

車載カメラ情報を含むプローブデータを活用した 阪神高速1号環状線における合流・織り込み状況 の把握

西 剛広¹・宇野 巧²・玉田 和也³・向井 梨紗⁴・玉川 大⁵・加瀬 俊介⁶

井上 徹⁷・劉 冰⁸・田名部 淳⁹・杉野 勝敏¹⁰・三浦 嘉子¹¹

¹非会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3丁目3番23号中之島ダイビル23階)
E-mail:takehiro-nishi@hanshin-tech.co.jp

²非会員 阪神高速道路株式会社 技術部国際室 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:takumi-uno@hanshin-exp.co.jp

³正会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通企画課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:kazuya-tamada@hanshin-exp.co.jp

⁴非会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通技術課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:risa-mukai@hanshin-exp.co.jp

⁵会正会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通技術課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:dai-tamagawa@hanshin-exp.co.jp

⁶非会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通技術課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:syunsuke-kase@hanshin-exp.co.jp

⁷非会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3丁目3番23号中之島ダイビル23階)
E-mail:toru-inoue@hanshin-tech.co.jp

⁸正会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3丁目3番23号中之島ダイビル23階)
E-mail:hyo-ryu@hanshin-tech.co.jp

⁹正会員 株式会社地域未来研究所 交通情報研究室 (〒530-0003 大阪市北区堂島1-5-17 堂島グランドビル2階)
E-mail:tanabe@refrec.jp

¹⁰非会員 株式会社地域未来研究所 交通情報研究室 (〒530-0003 大阪市北区堂島1-5-17 堂島グランドビル2階)
E-mail:sugino@refrec.jp

¹¹正会員 株式会社富士通交通・道路データサービス (〒105-7123 東京都港区東新橋1丁目5番2号汐留シティーセンター)
E-mail:y-miura@jp.fujitsu.com

阪神高速1号環状線は、11号池田線をはじめとする6つの放射路線と接続する環状道路であり、日交通量が非常に多い。また、環状線と放射路線との合流・分岐が連続しているため、目的方向へ向かうための車線変更による織り込みが多く、特に中之島JCT・天神橋JCT間で車両相互事故が多発しており、安全対策の検討・実施が喫緊の課題となっている。そこで本稿は、合流・織り込み状況を、(株)富士通交通・道路データサービスより提供されている商用車プローブデータを使用し把握している。これには阪神高速道路(株)と(株)富士通交通・道路データサービスが実施した共同研究に特化した仕様として追加収集した、車載カメラの画像から算出した白線検知情報(左右の白線までの距離)が含まれており、これを活用することで、車線変更位置を特定し合流・織り込み状況を把握した。

Key Words: Hanshin Expressway, Traffic safety measure, Merging and weaving, Probe-based data,

1. はじめに

阪神高速1号環状線は、11号池田線をはじめとする6つの放射路線と接続する環状道路であり、日交通量が非常に多い。また、環状線と放射路線との合流・分岐が連続しているため、目的方向へ向かうための車線変更による織り込みが多く、特に中之島JCT・天神橋JCT間で車両相互事故が多発しており、安全対策の検討・実施が喫緊の課題となっていた。



図-1 1号環状線と各放射路線

従来、当該区間（図-2）は、1号環状線から12号守口線（赤実線ルート、以下ルートA）と11号池田線から1号環状線（青実線ルート、以下ルートB）の車線変更が錯綜する区間であり、無秩序な合流・織り込みが発生していることが事故原因の一つと考えられてきた。

しかしながら、これまでの交通分析で主力となるトラックデータ、ETC1.0データ、ETC2.0プローブデータでは、上述した安全対策を検討する際に必要な、詳細な車線変更位置が把握できないという問題点が挙げられる。一方で、当該区間の道路上に設置した複数のカメラによる撮影動画等から詳細に車線変更位置を把握する手法も研究されている。しかし、この手法では、上述したルートA、

ルートBのどちらから流入してきた車両の車線変更かを把握しようとした場合、合流手前（中之島JCT）から分岐後（天神橋JCT）までの約1kmの長距離を対象にカメラを複数設置して、さらに、車両1台ずつの移動軌跡をカメラ間で画像処理でつなげていくという、非常に大きな労力を要するといったコスト上の問題点が挙げられる。

本稿は、車両相互事故の安全対策に必要な不可欠となる、車線変更状況を（株）富士通交通・道路データサービスより提供されている商用車プローブデータを活用することで把握可能かを、阪神高速道路1号環状線中之島JCT・天神橋JCT間で検証している。

これには、阪神高速道路（株）と（株）富士通交通・道路データサービスが実施した共同研究に特化した仕様として追加収集した、車載カメラの画像から算出した白線検知情報（左右の白線までの距離）が含まれており、これを活用することで、車線変更位置を特定し合流・織り込み状況を把握している。

