

商用車プローブデータの車線逸脱・ふらつき・ 車間距離等の挙動を用いた道路交通分析

仲条 仁¹・田中 準二²・今井 龍一³

¹正会員 株式会社ケー・シー・エス (〒112-0002 東京都文京区小石川1-1-17)
E-mail: j-chujo@kcsweb.co.jp

²非会員 矢崎エナジーシステム株式会社 (〒427-8555 静岡県島田市横井1-7-1)
E-mail: junji.tanaka@jp.yazaki.com

³正会員 東京都立大学 工学部 都市工学科 准教授 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)
E-mail: imair@tcu.ac.jp

自動車の走行や挙動の実態が把握できるプローブデータを用いた道路交通分析は、道路渋滞による損失の低減、交通需要の適正化や交通事故の低減等の道路施策の推進に必要不可欠となってきた。これまで、交通安全分野においても挙動履歴の「急減速データ」を用いた各種分析で有益な結果が得られている。この先例に倣うと、急減速以外の多種多様な挙動履歴も同様に、道路施策の推進に有益な知見をもたらすことが期待される。

本稿は、既存の道路交通分析では用いられていない商用車に設置したデジタルタコグラフおよびドライブレコーダー一体型車載器から得られたプローブデータ（走行・挙動履歴）に着目し、このプローブデータの挙動履歴である車線逸脱警報、ふらつき警報、車間距離警報および路面標示警報の基本特性を明らかにするとともに、道路交通分析への活用可能性を考察する。

Key Words : probe data, Commercial vehicle, Deceleration, Traffic accident, Digital tachograph

1. はじめに

自動車の走行や挙動の実態が把握できるプローブデータを用いた道路交通分析は、道路渋滞による損失の低減、交通需要の適正化や交通事故の低減等の道路施策の推進に必要不可欠となってきた。プローブデータは、官民双方で収集されており、ごく一般の普通自動車からタクシー、トラックやバス等、近年、その種類が増えつつある¹⁾³⁾。また、収集あるいは提供されているプローブデータの走行履歴や挙動履歴の仕様も異なる。

走行履歴は、旅行速度調査や道路整備の効果計測等に用いられている⁴⁾。挙動履歴は、急減速を用いたヒヤリハット事象の分析による交通安全分野の各種検討（危険箇所抽出、要因分析、対策立案や効果評価）の有効性が報告されている⁵⁾²³⁾。現在の道路交通分析に利用されている挙動履歴の急減速は2種類に大別できる。具体的には、車載加速度センサで計測した減速度から判定した急減速⁵⁾¹⁴⁾、GPS位置情報により2地点間の速度差から算

出した減速度により判定した急減速¹⁵⁾²²⁾があり、この両者の特性は山下ら²³⁾により比較分析されている。また、ドライブレコーダー（以下、「ドラレコ」という。）から取得した動画から車両の挙動を人間が観察し、要因を分析している事例もある²⁴⁾²⁵⁾。

挙動履歴の「急減速」のみでも箇所別の危険度や危険要因の分析、事故対策の検討および対策後の効果測定等への有益な結果が得られている。この先例に倣うと、挙動履歴には急減速以外にも多種多様なデータがあるため、各データに対する道路交通分析への活用可能性を明らかにすることで、道路施策の推進に有益な知見をもたらすことが期待される。

本研究の目的は、道路交通分析におけるプローブデータの多種多様な挙動履歴の活用可能性を明らかにすることとした。そのために本研究は、既存の道路交通分析では用いられていない商用車に設置したデジタルタコグラフ（以下、「デジタコ」という。）およびドラレコから得られたプローブデータ（走行・挙動履歴）に着目した。

本稿は、このプローブデータの基本特性を明らかにし、道路交通分析への活用可能性を考察する。

2. 商用車プローブデータの基本特性

(1) データの特質及び本研究の着眼点

本研究が着目した商用車プローブデータは、矢崎エナジーシステム社のデジタコ・ドラレコ一体型車載器 DTG7 (図-1, 図-2) を用いて収集されている。DTG7は平成27年5月に販売開始されており、全国の普及台数は平成28年6月現在で約1万5千台となっている。搭載車両は、運行記録計(デジタコ・アナログタコグラフ)の設置が義務化されている車両総重量7トン以上または最大積載量4トン以上の事業用トラックが対象となっている。

