

北海道デジタルチャレンジ推進事業

積雪状況監視・出動要請の自動化実証事業 【全体版】

富良野市除排雪業務DX推進コンソーシアム



wisePDS ワイズ公共データシステム株式会社

目次

	ページ
1. 事業概要	… 1
2. システム開発	… 2
3. 機器開発・製作・設置	
3-1. Webカメラ+レーザーセンサーユニット	… 3
3-2. ミリ波センサーユニット	… 4
3-3. 設置場所	… 5
4. 事業成果	
4-1. Webカメラによる状況把握	… 8
4-2. レーザー型積雪深センサーによる計測・自動発報	… 9
4-3. ミリ波センサーによる点群計測	…10
4-4. AI画像解析・出動要否判定機能の構築	…12
5. 考察と今後の課題	…14

1. 事業概要

【地域が抱える課題】

冬期間、除雪協力業者に対する除雪出動要請は、通勤通学時間帯の交通に支障が出ないように、降雪予想日の深夜時間帯に富良野市職員及び除雪協力業者の担当者が巡回を行い、目視による判断に基づく出動要請を行っている。従来の積雪深センサーによる積雪量計測は、計測地における“点”計測となり、“吹き溜まり”や“わだち”による不陸が生じた場合などは自動判断が困難であるといった課題が生じていた。

【解決策】

出動判断を行う計測地点に状況確認用Webカメラと積雪深センサーを設置。AI画像解析により積雪状況を面的に把握。出動要否判定及び出動要請のアルゴリズムを確立することで、深夜時間帯の巡回作業に係る負担軽減を目指した。

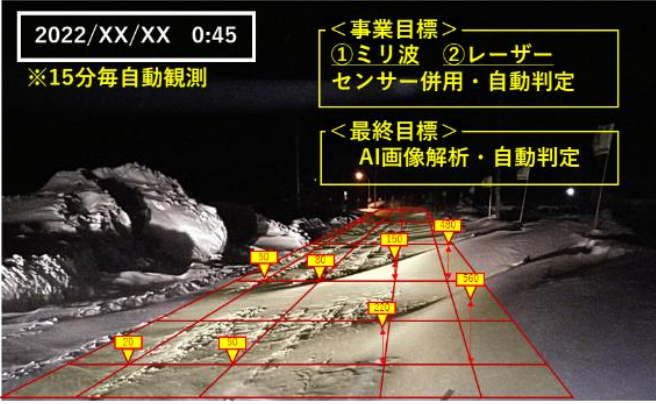
【当年度の目標】

「Webカメラ+センサー」による計測結果に基づき、除雪作業出動要否判定及び出動要請機能を構築。併せて、AI画像解析による出動要否判定のアルゴリズムを構築しモデル評価を実施した。

■現状の出動判断・要請



■デジタルチャレンジ



2. システム開発

2-1. クラウドサーバ設定

- (1)「富良野市除雪管理システム」(GPS端末による除雪機械運行管理・稼働費精算管理システム)内の「積雪量管理」機能を拡張。
- (2)画像データ等保存のため、HDDをサイズアップ。
- (3)従来の手動入力機能を残し、センサー情報を格納するためDB改修。
- (4)Webカメラによるストリーミング映像閲覧機能新設。
- (5)状況把握地図内での映像確認機能を新設。
- (6)レーザーセンサー情報のグラフ化機能を新設。

2-2. ネットワーク設定

- (1)Webカメラ+レーザーセンサーユニットの接続設定。
- (2)ミリ波センサーユニットの接続設定。
- (3)各種センサーの自動計測設定。

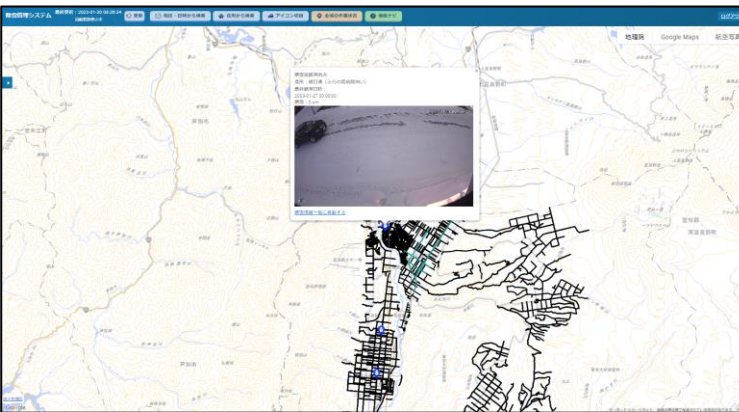
2-3. 出動判定機能

2-4. 出動要請機能

- (1)計測場所において、毎時0分・30分時点の積雪深を自動計測。
- (2)レーザーセンサー計測により、過去6時間の累積積雪値が10cm超となった場合、登録されたメールアドレス宛に出動要請メールを送信する機能を構築。

