

商用車プローブデータの挙動履歴を活用した ITS サービスの展開

仲条 仁*¹ 田中 準二*² 今井 龍一*³

株式会社ケー・シー・エス (〒112-0002 東京都文京区小石川 1-1-17) *¹

E-mail: j-chujo@kcsweb.co.jp

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) *²

E-mail: junji.tanaka@jp.yazaki.com

東京都市大学 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1) *³

E-mail: imair@tcu.ac.jp

自動車の走行や挙動が把握できるプローブデータ（走行履歴、挙動履歴）は、ITS サービスの展開を図る重要な資産である。近年、挙動履歴の急減速は、ヒヤリハット等の危険箇所の抽出をはじめ、多くの知見をもたらしている。挙動履歴には急減速以外にも多様なデータがあるため、その特性を明らかにしていくと、ITS サービスの展開に有益な知見をもたらすことが期待される。

本稿は、当該分野における未知のプローブデータとして、商用車に設置したデジタルタコグラフとドライブレコーダーの一体型車載器から収集された走行履歴や挙動履歴（路面標示速度超過、急旋回、車線逸脱やふらつき等）の基本特性を報告し、ITS サービスにおける活用方策を考察する。

Development of ITS service using behavior record of commercial car

Jin Chujo *¹ Junji Tanaka *² Ryuichi Imai*³

KCS.Co.,LTD*¹

YAZAKI Energy System.Co.,LTD*²

TOKYO CITY UNIVERSITY*³

In recent years, utilizing the probe data of the motor vehicle, ITS service is promoted. Probe data is utilized to analyze the speed or deceleration occurrence location.

In this paper, the probe data that has been collected from the integrated type vehicle-mounted device of the digital tachograph and the drive recorder installed in commercial vehicles analyzed. In this new probe data, because it records the alarm data, such as lane departure and speed excess, it reports these basic characteristics, to consider the future of the use of measures in the ITS services.

Keyword: 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は、道路渋滞による損失低減、交通需要の適正化や交通事故低減等、ITS サービスの展開の根幹を担う道路交通分析に必要不可欠となっている。プローブデータは、官民の各主体で収集されており、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⁾。そのデータ仕様は走行履歴および挙動履歴に大別できるが、標準化には至っていない。

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、急減速を用いた交通安全分野の各種検討（ヒヤリハット等の危険箇所の抽出、要因分析、対策立案や効果評価等）の有効性が挙げられる⁵⁾²³⁾。先例で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、車載加速度センサに基づく減速度から判定した急減速⁵⁾¹⁴⁾と、GPS位置情報の2地点間の速度差から算出した減速度から判定した急減速¹⁵⁾²²⁾とがあり、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の目視により要因分析している事例もある²⁴⁾²⁵⁾。

挙動履歴の「急減速」のみでも多くの有益な結果が得られている。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、その特性を明らかにしていくと、ITSサービスの展開に有益な知見をもたらすことが期待される。

本研究は、当該分野における未知のプローブデータとして、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、当該プローブデータの基本特性を報告し、ITSサービスにおける活用方を考察する。

2. 商用車プローブデータの仕様

2-1 基本仕様

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）を用いて収集されている。DTG7は平成27年6月に販売が開始されており、全国の普及台数は平成28年9月現在で約3万5千台となっている。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から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ITSサービスにおける活用方を考察することとし、次節以降で4項目の仕様を詳説する。



図-1 DTG7 車載器

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

2-2 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する。検知した車線逸脱の挙動は、該当する0.5秒刻みの位置情報に付記する。

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できない場合がある。図-2は具体例を示しており、激しい降雨等の天候、白線の劣化や特異な白線幅等の場合は認識できないことがある。



図-2 走行車線の画像認識が困難な例



図-3 前方車両の画像認識が困難な例

2-3 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回検知すると取得される。そのアルゴリズムは、車線逸脱の検知後30秒以内に車線逸脱が再度検知され、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・記録する。連続的に4回目の車線逸脱が検知されると、前2回の検知結果と併せて3回と数えて、ふらつき警報として検知・記録する。すなわち、3回以上連続的に車線逸脱を行うと、ふらつき警報も多数回記録される。

2-4 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)との距離を確保していないと取得される。そのアルゴリズムは、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の走行車両(四輪車)を認識する。次に、認識結果を元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2種類あり、DTG7ユーザーが選択でき

