

道路構造と風向の変化を考慮した吹雪視程予測技術に関する研究

Research on Technology for Forecasting Visibility during Snowstorms Considering the Road Structure and Changes in Wind Direction

近年では、吹雪の発生頻度が低い地域においても極端な暴風雪に起因した吹雪により多重衝突事故が発生している。この様な暴風雪に起因した交通障害の予防軽減に向けては、道路管理者による道路除雪及び道路通行止めなどの道路管理をより適確に行っていくことが重要となります。本研究では、暴風雪時における道路管理者の判断支援に資する、路線上における吹雪視程予測技術の開発を目指しています。



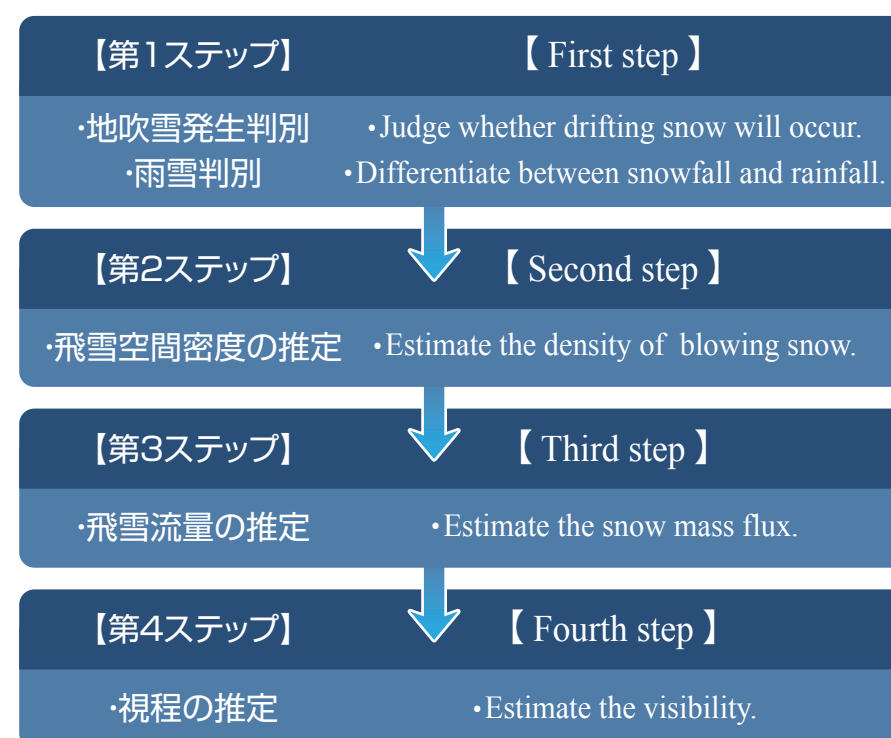
In recent years, blowing snow-induced multi-vehicle collisions have occurred during extreme snowstorms, even in areas where the frequency of snowstorms in average years has been low. To mitigate traffic problems caused by such snowstorms, road administrators need to manage roads more appropriately by clearing snow and closing the roads to traffic in a timely manner. This research aims to develop a technique for predicting snowstorm-induced visibility reductions on routes in order to assist road administrators in their decision-making on road management during snowstorms.