2. 対象区間及び対象期間

本稿で対象とする区間は、1号環状線中之島JCT・天神橋JCT間である。

当該区間の特徴としては、1号環状線の中でも車両相互事故の多発する区間であり、当該区間における2018年度における事故件数は約80件/年である（中之島JCT付近約40件/年、天神橋JCT付近約20件/年、北浜出口付近約20件/年）。

さらに、再掲となるが、AルートとBルートの車線変更が錯綜する区間であり、この車線変更が車両相互事故多発の一因であると考えられている。

また、本稿は2016年11月～2017年10月に当該区間を走行した車両のプローブデータを対象としている。

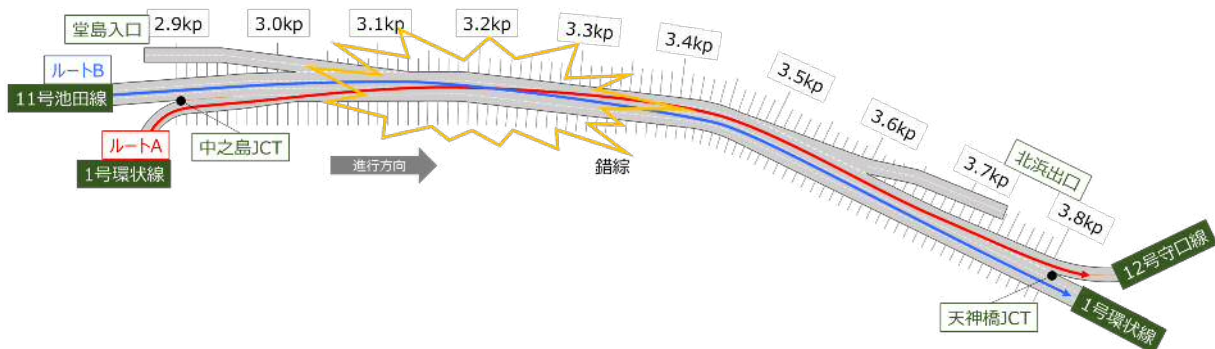


図-2 1号環状線 中之島 JCT・天神橋 JCT間

3. 使用したプローブデータ

本稿で用いた商用車プローブデータは、富士通製のデジタルタコグラフ（DTS-D1、以下D1）を搭載した商用車から1秒毎に収集されたデータで、一般的なプローブデータに含まれる日時、緯度、経度、速度といった車両の移動軌跡を示す情報に加えて、加速度センサーから取得した左右・前後・上下の加速度が収集可能である。

今回、阪神高速道路と富士通交通・道路データサービスの共同研究仕様として、車載器カメラの画像から算出した白線検知（左右の白線までの距離）、前方車両との車間距離やウィンカー情報などを追加収集している。

前後加速度データは急ブレーキの検知、左右加速度データは急カーブや急ハンドルの検知、白線検知データは車線変更の検知といった活用が可能である。本分析では、白線検知データを基に車線変更を行った地点を特定し、路面表示設置位置との関係を整理した。

表-1 D1車載器より取得可能なデータ一覧
(共同研究仕様)

No	項目名	取得方法
1	ID	車載器シリアルNo
2	日時	車載器内蔵時計GPS補正
3	緯度	GPSセンサー
4	経度	
5	GPS測位情報	未測位、2次元測位、3次元測位
6	速度	車速パルス
7	前後G	平均
8		最大
9		最小
10	左右G	平均
11		最大
12		最小
13	上下G	平均
14		最大
15		最小
16	エンジン回転数	エンジン回転パルス信号
17	左右角速度	最大
18		最小
19	実車空車	ユーザの実車空車ボタン押下
20	車間距離	
21	白線検知	右
22		左
23	ウィンカー	ウィンカー信号から電気分岐

4. 車載器カメラ情報を活用した車線変更位置の判定

D1データの内、車線変更位置の判定に利用可能と考えられるものは、白線検知（右・左）とウィンカーデータである。しかしながら、ウィンカーデータについては、ウィンカーを出さずに車線変更をする場合や、ウィンカーを出したが車線変更をしなかった場合が考えられ、当該データのみでは確実に車線変更したとは言い切れないため、本稿では車線変更位置の判定にウィンカーデータは使用しなかった。

一方で、白線検知データは、「車両の左端から左側白線までの距離」「右端から右側白線までの距離」をそれぞれ車載器カメラの画像認識により推定したもので、白線を踏み越えた場合は負の値が現れる。基本的には、左右それぞれで負の値が交互に現れた場合は「車線変更」を行っている可能性が高く、左右のどちらかだけが負の値の場合は単なる「はみ出し」と考えられる。ただし、白線が無い区間を走行する場合や渋滞時において前方車両によって白線が隠れる場合などはデータがしばらくロストするため、この場合は「車線変更」か「はみ出し」かを判断することは難しい（表-2）。

