

生活道路におけるDynamic Speed Display Signが 走行速度に与える影響分析

三村 泰広¹・山崎 基浩¹・安藤 良輔¹・野田 宏治²・竹内 聖人³・
池田 典弘³・荻野 弘³

¹正会員 公益財団法人豊田都市交通研究所 研究部 (〒471-0024 愛知県豊田市元城町3-17)
E-mail:mimura@ttri.or.jp

²正会員 豊田工業高等専門学校教授 環境都市工学科 (〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1)
E-mail:noda@toyota-ct.ac.jp

³正会員 株式会社キクテック 事業開発部 (〒457-0836 名古屋市南区加福本通1-26)
E-mail: ki_takeuchi@kictec.co.jp

海外等に目を向けると物理的デバイス等の整備が困難な地域において、ITS技術により車両の速度超過と連動する電光掲示板 (Dynamic Speed Display Sign以下、DSDS) 等を用いた速度抑制策が積極的に実施されている。効果が確認される事例も散見されるなか、わが国での適用に向けた議論の重要性があるものと考えられる。本研究は、愛知県刈谷市、豊田市で実施したゾーン30での社会実験の結果を通じてDSDSが通過する車両の走行速度に与える影響について分析することでわが国におけるDSDSの導入・推進に向けた基礎的知見を得ることを目的としている。結果としてDSDSの設置によりDSDSの設置前後の広範な範囲で有意に速度が抑制されること、表示内容によって速度抑制効果は有意に変化すること、DSDSが設置される沿道条件が効果に影響を与える可能性があることなどが明らかとなった。

Key Words : *dynamic speed display sign (DSDS), neighborhood streets, before-after analysis*

1. はじめに

生活道路の安全・安心な空間構築に向けて、近年、面的な最高速度30km/h規制である「ゾーン30」の整備が進められている。平成23年9月に警察庁から出された通達¹⁾によれば、ゾーン30は平成28年度末までに全国で3,037箇所の整備目標が掲げられており、平成26年3月末時点で、1,111箇所整備が行われている²⁾。

このようにゾーン30の整備推進が進む中で、その実効性を担保する対策の更なる推進が求められている。警察庁からのゾーン30の推進に関する通達には、「従来のコミュニティ・ゾーン対策において実施してきた一方通行規制、大型自動車等通行禁止規制、物理的デバイスの設置等の対策は、いずれも有効な手法であり、ゾーン30においても推奨される」とあり、このような対策の同時並行的な推進が期待されている。しかし、物理的デバイスなどの効果が極めて高い対策群の推進は、住民の通行にも影響が及ぶことなどから住民の合意形成の困難さを引き起こし、さらに場合によって設置箇所の道路構造的制約によっても容易に進まないことが生じる。そのため、

本来の狙いである速度抑制に対して十分な効果が確認されていない対策の実施にとどまったり、もしくはそれすらも行われず単に最高速度の区域規制を実施したのみといった地域が散見される。このような実態は、ゾーン30の整備推進そのものに対する不信任感を地域住民に対して与えかねないなどの根幹的課題を生じさせることになる。

海外等に目を向けるとこのような物理デバイス等の整備が困難な地域において、ITS技術により車両の速度超過と連動する電光掲示板 (Dynamic Speed Display Sign以下、DSDS) 等を用いた速度抑制策が積極的に実施されている。効果が確認される事例も散見されるなか、わが国での適用に向けた議論の重要性があるものと考えられる。

本研究は、愛知県刈谷市、豊田市で実施したゾーン30での社会実験の結果を通じてDSDSが通過する車両の走行速度に与える影響について分析することでわが国におけるDSDSの導入・推進に向けた基礎的知見を得ることを目的としている。

2. 既往研究と本研究の位置付け

DSDS は、速度検知センサーが付帯することで走行車両に対して自車の速度情報を提供できる可変表示板であり、もともとは道路工事現場の安全確保の目的で使われる例が多かった。近年は海外においてスクールゾーンや生活道路の速度抑制を図る目的での整備が散見される。提示内容には様々なものがあるが、大きくはイギリスなどで見られる図形や文字を用いた情報提供、アメリカなどで見られる規制速度と自車の速度を提示するものに大別される。いずれのタイプも導入路線における速度抑制効果が確認されている^{例えは³⁾ 4)}。Godinez, R.⁴⁾ はワシントン州 Bellevue での DSDS 導入状況と成果について報告をしている。物理デバイスが導入できなかった箇所では 2000~2004 年にかけて 20 台の DSDS を導入され、結果として導入後 1 年が過ぎても全体として 1~6mph の速度抑制 (85 パーセント速度) が確認されたこと、ただし、85 パーセント速度が規制速度+10mph 未満の箇所では効果が認められなかったことなどが報告されている。

Bloch, S. A.⁵⁾ は自動速度違反取締装置 (photo radar) と速度を直接提示する DSDS の効果をカリフォルニア州 Riverside の 3 つの異なる生活道路での調査結果から確認している。結果としていずれの装置も稼働期間中は走行速度を 7~8km/h 低下させ、特に最高速度を大きく超過している車両を削減させたこと、DSDS とともに短期的に取り締まりを実施した場合その効果がより高くなったこと、DSDS のみ撤去後の残存効果が確認されたこと、費用対効果分析の結果、DSDS のみ、DSDS と一時的な取り締まり、photo radar の順で費用対効果が高かったことが示されている。

Lee, C. et al.⁶⁾ は DSDS の複数のスクールゾーンでの短期 (2 週間) および長期 (12 ヶ月) での速度抑制効果について確認している。結果として、DSDS は短期的に 8.2km/h の速度抑制を達成し、長期的でも 5.8km/h の速度抑制を達成したこと、速度超過する車両が大幅に減少したこと、85 パーセント速度が長期的に 54.3km/h から 45km/h に減少したことが示されている。

Ullman, G. L. and Rose, E. R.⁷⁾ は DSDS の効果についてスクールゾーン内、スクールゾーン前の最高速度の変化地点、カーブ地点、速度の高い道路での交差点進入地点といった様々な地点での検証を検証している。結果として、スクールゾーンにおいて大きな速度抑制が見られたものの、その他の地域はそれほど劇的な変化はみられなかったこと、速度超過車に対する速度抑制効果が速度順守車のそれより大きかったことが示されている。

