プローブデータと各種データを組み合わせた一時停止遵守状況の把握方法に関する検討

鈴木　啓太[1]・林　留穏[2]・高橋　大樹[3]・鈴木　もも[4]・松尾　祥平[5]・
小嶋　文[6]・久保田　尚[7]

[1]非会員　元埼玉大学工学部環境社会デザイン学科（〒338-8570　さいたま市桜区下大久保255）
E-mail: k.suzuki.568@ms.saitama-u.ac.jp
[2]非会員　元埼玉大学工学部環境社会デザイン学科（〒338-8570　さいたま市桜区下大久保255）
E-mail: r.hayashi.460@ms.saitama-u.ac.jp
[3]非会員　元埼玉大学工学部環境社会デザイン学科（〒338-8570　さいたま市桜区下大久保255）
E-mail: takahashi.d.705@ms.saitama-u.ac.jp
[4]非会員　あいおいニッセイ同和損害保険株式会社デジタルビジネスデザイン部
（〒150-8488　渋谷区恵比寿1-28-1）
E-mail: momo.suzuki@aioinissaydowa.co.jp
[5]非会員　あいおいニッセイ同和損害保険株式会社デジタルビジネスデザイン部
（〒150-8488　渋谷区恵比寿1-28-1）
E-mail: s.matsuo@aioinissaydowa.co.jp
[6]正会員　埼玉大学理工学研究科　准教授（〒338-8570　さいたま市桜区下大久保255）
E-mail: akojima@mail.saitama-u.ac.jp
[7]フェロー　埼玉大学理工学研究科　教授（〒338-8570　さいたま市桜区下大久保255）
E-mail: hisashi@mail.saitama-u.ac.jp

近年，生活道路の交通安全対策において，カーナビゲーションシステムや保険会社のテレマティクス機器等により個々の自動車の走行履歴がビッグデータとして取得されるようになってきており，危険な走行挙動が多発している箇所の特定や対策効果の計測への利用が可能になってきている．しかし，多くは急制動や速度超過が起こった場合など，イベントが発生した場合を検討しており，「一時停止がなされなかった」ようなイベントが記録されない事象についての検討はなされていない．本研究では，テレマティクス保険に用いられている機器で取得されたデータを用いて，一時停止不履行が多発している交差点を機械的に見つける手法について検討するとともに，安全対策としてハンプを設置した道路での自動車の挙動観測への適用について検討した．

Key Words : *telematics data，　probe data，　traffic safety，　hump*

1.　はじめに

交差点における交通事故として一時停止規制を守らない自動車による出会い頭の事故が多く発生している．これらの事故を防止するためには自動車がどのような場所でどのような行動をとっているのか把握することが重要である．従来は自動車の行動を把握する手段としてビデオ観測のような方法しか取り組まれてこなかった．近年交通事故情報や ETC2.0 プローブデータの整備等によりビックデータを交通安全対策に活用する取り組みや研究が行われてきている（例えば参考文献 1)，2)）．

一方，これまで自動車の危険行動として分析されてきているのは，速度超過をしている場合や，急制動が起こっている場合など，主にイベントが発生している場合の記録が用いられている．幹線道路のように事故多発地点を特定して対策を行うようなことが難しい生活道路では，全体としては膨大な記録量となるビッグデータについて，イベントが記録されている場合に絞って利用したり，対策エリアとして絞ったエリアの検討に用いられてきたことが背景にあると考えられる．一時停止が遵守されていない交差点を発見するためには，「一時停止しなかった」場合の検討が必要とされており，各種のデータと組み合わせてビッグデータを機械的に処理し，一時不停止の多

発交差点を見付ける手法を検討する必要がある．

こうした背景を踏まえ，本研究では損保会社が保有するテレマティクスデータと地図データ，交通規制データ等の各種データを組み合わせて，自動車の一時停止の遵守状況を把握し地域内の一時停止交差点の交通状況を広域的に分析する手法を開発することを目的とする．

さらに，交通安全対策としてハンプが設置された地域において，対象箇所を通行する自動車の挙動をテレマティクスデータにより把握することで，対策効果の評価や対策実施地区の検討に利用する方策について検討することとした．

