

冬期道路マネジメントのための デジタルツイン環境の検討

令和7年3月
北海道地方研究会

北海道における課題

- 広大で積雪寒冷地域である北海道においては、冬期における視程障害等をはじめとした大規模自然災害、凍結融解による舗装劣化等の道路インフラの損傷など、予測困難かつ**突発型の事象**が発生
- インフラ分野のDX、経済の好循環を支える基盤整備、防災・減災社会実現など道路行政の技術開発ニーズを反映

研究の目的

- **次世代の道路交通マネジメントに向けた道路環境のモニタリング・予測、情報共有の仕組みを構築**
- 道路交通マネジメントへの反映により、冬期における人・モノの移動の負担軽減、効率化を支援

研究に期待される効果

- ① 冬期のデジタルツイン構築、交通制御の政策立案ツール提供による**冬期道路課題の克服**
- ② 都市内交通の緩和、冬期道路・交通状況の一元提供による**冬期の移動負担軽減**
- ③ 技術の確立・高度化への貢献
- ④ リアルタイムな道路状況把握、冬期事象以外への応用による災害時早期対応



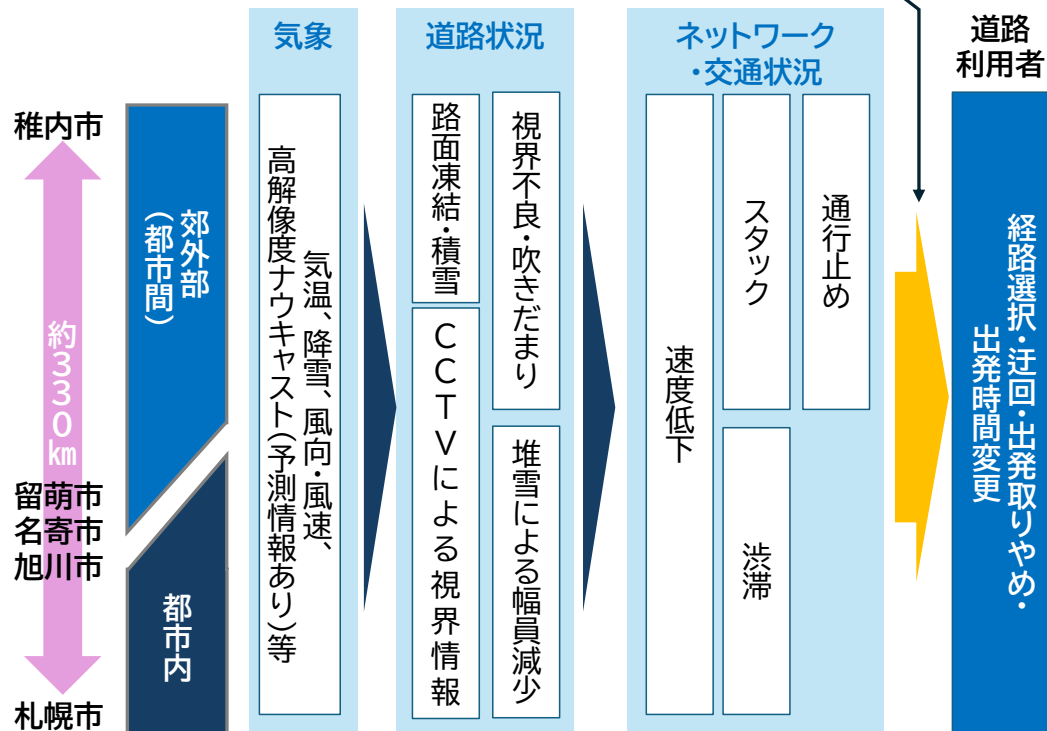
【冬期の運転視界状況】



【冬期の道路状況】

2. 研究の全体イメージ

長距離・長時間となる北海道内の都市間移動では、
リアルタイム情報・先読み情報が重要



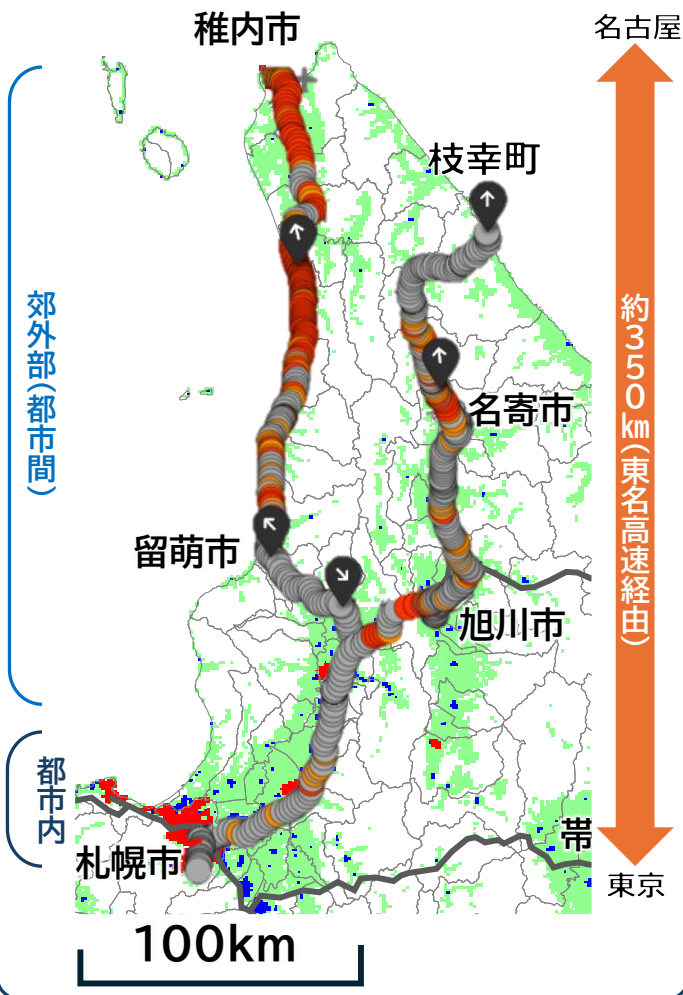
道路管理者
除雪・凍結防止剤散布、
拡幅除雪・運搬排雪

交通管理者
柔軟な
交通制御

地形、沿道条件に応じた道路管理・交通管理
において、予測情報が有効

■地域イメージ

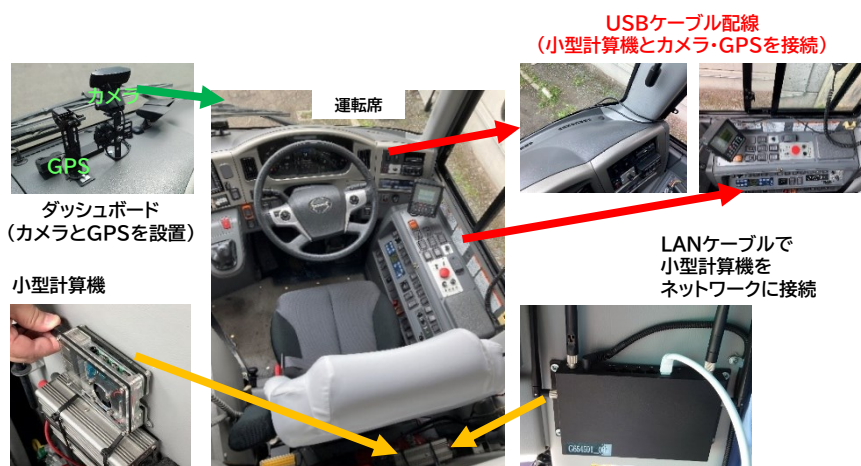
■ 圏域中心都市 (Red square)
■ 市街地 (Blue square)
● 都市間バス (Grey circle)
(道路状況の収集、1日4往復)
■ 生産空間 (Green square)



