

車両プローブデータを活用した 高速道路における逆走要因の抽出

阪神高速道路(株)計画部調査課 児玉 崇
 阪神高速道路(株)保全交通部交通企画課 宇野 巧
 阪神高速技研(株)技術部技術課 西 剛広

要 旨

近年社会問題化している高速道路の逆走に対し、様々な対策がこれまで講じられている。逆走を防ぐためには、逆走につながる「高速道路への進入間違い」を防止することが重要である。しかしながら、対策を検討する際に必須となる進入間違いの要因把握が、通報に依存している現状では限界があったことから、より精緻に運転者の挙動を捉える手法が必要となってきた。

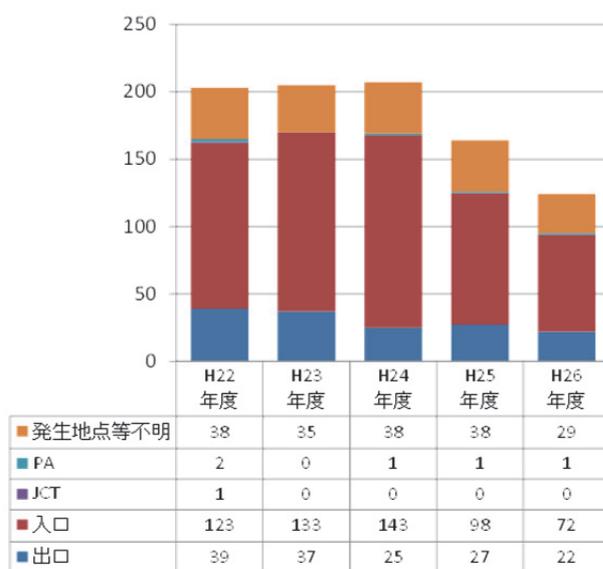
本稿は、逆走につながりかねない誤進入に至る動きを精緻に把握するため、近年注目されている車両プローブデータから、問題のある車両の挙動を抽出、把握する手法を開発したことについて述べるものである。この手法を用いることにより、見落とされていた道路案内の問題点が可視化でき、今後の逆走対策の一つとして、また、お客さまサービスの向上として、重要な高速入口案内の充実に向けた対策着眼点を示すことが可能となった。

キーワード: 高速道路, 逆走, 誤進入, プローブデータ

はじめに

近年、高速道路の逆走が社会問題化している。高速道路会社各社も逆走対策に関する方針を共同で発表¹⁾するなど、高速道路管理において、有効な逆走対策の推進は喫緊の課題となっている。

図-1 に示す、阪神高速道路における逆走事案件数の推移から、阪神高速道路では、高速出口から進入して高速本線を逆走する事例よりも、高速入口進入後に入口間違いに気付いて、高速入口等を後退あるいは逆走する事例の方が圧倒的に多いことがわかる。その理由としては、都市内の複雑な道路環境における高速入口案内の分かりにくさが挙げられる。



出典：阪神高速道路 交通管理統計

図-1 阪神高速道路における発生場所別逆走件数の推移

この状況に対処するべく、阪神高速ではこれまで、高速入口における逆走対策として、管理境界にあたる高速道路入口付近に、様々な案内及び注意喚起を設ける対策を講じてきた。しかしながら、逆走は依然発生しており、こうした水際対策（図-2）だけでは限界があることが問題となっている。

一方、高速道路の逆走という社会問題に対し、高速道路会社に加え、自動車メーカー等も参画する協議会が国主導で設置され、官民連携による総合的な対策に向けた議論も始まっている。

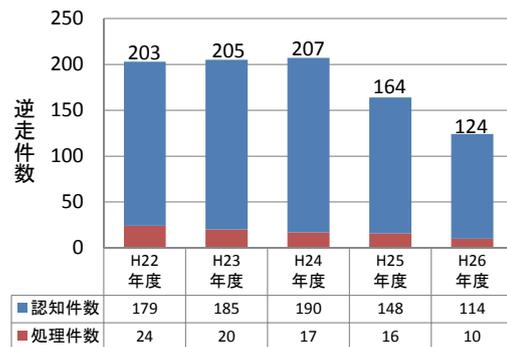
協議会では、逆走対策の考え方として、原因を過失、故意等に分類したうえで、逆走に至りそうな車両（運転手）に対し、道路管理者や交通管理者、自動車といった、それぞれの立場で担うべき対策の方向性について、案が示されている²⁾。

