

凍結防止剤散布オペレータの注視点挙動について -情報提供方法による注視点の変化-

徳永ロベルト*1、佐藤賢治*1、高橋尚人*1

1. はじめに

道路管理の効率化が昨今の重要な課題とされる中、道路管理者による冬期の凍結防止剤散布については、路面の「凍結が発生しやすい区間を対象とし、路面状況に応じて散布を実施」¹⁾している。その際、現地での凍結防止剤散布は熟練オペレータ（以下、オペ）が行っているが、近年の少子高齢化による新たな人材の確保と育成が困難な状況²⁾にある。そのため、今後このような人材難が更に進めば、作業経験のないオペが作業を行うことが想定され、作業の確実性と安全性の低下が懸念される。

寒地土木研究所では、オペの熟練度に左右されず、安全で確実な凍結防止剤散布作業を可能とする支援技術の確立を目指している。そのため、オペの熟練度および路面状態の情報提供の有無・種別（情報なし・音声のみ・画像のみ・音声＋画像）が路面状態の認知距離等にもたらす影響を被験者実験で調べた³⁾。その結果、情報提供は熟練度に関係なくオペの認知距離、主観的メンタルワークロード等の改善に寄与することが分かった。本報では、同実験で計測したオペの注視点データを用いて、凍結防止剤散布作業におけるオペの熟練度および情報の有無・種別による注視点の特性および今後の展望について述べる。



写真1 アイトラッキング装置



写真2 実験に用いた試験車両

2. 調査方法

2.1 実施日程・場所

被験者実験は、平成28年2月1～3日（3日間）の夜間（18:00～23:00）において、寒地土木研究所が所有する苫小牧寒地試験道路で行った。実験期間中、周辺の天候は終日冬日で概ね晴れだった。当該試験道路は、延長2,700mの長円形周回路で、アスファルト舗装された直線部2区間（片側2車線区間1,200m、片側1車線1,200m）および半径50mの曲線部2区間によって構成されている。各車線の幅員は3.5mであり、直線部は2%の横断勾配を有する。なお、当該試験道路の周回路には街路灯等の人工照明はない。

2.2 注視点計測に用いた装置

凍結防止剤散布作業時における被験者の注視点計測には、写真1に示すアイトラッキング装置⁴⁾を用いた。当該装置は、高画質ビデオ画像（1,920×1,080ピクセル）および被験者の注視点を30Hzで計測記録する。

2.3 実験車両

本実験には、試験車両に2トントラックを用いた（写真2）。なお、当該車両は実験補助員が運転した。助手席に搭乗した被験者の行動を計測するため、凍結防止剤散布制御装置を模した液晶タッチパネル（以下、操作パネル）を車内ダッシュボード前（助手席右前方）に設置し、電源ボタン、散布量設定ボタンおよび散布ON・OFFボタンを画面上に表示して被験者がこれらを画面タッチで簡単に操作できるようにした（写真3および図1）。なお、散布操作パネルに表示された各ボタンの操作は、GNSSを搭載する記録装置に10Hzで記録収集した。

2.4 車載情報端末

被験者に前方の路面状態等の情報を提供するため、車載情報端末（7インチタブレット）を助手席左前方に設置し、実験コース内に敷設した湿潤・凍結路面区間の起点の約200m

