

第66回(2022年度) 北海道開発技術研究発表会論文

# 車載型カメラの画像を用いた 吹雪時の視界状況データの活用

釧路開発建設部 道路計画課 ○下村 光輝  
 釧路開発建設部 道路計画課 葛田 伊宏  
 (一社)北海道開発技術センター 永田 泰浩

本研究では8台のパトロール車両に小型カメラと小型PC、GPSセンサーを搭載し、車両前方の画像を蓄積するとともに、画像処理によって定量的な視界状況を判定、蓄積した。さらにLTE回線を通じて視界状況をリアルタイムで配信した。蓄積された視界状況データとリアルタイム配信データの活用方法の検証した結果、視程障害区間の抽出資料や整備効果資料としての活用や、道路管理者の視界状況の共有に有効なことを確認した。

キーワード：車載カメラ、画像処理、吹雪、視程障害、情報共有

## 1. はじめに

北海道の国道における過去5年間（平成29年度～令和3年度）の冬期（12月～3月）の通行止め原因は、吹雪が全体441回の内、約6割の250回と最も多く、社会や市民生活に甚大な影響を及ぼしている。

道路交通への影響を最小限に留めるためには、「時間変動が激しく局所的」という特性を持つ、吹雪による視界状況を、迅速かつ正確に把握する必要がある。これまでは、個人の主観に基づく定性的な判断しか行えず、客観的な数値に基づく定量的な把握は難しかったが、過年度の研究成果<sup>1)</sup>で示したように、車載型カメラの導入により、視界状況を線的・定量的に把握することが可能となった。本調査では、線的な把握を行うことができる車載型カメラの画像を、画像処理を行って、軽量化された吹雪時の視界状況データとして効率的に収集、蓄積する方法と、その活用の仕方について報告する。

## 2. 車載型カメラを用いた視界状況データ収集方法

### (1) 過年度までの取り組み状況

過年度の研究成果<sup>1)</sup>で示された画像処理技術について、概要を示す。図-1のように、カメラで撮影した道路の画像は、好天時はコントラストがはっきりしているが、吹雪によって視界が悪くなるとコントラストが低下し、白や灰色の一色に近づいていくことがわかる。北海道大学の萩原、永田ら<sup>3)</sup>はこのコントラストに着目し、画像処理によって人間の目の見やすさを評価する手法を開発し、人間の目が感じやすい領域のコントラストの大きさを画像評価値WIPS（Weighted Intensity of Power

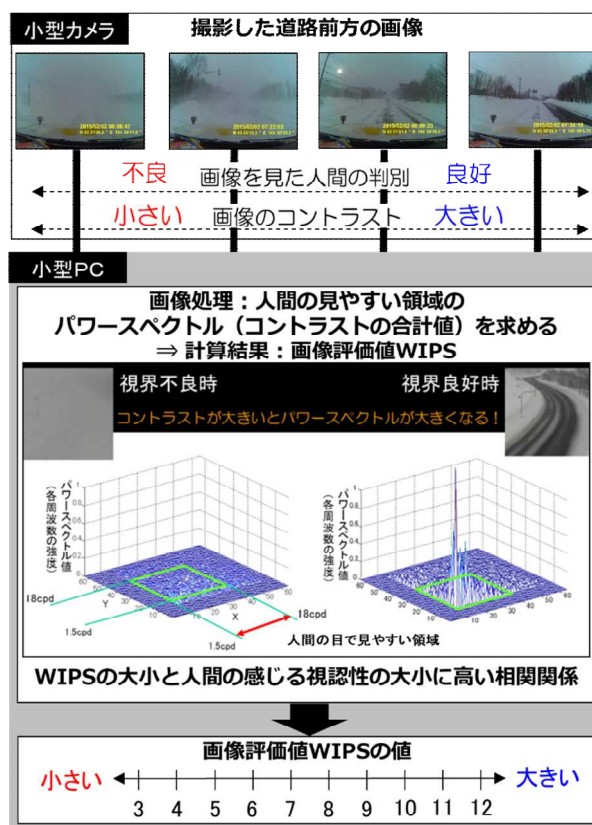


図-1 カメラ画像から視界状況を評価する流れ

Spectra) と、人間がその画像を見て感じる視界状況との相関関係が強いことを示した。

この画像評価値WIPSを、過年度の研究成果<sup>1)</sup>において道路管理用定点カメラやドライブレコーダの画像判定に用いたところ、視程障害の発生箇所を定量的に評価することができた。しかし、ドライブレコーダの画像データ

