

プローブデータを用いた 情報板手前におけるドライバーの運転挙動分析

大村 陽¹・小山 周一²・中西 雅一³・田名部 淳⁴

¹ 非会員 首都高速道路(株) 東京西局 (〒160-0004 東京都千代田区平河町二丁目 16-3)
E-mail:t.omura85@shutoko.jp

² 非会員 首都高速道路(株) 東京西局 (〒160-0004 東京都千代田区平河町二丁目 16-3)
E-mail: s.koyama76@shutoko.jp

³ 正会員 (株)地域未来研究所 (〒530-0003 大阪府北区堂島一丁目 5 番 17 号)
E-mail:nakanishi@refrec.jp

⁴ 正会員 (株)地域未来研究所 (〒530-0003 大阪府北区堂島一丁目 5 番 17 号)
E-mail:tanabe@refrec.jp

首都高速道路では、ネットワークの整備状況や交通状況等を考慮しながら高速道路上における情報提供を行っている。図形情報板はその他の情報提供ツールと比較して多くの情報を提供できるものの、情報量が多く判読に時間を要することから、それらの有無がドライバーの運転挙動（速度や前後加速度）に影響を与えているかについて分析を行った。分析に使用したデータは図形情報板撤去前後の情報板設置箇所付近のプローブデータである。以上の分析により、安全かつ適切な情報提供について考察する。

Key Words: Metropolitan Expressway, probe data, graphic information board, driving behaviour

1. はじめに

現在、首都高速道路では道路ネットワークの整備や交通状況を考慮しながら、安全かつ円滑な交通運用を目指し情報提供を行っている。中でも図形情報板（図-1 参照）は、首都高速道路網を模式化した図形上に交通状況を可変表示し、高速道路上での経路選択の判断を支援することを目的に設置している。設置当初における図形情報板は、都心環状線付近を先頭とした慢性的かつ文字情報板では表現できなかった断続的な渋滞を表現するのに有効なツールであり、首都高と一般街路での経路選択に有効な役割を担っていた。その後、首都高ネットワークの拡大により、高速道路上での経路選択が可能となり、渋滞が分散、走行性が向上している状況にある。そのため、表現するネットワークの範囲が広大となり図形としての表現が複雑化したことや、走行速度回復により、事実上運転者の情報板視認時間が減少したことなどから、図形情報板の優位性が設置当初よりも低下している。このことから、図形の優位性が確保できる箇所の情報板のみを残し、その他の図形情報板を撤去した。一般に、図形情報板は、その他の情報提供ツールと比較して多くの



図-1 現在設置している図形情報板

情報を提供できるものの、情報量が多く判読に時間を要すると考えられる。そのため、複数の渋滞が図形情報板に表示されているような場合、ドライバーが情報板を過度に注視してしまうことで、前方車両との車間距離が急激に狭まるような危険な交通状況が出現する可能性がある。また、図形情報板への注視により走行速度が低下することで、渋滞を引き起こすトリガーとなるような状況も想定される。

従って、本論文では、上記の仮説に基づき、商用車プ

プローブデータから走行速度、前後加速度を集計・整理し、図形情報板撤去前後でのドライバーの運転挙動の変化を把握・分析する。次に、前後加速度の整理結果から ETC2.0 プローブ情報などで用いられる一般的な急減速の閾値である-0.25G を下回る急減速の発生状況を集計・整理し、図形情報板撤去前後での変化を把握する。加えて、急減速が発生した車両単位での走行速度と前後加速度の分布状況を整理し、急減速が発生した際の挙動を把握する。以上の図形情報板撤去に伴う前後加速度、走行速度等の車両挙動の変化を分析することにより、図形情報板の有無がドライバーの運転挙動にどの程度影響を与えているかについて考察した。加えて、近傍の文字情報板にも着目して、交通状況や提供情報の変化が文字情報板直上流のドライバーの運転挙動に及ぼす影響の有無を考察した。

かかっている間は毎秒取得され続けている。

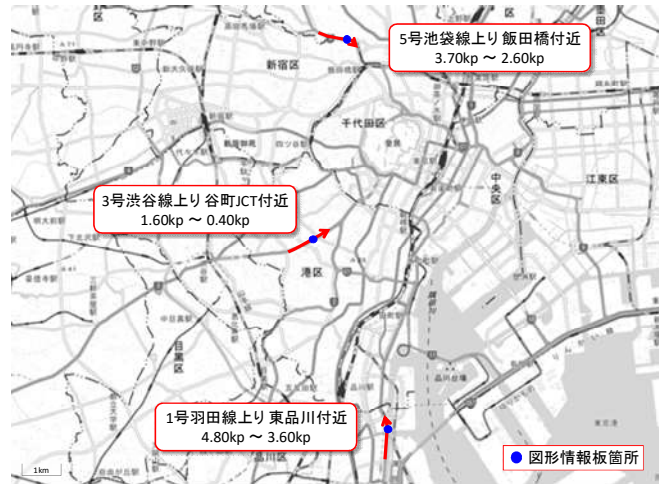


図-2 分析対象区間

2. 分析対象区間

本研究では、図-2 及び表-1 に示す区間を分析対象とした。次章以降は、原則として図形情報板設置位置から上流側に約 700m、下流側に約 500m までに拡張した区間を分析対象区間として設定する。一般的な文字情報板での走行速度 60km/h での視認距離は 113m との試算例¹⁾がある。また、飯田²⁾は中国自動車道において「各情報提供施設への注視を最初に開始した地点から情報提供施設の設置地点までの距離（「視認距離」と定義）を実験により明らかにした。その結果、図形情報板の視認距離は 253m となっている。以上より、本分析対象区間は、図形情報板の撤去の影響を把握するのに十分な区間長が確保できていると考えられる。

