

観光地における訪日外国人運転者の運転挙動 および事故リスクに関する研究

葉 健人¹・土井 健司²・猪井 博登³

¹学生会員 大阪大学大学院 工学研究科地球総合工学科 (〒565-0021 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail:yoh.kento@civil.eng.osaka-u.ac.jp

²正会員 大阪大学大学院教授 工学研究科地球総合工学科 (〒565-0021 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail:doi@civil.eng.osaka-u.ac.jp

³正会員 大阪大学大学院助教 工学研究科地球総合工学科 (〒565-0021 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail:inoi@civil.eng.osaka-u.ac.jp.

近年、外国人によるレンタカーを利用した観光需要が高まりを見せている。日本の道路交通事情に不慣れた外国人ドライバーの増加に伴う交通事故の増加が危惧され、訪日外国人の運転時の安全施策を講じることが喫緊の課題である。本研究では北海道における外国人レンタカー（社会実験対応）の利用者から取得した挙動履歴データおよび事故データを基に、外国人運転者の運転挙動および事故リスクについて分析を行った。結果、日本人と比較し外国人は DID 外の単路で急減速を行う傾向が強い一方で、大きな減速度を伴う急ブレーキは交差点内で発生する傾向が強いことを明らかにした。また、ポアソン回帰を用いた交通事故件数推定モデルからは交差が多い交差点、信号交差点において事故リスクが高いことを明らかにした。

Key Words: Road traffic safety, Foreign drivers, Driving behavior, Traffic accident, Rental car

1. はじめに

(1) 訪日レンタカー利用者の急増

近年、政府の「ビジット・ジャパン事業」を始めとする訪日外国人誘致の諸施策が結実し、訪日外国人が急増している。特に、リピーター観光客の数が年々増加する傾向にある。それに伴い観光形態の多様化が進み、結果の一つとして、公共交通の未整備な観光地域へも足をのばせるレンタカーの利用者の増加が進んだ。実際、北海道、沖縄という外国人観光客からの人気が高い観光地においては一年間でレンタカーの貸し渡し件数が 1.7 倍（平成 27 年度/26 年度比）と大きな増加を見せている。

レンタカーは観光客の移動範囲を広げ、その便益を波及させる効果を有する。一方で、外国人運転者にとって日本の運転環境は、交通ルール、道路構造、周囲の運転者の運転慣習が異なり、これに起因した交通事故の発生が危惧される。現状、日本人と比較し、外国人運転者が引き起こす交通事故件数は少なく、また事故そのものも軽微なものが多いため、まだ大きな問題とはなっていない。しかしながら、東京オリンピック、パラリンピックの開催を含め、今後も継続的な訪日外国人は見込まれる状況では、外国人運転者による重大な事故のリスクは高まると予想される。外国人観光客の交通事故は、地域住民への外部不経済、運転者自身の不利益さらにロコミを

通じた日本のイメージ低下を招く恐れがある。今後さらなる外国人を誘致する上でも、外国人レンタカー利用者の交通事故問題が顕在化する前に対策を講じることが喫緊の課題といえる。

以上より、訪日外国人特有の事故リスクを特定することが求められるが、訪日外国人運転者に関する事故データの蓄積は乏しい。そこで、短期間で多くのデータの蓄積が可能なカープローブデータに注目をした。本稿では、外国人観光客が利用するレンタカーに設置された ETC2.0 機器から取得した急加速発生データを用い、訪日外国人運転者の運転挙動および事故リスクの特徴抽出を試みる。

(2) 運転挙動、事故リスクの地域性

運転挙動および事故リスクの地域性に関する研究は多くなされている。地域性を形成する要因として、交差点の形成過程（久保田ら¹⁾）、交差点の大きさ等道路構造（塩見ら²⁾）、幹線道路では混雑時の平均旅行速度や交差点間の距離、非幹線道路では道路幅員や用途地域（渡部ら³⁾）、都市構造（橋本ら⁴⁾）が挙げられている。これらの研究は日本国内を対象としたものであるが、海外の道路環境は日本のそれと異なることが想定される。Bone and Mowen⁵⁾が言及するように、リスクの高い運転挙動の特徴は、運転者が所属する社会の慣習や環境から影響を受ける。そのため国・地域ごと運転挙動、事故リ

