

除雪支援システム実証モデル事業実証実験
検証報告書

令和4年8月

上越市都市整備部道路課雪対策室

目次

1	実証実験の背景・目的	2
2	実証実験の概要・アンケート結果等	3
	(1) 除雪支援システム実証モデル事業実証実験走行会	
	(2) 冬期除雪作業実証実験	
	(3) 冬期試験走行	
3	検証結果・意見・評価・課題	16
4	評価まとめ	18
	(1) 効果	
	(2) 製品機能	
5	今後の展望	19
6	参考資料：スマート除雪ナビ機器概況	20

1 実証実験の背景・目的

当市は、県内でも積雪が多く、昭和36年の豪雪を契機に制定された「豪雪地帯対策特別措置法」において市内全域が豪雪地帯に、さらに昭和45年には特別豪雪地帯の指定に関する改正が行われ、市域のほぼ全域が特別豪雪地帯に指定された。

また、令和2年度には、強い冬型の気圧配置の影響で昭和59年から昭和61年の3年豪雪以来、35年ぶりの記録的な大雪に見舞われ、令和3年1月8日の24時間降雪量が、高田特別地域気象観測所で観測史上1位となる103cmを記録したところである。

このような状況の中、現在、除雪作業に従事するオペレーターの高齢化が進み、担い手不足が課題となっている。令和2年度の調査では、50歳以上のオペレーター数が全体の約50%を占め将来の除雪体制の確保に懸念が生じていることから、令和3年度に新規事業として、「除雪支援システム実証モデル事業」を立ち上げた。

これは、経験の少ないオペレーターであっても、熟練者と同じように除雪作業を行うための手法として、ICT技術の導入を図るものであり、「スマート除雪ナビ」(写真1)という除雪障害物回避・除雪作業安全支援システムを1台導入し、除雪の安全性・作業効率の向上、除雪作業負担の軽減を目的に、実証実験を実施することとした。

実証実験では、「スマート除雪ナビ」を取り付けた除雪ドーザにより、夏期に駐車場において、障害物を設置した模擬コースで試験走行を実施したほか、冬期は実際の市道除雪に用いて実証実験を実施した。

当報告書は、実証実験をおこなった際に聞き取りしたアンケート結果をまとめ、除雪の安全性・作業効率の向上、除雪作業の負担軽減等について検証したものである。



写真1 「スマート除雪ナビ」を取り付けた除雪ドーザ

2 実証実験の概要・アンケート結果等

(1) 除雪支援システム実証モデル事業夏期実証実験

【開催日】令和3年8月20日(金)

【会場】高田城址公園第6駐車場

【参加者】62名(33業者)

【内容】スマート除雪ナビを取り付けた除雪機械に、市道除雪事業者が搭乗し、駐車場内に下記の模擬的な6つの障害物等を仕掛け実証実験を実施した。(写真2)

- ① 消火栓
- ② 雪押場
- ③ マンホール
- ④ 幅員の減少
- ⑤ 橋のジョイント
- ⑥ 雪により見えないマンホール

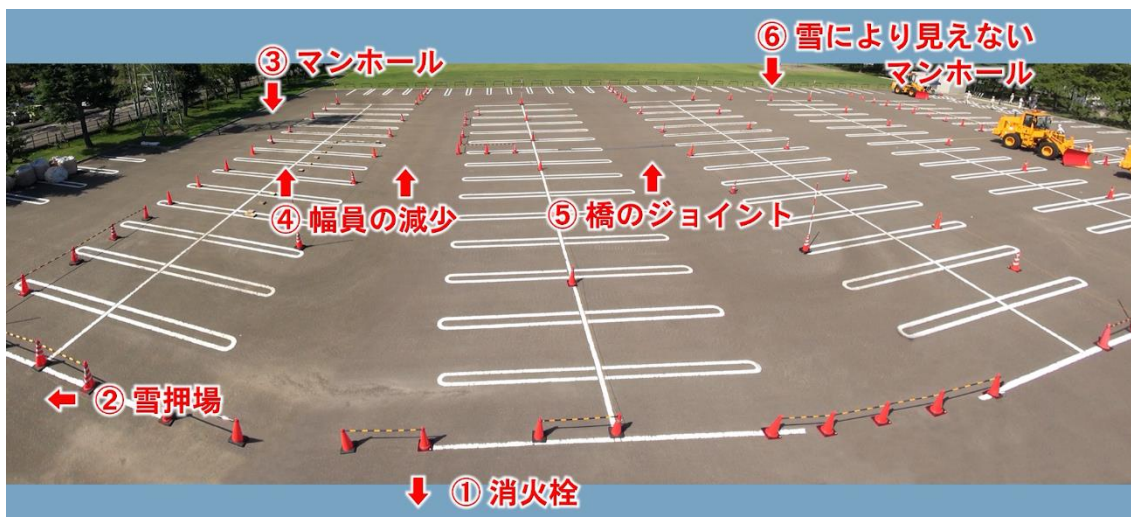


写真2 会場レイアウト

前日にコース作り、障害物の地点登録(写真3)を行い、雪押し場に押し込む雪に見立てたペットボトルを詰めた1tパックを用意した。そして当日は、除雪ドーザのオペレーターと助手が模擬コースを走行し、除雪現場を想定した運転やマルチプラウの操作を実施した。(写真4)



