

除雪機械オペレータ用アプリの普及状況 について

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム ○山田 充

寒地土木研究所寒地機械技術チームでは、除雪作業中に除雪機械と接触の恐れのある、雪下に隠れたマンホールや橋梁ジョイント等の道路付属物の位置をオペレータにアラート等で伝えるスマートフォン用アプリを開発した。アプリは希望者に無償配布を行っており、アプリの配布開始より3年目、2冬が経過した。本報告では、配布件数、実使用例など、本アプリの普及状況について報告する。

キーワード：除雪機械、オペレータ、スマートフォンアプリ、道路付属物

1. はじめに

積雪寒冷地域において、冬期の道路除雪は地域住民のライフライン確保、救急搬送、経済活動等のために極めて重要である。また、道路除雪の際には、道路の周辺に数多く存在している道路標識などの道路付属物等に除雪機械を接触させないよう除雪施工する必要がある。しかし、損害保険会社のデータによると、除雪機械の事故のうち、約6割が道路付属物等への接触である¹⁾。特に、道路上に存在する凸状となったマンホール(図-1)や橋梁ジョイントは、雪下に隠れて目視確認できない上、接触の状況によっては衝撃が非常に強くなる場合があり、除雪機械が損傷して稼働できなくなったり、オペレータも負傷してしまうシビアアクシデントになることもある。

近年、オペレータの高齢化、引退が進み、オペレータ不足が深刻化している。現代の除雪施工は機械除雪がほぼ全てを占めるため、除雪機械を運転操作するオペレータがいなければ除雪施工自体が成立しない。昨今、長期的に安定して除雪施工ができる「持続可能な除雪体制」の構築が課題となっており²⁾、そのためにはオペレータの確保が不可欠である。ただし、前述のとおり、道路除雪では雪下に隠れたマンホール等に接触するリスクがある。熟練オペレータは同じ工区を何年も除雪しているためマンホール等の位置を概ね記憶している上、操作技量も高いため、マンホール等への接触リスクを比較的強く抑えられている。しかし、今後、経験の浅いオペレータが増えてくると、接触事故が増加することが懸念される。オペレータの育成には最低でも5年程度、いわゆる熟練オペレータになるには25年程度かかるという報告もあり³⁾、オペレータの育成には非常に長い時間が必要である。

以上のような経緯から、寒地土木研究所寒地機械技術チームでは、経験の浅いオペレータでも安全に施工する

ことができる、オペレータを支援する何らかの新しいシステムとして、マンホール、橋梁ジョイント等の道路付属物の位置をオペレータに音声ガイダンス等で伝えるスマートフォン用のアプリ(以下「アプリ」という)を開発した。本報告では、アプリの配布開始より3年目、2冬が経過し、配布件数、実使用例など、アプリの普及状況について報告する。



図-1 除雪施工時に障害になり得るマンホールの一例

2. アプリの概要

アプリは、導入が容易となるように、スマートフォン以外の専用の機材等を必要としない形式とし、入手希望者に無償で提供することとした。なお、アプリはAndroid専用（Ver.7.0以降）とし、ストア等には公開しておらず、入手希望者に個別に提供している。アプリを起動すると地図が立ち上がり同時に、登録された箇所の道路付属物が表示される。「警告」ボタンを押すと動作が開始され、中心部に除雪車の現在位置及び道路付属物までの設定警告距離が赤色同心円で表示される（図-2）。除雪機械と道路付属物の距離が設定値に達すると、スマートフォンはアラートを発信する。アラートは、画面点灯、バイブレーション、テキスト読み上げ、警告音からいずれか、または組み合わせて選択することができる。なお、アラートは、除雪車が道路付属物に近づく距離に応じ、最大5段階の警告が設定可能である（図-3）。アプリはスマートフォンにインストール後、すぐに使用を開始できるが、デフォルト状態では道路付属物は登録されていない。実際に使用するためには事前に道路付属物の登録作業が必要となる。登録作業には時間がかかることが多いため、夏～秋頃からの登録作業を推奨している。また、登録データを他のスマートフォンにコピーする機能は備えておらず、スマートフォン1台ごとに登録作業をする必要がある。道路付属物は段差、グレーチング等などのアイコンが用意されているが、別の種類を設定することや、アイコンを写真等に変更することが可能である（図-4）。なお、本アプリは通信契約がない状態でも機能する。ただし、地図が表示されない場合がある。

3. アプリの周知・配布・使用の状況

(1) アプリの周知

主なアプリの周知活動履歴を表-1に示す。アプリの周知は寒地土木研究所の「重点普及技術」への登録、寒地土木研究所の各種イベント（新技術説明会等）でのプレゼンテーション及びポスター展示、論文投稿および学会発表、寒地土木研究所月報への掲載、自治体や北海道開発局への説明等で行った。