スクは異なることが推察される。

そして Doi et al.⁶⁾は交通文化として、地域に根付く弱者への優先意識、自動車の走行速度、空間のコンパクトさの3つの要素が地域における交通安全性を決定づけると述べた。この考えを援用し、著者ら⁷⁾は日本における外国人運転者の交通違反、交通事故データから国籍別の特徴を抽出した。そして、東アジア、東南アジア人運転者は優先意識が相対的に低く、このことが交差点における事故を誘発する点を指摘した。また、Yannis et al.⁸⁾はギリシャにおける邦人および外国人の事故リスクについて比較を行った。結果として、邦人と比較し在留外国人および来訪外国人は交差点において事故リスクが高いことを示した。

このように、異なる交通文化の背景を持つ外国人運転者は邦人とは異なる運転挙動を行い、特徴的な事故リスクを有すると考えられる。一方で外国人運転者の顕在化した事故の特徴についての研究は散見されるものの、運転挙動そのものおよび事故リスクに関する研究は希少である。

(3) 交通事故リスクに関する既往研究

近年の技術の進歩や ITS へのさまざまな分野からの期待の高まりにより自動車一台一台の行動を追跡した車両プローブデータの収集は進んでおり、このデータを用いた研究は多数行われている。江原ら⁹⁾は高速道路上の ETC2.0 プローブデータを用い、実際には事故には至らなかったが事故の発生が予測される潜在的な事故危険区間・箇所を抽出した。樋口ら¹⁰⁾タクシープローブデータを用いてヒヤリハット多発地点を特定した。また走行台キロ当たりのヒヤリハット発生回数をアウトカム指標として道路の事後評価に用いることを提案した。そして久保田ら¹¹⁾Honda インターナビデータを利用し区間ごとの事故件数を推定するモデルの構築を行った。すべての事故類型に関し、急加速度発生件数を説明変数に含めたほうがモデルの適合度が大きくなる点、急加速度の多発は危機回避以外の要因が影響している可能性がある点、そして信号交差点は無信号交差点よりもリスクが大きい点を明らかにした。以上は、カープローブデータが交通事故発生要因の特定に用いられた一例である。

カープローブデータが運転挙動および事故リスクを分析する上で有用であることが取り扱われる研究の多さから、見受けられるが運転者の属性、特に国籍に注目した研究は乏しい。本稿では、運転者国籍情報が付与された貴重な挙動履歴データを用い、訪日外国人運転者の特性を分析する点で新しいといえる。

(4) 本研究の目的

本研究では、訪日外国人運転者が増加する傾向にある観光地において、レンタカーから取得されたカープローブデータを用い、外国人特有の運転挙動および事故リスクの特定を試みる。運転挙動として、

ETC2.0 車載器から取得された急減速情報を用いる。急加速度発生件数の DID 内外比および交差点内外比を国籍毎に比較を行うことにより、特徴の抽出を行う。また、交通事故発生件数を推定するポアソン回帰モデルを用いることで、交通事故リスク要因の特定を行う。ただし、本研究では、後者の分析は札幌市内の DID 内における交差点で発生した事故に限定する。この結果を用い、訪日外国人運転者への安全運転促進策の提案における有用な知見を得ることを目的とする。

