

令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業二次）

デジタルツイン活用を見据えた雪害対策等 の実用化に向けた社会実証 成果報告書

2024年03月15日

加賀市デジタルツイン基盤協議会

① 成果報告書の構成案

I. 地域の現状と課題認識	
1. 地域の現状	02
2. 地域の抱えている課題	03
3. これまでの取組状況	04
II. 目指す姿	
1. 将来的な目指す姿	05
2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	06
3. 成果 (アウトカム) 指標	
a. ロジックツリー	07
b. 成果(アウトカム)指標の設定	...08-12
III. ソリューション	
1. ソリューションの概要	13
2. ネットワーク・システム構成	
a. ネットワーク・システム構成図	14
b. 設置場所・基地局等	15
c. 設備・機器等の概要	16
d. 許認可等の状況	17
3. ソリューション等の採用理由	
a. 地域課題への有効性	18
b. ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	19
c. 無線通信技術の優位性	20
4. 費用対効果	
a. ソリューションの費用対効果	...21-23
b. 導入・運用コスト引き下げの工夫	24

IV. 実証	
1. 実証計画	25
2. 本実証における検証ポイントと結果	
a. 効果検証	26
b. 技術検証	...27-47
c. 運用検証	...48-49
3. ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策	50
4. 実証に要した経費	...51-52
5. 実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て	53
6. 実証スケジュール	54
7. リスクと対応策	55
8. PDCAの実施方法	56
9. 実証の実施体制	57
V. 実装・横展開の計画	
1. 実装計画・スケジュール	
a. 実装に向けた具体的計画	58
b. 実装の体制	59
2. 他地域への横展開の方策	60
3. 普及啓発活動	...61-65
参考資料	...66-78

1 地域の現状

石川県加賀市



特徴

石川県南西部の市。福井県と接する。山代・山中・片山津の三つの温泉地を有する観光地。

人口

総数

62,867人 (2023年7月)

構成

0～14歳: 6,320人
15～64歳: 34,116人
65歳～: 22,431人

主要産業

観光業、製造業

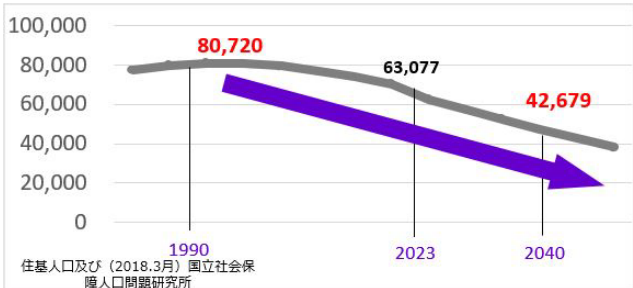
地域の現状の詳細

内容

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

A 人口減少・少子高齢化

- 1990年代以降人口減が続き、2040年にはピーク時に比べ、半減の危機を抱えている



B 消滅可能性都市 (※)

- 平成26年に「日本創成会議」が発表した「消滅可能性都市」の一つに、石川県では金沢市以南の6市で唯一指定された

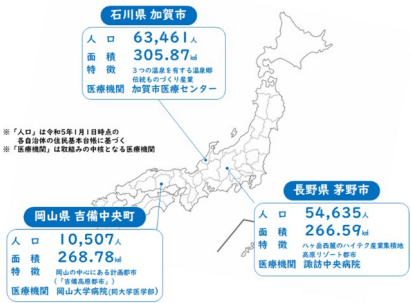
※2010年から2040年にかけて、20～39歳の若年女性人口が5割以下に減少する市区町村



石川県 11市8町のうち 5市4町 が該当

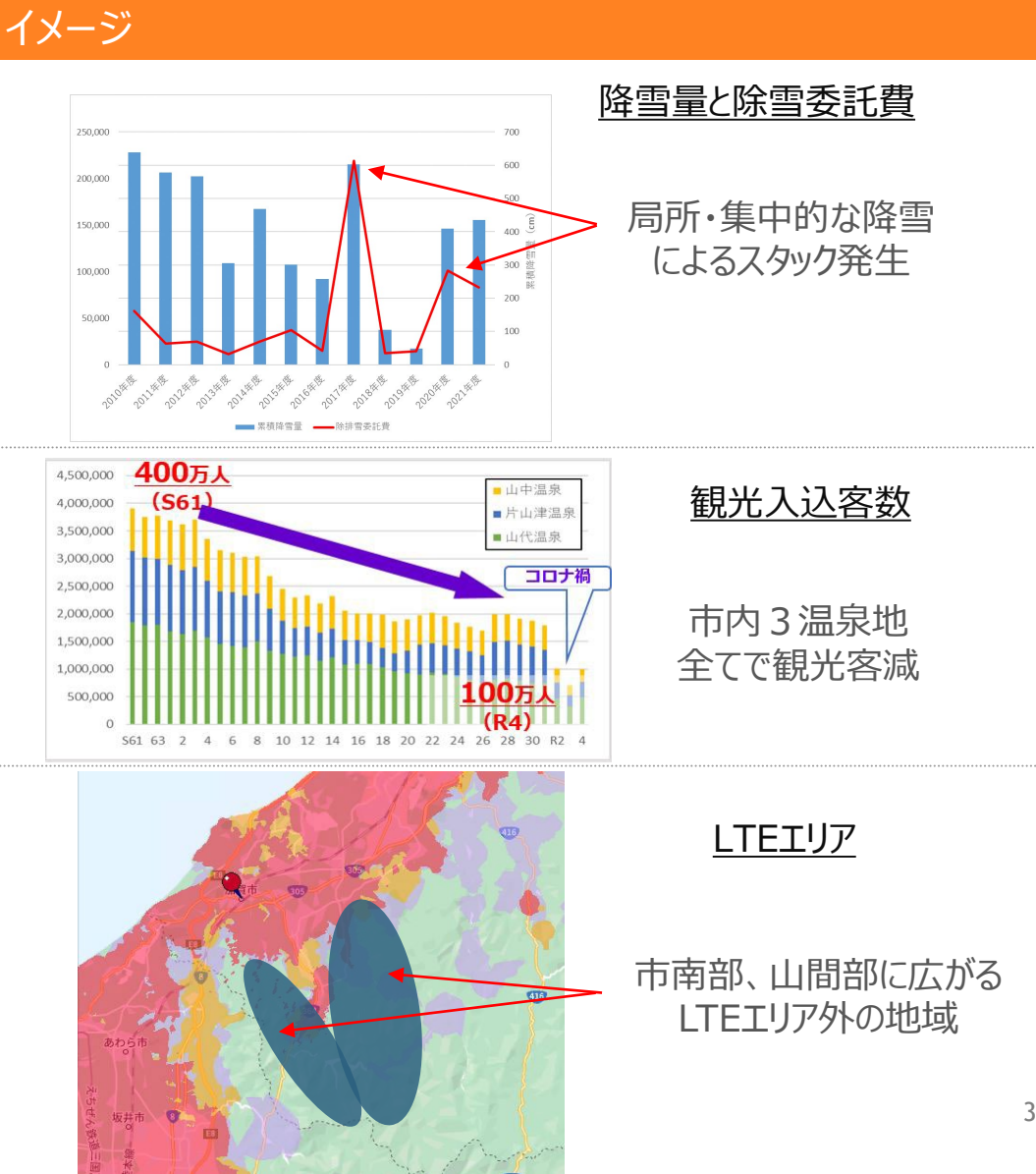
C デジタル田園健康特区

- 2022年、国家戦略特区である「デジタル田園健康特区」の指定を受けたことを契機として、デジタル技術の導入と規制改革の推進を積極的に進めており、消滅可能性都市からの脱却を図る地方都市のモデル創出を目指している



② 地域の抱えている課題

課題	
対象者	内容
a 市民 観光客 運送業者	豪雪時の道路交通の確保 - 降雪時において市内主要道路で渋滞が発生 - 近年、特に降雪量が多いときには大規模な立ち往生が発生。
b 観光業 事業者	観光入込客数の維持・増加 観光客は1980年代の半分以上に、コロナ禍においては約1/4に 令和6年3月に予定されている新幹線開業により観光客増加が見込まれる。既存公共交通の見直しや新しいモビリティに関する検討が進められている
c 山間地域 居住者	通信環境の整備 - 市の南に広がる山間部において携帯電話の通信エリア外となる地域が存在 - 山間部においてデジタルを活用した災害対策や鳥獣害対策を検討する際には適当な通信インフラの準備が必要



③ これまでの取組状況

	2020年度	2021～2022年度
取組概要	【Wi-Fi HaLow関連】 市内の梨園においてWi-Fi HaLowを用いたフィールドトライアルを実施 スループット・電波伝搬の特性を評価	【Wi-Fi HaLow関連】 • MCA無線周波数帯の跡地利用を見据えた電波干渉調査 • カメラやヘルスケアデバイスを活用したユースケースの実証 【雪害対策】 雪害関連部署から現状課題・要望をヒアリング
成果	屋外利用においてリアルタイム映像配信が1km程度の長距離通信で可能であることを確認。落葉前後で検証を行い、葉の繁茂による影響を受けることなく通信可能であることを確認	• 特定実験試験局の開局へ向けた対象エリアの特定 • 近隣の住宅からヘルスケアデバイスの情報をリアルタイムで取得可能であることを確認 課題の整理・選定と具体的な施策案を確認
見えてきた課題	• 農業フィールドにおける実用性の高いユースケースの創出	• 多様なユースケースの創出 • 除雪費用の削減 • 除雪の進捗状況に対する苦情の低減 • 除雪車による除雪ルート最適化 • デジタル技術を活用した施策案の検討
事業名	先端的サービスの開発・構築等に関する調査事業（内閣府）	

1 将来的な目指す姿

デジタルツイン都市モデル - 積雪地域におけるモビリティインフラ整備および自動運転走行実証へ

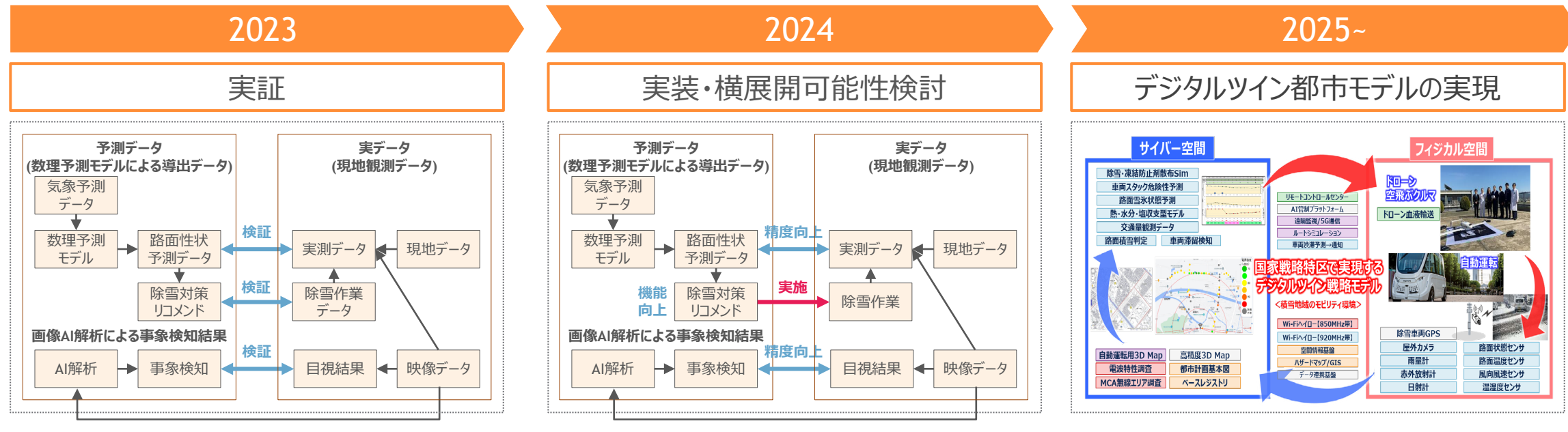
～ 移動したい時に移動したい場所に必ず移動できる 地域社会の実現へ向けて ～



要素技術の個別実証段階から総合段階へ 国家戦略特区にて推進

本実証事業 実装範囲

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ



雪害対策システムの実装に向けた実証

- ・ 実証環境の構築
- ・ 路面雪氷状態予測およびスタック危険性予測に関する数値予測モデルの有効性検証
- ・ 数値予測モデルに基づいた雪害対策シミュレーションと実際の雪害対策活動との比較による実用性検証
- ・ 道路監視映像を活用した事象検知の有効性検証

雪害対策システムの導入・本格運用

- ・ システム機能強化および精度向上
- ・ 分析・予測シミュレーションに基づく除雪対策の実施
- ・ 実装・運用後の有効性の評価
- ・ 機能・運用課題の整理

他豪雪地帯への横展開の可能性検討

- ・ 他豪雪地帯における課題・ニーズ調査
- ・ 共同利用や地域間データ連携等の検討

雪害地域におけるモビリティ環境整備

- ・ レベル4自動運転 走行実証
- ・ エアモビリティ（ドローン、空飛ぶクルマ）環境整備・実証

2025~ 横展開

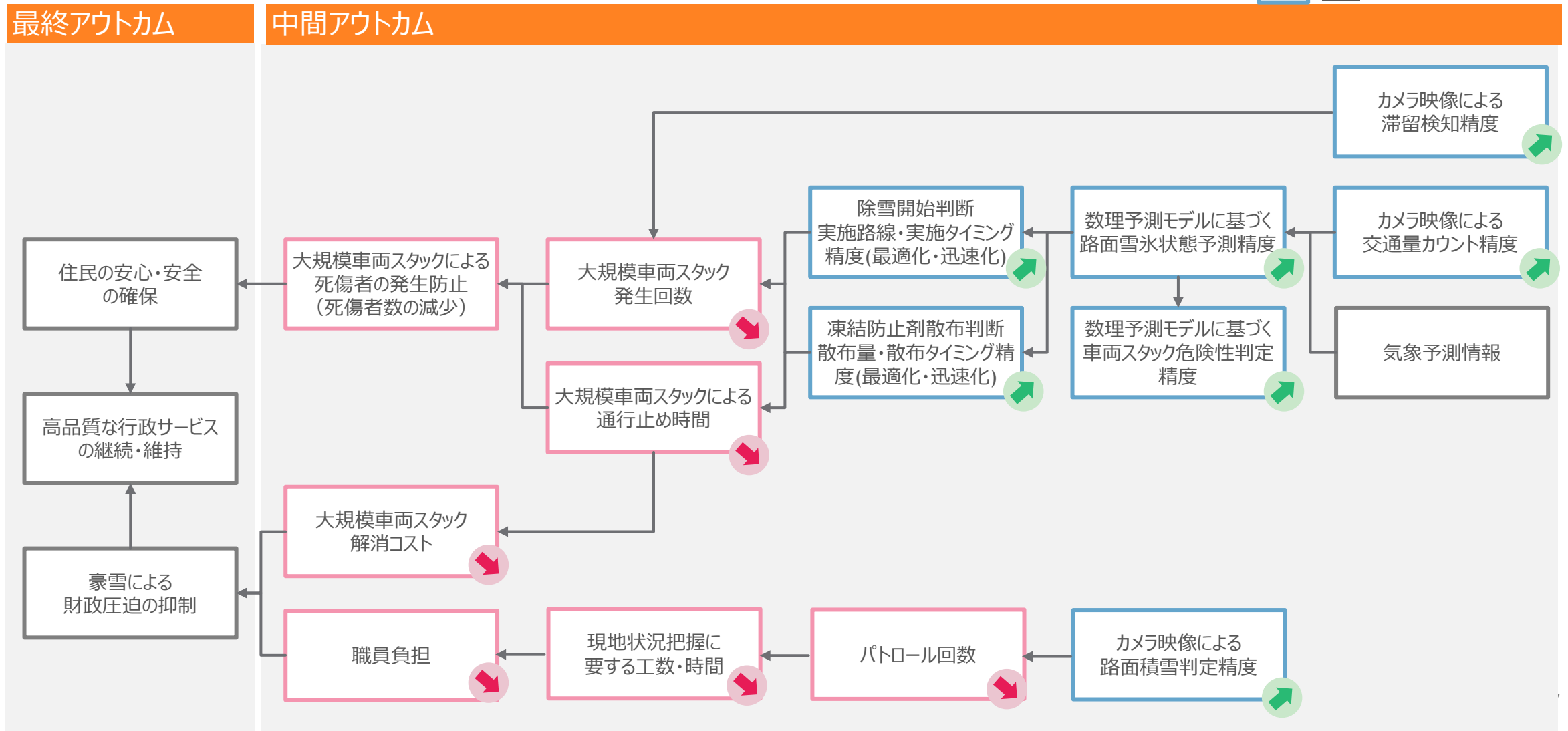
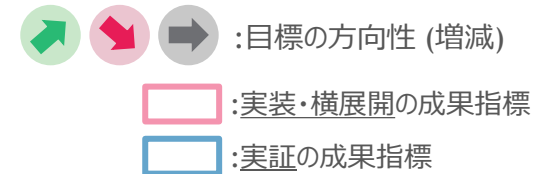
雪害対策システムの他自治体展開

