

吹雪の視界情報提供による行動判断支援

松澤 勝¹・國分 徹哉²・原田 裕介³・武知 洋太⁴・金子 学⁵

¹正会員 (独)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)
E-mail: masaru@ceri.go.jp

²非会員 (独)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)
E-mail: kokubu-t22aa@ceri.go.jp

³正会員 (独)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)
E-mail: harada-y@ceri.go.jp

⁴正会員 (独)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)
E-mail: hiro-takechi@ceri.go.jp

⁵非会員 (独)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)
E-mail: kaneko-m22ae@ceri.go.jp

近年急激に発達する低気圧の影響により暴風雪災害がしばしば発生するようになった。道路気象情報提供により道路利用者の交通行動の判断を支援することが極めて重要となるため、著者等は平成25年2月から吹雪の予測情報提供を開始した。平成25年12月からは、従来のパソコン向けの情報提供に加えて、スマートフォン向け情報提供サイトの構築と注意喚起メール配信実験も開始し、アンケート調査により情報提供の効果を把握した。その結果、回答者の89%が情報を利用して行動変更を検討しており、56%が実際に行動を変更したことが判明した。本論文はこれらの実験結果について報告する。

Key Words : *information system, snowstorm, visibility, driver's behavior*

1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪による視程障害による交通障害がしばしば発生するなど、厳しい走行環境にある。このため、防雪柵や防雪林などの吹雪対策施設の整備が進められてきた。ところが、近年急激に発達した低気圧の影響により、極端な暴風雪による吹雪災害が発生するようになってきた。これまで、防雪柵などのハード対策によって吹雪災害の軽減に効果を上げているが、これらの整備には多くの費用と時間が必要となる他、極端な暴風雪への対応には限界がある。このような暴風雪に対して早急な対策を行うには、従来のハード対策に加えて、吹雪の現況及び予測情報を提供するソフト対策を行い、暴風雪時におけるドライバーの行動判断を支援することが必要と考えられる。

著者等は、平成25年2月よりインターネットサイト「吹雪の視界情報」において、北海道内の視界の予測情報の提供を開始した。さらに、平成25年12月からは、従来のパソコン向けの情報提供に加えて、スマートフォン向け情報提供サイトの構築と注意喚起メール配信実験を開始した。そして、アンケート調査を行い情報提供の効果を把握した。本論文ではこれらの実験結果について報

告する。

なお、対象物を視認できる最大距離を意味する気象用語としては「視程」が正しいが、本実験では、道路利用者向け情報提供を行うため、一般に使われている「視界」という用語を用いた。そのため、本論文でも視界を視程と同義とする。

2. システムの概要

(1) 吹雪の視界情報

a) 視程予測情報の作成方法

視程は、気温や風速などのような一般的な気象観測項目ではない。そのため、空間的な吹雪視程情報を直接得ることは困難である。このため、本実験では一般的な気象値から視程を推定している。

著者等は、過去の研究で、容易に入手できる気象データ(降雪強度、風速、気温)から吹雪時の視程を推定する手法を開発した¹⁾。気象庁から配信される降水強度と風速、気温の気象値を入力値として、この手法に適用することで、視程情報(現況、予測)を作成した(図-1)。