*1 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 寒地交通チーム

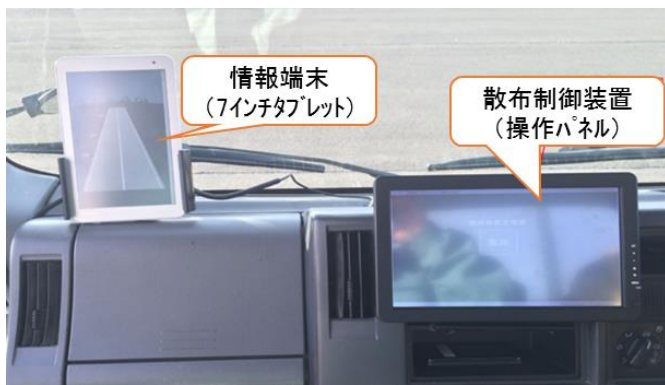


写真3 試験車両の助手席付近に設置した各機器

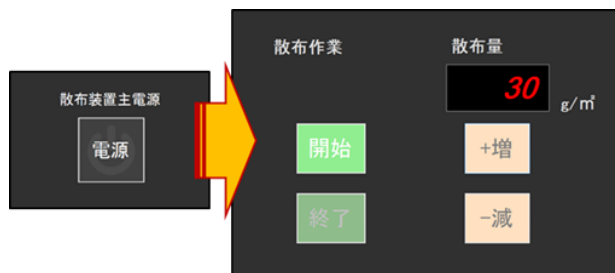
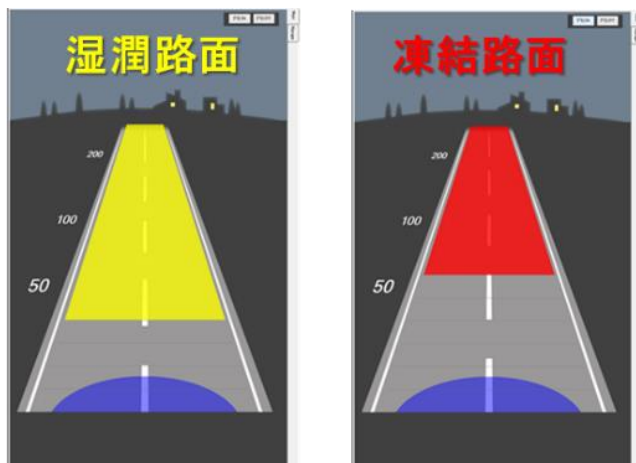


図1 操作パネル上の表示ボタン



<路面状態の表示色>

■湿潤 ■凍結

<路面状態別警告音>

湿潤: (200m前)ブーブー(100m前)プップ(50m前)ブブブ(0m前)ブー
凍結: (200m前)ピピピ(100m前)ピピピ(50m前)ピピピ(0m前)ピー

図2 車載情報端末による路面状態の情報提供例

手前から情報提供を開始するアプリケーションをインストールした（図2）。当該アプリケーションには、予め設定した実験コースのレイアウトに従って路面状態の測位等を組み込み、コース内において前方の凍結・湿潤路面の存在を各情報提供方法の何れかで被験者に伝えた。

2.5 被験者

被験者として参加した建設作業員19名の内、裸眼又はコンタクトレンズを装着した未熟オペ5名（平均年齢39.0歳、全員

散布作業歴なし）および熟練オペ7名（平均年齢57.8歳、平均散布作業歴7.1年）の計12名から注視点データを取得することができた。なお、全ての被験者は男性で自動車運転免許保有者（視力0.7以上）であった。

2.6 実験コースと走行方法

本実験は、前述の苫小牧寒地試験道路周回路2,700m全区間を実験コースとして使用し、試験車両は実験コースのKP0.3付近を起終点に反時計周りで周回路を約40km/hで走行した（図3）。

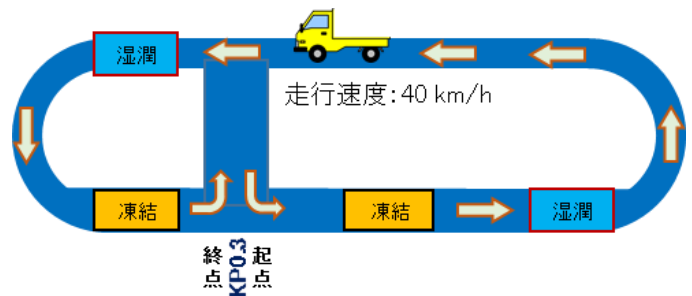


図3 実験コース概略と凍結・湿潤路面のレイアウト例

実験コースの路面状態は、乾燥路面を主とした。実験コース内には、100mの湿潤路面および凍結路面を各2区間（計4区間）敷設し、被験者はこれらの区間において散布作業を行った。なお、湿潤路面・凍結路面の配置は、毎日無作為に変更した。