表-1 分析対象区間

SEQ	分析箇所	図形情報板設置 KP	分析対象区間	撤去日
1	1号羽田線 東品川付近	4.08kp 付近	4.80kp ~ 3.60kp	H27.10.25
2	3号渋谷線 谷町 JCT 付近	0.90kp 付近	1.60kp ~ 0.40kp	H27.9.26
3	5号池袋線 飯田橋付近	3.07kp 付近	3.70kp ~ 2.60p	H27.10.7

表-2 分析対象データ数

SEQ	分析箇所	トリップ数	
		撤去後 (分析年月)	撤去後 (分析年月)
1	1号羽田線 東品川付近	7026 (H26.10)	8543 (H27.10)
2	3号渋谷線 谷町 JCT 付近	10668 (H26.11)	9523 (H26.11)
3	5号池袋線 飯田橋付近	8060 (H26.10)	6580 (H27.10)

3. 分析に使用したデータ

本研究では、個別車両の挙動が把握可能な商用車プローブデータを用いて分析を実施した。分析に用いた商用車プローブデータは、富士通製のデジタコを搭載し、SaaS (Software as a Service) 型運行管理システムを利用している車両から収集されたデータである。一般車両を対象としたプローブデータではなく、貨物車などの商用車から収集したプローブデータであるのが特徴で、主に 8 トン以上の貨物車を中心に全国で約 75,000 台 (2016 年 3 月時点) の車両が稼働中である。

1 台の車両が取得するプローブデータは、車両の移動軌跡を示すドットデータの集まりであり、1 ドットのデータ項目は、車載番号、日時、緯度、経度、G センサー (前後)、G センサー (左右) で構成され、エンジンが

本分析では、表-1 に示す対象箇所の図形情報板撤去前後それぞれ 1 か月間の商用車プローブデータを用いて分析を行った。表-2 に分析に用いたデータ数 (トリップ数) を示す。

4. 走行速度に関する分析

本章では、図形情報板付近で走行速度が遷移する状況を整理する。具体的には、表-1 に示す分析対象区間を 0.01kp(10m)間隔で分割し、各分割区間に含まれるドットデータの速度分布を整理し、遷移図をとりまとめた。

(1) 1号羽田線 東品川付近

走行速度の遷移状況を図-3 に示す。データ数が多く、

出現頻度が高い速度帯は、撤去前及び撤去後共に 60～80km/h の範囲となっている。また、撤去前は 10～30km/h の範囲でも出現頻度が相対的に高くなっている。撤去前後での速度を比較すると、図形情報板近傍だけでなく分析対象とした 4.80～3.60kp の範囲において、撤去後は 60～80km/h の速度帯で走行する車両の割合が増加し、10～20km/h の速度帯で走行する車両の割合が減少している。特に、図形情報板の上下流 200m 区間を確認しても、他の分析範囲と比較して速度や速度変化の明確な差異は確認できない。

(2) 3号渋谷線上下り谷町 JCT 付近

走行速度の遷移状況を図-4 に示す。出現頻度が高い速度帯は、撤去前が 5～15km/h の範囲、撤去後が 60～80km/h の範囲となっている。また、撤去前は 60～80km/h の範囲でも出現頻度が相対的に高くなっている。撤去前後での速度を比較すると、図形情報板近傍だけでなく分析対象とした 1.60～0.40kp の範囲で、撤去後は 60～80km/h の速度帯で走行する車両の割合が増加し、5～15km/h の速度帯で走行する車両の割合が減少している。特に図形情報板の上下流 200m 区間を確認しても、他の分析範囲と比較して、明確な速度や速度変化の差異は確認できない。

(3) 5号池袋線上下り飯田橋付近

走行速度の遷移状況を図-5 に示す。出現頻度が高い速度帯は、カーブ区間 (2.90～2.60kp) を除くと、撤去前が 5～20km/h 及び 65～80km/h の範囲、撤去後が 60～80km/h の範囲となっている。撤去前後での速度を比較すると、図形情報板近傍だけでなく、カーブ区間を除く分析対象とした 3.70～2.90kp の範囲で、撤去後は 65～80km/h の速度帯で走行する車両の割合が増加し、5～25km/h の速度帯で走行する車両の割合が減少している。特に、図形情報板の上下流 200m 区間を確認しても、他の分析範囲と比較して、明確な速度や速度変化の差異は確認できない。

以上より、上述の分析対象区間の広範で確認された速度の変化は、平成 27 年 3 月の中央環状線全線開通による走行速度の上昇の可能性が高い。また、図形情報板の撤去に起因すると考えられる走行速度の変化については明確には確認できなかった。

5. 前後加速度に関する分析

本章では、図形情報板付近での前後加速度が遷移する状況を整理する。具体的には、速度の遷移図と同様に、分析対象区間 (表-1 参照) を 0.01kp(10m)間隔で分割し、

