

プローブデータの交通安全対策等への活用可能性検討

小島 悠紀子¹・兒玉 崇²・井上 徹³・田名部 淳⁴

¹非会員 阪神高速技研株式会社（〒550-0011 大阪府大阪市西区阿波座1-3-15）
E-mail: yukiko-kojima@hanshin-tech.co.jp

²正会員 阪神高速道路株式会社（〒541-0056 大阪府大阪市中央区久太郎町4-1-3）
E-mail: takashi-kodama@hanshin-exp.co.jp

³非会員 阪神高速技研株式会社（〒550-0011 大阪府大阪市西区阿波座1-3-15）
E-mail: toru-inoue@hanshin-tech.co.jp

⁴正会員 株式会社地域未来研究所（〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島1-5-17）
E-mail: tanabe@refrec.jp.

近年、車両1台ずつの挙動を捉えることが可能なプローブデータが注目されている。本稿では、ID付のプローブデータによる運転者属性に着目した交通安全対策への活用可能性について検討し、より精緻な事故要因分析・対策効果の確認を行うとともに、交通安全対策以外に、渋滞対策や交通管制への活用可能性についても検討を行った結果を報告する。

Key Words : probe data, traffic incidents, traffic jam, traffic control

1. はじめに

高速道路上では、トラフィックカウンターにより交通量・走行速度等の交通データが継続的に観測されている。しかし、これらの交通データはある断面・ある時間単位で集計されたデータであるため、車両の挙動を1台ずつ捉えることが課題とされてきた。パルスデータを活用することで分解能を高める取り組みもなされているが、トラフィックカウンターが設置されていない地点における挙動やネットワーク上における行動を捉えることは困難である。このような課題に対応する観点から、近年、車両1台ずつの挙動・行動を捉えることが可能な「プローブデータ」が注目されている。

これまでも、プローブデータを活用し、危険箇所の抽出¹⁾、急減速発生事象の特性分析²⁾、事故対策の評価³⁾、異常事象に起因する交通状態への影響把握⁴⁾等が検討されている。本稿では、ID付のプローブデータによる運転者属性に着目した交通安全対策への活用可能性について検討し、より精緻な事故要因分析・対策効果の確認を行うとともに、交通安全対策以外に、渋滞対策や交通管制への活用可能性についても検討を行った結果を報告する。

2. プローブデータの概要

今回使用したプローブデータは、デジタコを搭載し、特定の運行管理システムを利用している貨物車などの商用車から収集されたデータである。主に8トン以上の貨物車を中心に全国で約25,500台（平成25年12月時点）の車両で稼働中であり、台数は増加傾向にある（前年同月比：約1.7倍）。このうち、平成25年12月の阪神高速道路を利用した車両台数は5,058台で、トリップ数は99,221トリップであり、同月の阪神高速道路の大型車通行台数（約204万台）の約5%を占めている。1台の車両が取得するデータは、車両の移動軌跡を示すドットデータの集まりであり、エンジンがかかっている間は、車両番号・日時・緯度・経度・速度・加速度（前後・左右）が1秒毎に取得されている（営業秘密情報保護の観点から細かな起終点位置は秘匿処理済）。

阪神圏におけるデータ収集状況を見てみると、物流拠点である大阪港を含む二次メッシュ（513573；図-1青枠部）では、平成25年7月時点で6,000万/月を超えるドットデータが収集されている。