写真3 地点登録



写真4 雪に見立てた1tパックを押す除雪ドーザ

実証実験に参加した全員が支援システムをONの状態で行き、この内各社1名から同一条件で比較するため、システムOFFの状態でも走行した。

参加者は男性が大半を占めており、年齢は40代が最も多く、平均年齢は49歳であった。

また実務経験は、10年以下の参加者が最も多く、平均経験年数は17年であった。

以降の分析では年代、経験年数別に比較を行った。

男女別

男性	女性
61名	1名

年代別 平均年齢 49 歳

30代	40代	50代	60代	未回答
11名	24名	15名	11名	1名

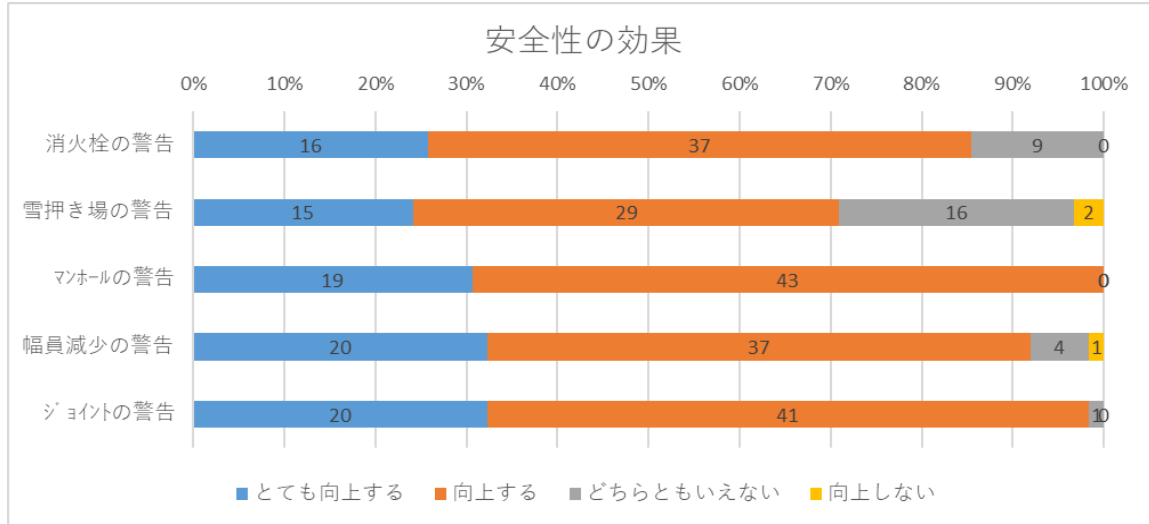
経験年数別 平均経験年数 17 年

10年以下	10年～20年	20年～30年	30年以上	未回答
23名	19名	10名	7名	3名

【アンケート結果】

問1-1 安全性

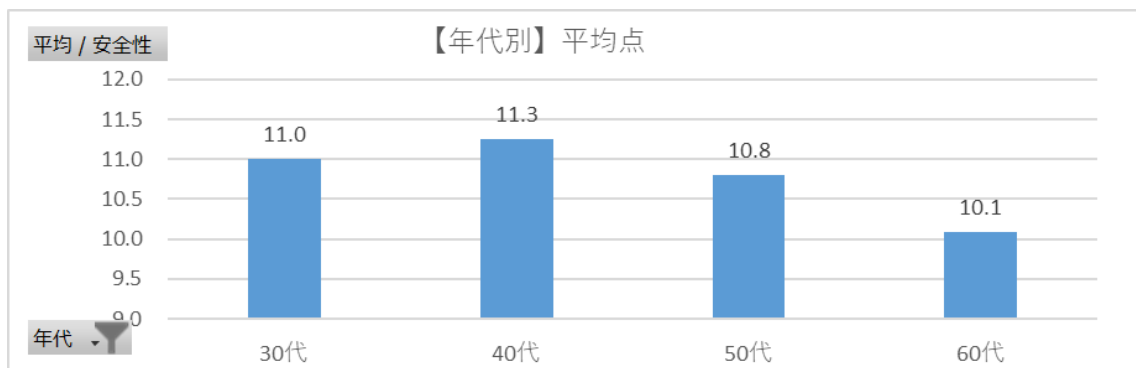
安全性に関する問では、支障物件（雪置き場以外）について約9割の参加者から「とても向上する」、「向上する」との回答があった。特にマンホールの警告についての評価が最も高かった。雪置き場については、助手がシステムに表示された画面をタッチし、雪置き場の情報を確認する必要があったことから、評価が低下したと思われる。



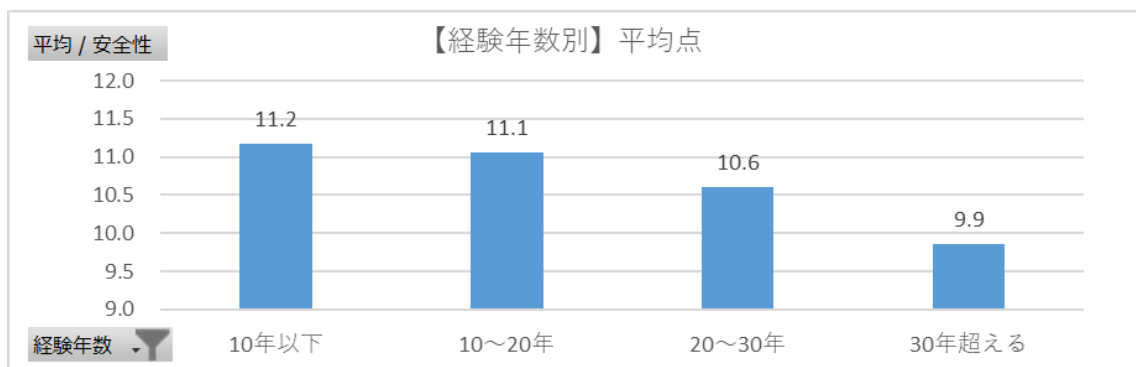
●質問項目について15点満点（3点×5項目）と得点化し、年代、経験年数別に比較を行った。

