

商用車プローブデータを用いた 情報提供の高度化に向けた検討

緒方 一真¹・竹井 賢二²・青木 圭³・山本 昌孝⁴
・河本 一郎⁵・田名部 淳⁶

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: kazuma-ogata@hanshin-tech.co.jp

²非会員 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: kenji-takei@hanshin-exp.co.jp

³非会員 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: kei-aoki@hanshin-exp.co.jp

⁴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: masataka-yamamoto@hanshin-tech.co.jp

⁵正会員 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: ichiro-komoto@hanshin-tech.co.jp

⁶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、カーナビや通信機器搭載車両の増加により、個々の車両挙動を把握することが可能となってきている。

以前は車両検知器によって高速道路上の交通状況を把握していたが車両検知器ではマクロな交通流を捉えることはできても、ミクロに把握することは困難である。そのため、個別の車両の正確な所要時間や情報板等が車両挙動に与える影響を把握することはできていない。本研究では、商用車プローブデータを用いて情報提供の高度化に向けた検討を行う。検討内容としては、プローブデータを活用することによる所要時間算定精度の検証や情報板で落下物注意の表示や交互表示をすることによりどのような車両挙動をするのか把握した。

Key Words : probe-car data, Traffic Control

1. 概要

阪神高速道路においては、路側に概ね500m間隔で設置された車両検知器による定点観測データに基づいて集計・算定された交通量や速度のデータにより、渋滞発生箇所の把握や経路所要時間を算出し、お客さまへの情報提供を行っている。

一方で、カーナビ等の車載機器やスマートフォン等の情報通信端末の普及に伴い、個々の車両の位置情報などのいわゆるプローブデータが各方面で収集されている。

こうしたプローブデータを活用すれば、渋滞発生など交通状況の変化の詳細な把握や突発事象の迅速な検知などを、路側に新たな設備を整備することなく実現できる可能性があり、将来的にはプローブデータを主体とした交通管制システムへの移行も考えられるところである。

ただし、今後このようにプローブデータを活用していくためには、少なくとも現在利用している車両検知器と同程度の精度は必要である。

また、阪神高速道路では、文字情報板で直近の事故や落下物等の「切迫する危険」に関する注意情報を優先して表示すべく、見直しを検討している。しかし、このような注意情報を表示した際の、車両挙動は把握できていない。また、今後さらなる普及を検討している二事象交互表示についても同様に、車両挙動にどのような影響を及ぼしているのかを把握できていない。

本稿では、商用車プローブデータを用いて情報提供の高度化に向けた検討を行う。具体的には、プローブデータを活用して所要時間算定精度の検証を行うとともに、文字情報板で落下物注意の表示や交互表示をするが車両挙動に与える影響を評価する。

2. プローブデータを活用した所要時間算定精度の検証

ここでは、商用車プローブを活用して算出した所要時間を用いて、車両検知器による所要時間算定値の精度を検証する。

(1) 評価の基本的な考え方

これまでの検討を通じて、旅行速度の計測において、車両検知器による地点計測と区間計測との差が大きくなるのは、渋滞延伸時・解消時や疎密波が発生しやすい低速度渋滞の場合であることが指摘されている。このことから、渋滞が頻発しており、かつプローブデータの取得率が高い路線を対象として、ドットデータから1つの検知器の勢力範囲（以下、JDP区間とする）の所要時間を算定し、分析を行うためのデータセットを作成することとした。

プローブによる区間旅行速度と検知器で計測した地点速度を比較して、検知器による所要時間算定精度の検証を行った。

(2) 分析対象データ

対象路線は低速度渋滞の発生頻度が高い阪神高速道路11号池田線上市、空港集約から福島出口まで（JDP25～JDP6）のそれぞれのJDP区間について区間速度を比較した。

分析対象期間は、交通量が多く、普段より渋滞が発生しやすい年末の2014年12月の1ヶ月間とした。また、阪神高速道路の交通状況を整理する観点から、検知器データ（5分）の他に、交通管制データから発生した渋滞の種類や時間帯・場所を整理した。