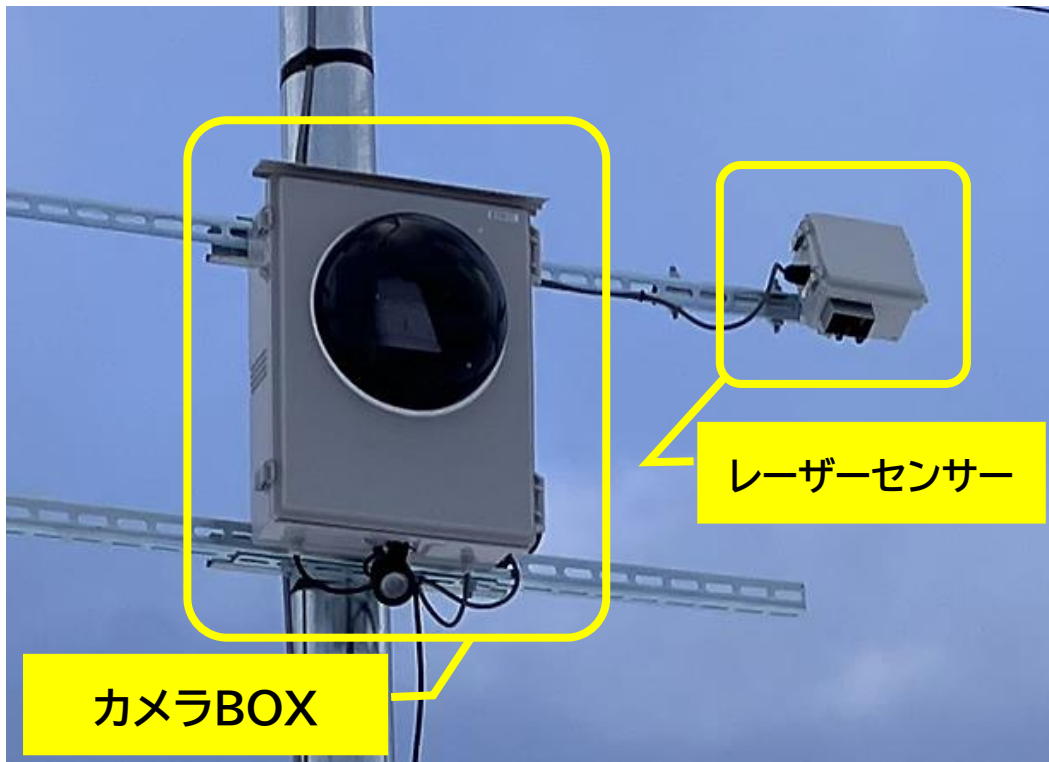
2-5. AI画像解析機能

- (1)Webカメラ映像を10分毎にキャプチャ(稼働当初は1時間毎または30分毎)。静止画としてサーバに保存。
- (2)AI画像解析ツールにより、「出動」「出動不要」の教師データによる機械学習を実行。
- (3)積雪状態・無積雪状態の画像データを与える判定テストを実施。正答率を算出。