とても向上する	3点	向上する	2点
どちらともいえない	1点	向上しない	0点

■年代別では、年代が高いほど評価が低い結果となった。

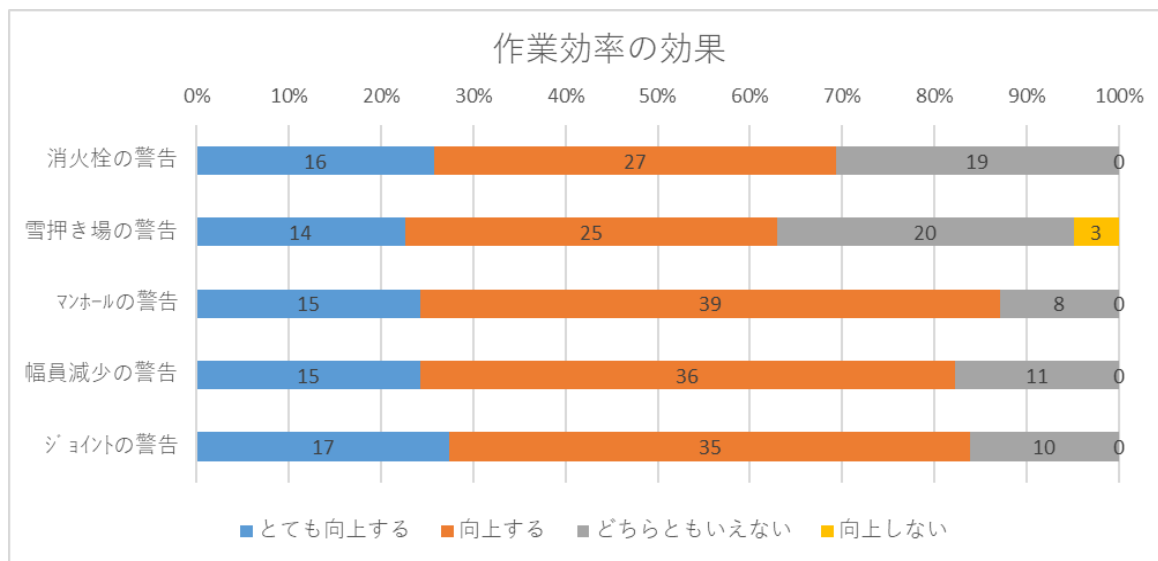


■経験年数別では経験が浅い参加者ほど評価が高い傾向にあった。



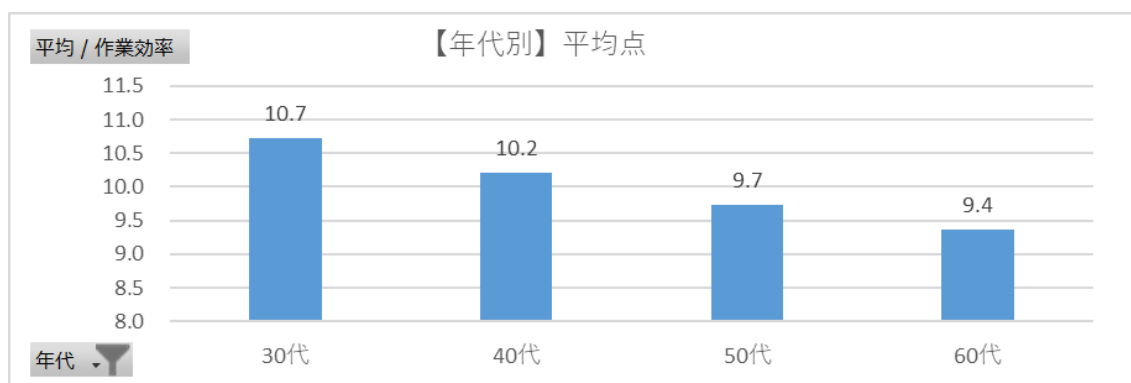
問2 作業効率

作業効率に関する問では、安全性よりも評価が劣るものの約8割の参加者から「とても向上する」、「向上する」との回答があった。

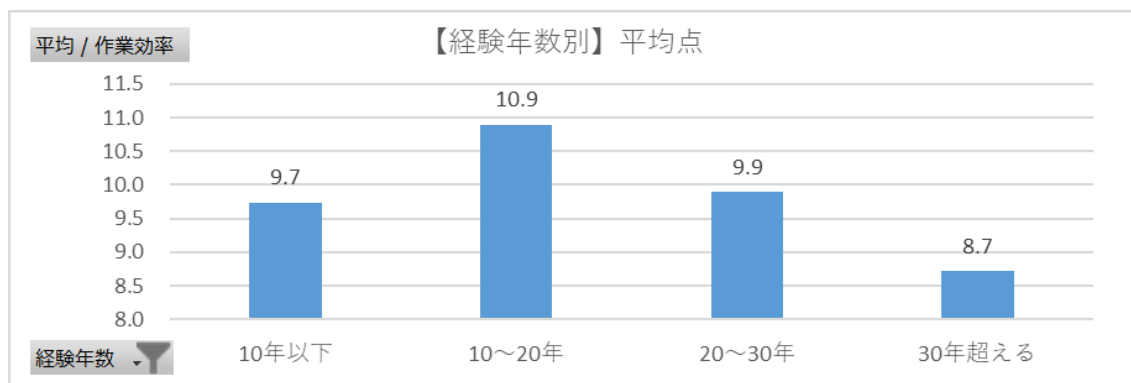


●安全性と同様に質問項目について15点満点（3点×5項目）と得点化し、年代、経験年数別に比較を行った。

■年代別では若い年代ほど評価が高い傾向となった。

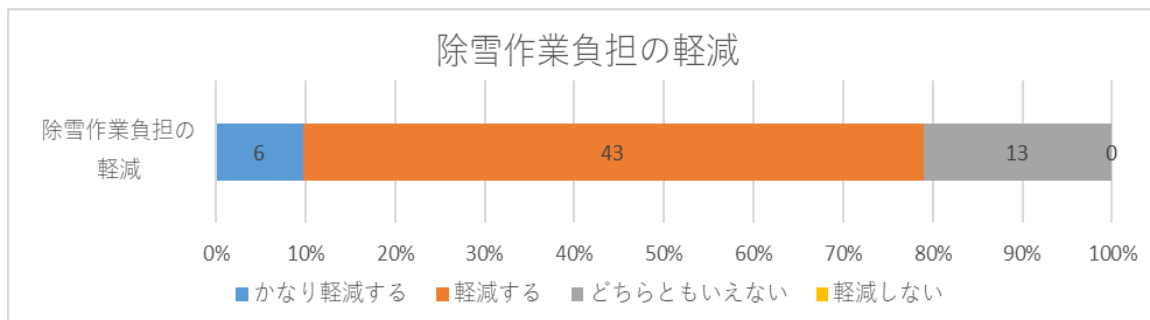


■経験年数別では10～20年の評価が最も高く、30年超えの評価が低い結果となった。