- ・ 他自治体への提案、導入、運用検討

Ⅱ目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー



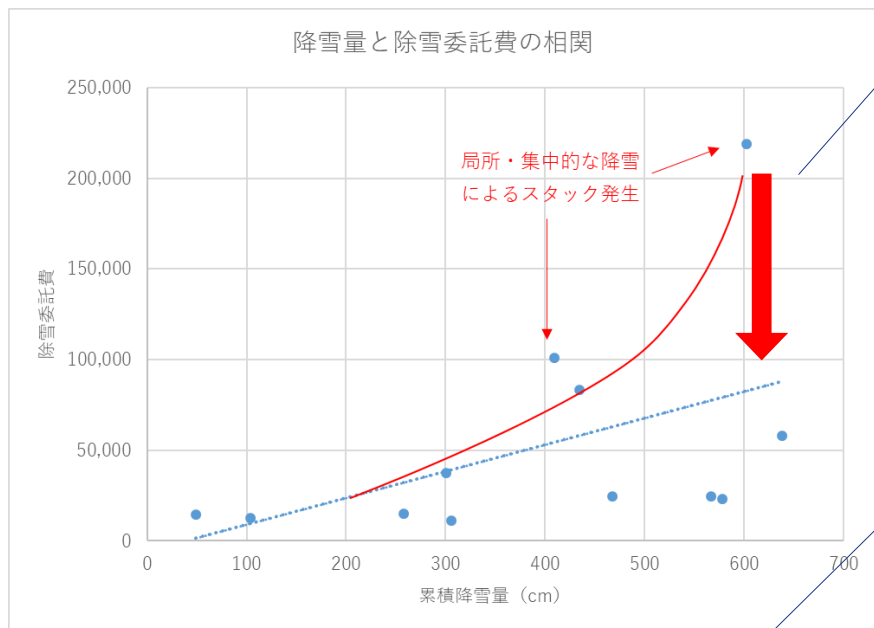
③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
大規模車両スタック発生回数の減少	大規模車両スタック (※1)発生回数 1回 (2017年度) 1回 (2020年度)	大規模車両スタック発生回数: 0回(単年度)	過去の車両スタック発生条件である降雪量閾値を超え連続日数の発生回数に対して、大規模車両スタックが発生しないこと	過去の情報から連続降雪量閾値超日数を特定し、その閾値を超えた場合でも、大規模車両スタックが発生しないことを検証
大規模車両スタックによる通行止め時間の減少	大規模車両スタックによる通行止め時間 2017年度: 約72時間	通行止め時間: 0分	大規模車両スタックが発生しないことから当該事象による通行止めは発生しない	上記閾値を超えた場合において、大規模車両スタックによる通行止め時間が発生しないことを検証
大規模車両スタックによる死傷者の発生防止 (死傷者数の減少)	大規模車両スタックによる死傷者数 2017年度: 死者1名	死傷者: 0名	大規模車両スタックが発生しないことから当該事象による死傷者は発生しない	上記閾値を超えた場合において、大規模車両スタックによる死傷者が発生しないことを検証
大規模車両スタック解消コストの削減	除雪委託費 2017年度: 210百万円	除雪委託費: 83百万円 (2017年度と同等の降雪量のとき)	スタックが発生してしまうと指数関数的に除雪委託費が増加してしまうが、スタックを未然に防ぐことで最低限の除雪委託費に抑える。2017年はスタック発生により210百万円の費用負担となったが、スタックを未然に防げていれば、83百万円に抑えられる試算(P.9の補足資料を参照)	過去の累積降雪量と除雪委託費の相関関係における正の線形相関と、実際の除雪委託費を比較し、除雪委託費が正の線形相関付近に抑えられているかを検証

(※1) 大規模車両スタックを「複数日にわたって通行止めが発生する車両スタックインシデント」と定義する。

[補足資料] 除雪量と除雪委託費の相関から想定される除雪委託費の削減効果



効果的な除雪対策を実現できる仕組みが導入されることで、除雪費の適正化が図られ、急激な指数関数的除雪費の増加は抑制可能と考える。

豪雪による除雪費の増加は避けられないが、指数関数的増加を抑制し、仮に近似曲線レベルにまで抑制(2017年度の除雪費:210百万円→83百万円程度)となれば、財政圧迫を軽減できる。

スタックが発生してからの除雪では、「現地に除雪車が入れない等により除雪の難易度があがり除雪が難航する」、「スタック解消に向けて早急な除雪車両・作業員の確保が必要となるが、リソース確保に難航する」といった状況に陥る。そのため、スタックが発生したのちの後手に回った対応では、除雪費が膨大となることが予想される。

「雪害発生予測・対策シミュレーション」により、除雪作業の最適化を実現することで、上記事態を解決・回避する。また、集中的な除雪判断や通行止め判断を支援し、大規模な車両滞留を未然に防止する。

豪雪による莫大な除雪費負担は
地方行政の財政を圧迫

除雪作業および除雪費の
最適化の仕組みを実装・実現

財政圧迫を軽減し、高品質な
行政サービスの継続が可能に

地域の継続的な
“安心・安全”を実現

近年、局所・集中的な降雪傾向にあり、豪雪自治体において冬期の「備え」は必須であるが、一方でシステム整備・導入への財政負担も重要な問題となる。整備・導入ならびにその後のサービス維持にかかる運用経費の低減には、既設設備の活用、積雪専用設備(積雪計等)に依存せず、日常的に複数業務で利活用可能なカメラ映像の高度活用により、費用対効果が見込める整備となり得る。

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
現地状況把握に要する工数・時間の減少	現状値不明	今後検討とする	本実証期間中に、現状値となる道路管理者の現地状況把握稼動の実績情報を把握・取得し、本システムの導入後に期待される目標値を設定することとする	実証での道路管理者へのアンケート調査
パトロール回数の減少	現状値不明	今後検討とする	本実証期間中に、現状値となる道路管理者のパトロール稼動の実績情報を把握・取得し、本システムの導入後に期待される目標値を設定することとする	実証での道路管理者へのアンケート調査
職員負担の軽減	現状値不明	今後検討とする	本システムの導入後に、道路管理者の負担軽減に効果があると評価されることを目標とする	実証での道路管理者へのアンケート調査

II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
数理予測モデルに基づく路面雪氷状態予測精度	なし	予測および実測値の合致率80%以上	80%以上の精度であれば、実用可能なレベルと推測しているが、道路管理者への有用性調査(ヒアリング)をもとに、必要に応じて見直しを行う。	予測データと現地に設置した複合気象センサデータにより観測した実データにより路面雪氷状態を比較
数理予測モデルに基づくスタック危険性判定精度	なし	経験則との乖離が少なく実用可能と判断されること(※1)	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者の経験則との乖離が少なく、実用可能と判断されること(最大24時間前の予測データに基づくスタック危険性予測判定結果の有用性) また、道路管理者が危険性が低いと判定し、かつ予測された危険性判定が高い場合の予測データ有用性については、現地に設置された複合気象センサデータにより観測した実データ、および事後のスタック発生状況から、予測時の危険性判定の精度、確からしさを判定する。	道路管理者へのアンケート調査 現地に設置した複合気象センサデータにより観測した実データと、事後のスタック発生状況を用いて、予測データ精度の確からしさを判定

(※1) 50%以上の関係者において肯定的評価であることとする。調査対象者数については加賀市と協議の上、決定とする。

II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

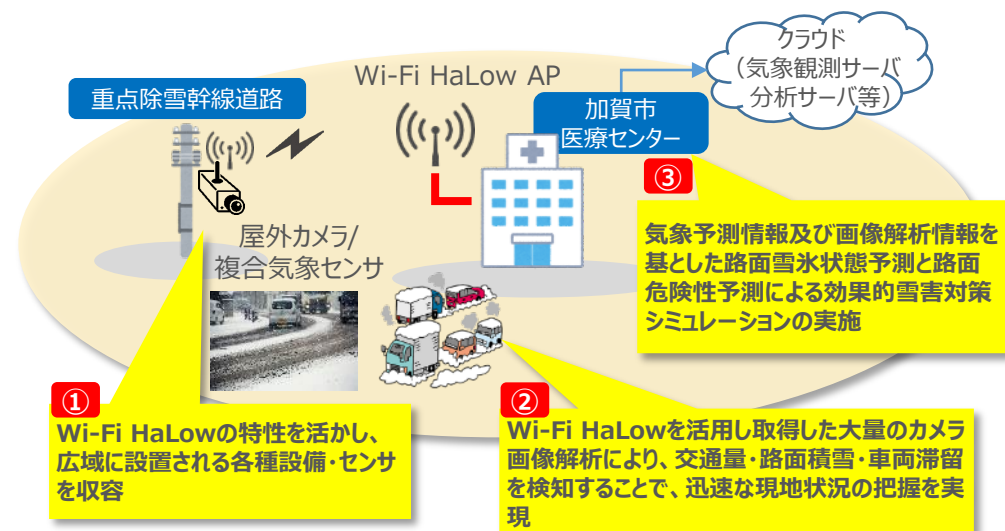
成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
カメラ映像による路面積雪判定精度	なし	路面積雪有無判定の合致率 80%以上	80%以上の精度であれば、実用可能なレベルと推測しているが、道路管理者への有用性調査(ヒアリング)をもとに、必要に応じて見直しを行う。	カメラ映像の路面積雪有無(目視)と画像AI解析・判定結果の比較
カメラ映像による滞留検知精度	なし	車両滞留検知精度80%以上 (※1)	80%以上の精度であれば、実用可能なレベルと推測しているが、道路管理者への有用性調査(ヒアリング)をもとに、必要に応じて見直しを行う。	カメラ映像の車両滞留発生(目視)と画像AI解析結果の比較
カメラ映像による交通量カウント精度	なし	交通量カウント精度 ±10%以内	国土交通省「ICTを活用した新道路交通調査体系検討会 CCTVトラカンの精度向上に関する検討資料」に示されている「非混雑時において±10%以内を推奨」を採用	カメラ映像の交通量(目視)と画像AI解析結果の比較
除雪開始判断 実施路線・実施タイミング精度 (最適化・迅速化)	なし	道路管理者に、経験的に適切なデータであると判断されること(※2)	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者の経験則との乖離が少なく、実用可能と判断されること	実証での道路管理者へのアンケート調査
凍結防止剤散布判断 散布量・散布タイミング精度 (最適化・迅速化)	なし	道路管理者に、経験的に適切なデータであると判断されること(※2)	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者の経験則との乖離が少なく、実用可能と判断されること	実証での道路管理者へのアンケート調査

(※1) 車両滞留とは、「同一車両が同一区域内に10分以上(仮)留まっている状況」と定義する。実施計画時点の想定時間であり、実際にはカメラ設置後に判断する予定。

(※2) 50%以上の関係者において肯定的評価であることとする。調査対象者数については加賀市と協議の上、決定とする。

1 ソリューションの概要

ソリューションの概要



区分	ステークホルダー
運用者	加賀市デジタルツイン基盤協議会 (加賀市、西日本電信電話株式会社、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学、株式会社NTTデータ北陸、清水建設株式会社)
受益者	加賀市民 加賀市内の道路利用者 加賀市道路管理者

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 数値予測モデルに基づく路面雪氷状態予測精度：予測および実測値の合致率80%以上
- 数値予測モデルに基づくスタック危険性判定精度：実用可能と判断されること(50%以上の関係者において肯定的評価であること)
- カメラ映像による路面積雪判定精度：路面積雪有無判定の合致率80%以上
- カメラ映像による滞留検知精度：滞留検知精度80%以上
- カメラ映像による交通量カウント精度：交通量カウント精度±10%以内

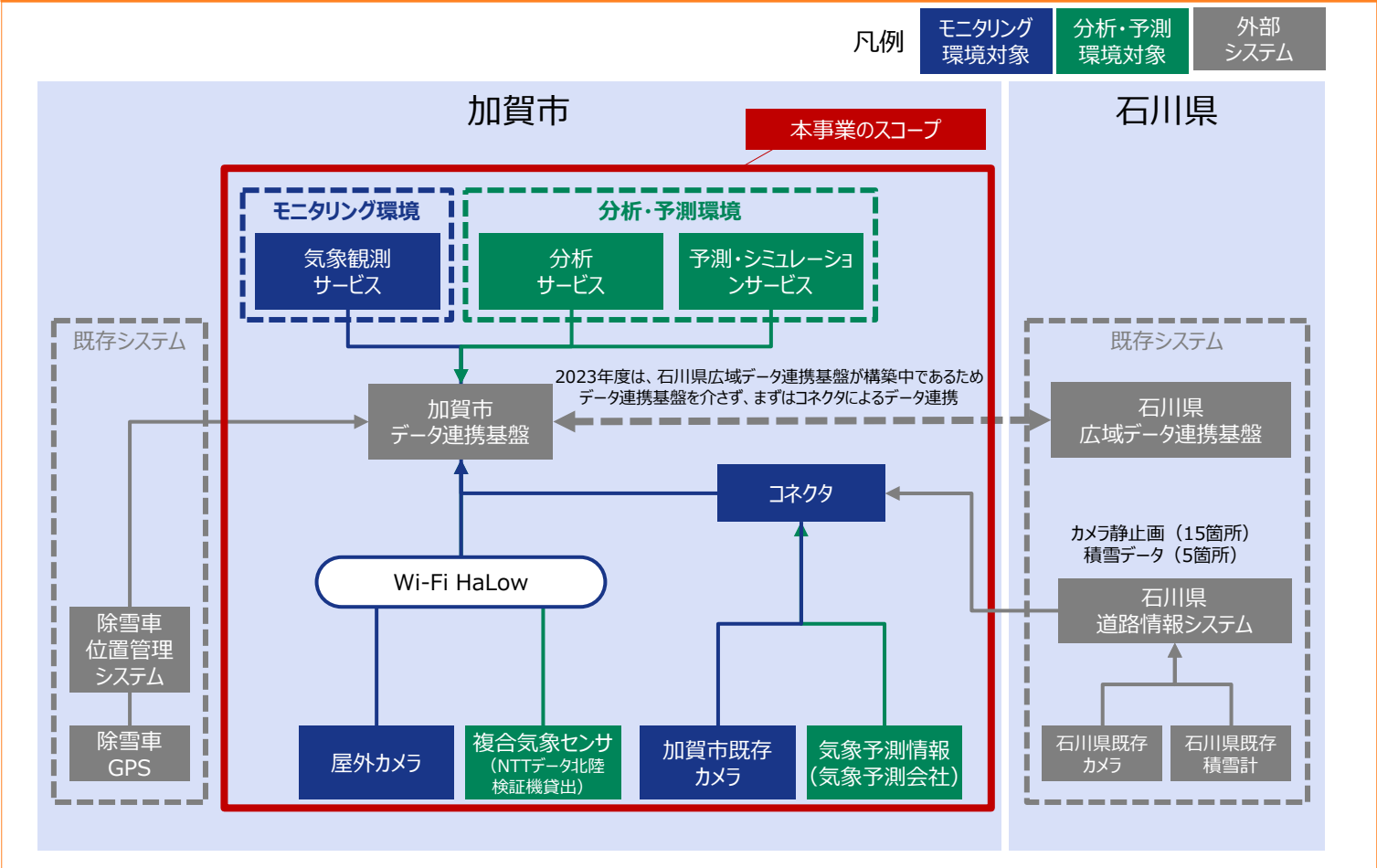
中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 豪雪による財政圧迫の抑制
 - 大規模車両スタックが発生してから除雪では、「現地に除雪車が入れない等により除雪の難易度が上がり除雪が難航する」、「大規模車両スタック解消に向けて早急な除雪車両・作業員の確保が必要となるが、リソース確保に難航する」といった状況に陥るが、雪害の発生予測や対策シミュレーションが可能となることで除雪作業の最適化が実現され、自治体における指数関数的な除雪費の増加が抑制され、財政圧迫の軽減が可能となる。
- 住民の安心・安全の確保
 - 集中的な除雪判断や通行止め判断を支援することで、大規模車両スタックを未然に防止することが可能となる。

② ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図

イメージ



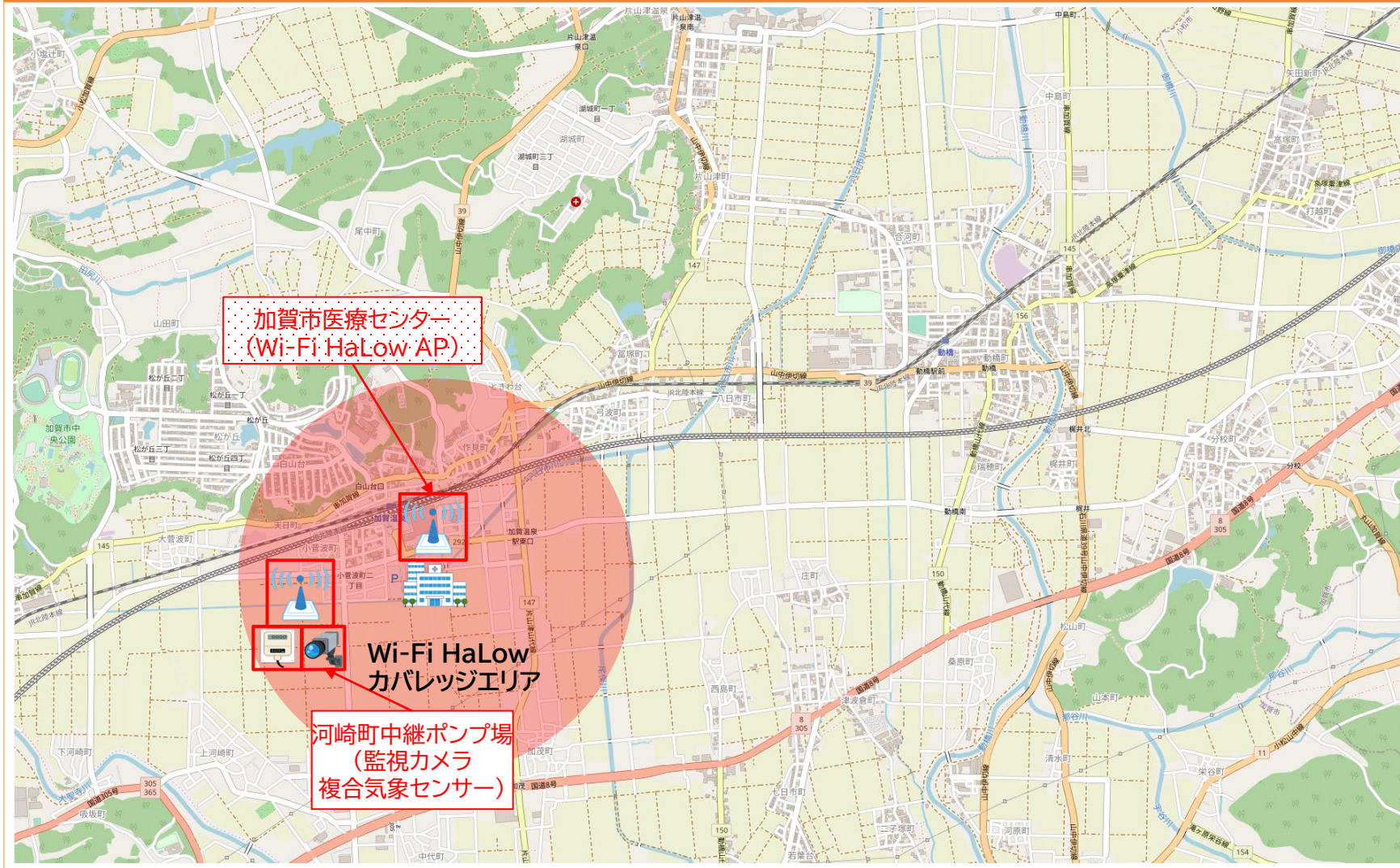
説明

本実証では、加賀市の地域課題に対応するため現場情報（現地映像、積雪、他組織の保有情報（石川県））を自動的に収集する「モニタリング環境」の構築、および、各種AIデータ分析・各種事象検知を行うとともに、学術的根拠に基づく数理予測モデルを用いた路面雪氷状態予測と雪害対策シミュレーションを行う「分析・予測環境」を構築し、実装に向けた検証を行う。

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ



説明

- ・加賀市医療センター屋上にWi-Fi HaLow AP親機を設置
- ・河崎町中継ポンプ場にWi-Fi HaLow AP子機を設置し監視カメラ及び複合気象センサーを通信する

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

c.設備・機器等の概要

No.	a 名称	b 区分	c 型番	d 数量	e 開発供給計画認定実績の有無 (特定高度情報通信技術活用システムに該当する場合)	f eが○でない場合 サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	g 機能	h 設置形態(固定・可搬)	i 製造企業		j 備考等
									① 製造企業名称	② 本店（又は主たる事務所の所在地）	
1	屋外カメラ	検証データ計測・解析用設備	WV-S65340-Z2N	1		インターネットへ直接接続する機器ではないため対象外とする。	現地道路映像の撮影 機能	固定	パナソニックホールディングス株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	NTTデータ北陸調達予定機器
2	複合気象センサ	検証データ計測・解析用設備	①CVS-DSC111 ②CVS-DST111 ③CYG-5108 ④CVS-HMP155D-10 ⑤CTKF-1-UD ⑥CHF-IR02 ⑦CHF-SR05-DA1	1		インターネットへ直接接続する機器ではないため対象外とする。	現地気象情報（以下）の収集機能 ①路面状態センサ ②路面温度センサ ③風向風速センサ ④温湿度センサ ⑤雨量計 ⑥赤外放射計 ⑦日射計	固定	株式会社クリマテック	東京都中央区銀座6-17-1 銀座6丁目-SQUARE8 階	NTTデータ北陸保有の検証機を貸出予定 実証終了後に撤去予定
3	録画サーバ	データ処理設備	WJ-NX400K	1		ファイヤーウォールを設定し外部からの攻撃を防ぐ。 本事業においては、個人情報や秘匿情報は取り扱わない。	屋外カメラで撮影した現地道路映像の収集・蓄積機能	固定	パナソニックコネクタ株式会社	東京都中央区銀座8丁目21番1号 住友不動産汐留浜離宮ビル	NTTデータ北陸調達予定機器
4	ゲートウェイサーバ	データ処理設備	NeuX101-J3455	1		ファイヤーウォールを設定し外部からの攻撃を防ぐ。 本事業においては、個人情報や秘匿情報は取り扱わない。	ネットワーク間の通信中継機能	固定	株式会社ネクスコム・ジャパン	東京都港区芝4丁目11-5 田町ハザビル 9F	NTTデータ北陸調達予定機器
5	ファイアウォール	データ処理設備	FortiGate-60F	1		ファイヤーウォールを設定し外部からの攻撃を防ぐ。 本事業においては、個人情報や秘匿情報は取り扱わない。	外部ネットワークからの攻撃防止機能	固定	フォーティネットジャパン合同会社	東京都港区六本木7-7-7 Tri-Seven Roppongi 9F	NTTデータ北陸調達予定機器
6	Wi-Fi HaLow(親機・子機)	基地局	ACERA330	2			現地設備（屋外カメラ、複合気象センサ）で収集した情報をセンター設備へ伝送する機能	固定	株式会社フルノシステムズ	東京都墨田区両国3-25-5 JEI両国ビル	西日本電信電話調達予定機器

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
【Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah) 】 - 本事業では、通信インフラとしてWi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah) を利用するため、許認可は不要となる。 2022年9月に利用可能となった920MHz帯を利用する。	左記の通り	左記の通り

3 ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
課題a:豪雪時の道路交通の確保 - 降雪時において市内主要道路で渋滞が発生 - 近年、特に降雪量が多いときには大規模な立ち往生が発生	【左記課題の発生要因】 以下の2点が要因となり、主要道路での渋滞や大規模な立ち往生が発生したと考えられる。 - 重要な局所エリアでの降雪量や路面状態が事前予測できず、除雪リソースを集中すべき局所エリアの選択と、除雪判断・開始の遅れにより、効率的・効果的な除雪作業が行えなかったこと。 - 重要利用者への不要不急な外出自粛を促せなかったこと。 【必要な対策】 左記課題の発生要因を解決するためには、以下の対策が必要である。 対策1. 現況把握の迅速化と的確な路面雪氷状態予測 対策2. 除雪判断の最適化（作業開始判断） 対策3. リソース投入の最適化（優先エリア選択） 対策4. 道路利用者へ回避行動の誘起 【解決策】 上記の対策4点の実現に向けて、以下の機能を具備した仕組みを構築することで、左記課題解決の遂行に寄与できている。 ① 路面雪氷状態予測およびスタック危険性判定機能 ② 適正な作業基準を決定する事前作業シミュレーション機能 ③ 異常状態の自動検知機能 本実証では上記①～③を主要な機能として実装したソリューションを構築する。

ソリューション		雪害発生予測・対策シミュレーション機能 事象検知の分析機能
他ソリューションに対する優位性		
名称	比較	
気象予測サービス	一般的な気象予測サービスでは、リアルタイムや特定の時間単位での天候情報（天気、気温、湿度、風速、降水量、降雪量等）を確認することは可能であるが、除雪判断に必要な路面状態に関する情報はないため、職員による経験則的な対応となり、除雪判断が最適化されず効率的な除雪作業を実施できない。 本ソリューションでは、気象予測情報を用いた数値予測モデルに基づき的確な路面雪氷状態予測を行い、除雪判断に必要な予測情報（除雪開始時刻、凍結防止剤散布量）及び事前作業シミュレーションを確認することができる。これにより除雪作業の効率化を図ることが可能である。	

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
課題a:豪雪時の道路交通の確保 - 降雪時において市内主要道路で渋滞が発生 - 近年、特に降雪量が多いときには大規模な立ち往生が発生	① 路面雪氷状態予測、スタック危険性予測 一般的な気象予測サービスは、除雪判断に必要な路面状態に関する情報が不足しているが、本ソリューションでは数理予測モデルにより路面状態の予測を行い、除雪判断・シミュレーションにつなげるという点に先進性・新規性がある。 ② 事象検知機能 一般的な道路カメラでは、気象状況等により十分な精度が確保されないケースが多いが、本ソリューションでは積雪地域における積雪時等の視界・路面状態においても、交通量カウントや車両滞留検知の精度を確保できるよう現地フィールド実証を通じた独自の学習モデルによるAI画像解析を実装している点に先進性・新規性がある。	ソリューション 雪害発生予測・対策シミュレーション機能 事象検知の分析機能 実装・横展開のしやすさ - 加賀市を含め石川県は積雪量が多い地域であるため、加賀市での本実証の結果・成果をもとに石川県や石川県内の自治体への横展開が期待できる。 - 石川県広域データ連携基盤を介した県保有データ(既設カメラ・センサ、除雪状況)の取得を行うことで、石川県や近隣自治体と連携した広域の雪害体対策の実現も期待できる。 - 全国の他豪雪地域への展開も見据え、石川県や近隣自治体における共同利用やデータ連携・除雪対策作業の情報共有等も視野に、ニーズ調査や効果検証を行うことで全国展開の可能性が向上できると考えられる。

③ ソリューション等の採用理由

c. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	他無線通信技術との比較	
Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah)	- サブ1GHzの周波数帯を利用した通信規格（アンライセンスバンド） 認可不要で端末、アクセスポイント、クラウドまでend to endにてユーザで自由にネットワークを構築可能 - 通信伝送距離 最大1km程度の通信が可能 - スループット 1～2Mbps程度のスループットを実現でき、画像が映像の伝送が可能 - フルIPベースのWi-Fi規格 フルオープンであるIPベースのWi-Fi規格であるため、既存のIP製品等を活用することが可能	名称	比較結果
		LPWA	本技術では1～2Mbps程度のスループットが実現できるため、監視カメラ等の映像データを送信することが可能となる。他のLPWAでは数100kbps程度のスループットとなるため、画像データ送信は可能となるが映像データの送信は難しい。
		Wi-Fi (2.4G/5G)	Wi-Fi（2.4G/5G）では通信距離が100m程度となっており、本技術を利用することで屋外で利用し設置する設備（アクセスポイント等）を減らすことができ、コスト面で優位性がある。
		4G/5G	4G/5Gでは通信不可エリアが存在し、雪害対策を今後拡大していく中では山奥等、通信不可エリアも対象となる可能性がある。本技術は自営で設置が可能なため、4G/5Gが通信不可エリアでも実現が可能となる。

1 実証計画

目的

実用的な雪害対策システムの実装に向けて、「各種数理予測モデル」、「予測に基づいた雪害対策シミュレーション」、「事象検知」それぞれの機能有効性を実証する。

- ① 路面雪氷状態予測およびスタック危険性予測に関する数理予測モデルの有効性検証
- ② 予測数理モデルに基づいた雪害対策シミュレーション結果と従来の判断基準に基づく雪害対策活動との比較による実用性検証
- ③ 道路監視映像を活用した事象検知の有効性検証

アウトカム

- ① カメラ映像による交通量カウント精度
- ② 数理予測モデルに基づく路面雪氷状態予測精度
- ③ 数理予測モデルに基づく車両スタック危険性判定精度
- ④ 除雪開始判断 実施路線・実施タイミング精度（最適化・迅速化）
- ⑤ 凍結防止剤散布判断 散布量・散布タイミング精度（最適化）・迅速化
- ⑥ カメラ映像による路面積雪判定精度
- ⑦ カメラ映像による滞留検知精度



検証の概要

効果検証

- 数理予測モデルによるスタック危険性予測精度について、現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者へアンケート調査を行い、実用可能と判断されるか、有用性を検証する。

技術検証

- 数理予測モデルにより、路面雪氷状態、及びスタック危険性予測を行い、該当エリアにおける予測精度が担保できるか、有効性を検証する。
- 道路監視映像の画像AI解析により、車両滞留や路面積雪の検知を行い、除雪業務における画像解析機能の有効性を検証する。

運用検証

- 路面雪氷状態、及び路面凍結予測から、作業開始時刻、凍結防止剤散布量を事前シミュレーションし、従来の雪害対策活動判断・除雪指示に対して将来適正な運用に資するかを検証する。

2 本実証における検証ポイントと結果

a.効果検証 スタック危険性予測の有用性について、スタック発生がない状況において加賀市から肯定的評価をいただいた。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
予測情報（路面雪氷状態、スタック危険性）と予測情報を活用した雪害対策シミュレーションによる除雪等作業判断及び除雪作業の適正化を実現することによって、大規模車両スタック防止を実現するソリューション	項目	目標	実証期間中、加賀市へ日次のアンケートを行った結果、スタック危険性予測の結果について、加賀市の体感と「おおそ合致している」（1/12～2/29の全日分）と回答があり、肯定的評価になった。 ＜アンケートでの選択肢＞ ①合致している ②おおそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない また、実証終了後に、加賀市へアンケートを行った結果、スタック危険性予測について、以下のコメントをいただいた。 [アンケートコメント] 本システムによる危険性判定はなかった。また、加賀市内で実際のスタック発生はなかった。 そのため、今回の実証期間中、加賀市内で実際のスタックは発生していなく、その状況においてスタック危険性予測の結果と加賀市の体感は概ね合致していた。スタックが発生しない場合におけるスタック危険性予測の有用性は肯定的評価として捉えられるため、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができた。	実証期間中、加賀市内で実際にスタックが発生した日はなく、スタック危険性予測の結果（スタック発生可能性がある危険な路面状態はなかったと判定された結果）は、加賀市の体感と概ね一致していることから肯定的評価となったと考えられる。
	I スタック危険性予測の有用性検証	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者から実用可能と判断されること（50%以上の関係者において肯定的評価であることとする）		

② 本実証における検証ポイントと結果

b.技術検証：Wi-Fi HaLowにおける検証では、設置ポイントの距離で想定される電波強度および速度の結果を得られた。
ただし、雪害対策支援システムの交通量カウントはデータ取得不可となり継続課題とする。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
Wi-Fi HaLowの有効性実証	項目	目標		
	I アクセスポイントの電波強度	・RSSI値 －70dBm～－79dBm の範囲の電波強度であることを確認する ・通信速度 1.00Mbps以上	・親機－子機間の直線距離（遮蔽物無し）：550m RSSI値：－78dBm（最良値） ・同位置でアンテナ高を50cm上げたり、位置を1m動かすだけでも－80dBm超となり、位置決めも繊細である。 ・親機は医療センター屋上設置で子機とは20mの高低差があるが電波強度に変化は見られず高低差の影響は無し。 ・通信速度は1.00～1.20Mを確認 Wi-Fi HaLowの速度としては、問題の無い速度が出ていることを確認した。 ・雪害対策支援システムの交通量カウントはデータ取得不可	子機との直線距離100mで－66dBm、距離が延びる毎に強度は弱くなり、550mで－78dBmとなるため、機器の性能としてこの位置では－78dBmが最良値であると推察できる。 通信速度については、1.00Mbps以上出ており550mの距離での速度としては十分であると考えられる。 車両の動画及び静止画は取得できているため、正確にカウント出来ているLTE経由でのデータ取得との違いを継続検証が必要。
	II 天候による電波強度の変化	・各天候によるRSSI値の影響の有無を確認する	・晴天時：－78dBm ・雨天時：－80dBm ・降雪時：－81dBm 上記の結果より、雨天、降雪では－3dBm程度の電波強度への影響が確認された。	子機との直線距離100mで－66dBm、距離が延びる毎に強度は弱くなり、550mで－78dBmとなるため、機器の性能としてこの位置では－78dBmが最良値であると推察できる。 晴天時で－70dBm後半であった場合、天候の変化で－80dBmを超え、データ通信に影響を及ぼす可能性があるため、晴天時で－70dBm前半となる場所にAPを設置する必要がある。

