

5 冬期にわたるインターネットによる「吹雪の視界情報」提供実験の成果と今後の取組について

西村敦史＊1 國分徹哉＊1 武知洋太＊1 大宮 哲＊1 松澤 勝＊1

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や吹きだまりによる交通障害がしばしば発生し、社会的に影響を与えている。特に北海道では、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ケースが見られる。平成25年3月に北海道を襲った暴風雪では、多数の道路が長期間に渡り通行止めになり、さらに9名の方が亡くなる等、大きな被害が発生した。これら暴風雪の被害を減らすためには、ドライバーが吹雪に巻き込まれないように、吹雪の現況及び予測情報を提供し、吹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。

当研究所では、平成25年2月より北海道内を対象に吹雪時の視程低下による視界不良を予測するシステムを構築し、インターネットを通じてパソコン、スマートフォンや携帯電話で閲覧可能な情報を提供するポータルサイトの提供実験を行っている。

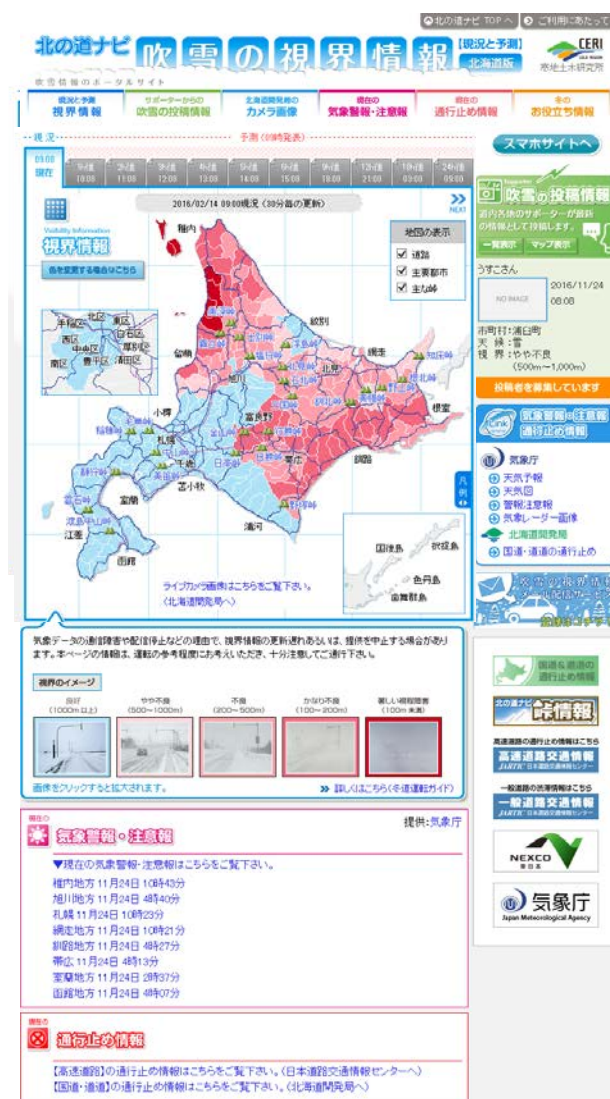
本稿では、これまで提供実験が行われた「吹雪の視界情報ポータルサイト」の提供実験の成果と今後の展望について示す。

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、本情報提供は道路利用者向けに行うため、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 「吹雪の視界情報」について