情報端末による路面状態の情報提供は、上記4区間中3区間で行われ、各々の区間において異なる情報提供方法を採用した。残りの1区間は、情報無しとした。また、同4区間における情報無しおよび3つの情報提供方法の配置についても毎日無作為に変更した。

被験者には、実験コース内走行時に前方の路面状態を常に観察し、前方の凍結または湿潤路面を認知次第、速やかに散布操作パネルの電源ボタンを押し、散布量を設定するよう指示した。この時の凍結防止剤散布量設定は、湿潤路面で20g/m²および凍結路面で30g/m²とした。なお、路面状態の判断が的中か否かの判定は、路面状態に応じて正しい散布量でセットされていれば的中とした。次いで、湿潤・凍結路面区間の起点・終点で散布ON・OFFボタンを操作するものとした。なお、上記課題遂行において車載情報端末から前方の路面状態等に関する情報提供があった場合は、これを参考にして良いこととした。

2.7 実験手順

被験者は、被験者待合室にて実験担当者から配布された質問用紙に氏名、運転歴、年間走行距離、散布オペ経験の有無（有の場合は年数）等を記入した後、本実験の目的、実験内容、実験手順、個人情報保護に関する事項および安全確保に

関するに留意点について文章および口頭で説明を受け、実験協力承諾書用紙に同意の署名をした。また、本実験では熟練度による差を明確にするために、熟練オペは試験実施前に予め用意した周回路のビデオ画像を数回観て走行経路等を覚えた。

次に、被験者にアイトラッキング装置の装着と散布装置の操作方法等を確認した後、実験コースの起点から終点に向けて前節の課題を遂行しながら周回路を一周した。

走行終了後、被験者は被験者待合室に戻り、本実験で課せられた課題に対して自身が感じた感想等を質問用紙に記入した。

3. 注視点データの抽出と実験結果

実験コース走行中（散布作業中）におけるオペの注視点を調べるため、湿潤または凍結路面区間のKp1の約200m手前からKp2付近における散布終了までの区間を分析対象とし、注視点データを抽出した（図4）。また、上記分析対象区間の起点から散布制御装置の電源ボタン操作までを「認知区間（以下、区間1）」、電源ボタン操作および散布量設定操作から散布開始ボタン操作までを「判断区間（以下、区間2）」および散布開始ボタン操作から散布終了ボタン操作までを「操作区間（以下、区間3）」として3つの区間に分けた。更に、助手席から見た前景を「道路・背景」、「散布制御装置」および「情報端末」の3つの注視エリアに分け、熟練度別および情報有無・種別によるオペの区間1、区間2および区間3において各エリアを注視した割合を求め、散布作業における熟練度および情報有無・種別によるオペの認知・判断・操作時それぞれの注視点の特性を調べた。

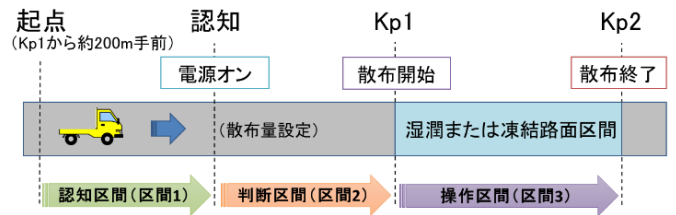


図4 注視点データの分析対象区間（概略図）

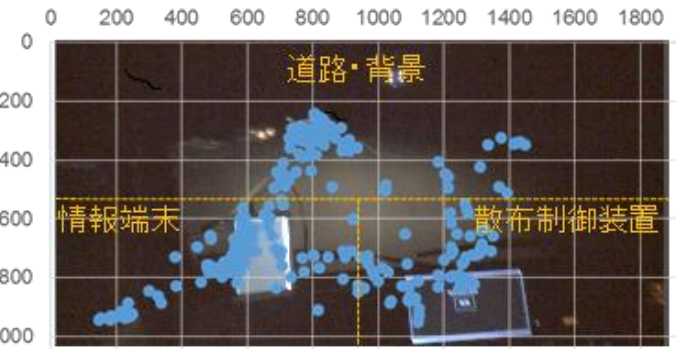


図5 前景エリア分けおよび注視点データのプロット例

図5は、情報提供時（音声＋画像）における被験者の注視点データを前景に重ねて表示した一例である。この例から、被験者が道路&背景に注意を払う他、情報端末および散布制御装置を注視していることが分かる。