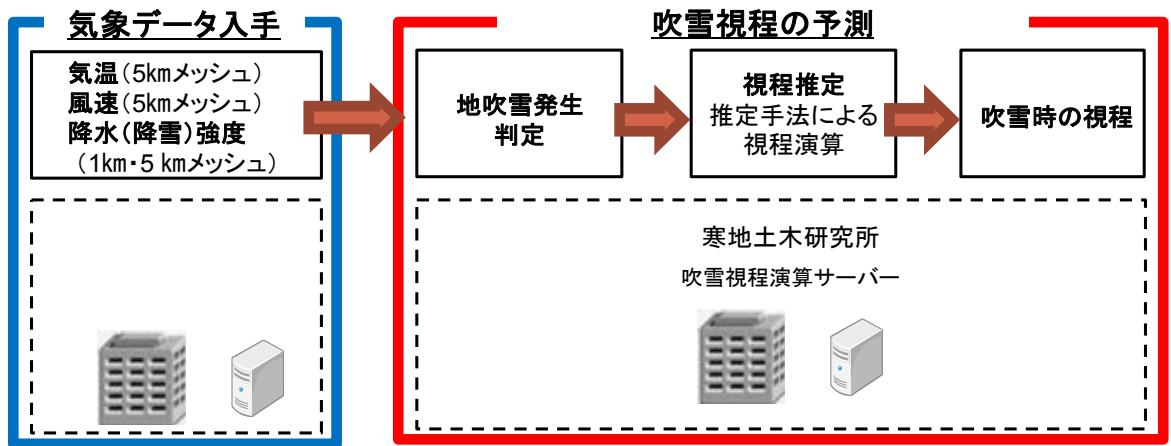


図-1 吹雪視程の予測情報作成の概略

これらの気象値は、5kmメッシュの現況値と33時間先まで1時間毎の予測値が3時間毎に配信される。加えて、降水強度は、1kmメッシュの現況値と6時間先までの1時間毎の予測値が30分毎に配信される。

なお、この視程推定手法の適用の前段において、地吹雪の発生を判定をする必要がある、この地吹雪判定フローについては、付録で述べる。

b) PC版サイトの概要

PC版サイトにおける吹雪の視程情報は平成25年2月から5月まで、及び平成25年12月から平成26年5月まで提供を行った。

提供した視程情報は、現況および1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 24時間先の予測情報で、予測値の更新は3時間毎、現況値は30分毎である。



図-2 吹雪視界情報の概要

提供上の地域区分は、北海道を203に細分化したエリア（合併前の旧市町村単位を基本とし、札幌市は区単位）である。203エリア毎に、エリア内の主要道路に沿ったメッシュ上の視程値を抽出し、視程の良い（視程距離の長い）方からの90%タイル値を当該エリアの視程として採用した。そして「著しい視程障害（視程100m未満）」「かなり不良（視程100～200m）」「不良（視程100～500m）」「やや不良（視程500～1000m）」「良好（視程1000m以上）」の5ランクに区分し、色分けして表示した。

なお、本実験においては、吹雪視程など気象予測を行うため、気象庁の許可を受けている。（気象予報業務許可183号）

c) スマートフォン専用ページ

平成25年12月1日より、スマートフォン専用ページでの情報提供も開始した（図-2(a)）。また、位置情報を送信することにより、現在地の視界情報を確認できる機能を実装した（図-2(b)）。

(2) メール配信サービス

平成25年12月20日からは、吹雪の発生が予想されるときに、注意喚起を行うメールを配信するサービスを開始した。事前に登録された条件に応じて視界不良の予測を自動でメール通知するものである（図-2(c)）。

利用者は、事前にエリアと配信される視程条件などを登録する。登録エリアは、北海道の気象庁天気予報一次細分区域の46エリア（例、石狩中部など）である。また視程条件は、500m未満、200m未満、100m未満の3段階である。指定したエリアでこの条件に合致する視程が予測されたときに、メールが配信される。

(3) 吹雪の投稿情報

道路利用者から投稿されたリアルタイムな吹雪情報を、インターネットサイトでリスト及びマップ形式で提供するものである。災害時においてSNSでリアルタイムの道路情報を提供する試みは行われているが²⁾、吹雪に特化したものはない。また、一般にSNSであると発信者が不特定多数になるため、意図的に虚偽情報を流すなどデータの信憑性に問題が発生する恐れがある。そこで、「北の道サポーター」として登録された者だけが投稿できるようにした。投稿できる情報は、当該の市町村名、路線、視界、天候、コメントである。また任意で、写真を添付することができるほか、投稿時に位置情報を送信することで、マップ上での表示も可能である（図-3）。なお、閲覧は誰でも可能である。



