

土研新技術ショーケース2023in大阪

## 冬期路面管理支援システム

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

齊田 光

### 講演の内容

#### 1. 冬期道路管理作業の意思決定に関する現状と課題

#### 2. 冬期道路管理作業の意思決定を支援する 各種システムについて

路面雪氷状態等の予測値を把握するための  
「冬期路面管理支援システム」について

関連：路面雪氷状態の現況を把握するための  
「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」について

関連：凍結防止剤の散布作業を支援するための  
「凍結防止剤散布支援システム」について

#### 3. 冬期路面管理支援システムの今後の展開

## 冬期道路管理を取り巻く背景と課題

### 近年は…

- 予算的制約等からより効率的な冬期道路管理の実施が求められている
- 冬期道路の維持管理を効果的・効率的に行うためには、道路気象・路面状態等を適切に予測するとともに、意思決定の効果を客観的に評価する必要がある

### 現状は…

- 路面状態の予測や評価は主に経験や主観に基づいて実施
  - 除雪や薬剤散布作業実施は、気象情報と監督や現場責任者の経験をもとに判断
  - 作業実施前後の路面状態は、目視（現場確認、CCTV等）で把握

3

## 講演の内容

### 1. 冬期道路管理作業の意思決定に関する現状と課題

### 2. 冬期道路管理作業の意思決定を支援する各種システムについて

路面雪氷状態等の予測値を把握するための「冬期路面管理支援システム」について

関連：路面雪氷状態の現況を把握するための「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」について

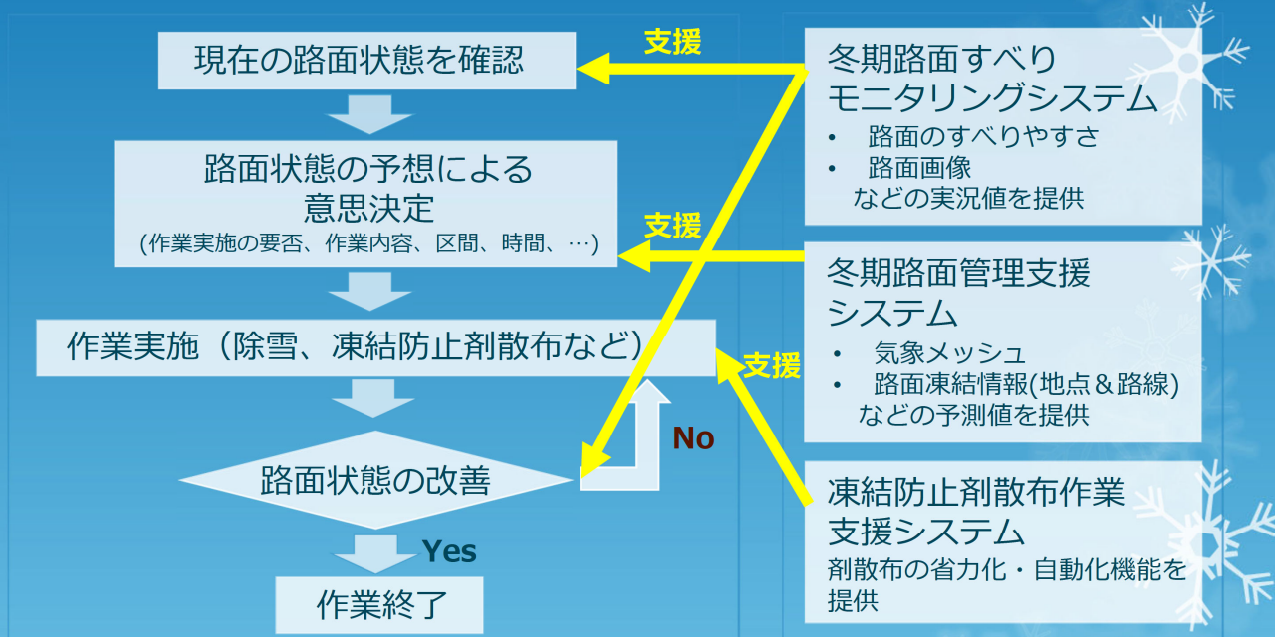
関連：凍結防止剤の散布作業を支援するための「凍結防止剤散布支援システム」について