2. 研究方法

(1) テレマティクスデータの利用

本研究では，埼玉大学とあいおいニッセイ同和損害保険株式会社との共同研究のもと，あいおいニッセイ同和損害保険株式会社が利用するテレマティクスデータの取得機器（CMT タグ）を利用した試走によるデータ取得，および同社が保有する契約者のデータを利用して，検討を進めた．

(2) 一時停止遵守に関する検討

広域範囲で一時停止規制が守られていない交差点を機械的な処理で発見することを目的として，テレマティクスデータ，JARTIC で提供されている交通規制データ[3]の中から一時停止規制座標データ，そして道路ネットワークデータとして DRM のデータを統合し，一時停止遵守率を算出するアルゴリズムを検討することとした．検討した内容の概要は図-1 のようなものであり，現在得られているデータでこのような手続きが可能であるのか，検討することとした．

上記のアルゴリズムの検討のため，一時停止交差点の通過に伴うテレマティクスデータの記録のされ方の特徴を把握することを目的に，2022 年 10 月 22 日 11:00～16:30 の間，埼玉大学構内の一時停止交差点を使用し，テレマティクスタグをつけた乗用車で表-1 の 6 つのパターンで交差点を通過し，その際のテレマティクスデータを収集する実験を行った．各パターンにつき，直進・右折・左折を 3 回ずつ計 9 回の走行を行った．

(3) ハンプ設置地域での自動車挙動の把握

a) 調査箇所の概要

埼玉県朝霞市東弁財地区に設置されたハンプを対象としてテレマティクスタグをつけた乗用車で走行実験を実施した．3 箇所のハンプ設置地点で一般車両がハンプを通過した際の通行挙動の違いを示す．図-1 のように，3

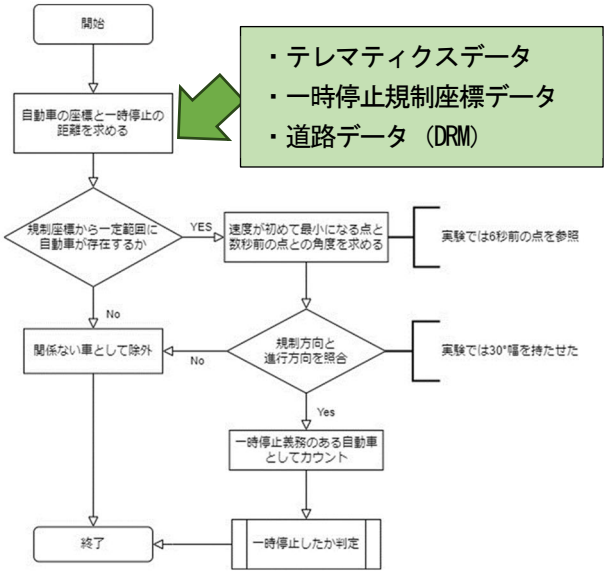


図-1 一時停止遵守率算出アルゴリズムの検討

表-1 一時停止による記録データを検証するための試走行パターン

パターン名	走行内容
停止線-1s	停止線の直前で停止（1 秒間）
停止線-3s	停止線の直前で停止（3 秒間）
交差点-1s	交差点の直前で停止（1 秒間）
交差点-3s	交差点の直前で停止（3 秒間）
徐行	停止せずに徐行(10km/h 未満)
減速無	減速しない(進入時 10km/h 以上)

箇所のハンプはいずれも朝霞台駅周辺にある．

ハンプ①は，ゾーン 30 から幅員が大きめの道路に出るところにあるスムーズ横断歩道ハンプである．

ハンプ②は，T 字交差点の横にあるスムーズ横断歩道ハンプである．すぐ南には小学校がある．

ハンプ③は，南西方向，北東方向には黄色の点滅信号が，南東方向，北西方向には赤色の点滅信号がある，交差点ハンプである．

b) 調査の概要

実験車両に，加速度計，速度計，テレマティクス測定機器でデータを測定しながら，ハンプを通過する．これと同時に，ビデオカメラで自動車が走行する様子を録画する．走行実験は，2022 年 9 月 29 日，2022 年 12 月 22 日に実施した．ビデオカメラは，2022 年 12 月 22 日 11:30～15:30 の約 4 時間録画した．

c) データの分析方法の概要

テレマティクスデータと，加速度計，速度計で記録したデータを比較する．この際，テレマティクスデータのみでの挙動特徴も考察する．速度に関しては，ハンプの長さを，ビデオカメラから分かる，ハンプを通過するの