図-3 投稿された情報の例。上：マップ表示，下：リスト表示。

3. 結果

(1) 平成25年3月2～3日の事例

北海道で9名が犠牲となった平成25年3月2～3日の暴風雪災害時のデータを抽出し、吹雪視程予測の事例検証を行った。図-4に、平成25年3月2日12時に発表した吹雪視程予測（上段）と、当該時刻の吹雪視程の現況再現値および通行止めなどの状況（下段）を示した。3月2日の12時発表の吹雪視程の予測では、時間経過とともに北海道北部から東部に向けて、吹雪による視程100m以下（著しい視程障害）のエリアが拡大することを予測していた。また、各時刻での吹雪視程は、上段の予測結果とほぼ同じ時刻に視程100m以下を示す濃い赤色が北海道北部から東部に拡大し、それと重なるように国道の通行止めが発生していた。

(2) アクセス数

図-5に、本サイトの平成25年度の日毎アクセス数を示す。予測情報の提供を開始した平成24年度（2月～3月）に比べて平成25年度（12月～3月）の日平均アクセス数は約1.6倍に増加した。特に北海道東部が暴風雪に襲われた平成26年2月17日には1万件を超えるアクセスがあった。

(3) 吹雪の投稿情報

平成25年12月1日から平成26年5月6日までで722件の投稿があった。また平均アクセス数はパソコン版が365件/日（リスト表示）および59件/日（マップ表示）で、スマートフォン版が62件/日（リスト表示）、および23件/日（マップ表示）であった。

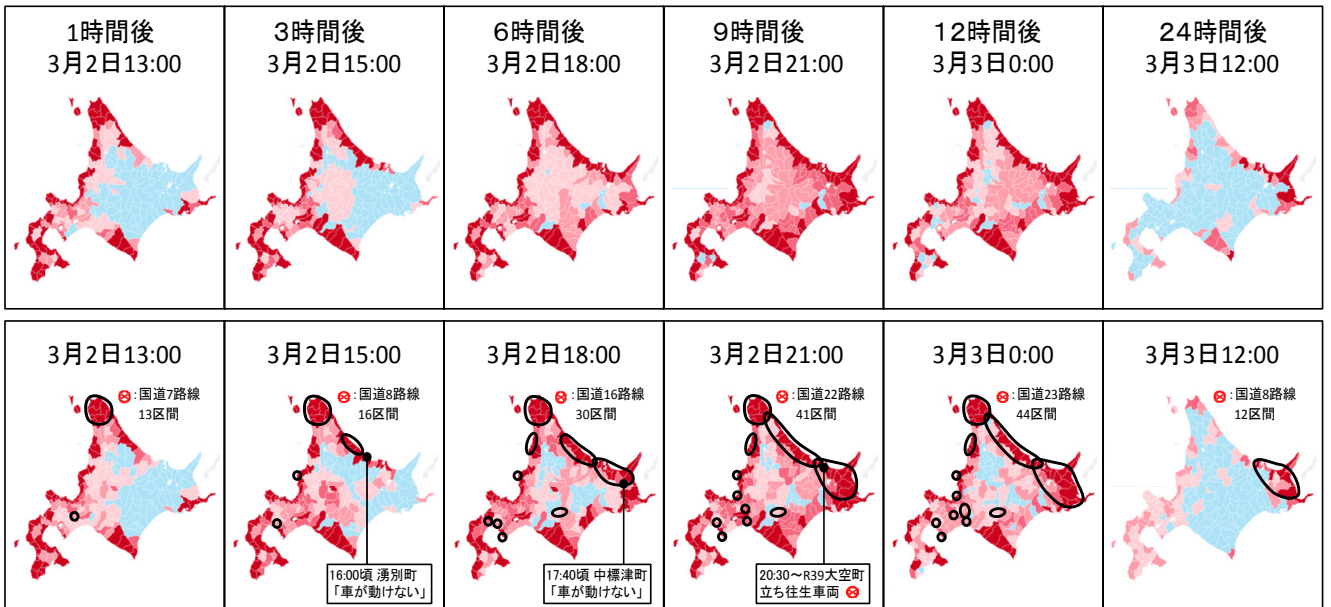


図-4 平成25年3月2～3日における吹雪視程予測の事例検証。上は3月2日12時発表予測。下は当該時刻の現況視程（推定値）。○の囲みは国道の通行止めのエリアを示す。