2.1 「吹雪の視界情報」のこれまでの経緯

本サイトは平成20年度の開設以来、一般ドライバー向けに吹雪の視界の情報提供を通じて調査研究を継続してきた。



図－1 パソコン版 吹雪の視界情報（北海道版）提供画面

表－1 「吹雪の視界情報」の取り組みの経緯

内容 年度	パソコン版			携帯電話版	スマートフォン版	メール配信サービス	日平均アクセス数 (パソコン版＋スマートフォン版)
	アンケート調査等	コンテンツ更新及び追加	視界演算処理変更	コンテンツ更新及び追加	コンテンツ更新及び追加	サービス追加	
H24	吹雪の視界情報予測開始に関するアンケート	北海道を203エリアに分割し現況に加え24時間先の視界情報を提供	現況の視界情報から、予測情報の提供	北海道を203エリアに分割し現況に加え24時間先の視界情報を提供			約1,500件/日
H25	スマートフォン版、メール配信サービス開始に関するアンケート及びコンジョイント分析実施				スマートフォン版コンテンツ開始	メール配信サービス開始	約2,400件/日
H26	暴風雪時における「吹雪の視界情報」の利用についてアンケート	北海道を221エリアに分割し、18時間後の予測も開始	積雪深さを視程演算処理に追加し、適中率向上	北海道を221エリアに分割し、18時間後の予測も開始	北海道を221エリアに分割し、18時間後の予測も開始	メール配信サービス配信遅延の解消	約4,200件/日
H27	吹雪時の情報提供において効果的な情報提供についてアンケート	H26年度アンケートから吹雪の視界情報と併せて利用しているコンテンツを整理	飛雪粒子の落下速度等を変更し適中率向上				約3,000件/日
H28		吹雪の視界情報FAQの作成	飛雪空間密度の演算式を変更し適中率向上				約4,100件/日

＊1 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

平成24年度には、概ね旧市町村単位の203エリアで24時間先までの視界予測情報の提供を開始した。平成25年度からは、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を開始した。平成26年度は、北海道を完全に旧市町村単位の221エリアに細分化し、年々アクセス数が増大しているためデータベース処理部のシステム増強等を行った。さらに、平成28年度にかけて視程演算処理部のシステム増強等を毎年の様に行っている。

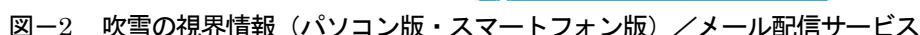
「吹雪の視界情報ポータルサイト」は、① 吹雪の視界情報、② 吹雪の投稿情報、③ 冬期道路の距離と時間検索、④ 気象警報・注意報、⑤ 道路通行止め情報、⑥ お役立ち情報を集約したもので、平成25年2月1日から運用している（図-1、2）。本サイトは、パソコン（スマートフォン）及び携帯電話に対応している。ここでは、以下①～②について詳述する。

「吹雪の視界情報」は、北海道を221に細分化したエリアごとに提供している。提供情報は現況と予測であり、予測時

視界不良の程度は、吹雪時のドライバーの運転挙動に関する研究成果³⁾をもとに、視程100m未満、100～200m、200～500m、500m～1,000m、1,000m以上の5ランクに区分し、エリアごとに色分け表示している(図-2(a))。なお、気象庁以外の事業者が天気などの予測業務を行う場合は、気象業務法により気象庁長官の許可を受け、現象の予想は気象予報士が行う事になっている。当研究所では、気象庁からの許可(予報業務許可事業者第183号)を受け、予測結果を配信する6時、9時、12時、15時、18時、21時に合わせて、当研究所の気象予報士が演算結果の妥当性を事前に確認の上、公開を行っている。

移動中の閲覧の利便性向上を図るため、平成 25 年 12 月 1 日より、スマートフォン版のサイトでの情報提供を開始した（図-2（b））。移動中に使われることを配慮し気象情報、通行止め情報などを画面上にボタンを配置した。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追加した（図-2（c））。

視界不良について、事前に注意喚起を促すためのメール配信サービスを、平成25年12月20日より開始した。利用者が事前にメールアドレスと表-2に示す配信条件を登録する



と、条件に合致した際に視界不良の予測結果を自動で通知するプッシュ型のサービスである（図－2（d））。なお、平成28年度終了時点の登録件数は約5000件であった。

表－2 メール配信サービスの配信条件

項目	概要
エリア	メール配信の対象エリアを選択可能。 (複数選択可) 【市町村等をまとめた北海道内46エリア】
配信時間	メールが配信される時間を選択可能。 【6, 9, 12, 15, 18, 21時の1日6回、9, 12, 15, 18時の1日4回の2種類】
予測視程	メールが配信される視程条件を選択可能。 【500m未満, 200m未満, 100m未満の3段階】
予測時間	何時間後の予測を配信するのを選択が可能。 【3時間先まで, 6時間先までの2種類】