表-1は、DTG7により取得される主なデータを4種に大別して示している。その中で交通事故危険指標の4項目(太字・下線で表記)は、ドラレコ画像の自動認識技術を用いて抽出された車両の危険挙動であり、このプローブデータの特質となっている。

本研究は、この特質を活かした道路交通分析手法の有用性を明らかにすることとし、次節以降で4項目の仕様を詳説する。

(2) 車線逸脱警報

車線逸脱警報は、60km/h以上の走行時にウインカーを出さずに車線を跨ぐと取得される。そのアルゴリズムとしては、デジタコ画像から自車走行レーンの両側の白線を認識し、ウインカー操作せずに車線を跨ぐと車線逸脱として検知される。そして、検知された車線逸脱の挙動は、該当する0.5秒刻みのプローブデータのすべてに記録される。

ただし、車線逸脱警報の判断軸となる自車走行レーンの白線は認識されにくい場合もある。図-3は具体例を示しており、激しい降雨等の天候条件で白線が見えなかったり、白線自体が消えかかっていたり、白線幅が大きかったりすると認識できないことがある。

(3) ふらつき警報

ふらつき警報は、前節の車線逸脱が1分以内に3回検知されると取得される。そのアルゴリズムとしては、車線逸脱の検知後30秒以内に再度車線逸脱が検知され、さらにもう1回30秒以内に車線逸脱が検知されると、ふらつき警報として検知・記録される。連続的に4回目の車線逸脱が検知された場合は、前2回の検知結果と併せて3回とカウントし、ふらつき警報として検知・記録される。すなわち、3回以上連続的に車線逸脱を行うと、ふらつき警報回数も多数回記録されることとなる。



図-1 DTG7車載器



図-2 DTG7車載器の設置後の様子(車内)

表-1 DTG7により取得できる主なデータ項目

種別	主なデータ項目
個車属性	車両コード, 乗務員コード, 運転開始・終了時刻, 実車/空車ステータス 等
位置情報	時刻(0.5秒単位), 緯度, 経度, 移動距離(m), 速度 等
走行状態	回転数(rpm), アクセル開度, ブレーキ, ウインカー, 坂道, 高速道フラグ, ETC料金 等
交通事故危険指標	Gセンサ値, 急旋回フラグ, 車線逸脱警報 , ふらつき警報 , 車間距離警報 , 路面標示警報 等



図-3 車線逸脱における走行車線の画像認識がしにくくなるケースの代表例

(4) 車間距離警報

車間距離警報は、60km/h以上の走行時に走行速度に応じた前方車両（四輪車）との距離がとられていないと取得される。そのアルゴリズムとしては、まず、デジタコ画像から自車走行レーンの両側の白線および前方を走行している車両（四輪車）を認識する。次に、認識結果を基に前方車両との距離を推定し、自車の走行速度から前車との時間差（≒車頭時間）を求める。その時間差が設定値以下の状態で6秒継続すると車間距離警報として検知・記録される。

時間差はDIG7のユーザが任意にセットすることができるが、デフォルト値は1.5秒となっている。また、前方車両は四輪車が対象となっており、二輪車、人、対向車や静止物（停止車両等）は対象外となっている。さらに、前方車両が認識されにくい場合もある。図-4は具体例を示しており、極端な逆光、激しい水けむり、夜間ヘッドライトの範囲外や高い壁のある急カーブ箇所等の場合は前方車両を認識できないことがある。