問3 作業負担の軽減

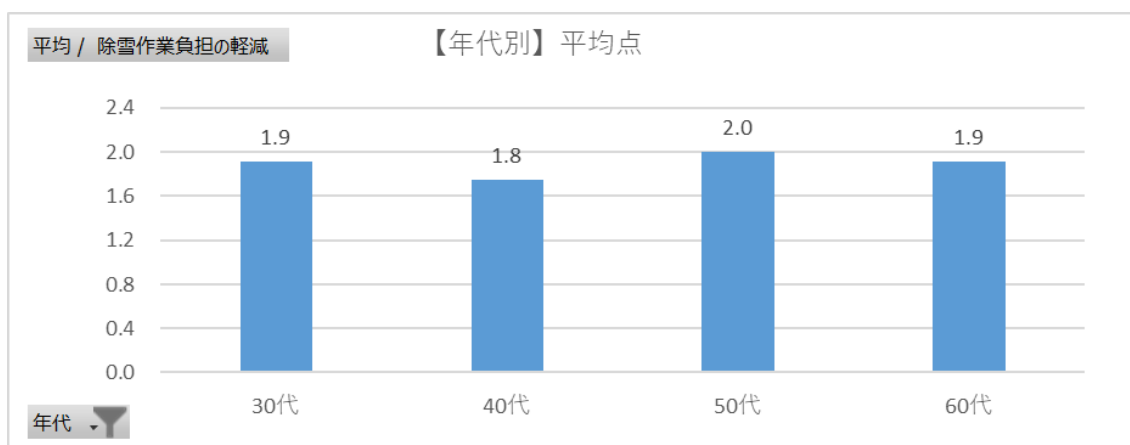
作業負担の軽減に関する問では、約8割の参加者から「かなり軽減する」、「軽減する」との回答があった。



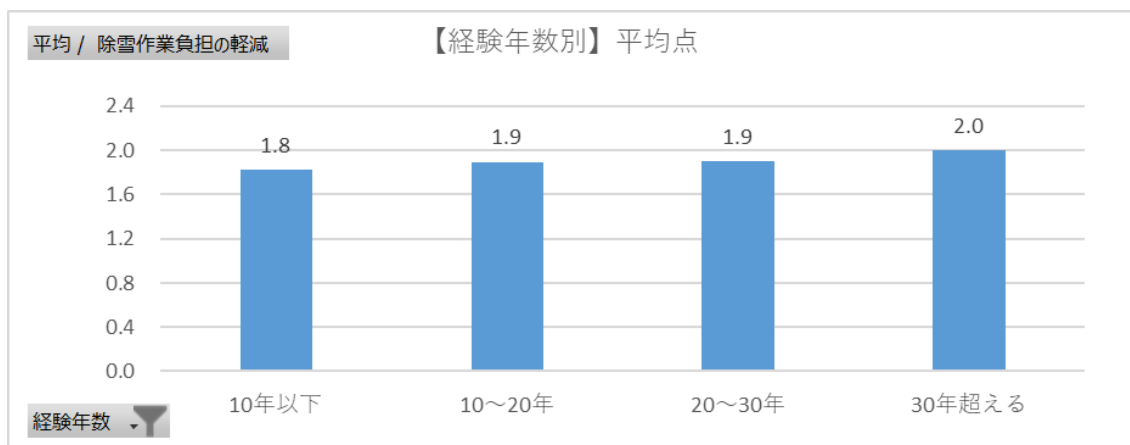
●回答結果を下記のとおり3点満点とし、年代、経験年数別に比較を行った。

かなり軽減する	3点	軽減する	2点
どちらともいえない	1点	軽減しない	0点

■年代別では、50代の評価が最も高い結果となった。

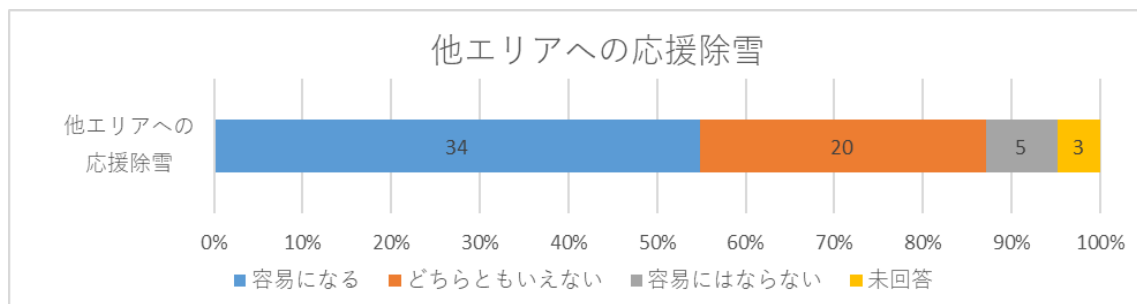


■経験年数別では、経験が豊富な参加者ほど評価が高い傾向にあった。



問4 他エリアへの応援除雪

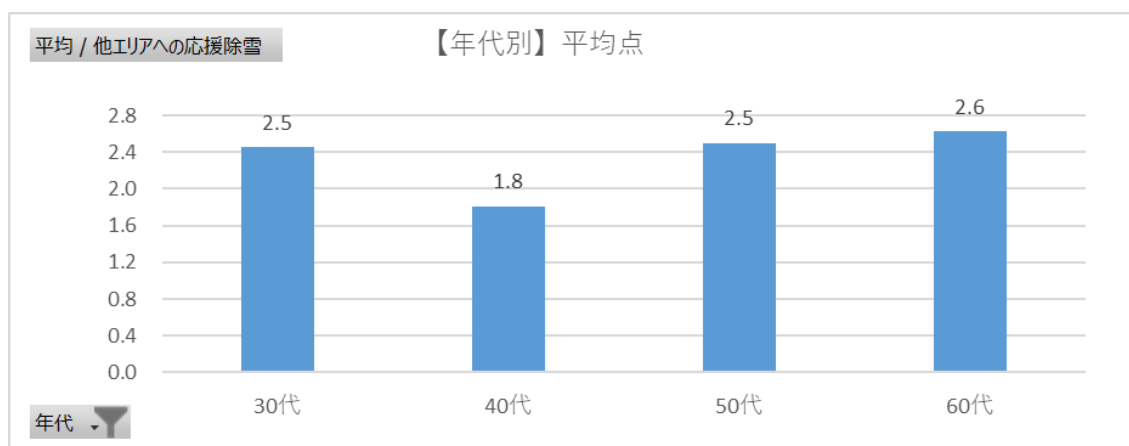
他エリアへの応援除雪に関する問では、約5割の参加者から「容易になる」との回答があった。



