

峠部道路における霧予測情報の活用

松山雄馬^{*1} 三好達夫^{*1} 松田泰明^{*1} 加治屋安彦^{*1} 松澤勝^{*1}

(独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ^{*1}

峠部における安全な走行支援のため、1年を通して霧が発生する国道274号日勝峠をモデルに、インターネットを活用してドライバーへの霧発生予測情報などを提供する実験を試みた。本実験では、情報提供した霧発生予測の精度を検証するため、道路画像から実際の霧発生の有無を目視により判別し比較を行った。その結果、実際の霧の発生率は、今回開発した手法による霧発生確率4ランク(0~10%、10~40%、40~70%、70~100%)の範囲内に含まれていることを確認した。また、ホームページとコンテンツの有効性等についての検証評価を行うため、ホームページ利用者を対象にアンケート調査を実施した。その結果、霧情報のコンテンツについて、約8割の方が役に立ったと回答し、峠部における霧情報提供について有効性が示された。

Usefulness of Fog Forecast Provision for a Mountain Pass

Yuma Matsuyama^{*1} Tatsuo Miyoshi^{*1} Yasuaki Matsuda^{*1} Yasuhiko Kajiya^{*1} Masaru Matsuzawa^{*1}

Civil Engineering Research Institute of Cold Region^{*1}

We provided fog forecasts via Internet on a trial basis for Nissho Pass on National Highway 274, where fog occurs in every season. To determine the forecast accuracy, we analyzed road image data recorded during the same period. Each observed fog percentage fell within the four ranges of 0-10%, 10-40%, 40-70% and 70-100% by visually judging image data for fog. Finally, to evaluate the usefulness of the fog forecast web page, we surveyed website visitors by online questionnaire. About 80% of the respondents responded that they fog forecasts were “useful,” attesting to their usefulness of the system.

Keyword: Fog Information, Mountain Pass, ITS, support trip planning

1. はじめに

北海道の道路では、冬期に降雪や吹雪などによる視界不良が発生する一方、夏期を中心に、主に太平洋側と内陸部との間に位置する峠部などにおいて、濃霧による視界不良が発生するなど、気象条件によってその走行環境は大きく変わる。このような状況では車両発見の遅れによる衝突事故など、交通事故発生への恐れ¹⁾やドライバーの心理的負担が大きくなる。そのため、峠部における視界不良対策は重要な

課題であり、線形の改良や登坂車線の整備、防雪対策や視線誘導施設の設置に加え、維持管理対策や道路画像提供などを行っている。これらの既存対策とあわせて、事前の的確な情報提供によってドライバーの安全走行を支援することが重要である²⁾³⁾。

そこで、(独)土木研究所寒地土木研究所と国土交通省北海道開発局帯広開発建設部(以下:帯広開発建設部)では、濃霧による視界不良対策として、一般国道274号日勝峠(以下:日勝峠)において霧発生情

報をインターネット上で提供し、ドライバーの走行計画の支援を図る実証実験を行った。

本稿では、2006年度に実施したこれらの情報提供実験の結果と、霧情報の有効性について報告する。

2. 日勝峠の概要と霧情報提供の重要性

一般国道 274 号は、札幌市をはじめとする道央圏と帯広市や釧路市などの十勝圏、釧路・根室圏の人的交流や広域物流、さらに北海道観光を支える重要な幹線道路である。日勝峠は、この路線上の日高町と清水町に位置しており（図-1）、日高山脈北部を越え標高 1,022m と高いことから、北海道内でも特に走行環境の厳しい峠となっている。また、年間を通じて霧が発生し、特に太平洋からの湿った冷たい空気が進入しやすい夏期には、峠の清水側を中心にして濃霧による視界不良が頻発する。さらに、冬期には発達した低気圧の通過や北西季節風の影響を受け、降雪や吹雪による視界不良の発生も多い。



図-1 日勝峠位置図

日勝峠における濃霧の状況を把握するため、過去 10 年間（1994～2003 年度）の道路パトロール記録を用いて、視界が 200m 以下の日数を集計した。その結果、以下の特徴を把握した。