以上の特徴を踏まえて、本分析では、

- 1) 左右ともに正の値で始まる
- 2) 左右の負の値が途中で入れ替わる
- 3) 左右ともに正の値で終わる

という3つの条件を全て満たす、負の値が左右入れ替わった瞬間を車線変更地点として扱った。なお、当該検討区間における白線検知率は概ね80%程度であることを確認している。

表-2 白線検知データの例（単位：cm）

時間経過	右車線変更		左車線変更		右はみ出し		ロスト	
	左	右	左	右	左	右	左	右
1秒	83	31	46	66	92	36	54	43
2秒	94	24	5	107	136	16	14	80
3秒	141	-1	-57	169	117	-5	-31	137
4秒	160	-48	187	-75	119	-7	-95	187
5秒	-104	216	102	-23	124	-12	-74	166
6秒	-28	140	72	28	114	-2		
7秒	26	79	48	64	110	2		
8秒	76	46	36	76	102	10		

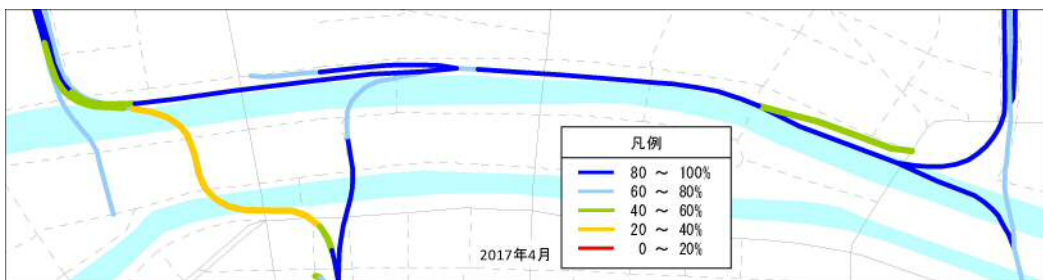


図-3 白線検知率（1号環状線中之島JCT・天神橋JCT間）

5. 1号環状線 中之島 JCT～天神橋 JCT 間の車線変更状況

プローブデータより得られた10m毎の車線変更の状況を図-4に示す。ルートAはほとんどが左車線への移動に対して、ルートBはほとんどが右車線への移動となっており、ルートにより大きく車線変更の傾向が異なっている。

加えて、ルートAでは中之島JCT合流以降、比較的長い区間（3.02～3.30k付近の約300m）において車線変更が行われているが、ルートBでは中之島JCT合流直後の3.05kpがピークでその前後の短区間（約150m）に車線変更が集中しているという点も大きな違いとして現れている。

これらのことから、どちらのルートも中之島JCT合流直後での車線変更が多く、車線変更の方向も逆であるため車両の錯綜が発生している状況を確認できた。

さらに、車両1台毎の1ドット前（1秒前）との速度差を10mごとに加速と減速に分けた状況を図-5に示す。ルートAでは中之島JCT合流付近で加速側が多い（約40%）が、ルートBは減速側が多く（約30%）、流入する路線によって加速と減速が逆の関係となっていた。

これを踏まえると、車線変更が集中する中之島JCT合流直後においてルートBは、車線変更前に減速している車両が多く、ルートAの状況を鑑みつつ車線変更していると考えられる。加えて、中之島JCT合流部手前の交通量は2017年10月平日平均で11号池田線側は約4.7万台/日、1号環状線側は約3.2万台/日と、ルートAの方が交通量が多いことから、中之島JCT合流部においては、ルートAが主流であることが推察できる。