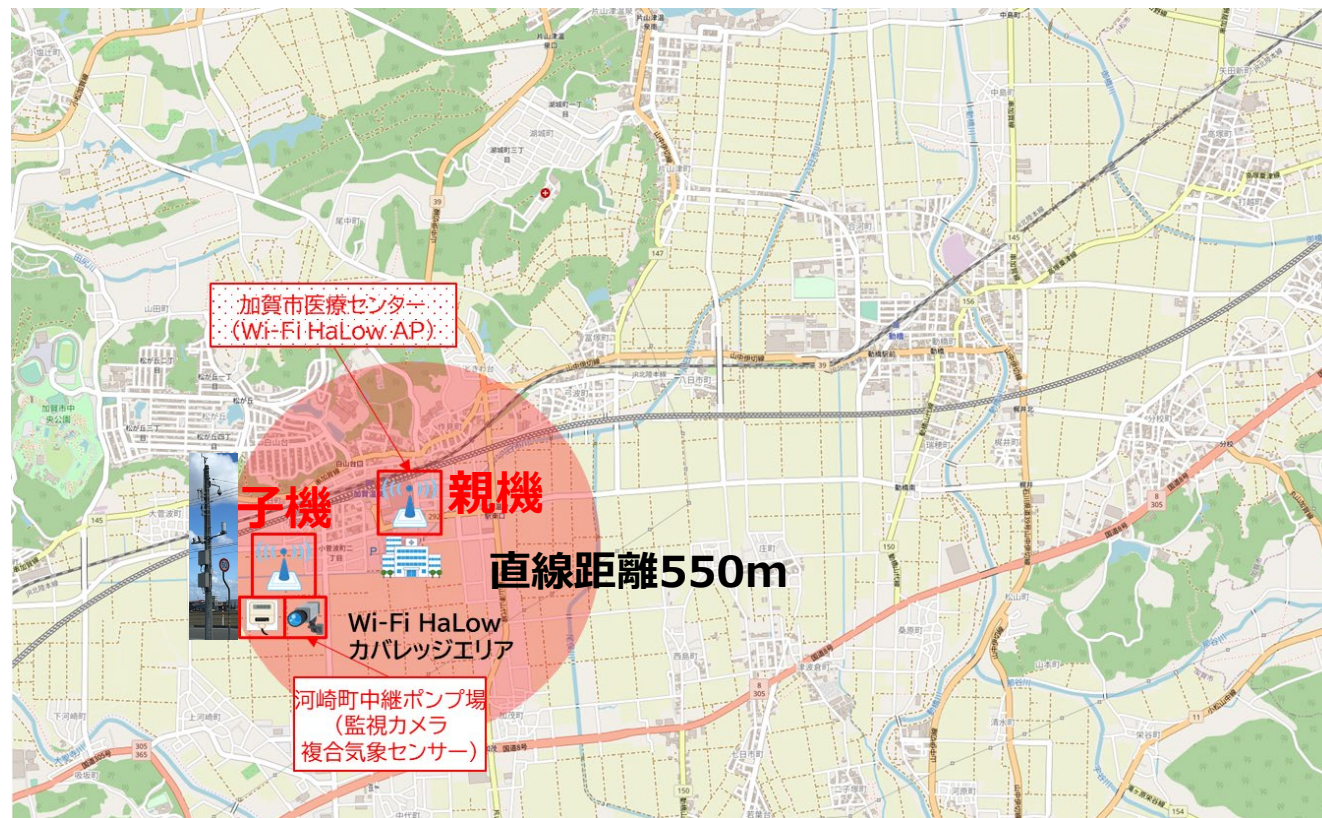
② 本実証における検証ポイントと結果

b.技術検証：Wi-Fi HaLow検証

■ 検証項目

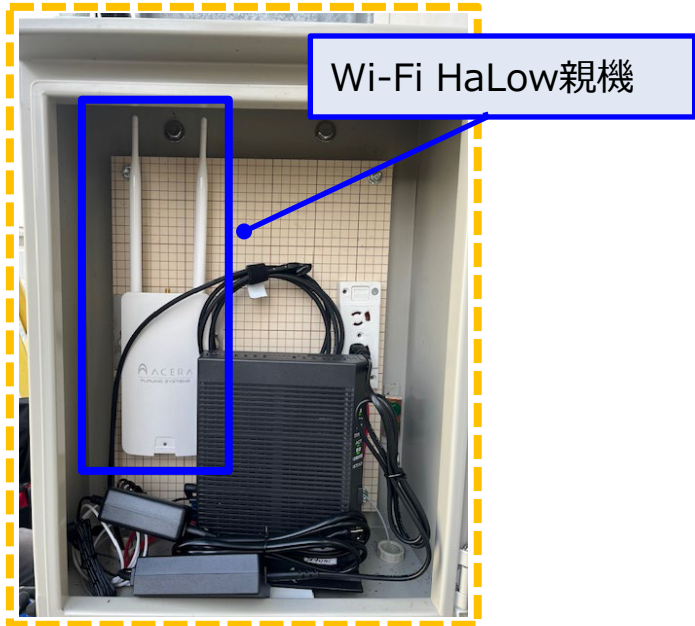
- ① Wi-Fi HaLow電波強度／通信速度検証
- ② 天候による通信速度への影響検証（晴天時、雨天時、降雪時）

■ Wi-Fi HaLow親機、子機の設置位置



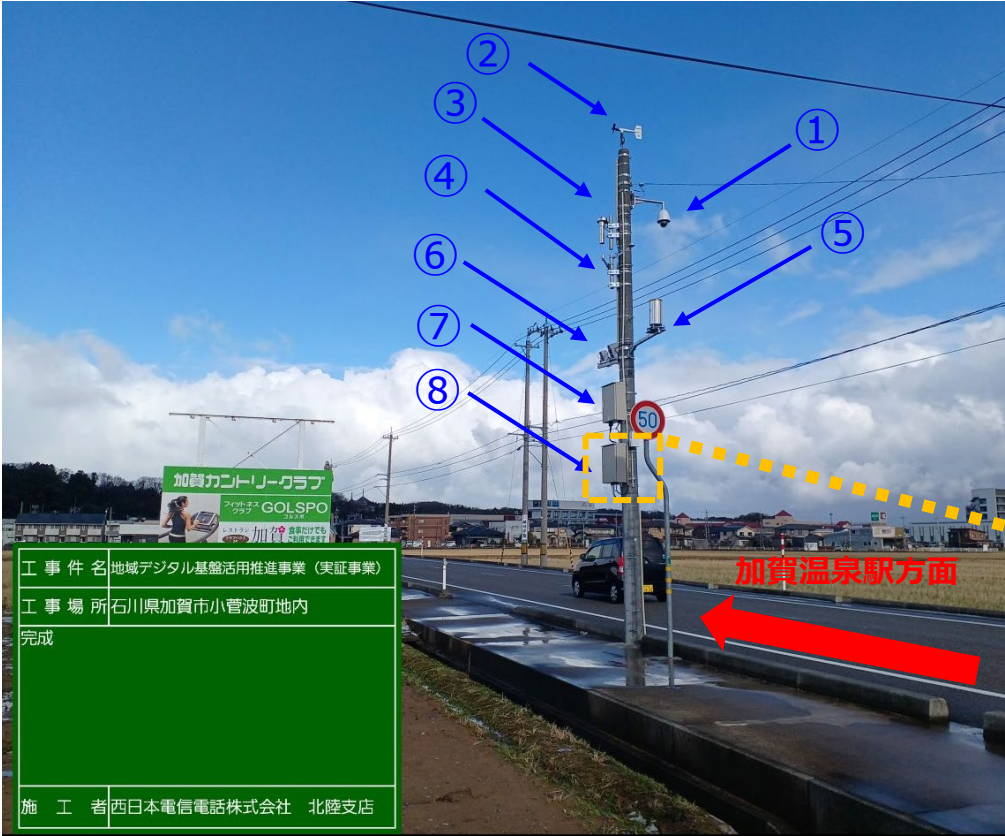
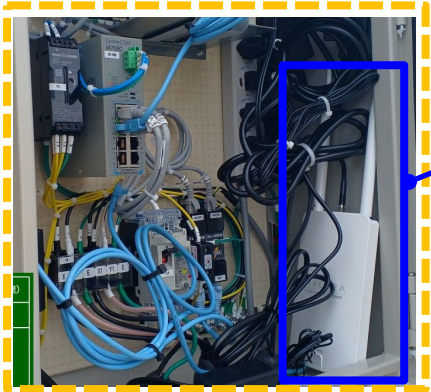
補足資料（Wi-Fi HaLow親機、子機の設置場所詳細）

■ 親機設置場所

設置場所	加賀市医療センター屋上（住所：石川県加賀市作見町リ3 6－3 6）
設備構成	 ① Wi-Fi HaLowアンテナ ② 機器収容盤  Wi-Fi HaLow親機

補足資料（Wi-Fi HaLow親機、子機の設置場所詳細）

■ 子機設置場所

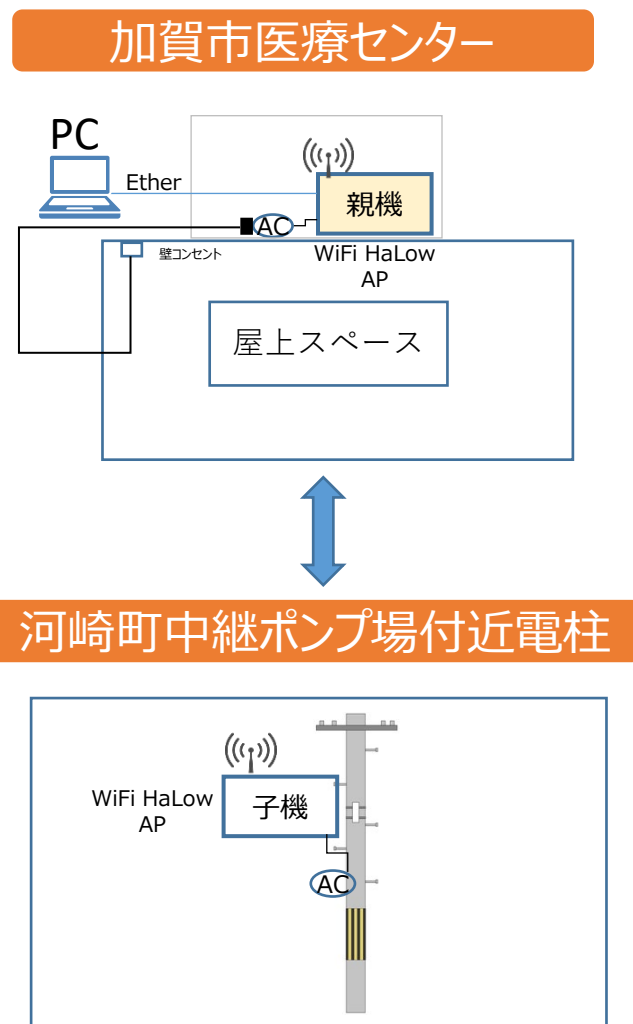
設置場所	加賀市河崎中継ポンプ場付近路線（住所：石川県加賀市小菅波町）								
設備構成	<table border="1" data-bbox="402 953 784 1230"><tr><td>工 事 名</td><td>地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）</td></tr><tr><td>工 事 場 所</td><td>石川県加賀市小菅波町地内</td></tr><tr><td>完 成</td><td></td></tr><tr><td>施 工 者</td><td>西日本電信電話株式会社 北陸支店</td></tr></table> ① ネットワークカメラ ② 複合気象センサー（風向風速計） ③ 複合気象センサー（日射計・大気放射計） ④ 複合気象センサー（温湿度計） ⑤ 複合気象センサー（雨量計） ⑥ 複合気象センサー（路面計・路温計） ⑦ 複合気象センサー（ロガー・收容盤） ⑧ カメラ機器收容盤※Wi-Fi HaLow子機は⑧に内蔵  Wi-Fi HaLow子機	工 事 名	地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）	工 事 場 所	石川県加賀市小菅波町地内	完 成		施 工 者	西日本電信電話株式会社 北陸支店
工 事 名	地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）								
工 事 場 所	石川県加賀市小菅波町地内								
完 成									
施 工 者	西日本電信電話株式会社 北陸支店								

② 本実証における検証ポイントと結果

b.技術検証：Wi-Fi HaLow検証

■ 試験環境構成図（加賀市医療センター屋上、河崎町中継ポンプ場付近電柱）

試験については、フルシステムズ機器に標準搭載されているテスト機能を利用



環境下での最良値

試験項目	数値
電界強度RSSI	-78dBm
Bandwidth	1.20Mbits/sec

天候による変化

試験項目	晴れ/曇り	雨天	降雪
電界強度RSSI	-78dBm	-80dBm	-81dBm
Bandwidth	1.20Mbits/sec	1.04Mbits/sec	1.00Mbits/sec

補足資料（Wi-Fi HaLow検証）

Wi-Fi HaLow機器 ACERA 330（株式会社フルノシステムズ製）



無線通信

規格	IEEE 802.11ahおよびIEEE 802.11n/g/b ※920 MHz/2.4 GHzを同時使用可
伝送速度	IEEE 802.11ah：最大15Mbps IEEE 802.11b：最大11Mbps IEEE 802.11g：最大54Mbps IEEE 802.11n：最大157.5Mbps ＊1
バンド選択	2.4GHz:802.11n/g/b 920MHz:802.11ah
IEEE802.11n機能	2.4 GHz: 1(TX) × 1(RX)、1ストリーム 帯域幅 20 MHz/40 MHz
対応チャネル	【802.11n/g/b(2.4GHz)】 2412～2742MHz（1～13ch） 【802.11ah(920MHz)】 921～927MHz
セキュリティ規格（認証方式・暗号化方式）	WPA2-Personal（AES/AUTO） WPA3-Personal（AES）
セキュリティ機能	MACフィルタ

補足資料 (Wi-Fi HaLow検証)

HaLow親機（加賀市医療センター屋上）～HaLow子機（加賀中継ポンプ場付近電柱）の周辺写真



② 本実証における検証ポイントと結果

b.技術検証 路面雪氷状態予測精度について、目標を下回る結果となり、改善に向けた調整を実施中。

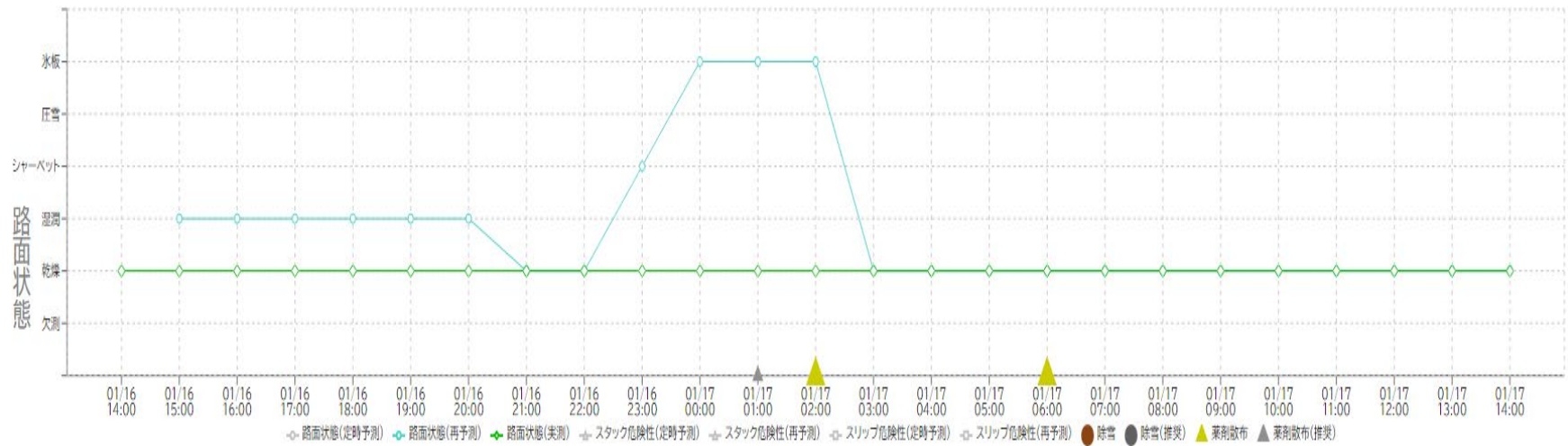
ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
数理予測モデルによる路面雪氷状態、及びスタック危険性予測	I 路面雪氷状態予測精度の検証	予測及び実測値の合致率80%以上	実証期間中に降雪が確認された1/16、1/23の日程について、精度検証を実施した。精度検証結果は以下のとおりであり、目標の「予測及び実測値の合致率80%以上」には達成しなかった。 ● 1/16検証結果 予測及び実測値の合致率：56.5% ● 1/23検証結果 予測及び実測値の合致率：21.7% なお、参考として降雪がなかった日（2/1）の精度についても確認したところ、精度検証結果は以下のとおりであり、目標を僅かに下回る結果となった。 ● （参考）2/1検証結果 予測及び実測値の合致率：78.3%	1/16、1/23において予測値と実測値の乖離が大きくなった原因として、以下が推察される。 ① 気象予測サービスより取得した予測情報の予測精度 ② 路面雪氷状態予測の算出プログラムロジック誤り 今後の対応として、①については50ページの課題に記載のとおりであり、②についてはプログラムの改善に向けた調整を実施中。