- 霧は清水側に集中して発生しており、日高側で晴れていても、清水側で霧が発生していることが多い（写真-1）。特に、清水側の 5 合目付近から頂上までに多くみられる。
- 7 月や 8 月には、3 日に 1 日は視界 200m 以下の霧で見通しが悪く、その際の半数は、視界 50m 以下で非常に見通しの悪い状況にある。
- 霧は日没から翌日の午前中にかけて多く発生している。また、気温が上昇する昼ごろには解消することが多い。

この様に、日勝峠では一年中霧が発生し、特に、夏期に霧が多く発生する。濃霧が発生した時は、前方車両が見えず追突する危険性や、後続の車両から自分の車両が見えないため追突される危険性が高くなり、心理的負担も大きくなる。

そこで、霧による視界不良に対して、事前に情報を提供し、安全な走行支援を図ることが重要となる。



写真-1 同日同時刻の日勝峠の道路画像
(2005 年 8 月 12 日 15 時)

3. 実験概要

霧発生を予測する手法を開発し、実際に霧情報（実況及び予測）を提供するシステムを構築した。これを用いて、日勝峠（日高側 1 合目から清水側 1 合目）を対象として、2006 年 7 月 3 日から 10 月 3 日までインターネットでパソコンに情報提供し、予測情報の精度検証とアンケート調査を行った。

3-1 統計的推計による霧予測手法の開発

過去の霧発生実態と気象条件から、霧の予測手法を開発するにあたり、統計的に霧の発生を推定する手法を以下の流れで開発した。

①日勝峠の過去 3 年間（2002～2004 年度の 4～9 月）の道路パトロールで把握した霧発生データを利用し、霧発生実態の把握を行い対象区間を特定。

②霧発生時の気象状況の把握を行い、霧発生に関連する気象条件を特定。

③気象庁の MSM モデル（5km 格子）の高度（気圧面）別の GPV データ（Grid Point Value の略。気象庁が予報資料として作成している様々な気象要素の格子点データ）を収集し、対象地点に地理的高度的に最も近いデータを抽出。特定した気象条件（風向・風速、湿度）を図-2 に示す 6 パターンとして、各パターンに対して、気象データと過年度の道路パトロールで把握した霧発生データから、日高側及び、清水側について、高度別（1, 6, 9 合目）に「霧あり（視界：200m 未満）」「霧なし」を統計整理し、各パターンの気象条件における、霧発生確率（%）を整理した。図-2 の右下の表が確率を表示したものである。

④整理結果から、気象条件区分と霧発生確率区分を決定。日勝峠においては、実験的に、気象条件6パターン、霧発生確率4ランク(0~10%、10~40%、40~70%、70~100%)の予測手法を開発した。

なお、ここでいう霧発生確率はこれまでの研究⁵⁾から、吹雪による視界不良での影響が現れ、且つ、北海道内での濃霧注意報発表の基準でもある視界200m未満の霧が、対象地域内で発生する確率とした。

3-2 霧情報提供システムの概要

開発した予測手法をもとに、霧発生予測情報を提供するシステムを構築した。このシステムは、図-2の流れに沿い、気象庁からMSMモデルのGPVデータ(風向・風速、相対湿度)を入手し、当該格子点における1,6,9合目に相当する高度別のデータを抽出・編集。6パターンに分類した気象条件で判断し、霧発生確率を4ランクで判定。この結果を予測情報としてインターネットで提供するものである。なお、MSMモデルのGPVデータは、1日8回、3時間毎に更新され、現況値と予測値が提供される。従って、本予測手法においても、3時間毎にデータを更新している。

情報の提供時間は、出発準備の時間を含め帯広市や釧路市、または札幌市を出発して、日勝峠区間を通過し終わることができる6時間先までに設定した。

3-3 インターフェイス

1)霧の状況(今の日勝峠):

峠の日高側、清水側をそれぞれ、麓・中腹・頂上の計6区間に分け、また、霧発生確率は、4ランクを紫色の濃淡で現在状況を表示(図-3)。併せて道路画像やテレメータデータ等も表示した。

2)霧発生予測(これからの日勝峠):