過年度研究テーマ:「冬期道路マネジメントのためのデジタルツイン環境の検討」について

- ①過年度に構築した車載機システムを用いた都市間バスでの**長期モニタリング試験**を継続実施し、札幌一稚内間、札幌ー枝幸間の2路線の道路状況データ（視界・路面・堆雪情報等）を取得。
- ②道路状況データや気象状況データに基づく予測手法を構築し、改善すべき点を把握。
- ③Web情報提供システムを構築し、観測情報・予測情報の提供・道路利用者アンケートを実施。

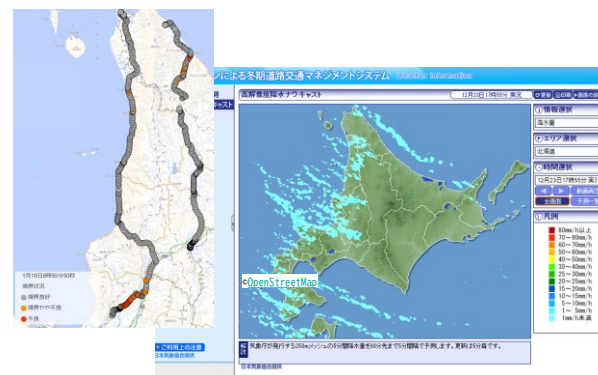
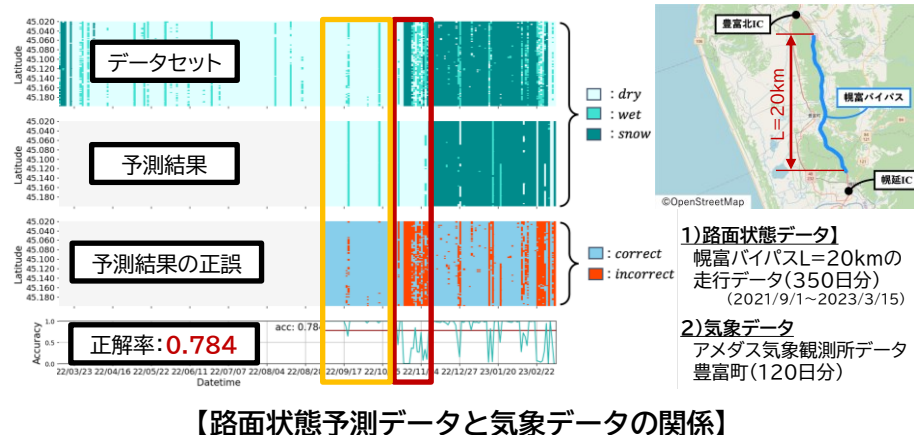
車載機（RVIS）によるデータの長期モニタリング



【RVISの車載状況】



【車載システムによる取得データの可視化】



【Web情報提供システムの構築とXを用いた情報提供】

3. 今年度の研究実施状況

■道路状況の現況把握

- ① 既往のバス路線、新たな路線に過年度開発の**車載機を拡充設置**。
- ② 車載機データを用いた道路状況把握手法について、**精度および計算所要時間に着目し改良**。

■道路状況の将来予測

- ③ 冬期の到着遅れ原因となる速度低下の要因として、**路面・視界・気象が速度に及ぼす影響を分析**。
- ④ 冬期道路路面状況の将来予測について、**空間方向・時間方向の系列データを用い高精度化**。

■道路情報の提供

- ⑤ 本格的な実装に向け、**プラットフォーム機能の拡充、基幹システムの構築**を実施。
- ⑥ 道路利用者・道路管理者への提供情報内容の検討、**マスメディア・Webシステムによる情報提供を実施**。