しかしながら、高速道路での逆走行為が過失によるものか、故意によるものかに関わらず、その背景には高速出入口への進入間違い（誤進入）があることを鑑みると、誤進入に至った根本へ対処する施策が不可欠ということが浮かび上がる。

その施策立案には、誤進入に至るまでの経緯・経路を精緻に把握したうえで、入口案内に関する問題点を明らかにすることが必要となるが、現状は図-3 に示すとおり、通報により事案を認知しただけの案件が大半で、実際に聞き取りできた処理案件は、全体のごく一部に過ぎない。そのため、より精緻に誤進入に至る経緯・経路を把握できる手法の開発が求められていた。



図-2 進入間違いに気付かせることに注力した水際対策 (8号京都線 鴨川東入口)



出典：阪神高速道路 交通管理統計

図-3 阪神高速道路における逆走件数の認知・処理内訳推移

そこで、現状の把握手法の課題を克服するため、「連続した軌跡情報を有する車両プローブデータ」（以下、プローブデータ）に着目し、その特性を活かした経路の把握手法を開発することにした。

この手法により、問題のある車両の挙動を抽出・把握し、誤進入に至る経路を可視化することで、経路上の問題点の詳細な把握が可能となる。

本稿は、近年社会問題化している高速道路の逆走問題へのより有効な対策の立案に資するため、その根本へ対処する施策の検討の端緒として、高速出入口への誤進入に至る経路の把握にプローブデータを用いる手法について述べるものであり、本手法の導入により、逆走対策としてこれまで十分実施できていない誤進入の根本に対処する施策の検討着眼点を明らかにすることが可能となった。

1. 検討対象と目的

高速道路の逆走行為の背景には「意図せぬ高速出入口への進入間違い（誤進入）」がある。今回、特に、阪神高速道路で多くみられる高速入口に関する逆走を対象として、「1. プローブデータの特性を活かして誤進入に至る経路（逆走経路に相当）を明らかにすること」、「2. 抽出経路と高速入口案内施設の設置状況等との重畳により同経路上の問題点を可視化し、逆走行為の背景にある進入間違いの根本へ対処する施策の着眼点を提示すること」の2つを目的として検討することにした。

高速出入口への誤進入パターンは、原因別に、以下の4種類に大別できる。

- ①高速入口隣接の高速出口に誤って進入したもの
- ②逆方面の高速入口に誤って進入したもの
- ③高速入口を一般道路と誤認して進入したもの
- ④高速出口を一般道路と誤認して進入したもの

また、阪神高速道路で特に多い高速入口誤進入後の逆走パターンを、逆走行為別に図-4 に示す。高速入口誤進入後の逆走は、高速入口で完結する軽微な案件も多いが、高速本線上での逆走事例も存在するため、対策対象としての優先度は高い。

次章以降、逆走の特性とプローブデータの特性を活かし、前記の高速出入口への誤進入パターンのうち、高速入口案内のわかりやすさに影響を受ける①～③を抽出するために開発した誤進入経路把握手法と、見落とされていた入口案内の問題点を誤進入に至る経路の可視化で捉えたうえで改善に向けた着眼点を検討した事例について述べる。



図-4 高速入口誤進入後の逆走パターン（逆走行為別）

2. 逆走プロセスに着目した誤進入経路抽出

非常に稀な事象である高速出入口の誤進入事案の経路を明らかにするには、相応の大量データを対象とすることが必要となるが、プローブデータは現状小サンプルのため、実務で活用するには、そうしたサンプルデータを大量に収集し、その中から、僅かしかない同事案を合理的に抽出できることが要件として求められる。そこで、プローブデータで高速出入口への誤進入事案を抽出するにあたっては、誤進入後に、目的経路に戻るための特徴的な動き（リカバリー行動）を手掛かりに、データ処理等により対象トリップを機械的に抽出する手法の開発を目標に進めることにした。

