

# 車両プローブデータを活用した 交通安全対策支援

佐藤 正俊<sup>1</sup>・小渕 達也<sup>2</sup>・木村 陽介<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 トヨタ自動車株式会社 先進モビリティシステム開発部 (〒471-8572 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地)

E-mail: masatoshi\_satoh@mail.toyota.co.jp

<sup>2</sup>非会員 トヨタ自動車株式会社 先進モビリティシステム開発部 (〒471-8572 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地)

E-mail: tatsuya\_obuchi@mail.toyota.co.jp

<sup>3</sup>非会員 トヨタ自動車株式会社 先進モビリティシステム開発部 (〒471-8572 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地)

E-mail: yohsuke\_kimura@mail.toyota.co.jp

本研究では、トヨタのコネクティッドカーから得られるプローブデータを活用し、交通安全対策を支援する実用的な方法を提案する。まず急減速の発生率を評価し、潜在的な危険箇所を含む対策候補箇所を抽出する方法を構築した。次に、車速や加速度、ヨーレートなどの詳細な車両の走行データから対策地点を通る車両の挙動の変化を比較し、対策の効果を短期間かつ定量的に評価できることを示した。さらに、プローブデータを地図情報や規制情報と組み合わせて、急減速発生率の他に一時停止線での停止率、制限車速の超過率などを広範囲に算出する手法を構築した。これにより対策立案や効果検証をより効率的に行うことができる。また、本研究で用いるプローブデータは生活道路も含めて網羅率が高いため、日本全国の道路安全対策への貢献が期待できる。

**Key Words:** traffic safety, car probe information, connected car, quantifying road hazard

## 1. はじめに

我が国の交通事故死者数は毎年減少傾向にあり、令和3年には現行の交通事故統計となった昭和23年以降で最少となる2636人となった<sup>1)</sup>。しかしながら、子供が犠牲となる痛ましい事故はいまだ後を絶たず、交通事故による経済損失も年間約15兆円に達するなど<sup>2)</sup>、今後もより一層の事故削減が期待される。

交通安全対策の実施において、生活道路では「対策の必要箇所が把握できない」、 「成果の適正な評価が困難」などの課題があり<sup>3)</sup>、幹線道路においても事故率を用いて効果の検証を行うためには数年のデータ収集期間を要する。そのため、客観的かつ短期間で多量の情報が得られるプローブデータの活用が国土交通省を中心に推進されている<sup>4)</sup>。

交通安全対策におけるプローブデータの活用はこれまでも数多くの研究がなされている。山崎ら<sup>5)</sup>はタクシーのプローブデータから得られた急減速の発生件数と発

生率からヒヤリハットポイントを推定し、事故多発地点がそこに含まれることを示した。菊地ら<sup>6)</sup>はナビプローブの情報から、2次メッシュ内の0.3G以上の急減速の発生件数と事故発生件数が強く相関することを示し、道路安全施策の前後でその数や減速強度の変化を調べて対策の効果の評価した。さらに、急減速データを主とする交通安全対策へのデータ活用の指針も示した。谷口ら<sup>7)</sup>はETC2.0データの車速の変化を比較して、可搬型ハンブの設置効果を定量的に示した。

本研究では既存研究の知見を取り入れつつ、車速、加速度、ヨーレートなどの詳細な車両の走行情報を生活道路も含めて高い網羅率で入手できるトヨタのプローブデータを活用して、交通安全対策支援の実用的な方法を提案する。具体的には図-1に示す通り、まず急減速のデータから対策の候補箇所を抽出する。また、対策箇所での走行データから危険の要因を推定して対策立案の支援も行う。最後に対策前後の走行データの比較により効果の検証を行う。さらに、プローブデータを地図情報や規制

情報を組み合わせて、急減速発生率の他に一時停止線での停止率、制限車速の超過率などを広範囲に算出する方法を構築し、安全対策の支援の効率化を図る。

プローブデータはトヨタのCONNECTEDカー対応車のうち、T-Connect サービスを契約したユーザーの車両、およびレクサスのG-Link契約車両から得られたデータを、個人が特定できないかたちで処理して利用している。また、本論文での実施例は岡山県赤磐市での実証実験「道路維持管理の新たな手法を考える協議会」（2019年7月－2021年3月）と、愛知県豊田市における実証実験「ジコゼロ大作戦」（2021年7月－）における活動結果である。

