

# 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検討

兒玉 崇<sup>1</sup>・岩里 泰幸<sup>2</sup>・竹井 賢二<sup>2</sup>・石井 康裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>阪神高速道路株式会社 計画部 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3)

E-mail: takashi-kodama@hanshin-exp.co.jp

<sup>2</sup>阪神高速道路株式会社 保全交通部 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3)

E-mail: yasuyuki-iwasato@hanshin-exp.co.jp, kenji-takei@hanshin-exp.co.jp, yasuihiro-ishii@hanshin-exp.co.jp

近年社会問題化している高速道路の逆走は、様々な要因による高速出入口の誤進入の結果発生するが、その要因を把握するには通報に頼る現状の認知手法では限界がある。

本研究は、潜在的なものも含め、高速出入口の誤進入事案に着目して、車両プローブデータを活用して抽出を試みるとともに、誤進入に至った経緯を見える化して要因を把握し、既存の道路案内の妥当性等の検証に活かすことで、今後の逆走対策における着眼点を明らかにするものである。

**Key Words :** 高速道路, 逆走, 誤進入, プローブデータ

## 1. 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事案の認知に注力しているが、現状の通報等に頼る認知手法では全数の完全な把握は困難である。また、逆走は高速出入口への誤進入の結果発生することに注目すると、有効な対策を検討するには、

a) どの方面（道路）へ行こうとして間違ったのか

b) どういう経路をたどって間違ったのか

といった誤進入に至った経緯を把握して発生要因を追究することが必要となるが、現状の認知手法ではこれらを聞き取れた事案はそのごく一部に過ぎず、逆走対策を推進するうえで大きな課題となっていた。

このような背景から、現状の認知手法の課題を解決する新たな手法として、車両プローブデータの活用を着想した。同データの活用により誤進入事案が抽出できれば、地図上に誤進入に至った経路をプロットし、課題と前述したa), b)の把握もできるようになるため、逆走対策を大きく前進させることが可能になると考えられる。

以上から、高速出入口の誤進入事案を対象に、「車両プローブデータの活用により同事案（潜在事案含む）を合理的に抽出して誤進入経路を明らかにできること」、「抽出により見える化されたアクセス経路上の道路案内の検証により逆走対策の検討に大きく寄与できること」の実証を目的に、本研究を実施することにした。

## 2. 阪神高速道路における逆走事案の概要

阪神高速道路で把握している逆走事例の内訳は、図-1に示すとおり、出口から進入して本線を逆走する事例よりも、入口へ進入後に間違いに気付いて入口を逆走する事例の方が圧倒的に多い。この理由としては、都市高速道路である阪神高速道路では収受員のいる料金所の大半が入口にのみ設置されているため、入口での逆走事案を発見しやすいことも影響しているが、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にも原因があると考えられる。

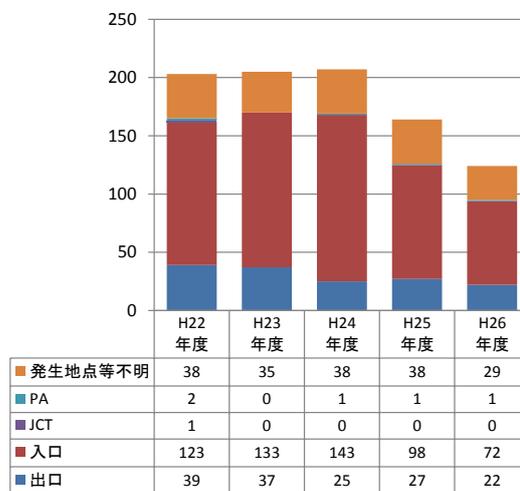


図-1 阪神高速道路における発生場所別逆走件数の推移

上記を踏まえ、阪神高速道路の逆走を、その前提である高速出入口への誤進入に着目して整理すると、以下の4つに大別できる。

- ①高速入口と隣接する高速出口に誤って進入したもの
- ②意図とは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