補足資料（路面雪氷状態予測精度の検証結果）

以下の検証日時において1時間単位で、複合気象センサーによる実測値と路面雪氷状態予測による予測値の合致有無を確認し、合致率の精度検証を実施した。

検証日時 1/16 15:00 ～ 1/17 14:00

緑線：複合気象センサーによる実測値
青線：路面雪氷状態予測機能による予測値



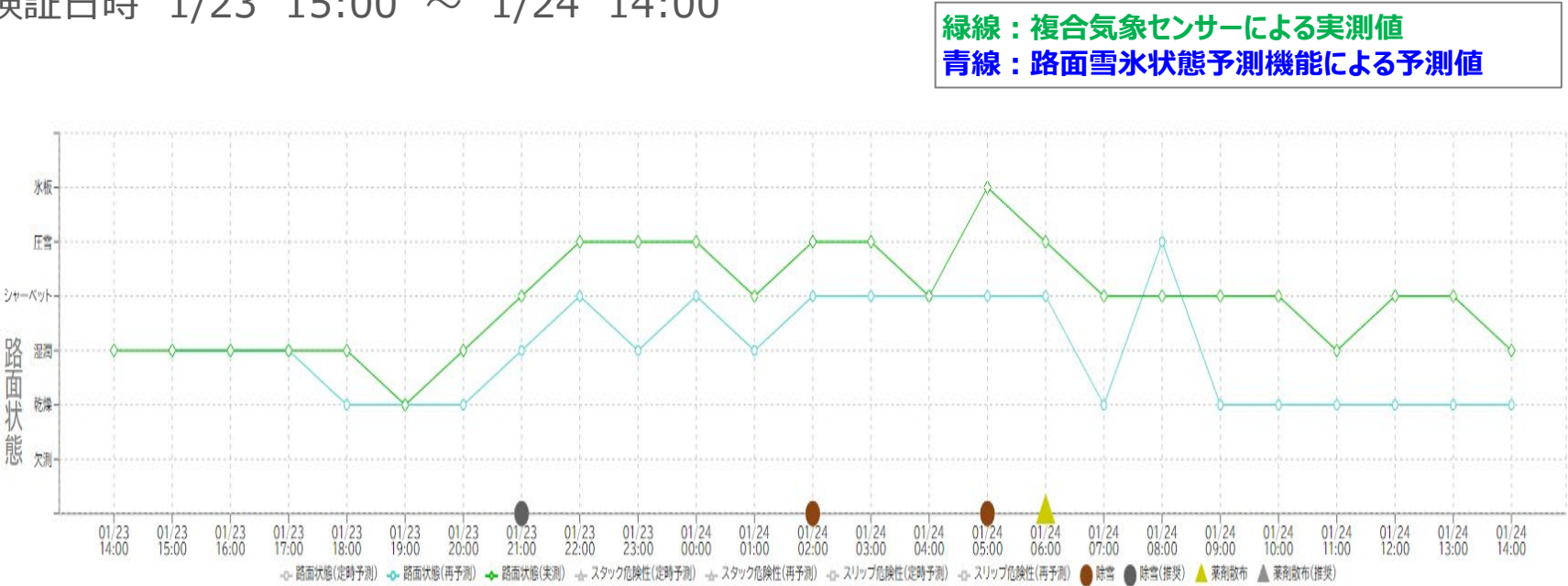
■ 予測結果サマリ

時刻	実測	予測	合致有無
15:00	乾燥	湿潤	×
16:00	乾燥	湿潤	×
17:00	乾燥	湿潤	×
18:00	乾燥	湿潤	×
19:00	乾燥	湿潤	×
20:00	乾燥	湿潤	×
21:00	乾燥	乾燥	○
22:00	乾燥	乾燥	○
23:00	乾燥	シャーベット	×
0:00	乾燥	氷板	×
1:00	乾燥	氷板	×
2:00	乾燥	氷板	×
3:00	乾燥	乾燥	○
4:00	乾燥	乾燥	○
5:00	乾燥	乾燥	○
6:00	乾燥	乾燥	○
7:00	乾燥	乾燥	○
8:00	乾燥	乾燥	○
9:00	乾燥	乾燥	○
10:00	乾燥	乾燥	○
11:00	乾燥	乾燥	○
12:00	乾燥	乾燥	○
13:00	乾燥	乾燥	○
合致率			56.5%

補足資料（路面雪氷状態予測精度の検証結果）

以下の検証日時において1時間単位で、複合気象センサーによる実測値と路面雪氷状態予測による予測値の合致有無を確認し、合致率の精度検証を実施した。

検証日時 1/23 15:00 ～ 1/24 14:00



■ 予測結果サマリ			
時刻	実測	予測	合致
15:00	湿潤	湿潤	○
16:00	湿潤	湿潤	○
17:00	湿潤	湿潤	○
18:00	湿潤	乾燥	×
19:00	乾燥	乾燥	○
20:00	湿潤	乾燥	×
21:00	シャーベット	湿潤	×
22:00	圧雪	シャーベット	×
23:00	圧雪	湿潤	×
0:00	圧雪	シャーベット	×
1:00	シャーベット	湿潤	×
2:00	圧雪	シャーベット	×
3:00	圧雪	シャーベット	×
4:00	シャーベット	シャーベット	○
5:00	氷板	シャーベット	×
6:00	圧雪	シャーベット	×
7:00	シャーベット	乾燥	×
8:00	シャーベット	圧雪	×
9:00	シャーベット	乾燥	×
10:00	シャーベット	乾燥	×
11:00	湿潤	乾燥	×
12:00	シャーベット	乾燥	×
13:00	シャーベット	乾燥	×
合致率			21.7%

補足資料（路面雪氷状態予測精度の検証結果）

以下の検証日時において1時間単位で、複合気象センサーによる実測値と路面雪氷状態予測による予測値の合致有無を確認し、合致率の精度検証を実施した。

検証日時 2/1 15:00 ～ 2/2 14:00

緑線：複合気象センサーによる実測値
青線：路面雪氷状態予測機能による予測値



■ 予測結果サマリ			
時刻	実測	予測	合致
15:00	湿潤	乾燥	×
16:00	湿潤	乾燥	×
17:00	湿潤	乾燥	×
18:00	湿潤	乾燥	×
19:00	湿潤	乾燥	×
20:00	乾燥	乾燥	○
21:00	乾燥	乾燥	○
22:00	乾燥	乾燥	○
23:00	乾燥	乾燥	○
0:00	乾燥	乾燥	○
1:00	乾燥	乾燥	○
2:00	乾燥	乾燥	○
3:00	乾燥	乾燥	○
4:00	乾燥	乾燥	○
5:00	乾燥	乾燥	○
6:00	乾燥	乾燥	○
7:00	乾燥	乾燥	○
8:00	乾燥	乾燥	○
9:00	乾燥	乾燥	○
10:00	乾燥	乾燥	○
11:00	乾燥	乾燥	○
12:00	乾燥	乾燥	○
13:00	乾燥	乾燥	○
合致率			78.3%

2 本実証における検証ポイントと結果

b.技術検証 スタック危険性予測の有用性について、スタック発生がない状況において加賀市から肯定的評価をいただいた。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
数値予測モデルによる路面雪氷状態、及びスタック危険性予測	Ⅱ スタック危険性予測精度の検証	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者の経験則との乖離が少ないこと（50%以上の関係者において肯定的評価であることとする）	実証期間中、加賀市へ日次のアンケートを行った結果、スタック危険性予測の結果について、加賀市の体感と「おおそ合致している」（1/12～2/29の全日分）と回答があり、肯定的評価になったことから、スタック危険性予測精度について、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができた。 ＜アンケートでの選択肢＞ ①合致している ②おおそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない	26ページの「スタック危険性予測の有用性検証」に記載のとおり、今回の実証期間中、加賀市内でスタック発生はなく、スタック危険性予測の結果と一致していたことから、加賀市より肯定的評価になったと考えられる。 そのため、スタック発生傾向（仮説：降雪量20cm以上の雪が2日以上連続で降る日とする）がない場合のスタック危険性予測精度を検証することはできたが、一方で、スタック発生傾向がある場合のスタック危険性予測精度は検証できなかったため、当該検証については今後の課題とする。

	スタック発生傾向なし	スタック発生傾向あり
スタック発生なし	確認済み	未確認
スタック発生あり	（スタック発生していないことを） 確認済み	未確認

今回の実証では、スタック発生傾向（仮説：降雪量20cm以上の雪が2日以上連続で降る日とする）に該当する降雪量がなかったため、スタック発生傾向ありのケースについては未確認となった。

2 本実証における検証ポイントと結果

b.技術検証 路面積雪判定、交通量カウント精度、車両滞留検知精度は目標を達成した。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
道路監視カメラ映像の画像AI解析による事象（路面積雪判定、交通量カウント、及び車両滞留）検知	I 学習済みAIモデルを用いた、路面積雪判定、交通量カウント、及び車両滞留検知精度の検証	路面積雪有無判定の合致率 80%以上	実証路線での路面積雪有無判定の合致率は、84.4%となり、目標の80%を達成した。 また、参考に実証路線以外の石川県既設カメラ設置拠点2カ所（路面積雪判定数が多かった拠点）についても路面積雪有無判定の合致率を検証した。 検証結果の詳細については、40ページ参照。	40ページ参照。
		交通量カウント精度 ±10%以内	実証路線において、日中帯・夜間帯（積雪あり・なし）それぞれのパターンで交通量カウント精度の検証を実施した。 夜間帯（積雪あり）のパターン以外については交通量カウント精度は目標の±10%以内を達成した。 検証結果の詳細については、44ページ参照。	44ページ参照。
		車両滞留検知精度 80%以上	実証期間中、実証路線において車両滞留が発生しなかったため、実証路線に車を1台停車させて疑似的に車両滞留状態を再現し、システムで検知されるか検証を実施した。 結果、滞留車両が映っているカメラ画像と、システム検知の比較を行った結果、一致していたことから車両滞留検知精度は100%とし、目標の80%を達成した。	左記のとおり、疑似的に車両滞留状態を再現し、雪害対策システムで車両滞留が検知はされたことから、目標を満たす検知精度が確認できたと考えられる。（雪害対策システムでの検知画面は47ページ参照。）

補足資料（路面積雪判定精度の検証結果）

実証期間中の以下3拠点での路面積雪判定数（1時間単位）を抽出し、カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果を比較し、精度検証を実施した。石川県の既設カメラ設置拠点の内、以下2拠点については、積雪が多い山間部エリア（我谷町）及び画面内に白線が多いエリア（河南町）での精度を確認するため、当該拠点を選定した。

拠点名		路面積雪判定数		合致率	考察
		カメラ画像の目視 チェック結果	システムでの 判定結果		
小菅波 （実証用の新設カメラ設置拠点）		27回	32回	84.4%	カメラ画像の目視チェック結果とシステム検知結果の合致率は84.4%となり、目標を満たす検知精度が確認できたと考えられる。
山中温泉我谷町 （石川県の既設カメラ設置拠点）		142回	158回	89.9%	カメラ画像の目視チェック結果とシステム検知結果の合致率は89.9%となり、目標を満たす検知精度が確認できたと考えられる。
河南町 （石川県の既設カメラ設置拠点）		60回	438回	13.7%	カメラ画像の目視チェック結果とシステム検知結果の合致率は13.7%となり、目標を下回る結果となった。合致率が低い原因としては、当該拠点は左図のとおりカメラ画面に横断歩道が映っており、横断歩道上の白線をAIが誤って積雪判定したためと考えられる。当該拠点のように画面内に白い画像が多量に映る拠点での精度向上は、今後の課題として考えられる。

補足資料（路面積雪判定精度の検証結果）

カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果が「合致したとき／合致しなかったとき」のカメラ画像は以下のとおり。

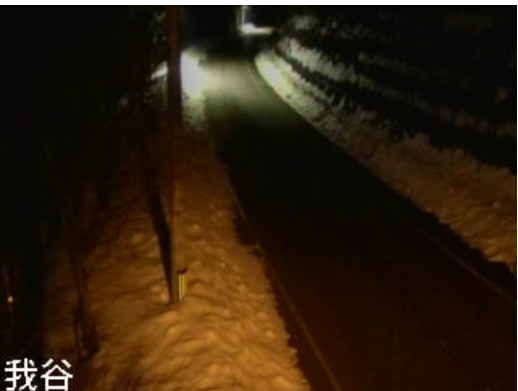
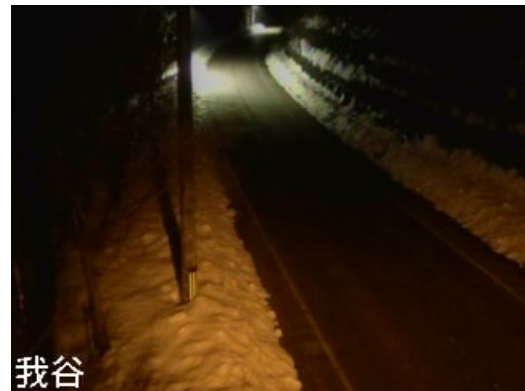
◆拠点名：小菅波

カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果		判定に用いたカメラ画像		
合致したとき	1/23 23:00		1/24 7:00	
			1/25 6:00	
合致しなかったとき	1/28 14:50		1/29 1:00	
			2/23 22:50	

補足資料（路面積雪判定精度の検証結果）

カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果が「合致したとき／合致しなかったとき」のカメラ画像は以下のとおり。

◆拠点名：山中温泉我谷町

カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果	判定に用いたカメラ画像		
合致したとき	1/27 10:45	1/28 4:45	2/27 10:45
	 我谷	 我谷	 我谷
合致しなかったとき	1/29 22:45	1/31 5:45	2/12 16:45
	 我谷	 我谷	 我谷

補足資料（路面積雪判定精度の検証結果）

カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果が「合致したとき／合致しなかったとき」のカメラ画像は以下のとおり。

◆拠点名：河南町

カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果	判定に用いたカメラ画像		
合致したとき	1/16 2:45	1/24 2:45	1/25 0:45
	 河南	 河南	 河南
合致しなかったとき	1/16 22:45	1/17 15:45	2/3 7:45
	 河南	 河南	 河南

補足資料（交通量カウント精度の検証結果）

実証路線での日中帯・夜間帯（積雪あり・なし）それぞれのパターンでの交通量カウント精度を確認するため、以下の日程における交通量カウント台数を抽出し、カメラ画像の目視チェック結果とシステムでの判定結果を比較し、精度検証を実施した。

日付	時間 (積雪状況)	車線	交通量カウント台数		カウント精度 (誤差率)	考察
			カメラ画像の目視 チェック結果	システムでの カウント結果		
1/16	15 : 00～16 : 00 (積雪なし)	上り	340台	335台	-1.5%	日中帯、夜間帯ともに誤差率は±10%以内となり、目標を満たす検知精度が確認できたと考えられる。
		下り	301台	292台	-3.0%	
	21 : 00～22 : 00 (積雪なし)	上り	92台	89台	-3.3%	
		下り	84台	77台	-8.3%	
1/23	15 : 00～16 : 00 (積雪なし)	上り	301台	298台	-1.0%	日中帯は誤差率は±10%以内となり、目標を満たす検知精度が確認できたが、積雪がある夜間帯は誤差率が-10%を超えたため、目標を下回る結果となった。 1/16の検証結果で、積雪がない夜間帯の精度は問題ないと考えられるため、積雪がある夜間帯の精度向上が今後の課題として考えられる。
		下り	306台	300台	-2.0%	
	20 : 00～21 : 00 (積雪有り)	上り	138台	104台	-24.6%	
		下り	112台	98台	-12.5%	

補足資料（交通量カウント精度の検証結果）

（参考） 1/16 13:00～ 1/17 14:00までの交通量データ

		火					
		上り			下り		
時間 个		普通車	大型車	合計	普通車	大型車	合計
13:00		257 台	5 台	262 台	102 台	2 台	104 台
14:00		251 台	9 台	260 台	125 台	1 台	126 台
15:00		276 台	7 台	283 台	75 台	3 台	78 台
16:00		299 台	3 台	302 台	83 台	2 台	85 台
17:00		339 台	3 台	342 台	136 台	1 台	137 台
18:00		235 台	0 台	235 台	95 台	7 台	102 台
19:00		154 台	1 台	155 台	58 台	0 台	58 台
20:00		114 台	0 台	114 台	24 台	0 台	24 台
21:00		70 台	1 台	71 台	29 台	0 台	29 台
22:00		60 台	0 台	60 台	18 台	0 台	18 台
23:00		45 台	0 台	45 台	7 台	0 台	7 台

		水					
		上り			下り		
時間 个		普通車	大型車	合計	普通車	大型車	合計
0:00		12 台	1 台	13 台	6 台	0 台	6 台
1:00		10 台	0 台	10 台	3 台	0 台	3 台
2:00		4 台	0 台	4 台	4 台	0 台	4 台
3:00		7 台	0 台	7 台	3 台	0 台	3 台
4:00		6 台	0 台	6 台	4 台	0 台	4 台
5:00		9 台	2 台	11 台	3 台	0 台	3 台
6:00		72 台	2 台	74 台	19 台	0 台	19 台
7:00		308 台	3 台	311 台	93 台	2 台	95 台
8:00		201 台	14 台	215 台	74 台	1 台	75 台
9:00		225 台	13 台	238 台	76 台	5 台	81 台
10:00		282 台	14 台	296 台	128 台	4 台	132 台

		水					
		上り			下り		
時間 个		普通車	大型車	合計	普通車	大型車	合計
11:00		282 台	5 台	287 台	128 台	2 台	130 台
12:00		239 台	7 台	246 台	140 台	2 台	142 台
13:00		269 台	6 台	275 台	117 台	10 台	127 台
14:00		271 台	4 台	275 台	119 台	1 台	120 台

補足資料（交通量カウント精度の検証結果）

（参考） 1/23 13:00～ 1/24 14:00までの交通量データ

	火						
	上り			下り			
時間 个	普通車	大型車	合計	普通車	大型車	合計	合計
13:00	39 台	1 台	40 台	24 台	0 台	24 台	64 台
14:00	56 台	1 台	57 台	28 台	0 台	28 台	85 台
15:00	138 台	3 台	141 台	45 台	0 台	45 台	186 台
16:00	302 台	5 台	307 台	88 台	0 台	88 台	395 台
17:00	375 台	0 台	375 台	138 台	1 台	139 台	514 台
18:00	256 台	0 台	256 台	122 台	0 台	122 台	378 台
19:00	129 台	0 台	129 台	73 台	0 台	73 台	202 台
20:00	116 台	0 台	116 台	30 台	0 台	30 台	146 台
21:00	---	---	---	---	---	---	---
22:00	52 台	0 台	52 台	19 台	0 台	19 台	71 台
23:00	40 台	1 台	41 台	18 台	0 台	18 台	59 台

	水						
	上り			下り			
時間 个	普通車	大型車	合計	普通車	大型車	合計	合計
0:00	25 台	0 台	25 台	9 台	0 台	9 台	34 台
1:00	10 台	2 台	12 台	6 台	0 台	6 台	18 台
2:00	10 台	0 台	10 台	2 台	0 台	2 台	12 台
3:00	8 台	0 台	8 台	4 台	0 台	4 台	12 台
4:00	9 台	1 台	10 台	2 台	1 台	3 台	13 台
5:00	18 台	3 台	21 台	5 台	0 台	5 台	26 台
6:00	43 台	0 台	43 台	10 台	0 台	10 台	53 台
7:00	186 台	4 台	190 台	29 台	4 台	33 台	223 台
8:00	157 台	8 台	165 台	44 台	1 台	45 台	210 台
9:00	97 台	5 台	102 台	19 台	5 台	24 台	126 台
10:00	46 台	5 台	51 台	22 台	0 台	22 台	73 台