図-1 阪神圏における二次メッシュ番号

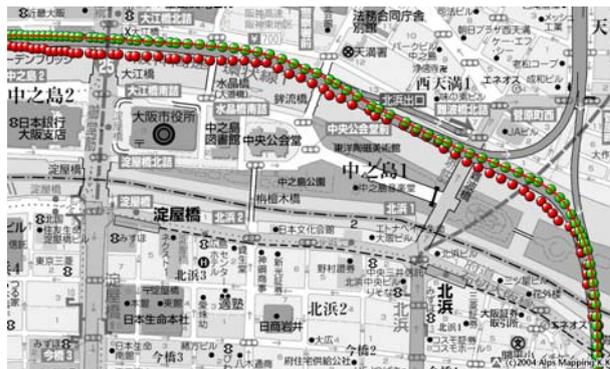


図-2 マップマッチングによる位置データ補正の例

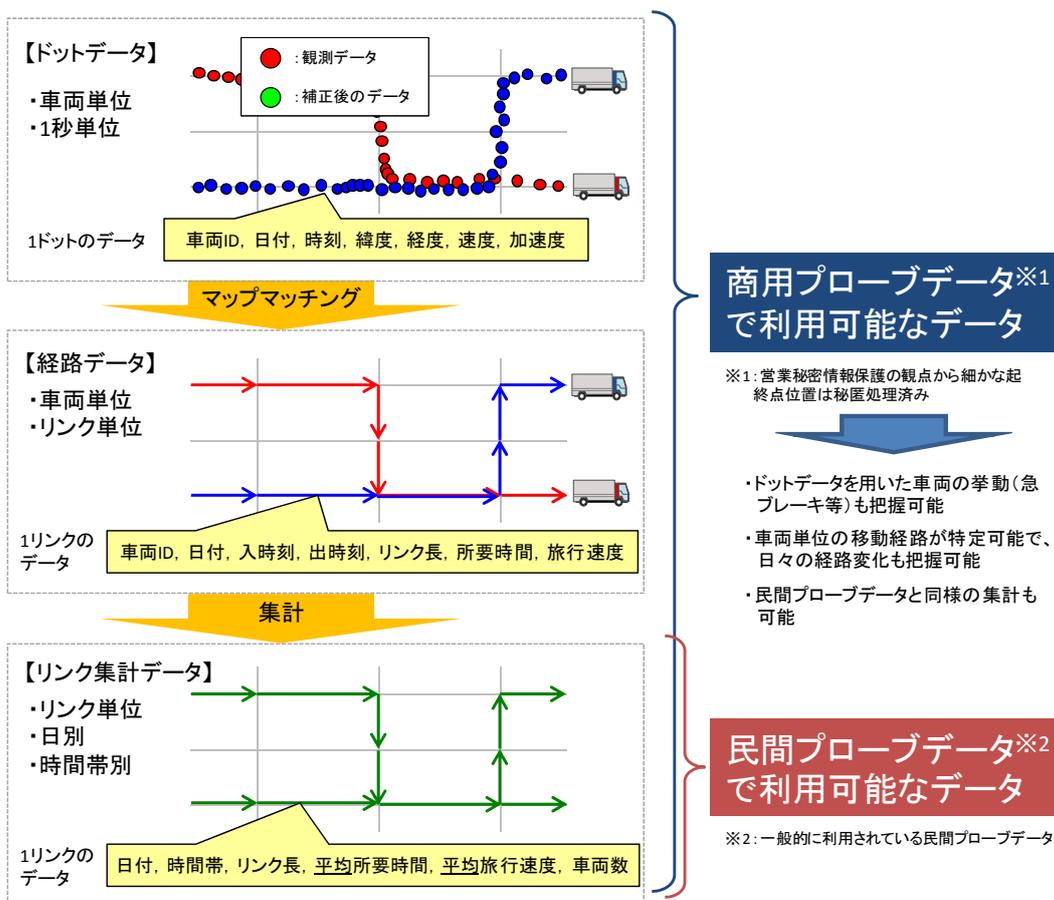


図-3 ドットデータと経路データの違い

1つのドットデータには、GPSに基づく緯度経度が格納されているが、数m~100mの誤差が含まれるため、走行車線まで特定することはできない。また、そのままのドットデータでは異なる車両が同じ経路を利用したかどうかといった経路に関する分析ができない。そこで、一連のドットデータをデジタル道路地図上の経路データに変換する「マップマッチング」と呼ばれる処理を行った

(図-2)。この経路データは、デジタル道路地図のリンク単位の情報であるため、様々な集計が可能となる。例えば、この経路データをリンク別・日別・時間帯別に集計した結果は、主に国土交通省などでサービス水準評価等に活用されている「民間プローブデータ」と同等となる(図-3)。

3. 交通安全対策への活用可能性の検討 (1)

(1) 概要

プローブデータを用いて、利用頻度と危険挙動との関係を定量的に把握することを試みた。具体的には、平成25年9・10月に阪神高速道路を利用した5,022台を対象とし、利用頻度と急減速回数との関係を分析することで、「阪神高速道路の利用頻度が少ない運転者が事故を起こしやすい傾向にある」(図-4)という仮説の妥当性について検証した。

(2) 急減速の発生状況

急減速の発生状況を幅広く捉える観点から、通常よりもやや緩やかな閾値ではあるが、1秒間に7.0km/h以上の減速(=-0.19G；飛行機の着陸時の減速と同等程度)が生じた場合を急減速と定義して抽出したところ、2ヶ月間で44,967回の急減速が観測された。急減速の強度と発生回数は右肩下りの関係となっており、ITSスポットで急減速の閾値とされる-0.25G以上の急減速は約20%、ホンダのインターナビデータによるヒヤリハット分析で用いられることが多い-0.3G以上の急減速は約5%程度である(図-5)。

急減速が始まった速度はほぼ正規分布であり、5km/h毎のランクで見ると、最頻値は45~49km/hである(図-6)。阪神高速道路にて45~49km/hは渋滞流とは言えないが、自由流から渋滞流、あるいは渋滞流から自由流に推移する臨界状態に近い速度帯である。前方の渋滞後尾に気付くのが遅れる、あるいは渋滞中に一時的に速度が回復した直後に次のショックウェーブが到達することで急減速を余儀なくされるようなケースが想定される(図-7)。

