

プローブ情報を活用した安全運転支援システムの開発*

ー積雪寒冷地域のスリップ地点を対象としてー

Development of the Driving Safety Support System using Probe Information*

ー In case of skidding points in cold and snowy regions ー

塚田悟之**・上田真紀***・高橋正起***

By Noriyuki TSUKADA**・Maki UEDA***・Seiki TAKAHASHI***

1. はじめに

交通事故死者数は、年間1万人から7000人レベルまで減少してきた。この減少要因の数的証明は必ずしも明確にはできないものの、エアバックやABS⁽¹⁾などの自動車安全技術の実装をはじめ、シートベルト着用義務化や救急救命士制度創設など関係諸機関の講じた対策の成果と思われる。しかし一方で、交通事故件数自体はむしろ増加傾向にある。すなわち、死亡事故の母集団が拡大しており、交通事故の根本的解決に至っていないのが実際のところである。今後、真に安全なクルマ社会を実現していくには、交通事故の発生そのものを抑制していく必要がある。特に、交通事故の大半がドライバーの危険要因に対する「認知ミス」が原因で発生しているという事実と真正面から向き合うならば、危険要因に対する注意を促し、ドライバーの認知基準を切り上げるような予防安全技術の開発が不可欠となる²⁾。

このような認識のもとに、著者らは、スリップを原因とする交通事故が後を絶たない積雪寒冷地域に焦点を絞り、この事故低減を図る新たな取り組みとして、プローブ情報を活用した安全運転支援システムを開発し、実用化へ向けた社会実験を実施した。

2. 既往研究のレビューと本研究の位置付け

1991年3月、スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律³⁾が制定され、スパイクタイヤ⁽²⁾の使用が全面禁止となった。これに伴い、積雪寒冷地域においては、スタッドレスタイヤ⁽³⁾の装着率が年々上昇し、冬期に発生する人身事故件数に占めるスリップ事故件数の割合が急増するという特徴的な変化が見られるようになった³⁾。このような背景のもとに、傳ら⁴⁾は、スタッドレスタイヤが圧雪路面を磨きあげ、滑りやすい鏡のよ

うな路面、いわゆる「つるつる路面」を出現させていることを指摘し、スリップ事故の発生特性を考察している。また、清水ら⁵⁾もスタッドレスタイヤ装着車両の事故の特徴を明らかにしながら、スタッドレス化に対応した冬期事故の防止対策を考察している。荒川ら⁶⁾は、これらのスリップ事故対策の考え方について広く言及した研究とは異なり、スリップ事故対策である凍結防止剤散布を具体的に遂行していくための考え方を検討しており、路面性状の観測調査を実施し、路面管理基準の確立を目指している。さらに、松沢ら⁷⁾は、スリップ事故の要因となる「つるつる路面」の出現を未然に防止する観点から、つるつる路面の出現が車両の発進制動時の摩擦熱により発生する水膜とこの凍結に起因していることに着目し、道路管理者と気象機関との連携を図りながら、路面性状を予測するシステムについて言及している。

近年では、本研究同様に、プローブ情報を活用した研究も取り組まれてきている。宗広ら⁸⁾は、冬期の道路交通特性の変化と除排雪作業などの道路管理諸対策の効果を把握するために、札幌市内のタクシーをプローブカーとして、GPSデータの収集と解析を試みている。また、中辻ら⁹⁾も、タクシーをプローブカーとして採用し、GPSデータにくわえ、車両運動センサーの加減速度データから路面のすべり状況を把握しようとしている。これらは、冬期における気象や路面管理状態を考慮し、プローブ情報の高度な活用可能性を検討したものである。元田ら¹⁰⁾は、これらに対し、道路利用者の視点に立ち、タクシー乗務員の目視情報をもとに、路面凍結状況をホームページで一般公開するシステムを検討している。また、秋田県で実施された産官学による社会実験「つるナビ」においもスリップ地点を推定し、これをホームページで一般へ公開している¹¹⁾。本研究は、前述の研究に比べ、一般車両をプローブカーとして活用し、このプローブカーで集めた情報をもとに、スリップ地点を推定したこと、これを同地点に接近するドライバーへ提供し、スリップ注意を促す安全運転支援システムを開発したこと、さらには、本システムの実用化へ向け、一般車両約100台参加による社会実験を実施したことに特徴がある。