(5) 本稿の構成

本稿の構成は以下の通りである。第 1 章で研究の背景と目的について述べ、既往研究を参照し本研究の位置づけを明確にした。第 2 章では本研究の対象地域および分析に用いる ETC2.0 データおよび交通事故データに関して述べる。第 3 章では、外国人レンタカー利用者と日本人レンタカー利用者の急減速が発生した地点の特徴について比較を行う。第 4 章では、外国人運転者の交差点における事故リスク特定のために交通事故発生件数推定のためのポアソン回帰モデルの推計結果、およびその解釈を行った。最後に第 5 章で本研究の成果、および今後の課題を記載した。

2. 対象地と分析に用いるデータ

(1) 分析対象地域

本研究では分析対象地として、北海道を選定した。図-1 は H26 年度および H27 年度の北海道での外国人へのレンタカー貸し渡し件数を示している。韓国、台湾、香港人運転者を中心にレンタカー利用件数が増加していることがわかる。また、国土交通省が集計・作成した訪日外国人流動データ¹²⁾によると 2014 年における新千歳、函館、旭川空港から入国直後のトリップの内、6.4%がレンタカーを用いている。この値は、沖縄に次ぎ、訪日外国人のレンタカーを用いた観光誘致が盛んな九州地区と同等の値である。以上のように日本国内において訪日外国人運転者が多く、今後も継続した増加が期待される北海道を分析対象地として選定した。

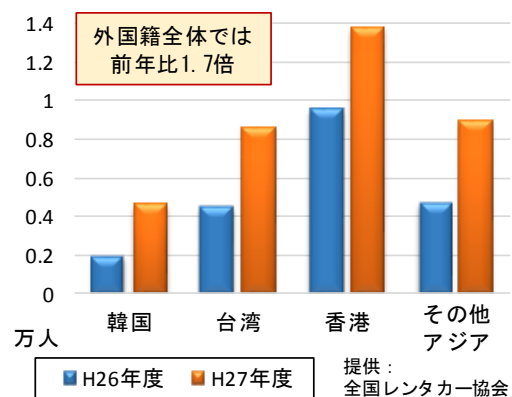


図-1 北海道でのレンタカー貸し渡し件数の推移

(2) 分析に用いる ETC2.0 挙動履歴データの概要

ETC2.0 プローブデータとは、基本情報、走行履歴データおよび挙動履歴データで構成される。本研究では、国土技術政策総合研究所の所掌する「ETC2.0 車両運行管理支援サービスに関する社会実験」にて(株)デンソーが取得した ETC2.0 挙動履歴データ(図-2)を用いる。データは 2016 年 8 月 1 日～10 月 31 日の間に貸出が行われ、かつ利用者から承諾を得たレンタカーより取得されたデータを用いる。なお、対象期間において積雪は観測されず路面は通常の状態であった。本研究で用いる挙動履歴データは運転者国籍、0.25G 以上の急減速が発生した際の減速度、速度の大きさおよび緯度・経度が含まれている。挙動履歴データ数は 5,109 件あり、うち 2,600 件は日本人運転者によるものであり、残りは外国人運転者によるものである。その国籍内訳は図-2 内の円グラフ通りである。北海道でのレンタカー貸出件数の国籍構成比と比較すると台湾国籍が少ないものの、香港、韓国そしてその他のアジア地域が上位に位置付けられており、サンプルの構成比概ね現実的に即している。

本研究で利用した「ETC2.0 車両運行管理支援サービスに関する社会実験」データ

- ・対象期間：2016年8月1日～10月31日
- ・対象者：トヨレン新千歳空港ポプラ店にてレンタカーを借りた運転者
- ・内容：国籍、位置、GPSで計測した0.25G以上の急減速発生時の減速度、速度
- ・データ数：外国人2,509件、日本人2,600件