そこで、最頻値である45~49km/hで走行中に急減速を起こした車両に着目し、急減速が発生したリンクの最低速度を集計した。0km/h(停車)の車両が48%を占めていることから、渋滞後尾や渋滞中に急減速が生じている可能性が高い(図-8)。

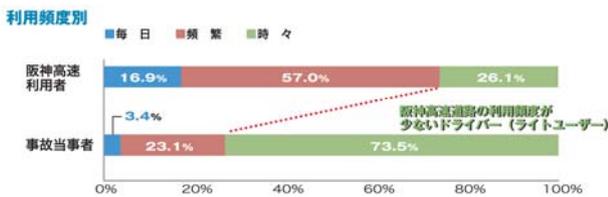


図-4 利用頻度と交通事故との関係³⁾

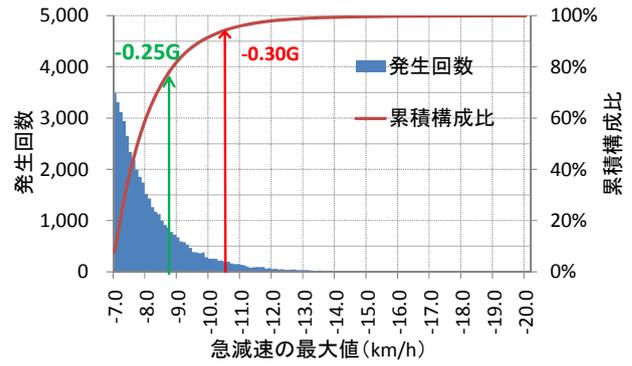


図-5 阪神高速道路上での急減速発生状況(平成25年9・10月)

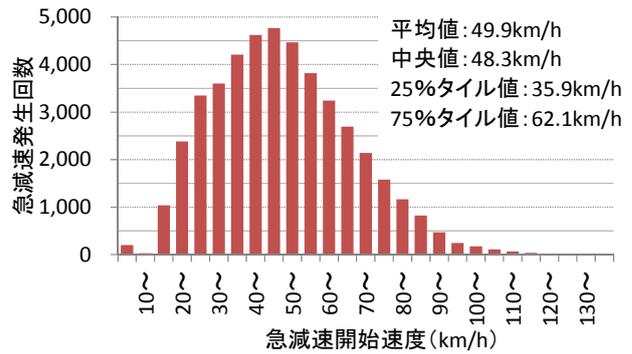


図-6 急減速開始速度

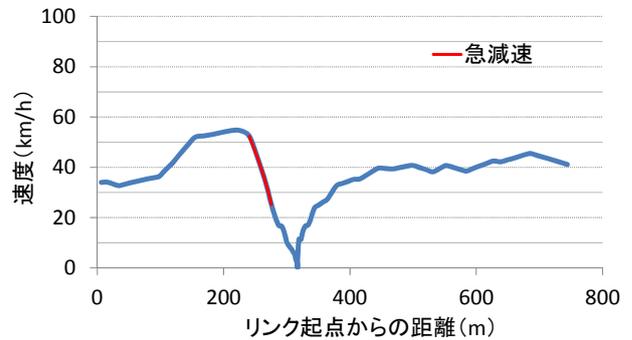


図-7 渋滞流における急減速例

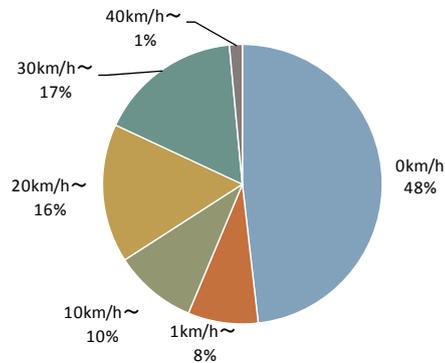
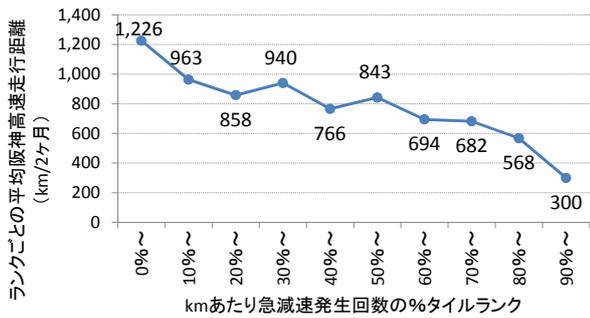


図-8 急減速発生後の最低速度
(急減速開始速度: 45~49km/h)