*キーワード：ITS、交通安全、プローブ情報

**正員、博(工)、日産自動車株式会社 IT&ITS開発部

***非会員、日産自動車株式会社 IT&ITS開発部

(神奈川県厚木市森の里青山1-1、

TEL : 050-2029-1038、FAX : 046-290-0964)

3. 積雪寒冷地におけるスリップ事故の実態と対応状況

(1) スリップ事故の多い北海道

わが国の積雪寒冷地域（北陸、東北地方の各県および北海道）のうち、北海道の交通事故発生件数は、2005年で28,384件にのぼり、他県のそれを大きく上回っている¹²⁾。北海道で2005年に発生した交通事故のうち、11月から3月までの冬期に発生した交通事故は、全体の45.3%を占め、このうちの28.4%は、積雪や凍結、吹雪などの冬期現象が事故発生要因となる「冬型事故」となっている。さらに、冬型事故の86.9%は、圧雪や凍結路面による「スリップ」が原因となっており、冬型交通事故死亡者数38人に限っては、この94.7%が「スリップ」によるものである¹³⁾。したがって、積雪寒冷地での交通事故対策として、スリップ事故対策を講じることは重要である。

(2) スリップ事故の発生傾向

2005年および2006年に北海道で発生したスリップ事故60件を整理しながら、スリップ事故の発生傾向を探った。

a) 時間帯

表1は、スリップ事故の発生状況を時間帯別にまとめたものである。6時から8時台の通勤時間帯で28.3%を占めているのに対し、15時から17時台の17.1%をピークとする夕刻から夜間にかけての帰宅時間帯でも発生している。また、交通量の少なくなる深夜や早朝の発生割合は小さくなっている。

表1 スリップ事故の時間帯別発生状況

時間帯	3:00 ~5:59	6:00 ~8:59	9:00 ~11:5	12:00 ~14:59	15:00 ~17:59	18:00 ~20:59	21:00 ~23:59	24:00 ~2:59
平均	3.8%	28.3%	11.3%	15.1%	17.0%	15.1%	7.5%	1.9%

b) 天候

スリップ事故発生時における天候を整理してみると、「曇」が43.3%と最も多く、次いで、「雪」の35.0%が続き、比較的気温が高くなる「晴」や「雨」においても21.7%を占めている。

c) 道路形状

スリップ事故の発生地点を道路形状別に整理してみると、「単路（直線）部」が56.7%と最も多く、次いで「カーブ」の35.0%、「交差点」の8.3%となっている。前述したように、圧雪や凍結路面では、スリップが起きやすく、「単路部」における急発進や急ブレーキ、「カーブ」におけるハンドル操作やブレーキ操作が起因していると考えられる。その結果、スリップした車両は、対向車線へはみ出し、対向車と正面衝突している。実際、「単路部」の64.7%が正面衝突であり、「カーブ」についても81.0%が正面衝突を引き起こしている。

d) 道路種別

スリップ事故発生地点を道路種別で分類すると、「国道」が63.3%、「道道」が21.7%、「市道」が15.0%を

占めている。路面の管理水準が高いとされる幹線道路での発生が多くなっている。ただし、「国道」で発生したスリップ事故の89.5%は、「非市街地」での発生となっており、除雪や凍結防止剤散布作業が重点的に行われている「市街地」の10.5%を大きく上回っている。この結果は、除雪や凍結防止剤散布がスリップ防止に有効である反面、スリップ事故が場所に限らず、圧雪や凍結路面であれば常に発生の危険性があることを示している。