(3) JDP区間別の車両検知器とプローブデータの比較検証

車両検知器とプローブデータから計測される速度や所要時間の差異から、車両検知器単体の精度検証を行うこととするが、対比するプローブデータの特性上、地点速度と区間速度の違い以外の要因から差異が生じる可能性がある点にはあらかじめ注意が必要である。計測方法の違い以外の要因としては以下が考えられる。

- 使用するプローブデータは、主に 8t 以上の大型貨物車から収集されていることから、一般的には車両全体を捉えている車両検知器の速度が速くなる傾向にあると考えられる。
- また、車両検知器は第 2 車線の検知器を対象としているが、プローブデータでは走行した車線まで

把握することはできないことから、ランプの分合流部などの第 1 車線と第 2 車線で速度差が生じやすい箇所ではプローブ車両が走行する車線による速度差が生じる可能性がある。

以上を踏まえて、JDP 区間別の車両検知器とプローブデータの計測結果の差異を整理した。区間によって所要時間差の分布の形状は異なっており、一貫して「プローブデータよりも車両検知器の速度が速くなる」という傾向は確認されなかった。

例として、JDP15（図-2参照）と JDP14（図-3参照）を示しているが、このように車両検知器の速度が速い場合もあれば、プローブのほうが速度が速い場合もある。また、ランプ付近の JDP25 や JDP20 等のように車両検知器とプローブデータの計測結果に一部乖離や偏りが確認される場合もあるが（プローブ車両が走行した車線による影響の可能性）、JDP22 や JDP10 等といった分合流部と関係ない区間においても分布形状が異なる場合があることも確認できた。上述のとおり、本稿では「一般的にプローブデータよりも車両検知器の速度が速くなる傾向にある」と仮定しているが、JDP21, 20, 19 については極端にプローブデータの方が車両検知器よりも速度が速くなっていた。

