

冬期道路の管理に資するCCTV画像を用いた道路視界情報生成に関する研究*

Development of CCTV-Camera-Based Road Visibility Information System Contributing to Road Maintenance System in Winter *

萩原 亨**・永田泰浩***・川村文芳****・金田安弘****

By Toru HAGIWARA **・Yasuhiro NAGATA ***・Fumiyoshi KAWAMURA ****・Yasuhiro KANEDA ****

1. はじめに

最近の財政制約から、冬期道路管理であっても、その管理コスト低減を計りつつ、安全・安心な冬期道路交通を維持することが求められている。しかし、時空間的にダイナミックに変動する降雪や吹雪の実態を定量的に把握できていないことが、無駄のない冬期道路管理実施の障害となっている。例えば、実際の冬期道路管理は、地域の気象変化に精通した道路維持担当者の経験と勘によって支え続けられている。

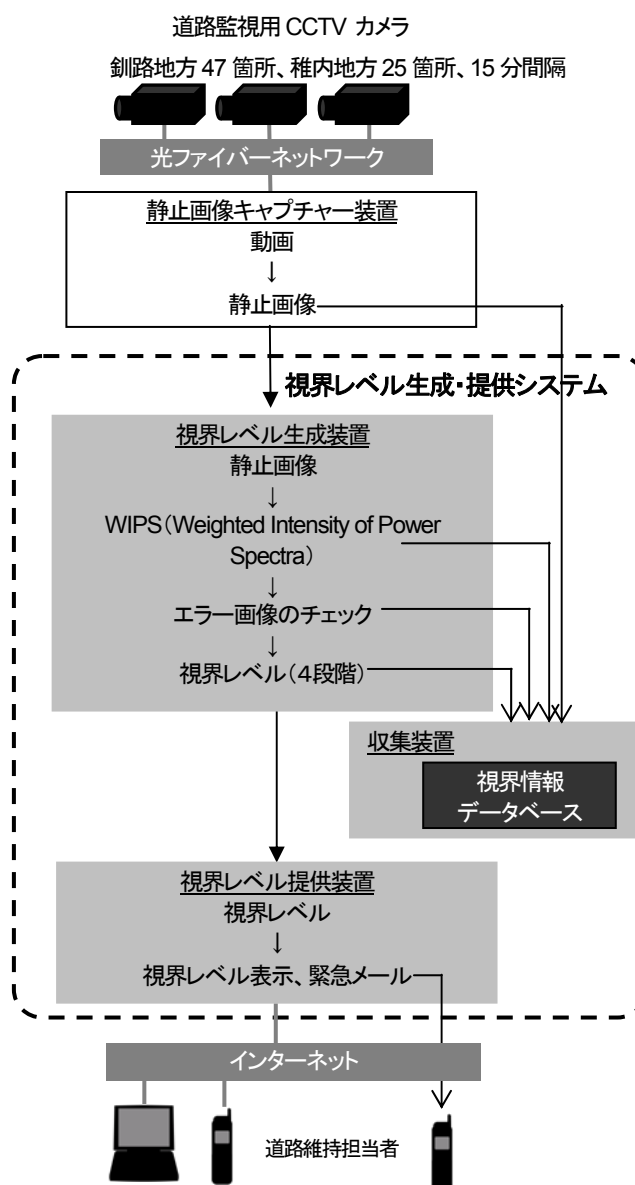
永田らは、道路に設置されている道路監視用 CCTV カメラからの動画から静止画をキャプチャーし、視界情報を生成する装置を提案している 1)。視界に関する時空間的な情報の生成と記録を可能とし、視界状況の悪化を道路維持担当者にリアルタイムに伝達し、かつ吹雪情報の蓄積から冬期道路の維持管理に資する装置である。しかし、夜間における視界情報の生成、CCTV カメラに写り込む道路背景画像の影響などの考慮がシステムを実用化する視点において課題であった 2)。

静止画像キャプチャーシステムの改良、夜間および多様な背景でも視界情報を生成する視界評価システムの改良などを行い、実際の冬期道路維持業務の支援に有効かどうかを目的とし実用可能性実験を行った。2009 年 12 月から 2010 年 2 月の冬期（以降、2009-2010 冬期）に釧路地方と稚内地方において実験を実施した。本研究では、その実用可能性実験から得た 72 箇所の道路監視用 CCTV カメラ画像から生成する視界情報が、降雪や吹雪のダイナミックな変化状況を直接的に示す情報となり、冬期における道路維持の高度化に資する「雪」情報となりうるかどうかについて検討を試みた。