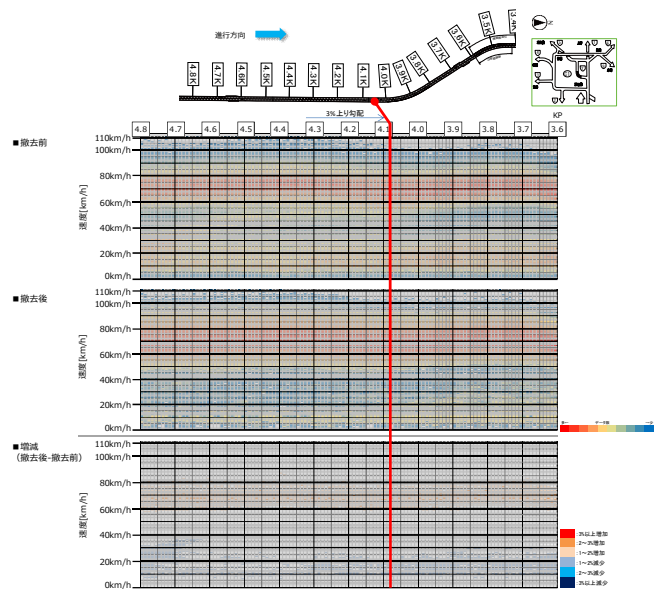


図-3 KP 別走行速度の遷移図 (1号羽田線上下り東品川付近)

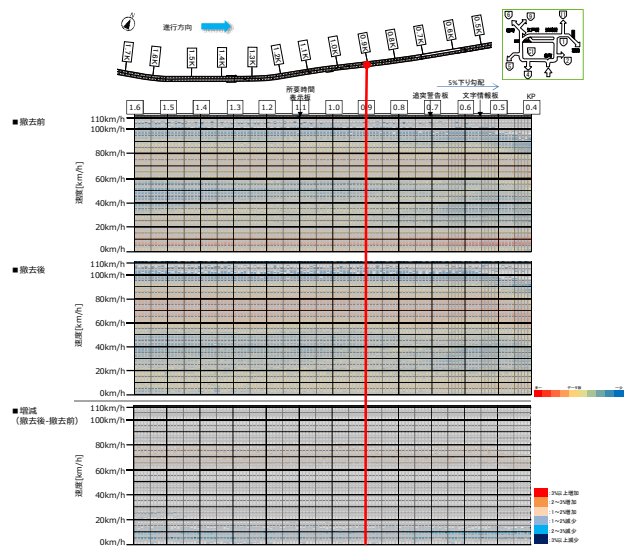


図-4 KP 別走行速度の遷移図 (3号渋谷線谷町 JCT 付近)

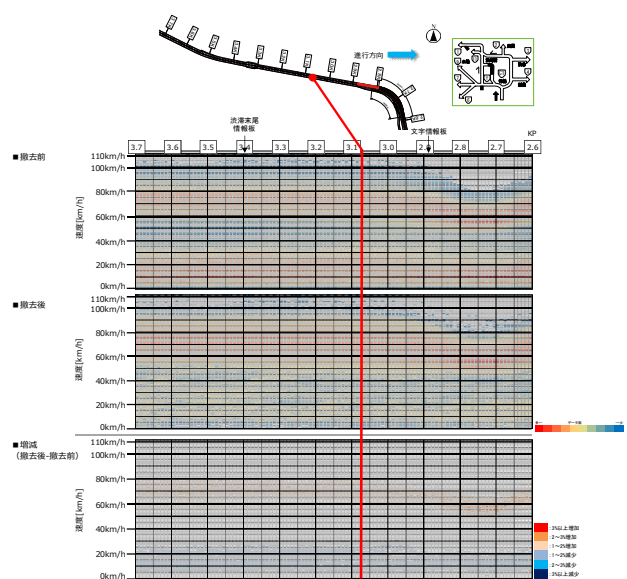


図-5 KP 別走行速度の遷移図 (5号池袋線飯田橋付近)

各分割区間に含まれるドットデータの前後加速度分布を整理した。

(1) 1号羽田線上り東品川付近

前後加速度の遷移状況を図-6に示す。出現頻度が高い前後加速度は、撤去前後のいずれも概ね $\pm 0.02G$ の範囲となっている。また、ETC2.0プローブ情報などで用いられる一般的な急減速の判定の閾値である $-0.25G$ を下回る前後加速度は、図形情報板の上流側で多く確認でき、撤去後より撤去前で出現している箇所が多くなっている。撤去前後での前後加速度を比較すると、図形情報板近傍だけでなく分析対象とした $4.80\sim 3.60kp$ の範囲で前後加速度が $-0.01\sim +0.01G$ となる車両の割合が増加し、 $-0.05\sim -0.02G$ 及び $+0.02\sim +0.05G$ の範囲で割合が減少している。

以上より、図形情報板撤去後には、対象区間において $0G$ に近い前後加速度の車両の割合が上昇したことから、各車両が図形情報板撤去前よりも一定の走行速度で走行するようになったことが伺える。その理由としては、図形情報板の撤去や平成27年3月の中央環状線全線開通による走行速度の上昇が考えられる。