3.1 認知区間（区間1）

表1および図6は、区間1における熟練度別および情報有無・種別による注視エリアの注視率を示す。

区間1における情報無しの結果では、両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が最も高く、未熟オペが89.5%（ $\sigma=2.6\%$ ）および熟練オペが81.7%（ $\sigma=23.4\%$ ）を示した。他方、散布制御装置の注視率は、未熟オペが7.3%（ $\sigma=2.1\%$ ）および熟練オペが17.8%（ $\sigma=23.0\%$ ）、情報端末の注視率は、未熟オペが3.2%（ $\sigma=1.1\%$ ）および熟練オペが0.5%（ $\sigma=0.6\%$ ）を示した。

音声のみの結果では、前述と同じく両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が最も高く、未熟オペが76.6%（ $\sigma=22.7\%$ ）および熟練オペが71.4%（ $\sigma=11.3\%$ ）を示したが、情報無しより減少した。反面、散布制御装置の注視率は未熟オペが16.9%（ $\sigma=17.2\%$ ）および熟練オペが22.0%（ $\sigma=13.4\%$ ）、情報端末の注視率は未熟オペが6.5%（ $\sigma=6.1\%$ ）および熟練オペが6.6%（ $\sigma=5.6\%$ ）となり、両エリアの注視率が増えたことを示した。

表1 熟練度別および情報有無・種別注視率（区間1）

被験者	情報有無・種別	認知区間(区間1)における注視率					
		道路・背景		散布制御装置		情報端末	
		平均値(%)	標準偏差(%)	平均値(%)	標準偏差(%)	平均値(%)	標準偏差(%)
未熟オペ(5人)	情報無し	89.5	2.6	7.3	2.1	3.2	1.1
	音声のみ	76.6	22.7	16.9	17.2	6.5	6.1
	画像のみ	59.0	24.0	12.2	7.5	28.9	18.3
	音声+画像	58.0	28.6	24.3	17.9	17.7	12.5
熟練オペ(7人)	情報無し	81.7	23.4	17.8	23.0	0.5	0.6
	音声のみ	71.4	11.3	22.0	13.4	6.6	5.6
	画像のみ	49.7	24.7	24.3	19.6	26.0	9.6
	音声+画像	52.4	24.2	31.5	23.2	16.0	2.2

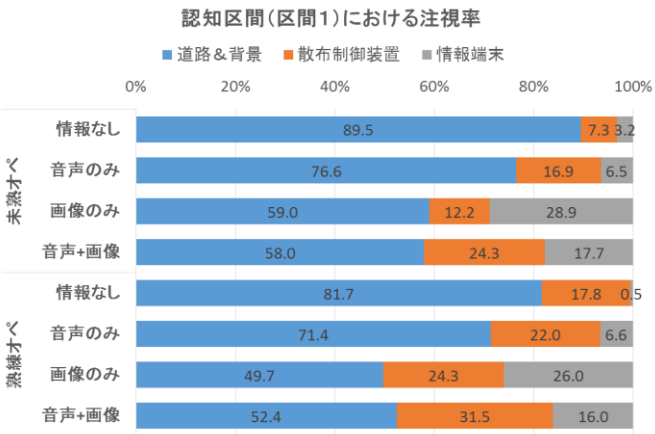


図6 熟練度別および情報有無・種別注視率（区間1）

画像のみの結果では、両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が他のエリアより高いことを示したが、未熟オペが59.0% ($\sigma=24.0\%$) および熟練オペが49.7% ($\sigma=24.7\%$) と音声のみより更に減少した。他方、散布制御装置の注視率は、未熟オペが12.2% ($\sigma=7.5\%$) および熟練オペが24.3% ($\sigma=19.6\%$)、情報端末の注視率は未熟オペが28.9% ($\sigma=18.3\%$) および熟練オペが26.0% ($\sigma=9.6\%$) となり、両者の情報端末に対する注視率が増える傾向を示した。