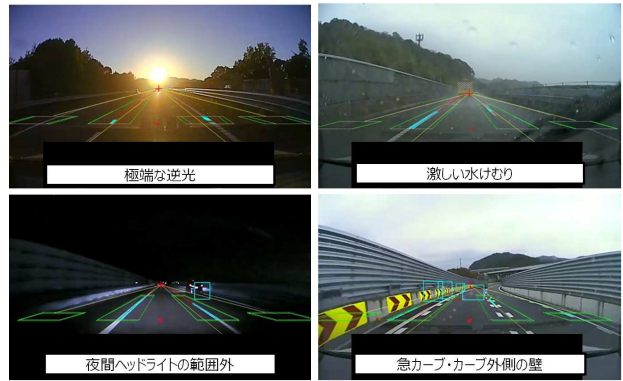


図-4 車間距離警報における前方車両の画像が認識しにくいケースの代表例

(5) 路面標示警報

路面標示警報は、自車の走行速度（30km/h～80km/h）が路面標示の速度以上になっていると取得される（図-5）。そのアルゴリズムとしては、デジタコ画像から路面に標示してある最高規制速度の数字（30、40、50のいずれか）を認識し、自車の速度が規制速度を超えていると、路面標示警報として検知・記録される。また、「この先横断歩道あり」を意味するひし形（横断歩道あり）の路面標示も認識し、その時に自車が加速（速度差による判定）していれば、路面標示警報として検知・記録される。

前節までと同様、路面標示が認識されにくい場合もある。図-6は具体例を示しており、標示が欠損していたり、標示が前方車両の下に隠れていたり、路面が水たまり等で反射していたり、ワイパーにより画像が遮られたりすると路面標示を認識できないことがある。

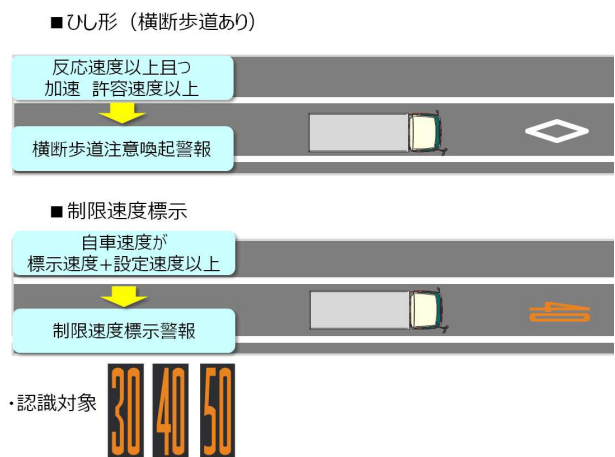


図-5 路面標示警報の機能イメージ

3. 各警報データの取得状況等の検証

本研究では、前章にて整理した4項目の警報データの実際の取得状況を把握するため、事例検証を実施した。今回の検証は、異常値の除去や適性値への補正等のクレンジング処理・加工していない生データを用いた。また、全国のDIG7搭載車のうち、関東地方を走行している一部の事業者における取得データを対象とした。

(1) 車線逸脱警報及びふらつき警報の取得状況

車線逸脱警報およびふらつき警報は、平成27～28年に連続して死亡交通事故が発生¹¹しており、その事故内容が

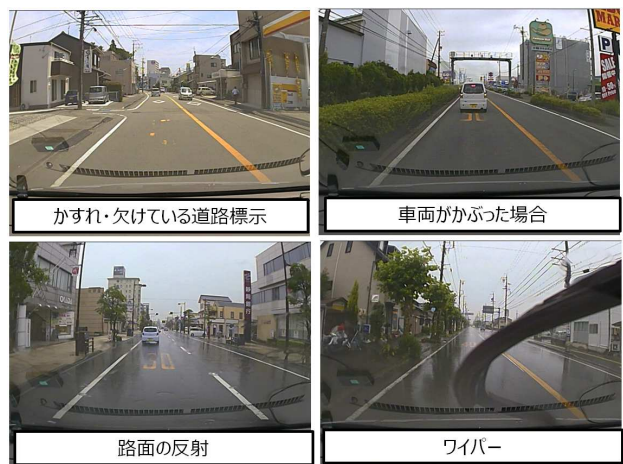


図-6 路面標示警報における画像が認識しにくいケースの代表例

車線逸脱であった東名高速道路の厚木IC～秦野中井IC（15.1km）の区間を検証対象とした。プローブデータの抽出期間は、平成27年9月から平成28年2月までの6か月間の夜間を除く昼間12時間（7時～19時）とし、時間降