4) 吹雪の投稿情報

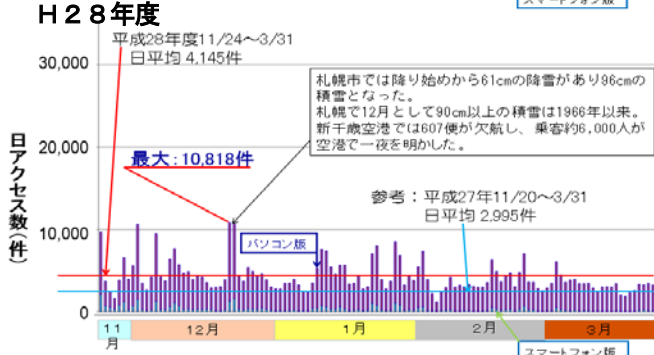
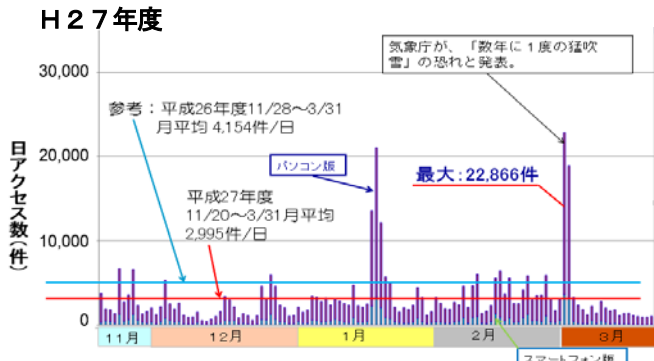
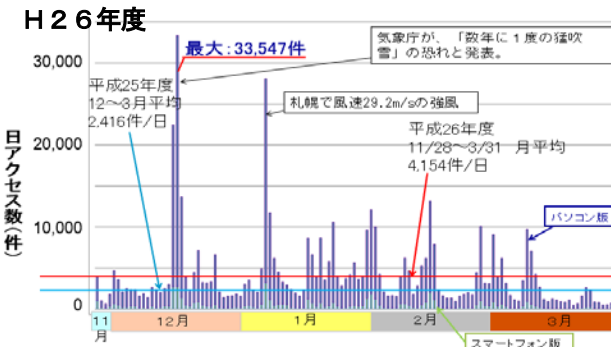
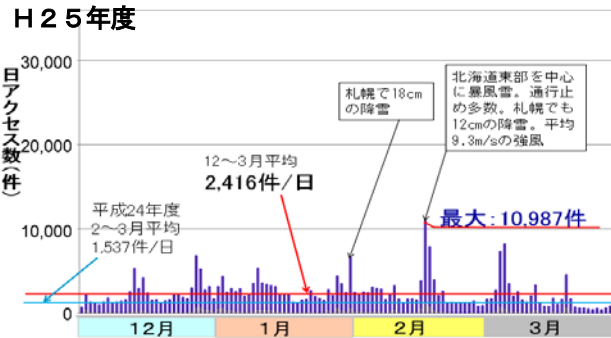
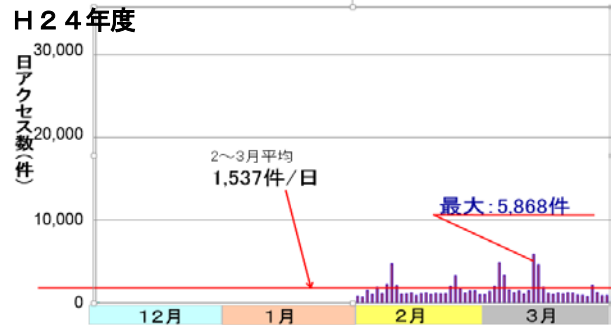
「吹雪の投稿情報」は、道路利用者のパソコンや携帯電話等から、視界情報を投稿してもらい、その情報をウェブサイト上で提供するサービスを平成23年1月27日より開始した。災害時にソーシャル・ネットワーキング・サービスを用いて