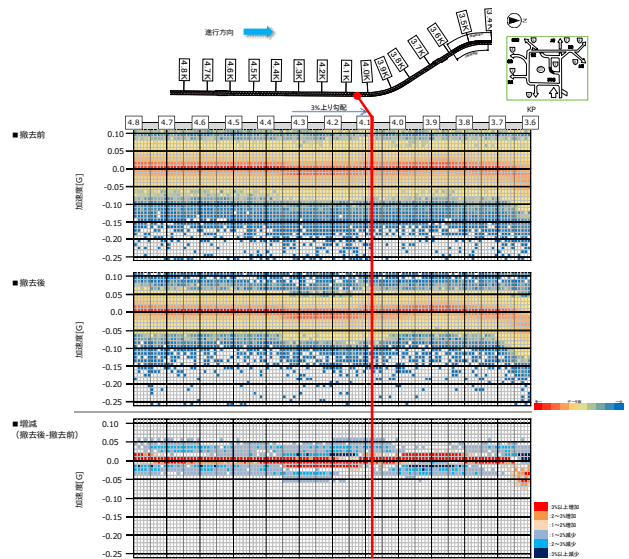


図-6 KP別前後加速度の遷移図（1号羽田線上り東品川付近）

(2) 3号渋谷線上り谷町JCT付近

集計及び分析結果を図-7に示す。出現頻度が高い前後加速度は、撤去前後のいずれも概ね $\pm 0.02G$ の範囲となっている。また、 $-0.25G$ を下回る前後加速度に着目すると、図形情報板の上流側での出現箇所は、撤去前後で大きな差異が確認できない。撤去前後での前後加速度を比較すると、図形情報板近傍だけでなく分析対象とした $1.60\sim 0.40kp$ の範囲で、前後加速度が $-0.02\sim +0.02G$ となる車両の割合が増加し、 $-0.05\sim -0.02G$ 及び $+0.02\sim +0.05G$ の範囲で割合が減少している。一方、図形情報板の上下流200m区間を確認すると、他の分析範囲と比較して、撤去後に上流側の減速車両の割合が低下し、下流側は加速車両の頻度が低下していることを確認できる。すなわち、図形情報板を視認するための減速、視認後の速度回復といった車両挙動が解消された可能性が示唆される。

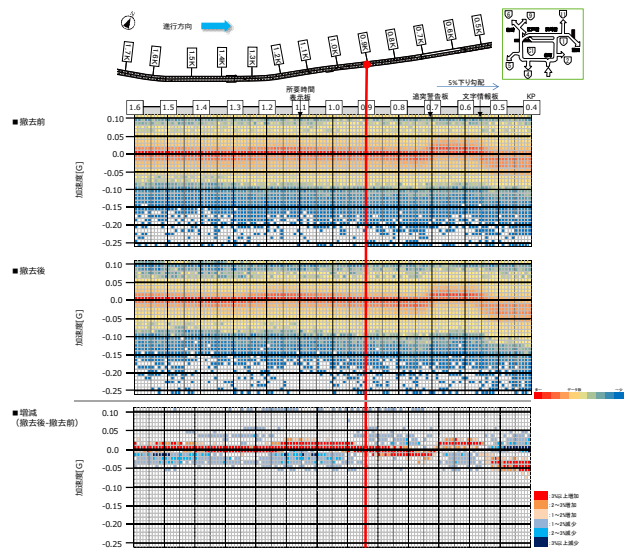


図-7 KP別前後加速度の遷移図（3号渋谷線谷町JCT付近）

(3) 5号池袋線上り飯田橋付近

集計及び分析結果を図-8に示す。データ数が多い前後加速度は、カーブ区間($2.90\sim 2.60kp$)を除くと、撤去前後のいずれも概ね $\pm 0.02G$ の範囲となっている。また、 $-0.25G$ を下回る前後加速度は、カーブ区間を除くと、図形情報板の上流側で多く確認でき、撤去後より撤去前で出現している箇所が多くなっている。撤去前後での前後加速度を比較すると、カーブ区間を除く分析対象とした $3.70\sim 2.90kp$ の範囲で、撤去後に図形情報板設置位置の上流側は減速車両の割合が低下し、下流側は加速車両の割合が低下していることが把握できる。すなわち、図形

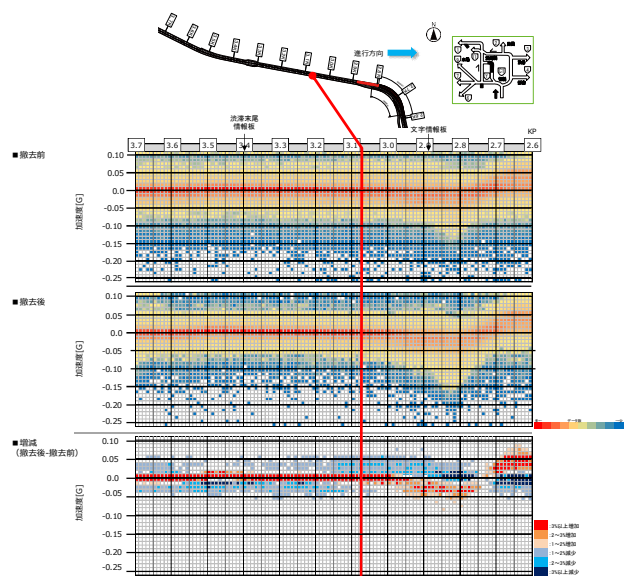


図-8 KP別前後加速度の遷移図（5号池袋線飯田橋付近）

情報板を視認するための減速，視認後の速度回復といった車両挙動が解消された可能性が示唆される。

6. 急減速に関する分析

本章では，図形情報板付近での急減速の発生回数を整理する．具体的には，速度の遷移図と同様に，分析対象区間（表-1 参照）を 0.01kp(10m)間隔で分割し，各分割区間に含まれる-0.25G を下回る急減速の発生回数を整理した．また，分析に用いるデータの数によって急減速の発生回数も変化するため，撤去前後を比較できるように 1000 台当たりの急減速の発生回数に正規化して集計した．なお，本分析で使用するプローブデータは貨物車が主となっている．従って，積荷が配慮した運転走行を行う車両が多く，一般車両と比較して急加速及び急減速を行う車両数は相対的に少ないと考えられることを勘案して，分析結果を確認する必要がある。

