

定点画像と移動体画像の融合活用による冬期路面管理に有効なシステム開発について

土橋 博文*1・斉藤 直哉*2・酢谷 浩・徳永 透*3

1. はじめに

情報インフラ整備の流れの中で、固定の光回線網は至るところに張り巡らされて久しいが、近年移動体通信システムも第4世代と呼ばれる高速な通信規格（4G）が開発され、高速大容量のデータ通信が可能となっている。そのため昔前であれば容易でなかった画像などもリアルタイムに伝送できるようになった。この技術を活用しカメラやセンサに伝送機能を付加することによって、遠隔での監視・操作が以前よりも安価にかつ容易になってきた。

他方、車内で走行しながら取得した画像も伝送するシステムも普及が進んできている。雪氷作業を実施する上でも、現況の路面状況をリアルタイムで線的に把握することの重要性が認識されつつある。

そこで点的な画像はWebカメラ、線的な画像は移動体によるカメラで取得し、両者を統合することにより、路面状況の把握が飛躍的に改良され、管理の高度化につながる可能性も予見できる。

NEXCO東日本東北支社管内の冬期間の雪氷対策において、特に画像に特化した取組みを紹介すると共に、それらを融合したアイデアの開発について紹介する。

2. 定点画像設置の取組み

従来高速道路における監視カメラは主にCCTVが活用されてきた。ビデオ画像が動画でリアルタイムに配信され路面の現場状況把握に利用されている。しかし設備の設置にはかなりの費用を要するため、増設が難しい面があった。

近年急速に普及してきたWebカメラがこの状況を大きく変えつつある。カメラの価格がそれほど高額でなく、電源・支柱があれば特別な工事をせずに設置可能となった。そして何より冒頭で述べたように高速な移動体通信システムの発達により、画像データの伝送が極めて容易になった。

東北支社管内では十和田管理事務所等にて、システムの機能向上によりさらなる雪氷管理への活用につなげている。

定点画像システムの概要を示す（写真1）。カメラ本体は、電源取得可能な場所で支柱のある箇所を設置する。夜間照明



写真1 Webカメラ設置

が得られるという点から照明柱のある箇所が望ましいが、監視対象箇所に必ずしも照明があるとは限らない。その場合は、赤外線投光器を併設し便宜を図っている。同じく支柱に設置した伝送盤より無線通信を行ない、雪氷対策室のPCにて情

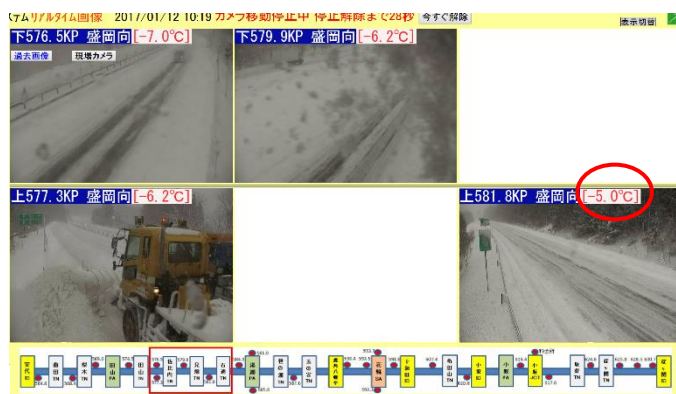


図1 Webカメラ閲覧画面例（路線図付き）



図2 Webカメラ閲覧画面例（全画像）

報を閲覧することができる（図1）。画像は1分ごとの静止画を配信し、動画モードで個々の動画も閲覧できる。十和田（管）の例では、2つの表示方法があり、1つは設置26カ所を簡易路線図で示し、画像をエリアに分けて、等間隔切替えのローテーションで全画像を表示させる。設置位置がわかりやすいのと、画像を大きく表示できるメリットがある。もう1つは、1画面ですべての画像を表示させるもので、一目で全箇所の画像を閲覧できる。ただし、個々の画像の大きさは小さくなる（図2）。