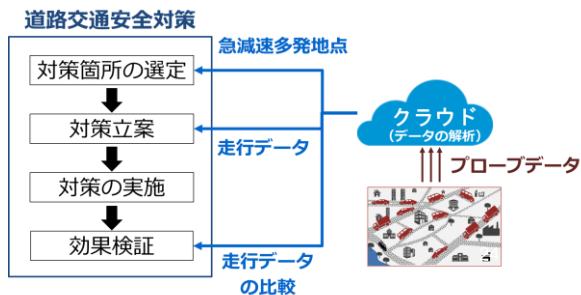


図-1 プローブデータを活用した交通安全対策支援

## 2. プローブデータによる交通安全対策支援

赤磐市での実証実験の結果を用いて、プローブデータを活用した道路交通安全対策支援の実施例を説明する。

### (1) 危険箇所の抽出

危険箇所の抽出には、CONNECTEDカーの加速度センサーから得られる0.4G以上の急減速の発生地点を利用する。しかし、この情報は事故の発生位置との相関は高いものの、稀に存在する急減速多発車両からの情報が危険と相関しないノイズとして入ってしまうため、それを除外した上で用いる必要がある。

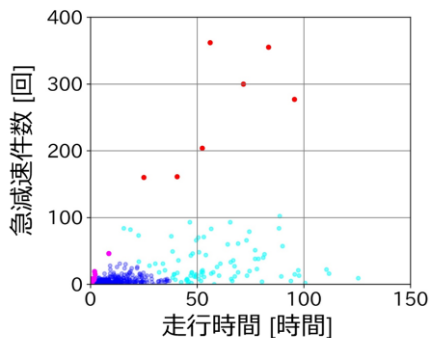


図-2 各車両の急減速頻度とクラスタリング結果

図-2は各車両の急減速頻度を示し、横軸はデータの取得期間・範囲（約6カ月、7km四方）における各車両の全走行時間、縦軸は各車両が発生した急減速の数である。色は[全走行時間、急減速の件数、時間当たりの急減速件数]を基に4つのクラスターに分類（k-means法）した結果である。ここでは赤およびピンクに類別された走行時間に対して急減速が多いグループのデータをノイズとして除外した。

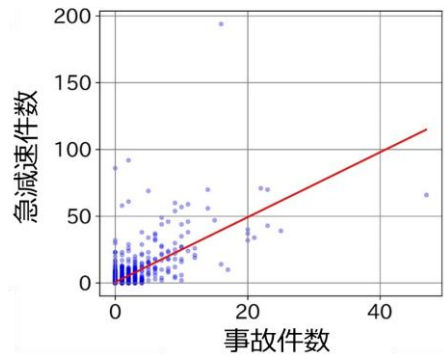


図-3 150mメッシュ内の事故と急減速件数の相関

図-3は地図を150m四方のメッシュに区切り、その中で発生した事故の件数と0.4G以上の急減速の件数の相関を示す。赤線は回帰直線で、事故データは岡山県警より提供を受けたプローブデータ取得期間を含む21カ月分の情報を用いた。両者の相関係数は0.67で、比較的良好な相関にあることが示された。また、急減速多発車両のデータを除外しない場合の相関係数は0.61であった。

ヒヤリに対応する急減速の閾値は0.3Gとされることが多いが、菊地ら<sup>9)</sup>の検討のように車速の微分値から計算された値を用いるのか、今回のように加速度センサーの値を用いるのかで変化するものと考えられる。



図-4 急減速の発生率（50mメッシュ）

図-4は地図を50m四方のメッシュに区切り、メッシュ内で発生した急減速の件数を、CONNECTEDカー走行回数で規格化した急減速の発生率を示す。事故数と相関するのは急減速の件数であるが、交通量が多く急減速の件数も確率的に増える幹線道路と交通量が比較的小さい