■降雪による交通障害の影響把握

- ⑦ 都市部における**降雪による交通への影響把握手法**や**渋滞の制御手法**を検討。

R 6 年度の取組み

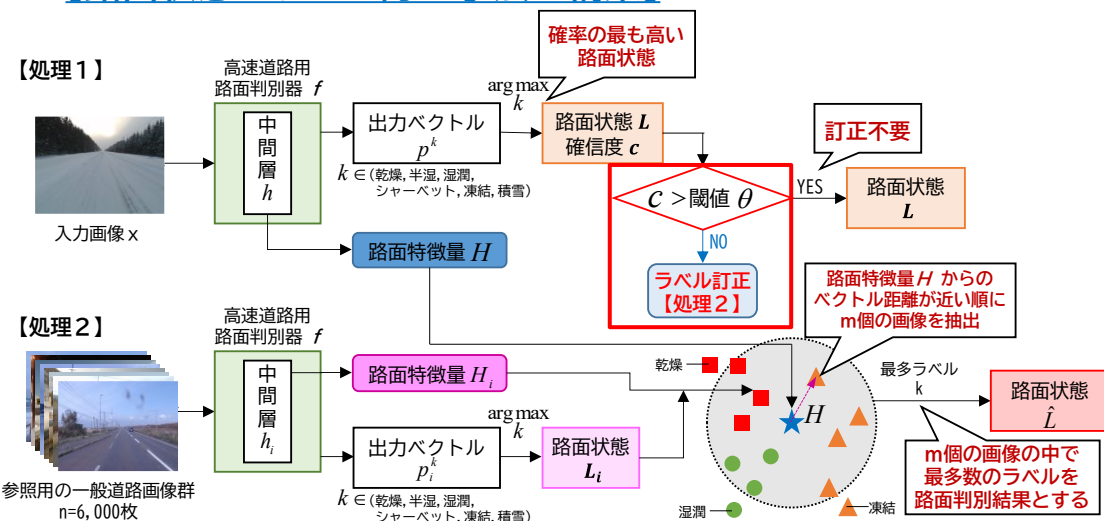
郊外部(都市間)	道路状況の現況把握	① モニタリング車両・路線の拡充 ・ 車両拡充 (9台⇒15台)、路線拡充 (2路線⇒3路線) ② 道路状況推定モデルの高度化 ・ 路面状態判別のラベル訂正手法および判別器の逐次的な再学習手法を構築 ・ 夜間の視界レベル推定手法を軽量化し、計算所要時間を短縮	高橋 准教授
	道路状況の将来予測	③ 冬期道路で観測されるデータと車両速度に基づく到着遅れ推定に関する検討 ・ 過去の気象データ等から路面・視界・風速・車速の関係(相関)を分析 ④ 気象データと車両前方画像による冬期路面予測モデルの改良 ・ 気象データと車両前方画像から路面状態を時空間的に予測	高橋 准教授
	道路情報の提供	⑤ プラットフォーム機能の拡充と基幹システムの構築 ・ 道路区画線位置を高精度・低コストで測位可能なシステムを構築 ・ 物理マシンおよび仮想マシンにより道路APIシステムを構築 ⑥ 道路利用者・管理者への情報提供内容・方法の拡充・検討 ・ Webシステム利用者のアンケート結果に基づき提供情報を検討し、マスメディア・Webシステムによる情報提供を実施	高橋 准教授
都市部		⑦ 降雪による交通障害の影響把握 ・ 除排雪作業に伴う行動変容シミュレーション ・ ミクロ交通シミュレーションを活用した交通制御支援モデルの精度向上	高橋 准教授 有村 教授

3. 今年度の研究実施状況

② 道路状況の推定手法の改善 (1)路面判別

- 車載カメラ画像を用いた路面状態判別モデルについて、確信度が低い場合に再判別を行うよう改良。
 ➡課題であった**一般道での路面判別精度が向上**
- エッジコンピュータを通じて、逐次的に他の車両が走行した道路環境（計算パラメータ）を再学習する手法を構築。
 ➡多様な道路環境の効率的な学習により**汎化性が向上**