現在と、1~6時間後の霧発生予測を提供(図-4)。これらの情報について、視覚的に“峠”を意識しやすい縦断図を用いて表示した⁶⁾。

4. 実験結果

4-1 霧発生予測の精度検証結果

提供した霧発生予測情報の精度を検証するため、実際の霧発生と予測情報を比較した。実際の霧発生は、インターネットで公開されている日高側9合目と清水側9合目の1時間毎のCCTV画像を用いて、目視により視界200m未満の霧発生の場合を「霧あり」、全く霧を確認できない場合(部分的な霧発生を含む)を「霧なし」と判別した。なお、対象期間は、テスト期間を含む2006年6月27日から10月31日迄とした。

表-1に検証の方法を示す。4ランクの霧発生予測確率それぞれについて、霧発生率(P)を求め、霧発生確率で示される範囲と比較する。このPが、霧発

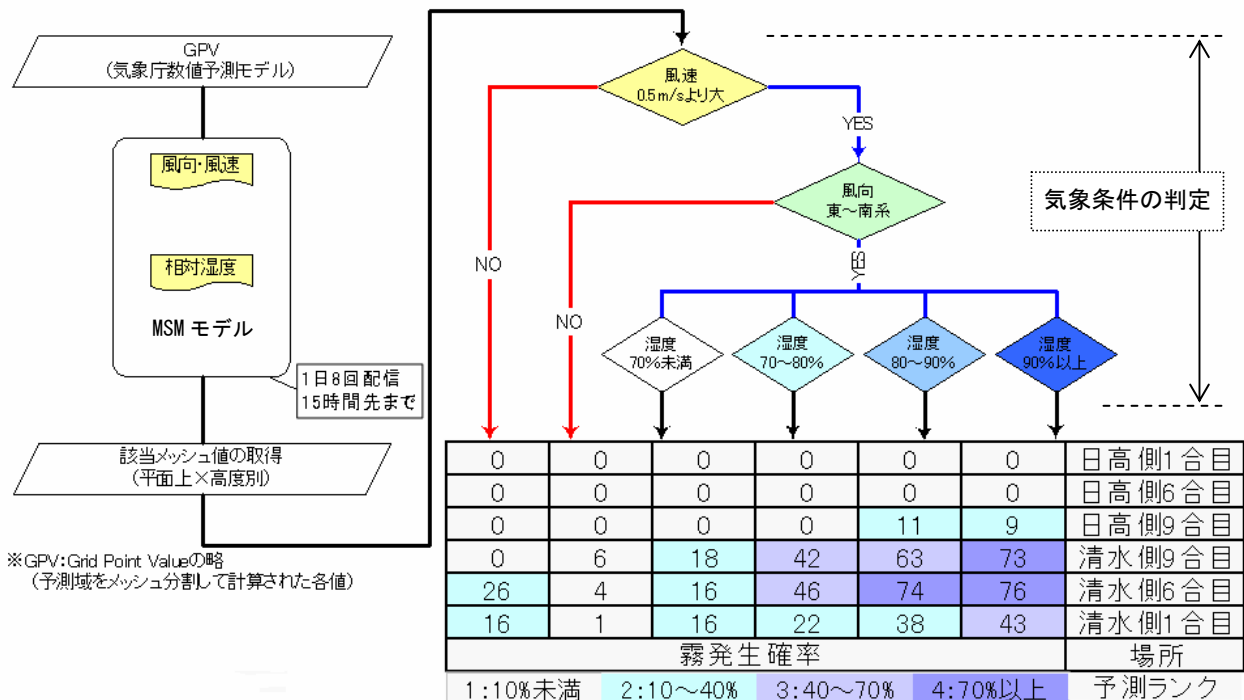


図-2 統計的推定による霧発生予測手法の概要(フロー)
表中の数値は6パターンの気象条件による過年度の霧発生頻度(%)である

生確率の範囲内であれば予測は適切であるとした。この方法により検証した結果を図-5に示す。

表-1 霧予測情報の精度検証方法

推定 画像	霧発生確率			
	10%未満	10-40%	40-70%	70%以上
霧あり	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
霧なし	N_1	N_2	N_3	N_4
霧発生率(P)	$Y_1/(Y_1+N_1) \times 100$	$Y_2/(Y_2+N_2) \times 100$	$Y_3/(Y_3+N_3) \times 100$	$Y_4/(Y_4+N_4) \times 100$