プローブデータには、測位地点ごとに、GPS による位置情報や、速度や加速度等の車両挙動情報を有するドットの点列データとして構成されるドットデータと、GPS の測位精度の誤差補正として、

ドットを一定のアルゴリズムで走行リンクに吸着（マップマッチング）させて、走行リンクの時系列情報（例：表-1）に簡略化された経路データとがある。ここで、車両とリンクの進行方向が同一であること（順行）、吸着した走行リンクが途切れないこと（連続性）に留意して吸着リンクを特定する一般的なマップマッチングアルゴリズムで処理された経路データでは、ドットデータが順行リンクに吸着されるため、結果として逆走挙動の痕跡が消滅する（図-5）ことに注意が必要である。

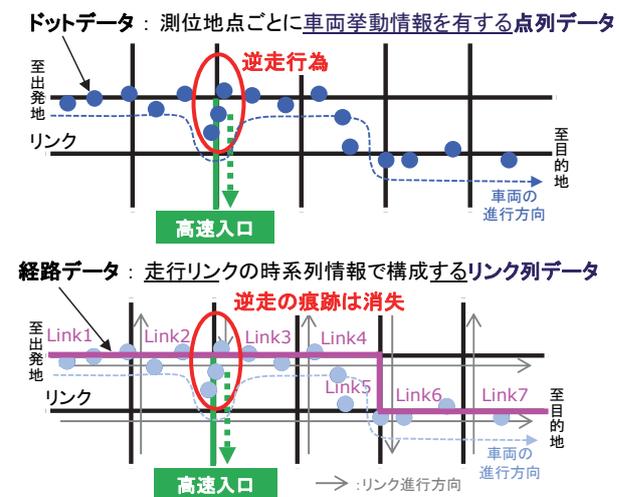


図-5 プローブデータの種類の概要

高速出入口に誤進入した車両が目的経路に戻るリカバリー行動は、「高速出入口の逆走」と「逆走せずに高速を利用」に大別（図-6）され、いずれを抽出しても、目的である「誤進入に至る経路」を明らかにできる。ただし、「高速出入口の逆走」を手掛かりとする場合は、前述のプローブデータの特徴から、ハンドリングし易い経路データではなく、目的経路に戻るための「バックやUターン」等の車両挙動をドットデータで抽出することになる。しかし現状では、抽出に必要な車両挙動情報の利用環境やGPS の測位位置精度が十分ではなく、抽出ロジックの難しさやデータ処理コスト等の課題もあり、実務での活用を見据えて開発上の目標に設定した「データ処理等で対象トリップを機械的に抽出」することは困難であった。

そのため、意図せぬ高速出入口に誤進入したが、逆走せずに「不合理な経路」を通して目的経路に戻ったトリップ（図-7）に着目し、この不合理な

経路を手掛かりに抽出を試みることにした。なお、同トリップは経路データから抽出可能なことに加え、高速道路利用が前提のため不合理な経路も限定されることから、効率的な抽出が可能となる。

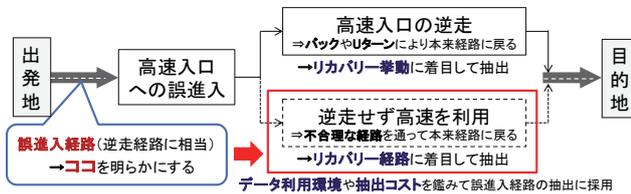


図-6 逆走プロセスに着目した誤進入に至る経路の抽出方針

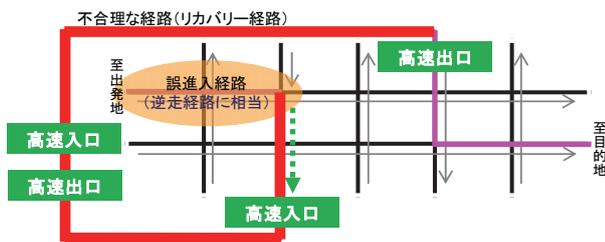


図-7 高速入口に誤進入後、不合理なリカバリー経路を通過して目的経路に戻るトリップのイメージ

以上を踏まえ、高速出入口の逆走対策の検討に資する今回の誤進入に至る経路の把握においては、意図せぬ高速出入口に誤進入した、又はしそうなった車両のうち、実際に高速出入口を逆走した車両ではなく、逆走せずに不合理な経路を通過して目的経路に戻った（逆走リスクのあった）車両のトリップに着目した。さらに、実務で活用できる合理性を重視し、経路データを用いて、逆走が多発している又はその関連が懸念される入口を対象に、トリップのODの位置関係からは明らかに不合理となる経路を抽出条件に設定することで、大量のトリップが対象であっても、より合理的に、目的である誤進入に至る経路（逆走経路に相当）を明らかにできる手法として開発することができた。