(2) アプリの配布

アプリは2023年4月より配布を開始した。2025年12月17日時点のアプリの配布件数を表-2に示す。なお入手者からの再配布件数は含んでいない。

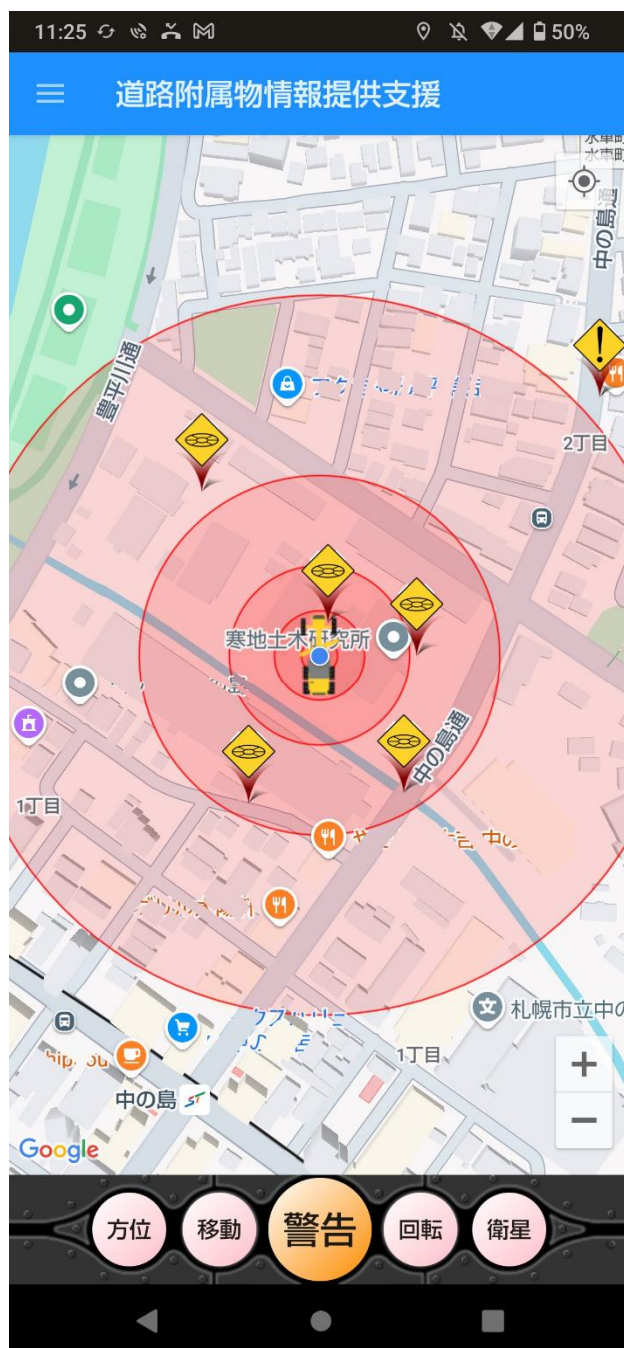


図-2 アプリ画面の一例



図-3 アラート設定画面



図-4 道路付属物選択画面

表-1 アプリの主な普及活動 ④～⑩

日付	内容
2022/12/13	i-snow第12回プラットフォームで説明
2023/2/14	第66回（2022年度）北海道開発局技術研究発表会で発表
2023/4/1	寒地土木研究所 準重点普及技術へ登録
2023/8/31	寒地土木研究所 新技術説明会で発表（石川県）
2023/9/6	第21回建設ロボットシンポジウムでポスター発表
2023/10/12	北海道開発局機械部門会議での説明
2023/10/23	北海道開発局道路部門へ説明
2023/12/14	東北・北陸地方整備局へ説明
2023/12/10	寒地土木研究所月報第851号
2024/3/10	寒地土木研究所月報第854号
2024/6/19	北海道開発局道路事務所へ説明
2024/7/17	北海道開発局札幌開発建設部機械部門へ説明
2024/8/27	北海道内自治体への説明
2024/8/29	寒地土木研究所 新技術説明会で発表（秋田県）
2024/9/19	雪氷研究大会で発表
2024/10/8	第22回建設ロボットシンポジウムでポスター発表
2024/11/13	東北地方自治体へ説明
2024/12/5	土研新技術セミナーin札幌で発表
2024/11/11	国、自治体、道路管理者の会議で説明
2024/11/26	寒地技術シンポジウムでのパネル展示
2024/12/11	北海道開発局へ説明
2024/12/25	各道路管理者との意見交換会での説明
2025/2/18	第68回（2024年度）北海道開発局技術研究発表会で発表
2025/4/1	寒地土木研究所 重点普及技術へ格上げ
2025/4/18	国土交通省機械部門全国会議で説明
2025/8/27	寒地土木研究所 新技術説明会で発表（新潟県）
2025/9/19	新潟県内自治体・除雪業者への説明
2025/10/24	アジア土木会議で発表
2025/11/5	北海道開発局道路事務所へ説明