気象条件に基づく吹雪時の視程推定手法とその課題

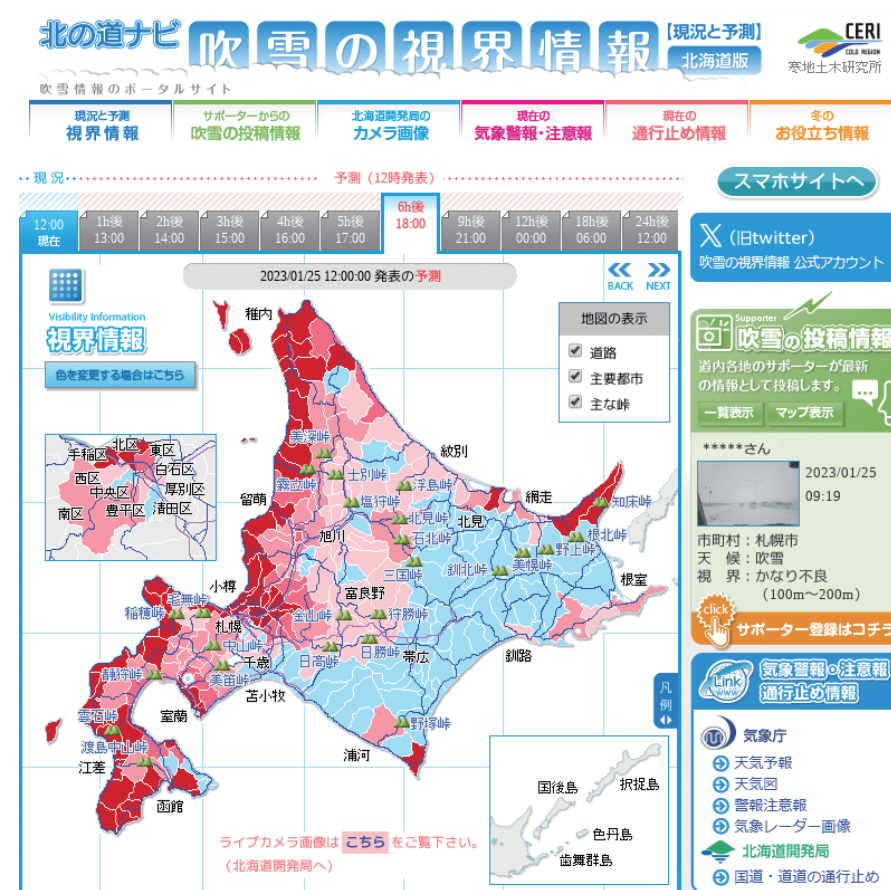
A method for estimating visibility during snowstorms based on weather conditions, and issues toward its development

寒地土木研究所では、一般に入手可能な気象データ(気温、風速、降水量、相対湿度)に基づき、地吹雪発生について推定し、道路のドライバーの目線高さにおける飛雪流量 $[g/(m^2 \cdot s)]$ から吹雪時の視程(m)を推定する手法(図1)を開発しました。開発した手法は道路利用者への吹雪の視界情報の提供に活用しています(図2)。しかし、この手法により推定される視程は、風上に平らな雪原(吹走距離)が存在する地点において吹雪が十分発達した状態を想定した結果です。このため、道路上における視程障害の状況とは厳密には一致しない恐れがあります。

Based on generally available meteorological data (air temperature, windspeed, precipitation, and relative humidity), the Civil Engineering Research Institute for Cold Region has developed a technique (Figure 1) for estimating the occurrence of drifting snow on the road and for estimating the visibility (m) during snowstorms using the snow mass flux $[g/(m^2s)]$ at the driver's eye level on the road. The technique is used in the Snowstorm Visibility Information System, which is geared to road users (Figure 2). However, the visibility estimated using this technique is based on the assumption of well-developed blowing snow at points where a flat snowfield exists windward of the road section (a considerably long fetch). Therefore, the actual visibility reduction on the road may differ from the predicted results.



▲図1 気象条件に基づく吹雪時の視程推定の流れ
Fig. 1 Flow for estimating visibility during snowstorms based on the weather conditions



▲図2 吹雪の視界情報 (道路利用者(ドライバー等)へ試験提供)
Fig. 2 Snowstorm Visibility Information System (experimentally provided to the road users (drivers))

