

# きれいな除雪で住民の安心安全を確保する —タブレット端末を活用した除雪車運行支援 ICT システムの研究開発 (132304002) A Study of ICT System for Supporting Snowblowers Utilizing Tablet Terminal

## 研究代表者

山本 寛 長岡技術科学大学 (現職：立命館大学)  
Hiroshi Yamamoto Nagaoka University of Technology (present post, Ritsumeikan University)

## 研究分担者

山崎 克之<sup>†</sup>  
Katsuyuki Yamazaki<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>長岡技術科学大学  
<sup>†</sup>Nagaoka University of Technology

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

## 概要

本研究開発は、豪雪地域での除雪作業中に発生する除雪車の転倒や道路設備の破壊といった事故の防止、広範囲の積雪状況の把握による作業効率の向上などのために、直感的なインタフェースを備えたタブレット端末を中心とした除雪車運行支援 ICT システムの実現を目的とする。特に、VR 表示技術を利用して除雪車への路側や道路設備の接近を除雪作業者に視覚的に通知するシステムと、携帯網等を利用して除雪に関する情報をリアルタイムに共有するシステムの研究開発を行う。また、地域の企業と連携して実施することで、地場産業の振興や新規事業の創出など、地域社会の活性化を図る。

## 1. まえがき

信越地域は国内有数の豪雪地域であり、昔から雪を克服するための道路設備が配備されている。しかし、積雪により道路設備が覆い隠されることがや猛烈な地吹雪が原因となり、除雪車が路側に乗り上げるといった事故が発生している。そのため雪の影響で道路状況が確認できない状態でも安全に除雪車を運行できるように、雪に覆われた路側や道路設備の位置を作業者に対して直感的に通知するシステムの実現が期待されている。さらに、除雪作業の作業ログとしてこれまでは「除雪車の稼働時間」しか記録しておらず、地域ごとの除雪効率の違いまでは把握できていなかった。除雪車の詳細な移動履歴を記録できれば、県や市などの自治体の除雪管理者は、雪捨て場の整備が不十分、建物が密集している、などの理由で除雪作業が効率的に行っていない除雪困難地域を一目で確認でき、効率的な除雪作業を支援するための施策を検討できる。

そこで本研究開発は、大画面タッチパネルを備えたタブレット端末を利用して、除雪車が路側や道路設備へ接近していることを作業者へ視覚・聴覚的に通知すること、および除雪車に設置したタブレット端末が位置情報/作業履歴を記録し、これを解析することで各地域の除雪効率を見える化することを特徴とした、除雪車運行支援 ICT システムの研究開発を実施する (図 1)。

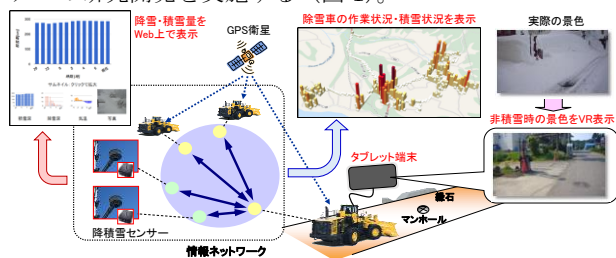


図 1. 除雪車運行支援 ICT システム

## 2. 研究開発内容及び成果

### 2-1. 道路状況通知システム

豪雪時に除雪車が路側に乗り上げてしまう事故や道路設備を破壊することを防ぐために、除雪車に近づいている

路側や道路設備をタブレット端末の画面に表示し、音を鳴らして警告する道路状況通知システムを研究開発する。

まずは雪に覆われていない道路を広く撮影するために、2 台の Web カメラと GPS センサで構成された撮影装置を開発した。これらの機器は USB ケーブルでノート PC に接続されており、撮影した道路状況の画像(2 枚)と、撮影を行った地点の座標の組がノート PC に保存される。ここで、2 枚の画像はフリーの画像処理ツールである OpenCV により 1 枚のパノラマ画像に変換される。実際の除雪作業時には、このデータをタブレット端末上に保存しておき、タブレット端末に備わっている GPS センサから車の位置に関する情報を取得する。これにより、図 2 のように除雪車の現在地に合った道路状況の画像を、リアルタイムに除雪オペレータに提示することが可能となる。