■制限速度標示



図-4 路面標示警報の機能イメージ



図-5 路面標示の認識が困難な例

るようになっている。前方車両は四輪車が対象で、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。また、前方車両は図-3のような極端な逆光、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条件下では認識できないことがある。

2-5 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-4)。そのアルゴリズムは、デジタコ画像から路面標示の規制速度の数字(30, 40, 50が対象)を認識し、自車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・記録する。また、「この先横断歩道あり」を意味するひし形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)していると、路面標示警報として検知・記録する。

前節までと同様、路面標示は図-5のような標示の欠損、オクルージョン(前方車両やワイパーで路面標示が見えない)、水たまり等による路面反射等の条件下では認識できないことがある。

3. 各警報データの有用性の基礎検証

本研究では、前章で述べた4項目の警報データの有用性を把握するため、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DTG7搭載車のうち、関東を走行している一部の事業者の取得データを対象とした。

3-1 車線逸脱警報及びふらつき警報

標題の検証対象は、平成27～28年に車線逸脱を原因とした死亡交通事故が複数発生^[1]していた東名高速道路の厚木IC～秦野中井IC(15.1km)区間とした。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。

抽出した標題2種類の警報の箇所を図-6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位置情報から減速度を算定し、ヒヤリハットの検出の閾値である0.3G以上^[3]を対象に示している。図を見ると、カーブ区間の中でも各警報の発生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^[1]も示しているが、44.4kpの事故発生箇所付近には、両方の警報が多数発生しており、実在した事故の危険性を示す参考資料になる。すなわち、それぞれの急減速箇所に対する前後の挙動を各警報結果から分析できる。

3-2 車間距離警報

標題の検証対象は、平成27年中に13件の人身事故が発生(うち10件が追突事故)し、高速道路の人身事故多発区間の第2位である首都高速道路の高速湾岸線 有明JCT～東雲JCT(1km)区間とした^[3]。プローブデータの抽出期間は、平成27年9月と10月の2か月間とした。

抽出した車間距離警報の箇所を図-7に示す。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、同一期間に急減速は検出されていないため、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の候補として考えることができる。

3-3 路面標示警報

標題の検証対象は、関越自動車道の川越ICの出入口が国道16号に接続し、大型車交通量も多く、かつ周囲に住宅地も広がっている埼玉県川越市広栄町の周辺地区とした。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ヶ月間とした。

抽出した路面標示警報の箇所を図-8に示す。対象地区では9箇所の路面標示があるが、警報は路面標示付近で81件も記録されていた。発生時間帯等も加味して分析することで、箇所特性に応じた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



図-7 首都高 高速湾岸線 有明JCT～東雲JCTにおける車間距離警報の発生箇所

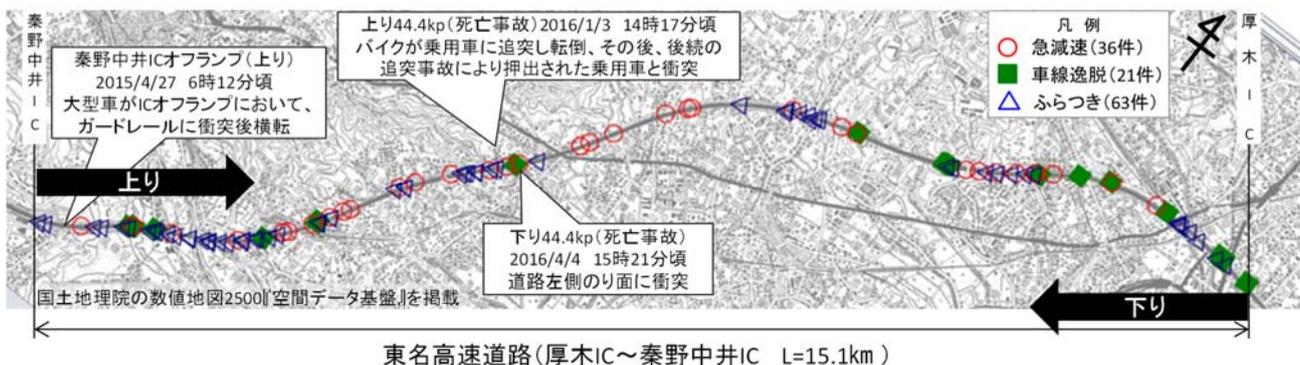


図-6 東名高速道路 厚木IC～秦野中井ICにおける車線逸脱警報およびふらつき警報発生箇所

の連続区間では、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、危険度評価指標を設けた分析手法の考案等の措置が必要になると考えられる。