音声+画像の結果では、両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が他のエリアより高いことを示し、未熟オペが58.0% ($\sigma=28.6\%$) および熟練オペが52.4% ($\sigma=24.2\%$) と画像のみと似た注視率であった。他方、散布制御装置の注視率は、未熟オペが24.3% ($\sigma=17.9\%$) および熟練オペが31.5% ($\sigma=23.2\%$)、情報端末の注視率は未熟オペが17.7% ($\sigma=12.5\%$) および熟練オペが16.0% ($\sigma=2.2\%$) となり、画像のみと異なって両者の散布制御装置の注視率が増えた。

熟練度(被験者間)および情報有無・種別(被験者内)による区間1の注視率の有意差を調べるため、両側検定による分散分析(以下、分散分析)を注視エリア毎に行った。道路・背景では、熟練度に有意差は認められなかったが、情報有無・種別では有意差($F(3, 30) = 10.441, p < 0.01$)が示された。また、Tukeyの正確有意差(HSD)検定による情報有無・種別の多重比較(以下、多重比較)でも、情報無し・画像間および情報無し・音声+画像間で有意差($\alpha = 0.01$)が認められた。次いで、散布制御装置では熟練度および情報有無・種別では有意差が認められず、多重比較においても情報有無・種別に有意差は認められなかった。最後に、情報端末では、熟練度に有意差は認められなかったが、情報有無・種別では有意差($F(3, 30) = 25.460, p < 0.01$)が示された。また、多重比較でも情報無し対音声のみおよび画像のみ対音声+画像の組合せを除いて有意差($\alpha = 0.01$)が認められた。

以上の結果から、区間1では情報提供が未熟・熟練オペ両者の散布制御装置および情報端末の注視率を増加させ、また、画像を含む情報提供方法は道路・背景の注視率を著しく減少させる半面情報端末の注視率を増加させることが分かった。よって、画像を含む情報提供は路面状態の早期認知、主観的MW低減等に大きく寄与する一方、道路や車両周囲等を見る割合が減るため、将来的に運転手がオペレータを兼ねる作業形態の可能性を踏まえると、散布区間認知の際に安全性に課題があると考えられる。

3.2 判断区間(区間2)

表2および図7は、区間2における熟練度別および情報有無・種別による注視エリアの注視率を示す。

区間2における情報無しの結果では、両者ともに散布制御装置の注視率が3エリアの中で最も高く、未熟オペが78.8% ($\sigma=15.2\%$) および熟練オペが64.5% ($\sigma=27.5\%$) を示した。

他方、道路・背景の注視率は、未熟オペが21.2% ($\sigma=15.2\%$) および熟練オペが34.6% ($\sigma=27.0\%$)、情報端末の注視率は未熟オペが0.0% ($\sigma=0.0\%$) および熟練オペが1.0% ($\sigma=1.7\%$) を示した。

表2 熟練度別および情報有無・種別注視率(区間2)

被験者	情報有無・種別	判断区間(区間2)における注視率					
		道路・背景		散布制御装置		情報端末	
		平均値(%)	標準偏差(%)	平均値(%)	標準偏差(%)	平均値(%)	標準偏差(%)
未熟オペ(5人)	情報無し	21.2	15.2	78.8	15.2	0.0	0.0
	音声のみ	40.9	18.3	57.2	17.2	2.0	2.2
	画像のみ	32.5	22.8	64.2	26.4	3.3	4.2
	音声+画像	40.9	27.7	51.6	33.3	7.6	7.7
熟練オペ(7人)	情報無し	34.6	27.0	64.5	27.5	1.0	1.7
	音声のみ	44.8	23.5	53.8	24.0	1.3	2.0
	画像のみ	33.3	11.5	52.3	19.0	14.3	14.9
	音声+画像	45.1	21.4	45.2	26.1	9.8	11.4