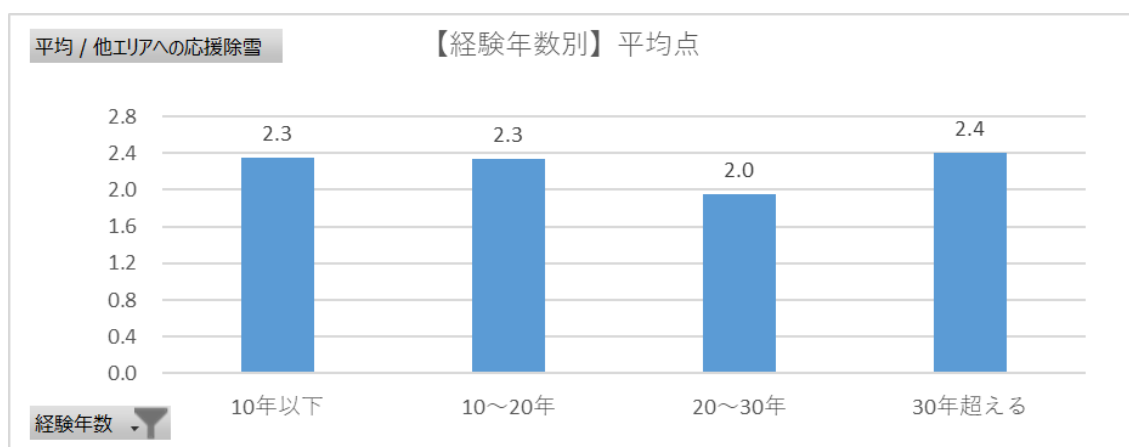
●回答結果を下記のとおり3点満点とし、年代、経験年数別に比較を行った。

容易になる	3点
どちらともいえない	1.5点
容易にはならない	0点

■年代別では40代の評価が低い結果となった。

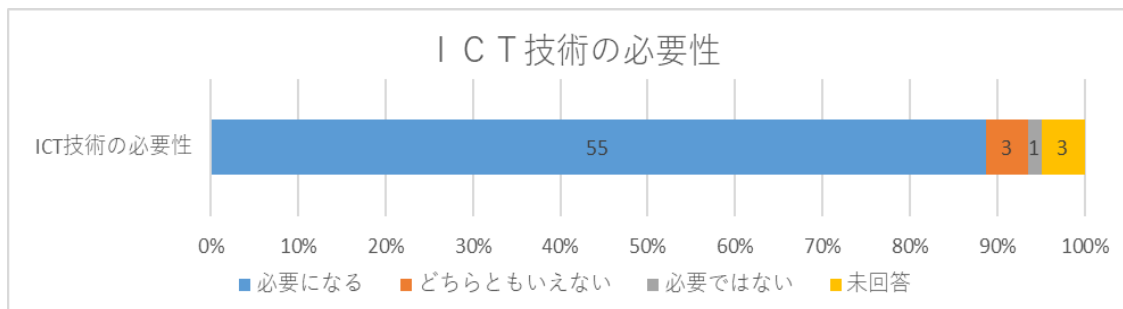


■経験年数別では、20～30年の評価が低い結果となった。



問5 ICT技術の必要性

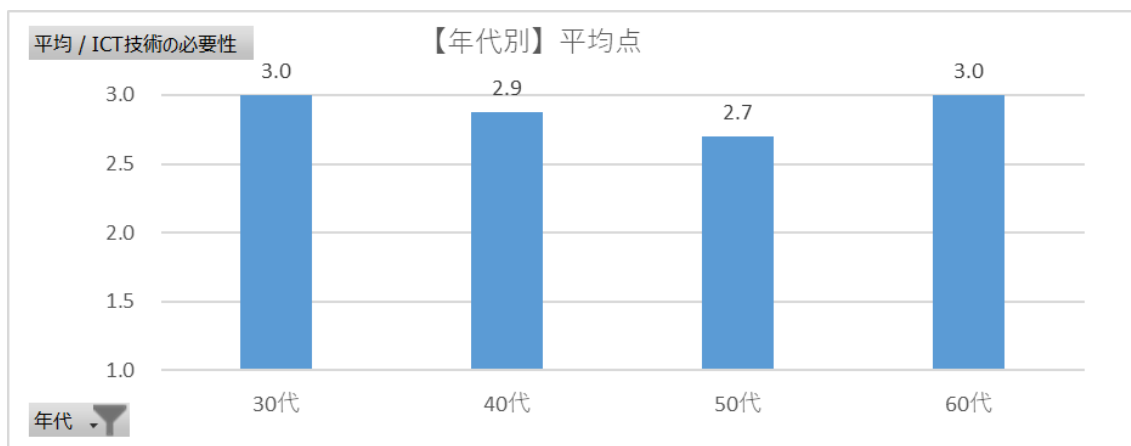
担い手確保のため除雪支援システムのような ICT 技術の必要性に関する問では、約9割の参加者から「必要になる」との回答があった。