(1) 1号羽田線上り東品川付近

急減速の発生回数とその変化を図-9 に示す．1号羽田線上り東品川付近では，撤去前の急減速の発生回数が撤去後よりも多くなっている．特に撤去前の図形情報板の上流側での急減速発生回数が多くなっている．また，撤去前後を比較すると，図形情報板の上流 200m 区間の範囲において，撤去後は 10m・1000 台当たり 0.1~0.2 回程度の急減速の発生回数の減少が確認できる．従って，図形情報板の撤去によって，急減速の発生回数が減少したと推察される．

(2) 3号渋谷線上り谷町 JCT 付近

急減速の発生回数とその変化を図-10 に示す．3号渋谷線上り谷町 JCT 付近では，撤去前の急減速の発生回数が撤去後よりも多くなっている．特に撤去前の図形情報板の上流側よりも下流側での急減速発生回数が多くなっている．撤去前後を比較すると，図形情報板の上下流 200m 区間の範囲において，撤去後の急減速の発生回数は減少している．特に，上流 120m 付近では，10m・1000 台当たり 0.15~0.30 回程度の急減速発生回数の減少が確認できる．また，下流側 200m 区間でも，同様に 0.15~0.40 回程度の減少が確認できる．従って，図形情報板の撤去によって，急減速の発生回数が減少したと推察される．

(3) 5号池袋線上り飯田橋付近

急減速の発生回数とその変化を図-11 に示す．5号池袋線上り飯田橋付近でも，撤去前の急減速の発生回数が撤去後よりも多くなっている．特に撤去前の図形情報板

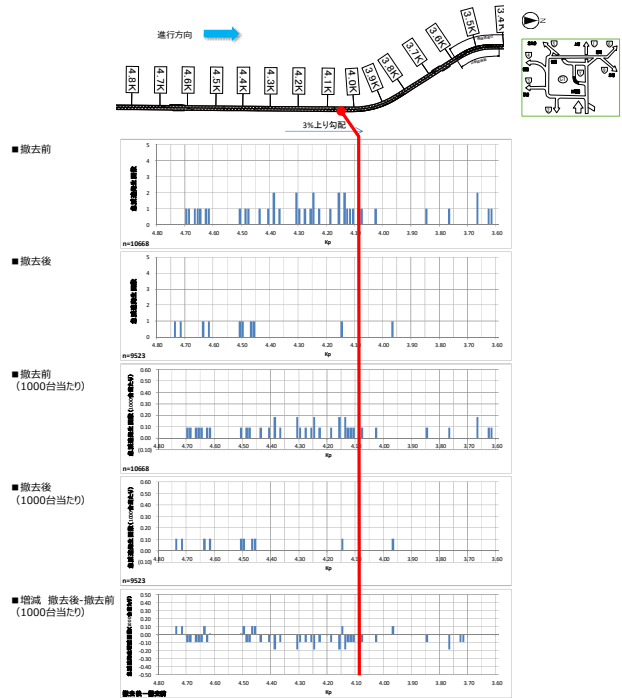


図-9 KP 別の急減速の発生回数と変化
(1号羽田線上り東品川付近)

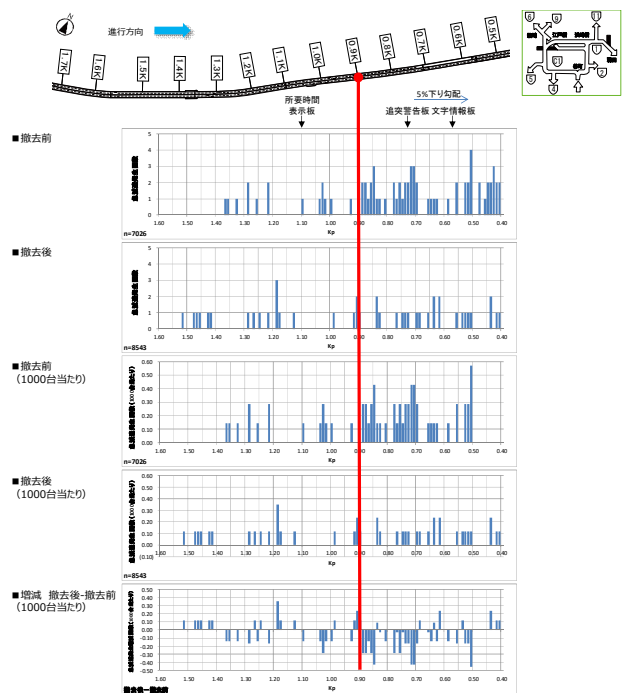


図-10 KP 別の急減速の発生回数と変化
(3号渋谷線上り谷町 JCT 付近)