道路上の視程推定手法の検討

Examination of road visibility estimation technology

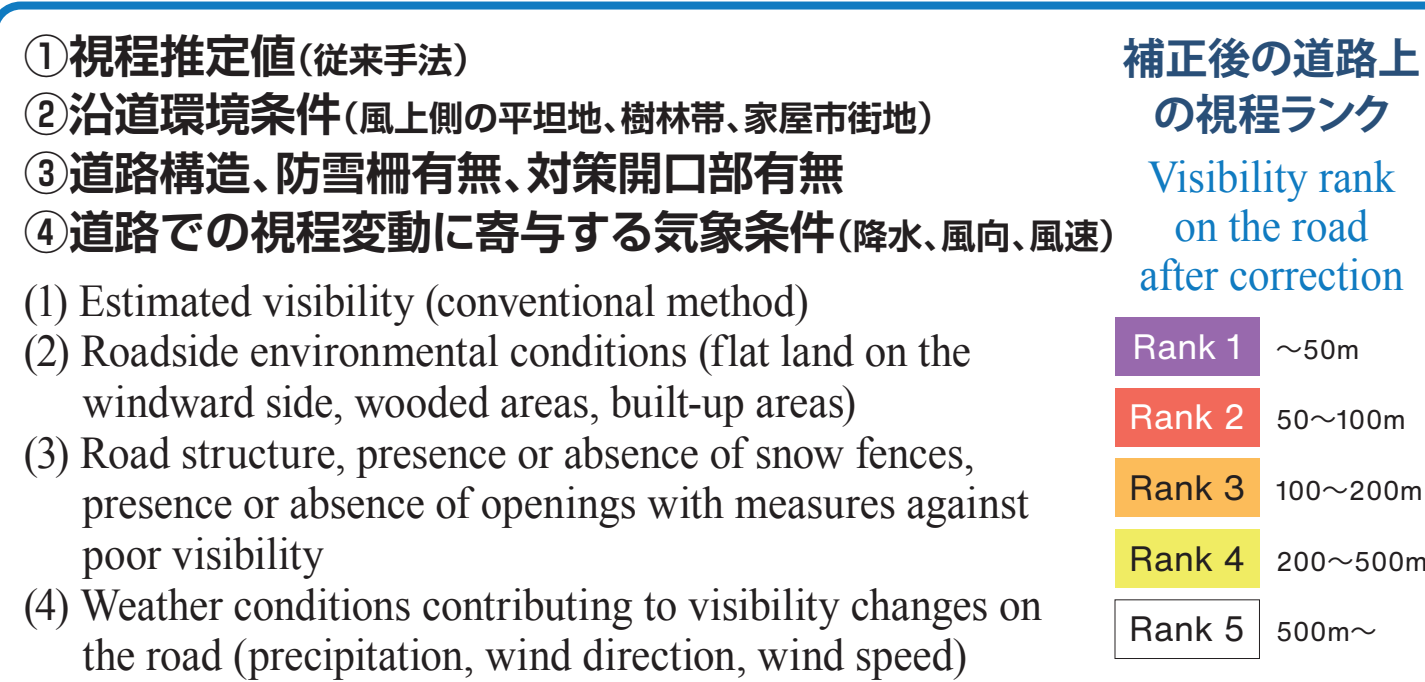
移動気象観測車によって吹雪時に測定した道路上の視程データ(図3)を基に、路線に沿った道路上の吹雪視程を5段階のランクで出力する手法案(図4)を、ランダムフォレスト(機械学習)を用いた解析により考案しました。本手法は、気象条件のみ(従来手法)による視程推定値(図1)を、道路構造や風向に応じた沿道環境の違いによる影響を考慮し、道路上の視程ランクへ補正する手法です(図4)。

提案した手法では、モデル路線(一般国道275号)での吹雪時における視程200m未満の推定精度が従来手法より10%程度向上することを確認できました。

Based on road visibility data measured during snowstorms by a visibility observation vehicle (Fig. 3), we devised a method (Fig. 4) for outputting snowstorm visibility along a route according to five levels, using random forest (machine learning) analysis. This method ranks road visibility by correcting visibility estimates (Fig. 1) that are based solely on weather conditions (the conventional method) (Fig. 4), taking into account the influence of differences in the roadside environment, road structure and wind direction. The proposed method was confirmed to be 10% more accurate than the conventional method for visibilities of less than 200m during snowstorms on a model route (National Highway 275).

【道路上の視程推定技術の概要】 [Overview of road visibility estimation technology]

- 気象条件による吹雪視程の推定手法(従来手法(図1))
Weather-based method for estimating visibility during snowstorms (conventional method (Fig. 1))
- 道路上の視程推定(補正)手法案
Proposed method for estimating (correcting) road visibility
- ランダムフォレスト(機械学習)を用いた学習モデルにより、4項目に基づき道路上の視程へ補正
- A model using random forest (machine learning) is used to correct road visibility based on four factors.