	水						
	上り			下り			
時間 个	普通車	大型車	合計	普通車	大型車	合計	合計
11:00	51 台	3 台	54 台	30 台	0 台	30 台	84 台
12:00	54 台	2 台	56 台	17 台	3 台	20 台	76 台
13:00	161 台	8 台	169 台	47 台	6 台	53 台	222 台
14:00	153 台	5 台	158 台	57 台	0 台	57 台	215 台

補足資料（車両滞留検知精度の検証結果）

実証路線に車を1台停車させて疑似的に車両滞留状態を再現し、システムで検知されることを確認した。



2 本実証における検証ポイントと結果

c.運用検証 加賀市より一定の評価はいただけたものの、実運用を考慮したシステム化が必要であることが判明した。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
路面雪氷状態、及び路面凍結予測から、雪害対策活動判断・除雪指示の適正運用を実現する、作業開始時刻、凍結防止剤散布量のシミュレーション	I シミュレーションや判定結果を基とした活動判断／運用に関する適正性	従来の雪害活動判断基準との乖離の明瞭化によりシミュレーションの有効性が認められること (50%以上の関係者において肯定的評価であることとする。)	(1) 除雪開始判断タイミング精度 実証終了後、加賀市へアンケートを行った結果、スタック危険性の有用性について、「やや合致している」と回答があり、肯定的評価になったことから、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができた。 ＜アンケートでの選択肢＞ ①合致している ②おおよそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない	49ページ参照。
			(2) 凍結防止剤散布判断タイミング精度 実証終了後、加賀市へアンケートを行った結果、スタック危険性の有用性について「あまり合致していない」と回答があり、肯定的評価には至らなかったことから、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができなかった。(日付によっては概ね合致している日もある。詳細は次ページ参照。) ＜アンケートでの選択肢＞ ①合致している ②おおよそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない	49ページ参照。

補足資料（除雪開始及び凍結防止剤散布判断タイミングの検証結果）

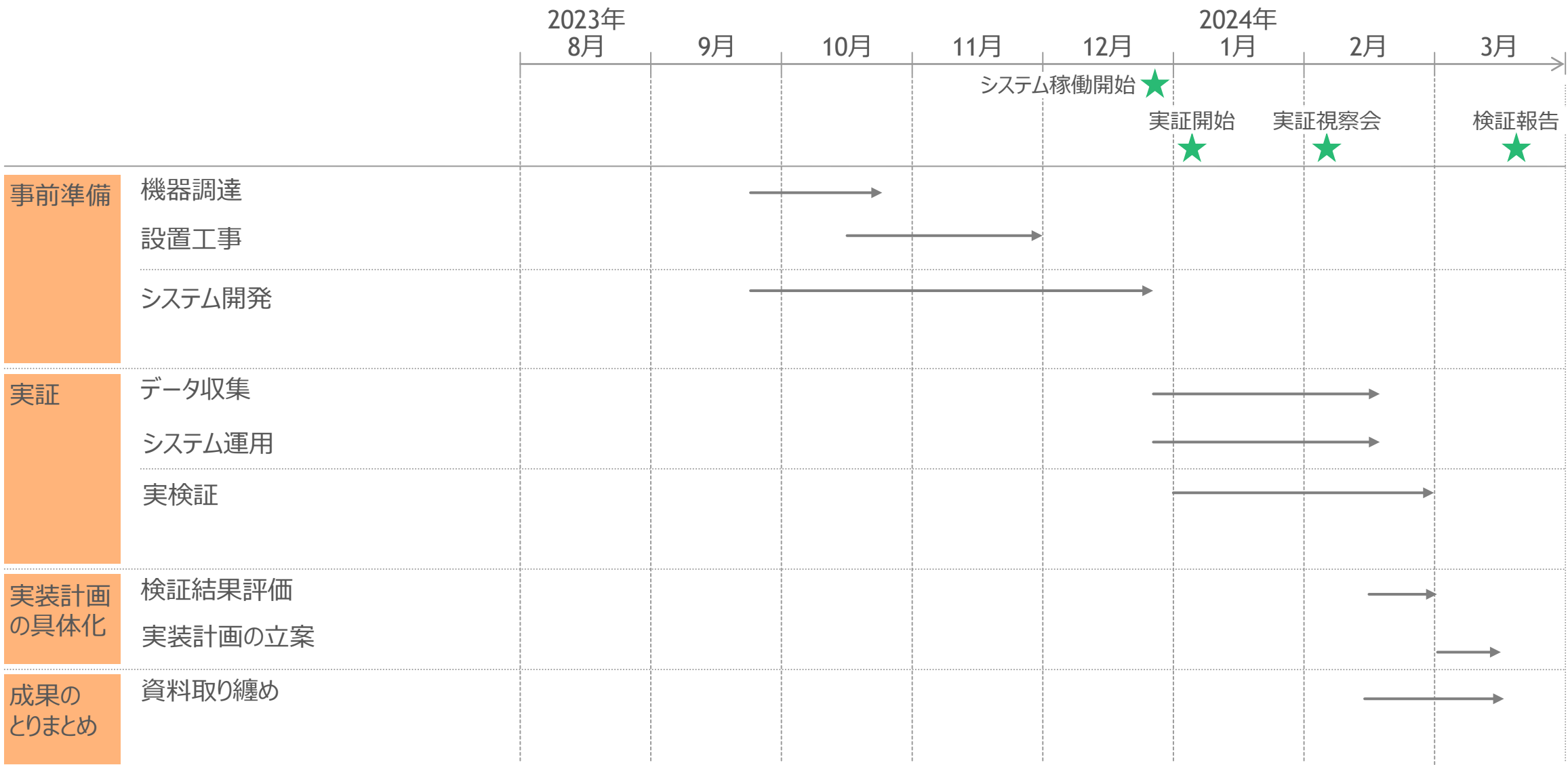
分類	加賀市での実績時間	システム出力結果 （推奨時間）	加賀市へのアンケート結果		考察
			実証期間中	実証終了後	
除雪作業	1/24 2時、5時	1/23 21時	合致していない	やや合致している [アンケートコメント] 実際の除雪作業は時間帯を考慮して実施しているが、推奨タイミングとしてはあっているのではないか。	実証路線は、朝6時～8時頃の通勤時間帯に交通量が多くなるため、加賀市では夜中から朝方にかけて除雪する運用を行っている。そのため、実績時間とシステム出力結果には乖離がある結果となったが、推奨時間としては加賀市に評価いただけた。今後、横展開に向けて各自治体の運用をどこまで考慮し、システム化するかが課題と考えられる。
凍結防止剤 散布作業	1/14 5時	1/14 3時	おおよそ合致している	あまり合致していない [アンケートコメント] 除雪後、路上で圧雪状態となった雪を溶かすため、除雪後に凍結防止剤を散布するケースがある。	加賀市では、圧雪状態の雪を融かすために凍結防止剤を散布する運用を行っている。そのため、除雪作業がなかった日（1/14、1/17）においては実績時間とシステム出力結果に大きな乖離はなかったが、除雪作業が実施された日及びその数日（1/24～1/26）においては結果に乖離が発生した。今後、横展開に向けて各自治体の運用をどこまで考慮し、システム化するかが課題と考えられる。
	1/17 2時、6時	1/17 1時	おおよそ合致している		
	1/24 6時	出力なし	合致していない		
	1/25 2時	出力なし	合致していない		
	1/26 6時	出力なし	合致していない		
	実施なし	2/16 23時	合致していない		

③ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

実装・展開に向けて最も優先度が高い課題はインプットデータの精度向上(項番1)、現場運用判断との擦り合わせ、及びシステムへの反映(項番2)である。

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	【1. 技術実証で判明した課題】 ① 各種予測に活用するインプットデータの精度向上 ② 各種予測に活用するインプット対象エリアデータの狭域化 ③ 計算効率向上及び計算リソース確保	1-① 現地実測データを用いたデータ同化技術により、インプット予測データの精度向上を図る。 1-② 環境影響を考慮したインプットデータ補正を行う。(リアル交通量、地形情報でのデータ補正) 1-③ 計算ロジック・計算処理言語の見直し、コストパフォーマンスの高い計算機リソースの探索を行う。	1-① N T Tデータ北陸 1-② N T Tデータ北陸 1-③ N T Tデータ北陸	1-① 採用技術検討(2025.3) 技術適用(2025.10) 1-② 採用技術検討(2024.8) 技術適用(2024.12) 1-③ ロジック・言語見直し(2024.8) リソース選択肢検討(2024.8) コストパフォーマンス検討(2024.12)
	【2. 運用実証で判明した課題】 ① 凍結防止剤散布量シミュレーション機能の活用	2-① 凍結防止剤散布量のコントロールが現場と合致していないため、シミュレーションと合致させるための調整および活用のためのシステム対応を行う。	2-① 加賀市 N T Tデータ北陸	2-① 現場調整(2024.6) 仕様検討(2024.9) 技術検討・適用(2024.12)
横展開に 向けて	【3. 技術実証で判明した課題】 ① 活用データの増大 ② シミュレーション等に必要なコンピュータリソースに関するコスト削減	3-① データ連携基盤などを活用して、各道路等、管理者が保有する情報を収集し、予測精度向上とともに、双方にメリットのある連携体制を構築していく。 3-② 共同化などの推進により、コンピュータリソースのコストパフォーマンスを最適化し、小規模な自治体でも展開可能とする。	3-① N T Tデータ北陸 加賀市、及び周辺自治体 3-② N T Tデータ北陸	3-① 採用技術検討(2024.8) 各組織調整(2024.10) 技術適用(2025.12) 3-② 採用技術検討(2024.8) マーケティング実施(2025.3) 技術適用・サービス展開(2026.12)
	【4.運用実証で判明した課題】 ① 実運用で現場が使用する除雪判断要素とシステムとの合致	4-① 現場での除雪判断基準の明確化と実装に向けたシステムへの反映可否判断および反映	4-① N T Tデータ北陸	4-① 現場調整(2024.6) 仕様検討(2024.9) 技術検討・適用(2024.12)

6 実証スケジュール



7 リスクと対応策

リスク			対応策
項目		概要	
事前準備	機器の納入遅れ	半導体不足の影響により、通常1.5か月程度の納期である屋外カメラが納入されない可能性がある。	複数メーカーの屋外カメラを選定しておき、納期リスクが発生する可能性がある場合は、その時点でのメーカー変更も考慮しておく。
	降雪量の不足	例年以上の暖冬により期待した降雪量が確保できない。	
実証	特になし	同左	同左
実装計画の具体化	特になし	同左	同左
成果のとりまとめ	特になし	同左	同左

8 PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

週次進捗報告

- 開催時期: 週次
- 方法: メール
- 体制: アジェンダ加賀市、JAIST、NTT西日本、NTTデータ北陸
清水建設
 - 各社、準備・実証の進捗状況確認
 - 緊急時でない課題の共有
 - 実装・横展開に向けた課題の洗い出し

月次進捗報告

- 開催時期: 月次
- 方法: Web会議
- 体制: 加賀市、JAIST、NTT西日本、NTTデータ北陸、清水建設
- アジェンダ
 - 各社、準備・実証の進捗状況確認
 - 当月の課題の共有まとめ

緊急時

課題発生時の情報共有

- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 頻度: 問題発生当日中
- 方法: メール、必要に応じてweb会議開催
- 体制: 加賀市、JAIST、NTT西日本、NTTデータ北陸、清水建設

対策を立案・実行する体制

対策方針の議論・決定

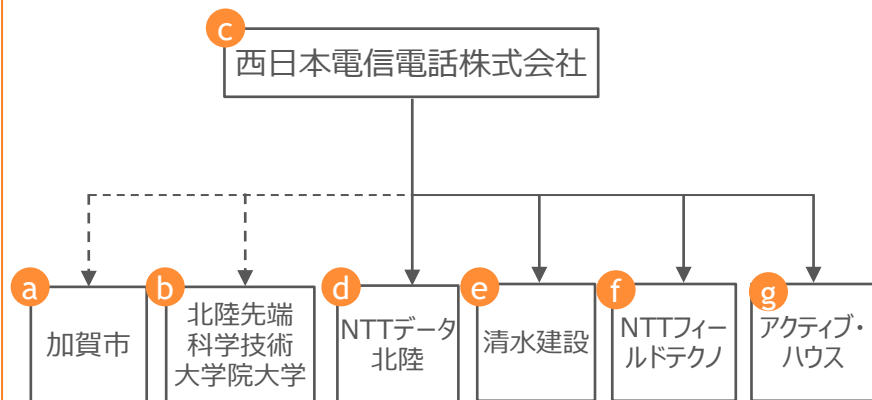
- 実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合
- 頻度: 月に1回 (緊急性が高い場合、発生から1週間以内)
- 方法: Web会議
- メンバー: 加賀市、JAIST、NTT西日本、NTTデータ北陸、清水建設

対策方針の議論・決定

- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題に対し至急対策が必要な場合
- 頻度: 問題発生当日中 (問題共有と対策立案は同時に検討)
- 方法: メール、必要に応じてweb会議開催
- 体制: 加賀市、JAIST、NTT西日本、NTTデータ北陸、清水建設

9 実証の実施体制

実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 加賀市	実装主体としての事業の全体戦略の検討、実証フィールド調整	1名 200時間	イノベーション推進部 (マネジャー) 谷口 雅幸
b 北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST)	事業の全体戦略の検討、事業運営調整 技術サポート	1名 40時間	(副学長 教授) 丹 康雄
c 西日本電信電話株式会社 (NTT西日本)	全体取り纏め Wi-Fi HaLowに関する設計	5名 計460時間	金沢ビジネス営業部 エンタープライズビジネス営業部 (担当課長) 沢本 佳久
d 株式会社NTTデータ北陸	システムおよび各種センサに関する設計、構築、設置設定・配線工事、データ分析、技術検証、評価	7名 計4200時間	社会基盤事業部 営業統括部 営業担当 (部長) 山下 雅代
e 清水建設株式会社	雪害分科会リーダー等会議体運営 雪害対策ノウハウ提供	4名 計120時間	スマートシティ推進室 豊洲スマートシティ推進部 (部長) 田中 博文
f 株式会社NTTフィールドテクノ	Wi-Fi HaLowに関する構築、設置設定、配線工事	2名 計200時間	金沢設備部 ビジネスエンジニアリング担当 (担当課長) 今田 有彦
g 有限会社アクティブ・ハウス	Wi-Fi HaLowに関する構築、設置設定、配線工事	2名 計30時間	(代表取締役) 阿慈地 大志

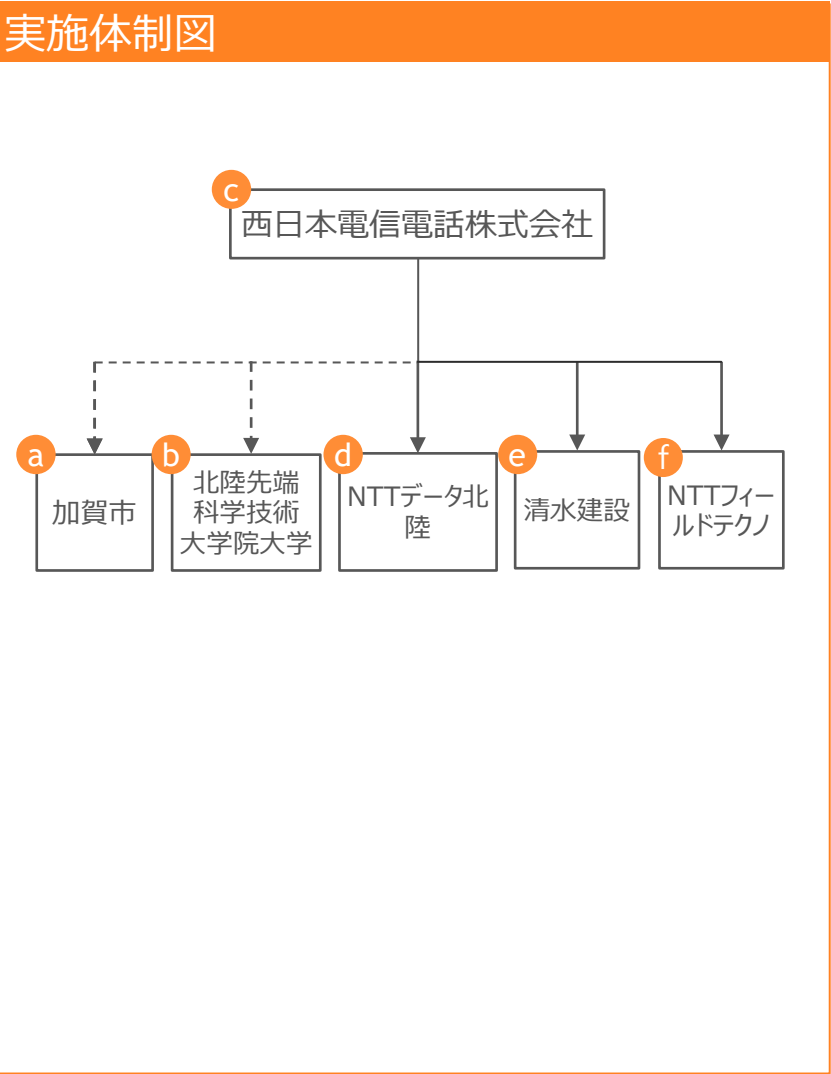
1 実装計画・スケジュール

a. 実装に向けた具体的計画

2023	2024	2025~
本実証	実装・横展開可能性検討	横展開
実証環境を構築し、実用的な雪害対策システムの実装に向けて、「各種数理予測モデル」、「予測に基づいた雪害対策シミュレーション」、「事象検知」それぞれの機能有効性を実証し、実装化の要件を満たして、実装に進めるかどうかを判断 - 路面雪氷状態予測およびスタック危険性予測に関する数理予測モデルの有効性検証 - 予測数理モデルに基づいた雪害対策シミュレーションと実際の雪害対策活動との比較による実用性検証 - 道路監視映像を活用した事象検知の有効性検証 また、現状の除雪出動や凍結防止剤散布の判断・指示等の業務フローを調査し、システム運用時に必要な機能や操作性を確認し、実運用可能とするための機能の検討・整理を実施	分析・予測シミュレーションに基づく除雪対策を実施、実装・運用後の有効性を測定・評価 - システム機能強化および精度向上 - 分析・予測シミュレーションに基づく除雪対策の実施 - 実装・運用後の有効性の評価 - 機能・運用課題の整理 他豪雪地域への横展開や広域共同利用等に関する可能性検討 - 他豪雪地域における課題・ニーズ調査 - 他地域気象データ・予測データの取得 - 机上テスト検証 - 他地域における精度検証 - 共同利用やデータ連携等の検討(費用対効果検証)	他豪雪地域への横展開 - 他自治体への提案(石川県、富山県、福井県および積雪の多い市町等をターゲット) - 導入自治体の費用負担等運用検討 - 複数自治体導入時のシステム運用検討 - システム機能強化および精度向上