※1:2013年9月,10月の2ヶ月間に阪神高速を利用し、急減速を起こした3,778台を対象
 ※2:1秒あたり7km/h以上減速した場合に急減速と判定

図-9 kmあたり急減速発生回数と平均走行距離との関係

(3) 利用頻度と急減速発生状況との関係

平成25年9・10月の2ヶ月間に阪神高速道路を利用した5,022台のうち、阪神高速道路上で走行中に急減速を起こした車両は3,778台(約75%)である。この急減速を起こした車両を対象とし、阪神高速道路走行距離あたりの急減速発生回数を算定し、10のランクに分類し、ランク毎の平均走行距離をみると、急減速の発生頻度が高いほど阪神高速道路を走行した距離が短い傾向となっている(図-9)。これは、利用頻度が低い車両のほうが急減速を起こしやすい傾向があることを示している。

4. 交通安全対策への活用可能性の検討 (2)

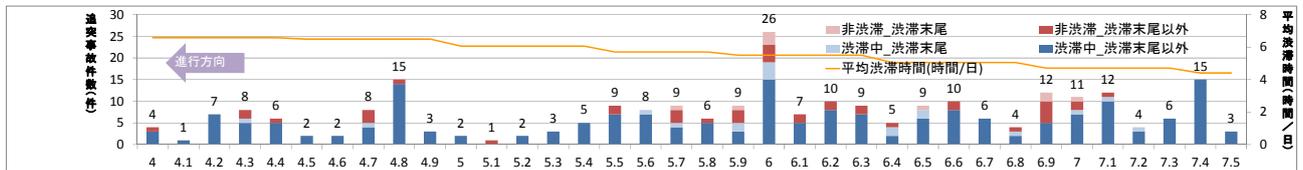
(1) 概要

阪神高速道路内でも特に追突事故が多発している11号池田線上り4.0~7.5kpにおいて「事故の発生状況(位置, 時間帯)」や「事故発生に影響を与えていると思われる要因(道路環境, 交通環境)」を整理し、併せて急減速等の事故リスクをプローブデータ等より把握することで、事故の発生要因に対する施策を検討した。

(2) 追突事故の発生状況の整理

0.1kp 毎の追突事故発生状況を渋滞状況別で整理した(図-10)。道路環境(図-11)との関係を整理した結果を以下に示す。

- ・加島合流後の右カーブ後の4.8kp付近で渋滞中の追突事故が多発。
- ・下り勾配変化後の5.9~6.0kp, 6.9~7.2kp付近で追突事故が多発。
- ・文字情報板付近(6.2~6.3kp)で追突事故が比較的多い。



※出典：阪神高速道路(株) 交通統計システム, 交通管理統計

図-10 (多重) 追突事故発生状況(平成22~24年度累計)(11号池田線上り4.0~7.5kp)