生活道路を対等に比較するため、発生率で評価を行った。また、山崎(5)らの結果を参考に急減速が2件以上発生し、毎分1回以上の車両の交通量が見込まれる場所のみを評価の対象としている。交通量は赤磐市の主要道路で実施した交通量調査とコネクティッドカーの走行数からコネクティッドカーの走行割合を概算することで見積もった。ここで得られた急減速発生率の高い場所の中には、事故はまだ起きていないものの、新たな道路の開通により抜け道として使われるようになったなど、地元の人が危険を感じている場所も存在しており、この指標で潜在的な危険箇所を抽出できている可能性がある。

(2) 対策と効果検証

図-4の急減速発生率の高い場所に安全施設の設置を行い、その効果をデータによって検証した。

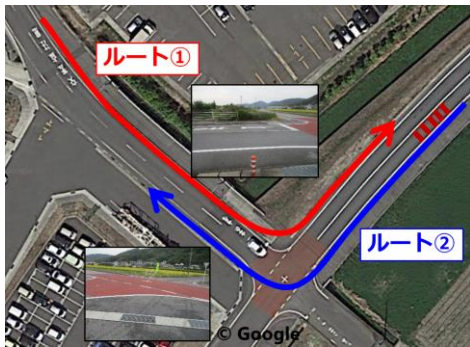


図-5 急減速の多い交差点への安全対策

図-5に交差点への対策結果を示す。この交差点は主要な道路ではなく事故は発生していないものの、抜け道として利用されており、図中の①と②で示す右左折のルートで急減速が多発していた。①のルート側には一時停止線があるが、データおよび現地視察の結果から多くの車がしっかりと停止することなく左折していることが確認された。また、停止線も薄くなっていった。②のルートは見通しが良く交差点の位置がわかりにくい上に、速度規制もないため、高い車速のまま交差点に侵入してショートカット気味に右折する車が散見された。そこで、次の対策を実施した。

- ①のルートに対して、交差点手前の路面に「交差点注意」の標示をし、さらに一時停止線を引き直した。
- ②のルートに対して、交差点手前に減速ゼブラを設置した。
- ①、②双方に対して、交差点の領域を明確化するために交差点内をペイントし、外側線も引き直した。

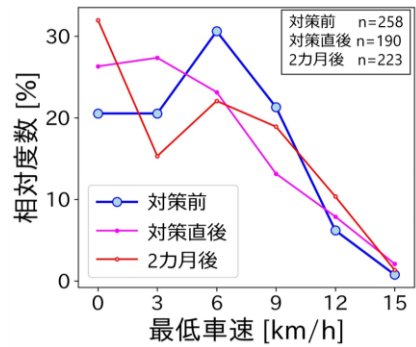


図-6 ルート①走行の最低車速の分布

図-6はルート①の走行の最低車速の分布を示す。3km/hより低い車速まで減速した走行は停止をしたとみなし、その割合を停止率とする。青は対策前の2カ月間、ピンクは対策直後からの2カ月間、赤は対策2カ月後から4カ月後までの2カ月間のデータの解析結果である。対策前に比べ対策後は最大で10%以上停止率が向上している。また、これに伴い6km/h以上で停止せずに左折する車の割合も減少している。

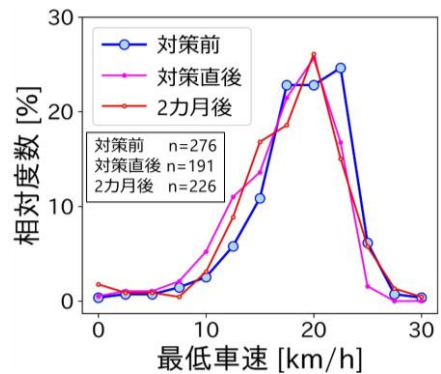


図-7 ルート②走行の最低車速の分布

図-7はルート②の走行の最低車速の分布を示す。色とデータの期間の対応は図-6と同じである。対策直後の2か月間では平均1.4km/h車速の低下が確認でき、平均的に対策前よりもより減速してから右折していることが示された。また、この差はMann-WhitneyのU検定でもp値0.1%で有意であることが確認できた。一方で、そのさらに後の2か月間では、対策前よりも0.8km/hの優位な速度低下(p値4%)が確認できるが、対策直後と比較して平均車速は高くなっている。