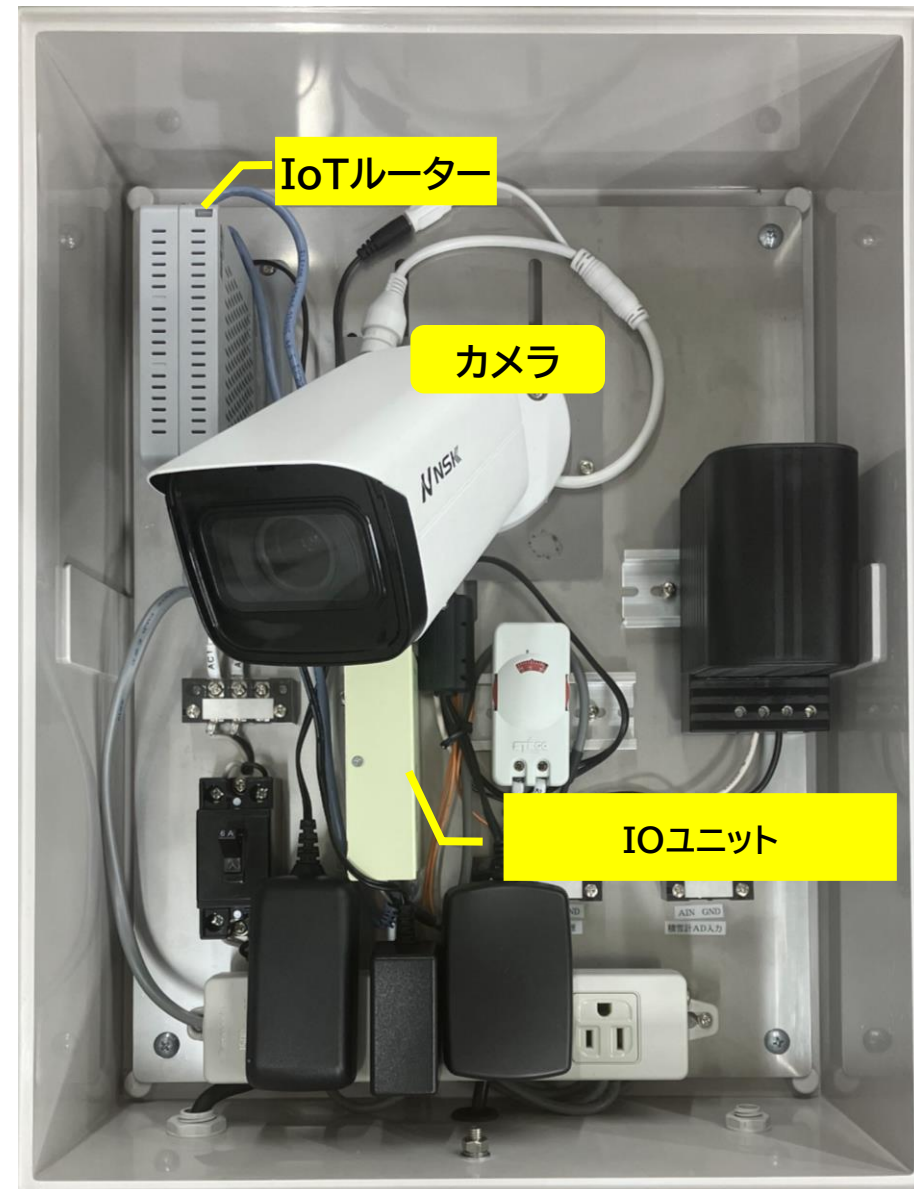


3. 機器開発・製作・設置

3-1. Webカメラ+レーザーセンサーユニット

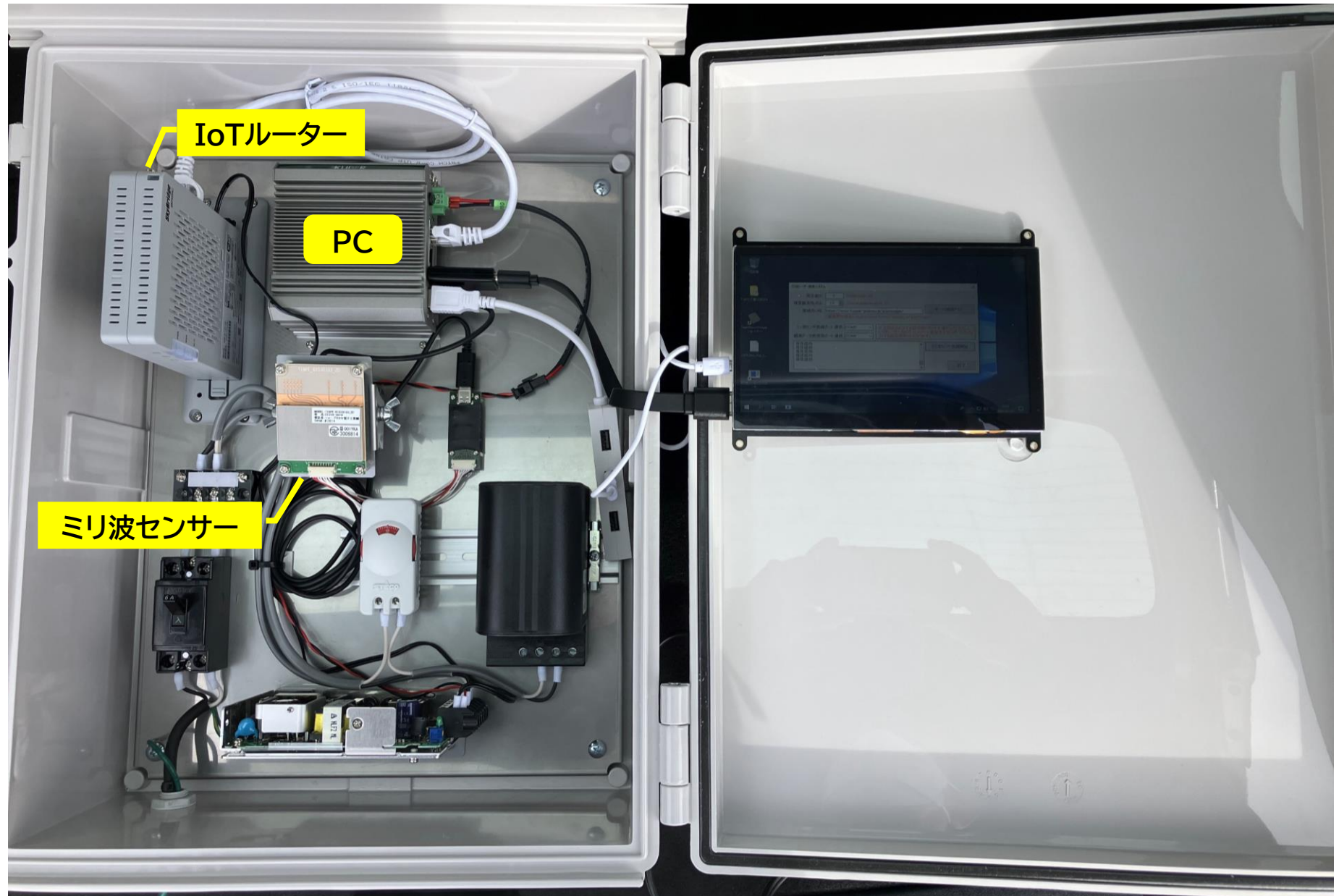


カメラユニット内部構成



3. 機器開発・製作・設置

3-2. ミリ波センサーユニット



3. 機器開発・製作・設置

3-3. 設置場所及び設置状況



3. 機器開発・製作・設置

3-3. 設置場所及び設置状況

①朝日通



3. 機器開発・製作・設置

3-3. 設置場所及び設置状況

②五区山部 十三線(基線交差点)



設置状況



③五区山部 十九線(基線交差点)