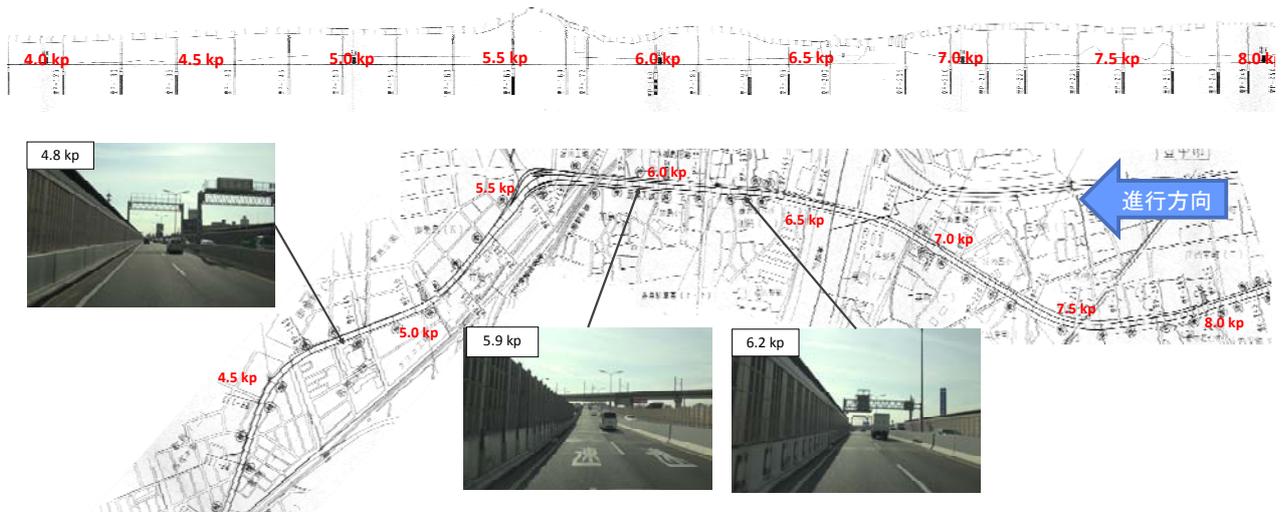


図-11 11号池田線上り(4.0~7.5kp)の道路環境

(3) プローブデータを活用した運転行動分析

追突事故発生状況を詳細にみると、昼間 12 時間、しかも渋滞している交通状況で追突事故が多発しているという特徴がある。そこで、プローブデータに基づく急減速に関しても、時間帯を昼間 12 時間に限定し、なおかつ渋滞中に対象区間を走行した車両のみに限定して集計を行った。なお、ここでは豊中南→塚本間の平均旅行速度が 40km/h を下回る、もしくは 1 秒単位の世界データの世界最小値が 40km/h を下回るものを渋滞中トリップとし、平成 25 年 9 月 1 日～11 月 5 日の期間で 412 回の急減速を抽出した(図-12)。抽出した急減速より、追突事故件数が多い箇所に着目し、急減速時の速度分布(図-13)、速度変化の分布(図-14)を整理した。

4.8kp 付近における 40km/h 未満の渋滞中に発生した急減速の割合は約 7 割を占める。また、急減速時の減速速度分布をみると、-7.0～-7.5km/h あるいは-7.5～-8.0km/h といった比較的緩やかな減速が約 8 割を占める。これより、この地点における追突事故は、渋滞中のショックウェーブに気付かなかつた運転者が引き起こしている可能性が高いと考えられる。

5.9～6.0kp における 40km/h 未満の渋滞中に発生した急減速の割合は約 6 割であり、4.8kp と比較すると 40km/h 未満の渋滞中に発生した急減速が少ない。また、急減速時の減速速度分布をみると、-8.0km/h 以上の強い急ブレーキによる減速が約 4 割を占めている。この地点はクレスト通過直後の下り勾配区間であり、比較的速い速度で走行中に、前方にある渋滞末尾の視認が遅れた運転者が急減速を行うことで、事故が発生している可能性が示唆される。

6.2～6.3kp における 40km/h 未満の渋滞中に発生した急減速の割合は約 6 割である。また、急減速時の減速速度分布をみると、-8.0km/h 以上の強い急ブレーキの割合が高く、5.9～6.0kp と比較しても高い。渋滞末尾での急減速が相対的に多いと言えるが、6.2～6.3kp は上り勾配区間であり視認性がそれほど悪くないにも関わらず、このような強いブレーキが踏まれている。理由として、6.2kp 付近に設置された図形情報板の影響が考えられ、図形情報板を注視していた運転者が、前方の渋滞末尾に気付くのが遅れて急ブレーキをかけるような状況が想定される。

6.2～6.3kp における 40km/h 未満の渋滞中に発生した急減速の割合は約 6 割である。また、急減速時の減速速度分布をみると、-7.0～-7.5km/h あるいは-7.5～-8.0km/h といった比較的緩やかな減速が約 8 割を占める。急減速時の速度分布および減速速度分布を総合的に見ると、他の 3 区間のうち、5.9～6.0kp の分布と似ている。この地点がクレストから下り勾配が始まる位置に存在していることを鑑みると、5.9～6.0kp と同様の事故要因が想定される。



図-12 急減速発生状況 (11号池田線上り)

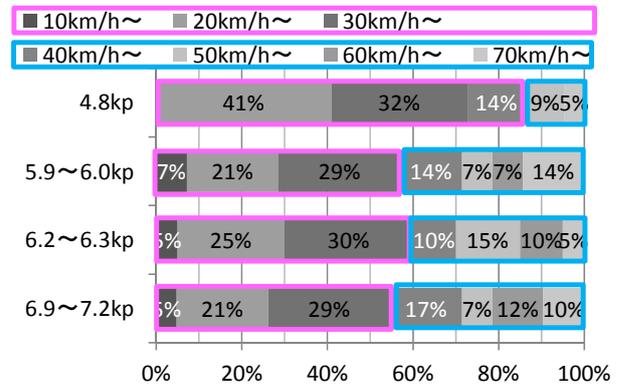


図-13 急減速時の速度分布 (11号池田線上り)

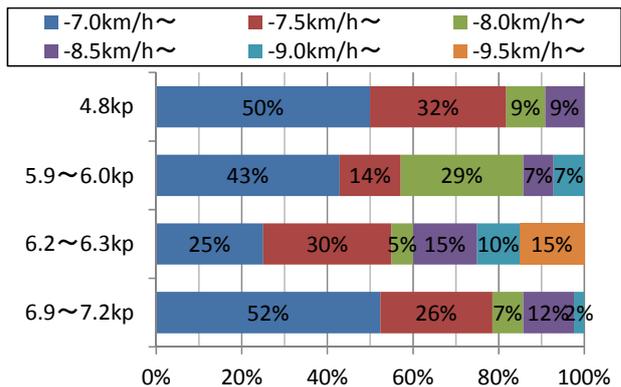


図-14 急減速時の減速速度分布 (11号池田線上り)