【路面状態のラベル訂正手法の構築】



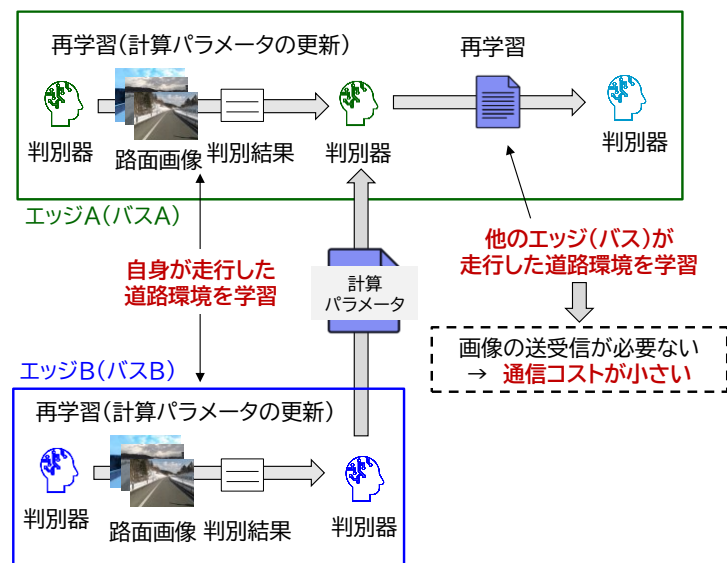
【低確信度時の再判別フロー】

真の路面状態	乾燥路面と誤判別した数		誤判別の削減率
	訂正なし(従来)	訂正あり(新規)	
半湿	349/1,000	216/1,000	38%
湿潤	73/1,000	56/1,000	23%
シャーベット	2/1,000	1/1,000	50%
凍結	15/1,000	9/1,000	40%
積雪	13/1,000	4/1,000	69%