次章以降、車両プローブデータの活用による誤進入経路の抽出に関する技術的検討と、経路抽出によって明らかとなる逆走要因について、事例を使って報告する。

### 3. 逆走プロセスに着目した誤進入経路の抽出

プローブデータを活用して高速出入口の誤進入事案の経路を抽出し、その要因を分析するには、実際に誤進入に至った車両のデータを抽出し、アクセス経路や誤進入に至るまでの運転挙動の特徴を捉えるのが最も直接的かつ信頼度の高いアプローチである。

しかし、同事案の発生頻度はそれほど高くないため、実際に誤進入した車両のデータを抽出するには、大量のデータを対象に抽出を試みる必要があるため、そのため実務で採用するには、大量のデータの中から同事案を合理的に抽出できることが求められる。

そこで、本研究では、プローブデータによる高速出入口への誤進入事案の抽出にあたり、同車両が、誤進入後に目的経路に戻ることに着目し、このリカバリー行動（経路・挙動）に着目した抽出を検討することにした。

なお、分析に用いることが可能なプローブデータには、速度や加速度などの車両挙動情報を含むドットデータと、マップマッチングされた経路データがある。

ここで、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」とに大別（図-2）でき、いずれを抽出しても研究目的である誤進入経路を明らかにできる。

逆走せずにそのまま高速道路を利用した場合は、意図しない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車両を、プローブデータを活用して抽出する。この抽出処理は、ドットデータ、マップマッチングデータのいずれを用いても可能であるが、データ処理コストを勘案するとマップマッチングデータを選択することが合理的である。

一方、高速出入口の逆走の抽出にマップマッチングデータを用いることは妥当ではない。なぜなら、進行方向とリンク接続関係を考慮して走行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の場合、ドットデータが順行リンクに吸着されて逆走挙動の痕跡が消滅すると想定されるからである。従っ

て、逆走行為を抽出するには、車両挙動情報を含むドットデータを直接活用して、「バックやUターン」により目的経路に戻るリカバリー挙動を抽出の方が合理的である。しかし、検討に必要な車両挙動情報を有するドットデータを利用できる環境が現状では十分とは言えない。

以上を踏まえて、本研究では、逆走対策へのプローブデータの有効活用に向けた第1歩として、意図しない高速出入口に誤進入した（しそうな）車両のうち、実際に高速出入口を逆走した車両ではなく、逆走することなく（条件設定しやすい）不合理な経路を通して目的経路に戻った（潜在的に逆走する可能性のあった）車両を抽出することとし、マップマッチングデータを用いて、実際に逆走が多発している、または関連が懸念される入口を対象に、利用トリップの出発地と目的地の位置関係から当該入口の利用としては明らかに不合理な経路をリカバリー経路として抽出条件に設定することで、データベース上のプログラム処理により本研究目的である誤進入経路（逆走経路に相当）の簡便な抽出が可能となった。

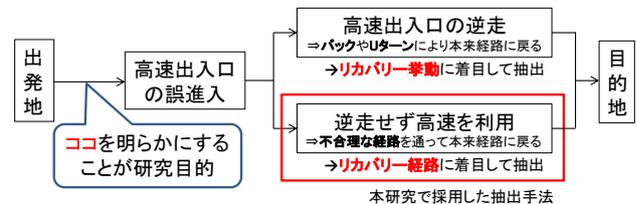


図-2 逆走プロセスに着目した誤進入経路の抽出手法

### 4. リカバリー経路に着目した抽出検討

#### (1) 分析に用いたプローブデータ

前述のリカバリー経路に着目した抽出を実行するには、プローブデータにトリップごとのOD間経路が分かる情報が含まれていることが必要となる（表-1参照）。さらに、誤進入につながるという稀な現象を捉えようとしていることを勘案し、本研究では、商用車に限定されるがサンプル数の多い、(株)富士通交通・道路データサービスが提供する商用車プローブデータを用いることにした。同プローブデータは、富士通製のネットワーク型デジタルタコグラフを搭載し、特定の運行管理システムを利用する貨物車などの約5万台の商用車から収集されたデータである（2015年4月末時点）。