また、ドイツで行われた研究⁸⁾ では、速度超過時の警告表示だけでなく、速度を遵守した場合にその御礼メッセージを提示するといった速度遵守に対するインセンティブ効果を狙ったものの検証がなされており、単に速

度そのものを提示するより速度遵守効果があったことが示されている。

その他にも目を引く取り組みとして、フォルクスワーゲンが 2009 年に行った人々の活動を楽しくシンプルに変えるといったコンセプトを表彰する The Fun Theory Award で、受賞作品となった Speed Camera Lottery というものがある。これは、速度超過車両運転者に対する罰金を徴収するスピードカメラを応用し、速度遵守者に対して罰金分を抽選で与えるというもので、スウェーデンの交通安全協会 (National Society for Road Safety) のサポートの下で実際に実施され、22%の速度抑制効果があったと報告されている⁹⁾。

DSDS の研究成果は概ね効果が期待できるものが多いようであるが、一方で、実際の走行速度が規制速度とあまり差がみられない場合には当該システムの効果は限定的であること³⁾ や、すべての運転者には速度抑制効果が働かない場合があることなどが課題とされている。特に前者の指摘は、DSDS は速度超過が常態化しやすい道路において効果が期待できることを示唆するものである。

このような背景を受けて、著者らは DSDS の効果を実験室環境 (教習所内のテストコース) で検証する実験をおこなった^{10) 11) 12)}。結果として、DSDS により特に設置箇所下流側において平均速度ならびに 85%マイル速度が低下したことを確認している。

DSDS の導入効果を期待するためには、効果を高める情報提供内容や、効果の持続範囲を想定した導入すべき箇所に関する慎重な検討が重要である。そのような検討については、道路条件のみならず、交通条件など様々な要因の影響を受けるフィールドテストを通じて行うことが実用的である。生活道路における DSDS の本格的な導入が検討されていないわが国において、これらの点を明示する本研究には少なくない意義があると考えられる。

3. 方法

(1) 調査箇所

本研究で使用した DSDS は愛知県刈谷市、豊田市の 2 箇所を設置した。図-1 に刈谷市における設置箇所の状況を、図-2 に刈谷市における設置箇所の状況を示す。設置箇所は、それぞれの自治体の道路管理者との調整を通じてゾーン 30 の中でも特に交通安全上の課題が指摘される箇所を選定した。両地点ともに小学校、中学校が近く、通学児童も多い。また、通勤ピーク時の交通量が多く、車道幅員も比較的余裕がある (DSDS 設置位置の車道幅員、刈谷市: 5m, 豊田市: 5.5m) ことから走行速度の速さも予想された。両地点の違いとしては、刈谷市は平坦で直線区間となっており沿道に住宅が張り付いていること、豊田市はゆるやかな勾配とカーブがあり、沿道は



©2015google, ZENRIN



図-1 調査箇所の状況 (その1, 愛知県刈谷市)



©2015google, ZENRIN



図-2 調査箇所の状況 (その2, 愛知県豊田市)

住宅と田畑が並んでいるといったものである。

(2) DSDS

図-3 に本研究で用いた DSDS のイメージを示す。DSDS は表示板内に速度計を持つ単柱式 LED 表示板である。DSDS は構造的に安定性が確保できる杭基礎式で設置した。表示板の大きさは1,600mm×430mmで、地上高

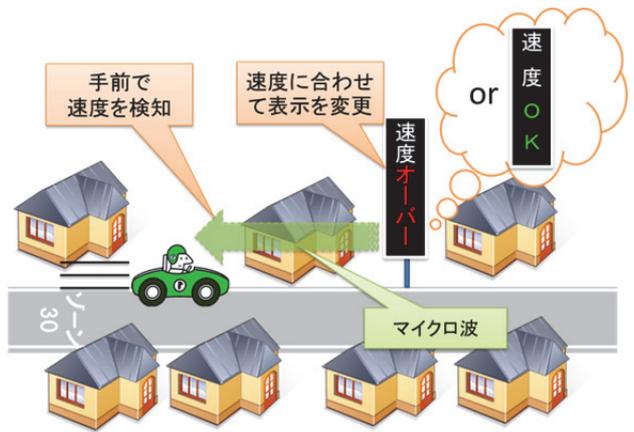


図-3 本研究で用いた DSDS のイメージ

表-1 DSDS の仕様

項目	性能	備考
検知距離	車：100m	
検知速度	214km/h	
表示単位	1km/h	
速度計測方式	周波数測定方式	
マイクロ波周波数	中心周波数 24.15GHz typ	NJR4261JB1724
アンテナ	ホーンアンテナ	G-21 アンテナ
設定	表示切換：両方向または接近か離反 接近/離反切換：接近か離反を選択	4ビットのディップスイッチによる切換
出力形態	数値表示：0～214km/h 接近 +符号 離反 -符号 速度出力 リレー信号	RS-232C
環境条件	動作温度：-30～60℃	液晶表示器は0～60℃
電源	DC6～9V、200mA以下	

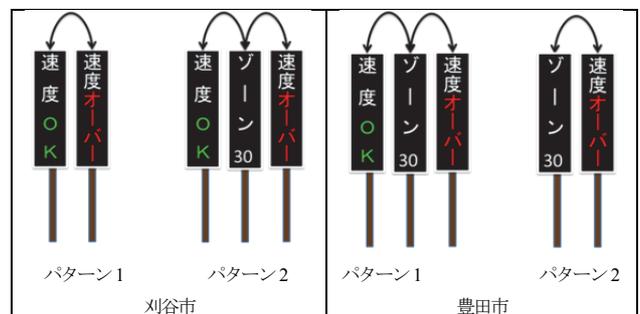


図-4 DSDS の表示パターン

2,500mm の位置になるよう設置した。

表-1にDSDS機器の仕様を示す。速度計は周波数測定方式で速度を計測する。使用するマイクロ波周波数は中心周波数で24.15GHzである。

車両の検知距離は100mである。本研究で使用したDSDSは最大で4文字の表示が可能である。なお、著者らによる検証の結果、普通第一種運転免許取得に必要な視力等（両眼で0.7以上、かつ一眼で0.3以上、又は一眼の視力が0.3に満たない、若しくは一眼が見えない場合、他眼の視野が左右150度以上で、視力が0.7以上）を有している場合、DSDSに表示される文字はおおよそDSDSより50mの距離で認知できる。ただし、表示される色は