### 3. 冬期路面管理支援システムの今後の展開

4

# 冬期道路管理作業の意思決定を支援する各種システムの開発

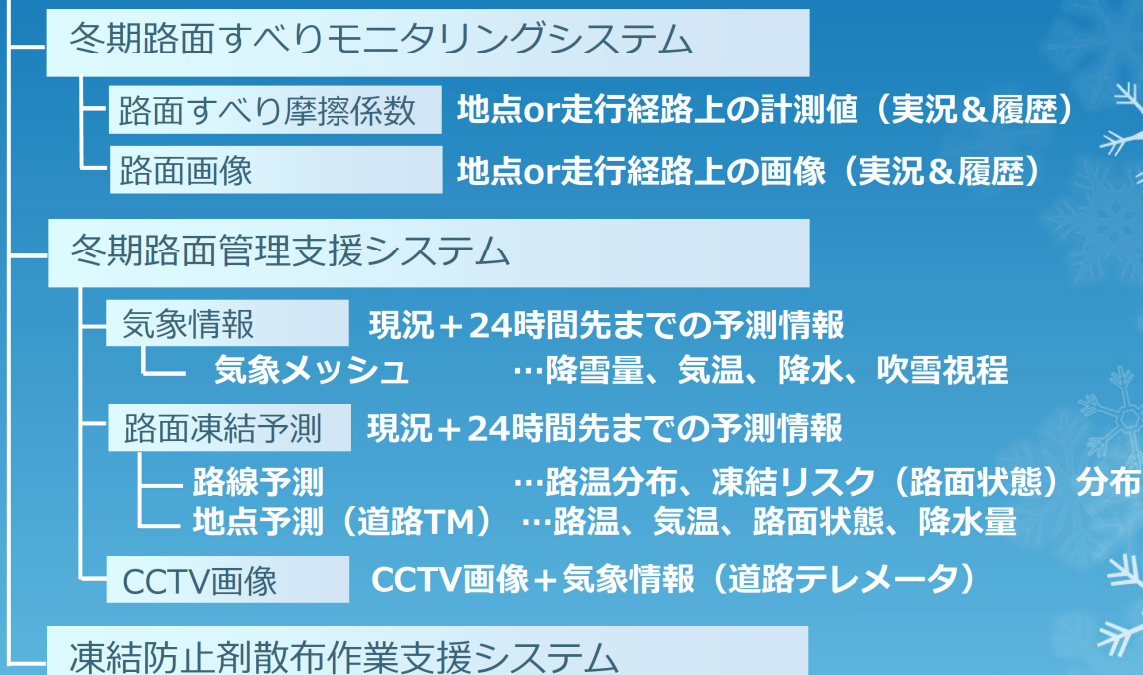
気象予測情報や路面状態の実況値・予測値などの一元的な提供機能、および凍結防止剤散布作業の支援を行う機能が一体となった冬期道路管理に関する意思決定および作業支援技術を開発



冬期道路管理作業における意思決定と作業プロセス

## システム構成

### 冬期道路マネジメントシステム



凍結防止剤の自動散布を行うための設定 (散布区間・散布量) を入力

## 各種システムへのアクセス

インターネットを介して道路管理者と維持従事者に気象予測、路面凍結予測（冬期路面管理支援システム）および路面状態（路面すべり抵抗モニタリングシステム）の情報を提供するサイトを構築&運用