水量10mm以上を記録した降雨日^[2]は除外した。

抽出した車線逸脱警報およびふらつき警報の箇所を図-7に示す。図中の急減速は、同一の商用車プローブデータの車両別の走行位置情報から減速度を算定し、0.3G以上^[3]を対象に示している。カーブ区間の中でも車線逸脱警報やふらつき警報が発生している危険箇所がある程度限定されていることがわかる。また、図中に死亡事故発生箇所^[4]もプロットしているが、44.4kpの事故発生箇所付近には、車線逸脱警報やふらつき警報も多数発生しており、実在した事故の危険性を示す参考資料にもなる。車線逸脱警報やふらつき警報と急減速箇所が重ならない箇所も出てくることから、ヒアリハット種別によって対策を分けて考察することが可能になると考えられる。

(2) 車間距離警報の取得状況

車間距離警報は、平成27年中に13件の人身事故が発生しており、高速道路の人身事故多発区間の第2位に位置づけられている首都高速道路の高速湾岸線 有明JCT～東雲JCT (1km) 区間を検証対象とした。また、当該区間は、上記13件の事故のうち10件が追突事故となっており、

車間距離警報の検証対象として適していると判断した。プローブデータの抽出期間は、平成27年9月と10月の2か月分とした。

抽出した車間距離警報の箇所を図-8に示す。当該区間に、車間距離警報が多重的に記録されており、車間距離が充分とれていない交通状況が発生していることがわかる。また、当該区間の同一期間に急減速は検出されていないことから、車間距離警報が追突の危険性を示した潜在的事故発生区間として考えることができる。

(3) 路面標示警報の取得状況

路面標示警報は、埼玉県川越市広栄町の周辺地区を検証対象とした。当該地区は、関越自動車道の川越ICの出入りが国道16号に接続する地区であり、大型車交通量も多く、かつ周囲に住宅地も広がっている状況である。国道16を中心に速度規制されているため、路面標示警報の検証に適していると判断した。プローブデータの抽出期間は、平成27年9月～平成28年2月までの6ヶ月とした。