100m手前の段階で判別ができる。

本研究で用いたDSDSでは、速度センサーからの信号を受けたときに、その速度が0~10km/hのときは明らかに車両の速度ではないという判断のもと何も表示をさせず（消灯）、11km/h以上のときに設定した内容を表示する設定とした。また、表示はより注意を喚起させるため点滅（60±10回/分）する設定とした。

刈谷市、豊田市それぞれのDSDSの表示パターンについて図4に示す。本研究では交通管理者との事前調整を通じて、文字による情報提供を採用することとなった。なお、先行研究¹³⁾においても、表示パターンとして一般的な「◎」や「笑顔マーク」などのピクトグラムより、文字による情報提供の認知度、内容理解度は高いことが確認されており、さらにShinar, D. and Vogelzang, M.¹⁴⁾がピクトグラムはその意味がよく認知されていないと道路利用者に通じづらいことを指摘していることなどから、本研究の文字による方法の妥当性はあるものと考えられる。

情報提供内容の違いによる影響を捉えるため、刈谷市と豊田市では、表現方法にやや変化を加えた。刈谷市では、速度超過（速度オーバー）、順守情報（速度OK）の提供のみ（刈谷市パターン1）と、それらに加えて最高速度の情報である「ゾーン30」という表示をそれぞれの表示の間に組み入れる（刈谷市パターン2）というものを採用した。豊田市は刈谷市のパターン2（豊田市パターン1）に加え、速度超過時のみ超過情報（速度オーバー）と最高速度情報（ゾーン30）を提供するもの（豊田市パターン2）を採用した。これらの表示内容別の影響を分析することによって、どのような表示パターンにおいて最も効果を発揮するのかを明示できるようにした。

(3) 調査

調査は、事前（設置1ヶ月前～設置直前）、表示パターン1（設置～設置後1ヶ月）、表示パターン2（設置1ヶ月後～設置2ヶ月後）である。なお、撤去後の残存効果の影響について把握するため、事後（撤去直後～撤去1ヶ月後）調査も実施しているが、本研究では言及をしない。

調査時間は、通勤ピーク時の7:30~10:30、帰宅ピーク時の16:30~19:30である。調査は、十分な比較分析ができるよう事前、表示パターン1、表示パターン2それぞれ3日程度実施した。具体的な調査日を表1に示す。通過者の特性をある程度統一するため雨天等の天候不順により調査ができなかった時以外は同一の曜日で実施している。また調査中に雨天に見舞われた場合は、調査を一時中断し、天候回復後再度調査を開始した。

調査項目は、主目的の走行速度に加え、交通量も分析対象として調査することとした。交通量は、DSDS手前の断面を通過するDSDSに向かって走行する車両を対象

とした。記録事項は、通過台数と併せて、その通過時刻、ナンバープレート、車両の色、車種である。

なお、当該断面にはDSDS直近上流にある交差点等から右左折流入した車両も通過するが、本研究では直近上流交差点から右左折流入したものは対象とせず、あくまでDSDSに向かって直進流入した車両のみを対象としている。走行速度は、交通量同様、DSDSに向かって走行する車両で、直近上流交差点から右左折流入したものを除く直進流入車両である。加えて、DSDSの影響のみを捉えるため、先行車などの他車の影響を受けていない自由速度で走行をする車両を対象を限定した。走行速度のか計測対象と解析区間を図5に示す。解析区間はDSDSの表示が開始される設置位置100m手前から通過後50mの150mとした。通過後の50mを対象としているのは、実験室環境で実施した先行研究^{10) 11)}でDSDSの速度抑制効果が通過後も持続することが確認されたためである。記録事項は計測対象区間の連続的な走行速度（0.5秒間隔）変動、および速度を記録した場所の位置、ナンバープレート、車両の色、車種、計測時の対向車の有無、歩行者の有無である。なお、計測対象区間に路上駐車がある場合は、走行挙動に極めて大きな影響を及ぼすため解析の対象外とした。

使用機器は走行速度とその位置を同時に記録できるスピードガン（STALKER LIDAR, applied concepts, inc製）、およびビデオカメラ（HDR-SR12, SONY社製）である。スピードガンはDSDSに向かう車両がおよそ正面で捉えることができるDSDS設置位置からみて下流側の位置に設置した。具体的には刈谷市はDSDSから80m、豊田市は115m下流の位置である。ビデオカメラは通過車両の特徴が詳細に把握できるようDSDSを挟みこむように設置位置からみて上下流にそれぞれ設置した。具体的には、上流側は刈谷市はDSDSより80m、豊田市は100mの位置に設置し、下流は刈谷市、豊田市ともにスピードガンと同じ位置に設置した。

なお、速度調査において、使用したスピードガンの特性上、各解析対象データをスピードガンからデータストレージ（ノートPC）に保存する際に約30秒程度の時間が必要であった。そのため、上記条件に合致しても、前データ取得後約30秒以内に解析区間に対象車両が到達した場合は当該車両のデータは記録できなかった。

(4) 分析方法

交通量は、計測された断面交通量を流入した断面ごとに集計し、事前、パターン1、パターン2での変化を整理する。その際、交通量の変化とともに、生活道路において特に道路空間を圧迫する大型車の混入状況など車種の変化も捉える。車種はナンバープレートより判別し、普通車、軽自動車、大型車の3区分で整理する。

表-1 調査日

	刈谷市		豊田市	
	午前 (7:30-10:30)	午後 (16:30-19:30)	午前 (7:30-10:30)	午後 (16:30-19:30)
事前	619 (木) 626 (木) *73 (木)	619 (木) 626 (木) 711 (金)	819 (火) *826 (火) 92 (火) 99 (火)	819 (火) *826 (火) 92 (火) 99 (火)
パターン1	717 (木) 724 (木) 731 (木)	717 (木) 724 (木) 731 (木)	919 (火) 930 (火) 107 (火)	919 (火) 930 (火) 107 (火)
パターン2	821 (木) 829 (金) 94 (木)	821 (木) 829 (金) *94 (木)	1028 (火) 114 (火) *11/11 (火)	1028 (火) 114 (火) 11/11 (火)

