

学校法人新潟工科大学 電波応用研究室

令和7年度事業成 果報告書

事業名：作業用車両のスマート化

作成者 沢田健介（新潟工科大学准教授）

2026年3月14日

1. 事業概要（申請内容）

申請者名（所属/代表者名）	新潟工科大学/沢田健介
申請事業名	作業用車両のスマート化に関する事業（2年目）
1. 背景や必要性	
新潟県では少子高齢化と人口減少の影響により、第一次産業（農業・林業・漁業）従事者の減少が著しい。加えて、冬季は積雪のため道路等の除雪も必要だが、除雪従事者も第一次産業と同様に減少が著しい。これらの地域課題を解決するには第一次産業および除雪に使用する作業用車両の従事者を増やす必要があるが、限られた人口の中からこれらの人材を育成・維持することは困難と考えられ、また、危険を伴う作業も多い。	
2. 申請事業の内容とその特徴	
農機・建機（含除雪車）などの作業用車両をスマート化（人工知能やICT技術を活用しての初心操縦者の操縦・操作の支援や無人自動操縦化など）する。申請者はこれらの取り組みが地域課題を解決する一手段として有効と考え、令和5年度は農機（トラクタ）のスマート化に関する調査研究を実施してきた。本事業では、これらの取り組みを、除雪車を含む建機などの作業用車両にも拡大することで地域課題の解決に寄与する。	
3. 実施スケジュール	
<ul style="list-style-type: none"> 2024年度:現場取材調査・基礎実験・基礎技術の研究開発 <u>2025年度：基礎技術の検証実験および改良</u> 2026年度：実証実験・実用化 	
4. 期待される具体的な成果（地域等への波及効果）	
熟練した作業車両従事者の認知・判断・操作技術を学習した人工知能のアシストによる作業車両の運用が可能になり、その結果、初心従事者による単独の作業車両の運用が可能になる。更に、作業車両に操縦系のマニピレータを追加実装することにより、遠隔操縦や自動操縦も可能になり、地域課題の解決に寄与することが期待される。	
5. 成果の活用および本事業の継続の方策	
農機および建機などの作業車両製造ベンダに本事業の成果である技術と知的財産権の使用権を無償で提供し、商用車両に実装することで地域課題の解決に寄与する。	
6. 他の補助金等の有無（該当するものに■）	
<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 新潟工科大学より学内補助金として、「移動体のスマート化に関するリサーチコアステーション」への補助金（¥1,000,000）を受給しました。	

2. 事業成果

本事業による令和7年度の成果物は以下論文2編および未発表成果です.

成果物 (論文)

論文 1

書誌情報：竹田透，非積雪時の道路画像を用いた除雪車運行支援システムの研究，2025年度新潟工科大学卒業論文，2026年1月

概要：GNSSと360度カメラを使用して積雪時に非積雪時の道路設備情報を提供する手法に関する研究

論文 2

書誌情報：竹田透，沢田健介，非積雪時の道路画像を用いた除雪車運行支援システムの一検討，2026年電子情報通信学会総合大会，A-18-11，2026年3月10日発表（於九州産業大学）

概要：論文1と同内容

未発表成果 (2026年度論文投稿予定)

実験結果：竹田透，沢田健介，非積雪時の道路画像を用いた除雪車運行支援システムの一検討～情報提供ディスプレイの実験的検討～，実験結果のみ，2026年度投稿予定

上記論文1および論文2には，新潟県建設技術センターによる助成事業で実施されていることを論文および発表資料中に明記してあります。

次頁以降に各論文および未発表成果の概要を記します。

論文 1

竹田透, 非積雪時の道路画像を用いた除雪車運行支援システムの研究, 2025 年度新潟工科大学卒業論文, 2026 年 1 月

概要

新潟県等の豪雪地域では、冬季の道路の除雪作業が安全な地域交通を確保する上で必要不可欠である。しかし少子高齢化などの要因により除雪オペレータが減少している。さらに積雪時の除雪作業では、マンホールやグレーチングなどの道路設備の位置を正しく把握することが困難である。熟練オペレータは経験に基づいて道路設備の位置を把握することができるが、初心オペレータは除雪作業の経験が浅いため道路設備の位置を正しく把握していない。そのため道路設備への接触・破壊を回避するリスクが増大する。そこで本研究では積雪時に視認が困難である道路設備の位置把握を支援するため、非積雪時の道路画像を現在地に応じて除雪オペレータに提供するシステムを提案する。提案システムは、まず非積雪時に道路映像と GNSS から取得した位置情報を除雪車で収集する。それらのデータを紐付けてデータベースに格納し、位置情報に応じてこれらを読み出すことで、除雪作業中にはオペレータへ非積雪時の道路画像を提供する。提案システムのブロック図を図 1 に、フローチャートを図 2 に、それぞれ示す。