定点画像の特徴は、いうまでもなくリアルタイムでの現況把握が可能なる点にある。その特徴を踏まえつつ、高度化の取組みとして、①全静止画の保存、②可動域・稼働速度の向上、③簡易気象観測の試みについての対応を実施した。①は1分ごと画像をすべて残すことにより、通行止め等振り返り会議時に、従来はダイヤグラムや雪氷関係書類に頼るしかなかった

ところが、過去画像を併用することにより現場の降雪・積雪状況が一目瞭然でわかり、的確な検証につながった（図3）。

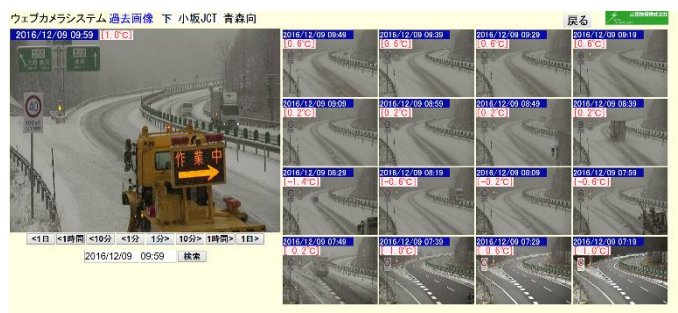


図3 Webカメラ過去画像検索例

②はカメラの性能及び通信速度の改善により可能となったもので、平時はホームポジションで撮影を行なうが、突発的な事象の発生時に即座に着目したい箇所に焦点を合わせることで、緊急時に軽快に対応ができた。③については、通常IC間や橋梁部に設置されている気象観測局より、詳細な観測情報がもたらされるが、最近のピンポイントの気象急変状況への対応が難しい面があった。今回、そのあいだに設置にしたセンサ（まずは気温のみ）により、簡易に気象観測局の情報を補うことができた。さらに画像と気象情報は別の画面での確認だったが、同じ画面での閲覧が可能となり作業の効率化が図れた（図1〇囲み参照）。

3. 移動体画像システムの導入

一方、スマートフォンに代表される画像を直接端末よりネット上に配信できる機器も普及が進んでおり、年々端末の仕

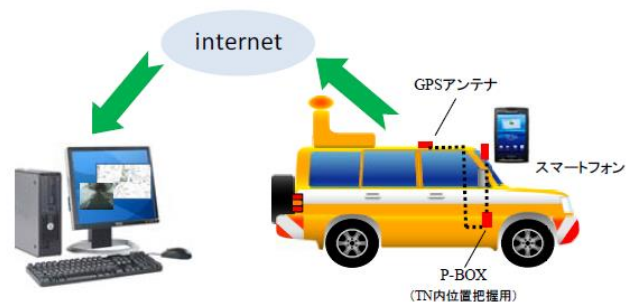


図4 パトビューシステムの概要

様が改善されている。この端末を巡回車に搭載し走行時の前方画像を撮影（ドライブレコーダーのイメージ）して、配信することにより、雪氷巡回の様子を線的にリアルタイムに画像で確認するシステムを導入した（車両画像伝送・位置把握システム＜パトロールビュー、以下パトビューという＞）。東北支社管内では十和田（管）等に配備し活用を図っている。パトビューの概要を示す（図4）。