一般市民から提供された情報を収集する取り組みは、国のIT総合戦略本部で検討³⁾され、消防庁では一般市民から提供された情報を収集する取り組みも行われている。吹雪時においてもドライバーから寄せられた吹雪情報は、非常に有益であると考えられる。

投稿者（登録ユーザー）は、投稿画面に市町村名、路線名、視界状況、天候、コメント（任意）などを記入し、道路の静止画像を添付して投稿する。この情報は、吹雪の投稿情報ページで図－3に示す2種類の形式で公開される。なお、不適切な投稿を防ぐために投稿者は、事前登録制とし「北の道サポーター」と称することとしている。Twitter等は匿名投稿のため不適切な投稿が考えられるため利用しないこととした。なお、平成28年度終了時点のサポーターは635人であった。



図－3 吹雪の投稿情報の閲覧画



図－4 吹雪の視界情報のアクセス件数

2.3 吹雪の視界情報のアクセス数

図－4は、視界の予測情報の提供を開始した平成25年2月から平成28年度までの日当たりのアクセス件数を年度別に示したものである。

図－4より、吹雪の視界情報への平均アクセス数は平成24年度の約1500件/日から平成28年度の約4100件/日へと年度の経過とともに2.7倍まで増加し、最大日アクセス件数についても、平成24年度の約6000件から増加し、気象庁が「数年に1度の猛吹雪」の恐れと発表した時など、天候悪化時に急増する傾向が見られた。

3 アンケート調査結果

「吹雪の視界情報」と「メール配信サービス」の効果を把握するため、平成27年4月から吹雪の視界情報のホームページ上でアンケート調査を実施し、20代～70代以上の幅広い年代から回答を得た。

3.1 吹雪の視界情報に関するアンケート

図－5はパソコンサイトとスマートフォンサイトの満足度である。共に86%以上が満足（“非常に満足”、“満足”、“やや満足”の総和）と回答した。一方、不満の理由を自由記述で回答してもらったところ、パソコンサイトは吹雪予測情報の精度が低い、スマートフォンサイトは画面が見づらいと回答された方が多かった。

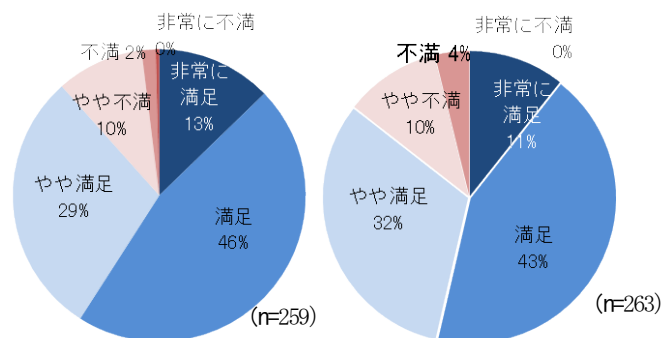
図－6は、「吹雪の視界情報」で視界不良（200m未満）が予測された際に、行動や予定の変更することが多いか尋ねた結果である。“行動や予定を変更する”または“変更をする場合が多い”の回答者が354名（79%）と多かった。また、これらのうち出発時刻を変更した方が211名（60%）、外出や移動を取りやめた方が209名（59%）であった。このことから、吹雪情報を利用して吹雪を回避する行動変化を起こしていることが明らかになった。

3.2 メール配信サービスに関するアンケート

図－7は「メール配信サービス」の満足度である。90%の利用者が満足（“非常に満足”、“満足”、“やや満足”の総和）と回答しており一定の評価を得ることが出来た。一方、不満の理由を自由記述で回答してもらったところ、吹雪予測情報の精度が低いと回答された方が多かった。