同データに含まれる阪神高速道路の利用トリップ数は、2014年11月の1ヶ月間で約15.2万トリップであり、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%）にあたる。なお、この商用車プローブデータは利用用途に応じた数種類のフォーマットで提供されるが、本研究では作業性を鑑みて、1秒単位で取得されたドットデータがデジタル道路地図のリンクにマップマッチングされた、2014年11～12月の2ヶ月間の、車両ID付き経路データを用いることにした。

表-1 本分析に必要なプローブデータの要件

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

(2) 対象車両の抽出手法

本研究で採用したプローブデータを活用した対象車両の抽出手法について、11号池田線（大阪市内方面）の塚本入口を例に概説する（図-3）。

まず、当該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（Step1）。

塚本入口は大阪市内方面（南向き）の入口であるが、取り付け口は淀川通の北側に位置しており、ランプに北向きに流入後にUターンするようなアプローチで本線と合流する形状となっている。この接続形状が故に、大阪市内とは逆の豊中・池田方面に向かう車両が、北向きの入口と勘違いして流入する状況の発生が懸念されている。

次に、誤進入した車両が、リカバリーのために通るであろう経路を想定する（Step2）。

豊中・池田方面に向かう車両が塚本入口に誤進入した場合、下流側の福島出口や梅田出口から流出し、11号

池田線下りの福島入口から再流入する、もしくは一般道路を経由して豊中・池田方面に向かうという経路を通ることが想定される（リカバリー行動として、すぐに一般道路に引き返した場合が高速入口の逆走である）。あるいは、阪神高速道路からは流出せずに、1号環状線を周回して11号池田線下りに入るという経路が考えられる。

上記のようなリカバリー経路は、経路データをGISで図化すれば、目視で容易に把握できる（図-3）。しかしながら、全てのトリップを図化して目視確認することは現実的ではない。そこで、データベース処理が行えるように、上記の行動を特徴づけるDRMリンクを複数選択して、その時間的な通過順序を定める（Step3）。

塚本入口の場合、入口リンクの選択は必須であり、また、本線に流入したことで淀川を越えてしまうため、本来の目的地に向かうためには淀川を再度越える必要がある。これを捉えるためには、淀川に架かる道路の大阪市外方面リンクを指定すればよい（11号池田線下り、国道2号下り、国道176BP下りなど）。この場合、リンクの流入時刻は「入口リンク<橋梁リンク」とならなければならない。最後に、データベース上でプログラム処理を行い、Step3で定めた条件（順番に指定リンクを通過していること）に合致するトリップを抽出する（Step4）。

本研究では、以上の抽出ステップで誤進入パターン①～③の抽出を行った。次章に抽出結果を示す。



図-3 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）

## 5. リカバリ一経路に着目した抽出・活用事例

多発入口を対象に、前述の誤進入パターン①～③のリカバリ一経路に着目し、プローブデータを活用した該当車両の抽出及び抽出結果の活用事例を以下に示す。

### (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、同出口に進入した可能性が指摘されていた。

プローブデータによる入口間違いトリップを抽出した結果、分析期間中に生田川入口を利用した760トリップのうち3トリップで不合理な入口進入をしている車両を抽出できた。

図-4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（生田川東行出口には進入していない）し、迂回して生田川入口に進入したものであった。

同アクセス経路上の入口案内標識は図-5のとおりで、生田川入口への進入路も、今回間違っ進入した隣接路も右折レーンがあることを踏まえると、勘違いして手前の右折レーンに並んだために発生した状況が伺えた。