抽出した路面標示警報の箇所を図-9に示す。路面標示警報は最高規制速度を示す路面標示上付近に集中してい

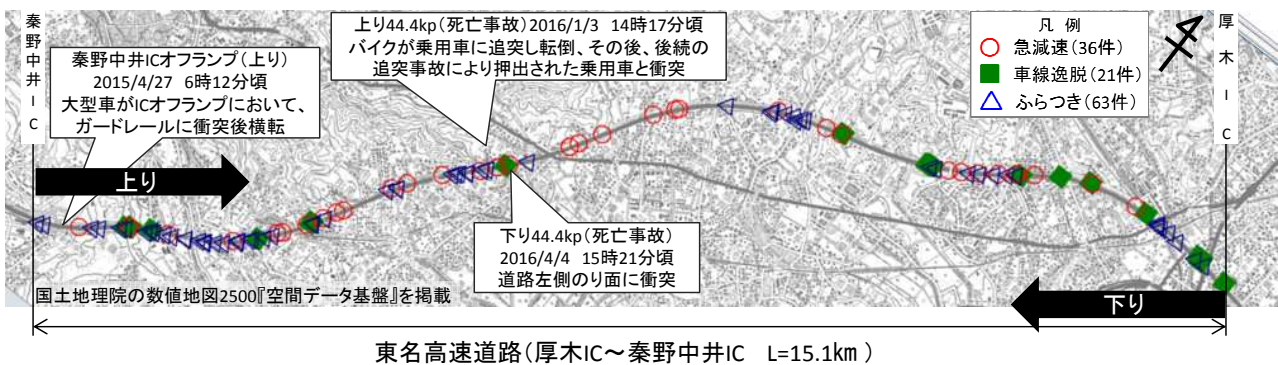


図-7 東名高速道路厚木IC～秦野中井ICにおける車線逸脱警報，ふらつき警報発生箇所



図-8 首都高 高速湾岸線 有明JCT～東雲JCTにおける車間距離警報発生箇所

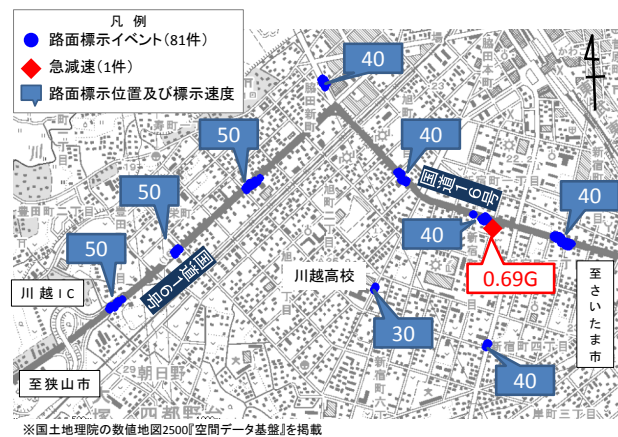


図-9 埼玉県川越市における路面標示警報発生箇所

る。対象地区では9箇所の路面標示箇所で合計81件が記録されていた。各路面標示箇所の件数や発生時間帯等を分析することで、これらの箇所による速度抑制対策の検討に資すると考えられる。また、路面標示が連続する路線では、1台の車両が連続的に路面標示警報を記録している可能性がある。このため、どの区間が危険性が高いか等の相対評価を行う場合は、単純な件数による比較ではなく、指標値の設定が必要になると考えられる。

4. 各警報データの活用可能性

本章は、前章の検証結果を踏まえて、道路施策に対する各警報データの活用可能性を考察する。

(1) 潜在的事故危険箇所の把握の高度化

車線逸脱警報やふらつき警報を使用した東名高速道路における検証では、カーブ区間において車線逸脱が生じやすい箇所の傾向が把握できた。平成28年1月に発生した長野県軽井沢町国道18号碓氷バイパスにおけるバス事故のように、車線を逸脱して路外に転落する大事故の予兆ともいえるヒヤリハット箇所が取得できる可能性がある。また、ウインカー操作無しに車線変更した挙動も検知されるため、分合流部や織り込み区間での危険挙動も分析できる可能性を有していると考えられる。

これら分析結果は、危険性の高い箇所への注意喚起の標識設置や、テレマティクスサービスの1つのコンテンツとしてドライバへの注意喚起等の活用が考えられる。

(2) 追突事故危険箇所の把握

車間距離警報を使用した湾岸高速道路における検証では、追突事故の多発箇所にて当該指標が集中していることが把握できた。この結果から、追突事故の危険箇所を把握するひとつの評価指標としての活用が期待できる。他のプローブデータから把握した急減速発生箇所等とも組み合わせ活用することで、道路上の危険箇所をきめ細やかに把握することができると考えられる。

さらに道路構造（縦断・横断勾配、曲率やトンネル等）も加味して分析することにより、速度低下による車間距離が詰まる状況や速度が上昇しやすい区間を把握できる可能性もある。把握できた区間特性に応じて、車線逸脱と同様に、注意喚起するための各種施策やサービスの展開が考えられる。

(3) 生活道路事故対策への活用

路面標示警報を使用した埼玉県川越市における検証では、規制速度の路面標示箇所において速度超過している走行履歴データが把握できた。元来、路面標示は規制速

度の超過による危険性の箇所を対象に付されていることを考慮すると、そのような区間・箇所での大型車の速度超過は重大交通事故の危険性が高まると考えられる。

路面標示警報は、危険性の高い区間での速度抑制対策等の検討に資する可能性がある。また、速度抑制策の実施前後のデータを取得することで整備効果を計測する指標としての活用も期待できる。