IDとパスワードによってアクセスを制限し、道路管理者・維持従事者専用システムとすることが可能

- システム紹介資料&取扱説明書
- 冬期路面管理マニュアル（案）
- 技術講習会資料
- 冬期路面改善シミュレータ

路面状態、気象メッシュデータ等表示エリアの選択画面



スマートフォン・タブレット版Webサイトへのアクセス専用QRコード

関連Webサイトへのリンク

冬期道路マネジメントシステムのポータルページ

## 講演の内容

1. 冬期道路管理作業の意思決定に関する現状と課題

2. 冬期道路管理作業の意思決定を支援する各種システムについて

**路面雪氷状態等の予測値を把握するための「冬期路面管理支援システム」について**

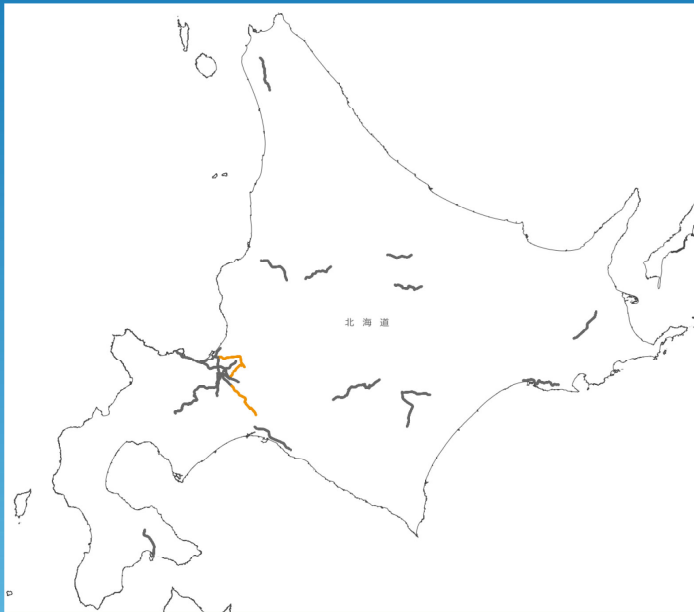
関連：路面雪氷状態の現況を把握するための「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」について

関連：凍結防止剤の散布作業を支援するための「凍結防止剤散布作業支援システム」について

3. 冬期路面管理支援システムの今後の展開

# 冬期路面管理支援システムの概要

路面温度や凍結リスク、気象メッシュデータの予測値を地図上に表示するシステム

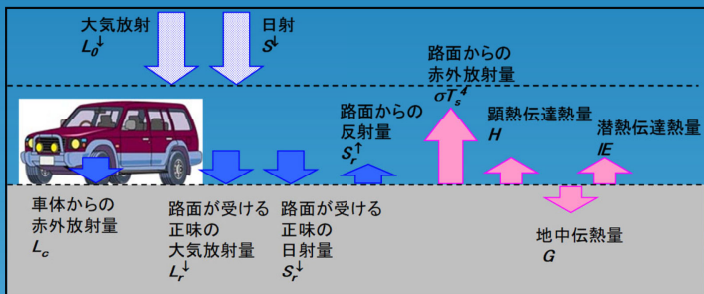


路面温度・凍結リスク予測対象区間(路線予測)

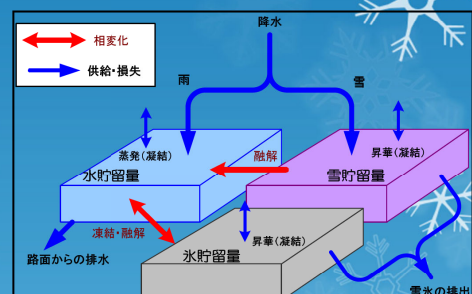
- 毎冬期、北海道開発局向けに予測情報を配信中
- 路面温度および凍結リスクは特定の**地点**および**路線**で予測を実施
- **地点**予測では道路テレメータが設置箇所約120地点で詳細な予測を実施
- **路線**予測では国道のうち高規格道路や都市部、峠付近など約670kmを対象として予測を実施

## 冬期路面管理支援システム:路面温度、凍結リスクの予測手法

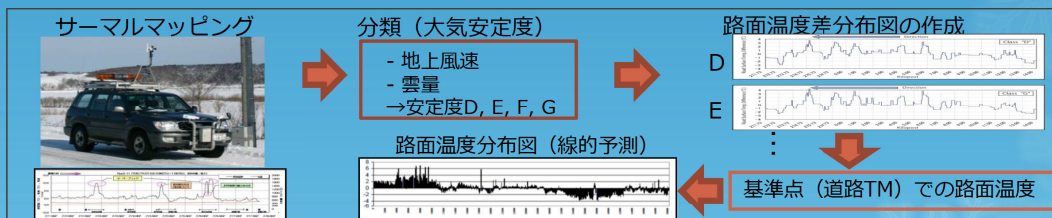
- 路面温度：通過車両と沿道地物の影響を考慮し、熱収支法により計算
- 路面状態：路面上の水分量から路面状態・凍結リスクを予測
- サーマルマッピング、気象メッシュデータ等を用いて地点予測を路線予測に展開