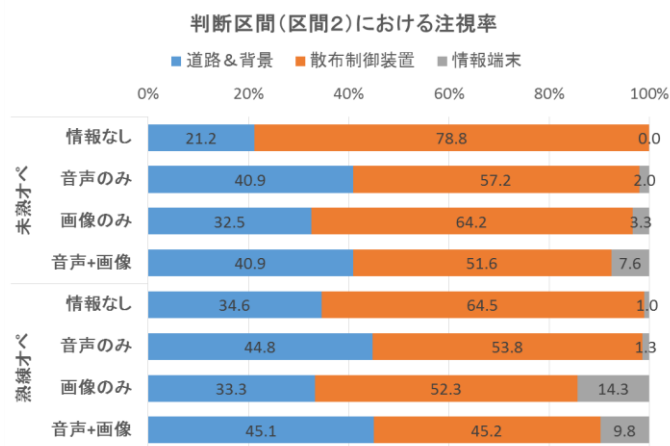


図7 熟練度別および情報有無・種別注視率(区間2)

音声のみの結果では、前述同様両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が最も高く、未熟オペが57.2% ($\sigma=17.2\%$) および熟練オペが53.8% ($\sigma=24.0\%$) を示したが、情報無しより減少した。他方、道路・背景の注視率は未熟オペが40.9% ($\sigma=18.3\%$) および熟練オペが44.8% ($\sigma=23.5\%$) と両者ともに情報無しより増加した。また、情報端末の注視率も未熟オペが2.0% ($\sigma=2.2\%$) および熟練オペが1.3% ($\sigma=2.0\%$) となり、ここでも両者の注視率が増加した。

画像のみの結果では、前述と同じく両者ともに散布制御装置の注視率が他のエリアより高いことを示し、未熟オペが64.2% ($\sigma=26.4\%$) および熟練オペが52.3% ($\sigma=19.0\%$) であった。他方、道路・背景の注視率は、未熟オペが32.5% ($\sigma=22.8\%$) および熟練オペが33.3% ($\sigma=11.5\%$) となり、音声のみより減少した。情報端末の注視率は、未熟オペが3.3% ($\sigma=4.2\%$) および熟練オペが14.3% ($\sigma=14.9\%$) となり、特に熟練オペの情報端末に対する注視率増加が顕著であった。

音声+画像の結果では、両者の散布制御装置の注視率が他

のエリアより高かったが、未熟オペが51.6%（ $\sigma=33.3\%$ ）および熟練オペが45.2%（ $\sigma=26.1\%$ ）と情報有無・種別の中で最も低い注視率であった。他方、道路・背景の注視率は、未熟オペが40.9%（ $\sigma=27.7\%$ ）および熟練オペが45.1%（ $\sigma=21.4\%$ ）と増加し、音声のみ又は音声+画像に注視率が40%を超えた。また、情報端末の注視率は、未熟オペが7.6%（ $\sigma=7.7\%$ ）および熟練オペが9.8%（ $\sigma=11.4\%$ ）であった。

区間2の注視率の有意差を調べるため、前項と同様に分散分析を注視エリア毎に行った。道路・背景では、熟練度および情報有無・種別において有意差は認められず、情報有無・種別の多重比較でも有意差は示されなかった。次いで、散布制御装置では熟練度および情報有無・種別では有意差が認められず、同じく多重比較においても情報有無・種別に有意差は認められなかった。最後に、情報端末では熟練度に有意差は認められなかったが、情報有無・種別では有意差（F（3, 30）=4.221, $p<0.05$ ）が認められた。他方、多重比較では情報有無・種別間に有意差は認められなかった。

以上の結果から、区間2は区間1と異なって未熟・熟練オペともに情報・有無種別に関係なく散布制御装置を注視する割合が3エリアの中で最も高いことが分かった。また、画像を含む情報提供時に未熟・熟練オペともに情報端末の注視率が増加した。他方、音声を含む情報提供は道路・背景の注視率を増加させたが、何れも5割に至らなかった。よって、区間2においても散布判断の際に道路や車両周囲の確認などの安全性に課題があると考えられる。

3.3 操作区間（区間3）

表3および図8は、区間3における熟練度別および情報有無・種別による注視エリアの注視率を示す。

区間3における情報無しの結果では、区間1と同様に両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が最も高く、未熟オペが67.5%（ $\sigma=7.6\%$ ）および熟練オペが65.5%（ $\sigma=19.3\%$ ）を示したが、区間1ほど高くなかった。他方、散布制御装置の注視率は、未熟オペが30.3%（ $\sigma=7.3\%$ ）および熟練オペが34.0%（ $\sigma=19.5\%$ ）、情報端末の注視率は、未熟オペが2.2%（ $\sigma=1.7\%$ ）および熟練オペが0.5%（ $\sigma=0.5\%$ ）を示し、散布制御装置の注視率が区間1の時よりも高かった。