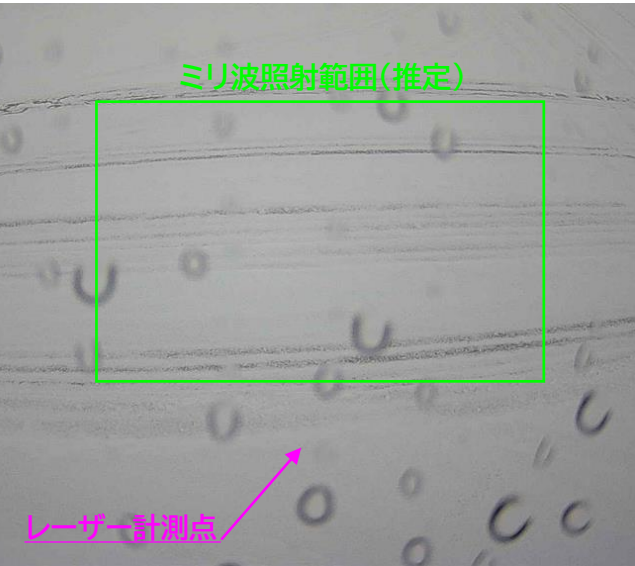
4-3. ミリ波センサーによる点群計測

<計測方法>

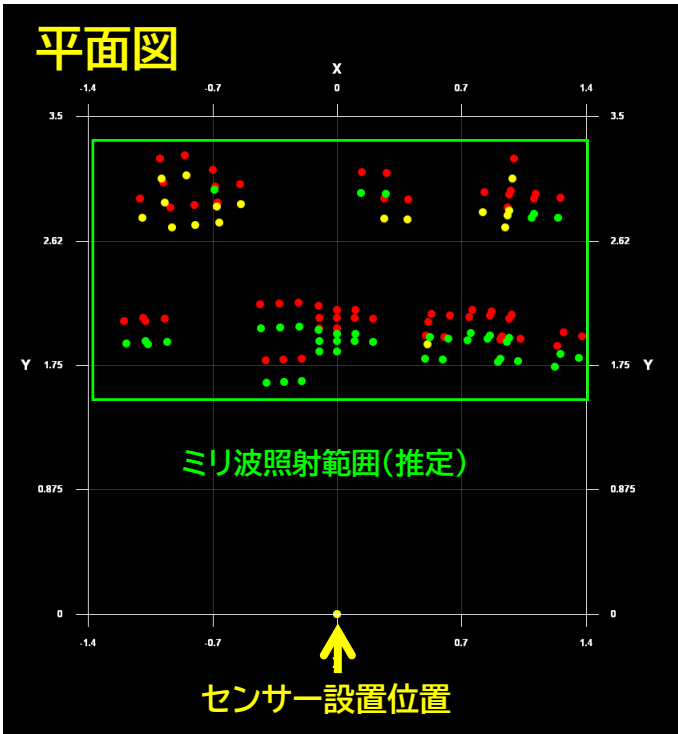
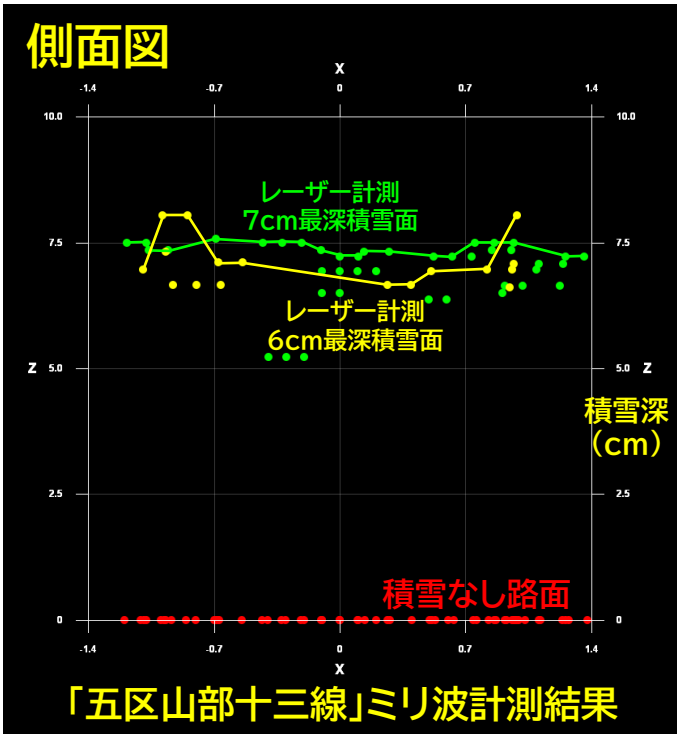
- (1)国内電波法対応済(技適取得済)の評価キットを採用。
- (2)自動計測プログラムを構築し、2023年2月6日以降でカメラ・レーザーセンサー設置位置で自動計測を開始。
- (3)積雪有無によるセンサー計測値(点群散布状況)の変化を解析。

<計測結果>

積雪あり・なしの差分で評価。ミリ波センサーにて路面及び最深積雪面を判別可能であることを確認した。
レーダー照射範囲(中心軸から左右約1.4m・奥行約1.5~3.5m範囲)が限定的となったことから、今後、設置方法及びレーダー機種等について再検討のうえ正確性の向上を図る。