※いずれも 2014 年の調査
 ※*は調査時間帯に雨天の影響で調査を一時中断したもの
 ※刈谷市の金曜日の調査、豊田市の水曜日の調査は正規の調査日が雨天であったため順延した影響
 ※豊田市の事前の 826 は午前、午後ともに調査開始直後に雨天となり調査を途中で中断した。そのため調査日を 1 日増やしている。

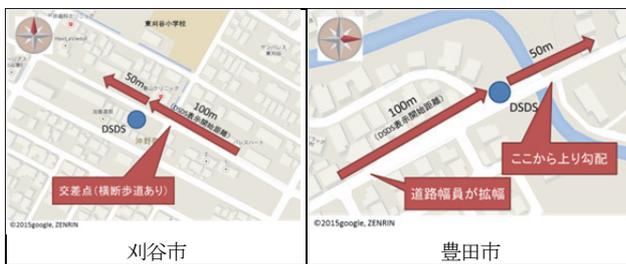


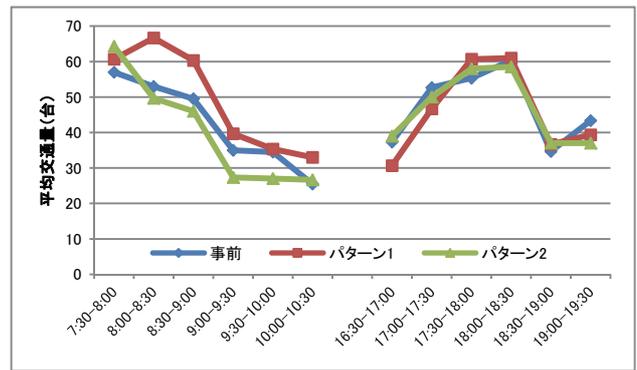
図-5 走行速度の計測対象と解析区間

走行速度は DSDS の設置位置の関係性からみた連続的な変動を整理する。解析区間を 10m 毎に 15 の区間に分割し、車両別に地点速度の区間平均を算出し当該区間の代表値とする。これより当該代表値の事前、パターン 1、パターン 2 の変化を分析する。評価に用いる速度の指標としては様々なものがあるが、既往研究^{2b)}で効果が確認されている実験パターン毎の平均速度、85 パーセントイル速度、最高速度 (30km/h) 以下の車両割合の視点から整理する。

4. 結果

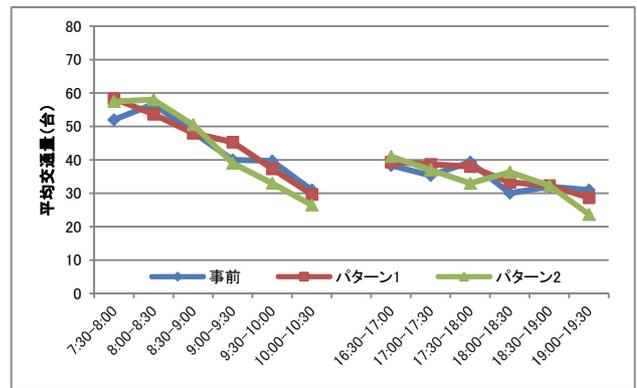
(1) 交通量

時間帯別交通量の結果について図-6~7 に示す。当該データはデータを取得した日の平均交通量である。刈谷市のパターン 1 は、他と比べて 8:00~9:00 の交通量が多いものの、それ以外は群間で大きな違いはみられない。この 8:00~9:00 の多さの原因についてみると、刈谷市のパターン 1 は、724 のみ 8:00~9:30 において 2 倍程度の交通量が観測されるなど特異な状況にあった。事前、パターン1、パターン2別の車種割合の傾向について図-8~9に示す。刈谷市、豊田市ともに乗用車が6割程度で最も多い。独立性の検定の結果、群間で差があるとはいえなかった。これよりDSDSによって大型車の混



※雨天等の影響で適切にデータがとれなかった事前の73 (午前)、パターン2の94 (午後) のデータは使用していない

図-6 時間帯別交通量の変化 (刈谷市)



※雨天等の影響で適切にデータがとれなかった事前の826 (午前、午後)、パターン2の11/11 (午前) のデータは使用していない

図-7 時間帯別交通量の変化 (豊田市)

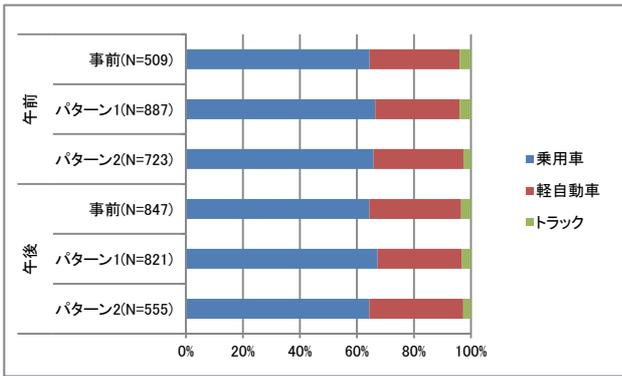
入が減少するなどの傾向はみられないことがわかる。

以上のように、DSDSの設置による時間帯別交通量、走行車の車種割合の変化について分析した結果として、交通量、車種割合共にDSDSの導入によって変化が生じたとはいえなかった。すなわち、DSDSは交通量の削減や大型車などの混入率の削減といった観点からはその効果があるとはいえないことがわかった。

(2) 走行速度

分析に先立ち、データの全体像について確認する。表-2~3 は、走行速度分析における区間別分析対象車両数を示している。DSDS から上流 60~100m の区間はややデータ数が少ない区間が多いが、これは遠方であるほどスピードガンの照準調整が困難になることによる。また、刈谷市のパターン 1 の午前は他の段階と比べてデータ数が少ないが、これは路上駐車調査時間帯のほとんどにおいて観測されていたため、当該データを対象外としたことによる。