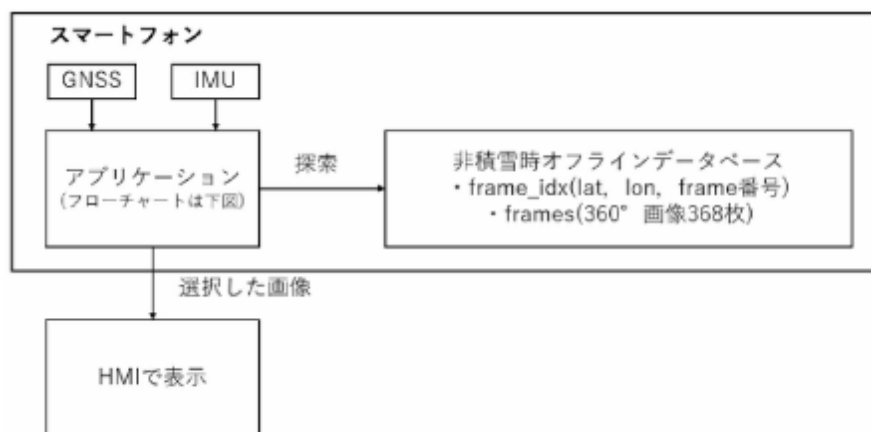


図 1 提案システムのブロック図

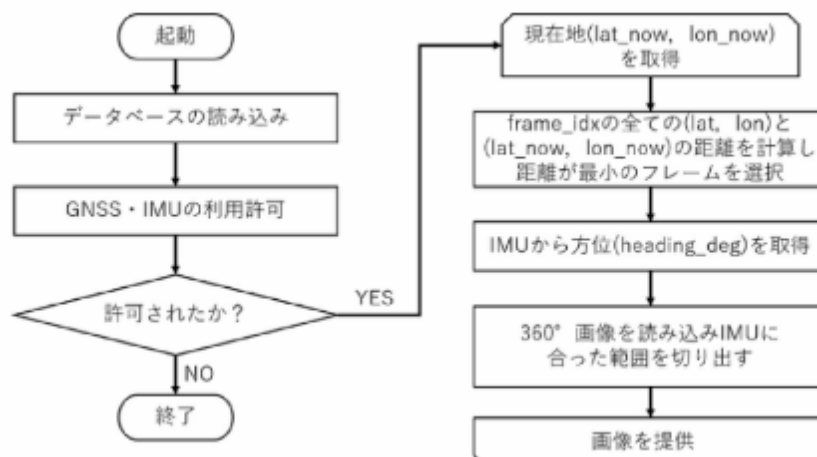


図 2 提案システムのフローチャート

非積雪時の準備実験では、360°カメラ(Insta360X3)を用いて3k100fps設定で撮影しGNSSレシーバ(GlobalSat BU353N5)で1秒ごとに位置情報を取得した。提案システムでは除雪車の位置情報と非積雪時の道路画像に紐付けた位置情報との距離が最小となる画像を探索し、IMUから得た除雪車実の姿勢に応じた範囲を360°画像から切り出して表示する。この探索によって生じる現在地の位置情報と非積雪時の道路画像に紐付けた位置情報の距離を「位置推定誤差」として評価を行った。積雪時乗用車実験ではスマートフォン(Galaxy S22)とHUD(HUDWAY GLASS)を用い、位置推定誤差の平均は1.66m~2.15m、最大値は7.51mであった。積雪時除雪車実験ではスマートフォンとiPadを用いて比較し、スマートフォンは1秒ごとにログを取得しているが、iPadは1つのログを取得するために6~7秒程度かかっていた。また、iPadの位置推定誤差の平均は30.31m~34.47mであり、スマートフォンの位置推定誤差の平均値は2.15m~3.03mであった。除雪車へのカメラとGNSSの設置状況を図3に、タブレット端末とHUDによる情報提供の様子を図4に、それぞれ示す。



図3 除雪車へのカメラとGNSSの設置状況

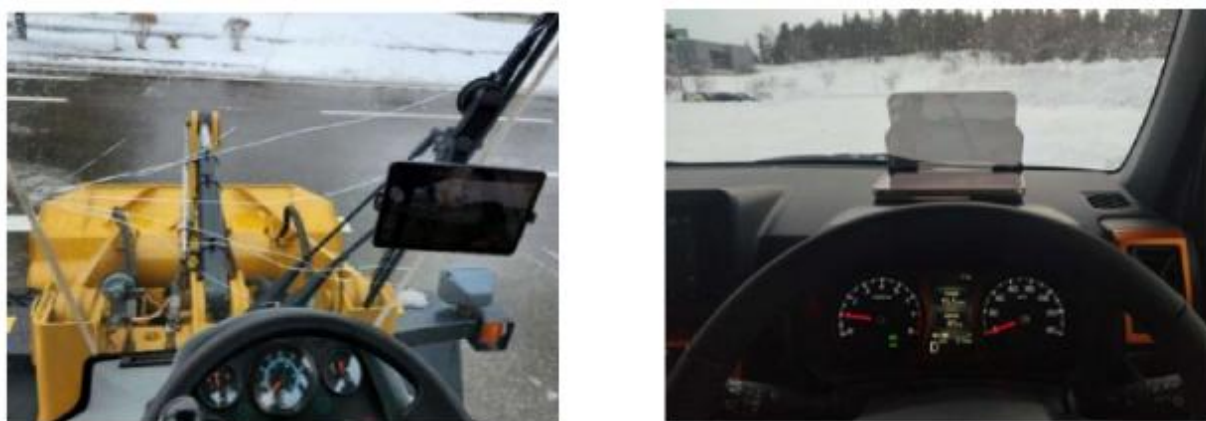


図4 タブレット端末とHUDによる情報提供の様子

論文 2

竹田透, 沢田健介, 非積雪時の道路画像を用いた除雪車運行支援システムの一検討, 2026 年電子情報通信学会総合大会, A-18-11, 2026 年 3 月 10 日発表 (於九州産業大学)

概要

論文 1 と同内容のため割愛します.