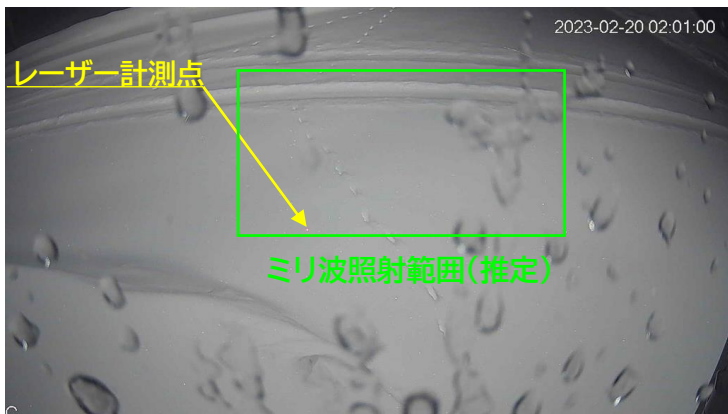


五区十三線
2023/2/12 9:10
レーザー計測:7cm

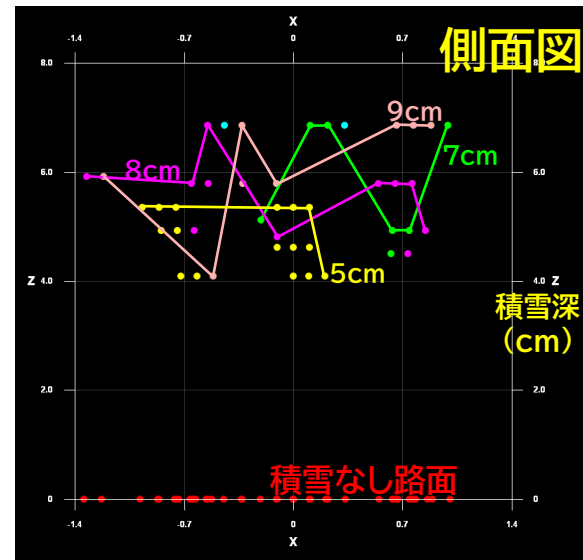
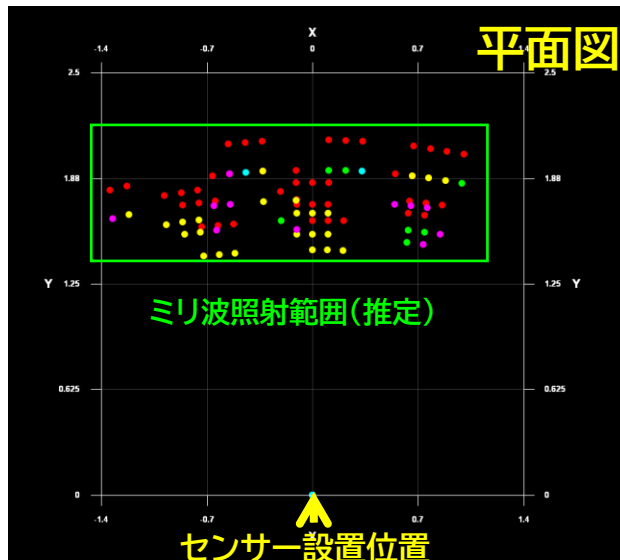