※判定：画像から Y_n, N_n (単位：時間)を整理し、霧発生率(P)が霧発生確率の範囲内であれば予測は適切

図-5より、日高側9合目は、霧発生実績自体が少ないため、40%以上の発生確率の予測は無いが、予測している10%未満と10~40%のいずれの区分も、霧発生確率の範囲内となった。また、清水側9合目では、10~40%区分において $P=9\%$ と、僅かに当該の範囲を下回ったが、その他の予測区分においてPは、霧発生確率の範囲内となった。

以上の結果より、日勝峠においては、本調査で開発した統計的霧予測手法により、実際の霧発生は、概ね霧発生確率4ランクの範囲内となり、この予測手法は有効な霧予測情報提供の手段であると言える。

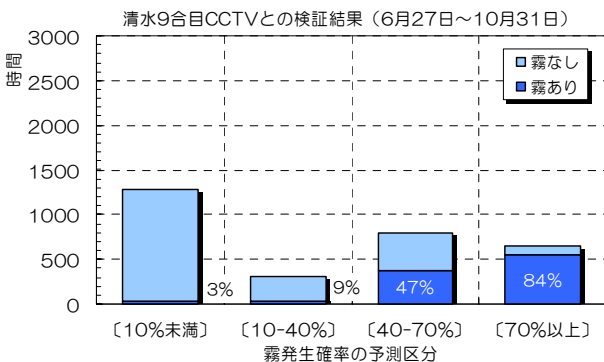
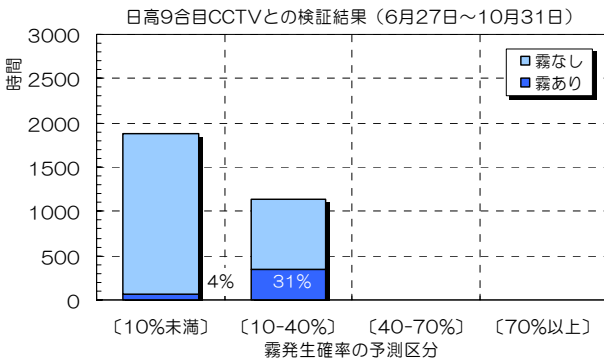


図-5 霧発生予測と CCTV 画像との検証結果 (上：日高側9合目 下：清水側9合目)



図-3 トップページ (今の日勝峠での現在情報の表示) <http://www.e-kaido.jp/route274/>



図-4 これからの日勝峠ページでの予測情報の提供

4-2 アンケート調査結果

実験サイトとコンテンツの有効性や課題、利用者の受容性等についての検証・評価を行うため、アンケート調査を実施した。期間は2006年7月14日～10月20日である。アンケートの概要及び回答者の属性については、表-2に示すとおりである。

表-2 アンケートの概要及び回答者の属性

アンケート実施方法	実験サイト上のWebアンケート
アンケート実施期間(実施日数)	2006年7月14日～10月20日(99日間)
アンケート設問数	16問
有効回答数	210票
性別	男性 82% 女性 18%
年齢	10代1% 20代22% 30代33% 40代30% 50代12% 60代1% 70歳以上1%
居住地	石狩支庁41%と十勝支庁35%で 76%を占める
利用形態	観光・レジャーが42%で最多 業務関連及び帰省・通勤が合わせて54%
夏期シーズンの運転頻度 (6月～10月)	1～5回が40%で最多 5～10回と10回以上が26%と続く