に要した時間で除して求めた，速度の基準値(以下ビデオ観測値)とも比較する．

また，損保会社保有の保険契約者のテレマティクスデータの速度の最大値による分布(以下テレマデータ)を用いて，損保会社保有データの速度の最大値の平均とビデオカメラ内でハンプを通過したすべての車両のビデオ観測値の平均を比較する．

3. 検討結果

(1) 一時停止遵守状況の把握方法

a) 速度の記録のされ方

1 秒停止した時の速度変化は図-3 のようになった．停止しても速度が 0km/h に落ちきらずに記録されていることがわかる．そこで減速無以外のパターンで，交差点付近で記録された 9 回分の最低速度を比較した(図-4)．停止線-1s～交差点-3s までは 3km/h 未満までの値なのに対し，徐行では平均で 7.44km/h と，停止の有無で最低速度に違いが出ることが分かった．

b) 緯度・経度の変化

停止するパターンでは，実際の走行で停止した時刻付近で記録された緯度・経度の値が，数秒の間小数第 6 桁まで同じ値で記録され続けていることが分かった．これに対し停止しないパターンでは 1/15 秒ごとに異なる座標が記録され続けており，GPS では車両の停止状態を記録できていることがわかった．

c) 停止位置

1 秒以上不変だった緯度・経度の値を，データ上の車両の停止位置とみなし，GIS ソフト(QGIS)により 9 回分の停止位置を地図上に表示させた(図-5)．実際の停止秒数や停止位置に関わらず，記録される停止座標のばらつきが極めて大きいことが分かり，詳細な停止位置の判別までは難しいことが分かった．

d) 分析手法の開発

分析結果から得られた知見を基に，一時停止交差点を通過する自動車が一時停止を行ったかを判定し，交差点毎に一時停止遵守率を算出するアルゴリズムを開発した．詳細な手順は以下の通りである．

①一時停止規制の座標から交差点の中心点の座標(DRM ノード)に向かう方向の角度を算出し，その角度を一時停止の規制方向として対象地域のすべての交差点で求める．

②一時停止規制の座標から一定範囲に存在する車両データを対象に，範囲内で速度が最低になる時刻の座標と，その時刻の数秒前の座標から車両の進行する角度を算出する．その後，①で求めた一時停止の規制方向と照らし合わせ，交差点を一時停止規制のある方向に進行する車両のみを抽出する．

③速度と座標の条件「最低速度が 3km/h 未満のデータがある」，「1 秒以上緯度・経度の値に変化がない」の 2 つを設定し，どちらか一方または両方を満たす車両を一