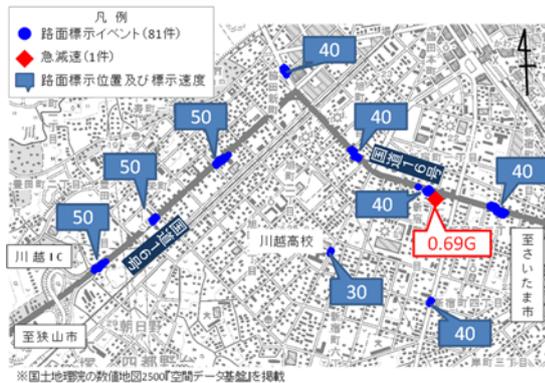


図-8 埼玉県川越市の路面標示警報の発生箇所

4. 各警報データの活用可能性の考察

本章は、前章の検証結果を基に、ITS サービスに対する当該プローブデータの活用可能性を考察する。

4-1 潜在的事故危険箇所の分析及び対策の高度化

車線逸脱警報やふらつき警報を用いると、車線逸脱が生じやすい箇所の特性を把握できる。また、ウィンカーの操作無しに車線変更した箇所も特定できるので、分合流部や織り込み区間での危険挙動を把握できる。当該データを用いて分析すると、例えば平成28年1月に発生した長野県軽井沢町国道18号碓氷バイパスのバス事故のように、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を抽出できる可能性がある。

この分析結果は、ITS サービスの一環として、危険性の高い箇所への注意喚起の情報板設置や、テレマティクスサービスのコンテンツとして運転者への注意喚起等を行う活用方策が考えられる。

4-2 追突事故危険箇所の分析及び対策の高度化

車間距離警報を用いると、追突事故の多発箇所における車両の挙動を把握できる。他のプローブデータから抽出した急減速発生箇所等とも組み合わせて分析することで、道路上の危険箇所をきめ細やかに把握できると考えられる。さらに、道路構造（縦断・横断勾配や曲率、分合流部、折り込み区間やトンネル等）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。

この分析結果は、前節と同様、区間特性に応じた運転者への注意喚起等のITSサービスの活用方策が考えられる。

4-3 生活道路での危険箇所の分析及び対策の高度化

路面標示警報を用いると、規制速度の路面標示箇所において速度超過している実態が把握できる。元来、路面標示は規制速度の超過による危険性の高い箇所を対象に付されているため、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。

この分析結果は、商用車のみならず、速度超過が発生しやすい箇所として全車両を対象に注意喚起するITSサービスの活用方策が考えられる。さらに、歩行者・自転車側への注意喚起のサービスの展開にも寄与すると考えられる。

4-4 今後の課題

前節までの検証により、ITS サービスの展開における当該プローブデータの有用性を示唆する結果を得た。本節では、当該プローブデータの特質を遺憾なく活かした展開方策を推進していくうえでの今後の課題を考察する。

1) 用途に応じた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適用している。このため、用途によっては、白線、前方車両や路面標示の特定率や信頼度の精度を検証して把握する必要がある。

2) クレンジング処理手法の確立

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手法を確立していく必要がある。また、各用途に応じた警報データの集計処理手法も併せて検討していく必要がある。

3) 効果的な事例の充実・蓄積

今回の検証は3事例であるため、他地域や他路線等でも引き続き検証を進め、効果的な事例を充実・蓄積し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、広域かつ長期間の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）との比較検証も一策としてあげられる。

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、当該プローブデータと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、これらの分析手法の確立が今後の課題としてあげられる。

5. おわりに

本稿は、既存の道路交通分析やITSサービスでは用いられていないデジタコ・ドラレコ一体型車載器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報告した。そして、画像認識技術を適用した危険挙動データの有用性を検証し、道路交通分析やITSサービスに対する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、道路交通分析やITSサービスにおけるプローブデータの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 Web サイト (<https://www.police.pref.kanagawa.jp/mes/mes87001.htm>) より死亡交通事故発生状況を確認。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。
- [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」と定義されており、20mm以上は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た結果、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日間存在した。
- [3]警視庁 Web サイト (<http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotsu/jikoboshi/highway/worst.html>) より高速道路交通事故多発地点を確認。

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>、(2016.10 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) 岡本和大，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，Vol.50，2014。
- 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。