安全側への
誤判別を減少

【一般道路路面状態の判別結果】

【判別器の逐次的な再学習手法の構築】



【エッジコンピュータ間での計算パラメータの送受信】

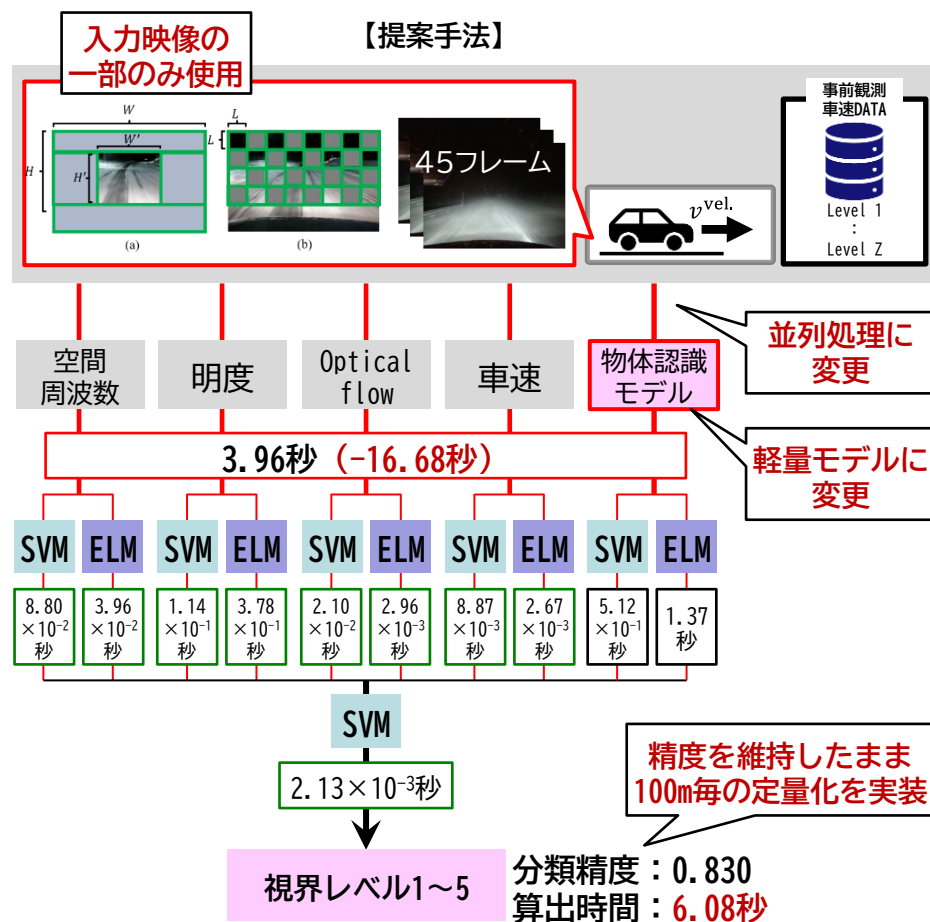
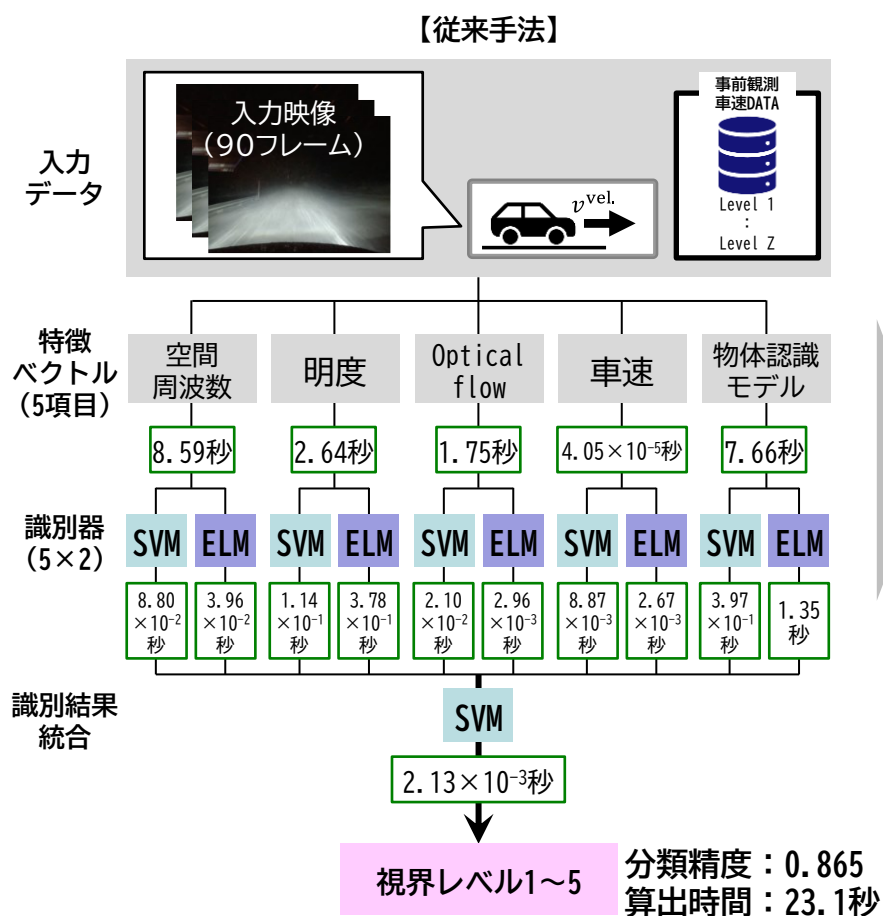
3. 今年度の研究実施状況