さらに、今回は検証していないが、路面標示警報を生じた車両の走行経路を分析し、例えば高規格道路への走行を誘導する等の対策の検討材料にも活用できる。

5. 今後の課題

前章までの結果から、各警報データの特質を活かした道路交通分析の有効性を示唆することが確認できた。本章は、各警報データの特質を遺憾なく活かした道路交通分析を実施していくうえでの今後の課題を考察する。

(1) 各警報データの取得精度の把握

各警報データはいずれも画像認識技術を活用している。このため、白線、前方車両や路面標示の特定率や信頼度の精度を把握・留意したうえで、道路交通分析に用いることが望ましく、これらの精度検証が今後の課題としてあげられる。

(2) クレンジング処理の確立

前述のデータの取得精度とも関連するが、プローブデータの異常値の除外や適切な指標値の獲得のためのクレンジング処理を確立していく必要がある。

各警報データは、0.5秒毎の走行履歴に収録されているため、道路交通分析によっては用途には即応しない無数の警報データを扱わなければいけない場合が生じることが想定される。各用途に応じた警報データの集計処理もクレンジング処理と併せて検討していく必要がある。

(3) 検証事例の充実・蓄積

今回は、3事例を対象に検証したが、他地域や他路線等でも引き続き検証を進め、有効性を高めていくことが今後の課題としてあげられる。その一環にて、広域かつ長期間を対象にした統計データを生成し、他の交通指標（交通量、旅行速度や事故データ等）と比較検証することも一例としてあげられる（前節(1)とも関連）。

(4) 他の交通関連ビッグデータとの組合せ分析

本研究で着目した商用車プローブデータは、大型車の挙動特性を有している。他の一般車プローブデータとの組合せ分析により、普通車および大型車それぞれの挙動

特性（危険箇所）や大型車特有の危険箇所等を明らかにできる可能性がある。

具体例としては、ETC2.0プローブデータや一般車プローブデータ等と、商用車プローブデータを組み合わせることで、より複合的な要因による危険箇所の把握ができる可能性があり、これらの分析手法が今後の課題としてあげられる。

6. おわりに

本稿は、既存の道路交通分析では用いられていないデジタコ・ドラレコ型車載器DTG7により取得された商用車プローブデータの基本特性を整理するとともに、画像認識を活用した危険挙動データを対象に基礎的な分析を行った。そして、道路施策に対する各警報データの活用可能性や今後の課題を考察した。

今後も各警報データを用いた分析や検証を蓄積し、道路交通分析におけるプローブデータの多種多様な挙動履歴の活用可能性を明らかにしていく。

補注

- [1] 神奈川県警HP (<https://www.police.pref.kanagawa.jp/mes/mes87001.htm>) より死亡交通事故発生状況を確認した。当該区間では平成28年1月から6月末時点で2件、平成27年では1件の死亡交通事故が発生している。
- [2] 気象庁によると、時間雨量が10mm以上～20mm未満を「やや強い雨」と定義しており、20mm以上になると大雨注意報や警報が発令される基準となる。気象庁の海老名観測所の記録を参照し、対象6ヶ月の期間内に時間雨量10mm以上を記録した日は8日間存在する。
- [3] 畠中ら⁸⁾の研究によると、走行実験等の結果からヒヤリハットを検出できる閾値として、前後加速度-0.3Gとすることが知見として得られている。