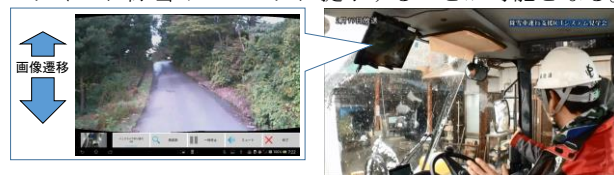


図 2. 道路状況通知システム

### 2-2. 除雪車支援のための降雪量計測

除雪車間で除雪作業の進捗状況や除雪対象となる道路の状態を共有するには、まずそれらを計測する機能が必要である。そこで、小型 Linux ボードである Beaglebone が中心となり、インターネット経由でどこからでも積雪・降雪状況にアクセスできるように、積雪・降雪状況計測システムを設計・実装した。本システムでは、道路の積雪・降雪量を計測するために雪面までの距離を計測する超音波測距センサーを使用しており、計測したデータは Beaglebone を通してインターネット経由で定期的に中央管理サーバへアップロードされる。

このシステムは、高所から雪面に対して超音波を送信し、雪面までの距離を測定する。ここで、雪面による超音波の吸収などが原因で、計測した数値データに大きな揺らぎが含まれる。そのため、本システムのサーバ側には、一定期間ごとに収集した数値データの最頻値を求め、雪面までの

距離として決定するアルゴリズムを設計・実装している。この積雪・降雪状況測定システムは、図3のように新潟県長岡市川口地域の複数地点に設置しており、各地点の積雪・降雪状況が Web ブラウザ経由で確認できる。

さらに、除雪業者が翌日の早朝に除雪車の出動が必要か判断できるように、前日の除雪作業が終了する午後5時から午前2時までの情報を解析して、午前2時から午前7時までの降雪深を予測する手法を提案した。実証実験を通して、予測した降雪深を基に、82[%]の正確さで除雪業者へ出動判断に関する通知が行えることを確認した。

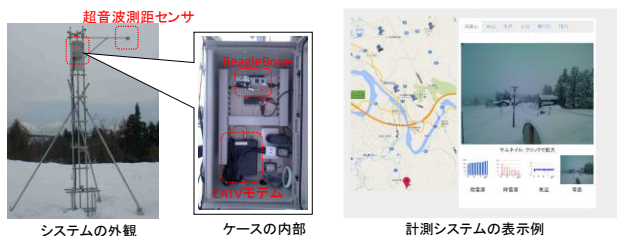


図3. 降雪量計測システム

### 2-3. 除雪作業の見える化と管理高度化

自治体の除雪管理者に対して、理解しやすい形式で各地域における除雪車の作業効率に関する情報を提供できるように、タブレット端末のGPSから得られるログデータを時空間的に解析する。ログデータを解析することで、図4のように、棒の高さが各地域における除雪作業にかかった時間となる3Dグラフを作成する。この3Dグラフは除雪対象地域内を30×30[m]毎に分割し、分割した地域内に存在するプロット数を数え上げたものである。ログデータは1[sec]毎に生成されるため、1プロットにつき1[sec]除雪に時間がかかっており、長く時間がかかっている地域ほど多くのプロットが存在している。

図4の西川口に注目すると、他の地域では特定の範囲に密集していた除雪困難箇所が、広い範囲に分散している。これは、他の地域に比べて西川口に住宅街が多いことが原因である。また、西川口は他の地域と比べて降雪・積雪量が少なく除雪対象道路の延長も短い、困難箇所の多さを省みると除雪作業に最も時間がかかっているのは西川口である。このことから、積雪・降雪量の違いよりも除雪対象地域の環境が除雪作業に与える影響が大きいが予想できる。従って、雪捨場の整備などの除雪環境を整えることで円滑かつ安全に除雪作業が行えることが分かる。