図-8はルート②の走行の最大ヨーレートの発生位置の分布を示す。横軸は交差点中心付近からの相対距離である。対策直後には最大発生位置の平均は0.95m交差点の内側にシフトし、平均的に右折が大回りに改善されていた(p値0.5%)。しかし、2カ月後以降は対策前と同じ状態に戻った。

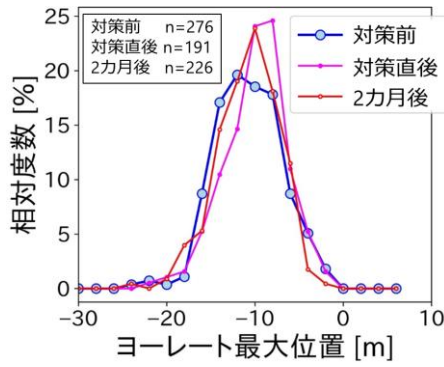


図-8 ルート②走行の最大ヨーレート発生位置の分布

プローブデータの活用により、対策後4カ月という短期間で経年変化も含めて効果の定量的な評価が可能であることが検証できた。コネクティッドカーのさらなる普及により、より短期間に効果の検証が可能になっていくと考えられる。

### 3. 安全対策支援の効率化

2章での安全対策支援を、より広範囲に効率的に行うため、プローブデータと地図の道路区間情報、規制情報を組み合わせて、危険の要因となる道路の走行情報をシステムチックに算出する。本章の実施例は、豊田市での実証実験の結果である。

#### (1) 道路区間ごとの情報の表示

プローブデータには各車両が通行した道路区間（基本的に交差点間）の情報が付帯しており、急減速などのデータを道路区間ごとに集計できる。さらに、走行履歴から進行方向も判断できるため、向きを分けて情報を集計することも可能である。

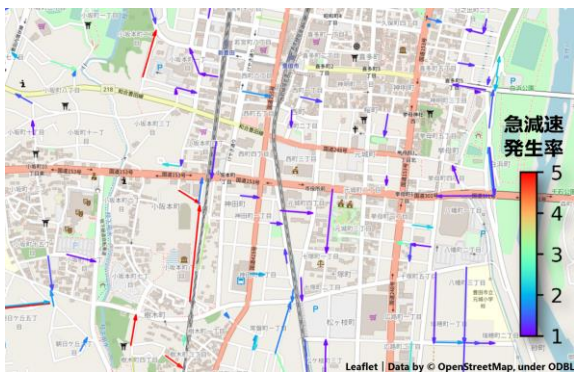


図-9 走行ルートに沿った急減速発生率

図-9は急減速の発生率を、道路区間ごと進行方向に分けて集計した情報である。この情報により、具体的に対策を実施すべき場所を絞り込むことができる。一方で、危険な交差点を抽出するなど、図-4のような区画での集

計が便利な場合もある。

#### (2) 危険の要因となる道路の走行情報

日本道路交通情報センター（JARTIC）で公開されている道路の規制情報<sup>9)</sup>を用いると、急減速発生率以外にも交通安全に関わる情報を算出できる。



図-10 一時停止線での停止率

図-10は終端に一時停止を含む道路区間での車両の停止率である。道路区間の位置情報と一時停止線の場所から、停止線を含む道路区間を抽出した。その区間を通過する走行のうち、3km/hより低い車速まで減速した走行の割合を計算した。これを急減速発生率と合わせることで、危険の要因を示唆する情報になる。さらに、図-6と同様の効果検証にも利用できる。



図-11 30km/hを超える走行の割合とゾーン30区間

図-11はゾーン30区間（水色ハッチング部）において30km/hを超えた走行の割合であり、こちらも危険の要因を示唆する情報になる。他にも図-7で評価した最低車速の平均や、その道での速度の出しやすさを示す最高車速の平均なども計算でき、やはり対策立案や効果検証に有効な情報となる。