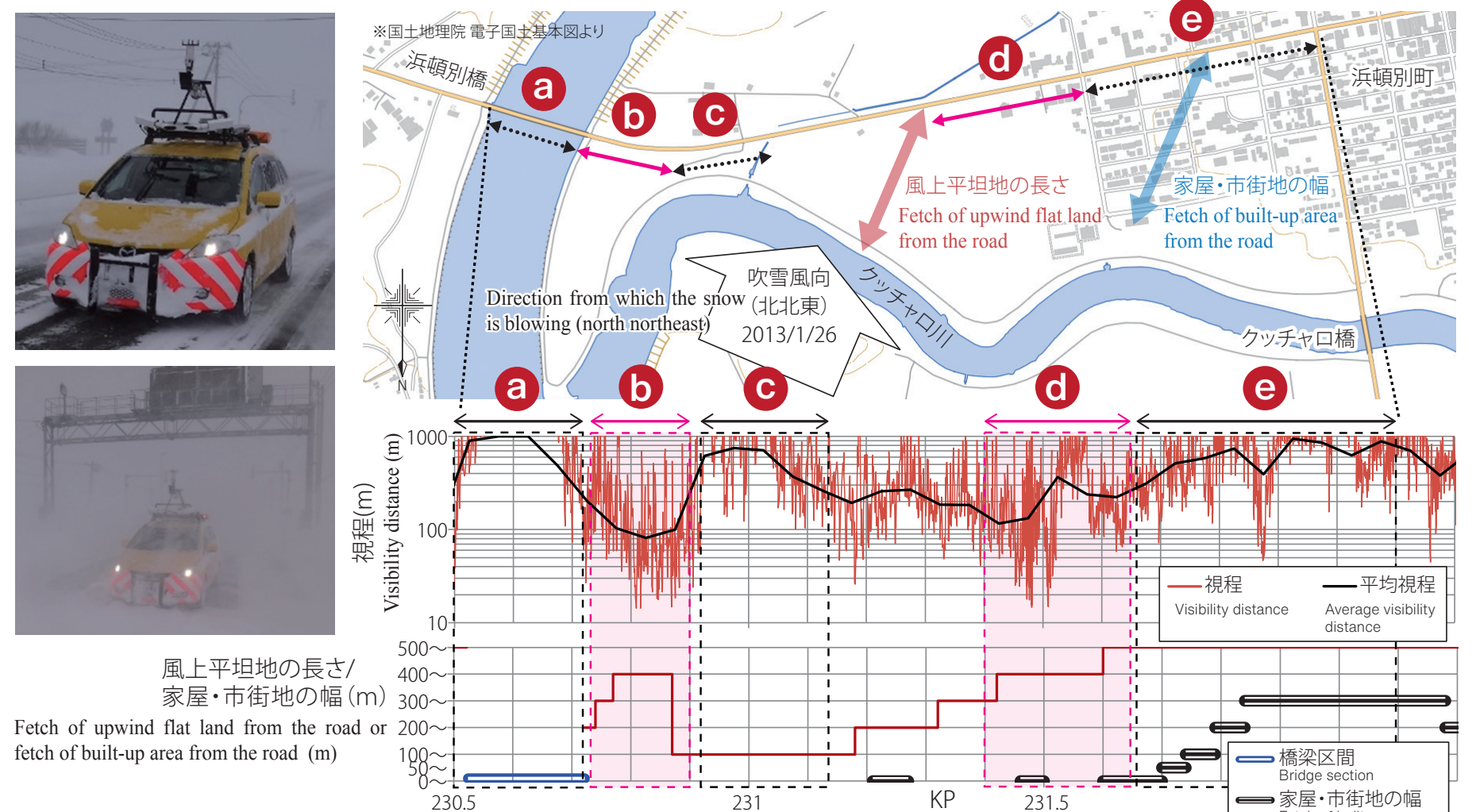
▲図4 道路上の視程推定技術案 Fig. 4 Proposed road visibility estimation technology

道路上の視程障害

Visibility hindrance on the road

道路上での吹雪による視程障害は、沿道環境や道路構造などの条件の違いによって複雑に変化することが確認されています。図3は、視程障害移動観測車によって測定した路線上の視程と沿道環境を併記し比較した結果の一例です。風上の平坦地が長く開けた区間で視程が低下していることが確認できます(図3(b), (d))。一方、橋梁区間、平坦地の短い区間、市街地内では視程があまり低下していないことが確認できます(図3(a), (c), (e))。

It has been found that visibility reductions caused by blowing snow on roads are complex and that they vary depending on the roadside environment, road structure, and other conditions. Figure 3 shows an example of the relationship between the roadside environment on a route and the visibility measured using an on-road visibility observation vehicle. The figure shows that visibility is lower on road sections with flat, open land on the windward side (Figures 3(b) and (d)). It can be observed in Figure 3 that the visibility is not reduced much on the bridge section (a), the section with narrow flat land on the windward side (c), and the section that runs through an urban area (e).