3. 誤進入とプローブの特性を活かした抽出

3-1 分析に用いたプローブデータ（経路データ）

不合理な経路に着目した抽出を実行するには、トリップごとに、OD間の走行リンクが時系列で把握できる経路データ（表-1）が必要となる。

また、誤進入という稀な事象の抽出であることを勘案すると、サンプル数の多いデータを用いる

ことが望ましい。よって、本分析では、これらの要求に応えることができる(株)富士通交通・道路データサービス提供の商用車プローブデータを用いることにした。本データは、富士通(株)製のネットワーク型デジタルタコグラフを搭載する約5万台（2015年4月末時点）の商用車から収集され、2014年11月の本データに含まれる阪神高速道路利用のトリップ数は、約15.2万トリップである。これは、同年月の阪神高速道路の大型車通行台数（約192万台）の約8%（全通行台数の約0.7%）に相当する。なお、本分析には、2014年11～12月の2ヶ月間の車両ID付き経路データを用いた。

表-1 本分析に必要な経路データの要件

データ項目	備考	データイメージ
車両ID	車両固有のID	711974851840
トリップID	トリップを特定するためのID	1416270368
二次メッシュ番号	DRMリンクが存在する二次メッシュ番号	523500
DRMリンク番号	DRMのリンク番号	02730636
リンク進行方向	1:順方向, 2:逆方向	2
リンク進入時刻	yyyy/mm/dd hh:mm:ss形式	2014/11/18 9:29:27
リンク所要時間	秒単位	26.7

3-2 対象車両の抽出手法

本分析に採用した経路データを用いた対象トリップの抽出手法について、11号池田線上り（大阪市内方面）塚本入口を例に概説する（図-8）。

Step1: 本入口で誤進入が発生するトリップ特性とメカニズムについての仮説を立てる。

塚本入口は大阪市内方面（南向き）の入口であるが、入口への進入路は一般街路（淀川通）の北側に位置し、淀川通から北向きに進入後にUターンするような経路を経て本線と合流する。この取り付け形状に起因し、大阪市内とは逆方面の豊中・池田方面に行きたい車両が、北向きの入口と勘違いして進入してしまう事態が懸念されている。

Step2: 塚本入口に誤進入した車両が通るであろう不合理な経路を想定する。

豊中・池田方面に行きたい車両が塚本入口に誤進入した際に通るであろう不合理な経路は、下流側の福島出口や梅田出口から出て、11号池田線下りの福島入口から再度阪神高速道路に入る経路、一般道路のみで豊中・池田方面に向かう経路の他、阪神高速道路から出ずに、1号環状線を周回して

11号池田線下りに入る経路が考えられる。

Step3：経路を特徴づける複数の DRM リンクを、通過順序を勘案して設定する。

Step2 で示した不合理な経路は、データを GIS 等により図化すれば目視確認できるが、全トリップの確認は、そのデータ量から現実的ではない。そのため、目標とした機械的な抽出を達成するために、データベース処理が可能となるような経路を特徴づける複数の DRM リンクを、通過順序を勘案して設定する。塚本入口の場合、本線に流入すると淀川を渡ることになる。ゆえに、本来の目的地に向かうには淀川を再度越える必要がある。そこで、塚本入口リンクの選択に加え、淀川を渡河する大阪市外方面リンク（11号池田線下り、国道2号下り、国道176BP下り等）を順に選択する。Step4：抽出条件と合致するトリップをデータベース処理で抽出する。

リンク流入時刻が Step3 で定めた通過順序条件に合致するトリップを誤進入候補としてデータベース上のプログラム処理で抽出して描画する。その結果、過大な抽出があれば、それらは除外する。