上記を踏まえると、事前に想定した車両検知器の計測精度以外の差異を生じさせる要因を考慮しても、車両検知器単体での計測精度は区間によって傾向が異なることが分かった。

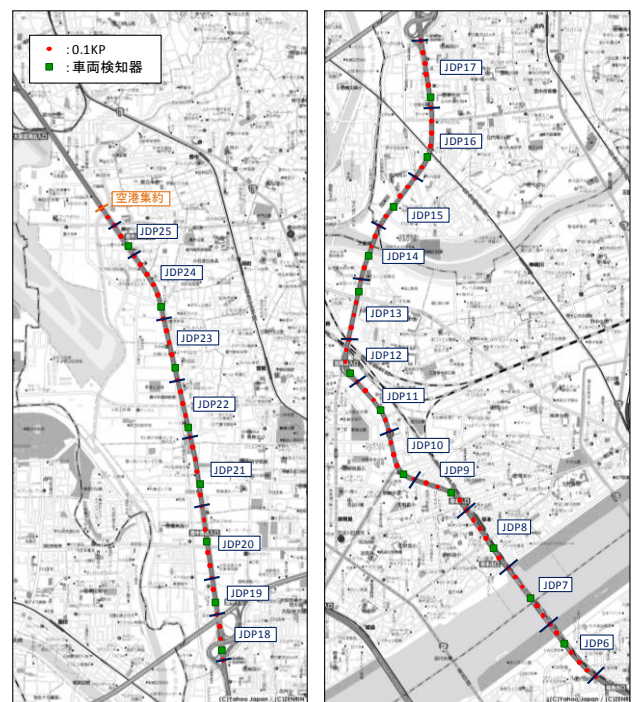


図-1 対象区間

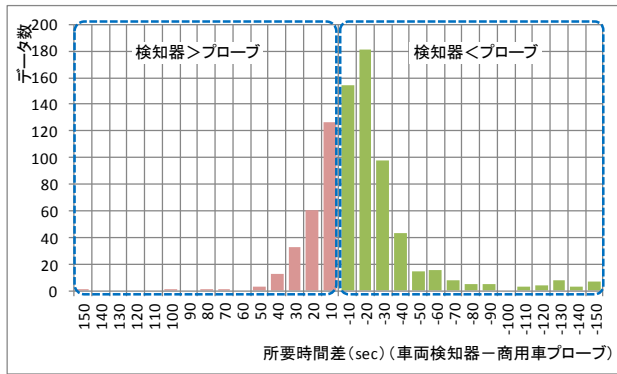


図-2 JDP15における所要時間差

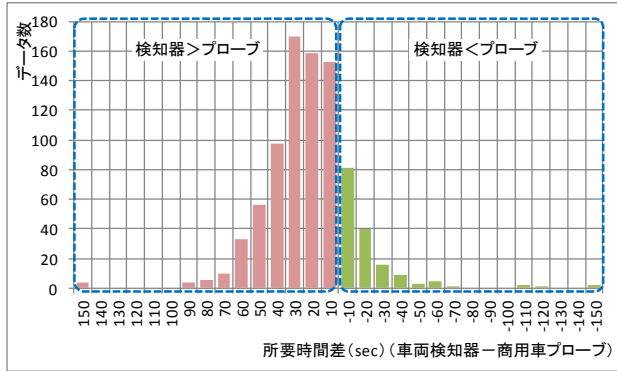


図-3 JDP14における所要時間差

表-1 JDP 区間別の所要時間差と設置箇所の道路線形

	所要時間差 (検知器-プローブ)			検知器 KP	道路線形	
	平均値	中央値	標準偏差		縦断勾配	R
JDP25	-26.2	-18.9	48.7	12.1	-0.4	
JDP24	-1.0	5.5	56.3	11.5	0.4	482
JDP23	12.5	8.9	49.1	11.0	0.4	
JDP22	-28.1	-22.8	40.2	10.5	-0.5	
JDP21	30.2	32.9	74.3	10.0	0.3	1566
JDP20	11.4	26.0	103.3	9.5	-0.3	
JDP19	33.5	30.0	47.2	9.0	0.3	
JDP18	15.8	18.0	43.2	8.6	0.3	
JDP17	1.2	0.0	49.1	8.0	0.4	
JDP16	-0.4	3.1	45.1	7.5	-0.4	444
JDP15	-13.1	-10.0	32.9	7.0	-0.3	
JDP14	16.7	17.0	35.7	6.5	-0.5	402
JDP13	8.7	10.7	32.6	6.2	0.5	
JDP12	-15.0	-10.1	31.1	5.5	-4.5	120
JDP11	-0.4	-0.3	19.0	5.1	-0.3	430
JDP10	15.8	16.7	21.8	4.5	-0.6	230
JDP9	1.6	2.5	16.9	4.1	-0.3	235
JDP8	-8.9	-9.6	13.3	3.5	0.3	
JDP7	2.0	-7.5	41.9	3.0	0.3	
JDP6	-4.1	-6.1	34.9	2.5	-0.3	

(4) 要因分析

前述のとおり、車両検知器とプローブデータの計測値の大小関係は、区間によって異なることが確認された。そこで、計測値に差異をもたらす要因として、車両検知器が設置された箇所の道路構造に着目した。一般に、車両検知器の設置箇所が上り勾配やカーブであれば車両検知器の地点速度はその前後よりも遅く計測される可能性が考えられ（所要時間は「車両検知器 > プローブデータ」）、また設置箇所が下り勾配であれば速く計測される可能性が考えられる（所要時間は「車両検知器 < プローブデータ」）。