### 4. おわりに

本研究では、トヨタのプローブデータを活用した交通

安全対策支援の実用的な方法を検討し、以下の成果と知見を得た。

- 0.4G 以上の急減速の発生地点のうち、急減速を頻発してしまう車両のデータを除いたものは事故発生地点と良く相関するため、対策が必要な危険場所の抽出に利用することができる。さらに、この情報により潜在的な危険箇所が抽出できる可能性も示唆した。
- 安全対策の前後の運転挙動を比較することにより、対策後 4 カ月という短期間で経年変化も含めて定量的な効果検証を行うことが出来た。これにより、追加の対策検討や別の場所での類似の対策へのフィードバックも迅速に行うことができるようになる。
- プローブデータと地図の道路区間情報や規制情報を組み合わせることで、危険の要因となる道路の情報をシステムチックに算出することができるため、安全対策の立案と効果の検証をさらに効率化できる。
- 道路網羅率の高いプローブデータ利用することにより、日本全国の道路安全対策への貢献が期待できる。

今後の課題として、まず急減速挙動の精査があげられる。郭ら<sup>9)</sup>が言及しているように 0.4G 以上の急減速の中にも、例えば交差点侵入直前に信号が赤に変わり停止するために減速した場合など、危険と直接関係のない減速も含まれている。急減速だけでなく、その時の車両の車速や舵角、走っている道路の情報を組み合わせることで、本当に危険な減速だけを抽出できるようにしていく。

次にリスクモデルの構築である。今回は急減速のデータにより危険箇所を抽出したが、急減速がなくても事故が発生している場所も存在する。そのような場所も検知するため、道路の走行情報などから事故発生率などのリスクを予測するモデルが必要になる。

こうした技術開発を進め、さらに道路の交通安全に貢献していきたい。

**謝辞**：本研究の実施に際し岡山県赤磐市、愛知県豊田市、トヨタモビリティ基金をはじめとする、実証実験参加メンバーの方々に多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

## REFERENCES

- 1) 内閣府: 交通安全白書 令和 4 年版
- 2) 内閣府: 第 11 次交通安全基本計画
- 3) 国土交通省: 生活道路の交通安全確保に関する地方自治体等の施策の実態調査, 平成 29 年 3 月, <<https://www.mlit.go.jp/common/001183368.pdf>>
- 4) 国土交通省: 交通安全対策の取組, <<https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/torikumi.html>>, 2022/8/1 に閲覧。
- 5) 山崎 慎也, 高橋 弘行, 都築 清士, 塚原 英徳, 嶋田 一彦, 江尻 剛士, 石見 成行, 竹下 航: プローブ情報を活用したヒヤリハット情報提供の検討, 自動車技術会論文集 39 巻 3 号 3\_239-3\_243, 2008
- 6) 菊地春海, 岡田朝男, 水野裕彰, 絹田裕一, 中村俊之, 萩原剛, 牧村和彦: 道路交通安全対策事業における急減速挙動データの活用可能性に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 68, No. 5 (土木計画学研究・論文集第 29 巻), pp. 1193-1204, 2012.
- 7) 谷口 智 広, 中川 辰 則: ETC2.0 データを活用した生活道路対策, 交通科学 Vol. 51, No. 1 26-29, 2020
- 8) 日本道路交通情報センター HP, <<https://www.jarttic.or.jp/>>
- 9) 郭 雪松, 掛井 孝俊, 川瀬 晴香, 小林 寛: ドライブレコーダデータ分析に基づいた危険な急減速を見極める手法に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 76, No. 5 (土木計画学研究・論文集第 38 巻), I\_649-I\_656, 2021

(Received July 1, 2022)

(Accepted November 1, 2022)

## SUPPORT FOR TRAFFIC SAFETY MEASURES BY VEHICLE PROBE DATA

Masatoshi SATO, Tatsuya OBUCHI and Yosuke KIMURA

In this research, we propose a practical method to support traffic safety measures by utilizing TOYOTA's probe data. First, we establish a method for extracting candidate locations for countermeasures based on the occurrence rate of sudden brake. Next, we demonstrate that the effects of countermeasures can be evaluated quantitatively in a few months by comparing changes in vehicle behavior passing through countermeasure points. Furthermore, we construct a method to calculate the rate of sudden brake, the rate of stopping at stop lines, the rate of exceeding the speed limit, etc. over a wide region by combining the probe data with map information and road regulation information. This makes it possible to plan countermeasures and verify their effects more efficiently. In addition, the high coverage rate of our probe data, including community roads, is expected to contribute to traffic safety measures nationwide.