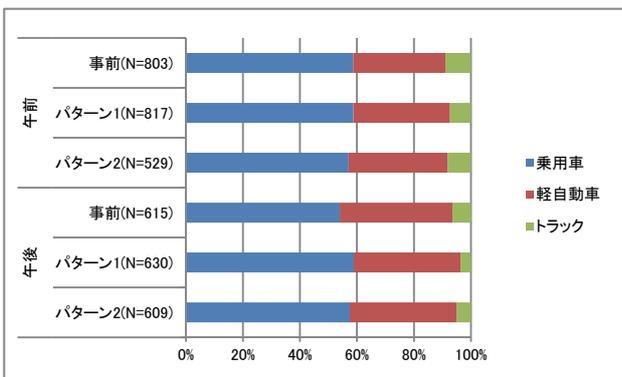
なお、上述のように、走行速度のデータは、自由速度での走行をしている車両によるデータであるため、そのサンプリングデータの状況についてある程度、全体の傾



※雨天等の影響で適切にデータがとれなかった7/3（午前），9/4（午後）のデータは使用していない

※独立性の検定（ χ^2 検定） 有意差なし

図-8 車種割合の変化（刈谷市）



※雨天等の影響で適切にデータがとれなかった8/26（午前，午後），11/11（午前）のデータは使用していない

※独立性の検定（ χ^2 検定） 有意差なし

図-9 車種割合の変化（豊田市）

向との関係性を把握しておく必要がある。本研究ではこの関係性について、走行する車種構成の差から捉えようとする。図-10～11に解析対象車両と全通過車両の車種割合について示す。群間の比率の差を検定するフィッシャーの正確確率検定を実施したところ、刈谷市、豊田市ともに午前、午後いずれにおいても有意な差があるとはいえなかった。よって、解析対象車両は、車種割合の観点からは全通過車両の状況がある程度表現していることがわかる。

a) 平均速度

図-12に刈谷市における平均速度の変化について示す。群間の平均値の差を検定する一元配置分散分析の結果をみると、午前は対象としたすべての区間で有意差が、午後100m～90mの区間を除いて有意差があることがわかる。まず午前に着目すると、パターン2は他と比べて対象区間の全域に渡って5km/hほど速度が低下している。

また、パターン1は事前と比べて大きな差は見られない。次に午後に着目すると、パターン2は事前と比べて対象区間の全域に渡って4km/hほど速度が低下している。

表-2 区間別分析対象車両数（刈谷市）

DSDSからの距離	事前(台)		パターン1(台)		パターン2(台)	
	午前	午後	午前	午後	午前	午後
100～90m	32	61	8	35	44	68
90～80m	67	147	22	102	88	136
80～70m	91	218	30	149	130	185
70～60m	102	234	35	175	152	193
60～50m	114	251	42	183	157	198
50～40m	115	256	47	182	159	200
40～30m	114	254	48	183	159	201
30～20m	114	261	49	181	159	201
20～10m	115	263	48	187	159	201
10～0m	116	264	50	187	159	200
0～-10m	117	263	51	189	159	200
-10～-20m	117	264	51	189	159	200
-20～-30m	118	264	51	188	158	201
-30～-40m	118	265	51	189	159	201
-40～-50m	118	263	51	189	158	201

※DSDSからの距離はプラスがDSDS上流側、マイナスがDSDS下流側の区間を意味する

※路上駐車の影響を受けたデータを除く

※区間により値が異なるのは遠方、他車両の影響等でスピードガンにより速度が計測できない場合があったため

表-3 区間別分析対象車両数（豊田市）

DSDSからの距離	事前(台)		パターン1(台)		パターン2(台)	
	午前	午後	午前	午後	午前	午後
100～90m	68	74	68	82	104	40
90～80m	130	154	116	148	172	86
80～70m	167	186	151	180	206	127
70～60m	199	209	184	202	241	162
60～50m	206	221	202	211	254	181
50～40m	210	218	211	199	251	190
40～30m	208	221	214	209	263	203
30～20m	211	223	218	214	257	196
20～10m	209	219	222	208	253	193
10～0m	212	222	225	212	259	201
0～-10m	219	224	218	212	267	207
-10～-20m	221	222	225	216	262	209
-20～-30m	217	223	227	216	259	212
-30～-40m	221	224	224	215	258	208
-40～-50m	221	232	225	221	260	210

※DSDSからの距離はプラスがDSDS上流側、マイナスがDSDS下流側の区間を意味する

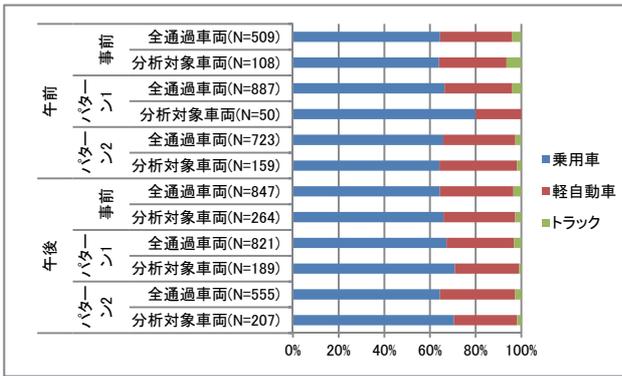
※路上駐車の影響を受けたデータを除く

※区間により値が異なるのは遠方、他車両の影響等でスピードガンにより速度が計測できない場合があったため

また、パターン1は事前と比べて対象区間の全域に渡って2km/hほど速度が低下している。

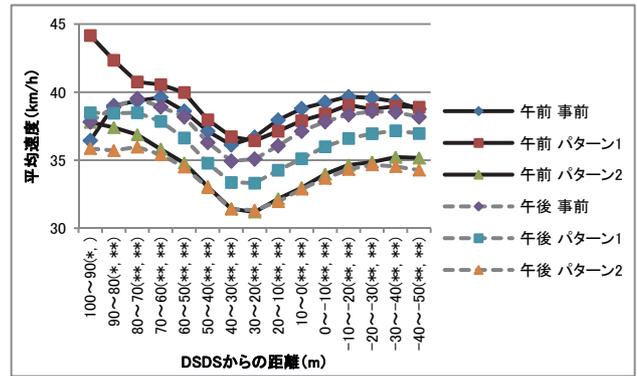
表-4は刈谷市における群間の多重比較の結果を示す。まず午前の結果をみると、事前とパターン1にはほとんどの区間で有意差があるとはいえないことがわかる。一方で、事前とパターン2にはほとんどの区間に渡って有意差がみられた。また、パターン1とパターン2にはすべての区間に渡って有意差がみられた。次に午後の結果をみると、事前とパターン1にはDSDSの設置箇所付近において有意差があった。一方で、事前とパターン2にはほとんどの区間に渡って有意差があった。さらにパターン1とパターン2にはほとんどの区間に渡って有意差があった。