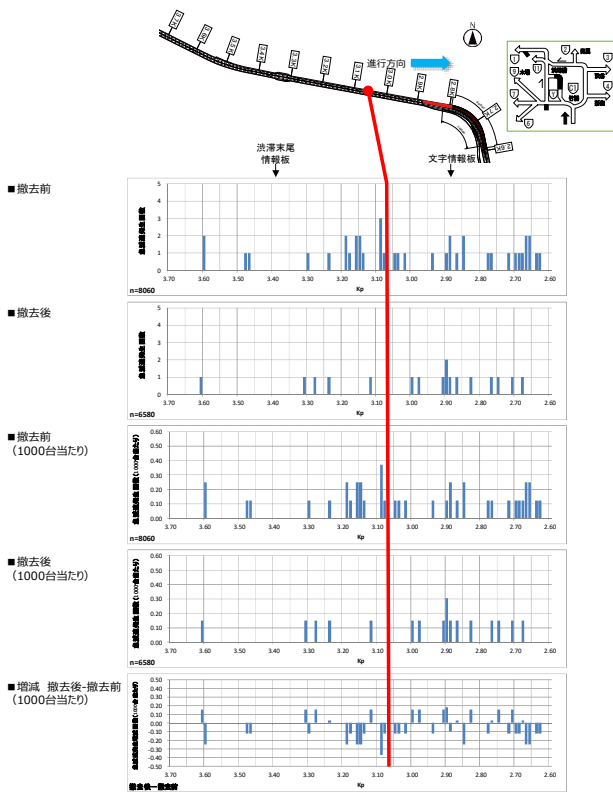


図-11 KP 別の急減速の発生回数と変化
(5号池袋線り飯田橋付近)

の上流側での急減速発生回数が多くなっている。また、撤去前後を比較すると、図形情報板の上流 200m 区間の範囲において、撤去後は 10m・1000 台当たり 0.1~0.35 回程度の急減速の発生回数の減少が確認できる。従って、図形情報板の撤去によって、急減速の発生回数が減少したと推察される。

7. 個別車両毎の走行速度及び前後加速度分布

次に、前章での整理結果から、図形情報板に起因した急減速が発生している可能性のある車両を抽出し、個別車両単位で走行速度及び前後加速度分布を急減速の発生日時と併せて図示して、図形情報板の影響を考察する。具体的に図示の対象とした車両は、撤去前に図形情報板の上流 200m 区間で急減速が発生した車両とした。

(1) 1号羽田線り東品川付近

対象となる車両 (計 13 台のうち 4 台を抜粋) の走行速度及び前後加速度分布を図-12 に示す。対象車両のうち急減速後に車両停止に至っている SEQ 1 (同様の車両が他 3 台) に関しては、渋滞に起因する急減速の可能性が高いと推察される。また、急減速後に走行速度が急減速前と同等程度まで回復していない SEQ 2 (同様の車両

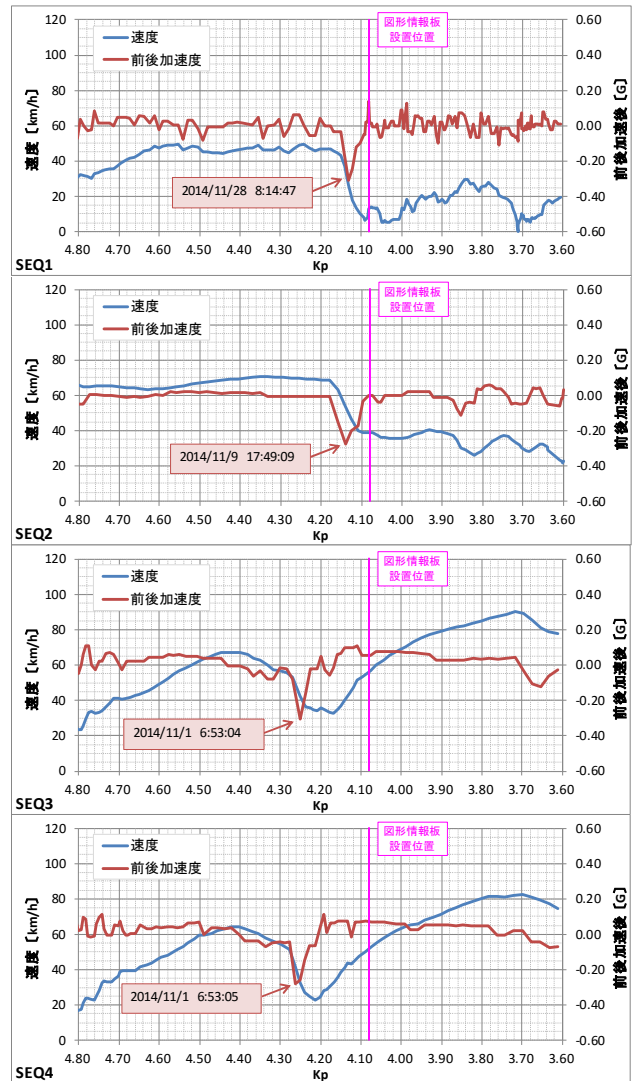


図-12 個別車両毎の走行速度及び前後加速度分布
(1号羽田線り東品川付近)

が他 6 台) に関しては、図形情報板の注視したことに起因する急減速以外にも、渋滞等に起因する急減速の可能性があると考えられる。

一方、SEQ 3 と SEQ 4 は走行速度、前後加速度の分布形がほぼ同一で、急減速の発生時刻もほぼ同時刻であることから車両が連続して走行していたと推察される。急減速の発生地点と時刻の関係から、SEQ 3 の後続車両が SEQ 4 であったと考えられ、SEQ 3 の急減速が後続車両 SEQ 4 にも伝播していることが把握できる。従って、前方車両が図形情報板の注視による急減速とは明確にはできないが、前方の急減速車両が後続車両にも影響を与えていることが確認できる。