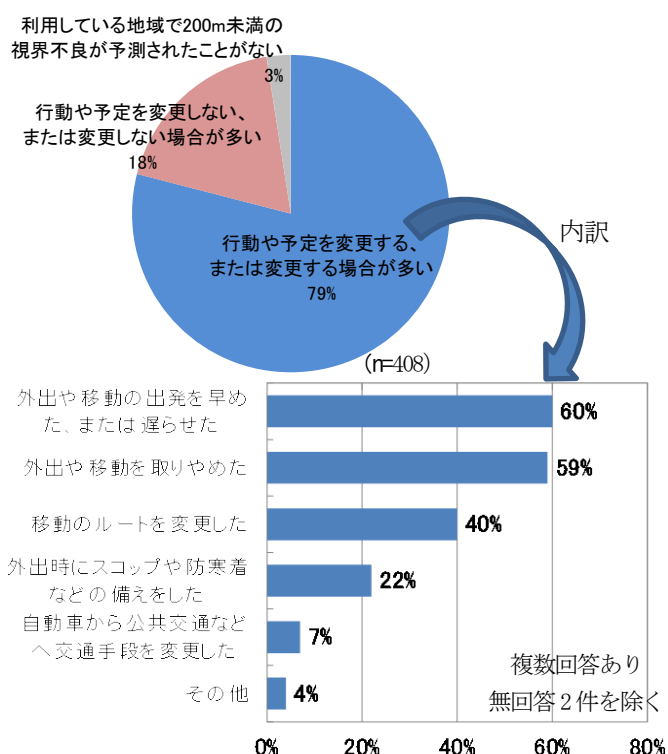
図－8は、メールを受け取った後どのように活用したか尋ねた結果である。46%（194人）が「吹雪の視界情報」を、17%（70人）が気象情報等を確認する等、メール受信をきっかけとして積極的に情報収集を行っていることが判明した。

平成28年5月16日から31日にかけて北の道ナビホームページ上で実施したアンケート調査における自由記述回答では、



図－5 吹雪の視界情報サイトの満足度

左：パソコンサイト 右：スマートフォンサイト



図－6 吹雪情報による交通行動の予定の変更の有無

「流通関係団体の事務所に勤務しているので、各会社に最新情報を提供するのに役立っております。（十勝在住、50歳代男性）」、「長距離異動する職種（営業）なので視界情報は私の命綱の様な存在です。万が一の場合は交通機関に切り替えしたり、吹雪の状況によって通行する道を変更したりと大変お世話になっています。（釧路在住、40歳代女性）」、「区域が細かく設定されていることは大変評価できます。テレビの天気予報は、局毎に予報が違い、何処が正確なのか分からないのが現状です。（オホーツク在住、男性）」といった取り組みに対する感謝や活用状況に関するコメントがあった。