表3 熟練度別および情報有無・種別注視率（区間3）

被験者	情報有無・種別	操作区間(区間3)における注視率					
		道路・背景		散布制御装置		情報端末	
		平均値 (%)	標準偏差 (%)	平均値 (%)	標準偏差 (%)	平均値 (%)	標準偏差 (%)
未熟オペ (5人)	情報無し	67.5	7.6	30.3	7.3	2.2	1.7
	音声のみ	78.8	3.8	19.7	4.3	1.5	2.2
	画像のみ	74.5	4.7	18.4	3.1	7.1	5.9
	音声+画像	69.9	7.7	17.4	3.7	12.6	7.1
熟練オペ (7人)	情報無し	65.5	19.3	34.0	19.5	0.5	0.5
	音声のみ	66.5	12.8	31.4	12.6	2.0	2.4
	画像のみ	57.9	15.5	29.3	16.1	12.8	6.6
	音声+画像	71.6	7.1	21.0	8.3	7.5	6.8

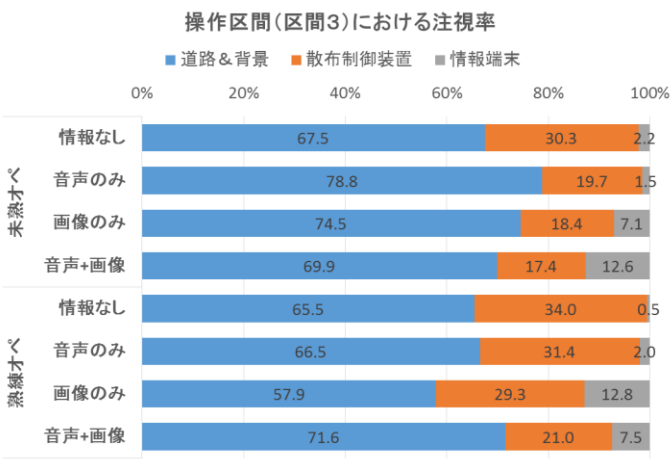


図8 熟練度別および情報有無・種別注視率（区間3）

音声のみの結果では、前述と同じく両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が最も高く、未熟オペが78.8%（ $\sigma=3.8\%$ ）および熟練オペが66.5%（ $\sigma=12.8\%$ ）を示し、当該エリアにおける未熟オペの注視率が情報無しよりも増加した。他方、散布制御装置の注視率は、未熟オペが19.7%（ $\sigma=4.3\%$ ）および熟練オペが31.4%（ $\sigma=12.6\%$ ）、情報端末の注視率は未熟オペが1.5%（ $\sigma=2.2\%$ ）および熟練オペが2.0%（ $\sigma=2.4\%$ ）であった。

画像のみの結果では、両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が他のエリアより高いことを示したが、未熟オペが74.5%（ $\sigma=4.7\%$ ）および熟練オペが57.9%（ $\sigma=15.5\%$ ）と音声のみより更に減少した。他方、散布制御装置の注視率は、未熟オペが18.4%（ $\sigma=3.1\%$ ）および熟練オペが29.3%（ $\sigma=16.1\%$ ）、情報端末の注視率は未熟オペが7.1%（ $\sigma=5.9\%$ ）および熟練オペが12.8%（ $\sigma=6.6\%$ ）となり、両者の情報端末に対する注視率が増える傾向を示した。

音声+画像の結果は、同じく両者ともに3エリアの中で道路・背景の注視率が他のエリアより高く、未熟オペが69.9%（ $\sigma=7.7\%$ ）および熟練オペが71.6%（ $\sigma=7.1\%$ ）であった。なお、散布制御装置の注視率は、未熟オペが24.3%（ $\sigma=17.9\%$ ）および熟練オペが31.5%（ $\sigma=23.2\%$ ）、情報端末の注視率は未熟オペが17.7%（ $\sigma=12.5\%$ ）および熟練オペが16.0%（ $\sigma=2.2\%$ ）となり、両者の散布制御装置および情報端末の注視率が情報無しの時と同様に3割前後を占めた。