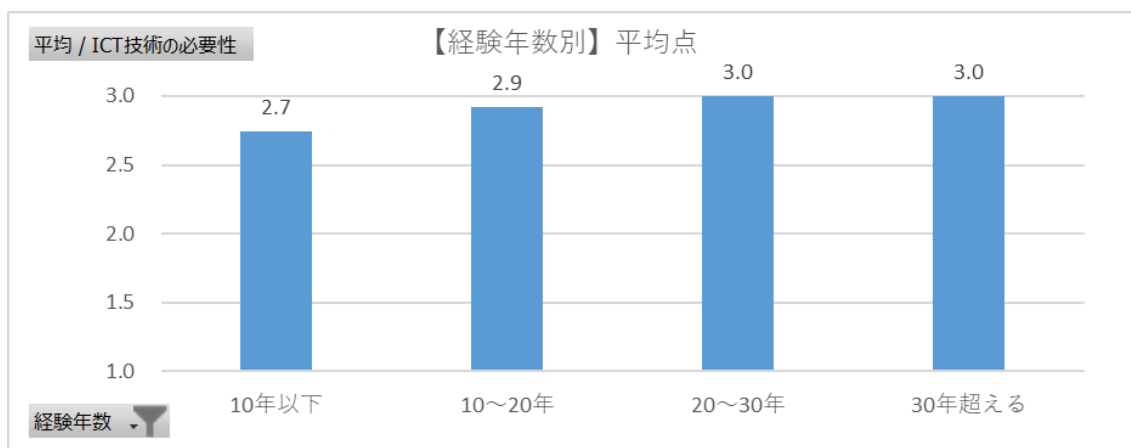
●回答結果を下記のとおり3点満点とし、年代、経験年数別に比較を行った。

必要になる	3点
どちらともいえない	1.5点
必要ではない	1点

■年代別の評価では30代と60代の全員が「必要になる」と回答。

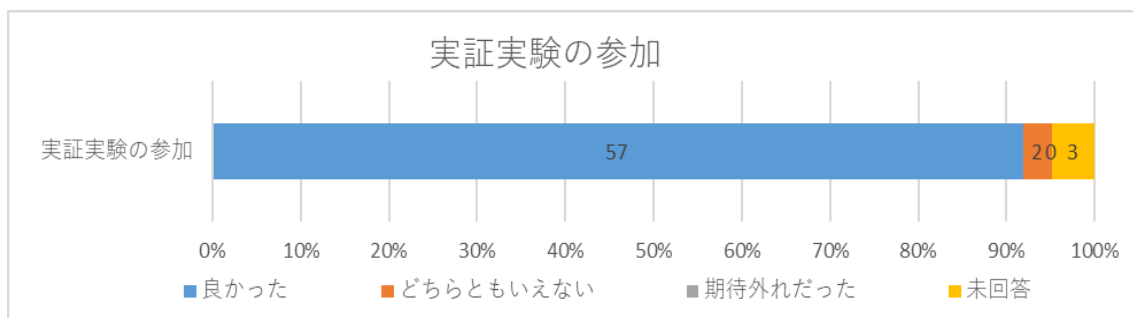


■経験年数別では経験が豊富な参加者ほど評価が高い傾向にあった。



問6 実証実験に参加して

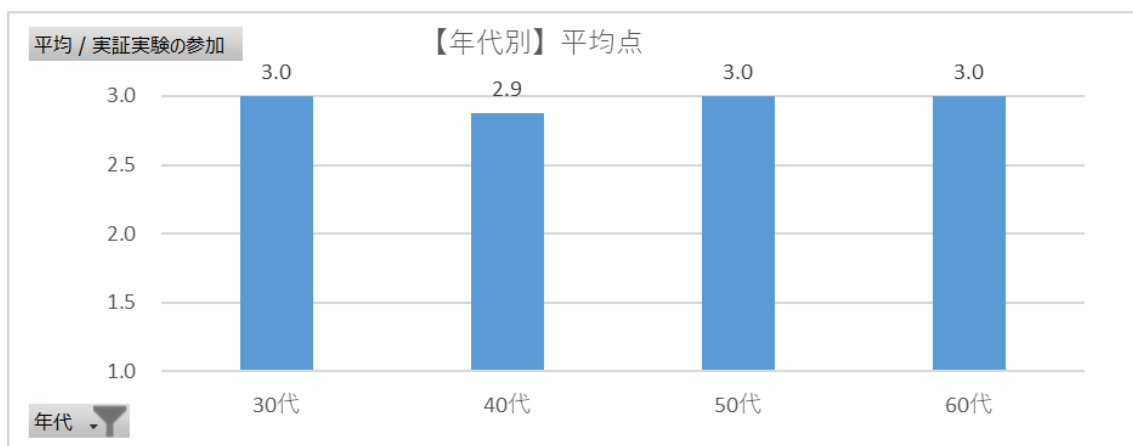
実証実験への参加に関する問では、約9割の参加者から「良かった」との回答があった。



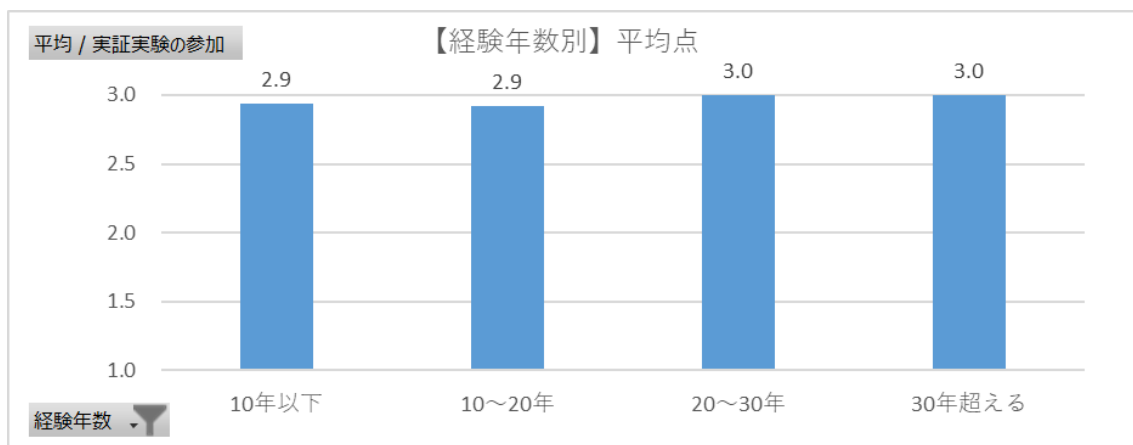
●回答結果を下記のとおり3点満点とし、年代、経験年数別に比較を行った。

良かった	3点
どちらともいえない	1.5点
期待外れだった	0点

■年代別では40代を除くグループ全員が「良かった」と回答。



■経験年数別では、20～30年と30年超えるグループ全員が「良かった」と回答。



問7 自由記述

意見・感想に対する自由記述について 11 件の回答があり、内訳は以下の通り。

システムの必要性が感じられた感想	2件
システムの改善につながる意見	7件
実証実験に関する意見・感想	2件

【参加者の主な声】

- ・危険個所が分かりやすいのでスムーズに作業ができた。
- ・慣れていない路線を除雪する場合に、支障物件の位置が分かるので安全性及び作業効率
が上がると思う。
- ・除雪経験がまだ浅いから、除雪支援システムがあれば助かる。
- ・実証実験に参加してシステムの内容がわかって良かった。
- ・モニター画面が大きすぎるため、持ち運びに不便だと思う。
- ・夏場の画像があるともっとよい。
- ・もう少し早めに支障物件の警告をして欲しい。
- ・道路の幅やセンターラインと外側線の位置が分かるとよい。