図-8 プローブデータを活用した誤進入事案抽出のイメージ（11号池田線（大阪市内方面）塚本入口での間違い例）

4. 誤進入経路の抽出と対策の着眼点の提示

本章では、誤進入パターン①～③に該当する、阪神高速道路の逆走多発出入口を対象に、前述の経路データを用いた誤進入トリップの抽出手法を適用し、抽出経路と入口案内施設の設置状況との重畳により可視化された対策検討の着眼点を示す。

4-1 3号神戸線生田川入口（誤進入パターン①）

3号神戸線生田川入口は、進入路が交通量の多い国道2号に直交しており、国道2号からの右左折で進入する。生田川入口に隣接する一般道路は3号神戸線上り生田川東行出口から国道2号へのアクセス道路となっており、同出口で逆走事案が散見されている。このため、生田川入口利用車両が同入口への進入路を誤った結果、同出口へ進入するに至った可能性が懸念されていた。

プローブデータで不合理な入口進入トリップを抽出した結果、対象期間中に生田川入口を利用した760トリップのうち3トリップを抽出できた。図-9にその一例を示すが、抽出された3トリッ

プのうち2トリップが、国道2号からの右折進入であり、手前の隣接路に誤って進入し、幸い同出口には進入しなかったものの、大きく迂回して生田川入口に進入したものであった。

本アクセス経路上の入口案内標識は図-10 のとおりである。生田川入口への進入及び隣接路への進入が同じ右折であることを踏まえると、勘違いして手前の隣接路に進入する右折レーンに並んだために発生したと推察された。

以上から、誤進入対策として、国道2号の右折標識の分かりやすさ向上及び路面表示等による右折先の明確化が必要であることが明らかとなった。



図-9 3号神戸線生田川入口に関する間違い事例



図-10 3号神戸線生田川入口へ右折進入を案内する標識

4-2 4号湾岸線貝塚入口（誤進入パターン②）

4号湾岸線貝塚入口は、大阪方面と泉佐野方面の両方向の入口が一定離れて設置されている。このうち、泉佐野方面入口において逆走事案が確認されており、その要因として、大阪方面に行きたい車両が、誤って泉佐野方面入口に進入している可能性が懸念されている。

そこで、プローブデータで本入口進入後の不合理な経路トリップを抽出した結果、対象期間中に

本入口を利用した151トリップのうち1トリップを抽出できた(図-11)。同事例は、両入口の間にある交差点よりアクセス道路(大阪府道29号大阪臨海線)に入る際に、近傍にある本入口の方面に誤って向かい、そのまま進入して泉佐野方面に走行、次の泉佐野北出入口でUターンして再度高速を利用し、大阪方面に向かったものであった。

アクセス道路上の貝塚入口(大阪方面)案内標識の設置状況は図-12 のとおりである。貝塚入口(泉佐野方面)直近に泉佐野方面の入口案内標識があるが、アクセス道路の大阪臨海線に臨海部から直交する道路上には、大阪方面の入口案内標識がない。一方、貝塚入口(大阪方面)利用トリップを分析すると、この臨海部からのアクセスが31%を占めている。よって、臨海部における湾岸線建設後の開発に伴う交通状況の変化に、貝塚入口の案内が対応できていないことが示唆された。