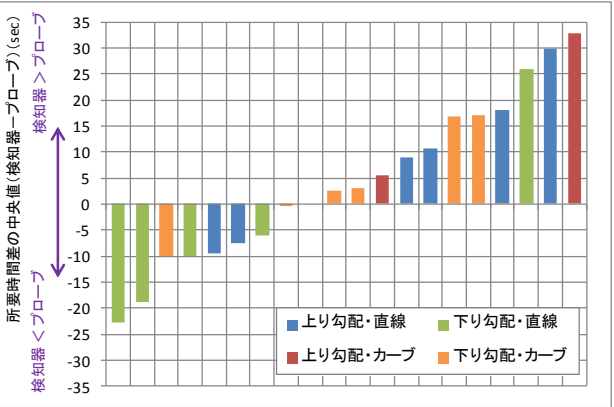
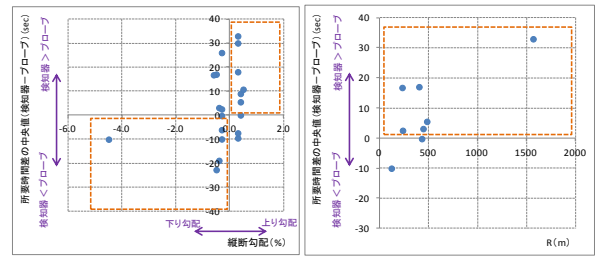


図-4 JDP 区間別の所要時間差と設置箇所の道路線形の関係

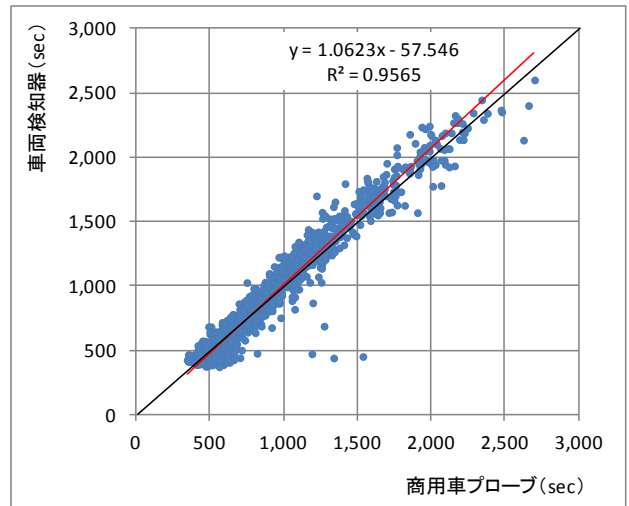


図-5 車両検知器と商用車プローブによる所要時間の関係 (JDP25→JDP6)

縦断勾配やカーブの有無といった車両検知器が設置された箇所の道路線形の状況と、車両検知器とプローブデータによる所要時間の差異との関係を整理した結果を表-1、図-4に示す。

車両検知器・プローブデータの所要時間差と道路線形の関係をみると、関係性が明確に確認できるわけではないが、車両検知器が設置された箇所がカーブであった場合は所要時間の関係が「車両検知器 > プローブデータ（車両検知器の速度が遅い）」となりやすくなる等、想定した縦断勾配の違いやカーブの有無による所要時間差への影響が傾向として現れている様子は確認できる。

(5) 所要時間情報提供の精度に与える影響

前項で示したように、車両検知器単体で評価した場合には、設置箇所によっては車両検知器による速度とプローブデータによる速度とに差異が生じることが確認された。阪神高速道路における所要時間情報は、提供対象地点間に含まれる各車両検知器で計測された所要時間を累加することで生成されており、このような差異が累積されることで精度が低下している可能性がある。以上を踏まえて、本項では空港集約から福島の間所要時間の精度検証を行うこととした。なお、ここでは、渋滞・非渋滞問わず全ての時間帯において空港集約から福島までの区間（JDP25～JDP6）を一度で通過している商用車のデータを用いることとした。

比較結果は図5に示すとおりであり、所要時間の差異は±1分以内が全体の51%、±3分以内が96%となっており、車両検知器とプローブデータによる所要時間は概ね近似していることが分かる。車両検知器単体では、設置箇所によってプローブデータと差異が生じることが確認されているが、所要時間情報を提供する区間全体としての精度は確保されている理由としては、JDP区間の所要時間を積み上げる際にプラス側の差異とマイナス側の差異が相殺されて一定精度の所要時間情報が得られている可能性が考えられる。これは表-1に示した各JDP区間ごとの差異の平均値がプラス側とマイナス側の両方に分布していることから裏付けられる。