は数日分しか記録できず、また、画像データの受け渡しは人手を介するため、リアルタイムでの活用が難しいという課題があった。

## (2) 新たに用意したデータ収集システム

ドライブレコーダの画像データから道路上の視界状況を把握するには、人間の目視による見直しが必要であり、長時間にわたる視界状況を線的・定量的に評価することが困難であった。そのため、フロントガラスの内側に小型カメラを設置するとともに、小型PCによって10秒間隔で撮影した道路画像を処理し、算出した視界状況データを記録する図-2のような『車載型カメラ画像収集システム』（以後、「車載型システム」と称す）を用意した。また、このシステムを携帯電話網（LTE回線）に繋ぎ、道路画像および視界状況データを一定間隔で専用サーバへリアルタイムで送信することとした。

## 3. 車載型システムのリアルタイム活用の検証

令和2年12月から令和3年3月、令和3年12月から令和4年3月に図-3に示す8つの区間で、車載型システムで生成された視界状況データを用いたリアルタイム活用の可能性についての検証を行った。

専用サーバに送信された視界レベルを図4のような専用の閲覧サイト上で表示した。表示される情報が除雪作業や通行止めの判断等に活用できるかについてヒアリングを実施したところ、サイトの情報を閲覧した道路管理者と維持工事受注者からは、表-1のような意見が得られた。



図-2 車載型システムの構成機器

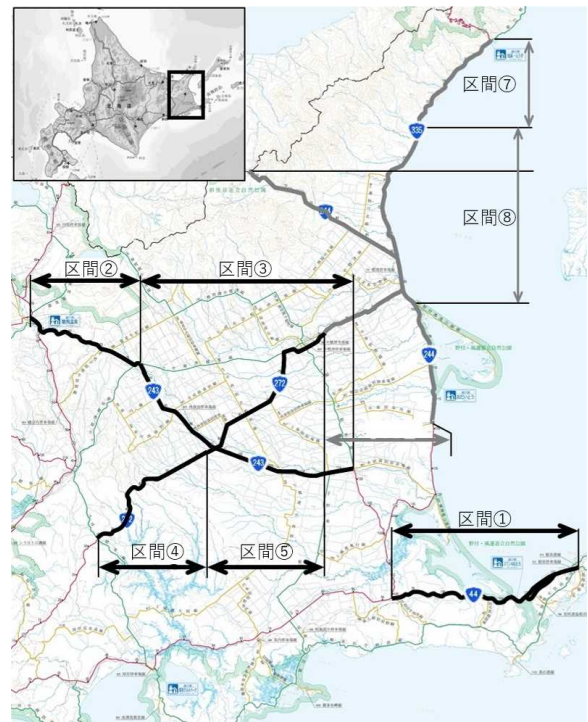


図-3 車載型システムを用いたデータ収集の調査区間



図-4 閲覧サイト画面

表-1 リアルタイム活用に対する主な意見

道路管理者	吹雪時の現地状況の伝達、把握が効果的、効率的に行える
	CCTV(固定)カメラのない場所の吹雪状況を確認できるので良い
	通行止めの判断材料の1つとして活用できる
維持工事受注者	吹雪状況把握時の写真撮影を停車せずに運転したままで行えるため、安全
	口頭の説明では限界があるので画像があると吹雪視界状況を伝えやすい
	人手不足へ対応するため、パトロールカーではなく、除雪トラックに搭載してほしい

## 4. 車載型システムデータの蓄積活用の検証

### (1) 視程障害多発区間の定量的把握

蓄積された視界状況データを詳細に分析にすることにより、どのような活用が出来るかを検証した。まず、吹雪が発生している箇所を確認し、道路の周辺環境や吹雪対策施設の有無による差が確認できるかを検証した。

図-5、図-6には、令和3年度冬期に図-3における区間③（一般国道243号）を走行した全データの内、吹雪発生時の視界状況データを対象として視界レベル4（視程100m未満）、視界レベル3（視程100-200m）、視界レベル2（視程200-500m）の発生割合を示した。図の横軸は道路起点からの距離を表すキロポスト（以後、「KP」と称す）を示した。また、吹雪主風向側の状況を樹林帯、市街部、平坦地（牧草地など）に分類して示したほか、吹雪対策施設である防雪柵の整備区間を示した。