側面図：最深積雪の状況を面的に把握可能。
平面図：計測位置をプロット。複数点での計測により轍・吹き溜まりの影響も確認可能。

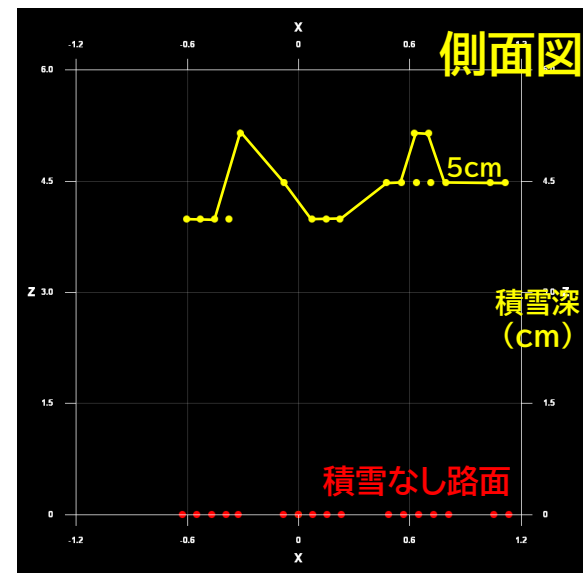
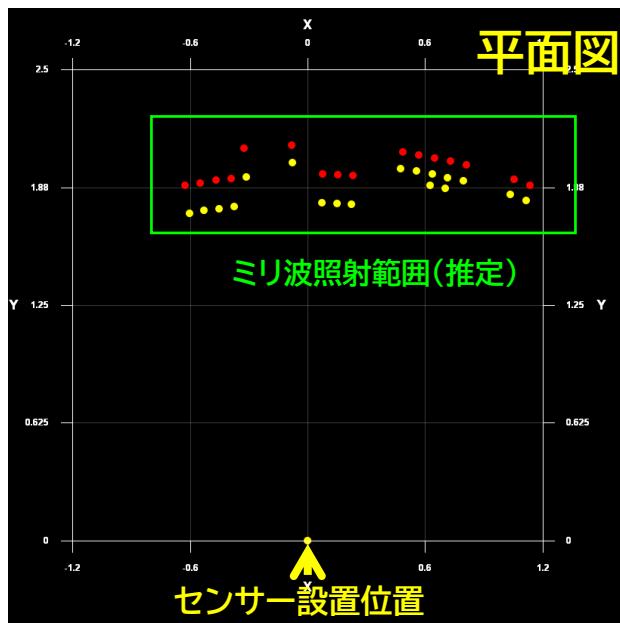
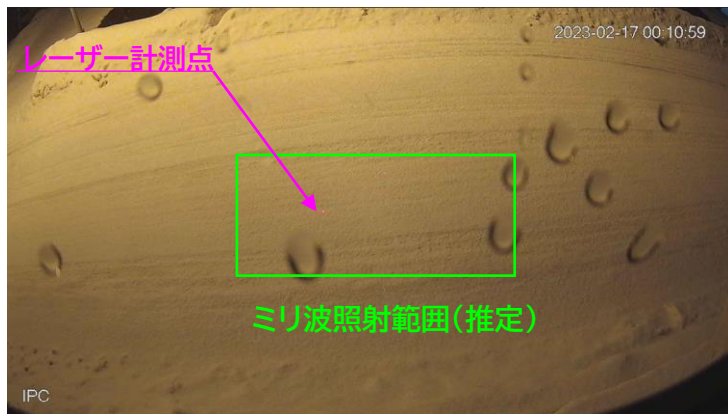
五区山部十九線



2023/2/20 2:00
レーザー計測: 9cm



朝日通



4-4. AI画像解析・出勤要否判定機能の構築

積雪状態の写真を入力として機械学習による画像分類(クラス分類モデルを採用)を行い、出勤要否判定の精度解析を実施した。

<検証方法>

- 1. 状況画像を準備する(今回は3箇所別々で準備)。
- 2. 出勤必要・不要に分類する
- 3. 判定プログラム(判定器)に画像を入力し、出勤必要・不要の写真を学習させる。
- 4. 学習済みの判定器に状況画像を与え、学習内容に基づき出勤要否判定を実行する。

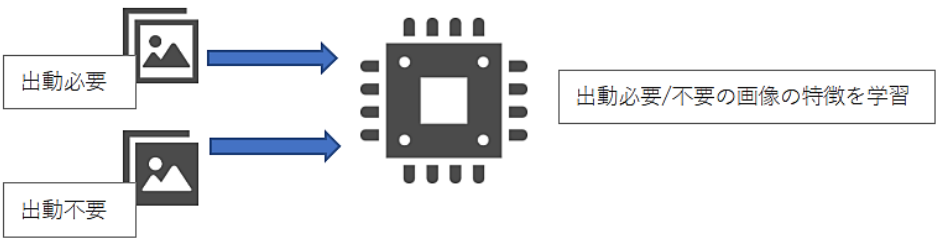
出勤必要



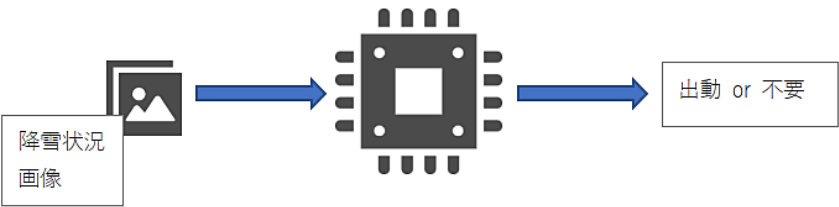
出勤不要



事前準備



運用時



<検証結果>

- 1. 画像を取得した3箇所全体での平均正答率は66%。
- 2. 「除雪必要」判定については、郊外2地点(十九線・十三線)で正答率95%以上となった一方、市街地の朝日通では62%となった。