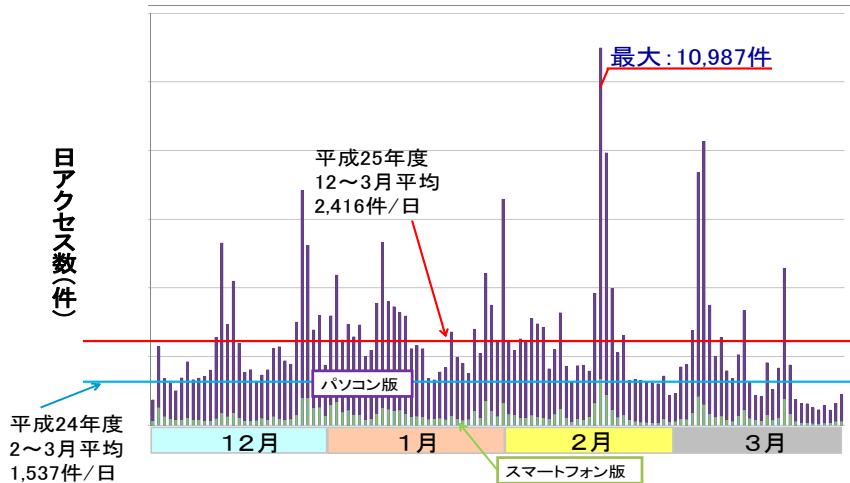


図-5 平成25年度冬期のアクセス数

(4) アンケート調査

吹雪視界情報提供とメール配信サービスの効果を把握するため、アンケート調査を実施した。

a) 視界情報提供に関するアンケート

平成26年4月7日から5月15日まで、ホームページ上でアンケート調査を実施し133名から回答を得た。

図-6はPCサイトとスマートフォンサイトの満足度である。共に80%以上が満足（「非常に満足」、「満足」、「やや満足」の総和）と回答した。

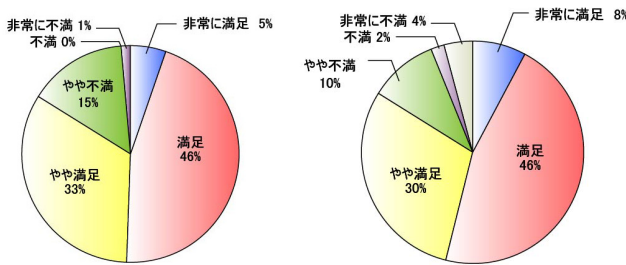


図-6 吹雪視界情報提供サイトの満足度. 左：PC版サイト(n=75), 右：スマートフォンサイト(n=50)

図-7は「提供された情報と実際の視界に差を感じたか」の問いに対する回答である。65%の方が差を感じないと回答している。前述のPC版サイトの満足度に関して不満（「やや不満」、「非常に不満」と）と回答したのは12名であり、そのうち、差を感じないと回答したのは5名であった。

また外出中には58%がスマートフォンを使って吹雪の視界情報のサイトにアクセスしていることがわかった(図-8)。

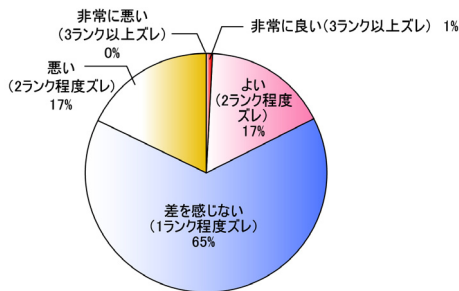


図-7 提供された視程と実際の視程との差異(n=119).