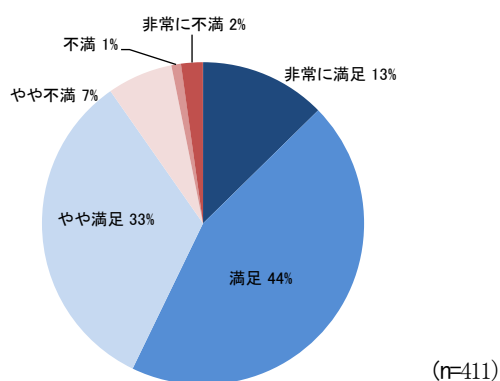


図-7 メール配信サービスの満足度

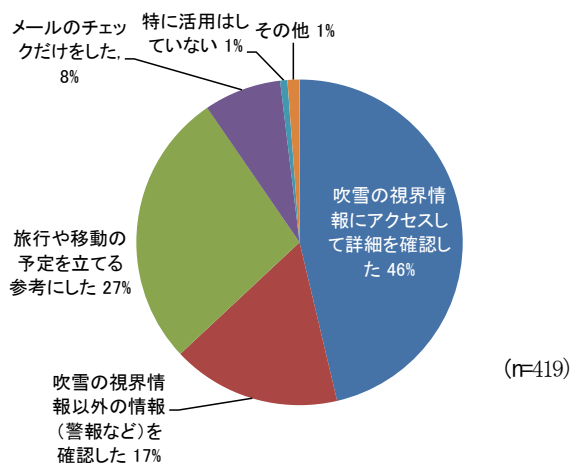


図-8 メールを受け取った後の活用

4 吹雪視界予測技術の精度検証

4.1 視程推定値と実測値との比較検証

提供した視界予測情報の妥当性について把握するため、風上に 200～300m 又はそれ以上の吹雪が発達させる吹走距離を有し吹雪が発生しやすいと考えられる北海道内 4 箇所(図-9)で現地観測した気温、風速及び解析雨量データを入力値として演算を行った視程推定値と、視程計で実測した視程とを比較し精度検証を行った(表-3)。検証期間は検証箇所異なるものの最大で 2014 年 12 月 13 日から 2015 年 4 月 31 日までの概ね 4.5 ヶ月とした。



図-9 推定精度検証のための固定気象観測箇所

表-3 吹雪視程の適中率

			吹雪時の視程推定					総計
			1	2	3	4	5	
			100未満	100～200m	200～500m	500～1000m	1000m以上	
現地観測の視程	1	100未満	n_{11}	n_{12}	n_{13}	n_{14}	n_{15}	
	2	100～200m	n_{21}	n_{22}	n_{23}	n_{24}	n_{25}	
	3	200～500m	n_{31}	n_{32}	n_{33}	n_{34}	n_{35}	
	4	500～1000m	n_{41}	n_{42}	n_{43}	n_{44}	n_{45}	
	5	1000m以上	n_{51}	n_{52}	n_{53}	n_{54}	n_{55}	n

$$\text{空振り} = (n_{31} + n_{41} + n_{42} + n_{51} + n_{52} + n_{53}) / n$$

$$1 \text{ ランク空振り} = (n_{21} + n_{32} + n_{43} + n_{54}) / n$$

$$\text{完全適中} = (n_{11} + n_{22} + n_{33} + n_{44} + n_{55}) / n$$

$$1 \text{ ランク見逃し} = (n_{12} + n_{23} + n_{34} + n_{45}) / n$$

$$\text{見逃し} = (n_{13} + n_{14} + n_{15} + n_{24} + n_{25} + n_{35}) / n$$

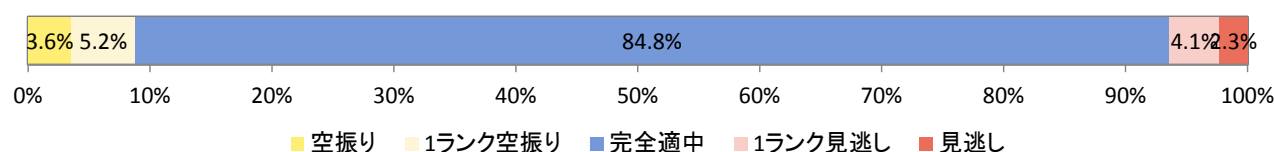


図-11 吹雪視程演算の適中率

適中率検証は、吹雪時のドライバーの運転挙動に関する研究成果³⁾をもとに、視程を“100m未満”、“100～200m”、“100～500m”、“500～1000m”、“1000m以上”の5ランクに区分して行った。また、適中精度は表-3の様に整理し、“空振り”、“1ランク空振り”、“完全適中”、“1ランク見逃し”、“見逃し”を求めた。

その結果、吹雪視程演算の完全適中率は84%以上と、高い精度で予測できることを確認した(図-11)。

4.2 平成28年3月1日の事例による検証

気象庁が「数年に1度の猛吹雪の恐れ」と発表した平成28年3月1日の暴風雪災害時のデータを抽出し、吹雪視界予測の事例検証を行った。図-12に、平成28年3月1日9時に発表した視界の現況(左上)と当該時刻の国道及び道道の通行止め状況(右上)、3月1日9時に発表した3時間後の吹雪視界予測(左下)と当該時刻の国道及び道道の通行止め状況(右下)を示した。3月1日の9時発表の吹雪視程の予測では、3時間後に北海道東部から北部及び南部に向けて、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、3時間後の吹雪視程は、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東部から北部及び南部に拡大し、それと重なるように国道及び道道の通行止めが発生していた。