2. 2009-2010冬期の視界情報実用可能性実験について

視界情報実用可能性実験を、2009-2010冬期において北海道開発局・釧路開発建設部および稚内開発建設部で実施した。釧路開発建設部では47箇所の道路監視用CCTVカメラから視界情報を求め、道路維持担当者に提供

した。また、稚内開発建設部では、25箇所の道路監視用CCTVカメラから視界情報を収集し、道路維持担当者に提供した。おおむね2010年1月から2010年2月末日まで72箇所の道路監視用CCTVカメラを用いて視界情報を提供した。視界状況の更新間隔は、15分とした。視界情報は、道路照明がないなどの箇所を除いて、24時間提供とした。



図一 静止画像キャプチャー・視界レベル生成・提供装置の概要 (引用：参考文献 1), 2))

*キーワード：視界情報収集システム、CCTV カメラ、冬期道路管理

**正員, 博(工), 北海道大学大学院 社会基盤計画学三研究室

(札幌市北区北 13 条西 8 丁目, TEL:011-706-6214, E-mail : hagiwara@eng.hokudai.ac.jp)

***正員, (財)日本気象協会北海道支社・防災環境事業課

****非会員, (社)北海道開発技術センター・調査研究部

3. 視界レベル生成・提供装置

道路上の視界状況を目視で把握することが、国道沿いに多数整備されている道路監視用CCTVカメラの役割のひとつである。図-1の視界情報収集・生成・提供装置の目的は、人が行っている目視の代替である。図-1に示すように静止画像キャプチャー装置・視界レベル生成装置・視界レベル提供装置で構成される。

視界レベル生成・提供システムの前段階として、静止画像キャプチャー装置が、CCTVカメラの動画をもとに静止画像を抽出する。多数の道路監視用CCTVカメラの動画から、静止画像を抽出するシステムを新たに開発し導入した。画像の抽出に要する時間は、CCTVカメラ1地点あたり5秒程度となった。過去の実験では、回線の負荷の状態により30秒程度の時間を要する場合などがあったが、これらの問題点をクリアすることができた。

視界レベル生成装置は、静止画像から視認性情報「Weighted Intensity of Power Spectrum(以降、WIPS)」を算出する。萩原らは、CCTVカメラの画像から吹雪時の視界状況を判定する手法として、人間のコントラスト感度関数に着目した³⁾。一方、WIPSは利用者にとっては理解しづらい数値である。視界レベル生成装置では、このWIPSの値を元に各画像を視界レベル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)の4段階の視界レベ

ルに分類する。なお、本実験では、各々のCCTVカメラ別に多数の静止画像を事前に収集し、標準的な視界レベルに変換する経験式を求めた。これにより、各CCTVカメラの静止画像の背景の影響を軽減した。

視界レベル提供装置では、算出された視界レベルを道路維持担当者にメール送信する他、PCや携帯電話用のWebコンテンツとしてデータ提供する。静止画像収集、視界レベル算出から約10分後にWebに表示される。また、視界が悪化して視界レベルが設定した閾値を下回った際には、視界レベル提供装置から視界不良を知らせる緊急メールを道路維持担当者に送信する。

4. 視界レベルの収集結果

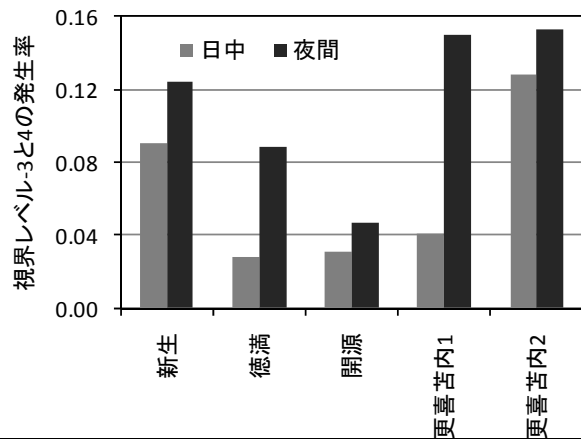
(1) 視界レベルの欠損について

本実験で用いた視界レベル生成・提供装置は、カメラレンズの汚れ、カメラレンズへの着氷・着雪、通常以外のカメラ方向、静止画像取得失敗などを除いて、安定して視界レベルを算出することができた。降雪や吹雪による視界不良時に、道路監視や着雪防止などの理由から、通常とは大幅に異なる方向にカメラを向けることが多く、視界レベルを取得できない場合があった。また、CCTVカメラの動画を転送している光ファイバーケーブル機器やCCTVカメラにメンテナンスが入ったとき、動画画像が乱れ、静止画像の取得に失敗することがあった。