図-2 ハンプ設置個所

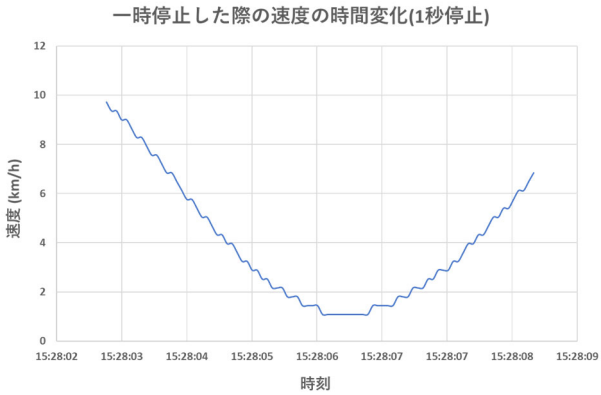


図-3 記録された速度の時間変化

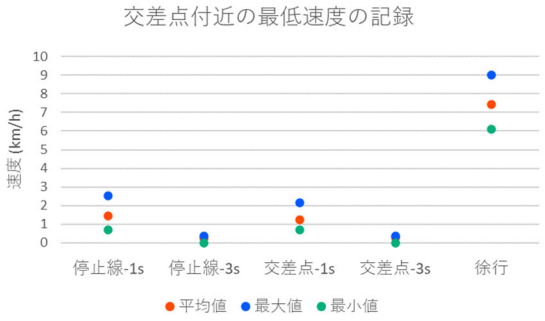


図-4 最低速度の記録のされ方

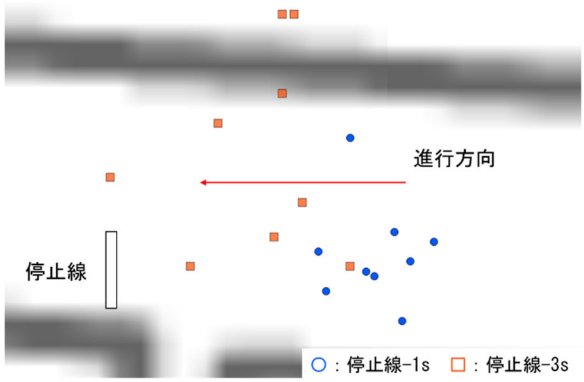


図-5 位置情報から判定した停止位置の分布

時停止したと定義して，②で抽出した車両に対してこの条件を満たす車両の数を集計する．
④交差点を一時停止規制のかかっている方向に進行する車両の総数と，そのうち一時停止していた車両の総数を基に一時停止遵守率を算出し，対象とする地域の全一時停止交差点で算出する．

(2)　ハンプ設置地域での自動車挙動の把握

a)　テレマティクスデータと加速度計，速度計の比較

テレマティクスデータと加速度計，速度計のデータの比較結果を，スムーズ横断歩道ハンプ，交差点ハンプでそれぞれ 1 パターンずつのみ挙げる． 図-6，図-7 の通り，テレマティクスデータの取得機器で取得された鉛直加速度と加速度計のデータは，一部異なる部分があるものの，ハンプ通過時に大きくなる様子が一致している．同様のことが，他のパターンでも見られた．

速度データに関しても図-8，図-9 の通り，テレマティクスデータの取得機器で得られたデータと速度計で得られたデータに一致した傾向が見られた．

ビデオ観測値と，ハンプ同様に，ほとんどのパターンで，テレマティクスデータの速度とビデオ観測値がほぼ一致した．

b)　損保会社保有のテレマティクスデータ

損保会社保有の保険契約者データの速度の最大値の平均とビデオカメラ内でハンプを通過したすべての車両の速度の基準値の平均を比較した．表-2 は，テレマデータのおよそのサンプル数と，ビデオ観測値のサンプル数である． テレマデータは約 3 か月間，ビデオ観測値は約 4 時間でのサンプル数である．

比較の結果について述べる．図-10 はスムーズ横断歩道と交差点ハンプ設置場所のそれぞれの直進，右折，左折自動車のハンプ通過時の速度最大値の平均を比較したものである．損保会社保有データの速度の最大値の平均は，データを度数分布表に表し，その平均値を求めている．値はどの場合も 5km/h 前後の差があるものの，直進よりも右左折の方が速度が遅くなっているといった走行パターンごとの大小の傾向が一致している．図-11 はスムーズ横断歩道を右折した自動車の速度の 3km/h ごとの分布をテレマティクスデータとビデオ観測による計測値で比較したものである．分布の形状は類似しているが，ピークはビデオ観測では 4～6km/h，テレマティクスデータでは 7～9km/h であった．テレマティクスデータの場合は該当交差点付近での最大値を取得し，ビデオ観測による計測データでは，区間平均速度になっているため，このような違いが表れていると考えられる．以上のことから，一般車両でハンプを通行した際の速度の変化は，テレマティクスデータによって示すことができると言える．

次に，図-12 はスムーズ横断歩道と交差点ハンプ設置場所のそれぞれの直進，右折，左折自動車のハンプ通過時の速度最大値の平均値，加速度最大値の平均値を表示したものである．この結果からは，走行速度が比較的遅い右左折の場合と比べて，走行速度が比較的高い直進の