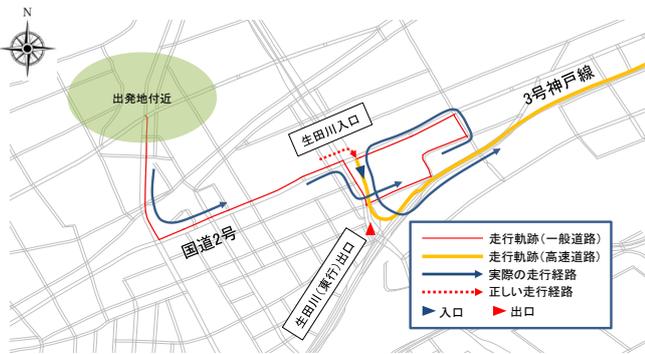


図-4 3号神戸線生田川入口に関する間違い事例



図-5 3号神戸線生田川入口へ右折進入を案内する標識

今後は標識の分かりやすさの向上を検討するとともに、路面表示等による右折先の明確化について、国道2号の管理者と協議するなど、対策を検討していきたい。

### (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設置されているが、両入口は少し距離が離れており、泉佐野方面の入口において逆走事案が確認されている。

このため、大阪方面に行く車両が誤って泉佐野方面の入口に進入した可能性が指摘されていた。

プローブデータによる不合理な入口利用トリップを抽出した結果、分析期間中に貝塚入口（泉佐野方面）を利用した151トリップのうち1トリップで不合理な入口利用をしている車両を抽出できた（図-6参照）。

同事例は、両入口の間に直交する街路から大阪臨海線に進入しており、その際により近傍にある貝塚入口（泉佐野方面）に誤って進入して泉佐野方面に走行し、次の泉佐野北出口でUターンして、泉佐野北入口から再度高速を利用して大阪方面に向かったものであった。



図-6 4号湾岸線貝塚入口に関する間違い事例

同アクセス経路上の入口案内標識の設置状況は、図-7に示すとおりであり、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ものの、両入口にアクセスする大阪臨海線に臨海部から直交する街路上には大阪方面の入口案内標識がない。さらに、貝塚入口（大阪方面）の利用経路トリップを確認すると、同様な臨海部からのアクセス車両が全体の31%を占めており、湾岸線建設後に開発された臨海地区の影響による交通状況の変化に、貝塚入口の案内が対応できていないことが明らかになった。今後、臨海部から同入口へのアクセス経路における入口案内の強化について検討していきたい。