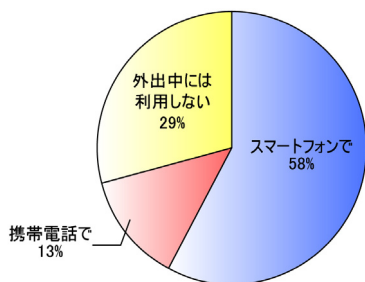


図-8 外出中における吹雪の視界情報の入手ツール(n=107).

図-9は、「吹雪の視界情報」を利用して行動や予定の変更を検討したかを尋ねた結果である。「吹雪の視界情報を参考にして行動や予定を変更した」の回答者が56%と多かった。また、「検討したが変更しなかった」を含めると約90%の回答者が情報を利用して行動変更を検討したことが明らかになった。

また交通行動を変更した回答者67名のうち、出発時刻を変更した方が35名(52%)、旅行中止や休憩を取った方が34名(51%)、次いでルートを変更した方が30名(43%)であった。

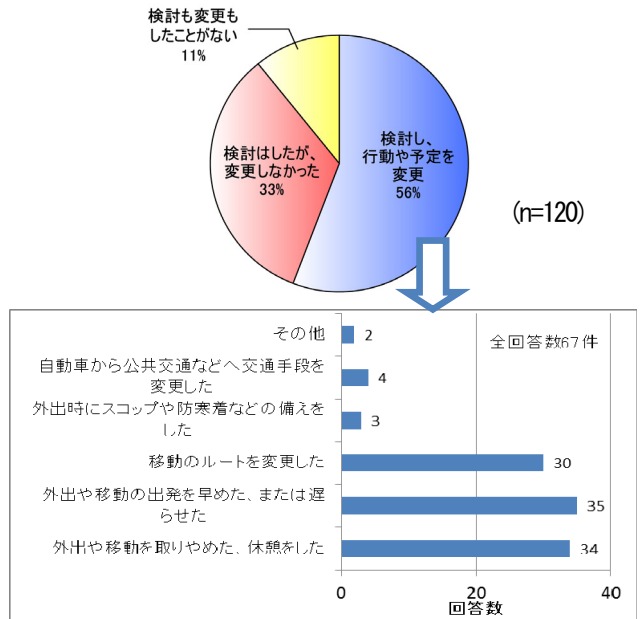


図-9 吹雪情報による交通行動や予定の変更の有無.

図-10は吹雪時の立ち往生や避難の経験の有無である。約4割の回答者が経験を有していることが判明した。経験者に、その際どのような情報が欲しかったかを自由記述で更に尋ねたところ、「天候回復の見通しと近くの避難所」、「臨時に開設されたシェルターなど(の避難所)」の情報が欲しいなどの回答を得た。

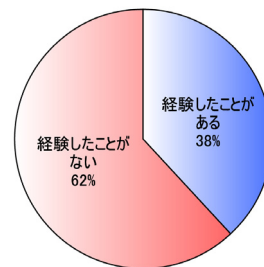


図-10 吹雪遭遇時の立ち往生や避難の経験の有無(n=118).

さらに、システム全体の改善点の要望として、カメラ画像が提供されていない峠の詳細な道路情報や、吹雪時の休憩場所や避難場所などの提供が挙げられた。

b) メール配信サービスに関するアンケート

メール配信に関するアンケートは、サービス利用者を対象に平成26年4月14日から5月15日までホームページ上で実施し、150名から回答を得た。

図-11は、サービスの満足度である。満足度については殆ど(89%)の利用者が「満足」（「非常に満足」、「満足」、「やや満足」の総和）と回答している。

一方、不満の理由としては、吹雪予測情報の精度が低いことやメールの配信の遅れが挙げられた。

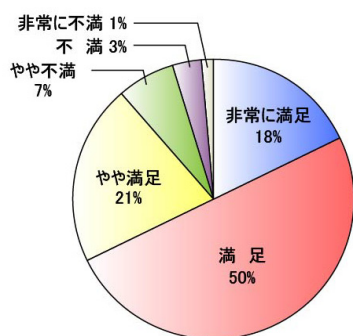


図-11 メール配信サービスの満足度 (n=150)。

図-12は、メールを受け取ってどのように活用したか尋ねた結果である。41% (62人) が吹雪の視界情報を、18% (27人) が気象情報等を確認する等、メール受信をきっかけとして積極的に情報収集を行っていることが判明した。