(A) 稚内地方の国道40号と国道238号



(B) 国道40号の視界レベル3と4の発生率 (2010.2)



(C) 国道238号の視界レベル3と4の発生率 (2010.2)

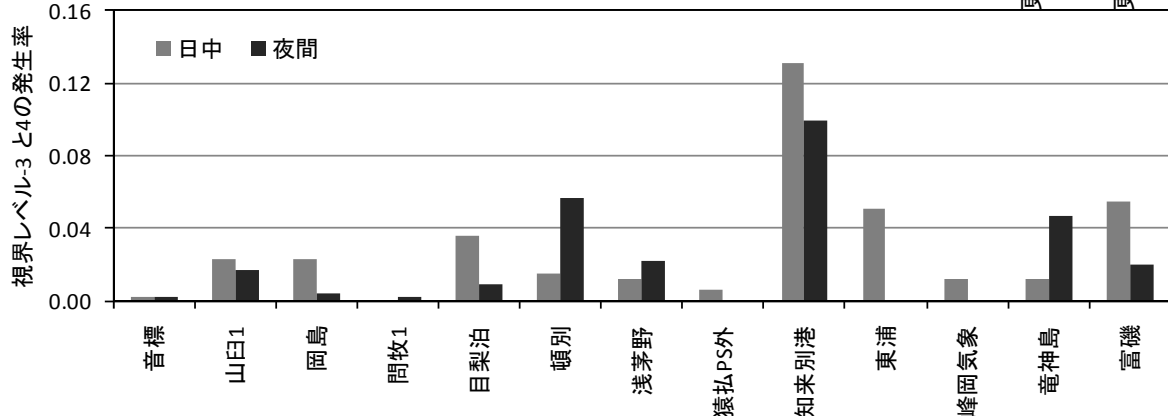


図-2 国道40号と238号の視界レベル3と視界レベル4の発生率

(2) 国道40号と国道238号の2010年2月における視界レベルの空間的分布

図-2(B)は、国道40号の新生（最南端）から更喜苦内2（稚内市に最も近い）までの区間における5箇所のCCTVカメラから得た視界レベル3と視界レベル4の発生率を示している。発生率は、2月に発生した視界レベル3・4の発生数を視界レベル化できた総数で除した値である。新生と更喜苦内2の昼夜および更喜苦内1の夜間の発生率が10%前後となっていた。15分間隔の情報であり、3時間に1回程度は視界レベル3より悪くなる状況が平均的に起きていることになる。一方、徳満および開源の発生率は、前述の2箇所の半分程度となっていた。

図-2(C)は、国道238号、オホーツク沿岸の音標（北見紋別に近い）から富磯（稚内空港に近い）までの視界レベル3・4の発生率を示している。知来別港の視界レベル3・4の発生率が高くなっていた。

多地点の静止画像の取得から、その視界レベルを求めて蓄積することで、定量的に視界不良が発生しやすいかどうかを空間的に把握できるようになる。

(3) 2010年2月2日の国道40号の5箇所の視界レベルの時間的分布

5つの地点での視界レベルの時間変動を示すため、視界不良が起きていた2010年2月2日（国道40号、新生から更喜苦内2までの区間、図-2(A)参照）を事例とした。図-3は、2月2日の0時0分から23時45分までの5箇所のCCTVカメラ別に視界レベルの変化を示している。

新生を見ると6時前後、8時から11時、13時から15時にかけて、16時から17時、21時前後に視界レベル4となっている。6kmほど北の徳満では、14時から15時と18時前後に視界レベル4になっている。徳満から10kmほど北の開源では9時前後、15時前後、20時前後に視界レベル4になっている。更喜苦内1・2は、4時前後、9時前後、14時から16時、18時から22時に視界レベル4になっている。一方、視界レベルの変動パターンに着目すると、開源の視界レベル変動はその北の更喜苦内1・2に近い。視界レベルの時間変動から、新生と徳満のグループと開源および更喜苦内1・2のCCTVカメラのグループに分けられ、視界レベルの変動パターンが異なることが分かる。

