

# 吹きだまりや視程障害を予測する 新たな技術の開発～吹雪丸の試行



株式会社 シー・イー・サービス  
執行役員

正岡 久明 氏

近年、暴風雪の発生頻度や規模が大きくなり、各地で被害が発生している。なかでも2013年3月の暴風雪では、道東・道北地域で視程障害や吹きだまりで車両の立ち往生が多く発生し、9人が亡くなる痛ましい事故があったことは記憶に新しい。

このような事故を未然に防ぐための一助となるべく、道路上で発生する視程障害や吹きだまりを的確に予測することを目標として掲げ、当社および北海道大学と北海道開発技術センターとの共同で調査・研究・開発を進めてきた技術を紹介したい。

## 1 視程障害や吹きだまりの把握について

### (1) これまでの吹雪状況の把握と道路管理

これまで冬期道路管理は、道路状況の把握手段として天気予報や気象情報のほか、路線内の代表地点に設置された道路気象観測所やCCTVカメラ（道路脇に設置された管理用カメラ）でリアルタイムの状況を把握するとともに、道路パトロールにより除雪のタイミングや通行規制の判断を行っている。気象庁や気象会社などでは予測技術が進化し、年々その精度が高まっており冬期道路管理にとっても役立っている。

一方、実際の道路上で発生する視程障害や吹きだまりを的確に予測することは非常に困難であった。

### (2) 視程障害や吹きだまりの予測

道路上の視程障害や吹きだまりの予測が困難な理由として、道路構造や沿道環境の影響を強く受けること、周辺の地形条件によっては特定の風向で局所的に発生することなども複雑に影響していることが挙げられる（写真1、2）。



写真1 局所的な吹きだまり

## 2 予測技術の特徴

### (1) 吹きだまりの発生判定技術

地域の実情に精通した道路の維持管理を担当する職員や熟練した除雪業者は、これまでの経験から吹きだまりの発生しやすい気象条件・地形条件を良く知っている。このノウハウは大変貴重な財産であり、体系化し可視化することで地域の道路を守る技術の伝承が可能となり得るものである。

可視化する第一歩として、調査段階で除雪業者へのヒアリングを行い、吹きだまりが発生しやすい箇所（101地点）と吹きだまりの発生しない箇所（447地点）の特徴を考察した。その結果吹きだまりに影響する要因として、吹走距離や道路構造など図1の左端に示す8要素を抽出した。

これらをデータベース化した上で決定木分析手法を用いて分析した結果、吹きだまりの発生・非発生を統計的に97%の適中率で判定するフロー（樹形図）を導くことができた（図1）。樹形図の上位の分岐条件には「吹走距離」や「道路と風のなす角度」が現れ、吹きだまりの発生に影響が強いことがわかる。樹形図として可視化されたこれらの条件は、道路の維持管理を担当する職員や除雪車オペレータの実感と近いことを、ヒアリングを通じて検証している。



写真2 局所的な視程障害

## (2) カメラ画像分析による吹雪の検知と面的推計

視程障害が生じる状況を大別すると、降雪によるものと強い風をともなう地吹雪によるものがある。

地吹雪は、局所的な強い風や地形などが影響して発生するケースが多いことに加え、風上の地表にある雪が風によって飛ばされて発生することから、風速や降雪などの気象データだけで地吹雪による道路上の視程障害を的確に予測することは従来困難であった。

本技術では既存のCCTVカメラを利用して、カメラ静止画像を画像分析して、そのコントラストから空気中を舞っている雪の量(吹雪量)を自動検知している(図2)。

この技術を活用して、カメラが設置されている地点において吹雪を的確に検知した上で、さらに空間内挿法を用いてCCTVカメラが設置されていない箇所の状況を面的に推計している。

図3はこの地域にある16基の道路カメラ画像から吹雪量を推計し、空間内挿法によって視程障害の状況を面的に推計したものである。また図3と同じ日時において気象データ(風速・気温・降水強度等)から吹雪量を推計する従来の手法で推計したものを図4に示した。