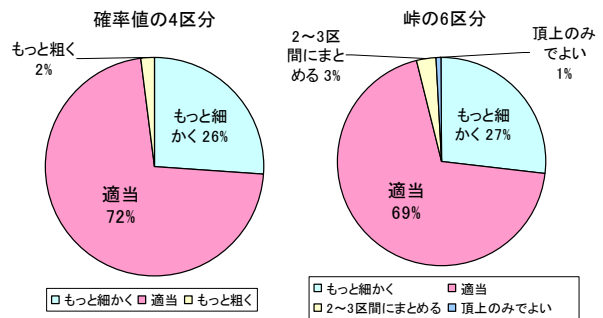


図-7 区分の妥当性

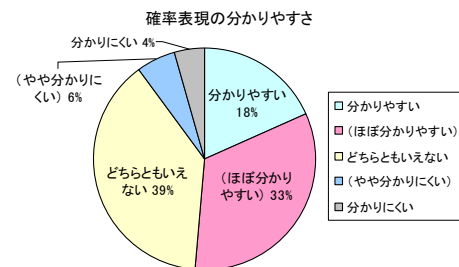


図-8 確率表現の分かりやすさ

(1) 濃霧での走行経験と事故不安

図-6は、濃霧で視界不良時の運転経験の有無と、経験がある場合の事故に対する不安感を聞いた結果である。90%の方が、濃霧で視界不良時の運転を経験しており、その87%が事故への不安を感じたと回答しており、多くの方が心理的負担を感じている。

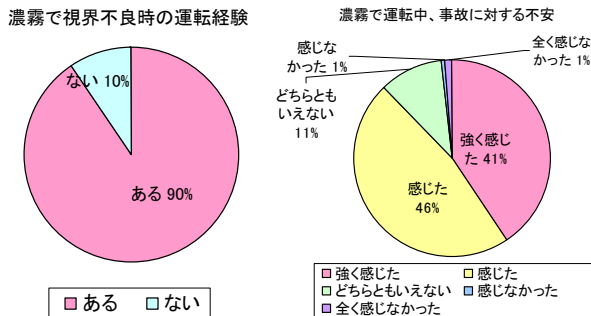


図-6 濃霧時の走行経験と事故への不安感

(2) 霧情報の表現方法

図-7は、確率値の4区分と峠の6区分について、区分の妥当性について聞いた結果である。約7割の方が「適当」と回答しており、区分は概ね評価されたと考える。また、細分化を望む声も約3割あった。

図-8は確率表現のわかりやすさについて聞いた結果である。「分かりやすい」と「（ほぼ）分かりやすい」をあわせると約5割であった。また、「どちらとも言えない」と回答した方は約4割を占めており、今後検討の余地があると考えられる。

(3) 霧情報の有効性

図-9は、情報コンテンツの役立ち度合いについて聞いた結果である。霧状況について「役に立った」「やや役に立った」と回答した方が8割以上あり、最も多い道路画像の9割に次ぐ高い評価であった。また、霧状況の予測についても「役に立った」「やや役に立った」と回答した方が約8割となり、峠部における霧情報の有効性が示されたといえる。さらに、これらの評価は心理的負担を感じている方からの回答であることから、霧情報の提供により、心理的負担の軽減や安心感の向上が期待できると考えられる。

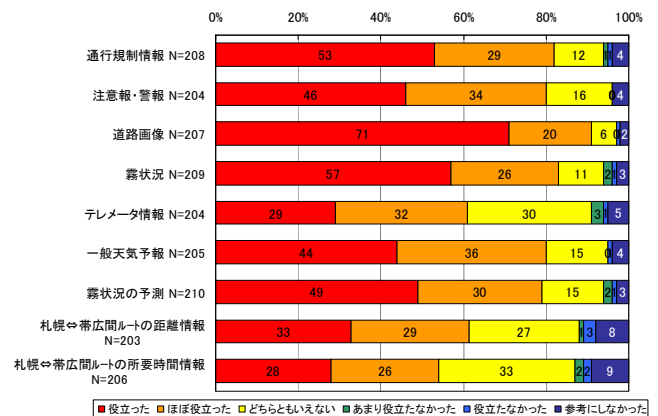


図-9 情報コンテンツの役立ち度合い

(4) 情報提供の効果

図-10は、情報提供による行動変化について聞いた結果である。天気が良好な場合を除くと、情報によりルート変更や出発時間変更などの交通行動変更

を「考えなかった」が 35%、「考えた」及び「実際に変更」があわせて 37%であり、今後の交通行動変更の可能性を示す結果となった。また、吹雪の情報提供による既往研究⁷⁾では、情報による交通行動変更は、出発時間変更が多く、次いでルート変更と報告されている。冬期と夏期の違いはあるものの、行動変更により、交通事故削減や利用者の心理的負担を軽減出来ると考える。今後は利用者の行動変更ニーズに合わせた情報提供が必要と考える。