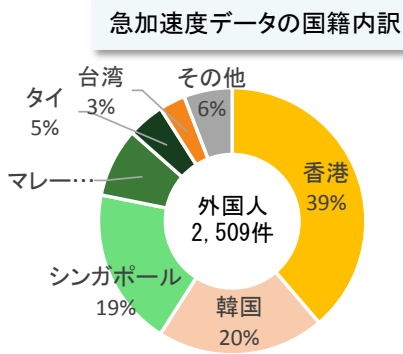


図-2 分析に用いる ETC2.0 データの概要

(3) 分析に用いる事故データの概要

分析に用いる交通事故データは、北海道警察より提供を受けた。内容は第一当事者が日本以外の国籍かつ観光目的でのレンタカー運転者による 2006 年～2015 年に発生した人身事故のデータである。北海道では、当該 10 年間で 102 件の人身事故が発生しており、うち 53.9%にあたる 55 件が中国籍、18.6%にあたる 19 件が台湾籍、次いで 14.7%にあたる 15 件が韓国・朝鮮籍運転者によるものである。なお、中国はジュネーブ条約に加盟していないため、中国の運転免許証では日本での運転は不可能である。

そこで今回は、中国籍運転者による交通事故は 1949 年の道路交通に関する条約(通称ジュネーブ条約)に加盟しており、わが国で事故を引き起こした際に中国籍として記録される香港運転者によるものとする。また、韓国・朝鮮籍に関しても朝鮮籍の運転者はほとんどいないと考え、韓国人として扱う。

3. 訪日外国人運転者の運転挙動特性の分析

(1) 分析の方法

急ブレーキ発生位置の情報は、緯度および経度で与えられる。そこで(一財)日本デジタル道路地図協会が作成するデジタル道路地図情報(以後 DRM)および国土交通省国土政策局作成の国土数値情報をもとに急ブレーキが発生した場所の道路情報を付与した。

まず取得した急ブレーキデータから高速道路、自動車専用道路上で発生したデータを除去した。結果、計 4679 件(外国人 2279 件、日本人 2400 件)の一般道上での急ブレーキ発生地点が抽出された。

次に急ブレーキ発生地点が国土数値情報(DID 人口集中)¹³⁾を用いて、DID(人口集中地区：人口密度が 4000 人/km²以上)内か否かを判定した。特に北海道では DID 内と DID 外とで自動車、自転車および歩行者交通量、道路延長当たりの交差点数、信号数の差が顕著であると考えられる。つまり、自動車の運転に当たり DID 内の方が周囲の環境からの動的な影響が大きく、DID 外では相対的に周囲の環境からの影響が小さいと想定される。

そして、最後に急ブレーキ発生地点が交差点内およびその付近か否かの判定を行った。なお、交差点内およびその付近は交差点ノードの中心から 30m 以内と定義した。手順としては各急ブレーキ発生地点から半径 30m 以内の交差点ノードを抽出し、その抽出された交差点ノードと急ブレーキ発生地点の各距離を求め、その距離が最も小さい交差点ノードを各急ブレーキ発生地点の最寄りの交差点とした。なお、距離の算定の際はヒュベニの公式を用いた。以上の過程で作成したデータセットを用い、独立性の検定を用いた国籍別の急ブレーキ発生件数の場所別構成の比較を行った。なお、国籍・地域の分類は下記の表-1 の通りである。

表-1 分析における運転者国籍の分類

名称	説明	具体的な国
外国人	日本国籍以外	(省略)
左側通行国	左側通行の国・地域	英、インド、豪、シンガポール、マカオ、香港
右側通行国	右側通行の国・地域	米、伊、蘭、独、仏、タイ、チリ、マレーシア、台、韓
香港	レンタカー利用が北海道で最も多い	香港
韓国	レンタカー利用が北海道で2番目に多い	韓国
東南アジア	レンタカー利用が全国的に顕著に増加	タイ、マレーシア

(2) 急ブレーキ発生件数の場所別構成比の比較

表-2 に各国籍の DID 内、DID 外における急加速度発生件数を表した。日本人の急ブレーキ発生件数の DID 内外比と外国人のそれを比較するために、それぞれの国籍に対し独立性の検定を行った。結果、日本人と外国人そして右側通行国運転者の急ブレーキの発生場所の DID 内外の構成は 1% 有意で異なることを示した。また、調整残差から外国人、右側通行国運転者は有意に DID 外での急ブレーキが多いことを示した。