熱収支法による路面温度予測手法の概要

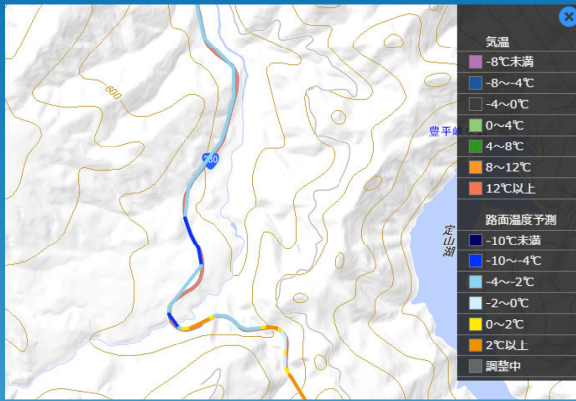


路面状態予測手法の概要

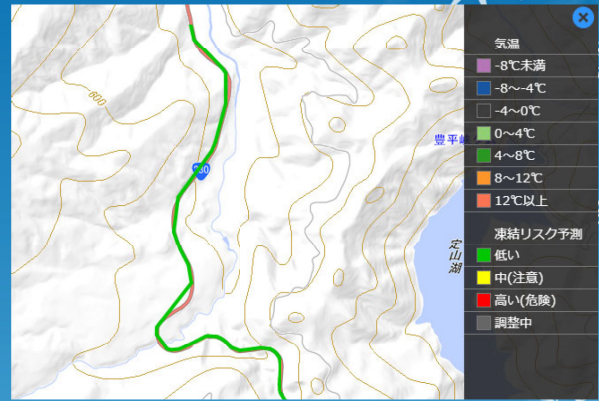


路面温度の路線方向予測手法 (サーマルマッピングデータを使用する場合)

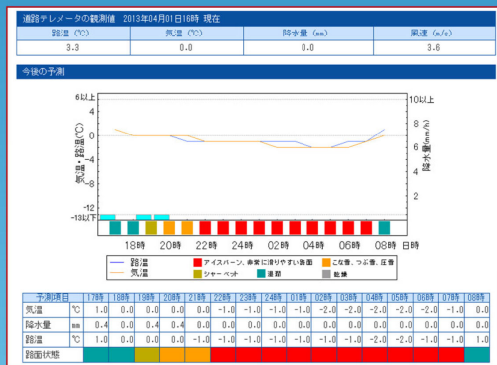
# 冬期路面管理支援システム:路面温度、凍結リスクの予測手法



路面温度分布予測結果の表示例



凍結リスク分布予測結果の表示例

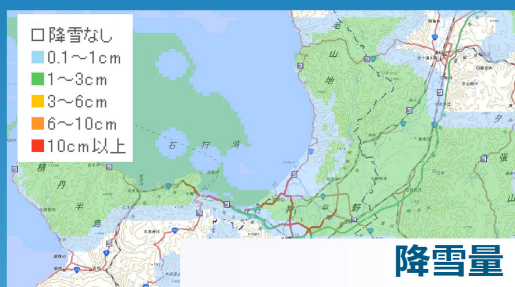


路面温度・凍結リスク 地点予測結果の表示例

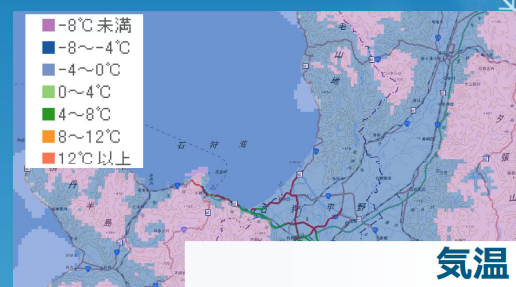
- 路面温度および凍結リスク予測値の路線分布について、最大24時間先までの情報を提供
- 道路テレメータ設置地点では路面状態予測値なども併せて提供

# 冬期路面管理支援システム:気象メッシュ予測値の表示

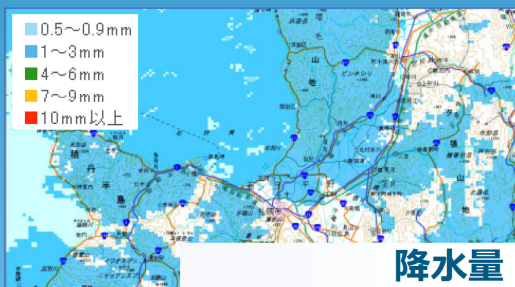
- 降雪量、降水量、気温、吹雪視程の気象メッシュ予測値を提供
- 1kmメッシュ、実況値～最大24時間先(吹雪視程は最大6時間先)までの情報を提供