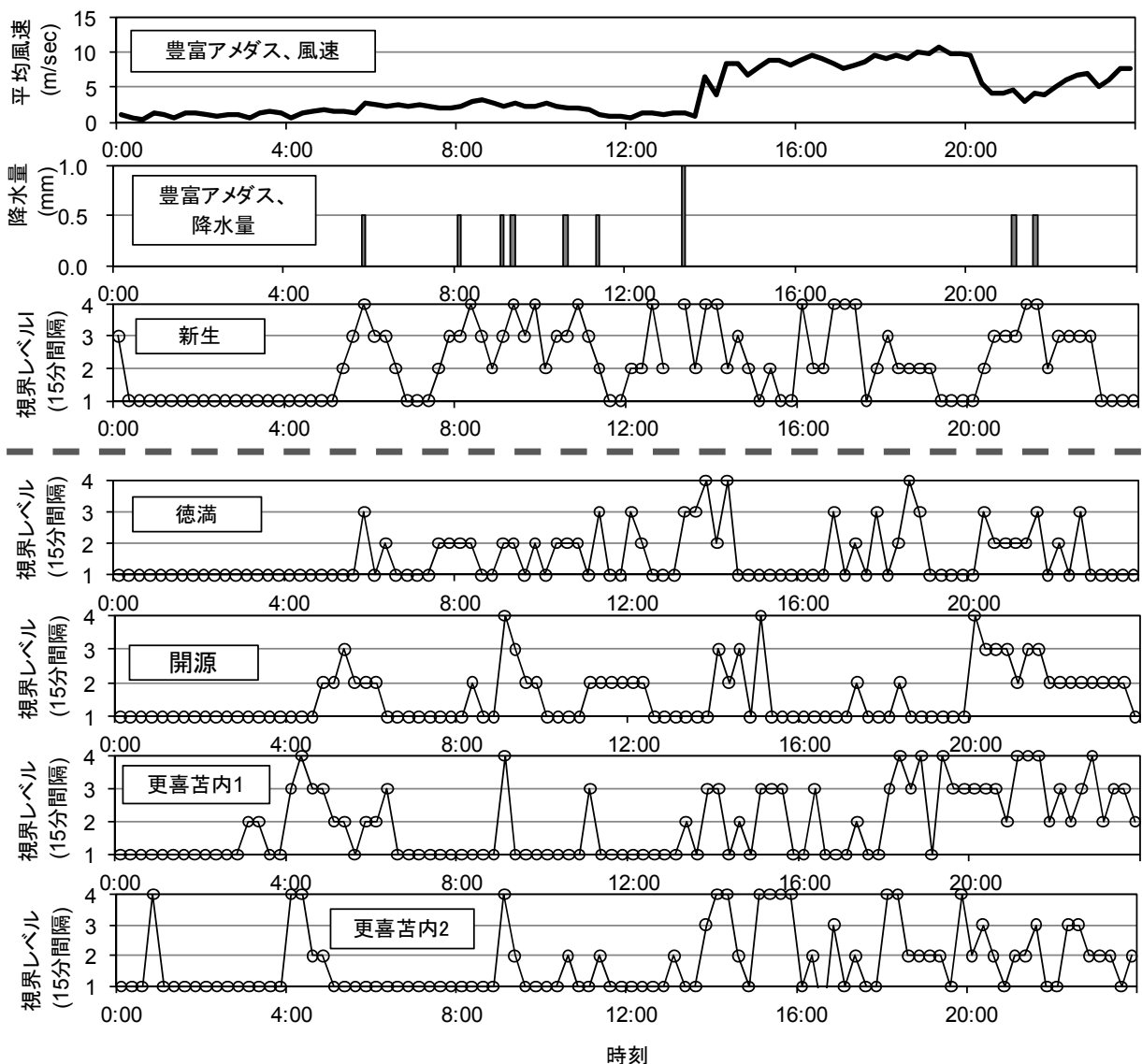


図-3 新生から更喜苦内2までの視界レベルの24時間変動と豊富な風速および降水量の24時間変動（2010.2.2）

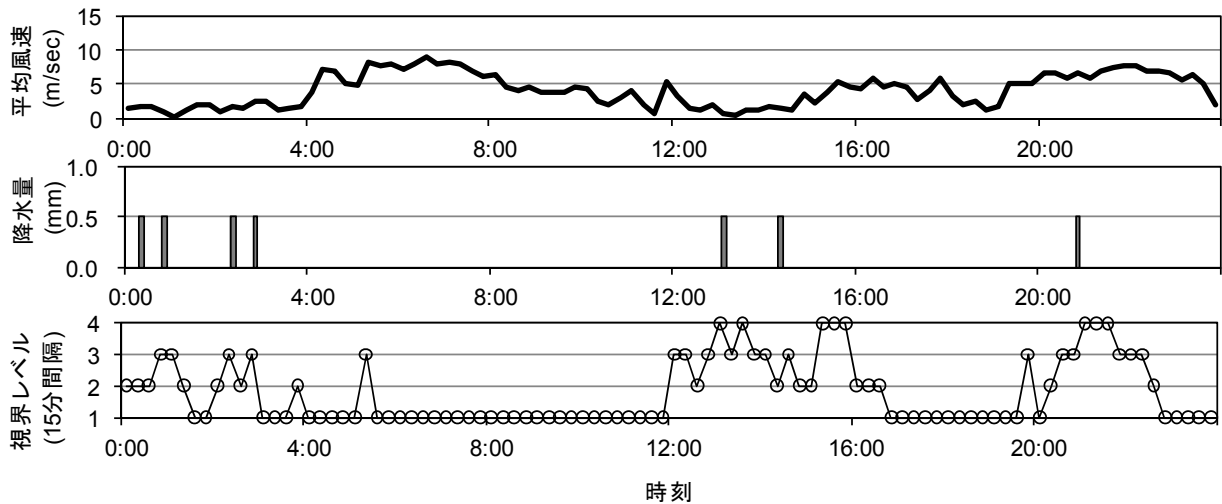


図4 新生の視界レベルの24時間変動と豊富な風速および降水量の24時間変動(2010.2.5)

(4) 気象データと視界情報

図-3には、新生の2月2日における視界レベルの変動とともに、新生に近い豊富アメダスの気象データ(降水量および平均風速)の変動を示した。また、図-4には、2月5日の新生の視界レベルと豊富アメダスの気象データの変動を示した。なお、気象データは気象庁のサイト(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)から得たデータであり、10分間隔の24時間データである。

図-3の一部および図-4から、降雪により視界が悪くなる場合と風速が強くなることで視界が悪くなる場合がある。風の強い状態で風の強い状態で雨量計により軽い降雪を正しく計測するのは非常に困難である。また、風の強さは吹雪の一つの目安にはなるが、風速のみで吹雪の強さを判断はできない。降雪や吹雪による堆雪を計測するには様々な問題があり、これが定量的な実態把握の障害となっていた。多地点の視界レベルを計測することで、逆に除雪が必要な路上の積雪状態を知ることができるようになるかもしれない。

5. まとめ

2009-2010冬期において、釧路地方と稚内地方の72箇所のCCTVカメラから15分間隔にて視界レベルを生成し、道路維持担当者に提供した。過去の実験よりも、データ欠損率が低くかつ、多数のCCTVカメラから静止画像を収集できるようになった。稚内地方の2月における視界レベル情報のみを報告してきたが、多数のCCTVカメラから静止画像を取得できるようになったことから、これまで感覚的にしか分からなかった降雪および吹雪の時空間的変動を定量的に捉えるようになった。これまで、経験的にこちらが晴れていても小さい峠を越えた側では吹雪いているというような局地的な状況や、吹雪が続く時間は数時間というようなことを定量的に示すことができ