図-13に豊田市における平均速度の変化について示す。群間の平均値の差を検定する一元配置分散分析の結果をみると、午前は100m～90mの区間を除いて有意差が、午後最も上流の100m～80m、最下流の40m～50mの区間を除いて有意差があることがわかる。まず午前に着目する



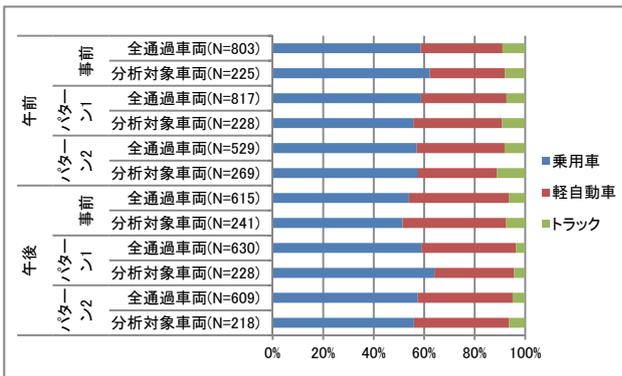
※フィッシャーの正確確率検定 有意差なし

図-10 全通過車両と分析対象車両の車種構成 (刈谷市)



一元配置分散分析 **p<0.01, *p<0.05 (午前/午後)

図-12 平均速度の変化 (刈谷市)



※フィッシャーの正確確率検定 有意差なし

図-11 全通過車両と分析対象車両の車種構成 (豊田市)

表-4 事前・パターン別多重比較 (tukey法) の結果 (刈谷市)

DSDSからの距離	午前			午後		
	事前×パターン1	事前×パターン2	パターン1×パターン2	事前×パターン1	事前×パターン2	パターン1×パターン2
100~90m	**		*			
90~80m			*		**	**
80~70m		*	*		**	**
70~60m		**	**		**	**
60~50m		**	**	*	**	**
50~40m		**	**		**	*
40~30m		**	**		**	*
30~20m		**	**		**	*
20~10m		**	**	*	**	**
10~0m	**	**	**	**	**	**
0~10m	**	**	**	**	**	**
-10~-20m	**	**	**	*	**	**
-20~-30m	**	**	**	*	**	**
-30~-40m	**	**	**	**	**	**
-40~-50m	**	**	**	**	**	**

**p<0.01, *p<0.05

とパターン1, 2は事前と比べ対象区間の全域に渡って2~3km/h速度が低下している。また、パターン1とパターン2に大きな差は見られない。次に午後に着目すると、パターン1は事前と比べて対象区間の全域に渡って2~3km/h速度が低下している。またパターン2は事前と比べてDSDSの50m手前の地点から下流側で1~2km/h速度が低下している。

表-5は豊田市における群間の多重比較の結果を示す。まず午前の結果をみると、事前とパターン1にはほとんどの区間で有意差がみられた。また、事前とパターン2には多くの区間に渡って有意差がみられた。他方、パターン1とパターン2にはすべての区間に渡って有意差があるとはいえなかった。次に午後の結果をみると、事前とパターン1には多くの区間において有意差がみられた。また、事前とパターン2にはDSDS設置箇所付近において有意差がみられた。他方、パターン1とパターン2にはDSDS設置手前50~80m付近で有意差がみられた。

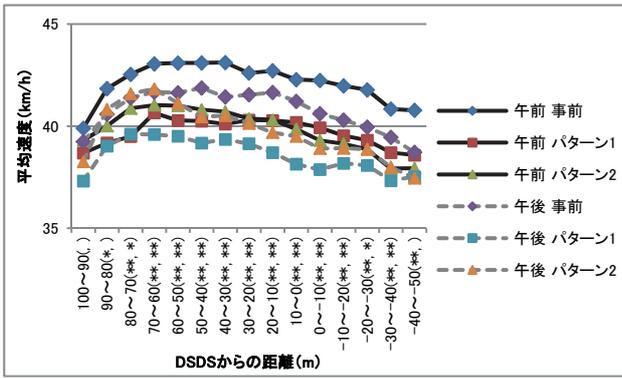
以上のように、刈谷市、豊田市ともにDSDSは設置区間を走行する車両の平均速度を設置箇所の上流、下流の広域に渡って低下させるとともに、その表現・表示方法を工夫することでその効果が高まることがわかった。すなわち、単に速度超過時に警告を与えるというだけでな

く、その警告の意味をゾーン30などの併記を通じてわかりやすく伝えること、さらに、速度遵守をした場合にそのことが運転手にフィードバックされることは、当該システムの効果を向上させる上で意義があるといえる。また、豊田市の速度低下の程度は刈谷市より低い結果となったが、これはDSDS設置箇所の前後で大きく道路構造と地理的特徴が変化することの影響があったかもしれない。特に、DSDSの下流側は上り勾配とカーブが続いており、そもそも速度が低下しやすい特徴を有している。DSDSの効果を期待する上ではこのような地理的、道路空間的特徴も考慮すべきであることがいえるだろう。

b) 85パーセンタイル速度

図-14に刈谷市における85パーセンタイル速度の変化について示す。まず午前に着目すると、パターン2は事前と比べてDSDSに近づくにつれ大きく速度が低下している。一方、パターン1は事前と比べてDSDSに近づくにつれやや速度が低下していることがわかる。次に午後に着目すると、パターン2は事前と比べて対象区間の全域に渡って速度が低下している。一方、パターン1は事前と比べてDSDSに近づくにつれ速度が低下していることがわかる。

図-15に豊田市における85パーセンタイル速度の変化に



一元配置分散分析 **p<0.01, *p<0.05 (午前午後)

図-13 平均速度の変化 (豊田市)