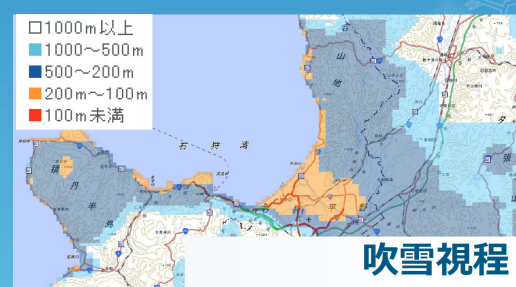
降雪量



気温



降水量



吹雪視程

## 講演の内容

1. 冬期道路管理作業の意思決定に関する現状と課題

2. 冬期道路管理作業の意思決定を支援する各種システムについて

路面雪氷状態等の予測値を把握するための「冬期路面管理支援システム」について

**関連：路面雪氷状態の現況を把握するための「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」について**

関連：凍結防止剤の散布作業を支援するための「凍結防止剤散布作業支援システム」について

3. 冬期路面管理支援システムの今後の展開

13

## 冬期路面すべりモニタリングシステムについて

- 路面すべりやすさの計測結果をリアルタイムで表示するシステム
- 寒地土木研究所では、下記の機器を用いて路面すべりやすさを計測

- すべり推定AI+スマートフォン等



路面を撮影



路面画像をAIに入力



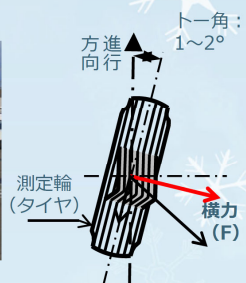
すべり摩擦係数をリアルタイムに計測

- スマートフォン等で路面を撮影、路面画像からAIを用いて1地点または走行経路上の路面すべり摩擦係数を計測
- Android、iOS、Windows等のWebブラウザ上で動作

- 連続路面すべり抵抗測定装置 (Continuous Friction Tester, CFT)



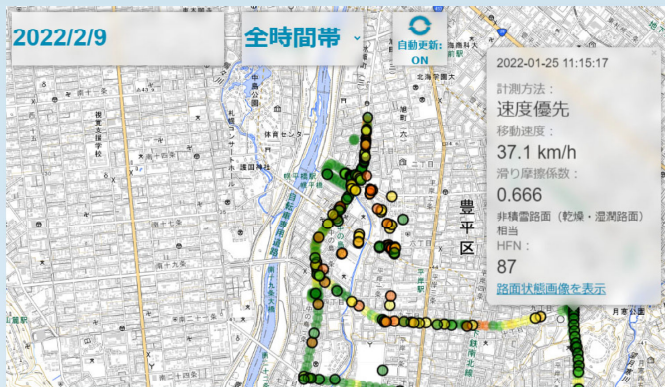
CFTおよび牽引車両



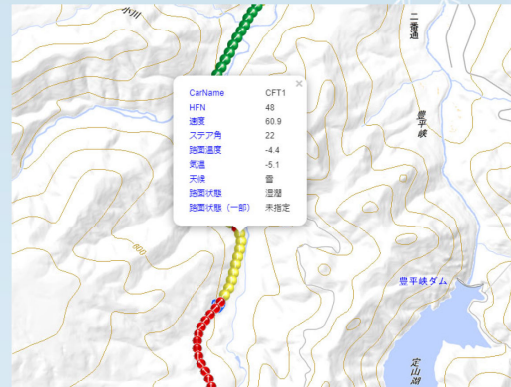
- 車両進行方向から1~2° 角度を付けた計測輪により路面のすべり抵抗値を計測
- SUV等に機器を取り付け、けん引免許は不要

14

# 冬期路面すべりモニタリングシステムについて



スマートフォンによるすべり摩擦係数計測結果の表示例  
(北海道札幌市 寒地土木研究所周辺)



CFTによるすべり摩擦係数計測結果の表示例  
(北海道札幌市 定山溪周辺)

- 路面すべりやすさの計測結果や路面画像はサーバーにアップロードされ、冬期道路マネジメントシステムWebサイトからリアルタイムに確認可能
- すべり推定AIを用いた冬期路面すべりモニタリングシステムは冬期道路マネジメントシステムへ組み込んで使用するほか、独立したシステムとして安価に運用することも可能