写真2 パトビュー設置・表示例

スマートフォンを巡回車フロントガラス付近に取付け（写真2）、5秒間隔で撮影した画像をネット経由で伝送し、雪氷対策室にて情報を閲覧する（図5）。位置情報は基本的に

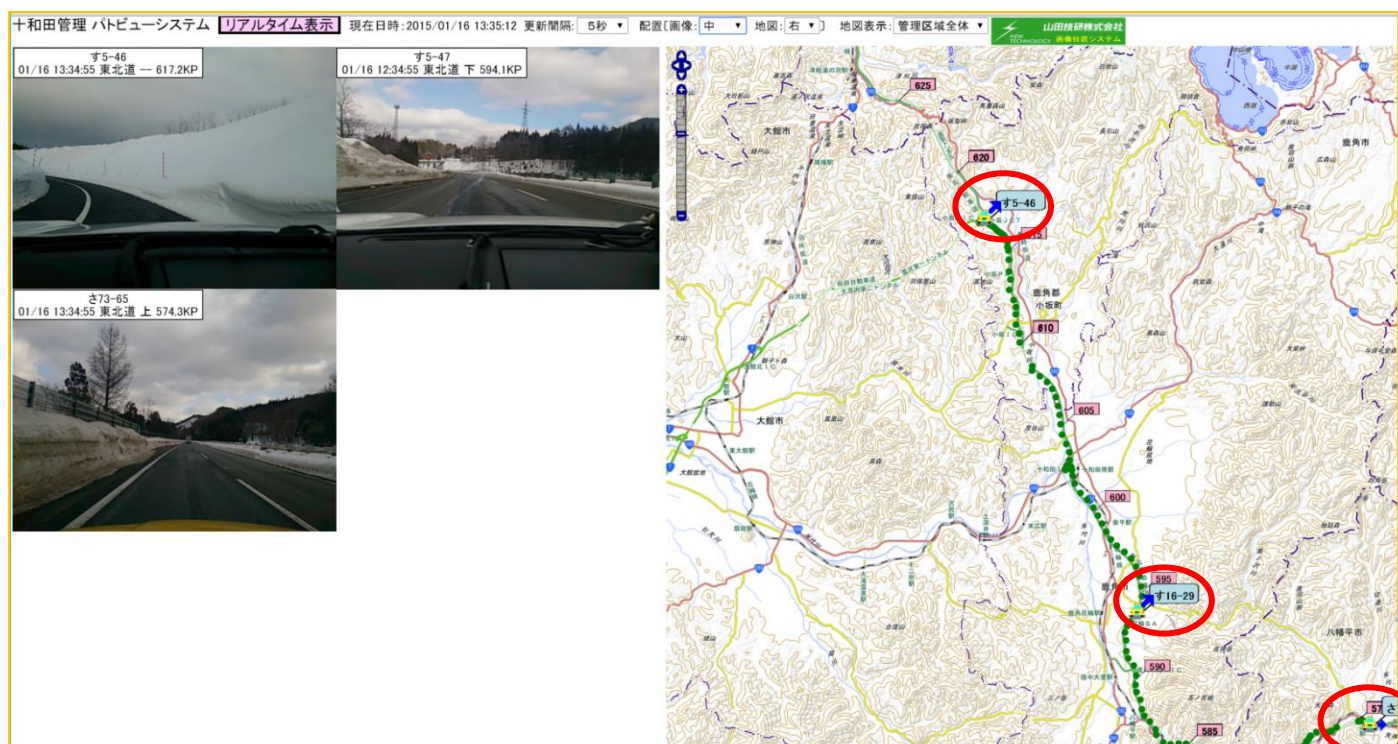


図5 十和田（管）におけるパトビュー3台のリアルタイム表示例

はスマートフォンの機能を活用するが、トンネル内K P表示用に別ユニットを搭載することもある。

移動体画像の特徴は、線的に連続の路面状況が雪氷対策室にしながら視覚的に把握でき、巡回員とコミュニケーションを取りながら、適切な作業判断を行なえるツールとして活用できることである。巡回員の情報は雪氷作業指示の重要な判断材料となっているが、口頭のみ報告だと適切な伝達に苦慮することが多く、画像の果たす役割は大きいと言える。パトビューもWebカメラ同様に撮像した全画像を保存しており、日時を指定して巡回を再生したり、指定画像ファイルの活用による資料の作成などが可能である。

さらに定点画像は設置数に限りがあるが、定点画像で把握できない区間の画像を約100mピッチで取得でき、見えない路線部分を埋めることができる。

尚、パトビューの活用については、参考文献に詳しいのでそちらを参照されたい。¹⁾

4. 定点画像と移動体画像の融合活用

定点画像と移動体画像にはそれぞれ一長一短がある。定点画像の特徴は、繰り返しになるがリアルタイムで最新の現地画像が配信されることである。それに対し不利な点は、

表1 定点画像・移動体画像 比較表

	メリット	デメリット
定点画像	リアルタイムで最新の画像を表示	設置に費用がかかり、設備も必要
移動体画像	線的・連続画像が得られ、不可視区間を埋められる	巡回の台数・頻度により、リアルタイム性に難がある