本分析で対象とした11号池田線入りでは、たまたまプラス側の差異とマイナス側の差異が相殺されたために所要時間情報の精度もさほど低下しなかったが、他路線でも同じような結果が得られるとは限らない。また、車両検知器で計測した速度データは情報提供に用いられるだけでなく、事故要因分析などにも活用されていることを勘案すると、やはり個々の区間速度を正確に計測することは重要である。従って、今後はより正確な区間速度を計測可能なプローブデータの活用を具体的に検討する必要がある。

3. 文字情報板における情報提供の運転影響評価

ここでは、文字情報板で切迫危険を回避するための情報を提供した際の車両の運転挙動、及びI事象板での交互表示による情報提供時の車両の運転挙動について、商用車プローブを用いて確認した。

(1) 切迫危険注意（落下物注意）表示時の評価

文字情報板で情報提供する事象については、現在、『切迫する危険回避のために必要な情報は、それを必要とするドライバーに確実に伝える』との方針に基づき、

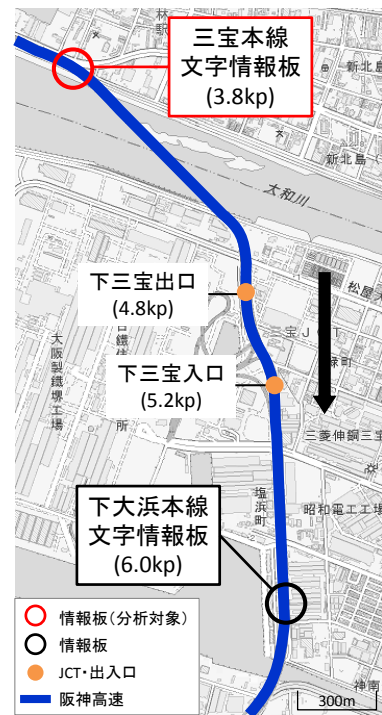


図-6 分析対象区間（切迫危険注意）

直近の事故や落下物等の注意情報を優先して表示すべく見直しを検討している。

そこで、文字情報板において、リスク情報である『この先 落下物 注意』等の落下物に関する表示がなされている場合の当該箇所通過車両の運転挙動（反応）について確認を行った。

対象区間は、図-6に示す阪神高速道路4号湾岸線下りの三宝本線情報板から下大浜本線情報板までとし、三宝本線情報板における情報提供内容と速度低下の関係を確認した。なお、当該区間は落下物の発生件数が多い区間となっている。

分析には、富士通の商用車プローブの1秒単位のドットデータを用いて、平成27年11月～12月の2か月間のデータを使用した。まず以下のデータクリーニングを行った。

- ① 当該区間内のDRMリンクで欠測があるトリップを除去
- ② GPS測定誤差の大きい（補正距離が20m以上）のトリップを除去
- ③ 渋滞の影響を除くため、速度の最小値が50km/hより低いトリップを除去
- ④ 情報板直近を走行中に情報板の表示内容が変化したトリップを除去

データクリーニングを実施した結果、落下物注意表示時で41サンプルを得た。これを、消灯以外では最も多い『全線 スリップ 注意』表示時で得られた812サンプルと比較した。