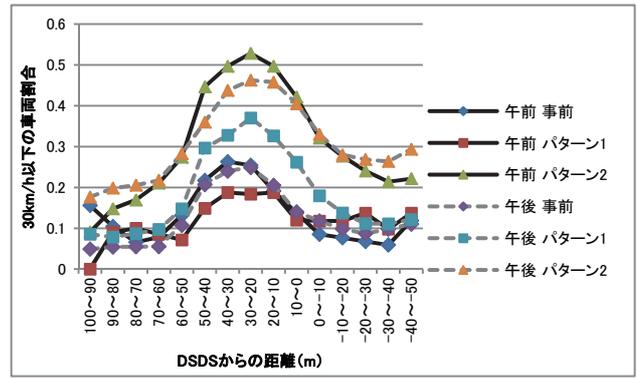


図-16 30km/h以下の車両割合の変化 (刈谷市)

表-5 事前・パターン別多重比較 (tukey法) の結果 (豊田市)

DSDSからの距離	午前			午後		
	事前×パターン1	事前×パターン2	パターン1×パターン2	事前×パターン1	事前×パターン2	パターン1×パターン2
100~90m						
90~80m	*					
80~70m	**			*		*
70~60m	**	*		**		**
60~50m	**	*		**		**
50~40m	**	**		**		**
40~30m	**	**		**		**
30~20m	**	**		**		**
20~10m	**	**		**	*	
10~0m	*	**		**	*	
0~10m	**	**		**	*	
-10~-20m	**	**		**	*	
-20~-30m	**	**		*		
-30~-40m	**	**		**		
-40~-50m	**	**				

**p<0.01, *p<0.05

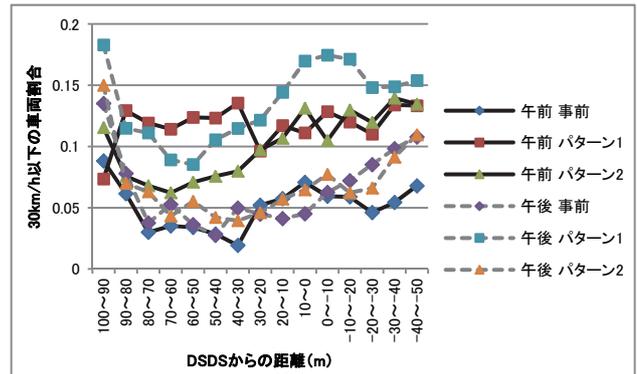


図-17 30km/h以下の車両割合の変化 (豊田市)

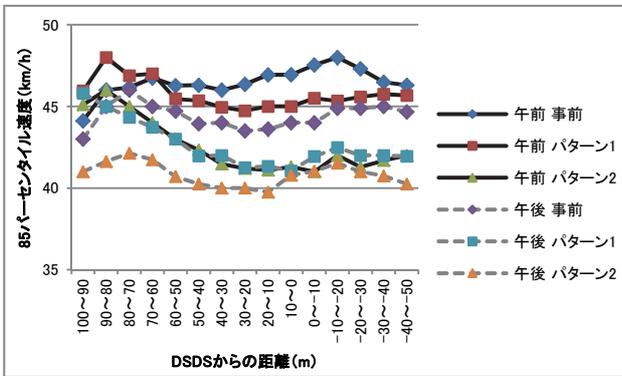


図-14 85パーセンタイル速度の変化 (刈谷市)

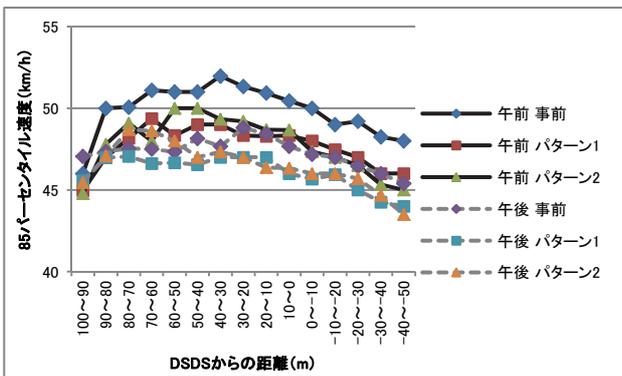


図-15 85パーセンタイル速度の変化 (豊田市)

ついて示す。まず午前に着目すると、パターン1、2ともに事前と比べて区間全域に渡って速度が低下している。次に午後に着目すると、パターン1、2ともに事前と比べてDSDSに近づくにつれ速度がやや低下していることがわかる。

以上のように、刈谷市、豊田市ともにDSDSは設置区間を走行する車両の85パーセンタイル速度を設置箇所付近から下流に渡って低下させるとともに、平均速度同様、その表現・表示方法を工夫することでその効果が高まることがわかった。

c) 30km/h以下の車両割合

図-16に刈谷市における30km/h以下の車両割合の変化について示す。まず午前に着目すると、パターン2は事前と比べて対象区間全域に渡って1~3割遵守車両が増加している。一方、パターン1は事前と比べてほとんど差がみられない。次に午後に着目すると、パターン2は事前と比べて対象区間全域に渡って1割5分~2割5分遵守車両が増加している。他方、パターン1は事前と比べてDSDS付近で5分~1割5分遵守車両が増加している。

図-17に豊田市における30km/h以下の車両割合の変化について示す。まず午前に着目すると、パターン1は事前と比べて対象区間全域に渡って5分~1割遵守車両が増加している。また、パターン2は事前と比べて対象区間全

域に渡って5分遵守車両が増加している。次に午後に着目すると、パターン1は事前と比べて対象区間全域に渡って5分～1割5分遵守車両が増加している。他方、パターン2は事前とほとんど差がみられない。

以上のように、刈谷市、豊田市ともにDSDSは設置区間を走行する車両の最高速度遵守率を設置箇所の上流、下流の広域に渡って上昇させるとともに、平均速度や85パーセントイル速度同様に、その表現・表示方法を工夫することでその効果が高まることがわかった。

5. 結論

本研究は、愛知県刈谷市、豊田市で実施したゾーン30での速度抑制社会実験の結果を通じてDSDSが通過する車両の走行速度に与える影響について分析した。本研究を通じて得られた成果は以下のとおりである。