設置に設備や費用がかかるため、全線の画像を網羅することはほとんど不可能である。

移動体画像の特徴は、路線を線的に連続で把握でき、定点画像では捉えられない不可視の区間をほぼなくすことができることである。それに対し不利な点は、通過した箇所の画像はその瞬間から過去の情報となるため、次の巡回が出るまでの情報が得られないことである(表1)。

そこで、これらのメリット・デメリットを補い合うために互いの情報を統合するソフトウェアを開発することに着手し、試行錯誤の結果、図6(十和田の現場を活用)のような画面構成を考案した(定点画像・車載画像統合システム、通称パトビュー統合システム、以下この名称で)。



まず上段に定点画像を配置する。十和田の管内約 60 数 km の全体表示で 7 つ画像が表示できる。

次に移動体画像は、下り線・上り線をそれぞれ配置し、その路線図を間に挿入。そこには目安となる IC・PAなどを表示させるとともに、パトビュー車両のアイコンが現在地に表示される。全路線表示の場合、約 7 km ピッチで画像が表示される。巡回車が複数台ある場合、最後に通過した車両の画像を表示する（十和田の場合、計 4 台あり、その中で最後に通過した車両画像を表示）。通過した日時が画像下部の KP の下に表示されるが、通過時間を感覚的にわかりやすくするために、文字を色別に表示するようにした（画面左下文字色凡例参照）。上りの 607.2 KP の画像は、現在時間 8 時 48 分に対し、7 時 50 分の通過なので赤い文字で表示されている。



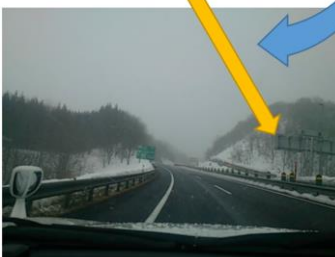
図7 3kmピッチ表示画面

右上のバー表示は、画像を表示している区間を表し、図6の表示は管内全区間を表示していることを意味する。それに対し、表示区間を短縮し、KP表示間隔を縮め、ピッチを細かく表示する機能をつけた（ズームイン機能）。

図7は、右上のバー表示では、左半分（管内南側）のみの表示とし、その分 3 km ピッチの画像を表示している。最小で 100m ピッチまでの細かい表示が可能である。さらには、気温センサ付のパトビュー車両が通過した場合は、日時の下に気温も表示させることができる（図7右下○囲み）。

現在はまだ試行段階で、2 シーズンに渡り表示される様子を観察してきた。印象としては、やはり降雪・積雪時に路面が白くなっていく様子が、路線全体で把握できるため、通年でも使用できるが、

2017/3/24 15:41



パトビュー画像

写真3 定点画像に写っている巡回車からの画像

雪氷期において、この統合システムがより威力・効果を発揮することが実感できた。何カ所かの現場でデモを行ないヒヤリングを実施したが、路線全体を画像で眺められることに關しては、ある程度の評価をしてもらえたと感じている。

5. まとめ

雪氷対策の中で主に画像に特化した形で、定点画像と移動体画像の融合を図ったシステムの特徴について、開発状況を交えながら詳述した。パトビュー統合システムはどちらかというと、定点画像で捉えきれない不可視区間を補うことが主眼であり、そこがこの開発の狙いである。現場の機器に伝送装置を組み込み、ネット経由で情報を得るシステムは、まさに一種の I o T であり、限られたコストの中では最新の技術を用いているつもりである。しかしながら、紹介してきたように移動体画像は、頻度にもよるが、かなり「リアルタイム的なもの」を提供しているつもりでも、定点画像のリアルタイム性には及ばない。今後は技術のみならず、運用方法（例：巡回数・車両数を増やすことによる時間インターバルの短縮取り組みなど）や表示アイデアを工夫し、より使いやすいシステムに仕上げていきたい。今年度は別の事務所で試行してもらうことを予定している。

現場の雪氷担当者から広く意見・アドバイスを聞き、最終的には本格的に現場導入できるよう、実用化に向けて取り組む所存である。

（参考文献）

- 1) 西 信衛：スマートフォンを利用した路面管理、ゆきみらい 2015 長岡 第 2 7 回研究発表会論文集