未発表成果 (2026 年度論文投稿予定)

竹田透, 沢田健介, 非積雪時の道路画像を用いた除雪車運行支援システムの一検討～情報提供ディスプレイの実験的検討～, 実験結果のみ, 2026 年度投稿予定

概要

新潟県等の豪雪地域では, 冬季の除雪作業が安全な地域交通を確保する上で必要不可欠である. しかし少子高齢化などの要因により, 除雪オペレータが減少している. そこで本研究では図 5 に示すように非積雪時の道路設備画像を積雪時にオペレータに提供することでオペレータの負担を軽減する除雪車支援システムを提案している. 提案システムでは, まず非積雪時に道路画像と GPS から取得した位置情報を除雪車で収集する. そしてそれらのデータを統合してシステムを構築することで, 除雪作業中にオペレータへ非積雪時の道路画像を提供する.



図5 提案システムによる道路設備提供の様子 (イメージ)

本報告では, 非積雪時の道路画像の提供手段として, HUD(Head Up Display)によるウインドシールドへの投影, レーザ光 (LED ラインライト) または高輝度液晶プロジェクタによる路面の活用を提案し, 提案手法の性能を実験によって定性評価した. 実験系の構成を図6に示す.

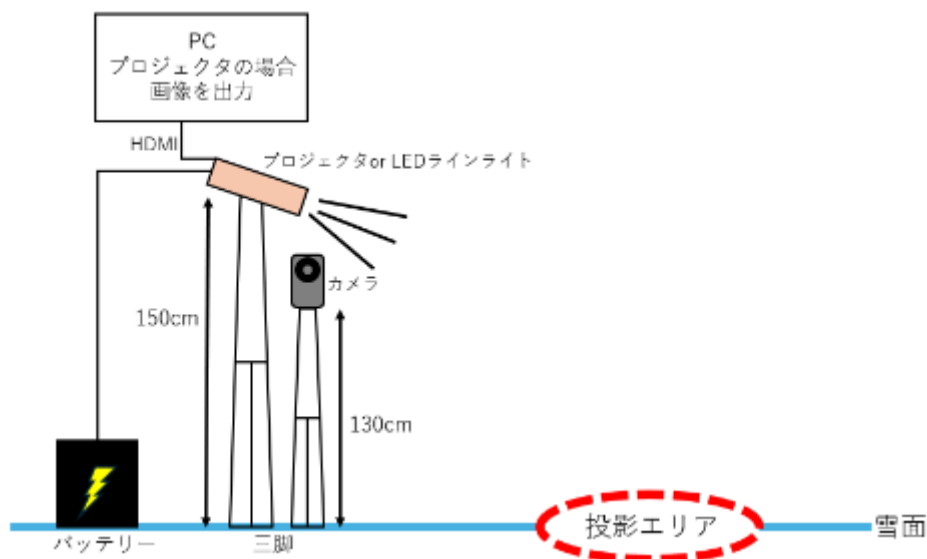


図6 実験系の構成

レーザ光（LED ラインライト）による積雪路面への描画の様子を図7に、プロジェクタ光による積雪路面への描画の様子を図8に、それぞれ示す。



図7 レーザ光による積雪路面への描画（左：昼間、右：夜間）



図8 プロジェクタ光による積雪路面への描画の様子（左：昼間、右：夜間）

本実験の結果、レーザ光を使った路面への描画は昼間・夜間共に有効性が示せたが精密な描画をするためには工夫が必要ながわかった。一方、プロジェクタ光は精密な描画が可能一方で、昼間は投影画像の視認が困難ながわかった。今後はコストと投影性能の両面から両方式とHUDによる方式を比較評価する予定。

3. 本事業成果の概説

1. 論文1および論文2の研究による成果

論文1および論文2で示した研究では、先行研究である長岡技術科学大学で行われていた非積雪時の道路画像をタブレット端末等で提供する手法を改良し、360度画像に対応した。更に、端末の違いによる位置推定精度の違いを明らかにし、測位がオペレータに与える情報の質を左右することを数値で評価することに成功した。

2. 未発表の研究による成果

未発表の研究では、タブレット端末やスマートフォンのみならず、より実用的なHMIを提供することを目的として、路面に直接障害物の形を投影・描画する手法の初期検討を行った。検討の結果、レーザー光による描画と液晶プロジェクタによる描画に有効性が示せそうなことがわかった。

従い、来年度以降は、描画手段をブラシュアップし、実用的な性能まで引き上げることを目標として研究を推進する予定です。

以上