(2) 3号渋谷線り谷町 JCT 付近

対象となる車両 (計 6 台のうち 2 台を抜粋) の走行速度及び前後加速度分布を図-13 に示す。対象車両のうち急減速後に車両停止に至っている SEQ 5 (同様の車両が

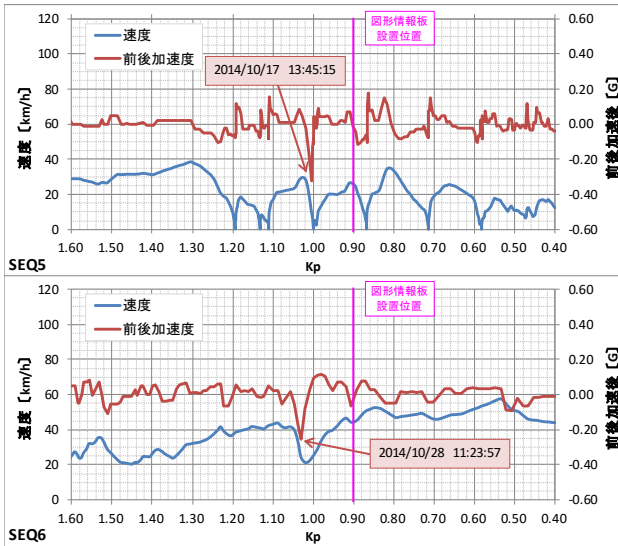


図-13 個別車両毎の走行速度及び前後加速度分布
(3号渋谷線上路谷町 JCT 付近)

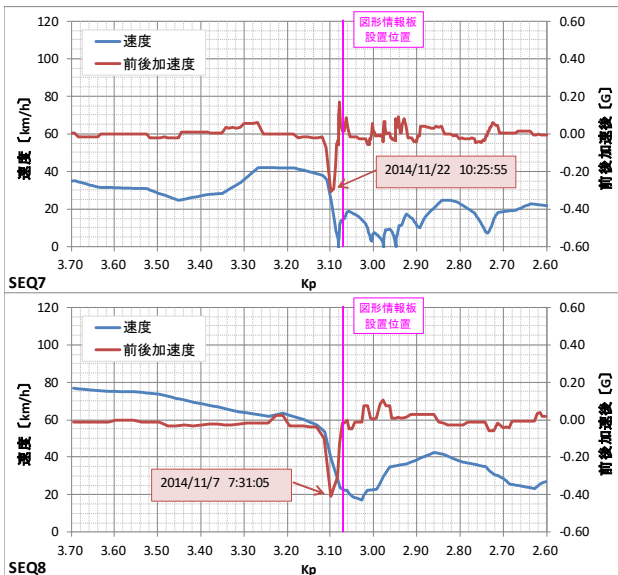


図-14 個別車両毎の走行速度及び前後加速度分布
(5号池袋線上路飯田橋付近)

他 4 台) に関しては、渋滞に起因する急減速の可能性が高いと推察される。また、急減速後に走行速度が急減速前と同等程度まで回復している 1 台 (SEQ6) に関しては、図形情報板を注視したことによる急減速や前方車両の急減速が伝播した可能性が考えられる。

(3) 5号池袋線上路飯田橋付近

対象となる車両 (9 台のうち 2 台を抜粋) の走行速度及び前後加速度分布を図-14 に示す。東品川付近や谷町 JCT 付近と同様に、対象車両のうち急減速後に車両停止に至っている SEQ7 (同様の車両が他 4 台) に関しては、渋滞に起因する急減速の可能性が高いと推察される。ま

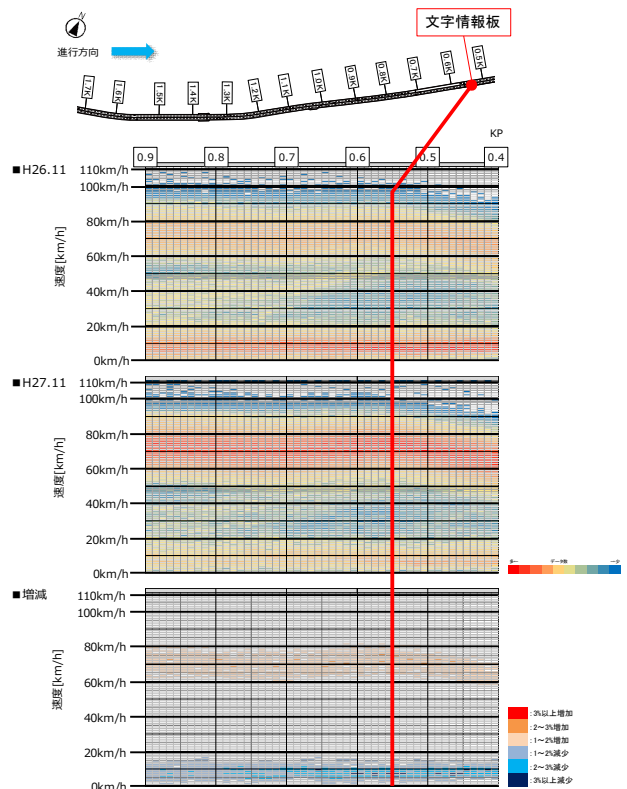


図-15 KP 別走行速度の遷移図 (3号渋谷線谷町 JCT 付近)

た、急減速後の走行速度が急減速前と同等程度まで回復していない SEQ8 (同様の車両が他 3 台) に関しては、図形情報板の注視したことに起因する急減速以外にも、渋滞等に起因する急減速の可能性があると考えられる。