(3) スリップ事故対策の現状と問題点

積雪寒冷地域におけるスリップ事故の対策としては、先の除雪や凍結防止剤散布による路面管理にくわえ、路側に設置した各種センサーなどで路面状況を検知し、凍結の可能性がある場合、道路情報提供板をはじめ、路側放送やVICSを介し、ドライバーへ情報提供するシステムの導入が積極的に進められてきた。しかしながら、前述したように、スリップは、場所に限らず、圧雪や凍結した路面であれば常に発生する危険性があることから、ある特定地点のスリップ情報を提供するだけでは、必ずしも十分な対策とはいえないわけである。

そこで、路側インフラの設置場所に依存することなく、クルマをプローブ⁴⁾に見立てて、広範囲にわたるスリップ発生地点の情報を集める一方で、同地点へ接近するドライバーへスリップ発生地点がある旨を通知し、スリップ注意を促す安全運転支援システム『スリップ地点情報提供システム』を提案したい。

4. スリップ地点情報提供システムの開発

(1) システムの基本概念

スリップ地点情報提供システムは、滑りやすい路面での急ブレーキ時に、電子制御によりブレーキ液圧をコントロールし、タイヤロックを防止する¹⁴⁾「ABS」が機能した地点をスリップ発生地点とみなすこととし、ABSの作動状況やその作動位置などをクルマ1台1台から収集することで、広い範囲にわたるスリップ地点を推定したうえで、これをクルマへ配信し、同地点に接近するドライバーへ情報提供しようとするものである。すなわち、本システムは、時間と場所を選ばず自由に動き回るクルマを情報源としたスリップ発生地点情報で安全運転をサポートしようとするものである。なお、図1は、本システムの概念図を示したものであり、システムの主な動きは、次のようにまとめることができる。

- ① クルマからABSの作動状況や車両の位置情報などをプローブ情報として送信する。
- ② プローブ情報を収集したセンターでは、スリップ発生地点を推定したうえで、これを車両へ配信する。
- ③ スリップ発生地点に接近するクルマでは、カーナビゲーションでスリップ注意を促す情報を提供する。

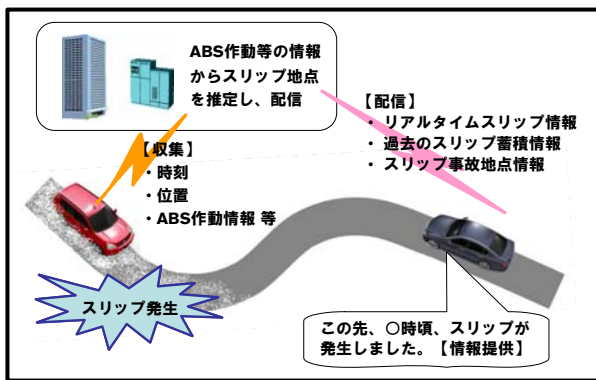


図1 システムイメージ¹⁵⁾

(2) システムの基本構成

本システムは、図2に示すように、カーナビゲーションを中心とする「車載システム」のほか、プローブ情報の収集などを担う「プローブセンター」、収集したプローブ情報からスリップ地点情報などを生成する「スリップ地点情報センター」から構成される。