区分	計	内訳		
		五区十九線	五区十三線	朝日通
試行総数	268	91	98	79
正解	177	60	64	53
正解率		66%	65%	67%
正解率(除雪必要)		95%	96%	62%
正解率(除雪不要)		58%	54%	68%

正答率内訳

朝日通		AI判定		合計
		出動必要	出動不要	
正答	出動必要	8	5	13
	出動不要	21	45	66
合計		29	50	

①総数 79
②正解(出動必要+出動不要) 53
③正解率 (②÷①) 67%
正解率(出動必要) 8÷13= 62%
正解率(出動不要) 45÷66= 68%

五区十三線		AI判定		合計
		出動必要	出動不要	
正答	出動必要	26	1	27
	出動不要	33	38	71
合計		59	39	

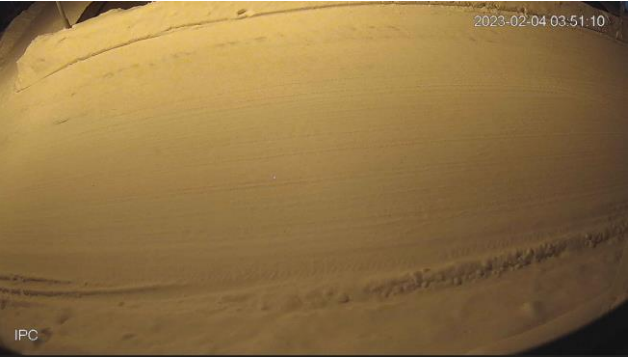
①総数 98
②正解(出動必要+出動不要) 64
③正解率 (②÷①) 65%
正解率(出動必要) 26÷27= 96%
正解率(出動不要) 38÷71= 54%

五区十九線		AI判定		合計
		出動必要	出動不要	
正答	出動必要	18	1	19
	出動不要	30	42	72
合計		48	43	

①総数 91
②正解(出動必要+出動不要) 60
③正解率 (②÷①) 66%
正解率(出動必要) 18÷19= 95%
正解率(出動不要) 42÷72= 58%

“出動必要”

朝日通



五区十三線



五区十九線



5. 考察と今後の課題

5-1. Webカメラによる状況把握

カメラの設置により、各所の積雪状況をリアルタイムで把握可能となることから、深夜時間帯の現地巡回及び積雪状況写真撮影の負担軽減が図られることを確認した。今後の実装に向け、市内の積雪特性および費用対効果の評価を実施し、設置場所及び設置台数の検討を要する。

5-2. レーザー型積雪深センサーによる計測・自動発報

設置3箇所とも、車両が走行しない路肩部にレーザーを照射し積雪深の計測を実施したことから、積雪深の変化を正確に把握することができた。除雪出動に係る自動発報についても期間中1回のみだが発報基準に達し、自動メール送信が実行されたことを確認した。

課題として、点計測であることから設置場所及び計測位置の検討を行うと共に、車両走行に伴う轍や吹きだまりを検知しづらい特性についても考慮したうえでの運用が必要となる。

5-3. ミリ波センサーによる点群計測

ミリ波による点群計測により、積雪による計測データの特性を把握することができた。

一方、センサー調達・組立・設置に時間を要したことから、2022年12月～2023年1月の計測を実施できず、結果として検証するに十分なデータ量を確保することができなかった。今後、さらなる検証と得られたデータと実際の積雪状態との比較・検証を行い、通常時との差分を面的に把握することで、ミリ波センサー単体による出動判定機能の完成を目指す。

5-4. AI画像解析・出動要否判定機能

機械学習による「出動」「非出動」判定の基本機能を構築した。

現状、学習に用いた画像データ数は充分とは言えないため、画像データの蓄積と判定器の精度向上に取り組みカメラ単体での除雪出動判定システムの完成を目指す。

5-5. 他地域への展開

積雪状況の把握及び除雪出動指令は、現地での直接目視による判定と、電話による出動指令が行われている。他自治体においても同様の課題を有していることから、積雪状況を正確に把握可能なシステムを構築したうえで他地域への展開を図る。