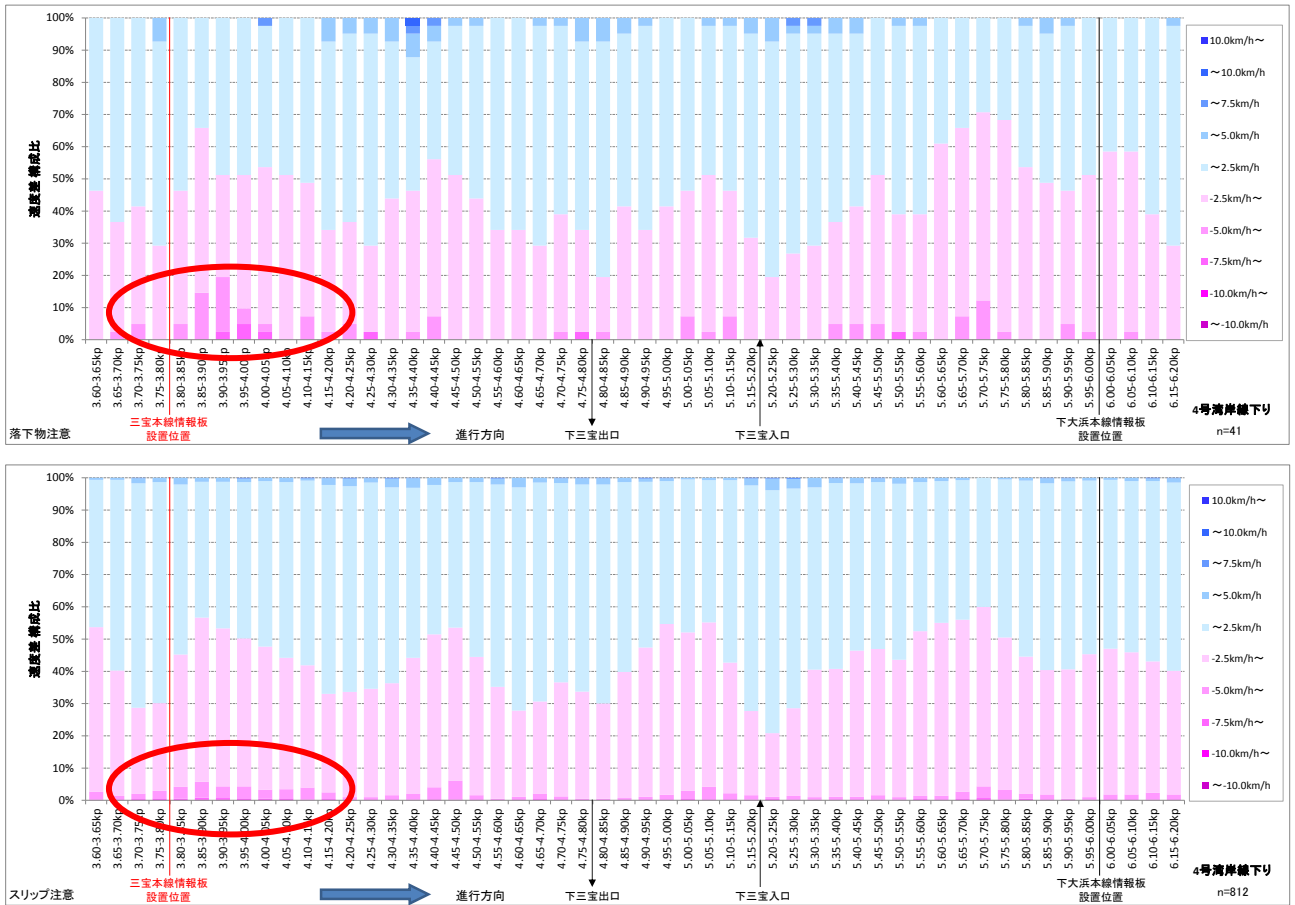


図-7 速度差構成比 (上段：落下物注意表示, 下段：スリップ注意表示)

図-7は、対象区間における50m単位での車両速度の増減別構成比を整理した結果を示している。『落下物注意』が表示されている情報板の通過直後では、『全線スリップ注意』よりも速度低下の傾向がやや強く出ており、注意情報の提供による効果（速度を落として注意して走行）が表れていると推察できる。

(2) 交互表示時の評価

阪神高速道路が設置している文字情報板には、2つの情報が提供可能な2事象板、1つの情報を提供する1事象板、2つの情報を交互に表示可能な1事象板がある。

交互表示可能な1事象板は、2事象板より小型化できるため、大型の門柱等を必要とせず、軽量化が図られるメリットがある。一方、交互表示をするため、車両の走行速度によっては情報を見逃したり誤認したりする可能性、ドライバーが情報板に注視することで、情報板直近の速度低下を誘発する可能性などのデメリットが懸念される。