表-2 アプリの配布件数

2025年12月17日現在

	北海道	本州	合計
除雪業者	24	18	42
発注者(国、県、自治体)	14	15	29
その他(研究機関等)	3	4	7
	41	37	78

(3) アプリの使用状況

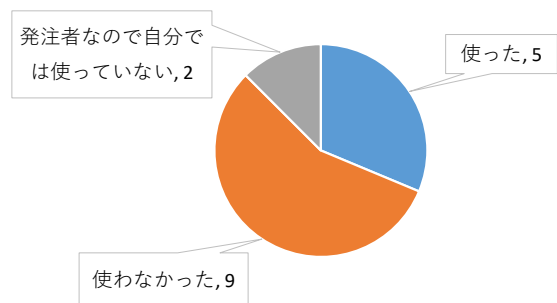
2024年4月～2025年12月までに配布した51件について、2025年冬のアプリの使用状況の調査を行った。調査方法はアンケートおよびヒアリングとした。アンケートは16件の回答を得た。ヒアリングは（株）玉川組と（株）堀口組の2社に行った。

アンケート結果を図-5に示す。アプリを実際の除雪施工で使った業者は5件と少ないが、オペレータの評価は概ね良好だった。また、アプリを使わなかった理由は「スマートフォンを用意できなかった」「インストール方法がわからなかった」「アプリの使い方がわからなかった」などが多数を占め、アプリ機能への不満ではなかった。アプリの配布後のアフターサービスが課題であることがわかった。また、アプリを使わなかった理由とし

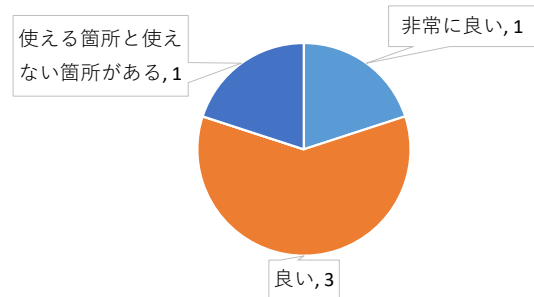
て「登録作業が面倒だった」「位置精度が悪かった」など機能に対するものもあり、今後のアプリの機能追加、改造について検討する必要があると考えられる。

ヒアリング結果の概要を表-3に示す。（株）玉川組は夏期の除草にもアプリを使用し、アプリが除雪以外へも適用できることがわかった。これは、のり面の途中に突出したハンドホール等が繁茂した草で隠れて見えない場合に、草刈り機が接触する可能性があるためである。（株）堀口組は歩道除雪でアプリを使用した。いずれも効果としてオペレータの「安心感」「恐怖感の軽減」など、心理面もあるがわかった。アプリが今後、増加が見込まれる経験の浅いオペレータの心理面へのサポートに効果が期待されることがわかった。

アプリを実際の除雪施工で使いましたか？



オペレータの評判はいかがでしたか？



「使わなかった」と答えた方にお聞きます。理由をお聞かせください（複数回答可）

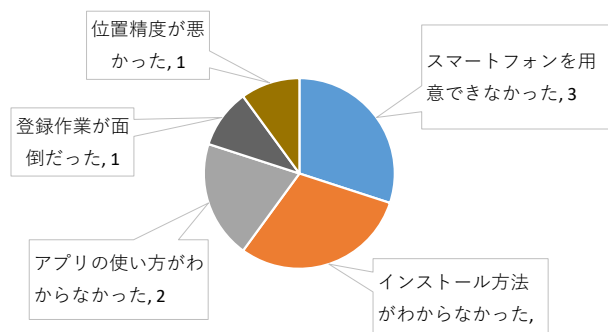


図-5 アンケート結果

表-3 ヒアリング結果の抜粋

	(株) 玉川組	(株) 堀口組
スマート フォン	・中古スマートフォンを使用 (オペレータの個人携帯は使 わず専用のスマートフォンを 使用) ・除雪機械毎にスマートフォ ンを用意	・中古スマートフォンを使用 (オペレータの個人携帯は使 わず専用のスマートフォンを 使用) ・除雪機械毎にスマートフォ ンを用意
適用機種	除雪トラック、歩道除雪車	歩道除雪車
登録方法	工区毎に登録	・工区毎に登録 ・全てのマンホール等を登録
通信契約	無し	無し
導入台数	5台	2台
導入効果	・新人オペに「安心感」 ・他の除雪車にすぐに付け替 え可能 ・安全対策として熟練オペ レータも使用 ・夏場の除草にも使用	・マンホール接触の「恐怖感 の軽減」 ・急なオペレータ変更で効果 を発揮