5. 渋滞対策への活用可能性の検討

(1) 概要

阪神高速道路では、一部未整備区間において、一般道路を経由した乗継制度を実施している。そのうち、3号神戸線摩耶～5号湾岸線住吉浜間の乗継ルートとなる以下の4ルート(図-15)を検討対象とし、ルート別の混雑状況の評価を行った上で、隘路箇所の検討を行った。

- ・ルート1：ハーバーハイウェイ利用
- ・ルート2-1：市道灘浜住吉川線利用①
- ・ルート2-2：市道灘浜住吉川線利用②(川北側街路迂回)
- ・ルート2-3：国道43号利用



図-15 検討対象ルート

(2) ルート別の混雑状況の評価

平成25年10月平日（22日間）のリンク集計データを用いて、ルート別の所要時間を集計したところ、東行きでは通常のルート（市道灘浜住吉川線①）に比べて、国道43号ルートやハーバーハイウェイルートの所要時間が短い。西行きではハーバーハイウェイルートの所要時間が短く、次いで通常のルート（市道灘浜住吉川線①）が概ね短い（図-16）。

通常のルート（市道灘浜住吉川線①）にて、平成25年12月平日（19日間）のドットデータを用いて、摩耶～住吉浜間を乗り継いでいる車両の時間帯別所要時間の平均値・最大値・最小値を集計した（図-17）。

東行きでは、平均値で見ると16～18時台がピークであり、最大値も比較的大きい。最大値については、60分を超えている状況にあり、交通状況のみによる影響だけではなく、沿道施設への立ち寄り等が考えられる。

西行きでは、平均値で見ると10～11時台がピークであり、最大値は11時台が突出しており60分を超えている。東行きと同様、沿道施設へ立ち寄り等が考えられる。

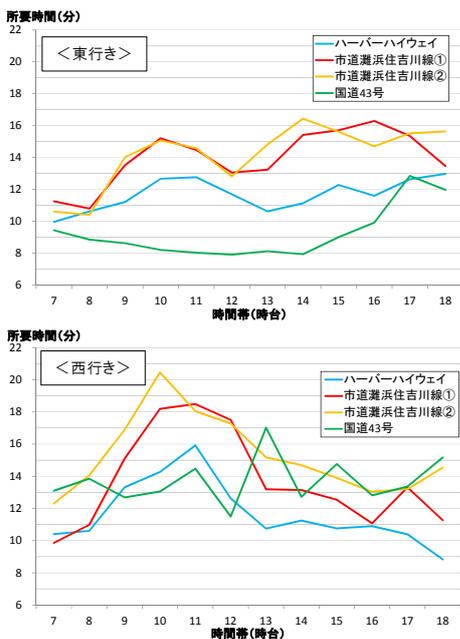


図-16 ルート別の所要時間

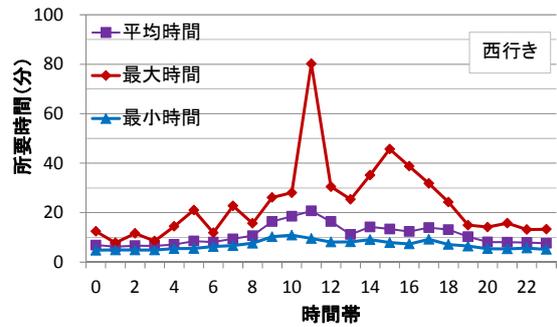
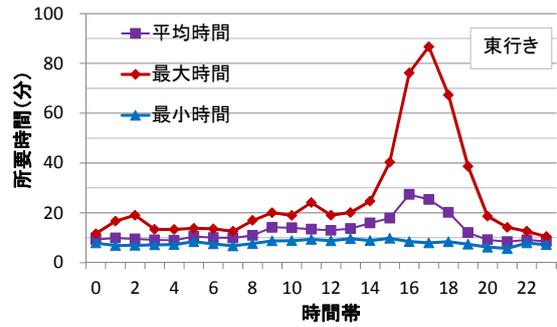


図-17 所要時間の平均値・最大値・最小値

(3) 隘路箇所の検討

ドットデータを用いて、隘路となっている箇所を把握するため、平成25年12月平日（19日間）に摩耶～住吉浜間を乗り継いでいる車両から取得されたデータをもとに約20mの短区間ごとに存在するドットデータ数をカウントした。ドットデータ数が多い場所には車両が長時間滞在したことを示しており、当該区間が渋滞しているものと考えられる（図-18）。