表-3 に DID 内における急加速度発生件数を示した。DID 内における急加速度発生の交差点内、単路上での発生比率に関して独立性の検定を実施した。しかしながら日本人と有意に差がみられた運転者国籍は見られなかった。一方、表-4 に DID 外における急加速度発生件数を示した。DID 内と同様に独立性の検定を実施した。結果は外国人全体は交差点およびその付近とそれ以外の場所での急ブレーキ発生の構成も同様に 1% 有意で独立性が棄却された。さらに残差分析から外国人は日本人に比べ、DID 外において有意に交差点およびその付近以外での急ブレーキが多いことが示された。外国人は特に交通量が少ない状況および、道路の単路区間でヒヤリハットが生じている可能性が大きいことが示唆された。

表-2 DID 内外での急減速件数の比較

発生件数	日本	外国	左外国	右外国	香港	韓国	東南アジア
一般道	2400	2279	1410	869	863	459	288
DID内	1022	885**	557	328**	346	180	106
	42.6%	38.8%	39.5%	37.7%	40.1%	39.2%	36.8%
DID外	1378	1394**	853	541**	517	279	182
	57.4%	61.2%	60.5%	62.3%	59.9%	60.8%	63.2%

** : p<0.01, * : p<0.05

表-3 交差点内外での急減速件数の比較 (DID 内)

発生件数	日本人	外国人	左外国	右外国	香港	韓国	東南アジア
交差点・付近	540	469	293	176	184	92	65
	52.8%	53.0%	52.6%	53.7%	53.2%	51.1%	61.3%
単路	482	416	264	152	162	88	41
	47.2%	47.0%	47.4%	46.3%	46.8%	48.9%	38.7%

** : p<0.01, * : p<0.05

表-4 交差点内外での急減速件数の比較 (DID 外)

発生件数	日本人	外国人	左外国	右外国	香港	韓国	東南アジア
交差点・付近	499	450**	278	171	165	86	61
	36.2%	32.3%	32.6%	31.8%	31.9%	30.8%	33.5%
単路	879	944**	575	369	352	193	121
	63.8%	67.7%	67.4%	68.2%	68.1%	69.2%	66.5%

** : p<0.01, * : p<0.05

(3) 急加速度発生比率の減速度大きさ別の比較

(2)において、減速度が 0.25G 以上のイベントについて扱っていたが、本節においては減速度の閾値を変化させた際の交差点内と単路部で発生した急減速件数比の変化を比較する。閾値は 0.25G から 0.45G まで 0.05G ずつ変化させる。

図-3 に DID 内での交差点およびその付近での急減速発生比率を表した。この図から全国籍を通じ閾

値を高くするにつれ、交差点内での急減速の発生比率が高まっていることが示されている。日本人運転者は減速度の閾値を 0.25G から 0.45G まで引き上げると交差点での急減速の発生比率は 52.8% から 70.2% へと 17.4% 増加したのに対し、外国人は 53.0% から 79.4% へと 26.4% 増加し、外国人運転者の方が増加率が高い。DID 内において日本人運転者に比べ、外国人運転者は大きな減速度を伴う急ブレーキを交差点で行う傾向にあり、日本人運転者よりも交差点における事故リスクの高さが示唆された。

一方、DID 外における交差点及びその付近での急加速度発生比率は、図-4 のようである。DID 内と同様に国籍を通じ閾値を高くするにつれ、交差点内での急減速の発生比率が高まっている。また、0.25G からの 0.45G へと閾値を高くすることに伴う、交差点内での急減速発生比率の増加は、日本人運転者は 11.8%、対して外国人運転者は 19.6% である。ただし香港および韓国運転者は 0.4G の閾値では日本人と急減速の発生比率は日本人と差がほとんどない。また、DID 内と同様に大きな急減速度を伴う急ブレーキ程、交差点内で発生する傾向が大きいことが示された。