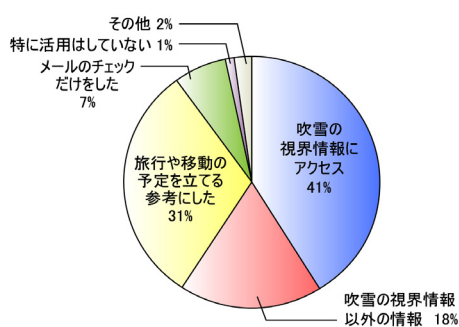


図-12 メールを受け取った後の活用 (n=150)。

4. 結論

吹雪時における交通行動の判断を支援するため、吹雪の視程予測情報を提供した。アンケートの結果、満足度は概ね90%と高い評価を得た。また、吹雪情報を利用して交通行動を変更する実態が明らかになった。その内訳は、出発時刻を変える、出発を取りやめたり休憩する等に加え、ルートを変更したという回答が多かった。一方、吹雪視程予測の精度向上を求める声もあるほか、メール配信サービスについては配信の遅延が満足度を低下する

要因の一つとなっていることが明らかになった。

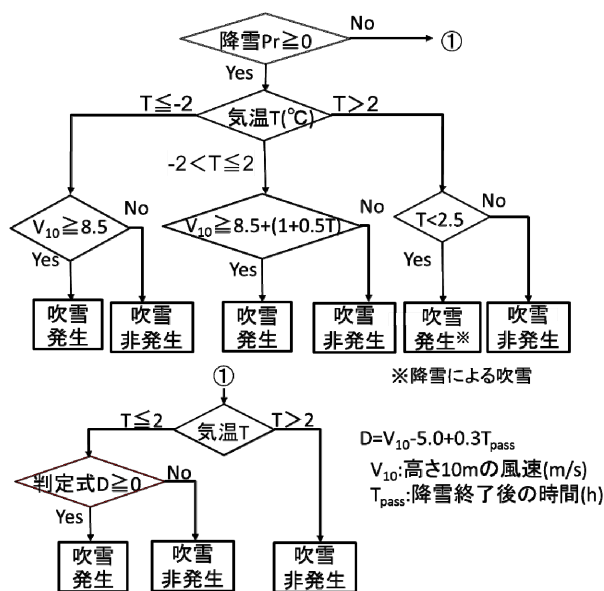
なお、経路選択に与える吹雪情報の効果に関してコンジョイント分析も行っており別報³⁾で報告する。

今後は、吹雪予測精度の向上や、メール配信の遅延について改良を行い、道路管理者や道路利用者の安全な行動を積極的に促す情報内容や表現、提供手法についても検討を加えることで、さらに効果的な情報提供を目指すこととしたい。

謝辞：本研究の実施に関して、吹雪視界情報サイトの周知や調査に協力していただいた各位に謝意を示す。

付録 吹雪発生判別フロー

吹雪の発生、非発生の判断は以下のフローに従い、吹雪が発生した場合に文献1)の手法で吹雪視程を推定する。



参考文献

- 1) 松沢勝・竹内政夫：気象条件から視程を推定する手法に関する研究，雪氷，64，77-85，2002。
- 2) 井内彰宏・永田泰浩：SNSを活用した冬期道路情報の発信について，ふゆトピア研究発表会論文集，2014。
<http://www.hkd.mlit.go.jp/kannbu/chosei/fuyutopia/ronbun/r41.pdf>。
- 3) 原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：冬期道路環境が利用者のルート選定に与える影響について，第50回土木計画学研究発表会，2014。(投稿中)

(2014年8月1日受付)