(2) 冬期除雪作業実証実験

【実施日】 令和3年12月1日～令和4年3月31日

【事業者】 上新開発㈱

【除雪車】 市貸与車 除雪ドーザ コマツ WA200-8Y 11t級M

【除雪エリア】 春日地区（大豆1丁目～中門前1～春日山神社～春日保育園）

【除雪延長】：約7km

【内容】

- ・実際の障害物データを入力し、市道冬期除雪作業を実施。
- ・オペレーターから安全性や作業効率等について意見を聴取。



図1 除雪エリア図

【主な意見】

- ・担当路線の支障物件を熟知しているため、システム自体あまり必要ではないと感じた。
- ・知らない路線を除雪する際は、便利だと思う。
- ・担当外の除雪路線に入った際に、すでに登録してあったデータのおかげで、支障物件を回避することができた。
- ・モニターの設置場所が少し悪いため、改善してほしい。
- ・モニターが少し大きい。簡単に持ち運びを出来るようにしてほしい。
- ・除雪をする際は、モニター画面はあまり見ない。
- ・要援護世帯を登録したため、要援護世帯が多くなると、警告がやかましく感じる。

【除雪コスト検証】

○市貸与車 除雪ドーザ コマツ WA200-8Y 11 t 級 M (令和2年度購入)

項目	令和2年度	令和3年度
稼働費	3,500,400円	2,231,200円
稼働時間	166h	106h
稼働距離	678.9km	585.73km
稼働回数	23回	24回

○各項目の単価等を算出

項目	令和2年度	令和3年度	増減
稼働時間	21,086円/h	21,049円/h	△37円/h
稼働距離	5,155円/km	3,809円/km	△1,346円/km
稼働回数	152,191円/回	92,966円/回	△59,225円/回
除雪速度	4.08km/h	5.52km/h	1.44km/h

※除雪延長、除雪順路、オペレーター、単価については変更なし。

○比較結果

除雪支援システムを装着した令和3年度については、除雪速度が上がり、除雪費の縮減にもつながった。ただし、令和2年度は、記録的な豪雪により除雪作業に苦慮したと思われることから、令和4年度も引き続き検証が必要。

(3) 冬期試験走行実証実験（無積雪時）

【開催日】 令和4年3月14日(月)

【参加者】 ㈱三原田組2名、㈱草間組2名、上新開発㈱2名 計6名

【除雪車】 市貸与車 除雪ドーザ コマツ WA200-8Y 11t級M

【走行エリア】 リージョンプラザ上越駐車場 ～ 春日山交差点付近

【除雪延長】：約5.0km

【内容】

- ・実際の道路上にある橋のジョイントやマンホールなどの支障物件を設定し、除雪作業により近いかたちで、エリア担当者以外において試験走行を実施。
- ・オペレーターと市職員が搭乗し、安全性や作業効率等についてアンケートを実施。



図2 走行エリア図



写真5 走行風景図

【アンケート結果】

- ・安全性の効果について、全体の約9割が「とても向上する」又は「向上する」との回答があった。
- ・作業効率の効果について、全員が「とても向上する」又は「向上する」との回答があった。
- ・除雪作業負担の軽減について、全体の5割が「軽減する」との回答があった。

【参加者の意見】

- ・音声ガイダンスのタイミングが少し遅いため、もう少し早く出るようにしてほしい。
- ・雪のない時の映像があると良いと思う。

【搭乗職員の意見】

- ・オペレーターはモニターの画面を見る余裕がないと感じた。
- ・参加者や建設業協会などの意見を取り入れながら、ゆくゆくはワンオペや応援除雪等に活用できるよう改良を続けていくべき。

3 検証結果・意見・評価・課題

夏期に実施した実証実験のアンケート結果をベースに、冬期除雪作業と冬期試験走行の実証実験結果も取り入れながら、主テーマである除雪オペレーターの安全性・作業効率の向上、除雪作業の負担軽減等について、検証を行った。

安全性・作業効率の向上、作業負担の軽減	
検証結果	<p>【安全性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体の約9割が「とても向上する」、「向上する」と回答した。 ・特にマンホールの警告について、評価が高かった。 ・経験が浅い参加者ほど評価が高い傾向にあった。 <p>【作業効率の向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体の約8割が「とても向上する」又は「向上する」と回答した。 ・経験年数10～20年の評価が最も高く、若い年代ほど評価が高い傾向にあった。 ・冬期除雪において、除雪支援システムを装着した令和3年度の除雪速度が上がった。 <p>【作業負担の軽減】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体の約8割が「かなり軽減する」又は「軽減する」と回答した。 ・除雪経験が豊富な人ほど評価が高い傾向にあった。
除雪事業者からの意見	<ul style="list-style-type: none"> ・側溝外側線の位置や道幅などがもう少し明確になればよい。 ・慣れていない路線を除雪する場合や応援除雪の際に、支障物件の位置が分かるので安全性及び作業効率が上がると思う。 ・走行スピードによってガイダンスの声、支障物件の位置とのタイミングが合わないものがあった。 ・除雪経験がまだ浅いため、除雪支援システムがあれば助かる。
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・アンケート結果から、安全性及び作業効率が向上、作業負担が軽減するとの意見が多く、効果を十分に期待できる。特に経験年数の浅いオペレーターには有効である。 ・実際の除雪作業においても、支障物件を回避することができ除雪速度も上がり、効率的な除雪が出来た。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・支障物件の登録対象や音声警告のタイミングについて、精度を高める必要がある。