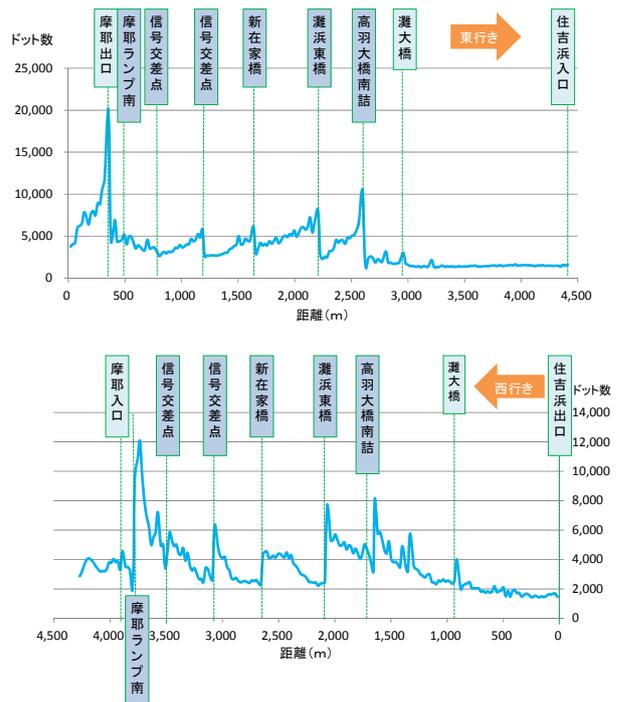


図-18 ドットデータ数の分布

東行きでは、ドットデータ数が極めて多い「摩耶出口」のほか、「高羽大橋南詰交差点」,「灘浜東橋交差点」が主要な隘路箇所と考えられる。西行きでは、ドットデータ数が極めて多い「摩耶ランプ南交差点」のほか、「高羽大橋南詰交差点」,「灘浜東橋交差点」が主要な隘路箇所と考えられる。

次に、交差点を通過した直後のドット数に着目する。例えば、西行きの「新在家橋交差点」や「灘浜東橋交差点」を通過した直後のドット数は概ね2,000程度であるのに対し、「高羽大橋南詰交差点」を通過した直後のドット数は約4,000となっている。これは、交差点通過後すぐに渋滞に巻き込まれた車両が少なからず存在していることを示している。すなわち、下流側に位置する「灘浜東橋交差点」を先頭とする渋滞が「高羽大橋南詰交差点」を超えて延伸していることを意味しており、「高羽大橋南詰交差点」自体は隘路ではない可能性があるに留意する必要がある。

6. 交通管制への活用可能性の検討

(1) 概要

阪神高速道路では、4号湾岸線大浜～15号堺線堺において乗継制度を実施している。4号湾岸線大浜以南から1号環状線以遠への北行き利用交通を対象に、15号堺線乗継利用の状況と情報提供による利用ルートの変更の関係を整理した。平成25年9～12月に、図-19に示す2ルートのどちらかを最低1回以上利用した車両のみ(1,049台)を対象とした。情報提供については、大浜ランプ手前の7.9kpにある経路比較情報板における提供内容とした。ただし、運転者が実際にその情報を見て経路選択を行ったかどうかまでは分かっていない。



図-19 分析対象ルート

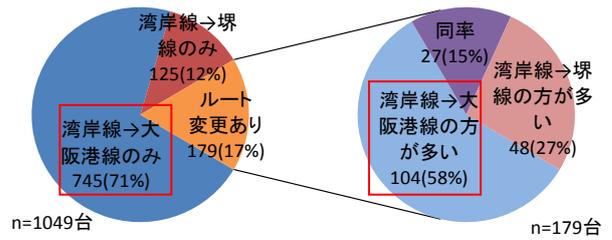


図-20 大浜以南→環状線以遠の利用ルート

(2) 対象ルートの利用状況

4ヶ月中に1回もルート変更を行わなかった「4号湾岸線→16号大阪港線のみ」および「4号湾岸線→15号堺線のみ」の固定層は83%を占め、そのうち「4号湾岸線→16号大阪港線のみ」が71%と大半を占めている。更に「ルート変更あり」の179台の利用状況を見ると、こちらも「4号湾岸線→16号大阪港線の方が多い」利用車が58%と多数を占めている(図-20)。

(3) 利用ルートによる経路利用状況

4ヶ月中の「4号湾岸線→16号大阪港線」ルート利用車両は、1号環状線通過後、13号東大阪線、12号守口線、11号池田線の順に利用台数が多い(図-21)。一方、「4号湾岸線→15号堺線」ルート利用車両は、1号環状線通過後、12号守口線と11号池田線の利用がほとんどを占めている(図-22)。これは、大浜以南から12号守口線・11号池田線を利用する車両には、ボトルネックが点在する1号環状線を半周する必要がある16号大阪港線経由よりも、一旦、一般道路に降りる必要はあるが、距離が短く混雑に巻き込まれる可能性が相対的に低い15号堺線を選択する車両が一定程度存在していることを示している。