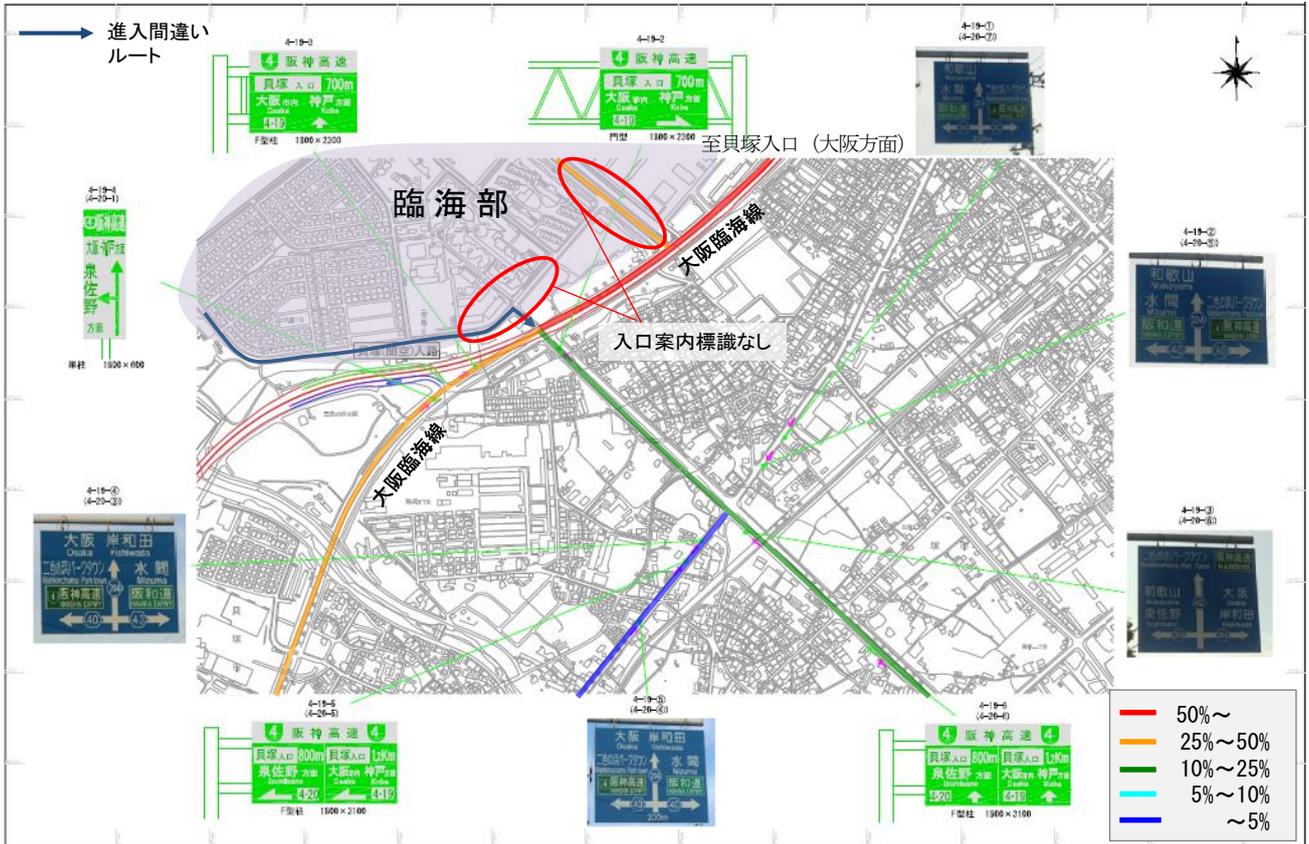


図-7 4号湾岸線貝塚入口 (大阪方面) を案内する入口案内標識の設置位置と同入口利用トリップのアクセス状況

### (3) 15号堺線堺入口 (誤進入パターン③)

15号堺線 (大阪方面) 堺入口は、進入路が交通量の多い国道26号の「安井町」交差点直後に位置し、同交差点を境に4車線のうち左側2車線が堺入口への進入路に変わる (図-8参照)。しかも堺入口から進入した車両は、本線合流後に堺本線料金所で通行料金を収受されるため、一般道路からは料金所が視認できない。このため、堺入口と気付かずに入ってしまった可能性が指摘されていた。

プローブデータによる入口間違いトリップを抽出した結果、分析期間中に堺入口を利用した2,695トリップのうち1トリップでその後不合理な経路を通っている車両を抽出できた (図-9参照)。

同事例は、国道26号と直交する宿院通から国道26号に左折して入り、キープレフトしたまま誤って堺入口に進入して、そのまま堺本線料金所を通過して堺線を走行し、津守出入口をUターンして再び堺線を走行した後に、最終的に玉出入口で降りて目的地に向かったものであった。



図-9 15号堺線堺入口に関する間違い事例



図-8 15号堺線堺入口付近 (国道26号「安井町」交差点直後)

なお、今回間違いが発生したアクセス経路 (宿院通→国道26号) 上では、入口案内標識は充実しているものの、国道26号に左折後の車線構成 (左側2車線が阪神高速堺入口専用) まで表現するには限界があり、今後、国道26号の管理者と路面表示等による車線構成の明示等について、検討・協議を進めていきたい。