そこで、交互表示を実施している情報板を対象に、情報板直近での車両の運転挙動（反応）について確認を行った。

分析対象とした情報板は、阪神高速道路が阪和自動車道上りの本線上に設定している入口情報板（乗入板）とした。分析対象区間は、情報板が設置されている美原北IC～松原IC間とした（図-8参照）。

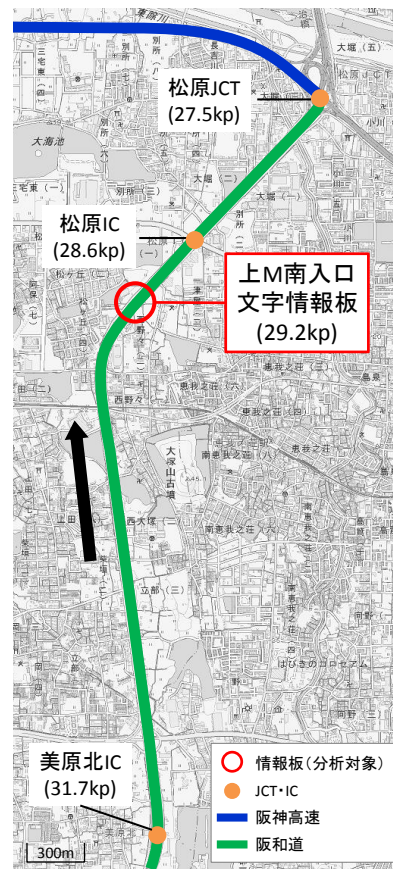


図-8 分析対象区間 (交互表示)