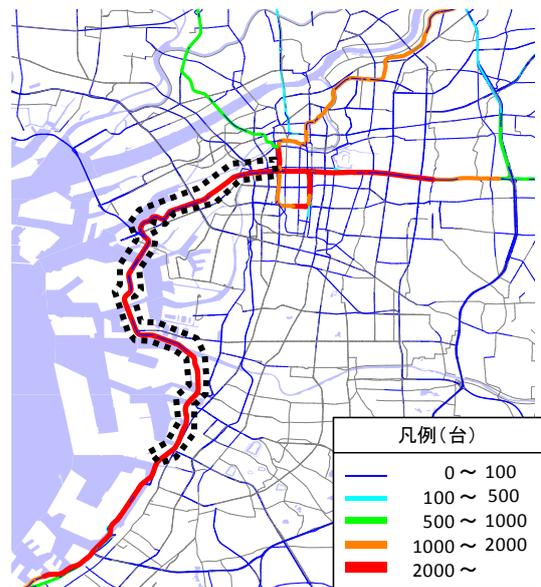


図-21 大阪港線ルート利用車両の経路利用状況



図-22 堺線ルート利用車両の経路利用状況

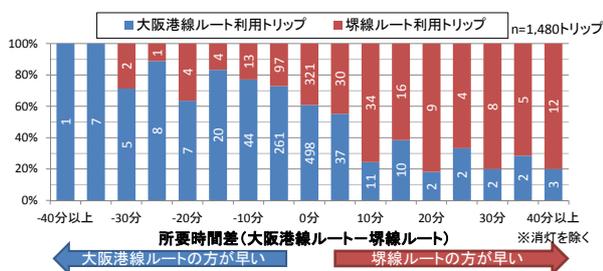


図-23 所要時間差と経路利用状況の関係

(4) 所要時間情報と経路選択の関係性

4ヶ月中に1回以上ルート変更した179台を対象に、それらが大浜から環状線まで移動した2,856トリップの4号湾岸線7.9kpにある情報板を通過した日時を特定し、その際に提供していた対象ルートの所要時間情報を把握した。所要時間の消灯時を除いた1,480トリップを対象に、対象ルートによる所要時間差と利用トリップ数を整理した(図-23)。所要時間差と経路選択率には相関がみられるものの、所要時間差が0分の場合には16号大阪港線ルートの利用が約6割を占めている。15号堺線ルートの利用が過半数となるのは、15号堺線ルートの方が10分以上早い場合であり、経路選択には所要時間以外の要因も影響していることがみてとれる。

7. おわりに

今回の検討により、プローブデータに付与された車両IDを活用することで、新たな観点から交通安全対策や交通管制の検討が可能であることを示した。また、1秒単位で取得されたドットデータを活用することで、渋滞対策が必要な真の隘路箇所を把握できる可能性があることなど、プローブデータの活用可能性を示すことができた。

今回用いたプローブデータは車両1台ずつの挙動を把握できることから、各種施策や路線整備等の効果・影響を従来のマクロな交通データを用いる場合に比べ、より的確かつ明示的に捉えることができる可能性がある。例えば、大規模補修工事前・工事中で同一車両の経路を比較することで、迂回経路や影響範囲をより的確に把握することが考えられる。

参考文献

- 1) 矢田淳一, 尾崎悠太, 藪雅行: プローブデータを活用した危険箇所抽出手法に関する研究, 第49回土木計画学研究発表会, 公益社団法人土木学会, 2014.6.
- 2) 清水哲夫, 松崎里美, 牧村和彦, 絹田裕一: 交通安全施策におけるプローブ情報の活用に向けた減速度データの特長に関する検討, 第48回土木計画学研究発表会, 公益社団法人土木学会, 2013.11.
- 3) 藤井琢哉, 高橋孝治, 清橋秀聡, 馬場範夫: 民間プローブデータを用いた事故対策の評価と効果モニタリング・評価手法の検討, 第49回土木計画学研究発表会, 公益社団法人土木学会, 2014.6.
- 4) 大畑長, 桑原雅夫, 阿部重雄, 安齋潤也, 鎌田恭典, 今井武: プローブデータを活用した都市間高速道路上の異常事象に起因する交通状態への影響把握, 第49回土木計画学研究発表会, 公益社団法人土木学会, 2014.6.
- 5) 阪神高速道路株式会社: 第2次アクションプログラム, pp9, 2013

(2014.8.1 受付)

POSSIBILITY OF APPLICATION TO MEASURE OF TRAFFIC INCIDENTS, TRAFFIC JAM AND TRAFFIC CONTROL BY PROBE DATA

Yukiko KOJIMA, Takashi KODAMA, Toru INOUE and Jun TANABE