以上から、同入口への誤進入対策として、臨海部から同入口へのアクセス道路における入口案内の充実が必要であることが明らかとなった。

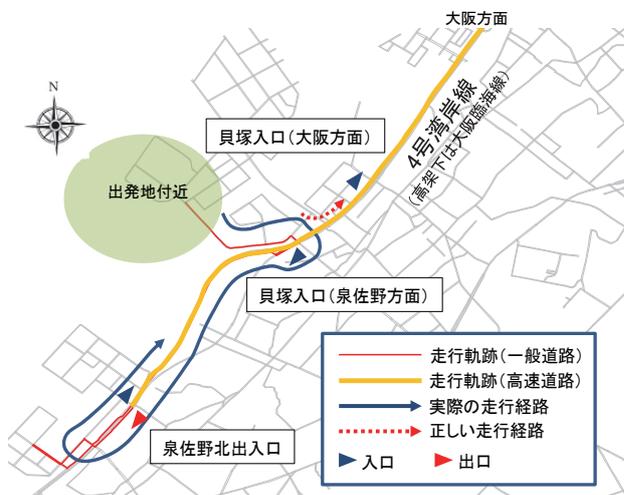


図-11 4号湾岸線貝塚入口に関する間違い事例

4-3 15号堺線堺入口（誤進入パターン③）

逆走の報告が多い15号堺線(大阪方面)堺入口は、アクセス道路全4車線のうち、左側2車線がそのまま入口進入路になる(図-13)のが特徴である。しかも、本入口は本線合流後に料金所があり、料金所は一般道路から視認できない。ゆえに、逆走の要因として、本入口を一般道路と誤解して進入に至った可能性が懸念されていた。

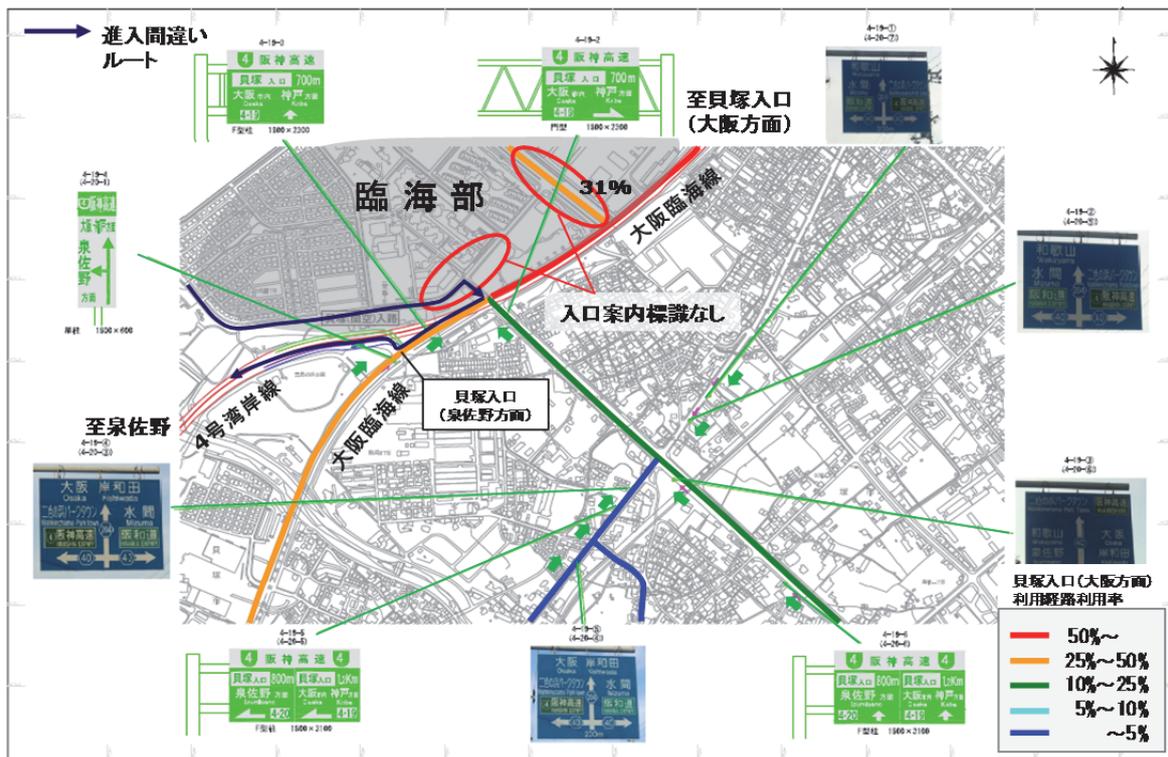


図-12 4号湾岸線貝塚入口（大阪方面）を案内する入口案内標識の設置位置と同入口利用トリップのアクセス状況

プローブデータで本入口進入後の不合理な経路トリップを抽出した結果，対象期間中に本入口を利用した2,695トリップのうち1トリップを抽出できた（図-14）．本事例は，15号線と国道26号が直行する安井町交差点を左折してアクセス道路に入り，キープレフトのまま誤って本入口に進入，そのまま本線を走行し，次の津守出入口でUターンして再度高速を利用し，最終的に玉田出口で降りて目的地に向かったものであった．なお，本交差点を左折しアクセス道路に入る経路（誤進入に至る経路）上の案内標識は充実していたが，左折後のアクセス道路のうち左側2車線は本入口への進入車線という情報が不足していた．よって，本入口への誤進入を防ぐため，国道26号上に路面表示等で左折後の車線構成を事前に知らせる対策等が必要であることが明らかとなった．