図-5より、KP98～KP107の区間では、KP100.5付近やKP104.5付近の樹林帯や、KP106～KP107の市街部では、視界不良の発生頻度が低いことが確認できた。図-6に示したKP68～KP77は、吹雪主風向側が8kmにわたり平坦地が続いているが、防雪柵の整備された区間では、視界不良の発生頻度が低く、隣接する未整備区間では、視程障害の発生頻度が高いことが分かる。

このように、短い区間ごとの視界状況データを蓄積・整理することにより、吹雪による視程障害の多発区間を線的・定量的に把握し、また、道路の周辺環境の影響や、吹雪対策施設の効果も把握可能であり、対策の優先順位検討や対策区間の抽出に活用できることが分かった。また、道路管理者へ、蓄積した視界状況データに関するヒアリングをした結果を表2に示す。視界状況データの精度については、実際の道路の視界状況と概ね合致しているという評価を得たが、都度、主風向などの気象状況が異なるので視界状況データの蓄積が必要という回答があった。また、「引継ぎ資料として活用したい」や、「熟練した道路維持従事者の退職に伴う世代交代に際して活用したい」という回答も得られた。

### (2) 道路整備効果検証

令和2年3月に開通した根室道路は、一般国道44号と並走する自動車専用道路であり、地吹雪による冬期交通障害時の「命の道」や安定的な物流の確保を目的として整備された路線である。開通直後の令和2年度冬期の蓄積した視界状況データを用い、根室道路と平行する一般国道44号の視界レベル4（視程100m未満）、視界レベル3（視程100-200m）、視界レベル2（視程200-500m）の発生を図-7、図-8と比較した。図の横軸は道路起点からの距離であり、縦軸には各視界レベルの割合を示した。

図-7、図-8より、視界レベル3の割合に差があり、一般国道44号に比べて、根室道路の方が視程距離200m以下の視界不良が発生しづらいことが定量的に把握できた。

□視界レベル1:視程500m以上 ■視界レベル2:視程200-500m ▨視界レベル3:視程100-200m ■視界レベル4:視程100m未満

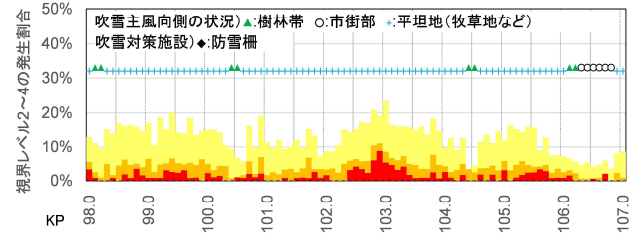


図-5 令和4年度視界不良の発生割合(区間③(R243)KP98-KP107)

□視界レベル1:視程500m以上 ■視界レベル2:視程200-500m ▨視界レベル3:視程100-200m ■視界レベル4:視程100m未満

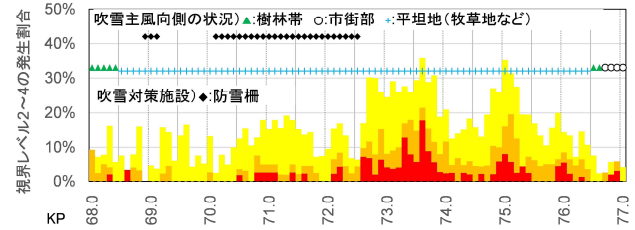


図-6 令和4年度視界不良の発生割合(区間③(R243)KP68-KP77)

表-2 蓄積活用に対する主な意見

令和2年度	吹雪の酷い箇所は風向きなど、その時々で変わるため、吹雪危険区間の正確な把握のためには色々な気象条件のデータの積み上げが必要 防雪柵などの吹雪対策整備参考資料に使える 新しく赴任した職員が最初に吹雪状況を把握する上で活用できる
令和3年度	車載カメラ画像による視界状況データは実際の路上の視界状況と概ね良く一致している 各冬期によって気象状況が異なるので、今年だけのデータだけでは抽出されていない視程障害発生地点もあり、データの蓄積が必要