図3と図4を比較すると、道路カメラを活用することで地域の吹雪の発生状況を的確に捉えていることがわかる。

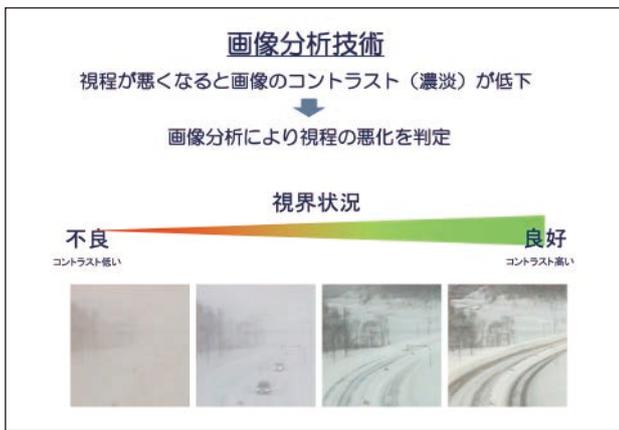


図2 カメラ画像による吹雪の検知技術

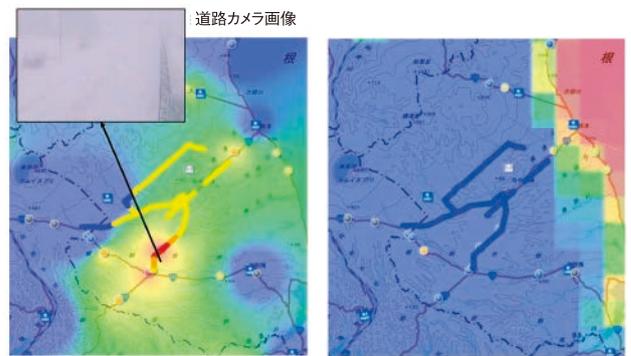


図3 本技術による視界状況の推計

図4 従来技術による視界状況の推計

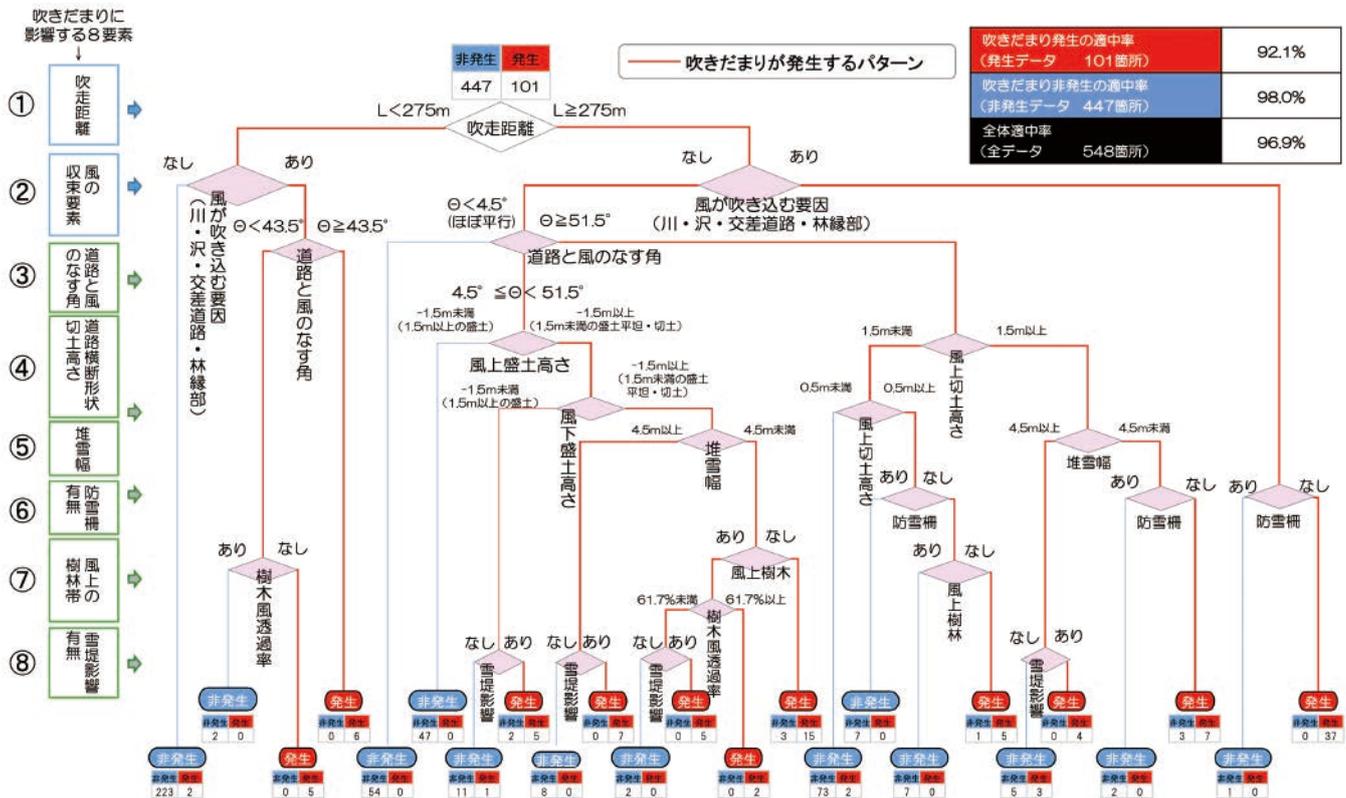


図1 吹きだまり発生判定フロー

### 3 吹きだまり・視程障害予測システム(吹雪丸)

#### (1) システムの概要

吹雪丸は道路の吹きだまり深さを予測するシステムである。本システムは、①CCTVカメラ画像やアメダスデータなどの現地観測データ、②気象庁が発表する24時間先までの降雪・風向風速・気温データ(気象庁配信気象G PVデータ)、③道路構造・沿道環境データをインプットデータとしている。これらのデータを基に、技術開発で構築した「カメラ画像分析による吹雪検知と面的吹雪推計(A)」を行い、さらに「決定木を用いた吹きだまり発生判定(B)」により吹きだまり深さを予測している(図5)。

吹きだまり判定に用いる「吹走距離」「道路と風のなす

角度」は刻々と変化する風向風速に大きく関係する。このため、30分ごとに決定木分析を行い24時間先までを累計することにより、吹きだまり深さを予測している。また路線連続的に評価するために100m区間ごとで吹きだまり深さを予測している(図6)。

#### (2) 画面構成

吹雪丸は大きく3つのユーザインターフェースで構成している。

トップページは、地域の視程障害や吹きだまりの状況を俯瞰的に確認するもので、地域で発表されている気象警報、カメラ画像、視程障害予測、吹きだまり予測を確認することができる。