## 6. 本研究の成果と課題

本研究では、逆走事案が高速出入口への誤進入の結果発生していることを踏まえ、プローブデータを有効活用して逆走対策の課題である誤進入に至った経路を明らかにすることを目的に、その第1歩として、(潜在的に逆走の可能性のある)逆走行為には至っていないが逆走車両同様に高速出入口に誤進入した(しそうなった)車両のリカバリー経路に着目し、経路情報を有するプローブデータを活用して、多発入口の利用車両を対象に、明らかに不合理な経路を機械的に抽出することで、商用車に限定された僅か2か月のデータ期間にもかかわらず、数件の事例が抽出でき、同手法が逆走対策の課題である誤進入経路(逆走経路に相当)の把握を可能とし、その実用性も高いことを実証することができた。

また、誤進入経路が明確になることで入口案内の問題点が明らかとなり、さらに利用入口への進入経路の利用率と入口案内の標識位置を地図上に重畳することで、実際の利用状況に応じた入口案内がされているかの検証ができ、これまで見落としていた入口案内の不足箇所も抽出可能となった。

この結果は、今後の入口案内の強化検討や一般道路の管理者と合意形成を図るうえで、有効な根拠資料となる。

なお、今回抽出された不足箇所は道路建設時には想定されていなかった経路であり、このことは、後開発による入口付近の交通状況変化に伴う入口案内ニーズの変化を、本研究で用いたデータ分析手法等を用いて定期的に確認する必要があることを示唆するものである。

以上のことから、本研究の成果は、プローブデータの活用が逆走対策を大きく前進させる可能性があることを教示するものであり、本手法もその第1歩として、十分評価に値すると考える。

一方で、本手法は実際に逆走した車両を対象とした抽出ではないため、一般道路との誤認により高速出口に誤進入する事案(前述の誤進入パターン④)や高速入口進入後に間違いに気づいて入口を逆走する事案の抽出には向いていない。これらの抽出には、誤進入後のリカバリー挙動に着目したアプローチの適用が適切と思われる。

このように、事案ごとで適切な抽出手法が異なると考えられるため、次章では、プローブデータを活用した誤進入事案(潜在的なものを含む)の抽出による逆走経路の抽出について、その特徴と適用を体系的に整理する。

## 7. 逆走経路の抽出手法の体系的整理

逆走経路の抽出については、逆走プロセスに着目すると高速出入口への誤進入の抽出で可能になることを図-2

で示したが、ここでは、さらに表-2で、2つの抽出手法の特徴と各誤進入パターンへの適用について示す。

本研究で採用したリカバリー経路に着目した抽出手法は、逆走行為には至っていないが、逆走車両同様に高速出入口に誤進入した(しそうなった)車両を対象とした手法であり、マップマッチングされた経路データで抽出可能で作業性も問題ないが、実際に発生した逆走事案の抽出は対象外で、また、意図とは逆方面の入口に誤進入した場合など、予めリカバリー経路が設定可能な事案の抽出等に適用範囲が限定されることが課題である。

しかしながら、本研究の目的が誤進入経路(逆走経路に相当)を明らかにすることであること、抽出経路から得られた成果が逆走対策の検討に十分寄与できることが確認できたことを踏まえると、若干適用範囲が限定されるが、十分現実的な抽出手法であると評価できる。

一方、バックやUターンといったリカバリー挙動に着目した抽出手法は、実際に逆走した事案を対象とした抽出であり、同手法が確立されれば、逆走経路の抽出だけでなく、逆走を開始した位置も抽出でき、詳細な対策検討や効果検証への活用も期待できるなど、非常に有用なアプローチとなる可能性を秘めているが、必要な車両挙動データを分析に必要な間隔(今回採用したデータは1秒間隔)で取得した大量のドットデータを扱うことが必要のため、現時点では実用性に課題がある。今後、プローブ情報として、シフト情報(バック)等、車両を切り回した挙動が判別できるドットデータが提供されれば、実用性が大きく改善される可能性がある。

表-2 逆走経路の抽出に必要なリカバリー行動(経路・挙動)