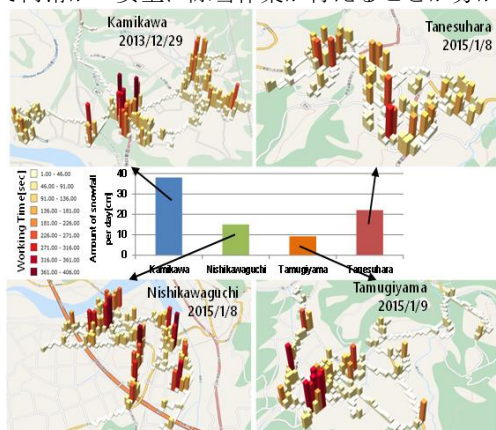


図4. 除雪作業の見える化

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発で提案した除雪車運行支援ICTシステムは、日本各地の豪雪地帯での活用が期待できる。特にシステムの構成要素である降雪量計測システムは、除雪オペレータや自治体の除雪管理者だけでなく、地域住民に対して各地

域の降雪状況を通知することで、生活（特に、高齢者の買い物や通院のための外出）の支援にも役立つと考えている。

また、除雪作業を管理する自治体にとって、除雪作業にかかる費用の適正化が大きな課題となっている。そのため、除雪作業の妨げとなっている障害物への接近を除雪業者に通知するシステムや、各地域における除雪作業を俯瞰できる管理高度化機能は、除雪効率を最大化してコストを最小化できる除雪車の運行計画や地域の整備計画を立てるために、自治体にとって特に導入が期待されている。

上記のような除雪車運行支援ICTシステムについては、装置のパッケージングや設置工事にご協力いただいた金井度量衡株式会社などと連携して、日本各地の豪雪地帯へ展開する。さらに本研究開発は、測量を専門に行っている金井度量衡株式会社、ケーブルテレビを提供している株式会社エヌ・シー・ティ、およびICT技術のプロトタイプ開発を行っている(株)ネットワーク応用技術研究所など、ICT企業と連携して遂行した。これらの組織において、専門業務に特化するだけでなく広い技術/視点を備えるICT人材の育成に貢献した。今後とも、ICTを活用した地場産業の振興や新規事業の創出を期待したい。

### 4. むすび

本研究開発では、除雪車に近づく路側や道路設備をタブレット端末の画面に表示し、音を鳴らして警告する道路状況通知システムを研究開発した。また、小型Linuxボードと超音波測距センサが中心となり、インターネット経由で積雪・積雪量を確認できる積雪・降雪状況計測システムを設計・実装した。さらに、タブレット端末が備えているGPSから得られるログデータを時空間的に解析し、自治体の除雪管理者が理解しやすい形式で、各地域における除雪車の作業時間を見える化するシステムを実現した。

さらに、試作したシステムの実証実験として、信越地域の企業・自治体の方を対象として、信越情報通信懇談会主催で「ブロードバンド利活用のためのタブレット端末を活用した除雪車運行支援ICTシステム実証実験見学会」を開催し、研究開発したシステムの有効性をアピールできた。

今後は、実験のフィールドとなった新潟県長岡市だけでなく、日本各地の豪雪地帯での活用や、地域住民の生活支援への活用といった、新しいビジネスへの応用を検討する。

#### 【誌上发表リスト】

- [1]小林誠也、他、“除雪車運行支援のための降積雪センサーネットワークの開発と実証実験・評価”、電子情報通信学会和文論文誌B（掲載予定）
- [2]久保田祐介、他、“除雪車運行支援のためのタブレットシステムの開発と実証実験・評価”、電子情報通信学会和文論文誌B（掲載予定）

#### 【受賞リスト】

- [1]小林誠也、他、電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究賞，“長岡市における降積雪センサーネットワークの実証実験”、2014年6月5日
- [2]山本寛、他、電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究賞，“Androidを活用した除雪車支援アプリケーションの検討”、2014年6月5日

#### 【報道掲載リスト】

- [1]“除雪事故防止に向けた最新技術見学会”、NHK新潟（テレビ放送）、2015年2月14日
- [2]“IT技術で変わる除雪”、NHK関東甲信越（テレビ放送）、2015年2月10日
- [3]“開発進む除雪車支援システム”、NHK新潟（テレビ放送）、2015年1月22日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://snowcap.nagaokaut.ac.jp/tablet/>