8. 文字情報板手前での運転挙動分析

本章では、撤去された図形情報板近傍の 3号渋谷線谷町 JCT の文字情報板に着目して、交通状況や提供情報の変化がドライバーの運転挙動に及ぼす影響を確認する。前掲の谷町 JCT 付近の KP 別の走行速度及び前後加速度の遷移図から、文字情報板近傍 (0.9~0.4kp) について抜粋して再掲する (図-15, 図-16 参照)。

走行速度に関して、4 章で上述したように、H26.11 と H27.11 を比較すると、文字情報板の直近直後に関わらず、撤去後は 60~80km/h の速度帯で走行する車両の割合が増加し、5~15km/h の速度帯で走行する車両の割合が減少している。これは、平成 27 年 3 月の中央環状線全線開通により走行速度が向上したためと考えられる。

一方、前後加速度に関して H26.11 と H27.11 を比較すると、文字情報板の上流側は減速車両の割合が低下し、下流側は加速車両の割合が低下していることが確認できる。当該文字情報板では、中央環状線全線開通以後は、渋滞情報の提供回数が減少、もしくは提供情報が酷い渋

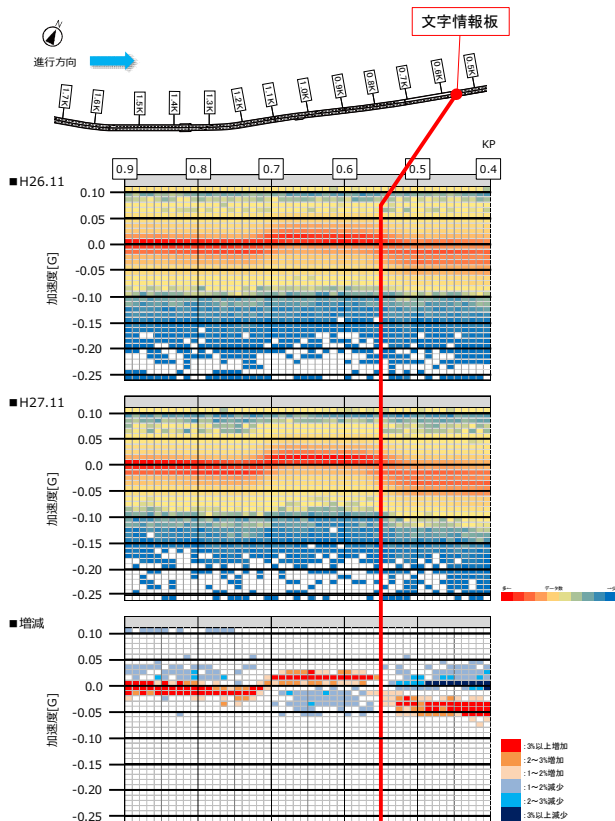


図-16 KP 別前後加速度の遷移図（3号渋谷線谷町 JCT 付近）

滞から軽微な渋滞に変化したと考えられる。すなわち、開通後の H27.11 は、ドライバーの注視を促すような酷い渋滞情報が減少したため、文字情報板を視認するための減速、視認後の速度回復といった挙動の車両が減少した可能性が示唆される。従って、情報板直近の車両挙動は提供情報にも影響されると推察される。

9. 結論

本研究では、図形情報板撤去に伴う前後加速度、走行速度等の車両挙動の変化を分析することにより、図形情報板の有無がドライバーの運転挙動に与える影響を確認・考察した。分析結果から得られた成果を以下に示す。

- 図形情報板付近で前後加速度が遷移する状況を 0.01kp (10m) 間隔で整理した結果、3号渋谷線谷町 JCT 付近及び5号池袋線飯田橋付近において、微細な変化ではあったものの、情報板の上流側は減速車両の割合が減少し、下流側は加速車両の割合が減少していることを確認した。図形情報板を視認するための減速、視認後の速度回復といった車両挙動が解

消された可能性が示唆される。

- 一方、同様に走行速度についても分析したが、図形情報板の撤去が原因と考えられる走行速度の変化は確認できなかった。
- また、急減速回数に着目して分析した結果、図形情報板の直上流 200m 区間の範囲において、撤去後は 10m・1000 台当たりで 0.1~0.3 回程度の急減速発生回数の減少が確認された。
- さらに、個別車両単位の走行速度及び前後加速度分布を整理した結果、1 台の急減速車両が後続車両にも影響を与えている状況が確認できた。
- 加えて、中央環状線全線開通前後の文字情報板近傍の前後加速度に着目して分析した結果、情報板直近の車両挙動は、提供情報の内容にも影響されると推察されることを確認した。

今後の課題としては、分析に用いたデータ量が必ずしも十分ではなかったことから、分析対象期間を長くしてデータ量を増加させた集計を実施すること、及び、具体的な情報提供内容と車両挙動を関連付けさせた集計をすることで、より精緻な分析を実施すること等が挙げられる。

参考文献

- 1) 社団法人 建設電気技術協会：道路情報板の表示方式の変遷及び視認距離，Kensetsu Denki Gijyutsu, Vol.176, pp.20-22, 2012.
- 2) 飯田克弘，和田崎泰明，安時亨，澤田英郎，坪井貞洋：情報提供施設の近接や大型化が視認・判読に与える影響の把握，交通工学研究会発表論文集 pp.127-134, 2015.