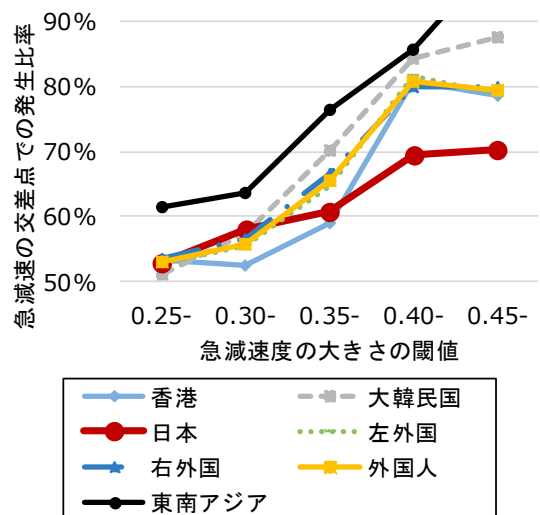


図-3 閾値別の交差点内の急減速発生比率 (DID 内)

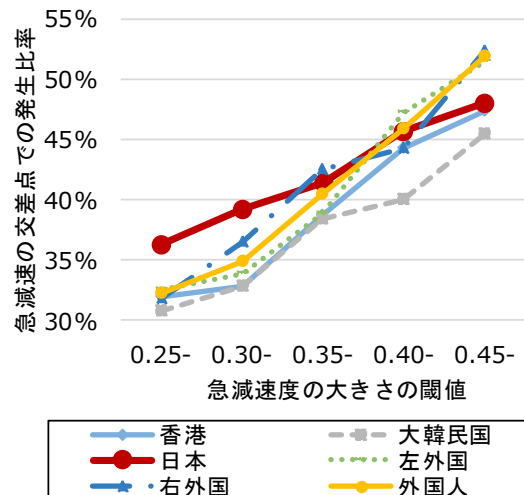


図-4 閾値別の交差点内の急減速発生比率 (DID 外)

4. 都市部交差点での事故リスク要因の分析

(1) 分析の方法

既往研究では交差点において、外国人運転者の事故リスクが顕著であるとの言及があったため、本研究においては、外国人運転者の事故リスクを高める交差点の環境の特定を行う。交通事故件数の推定に関する研究はこれまでも多く行われている。本研究では、これまでに提案されてきた中で、最も基本的なポアソン回帰モデルを適用する。交差点における交通事故件数を目的変数とし、3. (1)で述べたように北海道では DID 内外により道路構造および交通量の特性が異なると考えられる。ここでは、DID 内、特に札幌市内の交差点に範囲を限定して分析を行う。まず、交差点付近で発生した急加速度発生地点の交差点特性を付与をする。そのために、DRM データにおけるノードから交差点を抽出し、そこに接続する道路リンクの情報から、以下表-5 の①~③のように交差点を特徴づけた。

表-5 分析において説明変数に用いる交差点の定義

交差点分類	定義
①大交差点	接続するすべての道路の幅員が13m以上の交差点
②5差以上交差点	接続する道路が5つ以上の交差点
③信号交差点	一般国道、主要地方道、一般都道府県道及び指定市の一般市道が接続しており、接続するすべての道路幅員が5.5m以上かつ丁または十字型交差点

また、交差点の定義は接続する道路の最大幅員と連動するように、最大幅員が 13m 以上の交差点は交差点中心から半径 30m、最大幅員が 5.5m 以上 13m 未満の交差点は半径 13m、最大幅員が 3m 以上 5.5m 未満の交差点は半径 5.5m とした。交差点毎に上記の半径内における事故発生件数および急加速度発生件数を集計し分析のためのデータセットを構築した。そして、ポアソン回帰モデルの目的変数に交差点内の交通事故発生件数、説明変数に急加速度発生件数、大交差点ダミー、5 差以上の交差点ダミー、信号交差点ダミーを用いて、外国人運転者の交差点での事故リスク要因について分析を行う。