参考文献

- 1) 内閣官房情報通信技術総合戦略室：交通データ利活用に係るこれまでの取組と最近の動向について、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/douro/dai3/siryou1.pdf>、(2016.7入手)
- 2) 松中亮治，谷口守，端戸裕樹：バスプローブデータを用いた一般車両走行速度の推計方法に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.32，2005。
- 3) 中村俊之，絹田裕一，中嶋康博，牧村和彦，高橋誠，森川高行：物流データを用いたヒヤリハット特性の考察，土木計画学研究・講演集，Vol.38，2008。
- 4) 門間俊幸，橋本浩良，松本俊輔，水木智英，上坂克巳：プローブデータ活用と道路交通分析の新たな展開，土木技術資料，Vol.53，No.10，pp.14-17，2011。
- 5) 岡本和夫，山本俊行：プローブデータを用いた系統信号制御による交通安全効果の事前事後分析，土木計画学研究・講演集，Vol.33，2006。
- 6) 山本俊行，鄧磊，森川高行，森川博邦，森本善也：プローブデータによる交通事故多発危険交差点の抽出可能性に関する分析，土木計画学研究・講演集，Vol.33，2006。
- 7) 畠中秀人，平沢隆之，真部泰幸，渡邊寧，井上洋，竹中憲郎，川崎弘太：プローブデータを活用した安全走行支援サービスに関する検討，第6回ITSシンポジウム，2007。
- 8) 畠中秀人，平沢隆之，渡邊寧，井上洋：プローブデータを活用したヒヤリハット検出に関する検討，交通工学研究発表会論文報告集，第27回，2007。
- 9) 寺田昌由，山本俊行，三輪富生，森川高行：交通データとプローブカーデータを用いた潜在的交通事故危険度に関する研究，第7回ITSシンポジウム，2008。
- 10) 絹田裕一，北村清州，中村俊之，中嶋康博，牧村和彦，高橋誠，森川高行：道路交通安全対策の効果計測におけるプローブカーデータの適用可能性に関する検討，第7回ITSシンポジウム，2008。
- 11) 畠中秀人，平沢隆之，八重柏陽介，竹中憲郎：プローブデータを活用した安全走行支援システムの実用化に向けた検討，交通工学研究発表会論文集，第28回，2008。
- 12) 山崎慎也，舟久保晃，谷澤悠輔：プローブ情報を活用した安全運転支援技術の開発，第8回ITSシンポジウム，2009。
- 13) 山田浩，市川英敏，片野裕介：プローブデータの交通安全対策への活用，平成22年度国土交通省国土技術研究会，2010。
- 14) 矢田淳一，尾崎悠太，藪雅行：プローブデータを活用した危険箇所抽出手法に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.49，2014。
- 15) 内海和仁，中村司，割田博，高田潤一郎：プローブデータを活用した安全性向上に関する施策評価手法の検討，交通工学研究発表会論文集，第30回，2010。
- 16) 絹田裕一，中村俊之，萩原剛，牧村和彦，岡田朝男，水野裕彰，菊地春海：道路交通安全対策事業におけるヒヤリハットデータの活用可能性に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.44，2011。
- 17) 岡田朝男，水野裕彰，中村俊之，絹田裕一：道路における交通事故とヒヤリハットの関係性に関する基礎的研究，交通工学研究発表会論文集，第31回，2011。
- 18) 菊地春海，加納行雄，萩原剛，絹田裕一，牧村和彦，清水哲夫：急制動防止を目的とした情報提供の実証的效果分析，第11回ITSシンポジウム，2012。
- 19) 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.68，2012。
- 20) 加藤秀樹，安藤良輔，小野剛史，三村泰広，樋口恵一：市民プローブを活用した交通安全評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.45，2012。
- 21) 藤井琢哉，高橋孝治，清橋秀聡，馬場範夫：民間プローブデータを用いた事故対策の評価と効果モニタリング・評価手法の検討，土木計画学研究・講演集，Vol.49，2014。

- 22) 小島悠紀子, 兒玉崇, 井上徹, 田名部淳: プローブデータの交通安全対策等への活用可能性検討, 土木計画学研究・講演集, Vol50, 2014.
- 23) 山下浩行, 菊地春海, 加納行雄, 佐藤光, 市川博一, 井上秀行: 交通安全施策におけるプローブ情報の活用に向けた減速度データの特性に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, 2013.
- 24) 松沼毅, 有賀浩一, 内藤義之, 田中淳, 後藤秀典: ドライブレコーダーを活用した生活道路における交通安全対策, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.
- 25) 伊藤克広, 中洲啓太, 金子正洋: 生活道路におけるヒヤリハット事象の分析—映像記録型ドライブレコーダーを用いたアプローチ—, 年次学術講演会講演概要集 第4部, 65巻, pp.217-218, 2010.

(2016.7.31受付)