DSDSの設置による交通量および車種構成への影響を分析した。結果、DSDSの設置によって全体の交通量、トラックなどの生活道路の通過が抑制されるべき特定車両の交通量に変化は見られなかった。よって、DSDSは交通量の抑制や大型車などゾーン30への流入が好ましいとはいえない車両の流入抑制には効果を発揮しない可能性が高いことを示した。

次に、DSDSの設置による平均速度、85パーセントイル速度、30km/h以下の車両割合への影響を分析した。結果、DSDSの設置によって、設置箇所周辺だけでなく、設置前後の広範囲に渡って平均走行速度や85パーセントイル速度を低下させ、30km/h以下へ誘導する効果が確認できた。また当該情報提供の意味を伝える「ゾーン30」という表示の併記は、当該効果をより高めることが確認できた。

ハンブや狭さくなどの物理的デバイスの多くは、設置地点において極めて大きな効果が期待できるものの、その地点を通過してしまうとその効果が急速に低減する場面がある。例えば、豊田市で実施された実験の場合、車両が30m走行する間に20km/h以上の減速が確認できるが、ハンブ通過後20m程度で最初の速度に戻ってしまうことが確認されている¹⁵⁾。DSDSは適正に整備された物理的デバイスほどの速度抑制効果は期待できない可能性が高い一方で、物理的デバイスに見られるほどの通過後の速度回復行動が確認されていない。これは、DSDSはゾーン30などの広域に適正な速度への制御が求められるエリアでの適用性がより高いことを示唆するものである。

他方、本研究を通じていくつかの課題が見えている。まず、2章でも触れたように、DSDSは運転者の「意図しない」速度超過に対して「気づき」を与えることで適正な速度を促すという仕組みであるため、そもそも運転者が「意図して」速度超過をしている場合、効果を発揮し

ない。よって、明らかに速度超過をしてしまいがちな空間、例えば、生活道路であるが周りに何も無い、道路幅員が広いなどではその効果が低下するもしくは効果の範囲が限定的になる点を踏まえる必要がある。

また、DSDSの費用対効果についても懸念材料のひとつである。DSDSの整備によって抑制できる速度がどの程度地域の交通事故被害の軽減に結びつくのかを明示することの重要性は高いであろう。DSDSの整備対象となることが予想される30～50km/hの平均速度となる区間は、交通事故時の被害が大きく変化する箇所でもある。例えば、スウェーデンの調査結果¹⁶⁾によれば、平均速度が45km/hから40km/hに低下すると対歩行者の死亡事故は30%、重症事故、軽傷事故は10%の発生確率が低下することが示されている。このようなデータを活用しつつ、費用対効果を併せて明示していくことが適材適所となる整備を推進する上で重要な課題であるといえるだろう。

謝辞：本研究の遂行にあたって愛知県ITS推進協議会安全・安心グループ、愛知県刈谷市都市整備部都市交通課、愛知県豊田市都市整備部交通政策課、社会部交通安全防犯課、猿投支所の支援を受けました。また、豊田工業高等専門学校5年（当時）の佐々木氏、大畑氏に多大なる助力を頂きました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) ゾーン30の推進について（通達）、警察庁交通局長、2011.9.20
- 2) ゾーン30全国に、日経新聞、2014.5.8付夕刊
- 3) M A Winnett and A H Wheeler(2002), Vehicle-activated signs - a large scale evaluation, TRL Report TRL548, <http://www.lydfordfs.org.uk/documents/trl548.pdf> (2015.4.25最終閲覧)
- 4) Ray Godinez (2005), City of Bellevue Stationary Radar Sign Program Report 2005, https://www.bellevuewa.gov/pdf/Transportation/2005_Radar_Report.pdf (2015.4.25最終閲覧)
- 5) Tina Gehlert, Christoph Schulze, Bernhard Schlag(2012), Evaluation of different types of dynamic speed display signs, Transportation Research Part F, 15, 667-675
- 6) Bloach, S. A., Comparative Study of Speed Reduction Effects of Photo-Radar and Speed Display Boards, Transportation Research Record, No.1640, pp.27-36, 1998
- 7) Lee, C., Lee, S., Choi, B. and Oh, Y., Effectiveness of Speed-Monitoring Displays in Speed Reduction in School Zones, Transportation Research Record, No.1973, pp.27-35, 2006

- 8) Ullman, G. L. and Rose, E. R., Evaluation of Dynamic Speed Display Signs, Transportation Research Record, No.1918, pp.92-98, 2005
- 9) Thefuntheory.com, The speed Camera Lottery, <http://www.thefuntheory.com/speed-camera-lottery-0> (2015.4.25最終閲覧)
- 10) 三村泰広・野田宏治・山岡俊一・荻野弘：生活道路におけるDynamic Speed Display Signによる速度超過・遵守情報提供の影響分析．交通工学論文集（特集号），1，2，2015
- 11) 山岡俊一，三村泰広，野田宏治，荻野弘，安藤良輔，小野剛史，竹内聖人，高岡紗恵：車両走行実験による路側提示型速度抑制装置の効果の検証，第49回土木計画学研究・講演集（CD-ROM），2014
- 12) 竹内聖人，池田典弘，荻野弘，三村泰広，野田宏治，山岡俊一：速度抑制効果向上に向けた表示装置の有効性の検討，第49回土木計画学研究・講演集（CD-ROM），2014
- 13) 公益財団法人豊田都市交通研究所：生活道路におけるISAに関する研究 報告書，研究調査報告2013-①，pp.15-17，2014
- 14) Shinar, D. and Vogelzang, M., Comprehension of traffic signs with symbolic versus text displays, Transportation Research Part F, 18, pp.72-82, 2013
- 15) 橋本成仁，三村泰広，増岡義弘，榎本貴好：設置型ハンブに関する研究-豊田市での社会実験による検討-，第27回交通工学研究発表会論文報告集，2007
- 16) Höskuldur R.G. Kröyer, Is 30 km/h a ‘safe’ speed? Injury severity of pedestrians struck by a vehicle and the relation to travel speed and age , IATSS Research, Available online 19 August 2014 (2015.4.25 受付)

Effects for vehicle speeds by using Dynamic Speed Display Sign in streets

Yasuhiro MIMURA, Motohiro YAMAZAKI, Ryosuke ANDO, Koji NODA, Masato TAKEUCHI, Norihiro IKEDA and Hiroshi OGHINO