1 実装計画・スケジュール

b.実装の体制



団体名	役割	リソース
a 加賀市	実装主体としての事業の全体戦略の検討 ・実装・運用（本格運用） ・Wi-Fi HaLowのエリア拡充計画 ・分析・予測シミュレーションに基づく除雪対策の実施と有用性評価	1名
b 北陸先端科学技術大学院大学	・事業の全体戦略の検討、事業運営調整 技術サポート (StarBED活用に関する検討支援等)	1名
c 西日本電信電話株式会社	・全体取り纏め ・Wi-Fi HaLowに関するエリア拡充、利活用ユースケースの検討	4名
d 株式会社NTTデータ北陸	・本事業を踏まえたシステム機能強化 ・システム運用サポート ・検証（測定・評価）、機能・運用課題の抽出・整理 ・横展開・広域共同利用等の可能性検討	7名
e 清水建設株式会社	・雪害分科会リーダー等会議体運営 ・雪害対策ノウハウ提供	4名
f 株式会社NTTフィールドテクノ	・Wi-Fi HaLowに関する構築、設置設定、配線工事	2名

② 他地域への横展開の方策

対象 (地域・業界団体等)	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
石川県	－ 過去の雪害から、隣接自治体等において同様の事象が発生していることは確認済みであり、同様の課題を抱えているものと推察している	実証の結果・成果をもとに、石川県への導入や連携提案を開始 石川県広域データ連携基盤を介した県保有データ(既設カメラ・センサ、除雪状況)の取得・活用提案	データの共有・一元化により、冬期道路の一体的な安全確保を実現
隣接自治体、北陸地域の自治体	－ 過去の雪害から、隣接自治体等において同様の事象が発生していることは確認済みであり、同様の課題を抱えているものと推察している	実証の結果・成果をもとに、まずは加賀市隣接自治体や福井県・富山県などへの導入や連携提案を開始 県下市町村での共同利用の提案	データの共有・一元化により、冬期道路の一体的な安全確保を実現 システム導入・運用コストの低減
他の特別豪雪地帯・豪雪地帯の自治体	－	他豪雪地帯における課題・ニーズ調査、他地域気象データ・予測データの取得と机上テスト検証、PoC精度検証を実施し、横展開を目指す	複数自治体への導入によりサービス型への転換も可能となれば、運用コスト・利用料の低減が可能
国土交通省、警察、消防	－	取り組みの共有を行い、連携のニーズ・可能性を調査する	国道・県道・市道の一体的な安全確保や道路利用者へのサービス向上に向けた取り組みにつながる

3 普及啓発活動

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
「加賀市デジタルツインコンソーシアム」での成果発表（マスコミ同席）	実施時期未定。本実証事業終了後に開催されるコンソーシアムにおいて発表予定	コンソーシアム報告用資料の作成	報道発表により、雪害対策を課題とする他自治体からの問い合わせが見込まれる
実証視察会の開催	—	視察会での最終報告へ向けて実証内容の実施と視察会用資料の作成	総務省および有識者の方々に実証内容や今後の構想を深く理解いただくことにより、他自治体での同様の取り組みに対して参考事例としての情報提供が見込まれる
北陸デジタル田園都市国家インフラ整備推進協議会での事例発表	2024年2月29日に開催された協議会で事例を発表	今後も事例発表の依頼に応じて対応	積雪の多い北陸地方の他自治体へ事例を共有、提案することで水平展開が見込まれる

③ 普及啓発活動

実証視察会について

【概要】

- ・日時：2024年2月5日（月）13:30～16:00
- ・場所：加賀市イノベーションセンター、加賀市中継ポンプ場付近
- ・現地参加者：総務省 地域通信振興課 立脇優一主任、中村仁美係員 BCG 袴田竹宏コンサルタント
加賀市デジタルツイン基盤協議会（加賀市、JAIST丹先生、清水建設、NTTデータ北陸、NTT西日本）
福井大学 藤本明宏准教授
- ・実施事項：①観測局設備に関する説明 ②雪害対策支援システムに関する説明

実証現場の視察①

＜観測局設備に関する説明＞

観測局に設置している各種機器について、現地拠点で説明を実施

[各種機器]

- ① Wi-Fi HaLow
- ② 屋外カメラ
- ③ 複合気象センサー

Wi-Fi HaLow子機



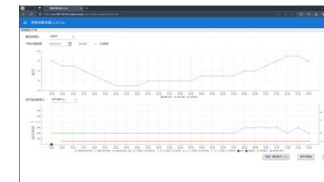
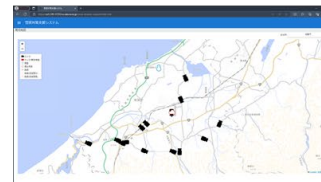
実証現場の視察②

＜雪害対策支援システムに関する説明＞

雪害対策支援システムの各種機能、検証精度状況、今後に向けた課題等について説明を実施

[主な機能]

- ① 数値予測モデルを活用した予測機能
 - ・路面雪氷状態予測、スタック危険性判定
- ② 雪害対策シミュレーション機能
 - ・除雪開始判断、凍結防止剤散布判断
- ③ 事象検知機能
 - ・路面積雪判定、滞留検知、交通量カウント
- ④ 既設システムからのデータ取得機能
 - ・カメラ（石川県、加賀市）、積雪センサー（石川県）



③ 普及啓発活動 実証視察会について 【タイムスケジュール】

No.	目次	内容	所要時間	
0.	集合	加賀市イノベーションセンター 正面玄関集合 ⇒ 会議室へご案内 (石川県加賀市大聖寺八間道65番地)	—	13:30
1.	オープニング	ご挨拶、自己紹介 当日のタイムスケジュール説明	5分	13:30~13:35
2.	視察会の概要説明	実証事業の概要説明（取組み背景、目指すアウトカム、体制、スケジュール等） 実証現場の視察概要説明	15分	13:35~13:50
移動（加賀市イノベーションセンター⇒視察現場）			15分	13:50~14:05
3.	実証現場の視察①	加賀市中継ポンプ場付近 屋外カメラ・複合センサー設置場所 (石川県加賀市小菅波町)	15分	14:05~14:20
移動（視察現場⇒加賀市イノベーションセンター）			15分	14:20~14:35
4.	実証現場の視察②	雪害対策支援システムのデモンストレーション、各種機能紹介	30分	14:35~15:05
5.	質疑応答	本実証の関する全体の質疑応答	10分	15:05~15:15 休憩15分
6.	実証現場の視察③	加賀市イノベーションセンター 施設紹介（館内視察）	20分	15:30~15:50
7.	クロージング	今後の実証終了までの進め方確認 等	10分	15:50~16:00

③ 普及啓発活動 実証視察会について 【視察会当日の様子】

観測局設備の見学



オンライン接続（会議風景）



③ 普及啓発活動

実証視察会について

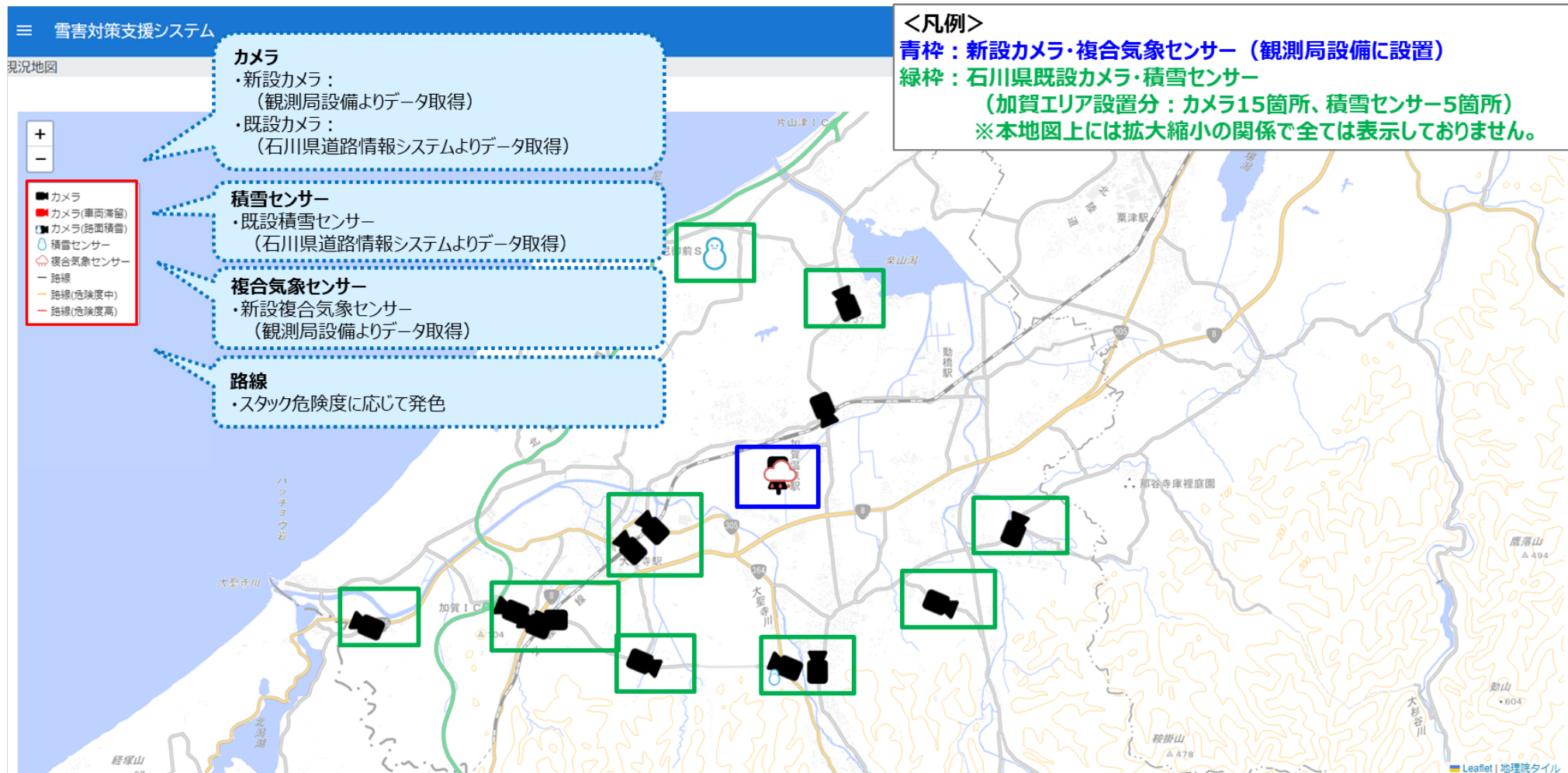
【質疑の内容】

質問	回答	今後の対策案
【Wi-Fi HaLow】 親機－子機間の電波強度が弱いようだか、現地を見ると遮蔽物は特になかったが、通信が悪い原因は例えば親機と子機の距離によるものなのか、それ以外の原因が考えられるのか、どのように分析されているか？	距離の問題か、APの高低差の問題か、設置方法の問題かを確認していく。子機が現状1か所のみなので予備機も含め2台の子機を使用し確認する。	検証の結果、高低差や設置方法は電波強度に影響がないことが確認できた。機器としてこの距離での電波強度の数値であることが分かった。今後、どのような条件で安定した電波強度が得られるかベンダとも検討していく。
【雪害対策】 雪害対策支援システムからは除雪や凍結防止剤散布の推奨時間は出力されなかったが、実運用としては加賀市で除雪や凍結防止剤散布を実施した日があるということになるのか。	御認識通りである。今回の実証ではシステムからのシミュレーション結果に従って、加賀市で実際に除雪や凍結防止剤散布を実施する運用はしていなく、まず現場の判断に基づいた作業とシミュレーション結果にどれくらい乖離があるかを検証することになっている。	加賀市における現状の除雪関連業務の作業実態・運用実態を調査・ヒアリングし、現状のオペレーションを把握する。その上で、実装・運用のフェーズにおいて、職員の利用を前提とした運用検証を検討していく。
【雪害対策】 P.28の1、2インプットデータの精度向上、エリア粒度の向上について、かなりハードルが高いと思う現実的に可能と考えているのか、ご意見を伺いたい。	1（インプットデータの精度向上）については、かなりハードルが高い。地域性もあるので時間がかかると思っている。2（インプットデータのエリア粒度向上）については早い段階で実現できると思っている。	インプットデータのエリア粒度向上に関して、地形などの環境影響を受けるデータ（日照、交通量など）について、カメラ情報増加による交通量データやDSMを利用して、予測のインプットデータを補正し、ピンポイント化を図れないか検討していく。

参考：雪害対策システム画面

1-1. 情報収集・制御機能（現況地図表示機能）

ログイン後のトップ画面では、カメラ・積雪センサー・複合気象センサーによって、加賀エリア全域の状況を一元的に俯瞰し把握可能



1 - 2. 情報収集・制御機能（石川県道路情報システム連携機能）

石川県道路情報システムの既設カメラより取得したデータによって、遠隔で道路状態（道路画像）の確認が可能

The screenshot displays the '雪害対策支援システム' (Snow Disaster Support System) interface. On the left, a legend identifies various symbols: black squares for cameras, red squares for cameras with snow accumulation, blue squares for cameras with snow accumulation, blue circles for snow sensors, red circles for combined weather sensors, yellow lines for roads, orange lines for roads with medium snow accumulation, and red lines for roads with high snow accumulation. The main map shows the prefecture with several camera icons. A red box highlights one camera icon, with a callout box stating 'カメラアイコンをクリック' (Click the camera icon). Another callout box explains the '石川県道路情報システム連携機能' (Ishikawa Prefecture Road Information System Linkage Function), stating it displays information obtained from existing cameras in the system. On the right, a video feed window shows a live image of a road underpass, labeled '監視点名：作見アンダー' (Monitoring Point Name: Tsukumi Underpass). The video feed includes a timestamp '撮影日時：2024/2/2 08:30' (Shooting Date/Time: 2024/2/2 08:30) and a status '路面積雪：なし' (Road Surface Snow: None).

1 - 3. 情報収集・制御機能（石川県道路情報システム連携機能）

石川県道路情報システムの既設積雪センサーより取得したデータによって、遠隔で道路状態（積雪量・気温）の確認が可能



1-4. 情報収集・制御機能（カメラ画像収集機能）

新規設置カメラより取得したデータによって、遠隔で道路状態（道路画像）の確認が可能

The screenshot displays the '雪害対策支援システム' (Snow Disaster Support System) interface. The main map shows a grid of roads in Watabi Town (小菅波町). A red box highlights a camera icon on the map, with a callout stating 'カメラアイコンをクリック' (Click the camera icon). Another callout points to the camera feed window, stating 'カメラ画像収集機能 新設カメラより取得した情報を表示' (Camera image collection function: Display information obtained from newly installed cameras).

The camera feed window shows a live view from the '小菅波(カメラ)' (Kosuganabe Camera) at 2024/2/2 08:30. A red box highlights a black button in the top right corner of the feed, with a callout stating 'カメラ制御機能 黒色のボタンをクリック (画面は次ページ)' (Camera control function: Click the black button (screen is next page)).