図-14 15号線堺入口に関する間違い事例

5. まとめ

近年，高速道路の逆走が社会問題化している．この問題の背景であり根本である進入間違いへの対策立案には，誤進入経路の把握が不可欠であるものの，現状の把握手法では限界がある．

この問題に対し，軌跡情報を有する車両プローブデータの特性を活かした誤進入トリップの抽出



図-13 15号線堺入口付近（「安井町」交差点直後）

を着想し、実務で活用できる合理性を要件に、逆走が高速出入口への誤進入の結果発生する特性も踏まえ、逆走車両でなく、高速入口進入後に不合理な経路を通るトリップをデータベース処理で機械的に抽出して誤進入経路(逆走経路に相当)を明らかにする手法の開発について、本稿で述べた。

また、同手法を逆走報告の多い入口に適用し、抽出された誤進入経路と入口案内施設の設置状況等を重畳することで、見落とされていた道路案内の問題点を洗い出し、逆走行為の背景にある進入間違いの根本対策の着眼点が提示できた。この結果は、入口案内の強化に向け、一般道路の管理者と合意形成を図るうえでも、有効な根拠資料になる。また、入口周辺の開発等により一般道路の交通状況が変化し、入口案内の対応が必要となっていたことも鑑みると、本稿で開発した手法等により定期的に状況確認する必要性も示唆された。

今後、個別車両の走行軌跡が把握できるプローブデータを活用して入口案内施策の着眼点を明らかにできる本手法は、お客さまサービス向上の観点からも有効なツールとなると思われ、本検討を契機に、他の入口にも順次適用させていきたい。

加えて、本検討を通し、逆走という希少事象を、全利用台数の1%に満たない程度の小サンプルに過ぎないプローブデータの中から合理的に抽出するという課題に対し、実際に発生した逆走事案を、逆走する恐れがあったリスク事案で代替し、その後の特徴的な挙動に着目するという考え方・手法が有効であることも示された。この結果は、この手法が、小サンプルであるプローブデータを用いて希少な交通事象の傾向把握を試みる際に有効な手段の一つに今後なり得ることを示すものである。

謝辞：本稿は、阪神高速道路㈱と㈱富士通交通・道路データサービスが実施する「交通ビッグデータを活用した社会的価値の創出に関する共同研究」の成果である。この場を借りて両関係者に厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 1)阪神高速道路㈱ら：高速道路における逆走の発生状況と今後の対策（その2）、2015.4.28.
- 2)国土交通省、高速道路での逆走対策に関する官民連携会議第1回配布資料、2016.1.22.

A CONSIDERATION OF HOW TO EXTRACT THE CAUSES OF WRONG-WAY DRIVING ON EXPRESSWAYS USING VEHICLE PROBE DATA

Takashi KODAMA, Takumi UNO and Takehiro NISHI

A method of extracting processes that induce wrong-way driving on an expressway was developed based on the characteristics of the phenomenon, using the advantage of probe data of movement of vehicles. Although detection of wrong-way drivers currently relies mainly on reports from road users, to eliminate the problem requires understanding of what makes the drivers to enter wrong-way ramps. This paper describes how to detect vehicles showing irregular movement that can lead to wrong-way driving, and also reports several case studies. The findings led to some practical proposals on improvement of road signs located at and around the expressway entrances.

兒玉 崇



阪神高速道路株式会社
計画部 調査課
Takashi Kodama

宇野 巧



阪神高速道路株式会社
保全交通部 交通企画課
Takumi Uno

西 剛広



阪神高速技術株式会社
技術部 技術課
Takehiro Nishi