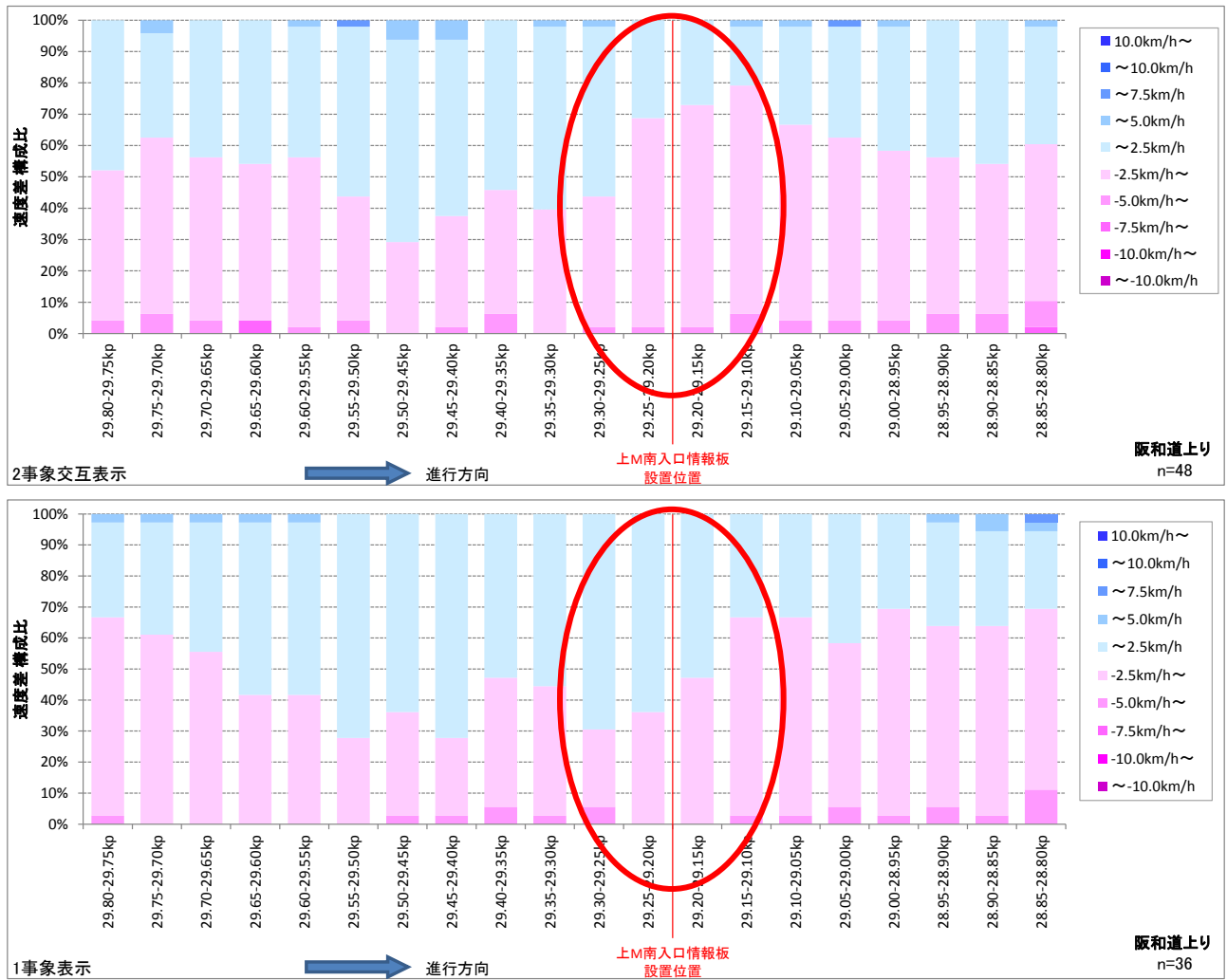


図-9 速度差構成比 (上段：2 事象交互表示, 下段：1 事象表示)

分析には、平成27年12月の1か月間の富士通の商用車プローブの1秒単位のドットデータを用いた。また、落下物注意と同様のデータクリーニングを実施するとともに、松原JCTで阪神高速14号松原線に流入するトリップのみを抽出した。

データクリーニング及び14号松原線利用するトリップのみを抽出した結果、2事象交互表示で48サンプルを得た。これを、1事象のみ表示の36サンプルと比較した。

図-9 は対象区間における 50m 単位での車両速度の増減別構成比を整理した結果を示している。2 事象交互表示がある場合には、1 事象表示に比べて情報板の直前での速度を低下させる車両が多いことが把握できる。

以上より、2 事象の交互表示を行うことで、1 事象のみ表示した場合と比較して、情報板の手前で速度低下が起こる可能性があると考えられる。

4. まとめ

本稿では、1 秒単位で取得された詳細な商用車プロー

ブデータを用いて、現行の情報提供内容（所要時間情報、注意事象表示、交互表示等）について評価・検証を行った。本研究で得られた主な知見は以下に示すとおりである。

- (1) 商用車プローブデータを用いて所要時間を算定し、その算定値と現行で使用している車両検知器による所要時間を比較したところ、JDP 区間によって所要時間差の正負が異なる結果となった。また、車両検知器設置位置と JDP 区間の道路線形との関係を調べることで、勾配やカーブといった要因が所要時間の差異に影響している可能性を示した。さらに、複数の JDP 区間を束ねた地点間所要時間の情報提供の観点から考えると、今回対象とした 11 号池田線上りでは車両検知器を用いた場合でも相応の精度が確保されていることを確認した。
- (2) 落下物注意表示を文字情報板で表示した場合、情報板の直後で速度低下する傾向が見られ、落下物注意表示が、注意喚起としての効果があることを実証的に示した。

- (3) 二事象交互表示を行った場合、文字情報板の直前で速度低下する傾向が見られた。阪神高速道路で今後交互表示の更なる導入を図る前に、交互表示による渋滞の誘発可能性などについて詳細な検証が必要であることを確認した。

参考文献

- 1) 竹井賢二, 青木圭, 河本一郎, 緒方一真, 田名部淳 :
交通管制におけるプローブデータの活用可能性検討,
第13回ITSシンポジウム2015

A STUDY OF ADVANCEMENT OF TRAFFIC INFORMATION USING PROBE DOT DATA

Kazuma OGATA, Kenji TAKEI, Kei AOKI, Masataka YAMAMOTO,
Komoto ICHIRO, Jun TANABE