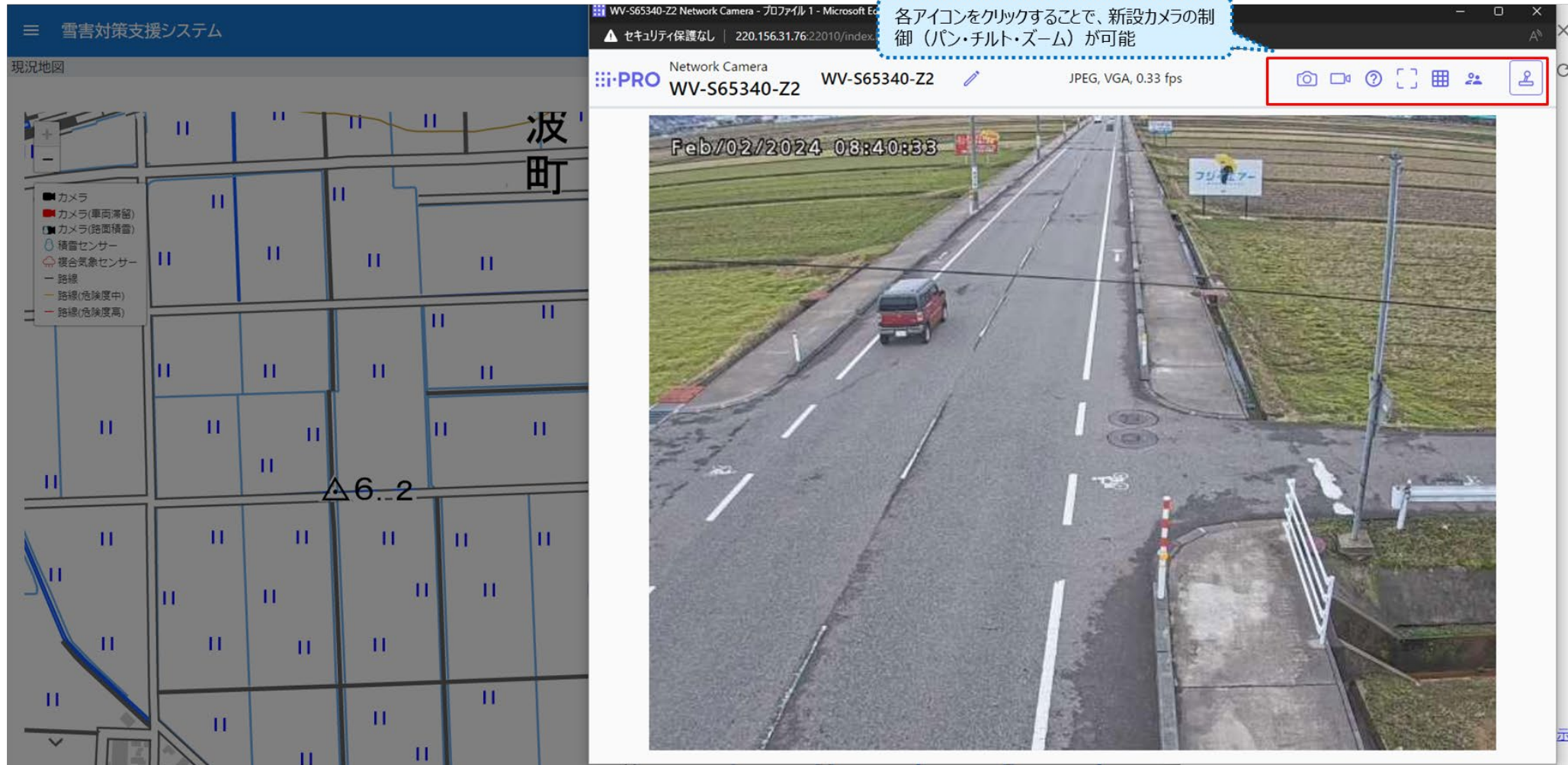
Below the camera feed, the system displays real-time traffic data:

- 路面積雪: なし (No road surface snow)
- リアルタイム (Real-time)
- 撮影日時: 2024/2/2 07:00~08:00
- 上り(国道8号 方面) (Up (National Route 8 direction))
 - 普通車: 268 台 (Ordinary cars: 268 vehicles)
 - 大型車: 6 台 (Large trucks: 6 vehicles)
 - 車両滞留: --- (Vehicle滞留: ---)
- 下り(加賀温泉駅 方面) (Down (Kaga Onsen Station direction))
 - 普通車: 67 台 (Ordinary cars: 67 vehicles)
 - 大型車: 5 台 (Large trucks: 5 vehicles)
 - 車両滞留: --- (Vehicle滞留: ---)

A link at the bottom right reads '交通履歴を表示' (Display traffic history).

1 - 5. 情報収集・制御機能（カメラ制御機能）

新規設置カメラは、遠隔でカメラ制御（パン・チルト・ズーム）が可能



1 - 6. 情報収集・制御機能（複合気象情報収集機能）

複合気象センサーより取得したデータによって、遠隔で道路状態（気温、雨量、路面状態等）の確認が可能



2-1. 路面積雪判定機能

既設・新規設置カメラより取得した道路画像をもとに路面積雪判定を行い、結果確認が可能

≡ 雪害対策支援システム

現況地図

+

-

カメラ

カメラ(車両滞留)

積雪

複合気象

路線

路線(危険度中)

路線(危険度高)

カメラアイコンをクリック
(路面積雪時は雪だるま
アイコンが表示される)

路面積雪判定機能

新設カメラより取得したカメラ画像をもと
にAI分析で路面上の積雪を判定

監視点名: 加賀市上野町

撮影日時: 2024/1/23 19:00



路面積雪: あり

2-2. 交通量観測機能・車両滞留検知機能

新規設置カメラより取得した道路画像をもとに交通量観測・車両滞留検知を行い、結果確認が可能

≡ 雪害対策支援システム

現況地図

カメラ

カメラ(車両滞留)

カメラ(路面積雪)

積雪センサー

複合気象センサー

路線

路線(危険度中)

路線(危険度高)

波町

小菅波町(二)

カメラアイコンをクリック

交通量観測機能

新設カメラより取得したカメラ画像をもとにAI分析で車種を識別し交通量をカウント

車両滞留検知機能

新設カメラより取得したカメラ画像をもとにAI分析で路面上の車両滞留を判定

監視点名: 小菅波(カメラ)

撮影日時: 2024/2/2 08:30

路面積雪: なし

リアルタイム交通量

撮影日時: 2024/2/2 07:00~08:00

上り(国道8号 方面)

普通車: 268 台 大型車: 6 台

車両滞留: ---

下り(加賀温泉駅 方面)

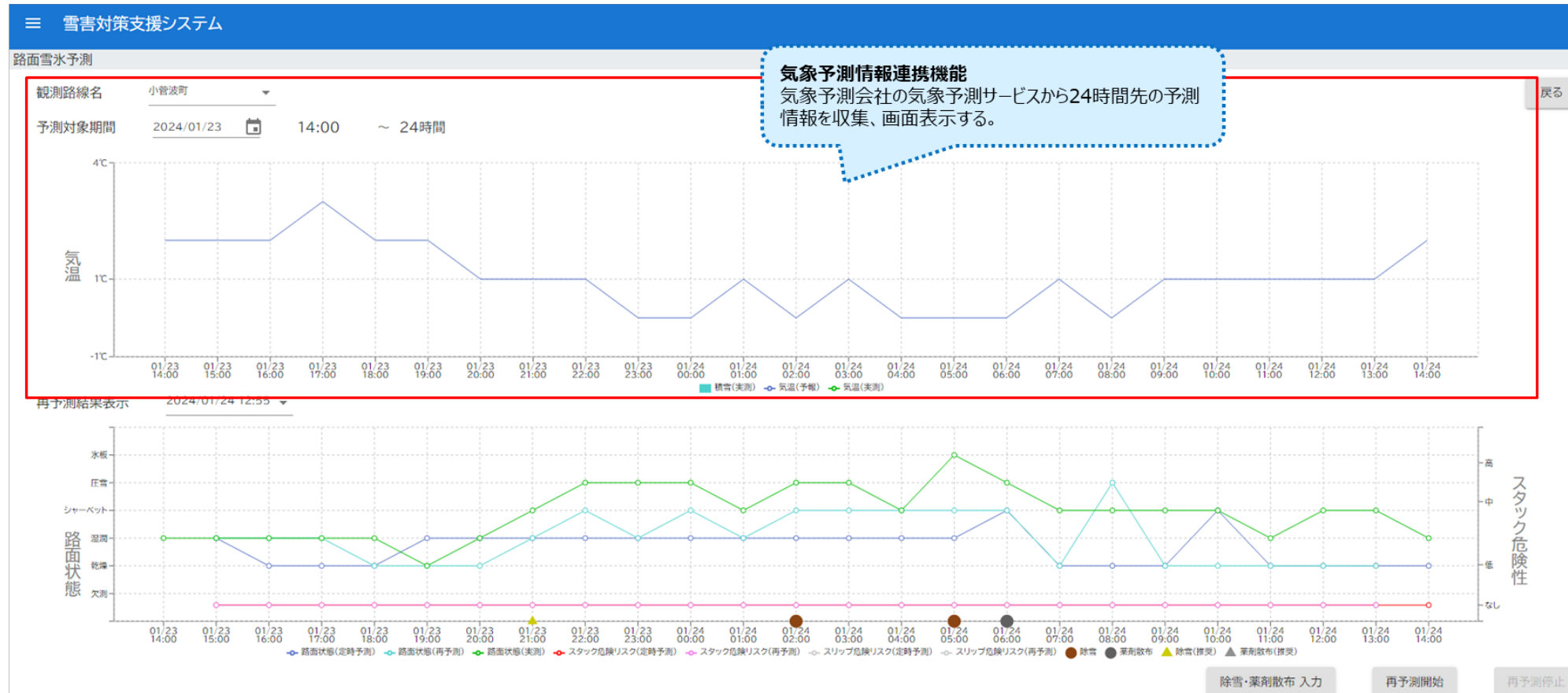
普通車: 67 台 大型車: 5 台

車両滞留: ---

交通量履歴を表示

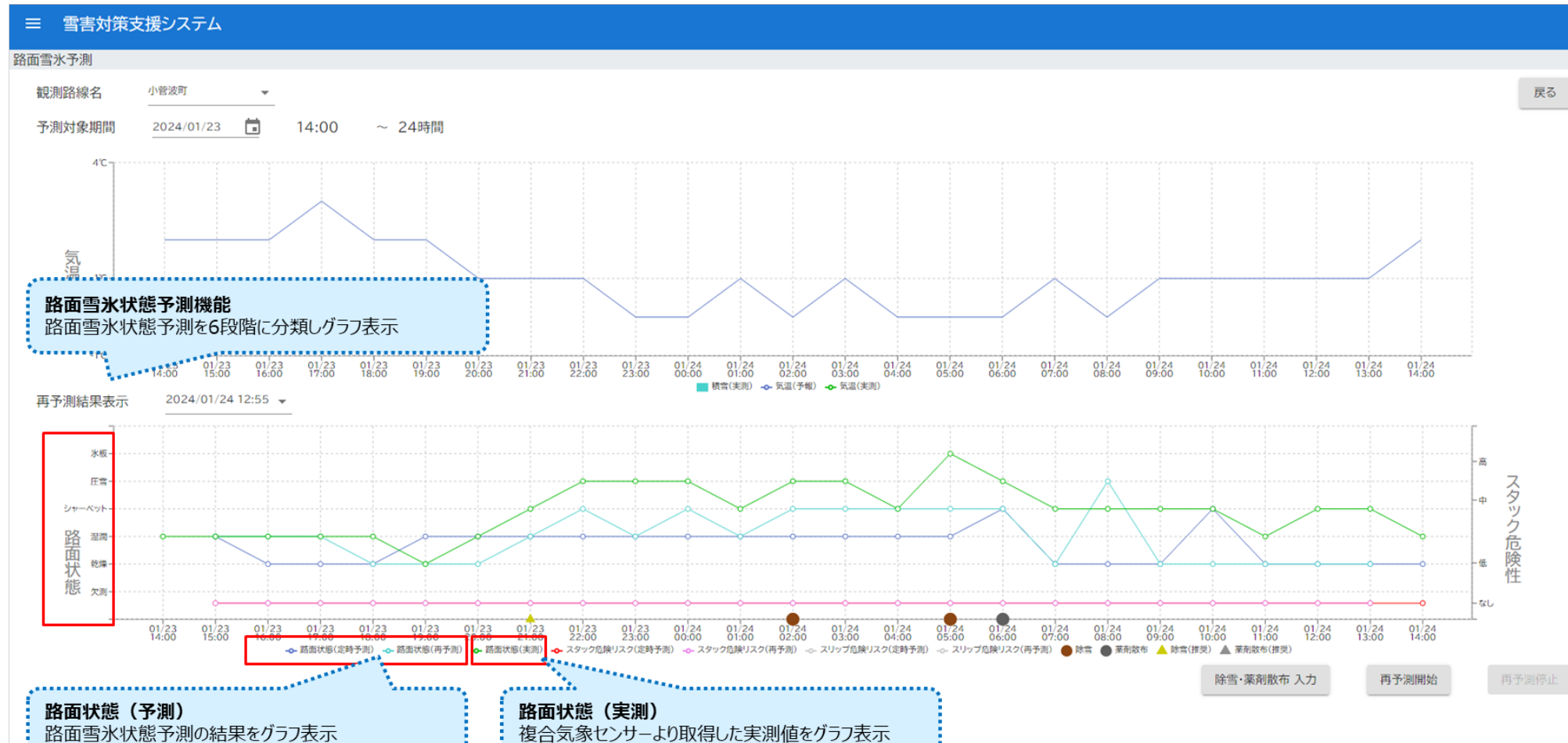
3-1. 外部システム連携機能

気象予測サービスより取得した24時間先までの気温情報の確認が可能



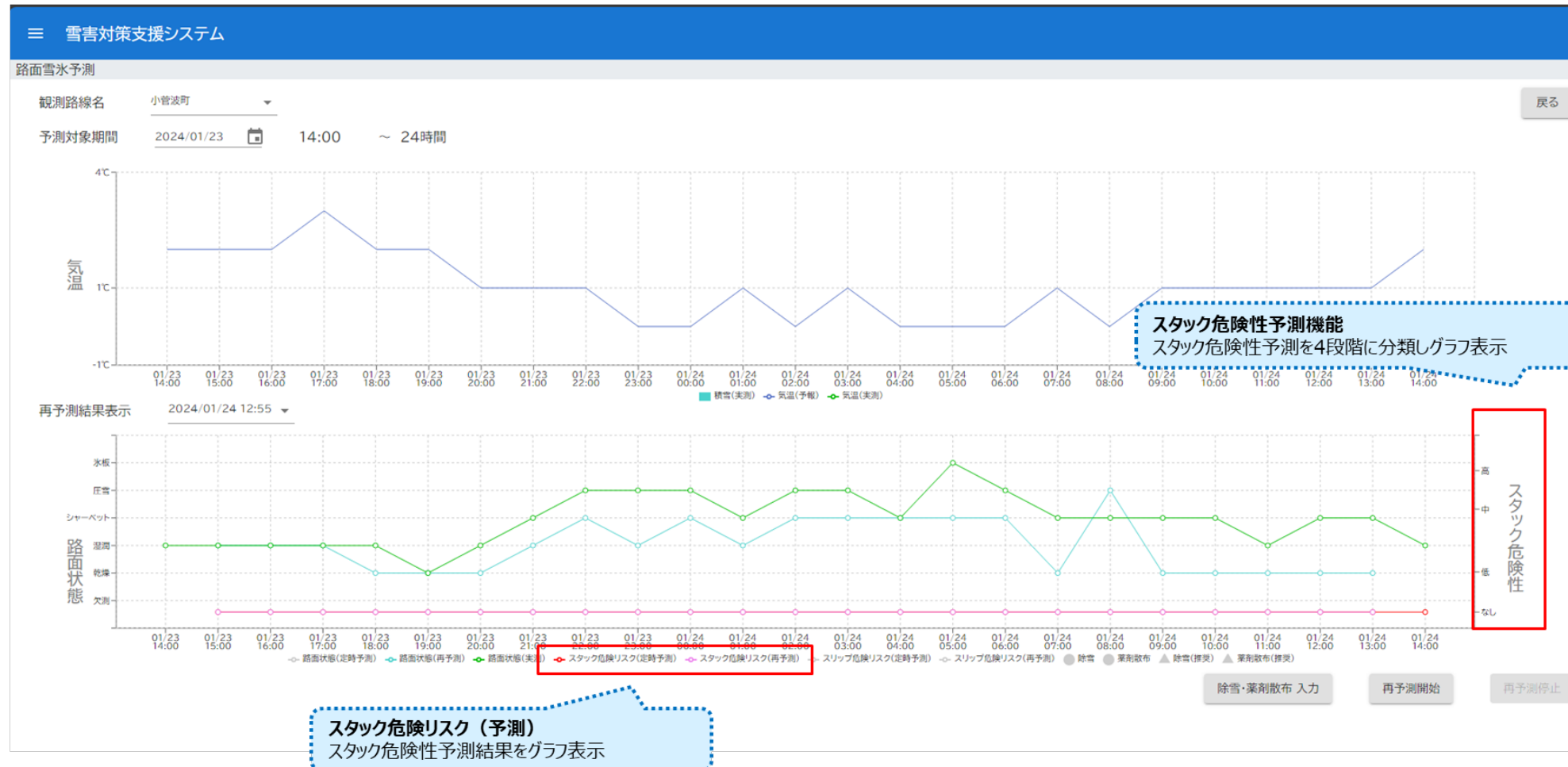
4-1. 路面雪氷状態予測機能

数理予測モデルにもとづいた路面雪氷状態予測結果の確認が可能 ※アルゴリズム及び予測精度状況については後述



4-2. スタック危険性予測機能

数値予測モデルにもとづいたスタック危険性予測結果の確認が可能 ※検証開始後から現時点まで、スタック危険性の判定は発生していない



5 - 1. 雪害対策シミュレーション機能（除雪・散布開始時刻等判定機能）

路面状態のシミュレーションにより、適切な除雪開始時刻・凍結防止剤散布時刻の確認が可能