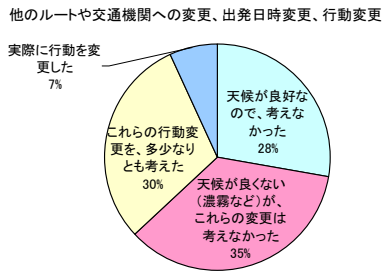


図-10 情報を利用した行動変更

5. まとめ

5-1 実験の総括

今回の情報提供実験より以下の結果が得られた。

- 実際の霧発生率は、今回開発した統計的霧予測手法による、4 ランク (0~10%、10~40%、40~70%、70~100%) の霧発生予測確率の範囲内に概ね含まれていることを確認し、本研究で開発した手法により、有効な霧予測情報を提供できることが確認できた。
- 霧発生確率値の区分や峠区間のエリア分けについては、約 7 割の方が「適当」と概ね評価されていた。しかし、表現の分かりやすさを評価した方は約 5 割であり、今後、確率の表現方法については、細分化を含めた区分改善の検討の余地があると考えられる。
- 約 8 割の方が、霧状況と霧予測情報について「役に立った」、「やや役に立った」と回答し、峠部における霧情報の有効性が示された。

5-2 今後の課題と展望

今後は、霧予測情報の精度向上や予測確率区分等の改善のため、サイトを継続運用してデータを蓄積することにより、霧発生時の気象条件の更新等が必要と考える。

また、今回の実験は、ドライバーの計画準備段階におけるパソコンでの情報収集をターゲットとしており、情報を収集できるタイミングに制約がある。そこで、移動中(車中)や休憩時等における、カー

ナビゲーションや携帯電話などでの情報収集に対応した情報提供も必要と考える。

さらに、他の峠部への展開は、地形特性や霧の発生過程の違いのため、峠ごとに統計的予測手法を検討する必要があるが、本実験の結果から、過去 3 カ年程度の霧の発生実態と気象庁配信の GPV データの関連性を明らかにすることにより、同様の霧情報提供の展開が可能と考えられる。

6. おわりに

本実験により、日勝峠において霧情報提供の有効性が確認されたことから、「国道 274 号日勝峠の情報提供実験」は、2007 年 4 月から帯広開発建設部により実運用が開始されている。今後は、さらに充実した情報提供により、ドライバーの運転支援や交通安全に寄与することを期待したい。

最後に、今回のアンケート調査にご協力いただいた道路利用者の方々および、本手法の開発や実験に当って、支援を頂いた帯広開発建設部などの関係各位に感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 鈴木武彦・加治屋安彦・松沢勝; 冬期道路の高度情報提供システムに関する研究~広域情報提供サービスの有効性~, 北海道開発土木研究所月報 No.616, 平成 15 年 9 月.
- 2) 加治屋安彦・上村達也・山際祐司; インターネット道路情報提供の利用者ニーズとその効果-北の道ナビユーザーアンケート調査と CS(顧客満足度)分析の結果から-寒地技術論文・報告集 Vol.19, 平成 15 年 11 月.
- 3) 千葉隆広・加治屋安彦・熊澤義昇; インターネットを活用した道路情報提供に関する研究-96/97 冬期の峠画像伝送実験報告-, 開発土木研究所月報 No.534, 平成 9 年 11 月.
- 4) 東京堂出版; 最新 気象の辞典.
- 5) 加治屋安彦・松沢勝・鈴木武彦・丹治和博・永田泰浩; 降雪・吹雪による視程障害条件下のドライバーの運転挙動に関する一考察, 2004.10, 寒地技術論文・報告集 Vol.20.
- 6) 加治屋安彦・山際祐司・蔵本尚啓・正岡久明; ウェブサイト運営を通じた北の道のニーズ分析とブランドづくり, 第 4 回 ITS シンポジウム 2005, 平成 17 年 12 月.
- 7) 松沢勝・加治屋安彦・三好達夫・山際祐司; 冬期道路の高度情報提供システムに関する基礎研究~広域情報提供サービスと路側情報提供サービスのフィールド実験~, 寒地土木研究所月報 No.645, 平成 19 年 2 月.