区間3の注視率の有意差を調べるため、前項と同様に分散分析を注視エリア毎に行った。道路・背景では、熟練度および情報有無・種別間で有意差は認められず、同じく多重比較においても情報有無・種別に有意差は認められなかった。次いで、散布制御装置では熟練度に有意差は認められなかったが、情報有無・種別では有意差（F（3, 30）=2.982, $p<0.05$ ）が示された。但し、情報有無・種別の多重比較では、情報有無・種別間に有意差は認められなかった。最後に、情報端末では熟練度に有意差は認められなかったが、情報有無・種別

では有意差 ($F(3, 30) = 13.041, p < 0.01$) が示された。また、多重比較においても、情報無し対音声のみおよび画像のみ対音声＋画像の組合せを除いて有意差 ($\alpha = 0.05$) が認められた。

以上の結果から、区間3では未熟・熟練オペともに情報有無・種別に関係なく道路・背景を注視する割合が3エリアの中で最も高く、次いで散布制御装置の注視率が高いことが分かった。また、情報提供によって未熟・熟練オペともに散布制御装置の注視率が減少したが、特に画像を含む情報提供は情報端末の注視率を増加させ、道路・背景の注視率増加には殆ど寄与しないことが分かった。よって、区間3においても散布操作の際に道路や車両周囲の確認などの安全性に課題があると考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、試験道路で被験者実験を行い、情報の有無・種別によるオペの注視点の変化について調べた。以下に、当該実験から得た主な知見について述べる。

- ・ 区間1・区間3では、全般的に未熟・熟練オペともに道路・背景を注視する割合が3つのエリアの中で最も高かった。他方、区間2では、未熟・熟練オペともに散布制御装置の注視率が最も高くなり、道路・背景の注視率は5割に至らなかった。
- ・ 情報有無・種別では、情報提供によって未熟・熟練オペともに道路・背景の注視率が減少し、散布制御装置や情報端末の注視率が顕著に増加する場合があった。特にこの現象は、区間1において画像のみおよび音声＋画像による情報提供時に著しかった。
- ・ 区間2では、情報提供によって未熟・熟練オペともに道路・背景の注視率が概ね増加したが、散布制御装置の注視率を超えることはなかった。

- ・ 区間3では、情報提供によって未熟・熟練オペともに散布制御装置の注視率が減少したが、特に画像を含む情報提供では情報端末の注視率を増加させ、道路・背景の注視率増加には殆ど寄与しなかった。

以上のことから、凍結防止剤散布作業時における情報提供は、オペの認知距離、主観的メンタルワークロード等の改善に寄与する³⁾ が、情報提供方法によっては道路・背景を注視する割合が著しく減少することが分かった。すなわち、情報提供方法によっては散布作業時における車両周囲確認等が疎かになり、安全面に影響を及ぼすことが考えられる。そのため、今後はこれまでの研究結果を踏まえながら安全で確実な凍結防止剤散布作業が可能な情報提供方法について引き続き検討するとともに、散布判断・操作インターフェース（音声操作機能、自動散布機能等）の設計・構築についても取り組んで参りたい。

参考文献：

- 1) 国土交通省北海道開発局：平成28年度・今冬の除雪体制等について、
http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_doro/jyosetsu/pdf/jyosetsutaisei.pdf、平成28年11月。
- 2) 国土交通省：冬期道路交通の確保のあり方に関する検討委員会提言、持続的な冬期道路交通確保をめざして～連携と協働～、pp. 25-26、
<http://www.mlit.go.jp/common/000997537.pdf>、平成25年5月。
- 3) 徳永他：凍結防止剤散布オペレータの現地状況判断支援技術に関する研究、第32回寒地技術シンポジウム、平成28年11月。
- 4) Tobii Pro：目は口ほどに物を言う、
<https://www.tobiipro.com/ja/>、平成29年10月。