(2) 外国人運転者に関する事故リスク分析

本稿では急加速度件数および事故件数がある程度が確保されている外国人、香港人運転者に関して、ステップワイズ法により AIC が最小となる最適モデルを選択した。なお、ポアソン回帰モデルのパラメータの推定は最尤法により行った。その結果、外国人および香港人運転者に関する双方のモデルにおいて、大交差点ダミーが変数から除かれそれ以外の説明変数が採用されたモデルが選択された。

表-6 に外国人運転者に関するポアソン回帰モデルのパラメータ推計結果を表す。カイ二乗値が 0.1%有意となっている。また、選択されたすべての説明変数が有意となっている。5 差以上交差点ダミー、信号交差点ダミーがそれぞれ正の値をとっており、これらが外国人の事故発生要因になりうること

が示されている。外国人運転者にとっては、5 差以上の交差点という形状の複雑さが事故リスクを高めること、そして国によって信号の設置位置、灯火の配置や色等が異なり、日本の信号への不慣れであることが事故リスクを高める要因になっていると考えられる。また、同様に急減速発生件数の係数も正の値をとっており、急減速が多く発生する場所で事故リスクが高いことが示唆された。

香港人運転者に関するポアソン回帰モデルのパラメータ推計結果を表-7 に表す。外国人運転者のモデル同様、カイ二乗値が 0.1%有意、選択されたすべての説明変数が有意であることが統計的に示された。説明変数の符号は外国人運転者に関するモデルと同様であるが、香港人運転者に関するモデルの方が 5 差以上交差点ダミーおよび信号交差点ダミーの係数が大きくなっており、外国人全体の傾向と比較し、香港人の方が、それぞれ交差点での交通事故リスクが高いことが示された。

表-6 外国人の交通事故リスクモデル推定結果

説明変数	係数	標準偏差	z値
定数項	-7.69	0.32	-24.32***
5差以上交差点D	3.21	0.8	4.01***
信号交差点D	1.41	0.47	3.02**
急減速件数	0.86	0.2	4.38***
N			26,103
LL			-163.00
χ^2			311.43***

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001.

表-7 香港人の交通事故リスクモデル推定結果

説明変数	係数	標準偏差	z値
定数項	-8.38	0.45	-18.73***
5差以上交差点D	4.22	0.84	5.04***
信号交差点D	1.83	0.6	3.04**
急減速件数	1.58	0.51	3.12**
N			26,103
LL			-106.89
χ^2			210.84***

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001.

5. おわりに

本研究では、北海道における訪日外国人レンタカー利用者の ETC2.0 挙動履歴データおよび事故データを用い、訪日外国人運転者の運転挙動および事故リスクに関して分析を行った。

まず、日本人と外国人運転者の急減速が発生した地点の比率を比較した。外国人運転者は日本人運転者と比較し、DID 外での急減速発生比率が大きく、特に単路部における急減速度の発生比率が高いことを示した。北海道の道路は、堆雪のため道路幅員が

大きくとられており、なおかつ北海道の DID 外という交通量が少ないと考えられる自由な運転行動を許容する状況において、日本人よりも急ブレーキを発生させている傾向にある。同様に右側通行国運転者も日本人運転者と比較し、DID 外での急減速の発生比率が高いことが示された。

次に、減速度の閾値の大きさと交差点、単路での急減速発生比率の関係性の分析を行った。DID 内外、国籍に関わらず、減速度の閾値を大きくするにつれて交差点における急減速の発生比率が大きくなる傾向が示された。このことから、交差点において外国人と日本人とで運転の挙動がことあることが示された。既往研究で明らかにされた結果と一致している。

