用している高速道路路線での突発事象による渋滞の発生時を想定した、行動データを取得するための調査手法の開発を行った。具体的には、あらかじめ想定していたSP調査の対象区間を通過したトリップをPP調査による行動データから抽出し、そのトリップを行った被験者に対して、SP調査を行うものであった。

第四章では、道路利用者が高速道路走行時に突発事象による渋滞情報を得た場合を想定した行動モデルを構築し、調査によって得られた行動データを用いた分析を行った。この分析は、渋滞を回避するために降りるランプを選択する際の行動の特性の把握、突発事象による渋滞情報の内容による利用者の行動の違いを把握するために行った。分析の結果、高速道路利用者が一般道または事故渋滞区間を通ることによる不効用の度合い、また高速道路利用者が事故渋滞についてどれほどの旅行時間の増大を想定しているかを確認することができた。また、距離による渋滞区間の情報提供では、道路利用者は、渋滞通過にかかる旅行時間を過少に評価することが示唆された。

今回構築した行動モデルでは、調査を行った地域の一般道ネットワークの形状や交通状態に大きく依存する可能性があるパラメータが含まれている。今後、モデルを他の高速道路でも利用するためには、その対象の高速道路での調査実施が必要になる可能性があるが、対象の高速道路路線が多い場合には、調査が難しいこともあると思われる。したがって、このようなパラメータの代わりにGIS(地理情報システム)によって高速道路周辺の一般道路のネットワークの形状や密度と関連したパラメータを算出し、それらのパラメータを活用して、他の高速道路でも一般的に適用できるモデルを構築できないか検討したい。

本研究での行動調査及びモデルでは、高速道路に乗り直すことによる影響を考慮していなかった。本研究においては一度高速道路を下りてしまうとそのトリップの間では二度と高速に乗らないという条件を仮定している。高速道路を乗り直すことに関しては料金も重要な要素となる。都市高速道路では均一料金制が導入されていることもあり、乗り直しによるコストが距離比例の料金制度

に比べて高く、乗り直しが多いとはいえない。距離比例料金を導入した場合には異なる結果が出ることも考えられる。

謝辞：本研究の調査の協力者である（株）地域未来研究所 杉野勝敏氏、阪神高速道路(株)に感謝の意を表します。

参考文献

1) 宇野伸宏, 飯田恭敬, 久保篤史：旅行時間情報提供下での逐次経路選択行動に関する実験分析, 土木計画学・論文集,

No.14, pp.923-924, 1997.

2) 吉井稔雄, 桑原雅夫：リアルタイム交通情報の提供効果, 土木学会論文集, No.653, IV-48, pp39-48, 2000.

3) 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.

(2011.8.5 受付)

BEHAVIOURAL REACTION TO INCIDENT INFORMATION ON URBAN EXPRESSWAY

Taku Sharyo, Takahiko Kusakabe and Yasuo Asakura