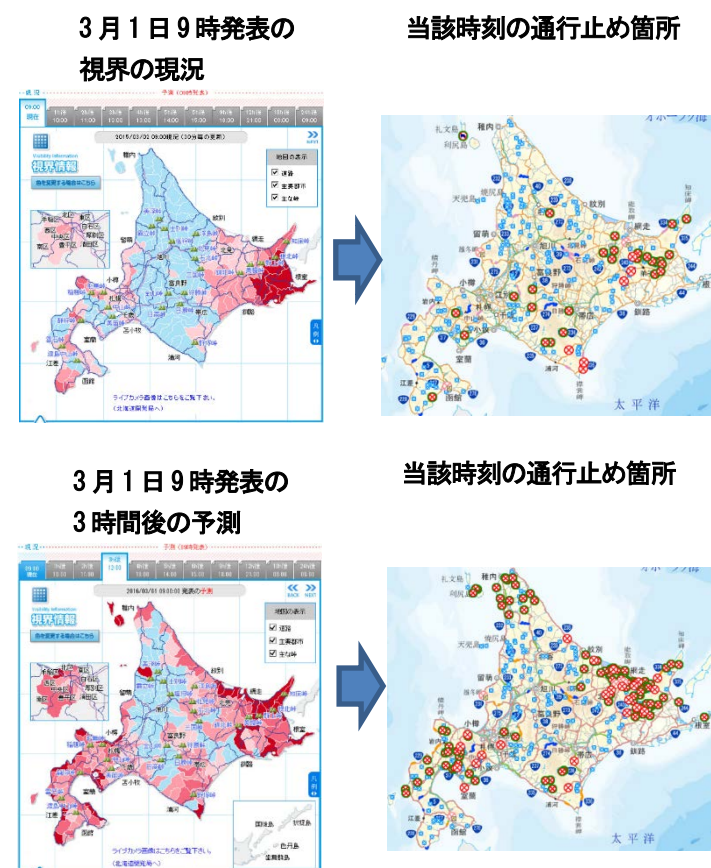


図-12 平成28年3月1日における吹雪視程予測の事例検証
上は視界の現況と当該時刻の通行止め箇所
下は3時間後の視界の予測と当該時刻の通行止め箇所

5 おわりに

暴風雪時におけるドライバーの行動判断を支援するために、吹雪時の視程予測に関する情報提供実験を平成25年2月より行っていった。その結果、以下の効果が確認できた。

- 1) 「吹雪の視界情報」のアクセス数は年度の経過とともに増加し、天候悪化時に増加する傾向が見られた。このことから、利用者は悪天候時や天候悪化が予想される際に「吹雪の視界情報」は特に活用されていると考えられる。
- 2) 「吹雪の視界情報」と「メール配信サービス」に関するアンケートの結果、満足度は概ね86%以上と高い評価を得ることができた。また、このサイトを利用して交通行動を変更する実態が明らかになった。
- 3) その一方で、吹雪視界予測の精度に対する不満も見られた。そこで、提供した視程について精度検証を実施した結果、完全適中率は84%以上と高い精度で予測できることなどを確認した。

今後も精度向上に取り組むとともに、多様な気象環境下における吹雪発生の実態解明と予測手法の開発に取り組みつつ暴風雪災害の防止に貢献したいと考えている。

参考文献

- 1) 松澤 勝, 竹内政夫: 気象条件から視程を推定する手法の研究, 雪氷, 64, pp.77-85, 2002
- 2) 首相官邸: 防災・減災におけるSNS等の民間情報の活用等に関する検討会報告書, 2014
(http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/bousai/dai6/houkokusyo.pdf)
- 3) 武知洋太ら: 吹雪時に人間が感じる視程と視程計や吹雪計により計測値との関係, 北海道の雪氷, No. 28, pp.17-20, 2009