□視界レベル1:視程500m以上 ■視界レベル2:視程200-500m ▨視界レベル3:視程100-200m ■視界レベル4:視程100m未満

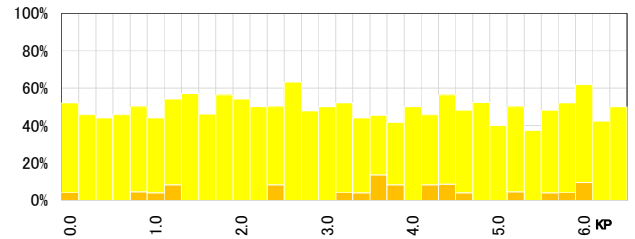


図-7 根室道路(R44並走区間)での各視界レベルの発生割合

□視界レベル1:視程500m以上 ■視界レベル2:視程200-500m ▨視界レベル3:視程100-200m ■視界レベル4:視程100m未満

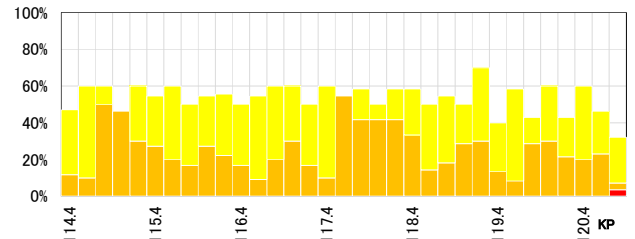


図-8 R44(根室道路並走区間)での各視界レベルの発生割合



### (3) 情報共有資料としての活用

蓄積した視界状況データを地図上にまとめることにより、熟練技能者の引退や人事異動等で後任に路線概況を引き継ぐ際の情報共有資料としての活用も期待できる。

図-9は、蓄積した視界状況データを基に、各視界レベルの発生状況と交通遮断器の位置などの情報を地図上にプロットしたものである。危険箇所については現場に精通した道路維持従事者の認識とほとんど一致しており、交通遮断器などの通行止めに必要な情報と合わせることで、道路維持業者の長年の経験と知見の暗黙知を共有することが可能と考えられる。

## 5. まとめ

本調査により、車載カメラの画像データ、画像処理による視界状況およびGPSによる位置情報を車載の小型PCで処理して、携帯電話網でデータを送信することにより、リアルタイムで画像と視界状況データを収集・表示することが可能であると示された。また、車載型カメラの画像を用いた吹雪時の視界状況データの活用について、「リアルタイム活用」と「蓄積活用」の二つの使い方が示された。

「リアルタイム活用」については、通行止め判断など、急を要する判断の際に利用されることが多いことが分かった。今回は4段階のレベル分けのみであったが、さらに利用時を考え、直感的に理解できるインターフェイスを考える必要がある。また、スポット的に巡回を行うパトロール車両だけでなく、吹雪の際に作業を行う除雪トラック等、車載可能な車種の拡大も検討が必要である。

「蓄積活用」については、道路上の危険箇所を線的・定量的に把握し、吹雪による視程障害対策の検討に活用可能と考えられる。また、通行止めの回数や定性的でしか表せなかった整備効果の評価についても、蓄積した視界状況データにより、短期間で定量的な評価へ活用できる可能性が示された。蓄積した視界状況データは、防雪対策の整備前後の評価、防雪柵の整備による防雪効果の評価にも活用可能と考えられる。さらに、蓄積した視界状況データを地図上にまとめることにより、熟練技能者の引退や人事異動等で後任に路線概況を引き継ぐ際の資料としての活用も期待できた。

## 6. おわりに

本調査により、車載型カメラの画像を用いた吹雪時の視界状況データを用いることで、これまで定性的で把握が難しかった視程障害の発生箇所・頻度を、線的・定量



図-9 別海町周辺での情報共有資料の例

的に把握することが可能となり、整備効果の確認や効率的・効果的な対策区間・対策施設の検討、現地の吹雪状況に精通した道路維持従事者の経験や知見を共有する引継ぎ資料として有効に活用できることが明らかになった。

今冬期も車載型システムを用いた調査の継続を予定しており、複数区間での視界状況データの配信や、車載型システムの除雪車への搭載による、より効率的な吹雪状況把握と活用についての検証を行う予定である。

### 参考文献

- 1) 山内良輔ほか：カメラ画像を活用した吹雪自動検知技術の活用—道東地域の道路吹雪対策高度化に向けて—, 2020 ふゆトピア・フェア in とまこまい
- 2) Hagiwara, et al.,: Development of Visibility Assessment Methods with Digital Images under Foggy Conditions. (2004) : In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1862, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 95-108.
- 3) 永田泰浩ほか：道路監視用 CCTV カメラの画像を利用した視認性情報システムの活用可能性についての研究, 機関誌「交通工学」, Vol.44, No.3, pp.89-99.