▲図3 道路における視程と沿道環境との関係(移動気象観測事例)
Fig. 3 Relationship between visibility and road environment (a case using measurements from a visibility observation vehicle)

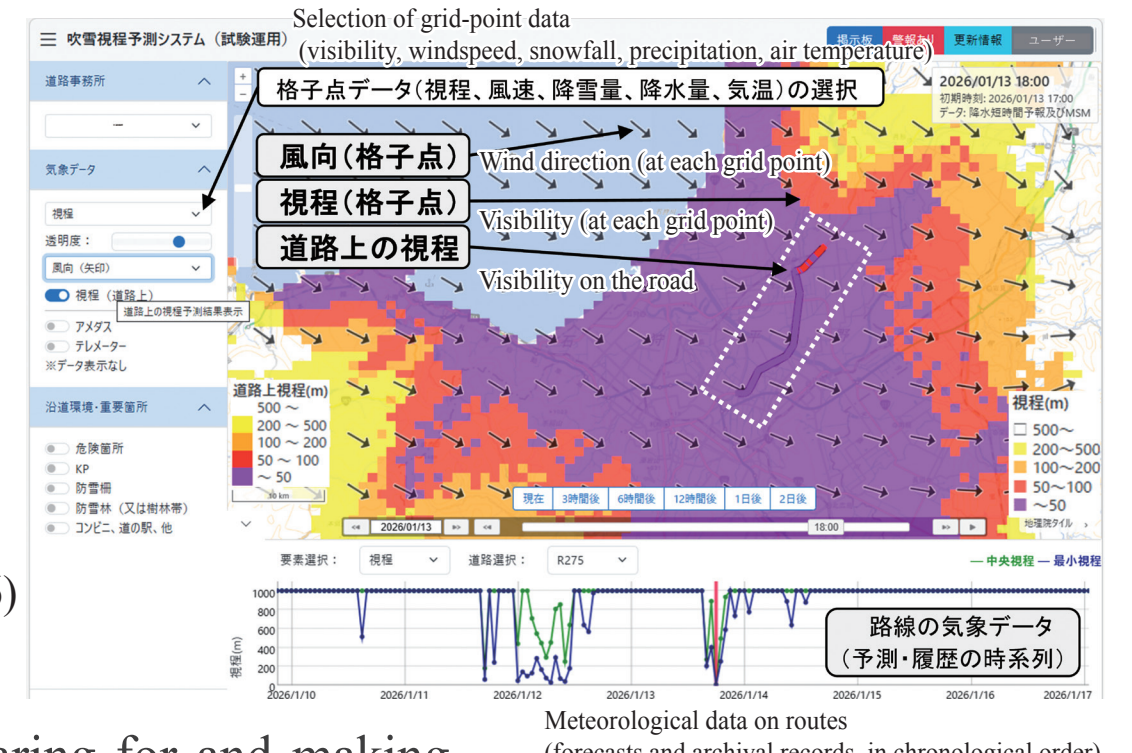
道路の吹雪視程予測システムの検討

Study on a road visibility prediction system for snowstorms

暴風雪時における道路管理(道路パトロール、除雪、通行止め)の準備や判断支援に活用いただくため、図4の推定手法案を実装した吹雪視程予測システム試作版(図5)を構築しました。札幌市内やその近郊で吹雪視程障害(ホワイトアウト)が発生した際(2026年1月13日)には、モデル路線(図5の白枠)で適確に視程障害の発生が予測されることを確認しました。

▶図5 吹雪視程予測システム試作版(2026年1月13日)

Fig. 5 Prototype snowstorm visibility prediction system (Jan. 13, 2026)



To assist in preparing for and making decisions regarding road management during snowstorms (decisions on road patrols, snow removal, road closures), we have developed a prototype snowstorm visibility prediction system (Fig. 5) that implements the estimation method shown in Fig. 4. We confirmed that the system accurately predicts visibility reductions (whiteouts) on the model route (the white dotted frame in Fig. 5) for snowstorms in Sapporo City and its environs (Jan. 13, 2026).