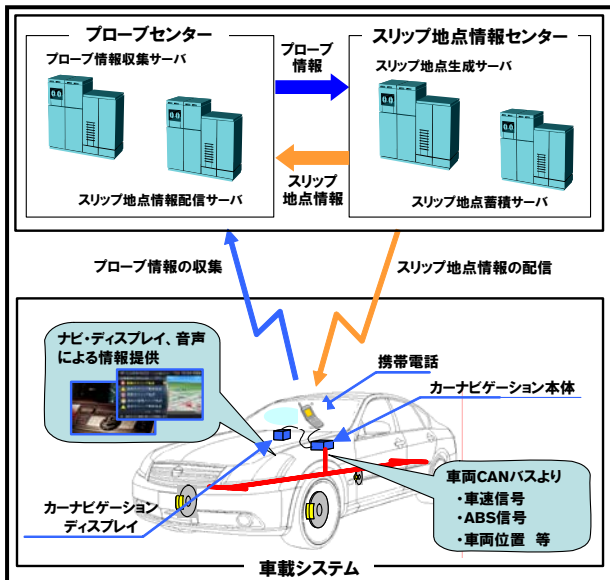


図2 システム構成

a) 車載システム

車載システムは、「ナビゲーションシステム」と「携帯電話」から構成される。ナビゲーションシステムは、自車の位置をはじめ、車速やABS作動状況などの情報をCAN通信⁽⁵⁾で取得する。そして、これらの情報をプローブ情報として、携帯電話でプローブセンターへ送信する。一方、プローブセンターから配信されたスリップ地点情報などを携帯電話で受信し、自車がスリップ地点に接近したとき、ナビゲーションの画面でスリップ地点情報を表示するとともに、音声案内を鳴動させる。なお、このクルマとプローブセンター間の情報のやりとりは、テレマティクス技術⁽⁶⁾と呼ばれるものである。

b) プローブセンター

本センターは、車載システムから送信されたプロー

ブ情報を受信し、スリップ地点情報センターへ伝送する。また、スリップ地点情報センターが生成したスリップ地点情報などをクルマへ配信する。

c) スリップ地点情報センター

本センターは、プローブセンターで収集した車両位置、車速、ABS作動状況などのプローブ情報をもとに、スリップ地点を推定し、「最新のスリップ地点」情報を生成する。また、最新のスリップ地点は、一定時間経過後、統計処理を施し、「過去の蓄積スリップ地点」情報として蓄積しておく。さらに、「過去のスリップ事故地点」情報も予め登録しておき、「最新のスリップ地点」と「過去の蓄積スリップ地点」を含めた3つの情報をプローブセンター経由で車両へ配信する。

5 一般ユーザ参加による実証実験

(1) 実証実験の方法

スリップ事故低減の観点から開発に至った安全運転支援システムの有用性を検証するために、2007年12月から2008年3月までの4ヶ月間、北海道で実証実験を実施した。本実験では、北海道道央エリアに住み、日産車を使用されているお客様の中から、カーウイングス⁽⁷⁾会員を対象に実験モニタを募った。また、本実験では、実験モニタが日常運転する車両に後述の方法でシステムをセットし、実験を意識せずに運転してもらいながら、日常の使用過程におけるシステムの有用性をはじめ、システムの受容性やプローブ情報によるスリップ地点把握の可能性などの検証を目的としている。

(2) 実験車載システム

実験車載システムは、日産純正カーナビゲーションシステムと携帯電話のみの簡単な構成とした。実際、特別な実験機器などを取り付けることなく、実験モニタのカーナビゲーションシステムにアプリケーションソフトウェアをインストールし、携帯電話を接続するだけで、スリップ情報提供システムの機能を実現させている。これは、実験モニタに実験を意識させないようにするため、また、早期の普及をにらみ、特別な実験機器などを取り付ける必要のないようにするためである。なお、ナビゲーションシステムにおいては、図3のような画面が表示され、スリップ地点に接近すると、表2の内容で音声案内が再生させるようにしている。



図3 スリップ地点情報の表示例¹⁵⁾

表2 音声案内の内容¹⁵⁾

情報の種類	音声
最新のスリップ地点	この先、○時頃スリップが発生しました。
過去の蓄積スリップ地点	この先、スリップ発生地点です。
過去のスリップ事故地点	この先、過去のスリップ事故地点です。

6. まとめ

以上のように、本論文では、クルマ1台1台から収集したABSの作動状況やその作動位置などの情報をもとに、スリップ発生地点を推定し、この情報を同地点に接近するドライバーへナビゲーションシステムから提供する安全運転支援システム『スリップ地点情報提供システム』を開発した。その特長には、自車位置付近における