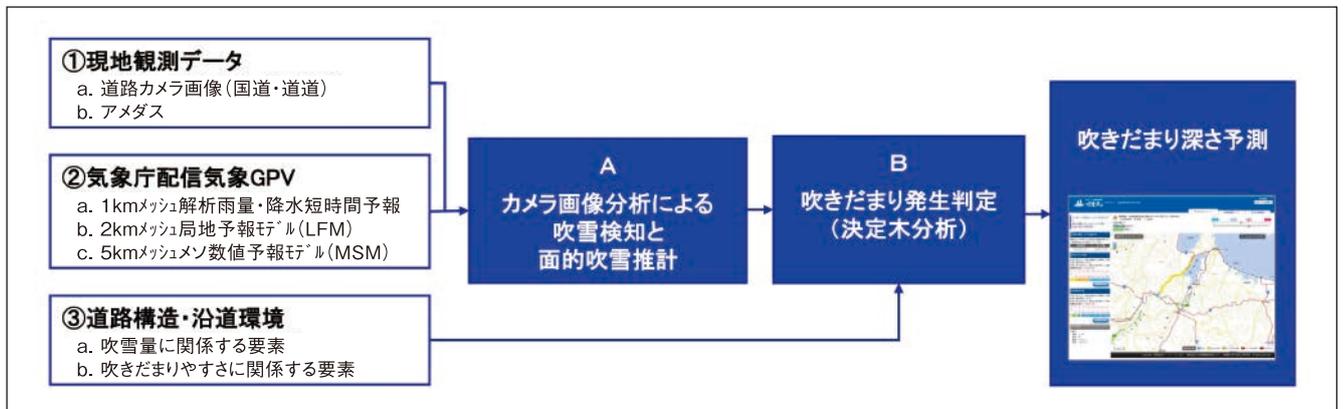


図5 吹きだまり予測の流れ

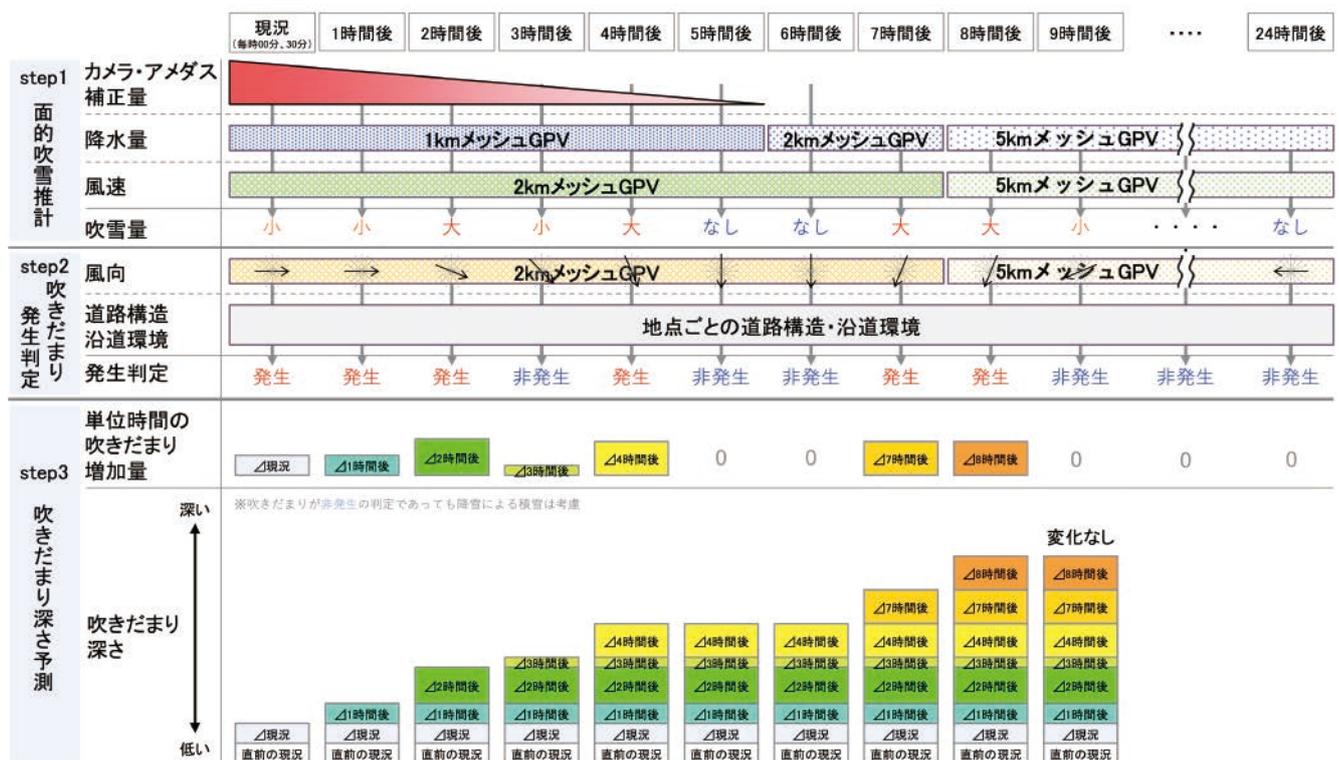


図6 24時間先の吹きだまり深さを予測する方法

吹きだまり深さページは、路線内のどの区間でどの程度の吹きだまりが生じるか予測した結果を5段階(0cm・10cm・10～20cm・20～50cm・50cm以上)で表示している。

視程障害ページは、エリア全体の面的な視程状況・道路カメラ画像・風向風速などが一覧できるとともに、路線上の視程を6段階(750m以上・500～750m・200～500m・100～200m・50～100m・50m未満)で表示している。いずれのページもスライダーを操作することで、24時間先までの状況を1時間単位で確認することができる(図7)。

#### 4 成果と今後の取組

これまでの試行では、吹きだまりの発生箇所やその深さに関する適中率は約85%程度となっている。中標津地域の道路管理者からは「除雪出動の適切なタイミングを計ることができた」、「除雪回数の削減などコスト面でメリットがあった」、「除雪オペレータが休憩や交代するタイミングを判断するのに役立った」などの評価をいただいている。

今後は冬期道路管理に少しでも役立つことを目指すとともに、他地域への水平展開を行いたいと考えている。

#### 5 おわりに

本技術開発は国土交通省建設研究開発助成制度を活用して実施したものである。

技術開発を進めるにあたって同制度の期間中(2014～2016年)に設置した産学官による委員会において、委員長の北海道大学 萩原亨教授、委員の北見工大 高橋清教授、北海道開発局道路維持課、北海道建設部維持管理防災課、(国研)土木研究所寒地土木研究所雪氷チーム、(一財)日本気象協会、(一社)北海道開発技術センターの皆様から多くのご指導とご助言をいただいたことに、この場をお借りして感謝とお礼を申し上げる。

#### 【参考文献】

- 1) 道路管理職員・除雪車オペレータが有する吹きだまりノウハウの可視化,第33回寒地技術シンポジウム,(星野洋,正岡久明,間山大輔,足立浩,神崎亨)
- 2) 吹きだまり予測技術の開発とその試行的取組に関する報告,第34回寒地技術シンポジウム,(星野洋,正岡久明,間山大輔,萩原亨,金田安弘,越後謙二,永田泰浩)



図7 吹雪丸画面構成