4. まとめ

本報告では、除雪機械のオペレータに雪下に隠れて見えないマンホール等の位置を知らせるスマートフォンアプリを開発し、その普及状況等について報告した。

5. 今後

アプリ配布開始から3年目、2冬が経過し、機能の追加要望も出てきている。主なものとして、他のスマートフォンへの登録データコピー機能、iPhone版の開発、夏画像閲覧機能などである。一方、民間企業でも本アプリと同様の機能を持ったシステムがいくつか販売されており^{16)~18)}、それらのシステムはコピー機能、夏画像閲覧など、追加要望の機能のいくつかを満たしている。将来的には民間企業の商品が多く導入され、アプリは役割を終えるべきと考える。ただし、民間企業の商品の価格はまだ比較的高額なようであり、アプリの役割はもう少し続く可能性もある。その場合、追加要望機能の開発を行う必要もあると考えられるが、一般にソフトウェア開発には多くの費用と長い期間が必要である。アプリの追加要望機能の開発を行うかどうか、いずれかの段階で決断する必要がある。

今回、開発したアプリは機能を最低限にし、迅速に現場に実装されて、実際の現場で早く役に立つことを主眼においたが、「持続可能な除雪体制」のために、今後も様々な技術開発、調査研究に取り組む必要がある。

参考文献

- 1) 森賢治：冬期事故削減取組「除雪車両による工作物破損事故防止」セミナー開催報告、寒地技術シンポジウム、2025
- 2) 永井ら：近年の極端な降雪に対応する市町村道除雪体制の構築手法について、雪氷研究大会（2024・長岡）、2024
- 3) 小西ら：除雪オペレータの技術習得・技術伝承の実態分析に基づく実践的提案、雪氷大会（2024・長岡）、2024
- 4) 北海道開発局HP：i-Snow第12回プラットフォーム、<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat0000010dmm-att/slo5pa00000124i1.pdf>（2025年1月6日確認）
- 5) 山田ら：除雪車オペレータ用道路付属物位置情報提供アプリの開発、第66回（2022年度）北海道開発技術研究発表会論文、pp175-178、2023
- 6) 山田：除雪車オペレータ支援スマートフォンアプリの開発、第21回建設ロボットシンポジウム、2023
- 7) 寒地機械技術チーム：除雪車オペレータ運転操作支援システムについて、寒地土木研究所月報、No851、2023年12月
- 8) 山田：除雪車オペレータ用道路付属物位置情報提供アプリの開発、寒地土木研究所月報、No854、2024年3月
- 9) 山田：除雪車オペレータを支援する取り組みについてスマートフォンアプリと支援システムの開発一、雪氷研究大会（2024・長岡）、2024
- 10) 山田：除雪車オペレータ支援システムの開発について、第22回建設ロボットシンポジウム、2023
- 11) 山田：道路付属物位置情報提供アプリの事後調査について、第68回（2024年度）北海道開発技術研究発表会論文、2025
- 12) 寒地土木研究所HP：開発技術の紹介、<https://chouseikan.ceri.go.jp/data.jsp?database=Chouseikan2025GIJUTU&id=35>（2025年12月28日確認）
- 13) 寒地土木研究所HP：寒地土木研究所新技術説明会（富山）、<https://chouseikan.ceri.go.jp/web/event/detail.html?eid=031548488175&hid=>（2025年12月28日確認）
- 14) 新潟日報HP：除雪車の事故防止にアプリ生かして 寒地土木研究所の開発者が長岡市で説明会、構造物に近づくと警告音、<https://www.niigata-nippo.co.jp/articles/-/703241>（2025年12月28日確認）
- 15) YAMADA Mitsuru：Development of an app that informs road accessories location for snowplow operators、Civil Engineering Conference in the Asia Region、2025
- 16) (株) ワイズHP：<https://www.wise.co.jp/josetsugps/>、（2025年12月28日確認）
- 17) マルマテクニカ（株）HP、<https://www.maruma.co.jp/product/snow-removal-navi/>（2025年12月28日確認）
- 18) ダイナミックマッププラットフォームAxyzHP、<https://www.dynamic-maps.co.jp/srss/>（2025年12月28日確認）