た。また、視界レベルは降雪と風速に相関していることから、視界レベルから道路上の雪の状況を予測できる可能性を示唆できた。視界レベルは道路の視界状況を意味することに加え、除雪が必要かどうかを示す情報となり、今後の冬期の維持管理情報となるかもしれない。

紙面の制約から詳細は記述できなかったが、道路維持担当者へのヒアリングから、視界レベルはほぼ実際の視界に近く、冬期の道路維持管理には非常に有効な支援情報となったことを添える。今後、視界レベルと降雪や吹雪の関係を検証し、見回りや除雪などの実際の道路管理の効率化・高度化などへの支援となることを示していきたい。

謝辞

本研究にあたり、視界レベル生成・提供装置による記録および道路関連のデータを提供して頂いた国土交通省北海道開発局釧路開発建設部および稚内開発建設部の関係各位に対し、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 永田、萩原、金田、川村、田宮：吹雪多発路線におけるCCTVカメラの画像を利用した視界情報提供システムの検証，土木計画学研究，論文集，Vol.26，pp.969-978，2009。
- 2) 永田泰浩、萩原、金田、荒木、佐々木：「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実用可能性についての研究」，交通工学研究会，交通工学Vol.44，No.3，pp.89-99，2009。
- 3) T. HAGIWARA, Y. OTA, Y. KANEDA, Y. NAGATA and K. ARAKI: Method of Processing Closed-Circuit Television Digital Images for Poor Visibility Identification. Journal of TRR, No.1973, pp.95-104, 2006.