さらに、交差点での具体的な事故リスク要因を特定するために、ポアソン回帰を用い交差点における交通事故件数推計を構築した。その結果、5 差以上交差点ダミーおよび信号交差点ダミーが有意な正の説明変数として選定された。交差点形状の複雑さ、母国との信号設備の差異により、事故リスクが高まることが示された。また、急減速件数も同様に正の有意な説明変数として選定されており、今後、事故対策を行う上では急減速が集中して発生している交差点を中心に対策を講じる必然性が示された。

以上のように本研究では、外国人運転者の運転挙動の特徴および事故リスク要因の特定を行った。この結果、国籍による明確な差は抽出されなかったが、外国人運転者と日本人運転者との差異はある程度抽出された。

なお、今後の課題としては、①DID 外の交差点および単路部における同様の交通事故リスク要因の分析、②交通文化の差異と国籍別の運転挙動や事故リスクの差異の関係性の分析、③道路構造が特殊でない地域を対象とした分析などが残されている。

謝辞：本稿は（公財）国際交通安全学会研究調査プロジェクト 1611A における研究成果の一部である。ご協力を頂いたプロジェクトメンバーの皆様、ならびにデータをご提供いただいた（株）デンソー水野様、飯野様、国総研牧野様、北海道警察寺江様に深謝の意を表す。

参考文献

- 久保田尚，小嶋文：交通行動の地域性に着目した効果的な事故対策立案方法の開発，平成 26 年度（本報告）タカタ財団助成論文集，中扉 2p，1-34，2014.
- 塩見康博，渡部数樹，中村英樹，赤羽弘和：交差点幾何構造を考慮した幹線道路信号交差点における交通事故リスク要因の分析，土木学会論文集 D3，72(4)，368-379，2016.
- 渡部数樹，中村英樹：道路交通環境に着目した交通事故発生要因に関する統計モデル分析，土木学会論文集 D3，71(5)，889-901 (2015)
- 橋本成仁，吉城秀治，佐伯亮子，三村泰広，安藤良輔：交通事故データを用いた交通事故発生確率推定モデルの構築と適用可能性の検討—愛知県豊田市・岡山県岡山市を対象として—，土木計画学研究・講演集，Vol.48，6 ページ，CD-ROM，2013.11.
- Bone, S. A., Mowen, J. C. : Identifying the traits of aggressive and distracted drivers: A hierarchical trait model approach. *Journal of Consumer Behaviour*, 5(5), 454-464, 2006.
- Doi, K., Sunagawa, T., Inoi, H., Yoh, K. : Transitioning to safer streets thorough an integrated and inclusive design, *IATSS Research* 39(2) 87-94, 2016.
- Yoh, K., Okamoto, T., Inoi, H., Doi, K. : Comparative study on foreign drivers' characteristics using traffic violation and accident statistics in Japan, *IATSS Research* 41(2) 94-105, 2017.
- Yannis, G., Golias, J., Papadimitriou, E. : Accident risk of foreign drivers in various road environments, *Journal of safety research*, 38(4), 471-480, 2007.
- 江原豊，伊藤俊明，成田梨香：ETC2.0 データを用いた北海道の高速道路上における潜在的な事故危険箇所の抽出，第 36 回交通工学研究発表会論文集，No.36，2016.8.
- 樋口恒一郎，益子輝男，中嶋康博，牧村和彦：ヒヤリハットデータを用いたアウトカム指標の一考察，土木計画学研究・講演集，Vol.30，2004.11.
- 久保田吏稀，吉田長裕，西岡昌志：ヒヤリハットデータを用いた幹線道路における事故リスク分析，第 36 回交通工学研究発表会論文集，No.37，2016.8.
- 国土交通省：FF-Data（訪日外国人流動データ）http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000022.html，最終訪問 2017.7.30.
- 国土交通省：国土数値情報（DID 人口集中地区データ）<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/other/yakkan.html>，最終訪問 2017.7.30.