アプローチ手法	リカバリー経路に着目	リカバリー挙動に着目	
必要データ概要	マップマッチングされた経路データ(表-1参照)	抽出に必要な車両挙動情報を含むドットデータ	
対象誤進入事案(図-2参照)	潜在的に逆走可能性がある出入口への誤進入事案	実際に発生した逆走事案	
メリット	マップマッチングされた経路データで抽出可能で、懸案経路の抽出が目的であれば実用性が高い	逆走事案の抽出に加えて、誤進入に気づいて逆走を開始した地点も抽出でき、効果的な対策検討や効果検証にも有用	
デメリット	リカバリー経路が設定できた事案しか抽出できず、実際の逆走行為の抽出はできないなど適用範囲が限定される	抽出に必要な車両挙動データが必要な間隔で取得された大量のドットデータを扱う必要があり、現時点では実用性に課題がある	
適用	パターン①	△(例:3号神戸線生田川入口) ※出口直結の進入リンク有に限る	○
	パターン②	○(例:4号湾岸線貝塚入口)	○
	パターン③	○(例:15号堺線堺入口)	○
	パターン④	△ ※出口直結の進入リンク有に限る	○

パターン①: 高速入口と隣接する高速出口に誤って進入したもののパターン②: 意図とは逆方面の高速入口に誤って進入したもののパターン③: 高速入口を一般道路と誤認して進入したもののパターン④: 高速出口を一般道路と誤認して進入したものの

以上を踏まえ、今後プローブデータを有効活用することで逆走対策を推進していくために、シフト情報等がプローブデータとして利用できるようになることを期待しつつ、既存プローブデータの組み合わせによるリカバリー挙動の抽出手法についても検討していきたいと考える。

## 8. まとめと今後の展開

本研究では、近年社会問題化している高速道路の逆走問題において、現状の通報等に頼る認知では状況把握に限界のある誤進入経路の把握という課題の解決策として、車両プローブデータの活用を着想し、その有効活用による逆走経路の把握に向けた第1歩として、逆走が高速出入口の誤進入の結果発生していることを踏まえ、阪神高速道路利用を前提としたリカバリー経路に着目し、間違いの多い入口を対象に、機械的に誤進入経路（逆走経路に相当）の抽出が可能であることを実証するなど、プローブデータの活用が、逆走の抱える課題の解決に大きく寄与することを示すことができた。なお、この結果は、プローブデータの現状利用環境を鑑みた創意工夫として、実際には逆走していない車両をあえて抽出することで、逆走要因の簡便な抽出を可能にしたという大変興味深い結果でもあった。

また、当該入口への進入経路から既存の道路案内の妥当性の検証が可能になるとともに、同手法等を用いた定

期的な検証の必要性も確認することができるなど、プローブデータの活用により逆走対策を大きく前進させることを示すことができた。

さらに、本研究の成果を踏まえ、逆走の前提となる高速出入口への誤進入に至った経路を明らかにすることを目的とした抽出手法として、今回採用した、誤進入後に不合理な経路を通過して目的経路に戻る行動（リカバリー経路）に着目した手法と、誤進入後にバックやUターンにより目的経路に戻る行動（リカバリー挙動）に着目した手法について、その特性や適用を体系的に整理した。

今後は、本研究で用いた分析手法のさらなる効率化を図っていくとともに、分析期間と範囲を拡張し、阪神高速道路全出入口における逆走事案の詳細把握に努めたい。

また、次のステップとして、リカバリー挙動に着目した抽出にも注力することとし、プローブデータの今後の充実にも期待しつつ、既存データを有効に活用した抽出手法について検討を進め、合理的な道路案内の改善につなげていきたい。

謝辞：本研究の実施にあたり、(株)富士通交通・道路データサービスの宮里氏、(株)地域未来研究所の田名部氏には多大なる協力を賜った。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

## A CONSIDERATION HOW TO EXTRACT THE CAUSE OF WRONG WAY DRIVING ON EXPRESSWAY USING PROBE DATA

Takashi KODAMA, Yasuyuki IWASATO, Kenji TAKEI and Yasuhiro ISHII