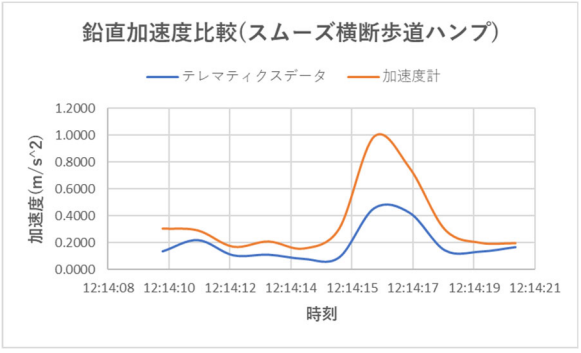


図-6　スムース横断歩道の鉛直加速度 RMS 値比較

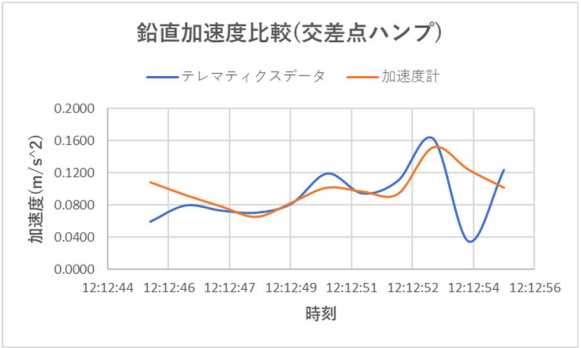
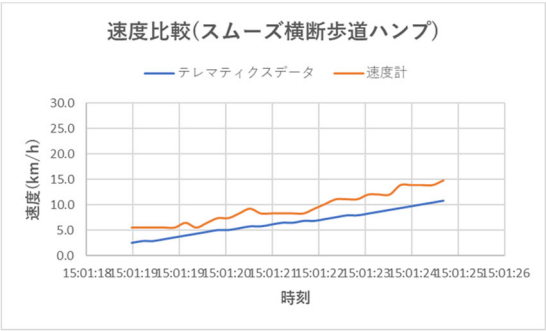
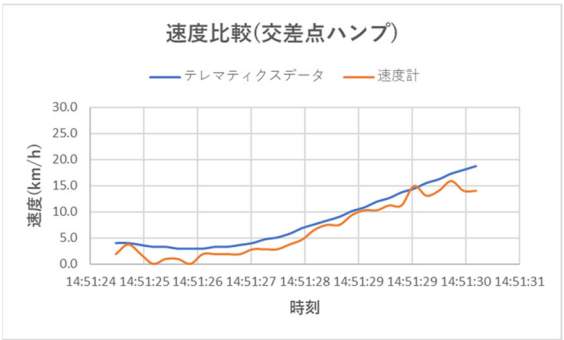


図-7　交差点ハンプの鉛直加速度 RMS 値比較



ビデオ観測によるハンプ通過時の速度値：3.2km/h

図-8　スムース横断歩道通過時の速度比較



ビデオ観測によるハンプ通過時の速度：6.6km/h

図-9　交差点ハンプ通過時の速度比較

表-2 テレマデータとビデオ観測のサンプル数

(台)	テレマデータ	ビデオ観測
スムース直進	約 1630	404
スムース右折	約 80	46
スムース左折	約 60	31
交差点直進	約 1200	241
交差点右折	約 170	90
交差点左折	約 130	51