これまでの整理から、中之島JCT合流直後はルートAの車線変更を優先し、ルートBの車線変更を下流側に移行させるといった安全対策の方針を導くことができた。

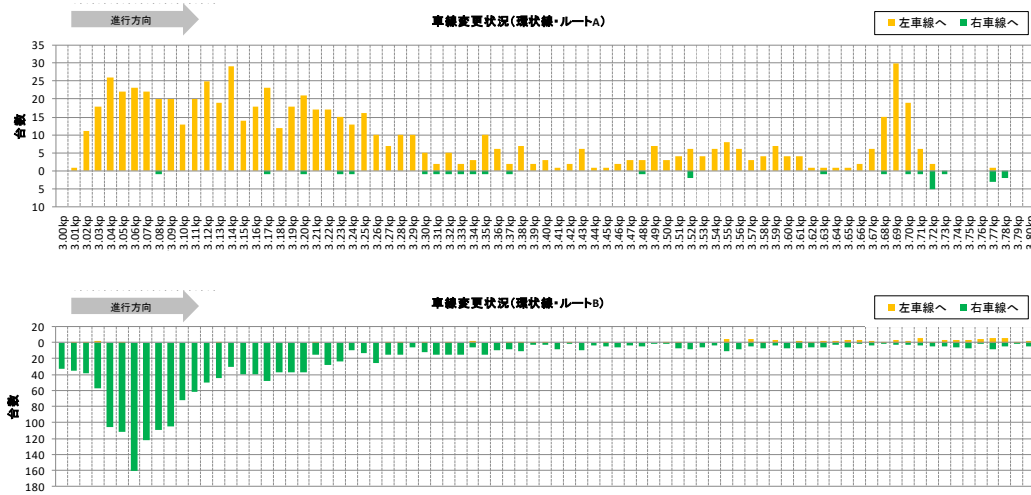


図4 車線変更の状況（上：ルートA【1号環状線→12号守口線】下：ルートB【11号池田線→1号環状線】）

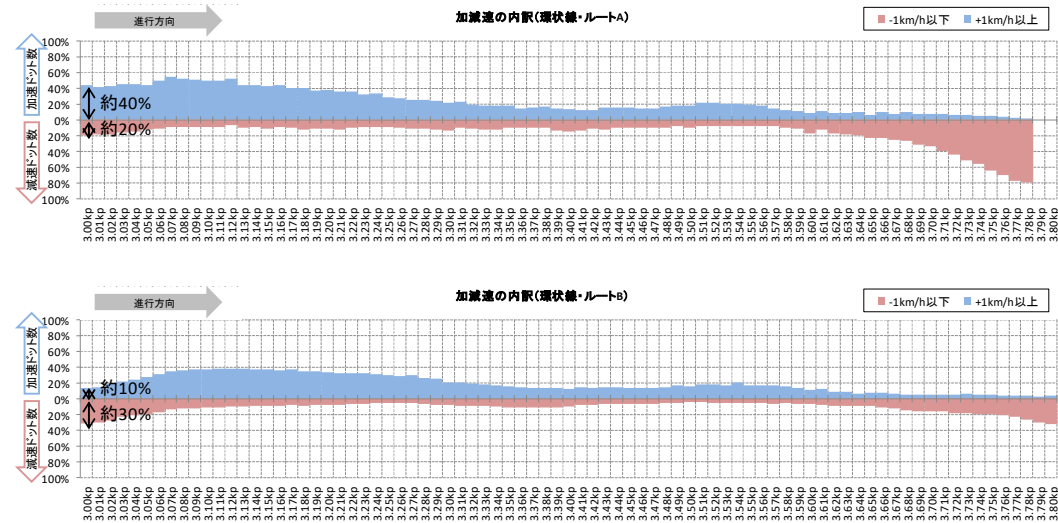


図4 加減速の状況（上：ルートA【1号環状線→12号守口線】下：ルートB【11号池田線→1号環状線】）

6. おわりに

車両相互事故対策は阪神高速道路のみならず全国的な課題であると認識する。今回活用した株式会社富士通交通・道路データサービスより提供頂いた商用車プローブデータを活用することで、これまで分析が困難であった車線変更状況等を把握することができた。

さらに、その車線変更状況及び交通状況から安全対策方針を導くことができた。

プローブデータから得られる車両挙動はこれまでより多彩かつ密なものとなっており、これまで困難であった、

様々な交通問題を解決できる可能性がある。

今後も阪神高速道路をフィールドとして得た知見を発信し、全国の道路をより安全・安心・快適なものとするよう貢献していきたい。

謝辞

今回貴重な商用車プローブデータを提供頂いた株式会社富士通交通・道路データサービスの皆様方。また、商用車プローブデータの整理、分析にご協力頂くとともに、分析結果の解釈に助言を頂いた、株式会社地域未来研究所の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

UTILIZING PROBE DATA AND IMAGE DATA TO GRASP MERGING AND WEAVING BEHAVIOURS ON HANSHIN EXPRESSWAY

Takehiro NISHI, Takumi UNO, Kazuya YAMADA, Risa MUKAI, Dai TAMAGAWA, Shunsuke KASE, Toru INOUE, Bing Liu, Jun TANABE, Katsutoshi SUGINO and Yoshiko MIURA

The loop line has the most traffic and accidents on the Hanshin Expressway. And many accidents are a problem. This is thought to be due to the fact that the loop line has a role of transporting traffic from the radial route to the radial route, and there are many merging and weaving.

However, safety measures could not be designed because the detailed merging and weaving situation could not be grasped.

In this paper, detailed lane change position is grasped using probe data. The data utilized is probe data provided by Fujitsu Traffic & Road Data Service Limited that includes image data in addition to normal probe data.