他エリアへの応援除雪	
検証結果	<ul style="list-style-type: none"> ・全体の約5割が「容易になる」と回答した。 ・経験年数別では、20～30年の評価が低いものの、30年を超える参加者からの評価が高かった。 ・年代別では、60代からの評価が高かった。
除雪事業者からの意見	<ul style="list-style-type: none"> ・知らない路線を除雪する際は、便利だと思う。障害物が判断でき、慣れていない路線でも楽だと思う。 ・夏場の画像やあるとよいと思うし、機器が簡単に持ち運び出来ると良いと思う。 ・担当外の除雪の際に、登録してあったデータのおかげで、支障物件を回避することができた。
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・普段走り慣れていない他エリアへの応援除雪については危険が伴うことから、システムを装着することで安全性が向上すると考えられる。特にベテランオペレーターから高い評価を得た。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・夏場の画像や機器の取付け方法について検討する必要がある。

I C T技術の必要性	
検証結果	<ul style="list-style-type: none"> ・全体の約9割が「必要になる」と回答した。 ・経験が豊富な参加者ほど評価が高く、20年を超える全員が「必要になる」と回答した。 ・年代別では、30代と60代の全員が「必要になる」と回答した。
除雪事業者からの意見	<ul style="list-style-type: none"> ・危険個所が分かりやすいのでスムーズに作業ができた。人間だとうっかりミスや見逃しがあるが、機械だと安全に作業ができる。
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの参加者が担い手確保のため、今後I C T技術が必要との声が多く、I C T技術に関する期待や関心が非常に高いものと考えられる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・I C T技術のニーズが高いものの、当システムの導入費が高い。 ・将来のワンオペや応援除雪に活用できるように、検証や改善を重ねていくことが重要である。

4 評価まとめ

前述の評価を「効果」「製品機能」の観点で整理すると以下ようになる。

(1) 効果

○安全性、作業効率、作業負担について

実証実験参加者から高い評価を得られ、除雪作業の安全性・作業効率の向上、作業負担の軽減には有効である。特に経験年数の浅いオペレーターからの評価が高く、熟練者と同じような除雪作業が行うための手法として役立つものとする。

○他エリアへの応援除雪

ベテランのオペレーターからは、熟知している現場へは、あまり必要性を感じていなかったものの、走り慣れていない他エリアへの応援除雪には有効との意見がある。

ただ、慣れていない路線の除雪は障害物との接触事故のリスクが伴うことから、夏場の雪のない景色もモニターに出ればよいとの意見があり、費用面も含めて改善を検討する必要がある。

○ICT技術の必要性

担い手の確保から、ICT技術が必要との意見が多く、今後ICT技術に関する期待や関心が非常に高い。

○除雪コスト

同一の除雪車と除雪路線及び除雪オペレーターにおいて、除雪支援システムを設置していなかった令和2年度と、設置した令和3年度を比較した結果、令和3年度は除雪スピードが上がって除雪時間が短縮し、作業負担の軽減と除雪費の縮減が図られた。ただし、降雪量にもよることから引き続き検証が必要である。

(2) 製品機能

現システムは優れた機能が備えられているものの、更なる機器の向上を期待する意見があることから、メーカーへ意見を伝え、改良を加えたいうえで普及を図る必要がある。

現機能

- ・地図上に現在位置と障害物位置が表示され、障害物へ車両が接近すると、モニターの表示と警報音が発信される。
- ・別途オプションとなるが、夏期の非降雪期の画像データを表示することが可能である。
- ・障害物の登録については、マンホール・段差・横断側溝・バス停・植栽・要援護世帯などの登録が可能であり、約4,000件の支障物件等を登録可能。(うち実証実験において400件を登録済み)
- ・障害物との位置精度が平均1m前後。

主な改良点

- ・現システムは、初期費用として製品費1,814千円、障害物データ作成費1,210千円を要することから、オプション機能を含め、機器導入に係るコストの低減を要望する。
- ・他エリアへの応援除雪への有効活用に向け、システムを除雪車間で容易に付け替えができるようなものに要望する。
- ・特に危険な支障物件について、目立つような表示設定を要望する。
- ・モニター画面の文字を大きくして見やすいものに、また画面上を指でスクロールし、地図を拡大や移動できる機能へ改良要望する。

- ・夏場の画像表示については、オプションの導入を検討していく。
- ・支障物件の警告のタイミングは、調整していく。

5 今後の展望

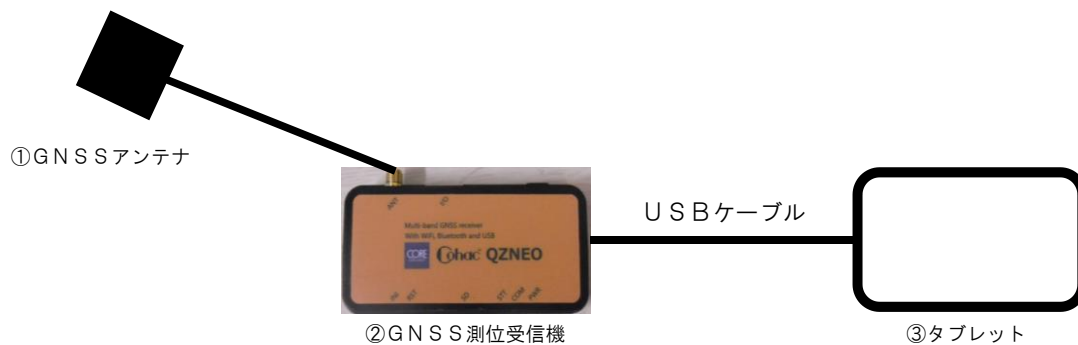
除雪業者においては、ICT技術に関する期待や関心が非常に高いことから、将来的なワ
ンオペに向けて、システムの改良と検証を重ねながら普及を進めていく必要がある。

今回の実証実験の検証結果を建設業協会等へ説明し、除雪業者所有の除雪車への導入の
インセンティブを高めていきたい。

また、ICT技術の進展に注視するとともに、除雪オペレーターの確保に努め、持続可能
な除雪体制を構築していく。

参考資料：スマート除雪ナビ機器概況

装着イメージ



製品紹介

①GNSSアンテナ



キャビン上部のボックス内に
アンテナを収納し設置



②GNSS測位受信機



タブレット背面に設置



③タブレット

(縦 19.5cm×横 27.5cm 重量約 1.2kg、画面サイズ：10.1インチ)



↓
専用の固定枠内に設置