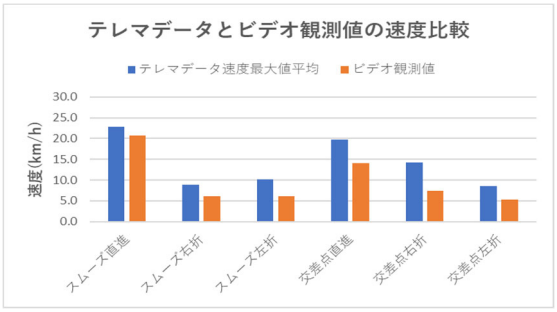


図-10 テレマティクスデータとビデオ観測値の速度比較

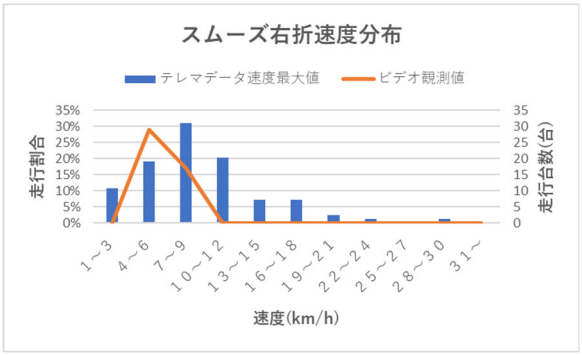


図-11 スムーズ横断歩道を右折した際の速度分布

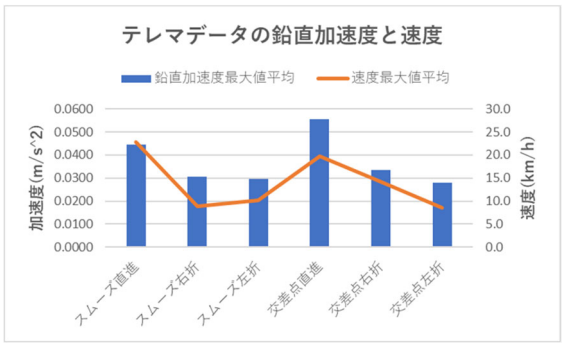


図-12 テレマティクスデータの鉛直加速度，速度の最大値の平均

場合に，鉛直加速度の最大値の平均値も大きくなっている様子が分かる．この結果からも，テレマティクスデータにより得られた鉛直加速度はハンプ通過時の車内の振動の大きさを反映して計測できていると考えられる．これまでハンプの設置により通過車両それぞれがどのような振動を車内で感じているのかは観測するすべはなかったものである．車体の長さやサスペンションの種類によりハンプによる車内環境への影響，それに伴う速度抑制効果は異なる可能性があり，テレマティクスデータを利用して新たなハンプのデザインの検討に資する検討ができる可能性がある．

4. 結論と今後の課題

本研究では，一時停止交差点を通過するテレマティクスデータの特徴を把握する実験結果に基づいて，テレマティクスデータと地図データ・一時停止規制座標のデータを組み合わせて，交差点での車両の一時停止を判定し，交差点毎の一時停止遵守率を算出する手法を開発した．実際に大量のデータを入力してプログラムを動作させることができなかったため，手法の精度の検証や改良といった，より実用性のある交通分析手法として確立していくためのブラッシュアップを行っていくことが今後の課題である．

また，テレマティクスデータ等を用いて，一般車両がハンプを通行した際の通行挙動の違いを検証し，テレマティクスデータをハンプの設置効果の検証に活用する方法について検討した．テレマティクスデータと加速度計，速度計のデータの比較，損保会社保有データの速度の最大値の平均とすべての車両のビデオ観測値の平均の比較を考えた結果，総じて，一般車両がハンプを通行した際の通行挙動は，テレマティクスデータの加速度，速度によって示すことが可能であると言える．また，ハンプを通過したときの車内の振動もテレマティクスデータでとらえられている様子が見られ，今後の物理的対策の検討に資するデータがテレマティクスデータにより取得できる可能性が見られた．

謝辞：本研究では全国デジタル道路地図研究用データを使用した．また，Cambridge Mobile Telematics社のテレマティクスデバイスとデータを使用した．

参考文献

1) 尾高 慎二, 吉井 稔雄, 神戸 信人, ETC2.0 データを用いた生活道路における事故リスク算定手法, 交通工学論文集, 2018, 4 巻, 1 号, p. A_246-A_251
2) 倉科 慧大, 森本 章倫, 逆強化学習を用いた生活道路の安全対策の評価に関する研究, 交通工学論文集, 2023, 9 巻, 4 号, p. A_76-A_84
3) JARTIC, 交通規制情報, https://www.jartic.or.jp/, (2023.9/8 閲覧)

(Received October 13, 2023)
(Accepted October 13, 2023)