- ① 最新のスリップ発生地点の提供
- ② 過去のスリップ発生地点の提供
- ③ 過去にスリップ事故が発生した地点の提供

などが挙げられ、ドライバーの安全運転をサポートし、積雪寒冷地のスリップ事故低減に貢献できる予防安全技術の一つになりうることを提示できたと考えている。要するに、クルマを動くセンサーとみなし、収集したクルマのABSの作動状況などからスリップ発生地点の推定を試みた「プローブ情報を活用した安全運転支援システム」の開発に辿り着いたわけである。今後は、北海道道央エリアで実施した一般ユーザ約100人の実証実験の結果をもとに、本システムの有効性や受容性、スリップ地点把握の可能性を検討していく予定である。

脚 注

- (1) Anti-lock Brake Systemの略。急制動時や滑りやすい路面での制動時にタイヤがロックするのを防ぎながら、車両安定性や操縦性を確保することを目的としたブレーキ制御システム¹⁾。
- (2) 凍結路でグリップを得るために、タイヤの接地面に金属鋌（スタッド）を打ち込んだタイヤ。
- (3) 金属鋌（スタッド）のないタイヤ。タイヤの素材自体を柔らかくしているほか、接地面のブロックやパターンを粗くしている。
- (4) ここでは、「触手」や「触覚」などを意味している。
- (5) Controller Area Networkの略。自動車向けに設計された通信プロトコル。バス（データをやりとりするための伝送路）上の全てのユニットが通信を開始できるなど柔軟性や信頼性に優れている。現在では車載ネットワークの標準となっている。
- (6) テレコミュニケーションとインフォマティクスから作られた造語。携帯電話などの移動体通信で自動車などへ提供するサービスの総称。
- (7) 日産自動車が行っている独自のテレマティクスサービス。

携帯電話でネットワークに接続し、カーナビゲーションシステムで多彩なサービスを受けられることができる。

参考文献

- 1) 社団法人自動車技術会：自動車工学—基礎—，精興社，2004.
- 2) 塚田悟之：インフラ協調型安全運転支援システムの開発，日産技報，No.61，pp.79-83，2007.
- 3) 平澤匡介ほか：平成元年以降の北海道における交通事故の傾向について，北海道開発土木研究所月報，No.576，pp.13-21，2001.
- 4) 傳章則ほか：スタッドレス化における北海道の冬期交通事故への影響，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第4部，Vol.51，pp.322-323，1996.
- 5) 清水浩志郎ほか：スタッドレス化による冬期交通事故の変化について，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，Vol.48，pp.582-583，1993.
- 6) 荒川智之ほか：雪氷路面が道路交通に及ぼす影響に関する研究，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，Vol.54，pp.372-373，1999.
- 7) 松沢勝ほか：札幌圏における降雪・凍結予測情報を活用した冬期道路管理手法調査—冬期道路管理のための情報共有システムの構築に向けて—，土木計画学研究・講演集，Vol.19，pp.483-484，1996.
- 8) 宗広一徳ほか：タクシーGPSデータを活用した札幌市における冬期道路交通特性の把握，土木計画学研究・講演集，Vol.29，pp.110-113，2004.
- 9) 中辻隆ほか：GPSを搭載したProbe車の車両運動データと冬期路面状態の相関性について，第22回交通工学研究発表会論文報告集，pp.97-100，2002.
- 10) 元田良孝ほか：タクシー乗務員を情報源とした路面凍結情報提供実験について，土木計画学研究・講演集，Vol.30，pp.95-98，2004.
- 11) 秋田つるつる路面ナビゲーターHP：
<http://tsurunavi.ce.akita-u.ac.jp/index.html>
- 12) 財団法人交通事故総合分析センター：交通統計，2006.
- 13) 北海道庁HP：
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/ska/kat/contents/ktindex.html>
- 14) 日産自動車株式会社：Safety Activities Technology Overview 安全に対する取り組み，2006.
- 15) 日産自動車株式会社：SKYPROJECT「スリップ地点情報提供サービス」実証実験マニュアル，2007.