② 道路状況の推定手法の改善 (2) 視界レベル

- ・従来手法では、夜間視界推定における計算時間に課題。(要求：9秒/回 従来手法：23秒/回)
- ・過年度の研究成果から、3つのアプローチ（分析領域の限定、並列処理の導入、モデルの軽量化）を行い夜間視界レベル推定の軽量化を検討。
- ➡要求性能（100mに一回の頻度での定量化※）に応じた計算能力を確保

【夜間視界レベル推定モデルの軽量化】

※車速40km/hを想定



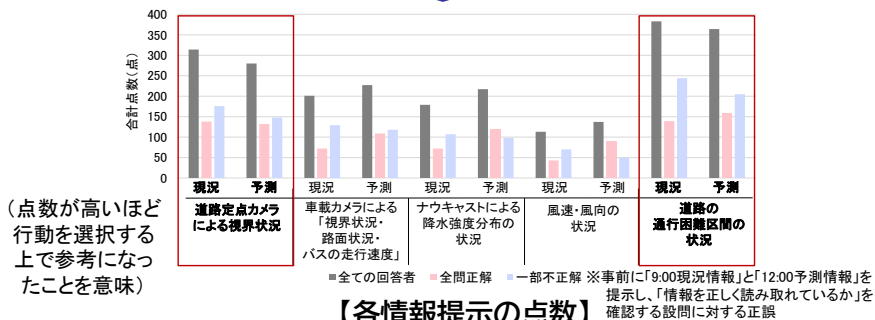
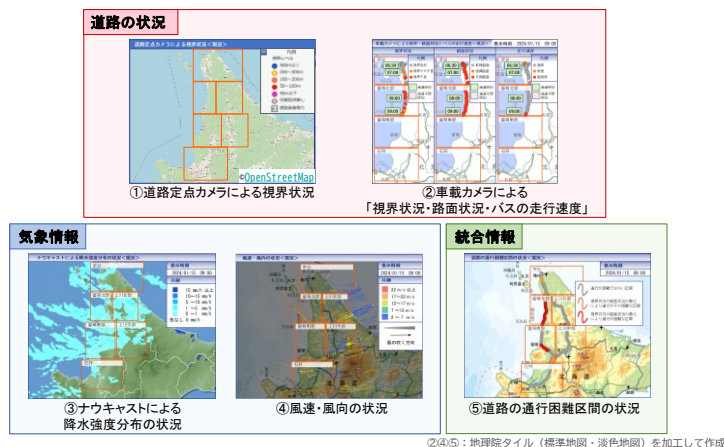
3. 今年度の研究実施状況

⑥ 道路利用者・管理者への情報提供内容・方法の拡充・検討

- Webシステムでの情報提供に関するアンケート調査を行い、「**画像を用いた道路状況の提供**」と「道路や気象の状況から**統合的に判断する通行困難区間状況の提供**」が行動変容に有効なことを確認。
- 札幌～留萌～稚内間を対象に情報提供のためのプラットフォームを稼働させ、マスメディアの協力のもと情報を発信。今後、情報提供による効果を**道路利用者の行動変容から把握予定**。

【情報提供内容の検討】

2023年の冬期に試験的に提供した情報の提示を含んだアンケート調査を実施



【情報提供プラットフォーム(試行版)の仮運用】

2024年12月5日、北海道北部を中心に大雪となり留萌市周辺で視界不良が発生

➡**CCTV画像・気象データの吹雪視程・車載システムで視界が悪化している様子を情報提供**



【コミュニティラジオ放送局を活用した情報発信】

2024年12月から、**エフエムもえる**の番組内での情報発信を実施中

➡**車載システムが判別した視界情報を基に視界が特に悪化している道路区間の情報を提供**

- 道路の悪化状態を端的に理解可能な総合的評価指標の検討
(例：A～Dのランク付け)
- プラットフォームの改善と利用者の行動変容に与える効果の検証

今年度のプラットフォームでの情報提供結果を踏まえ、
改善点を明らかにしたうえで
冬期道路交通マネジメントシステムを改良