路面状態の把握により冬期道路管理作業の実施判断等を支援することが可能

15

## 講演の内容

1. 冬期道路管理作業の意思決定に関する現状と課題

2. 冬期道路管理作業の意思決定を支援する各種システムについて

路面雪氷状態等の予測値を把握するための「冬期路面管理支援システム」について

関連：路面雪氷状態の現況を把握するための「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」について

関連：凍結防止剤の散布作業を支援するための「凍結防止剤散布作業支援システム」について

3. 冬期路面管理支援システムの今後の展開

16



# 凍結防止剤散布作業支援システムについて

凍結防止剤散布装置の音声操作による作業支援、要散布区の情報提供や自動散布により非熟練オペレータやワンマン乗車時の作業を支援するシステム

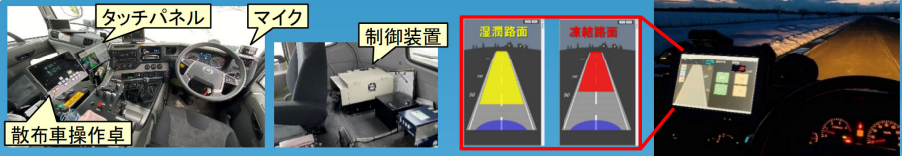
## STEP1：指示支援ツール

冬期路面管理支援システムや冬期路面すべりモニタリングシステムで路面状態を確認、道路事務所で凍結防止剤散布パターンをCSVや地図にマッピングして作成



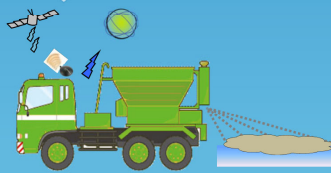
## STEP2：判断支援ツール

要散布区間200m手前から画像と音声で散布区間を案内



## STEP3：操作支援ツール

事前に設定した要散布区間で自動散布を実施  
(音声による散布指示も可能)



# 凍結防止剤散布作業支援システムについて

## 散布車へのシステム搭載

- 制御装置とタッチパネルとマイクを設置
  - ▶ 制御装置を新たに設計
- 散布車メーカーと通信仕様の取り決め
  - ▶ 制御装置からの信号に従って散布車を動作させるルール決め
- 散布車のCANと制御装置を通信ケーブルで接続
  - ▶ 散布車操作卓のボタン操作と同様の信号を制御
- 散布車ソフトを自動散布対応ソフトへアップデート
  - ▶ ボタン操作の機能(手動)に自動散布機能を追加



項目	仕様
CANプロトコル仕様	Bosch2.0B active対応：ISO-11898仕様準拠
データフォーマット	標準フォーマット：CAN ID：11bit
内容	散布量・幅・溶液の割合、散布向き、散布ON/OFF

## 自動散布ソフト

- ソフトが起動するまで約30秒待つと自動で接続チェックが行われる
- 自動散布の実施は、**散布パターン選択のボタンを押すだけ**(自動散布が連動)
- 自動散布は、自動起動・自動終了のオートマチック仕様



# 講演の内容

1. 冬期道路管理作業の意思決定に関する現状と課題

2. 冬期道路管理作業の意思決定を支援する各種システムについて

路面雪氷状態等の予測値を把握するための「冬期路面管理支援システム」について

関連：路面雪氷状態の現況を把握するための「冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム」について

関連：凍結防止剤の散布作業を支援するための「凍結防止剤散布作業支援システム」について

3. 冬期路面管理支援システムの今後の展開

# 冬期路面管理支援システムの今後の展開

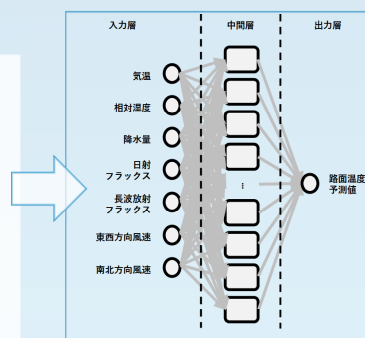
## 機械学習を用いた路面状態予測手法の開発

- 現在の冬期路面管理支援システムでは、北海道内国道の約670km（道内国道延長の10%程度）を対象として路面温度・凍結リスク情報の配信を実施
- より多くの路線で、精度良く路面状態を予測する必要あり

## 機械学習により、より広域かつ精度良く路面状態を予測する手法を開発予定

- 予測対象時刻  
3~27時間前の気象データ：
  - 気温
  - 相対湿度
  - 降水量
  - 風速（東西方向および南北方向）
  - 日射量
  - 長波放射量

気象データ等の入力



機械学習による予測 (LSTM予測モデル)

日時	路面温度予測値	路面温度実測値
2/1 0:00	-4.9°C	-5.6°C
2/1 3:00	-6.3°C	-7.0°C
2/1 6:00	-7.9°C	-8.8°C
2/1 9:00	-4.3°C	-4.6°C
...	...	...

路面温度、凍結リスク予測結果の出力

ご清聴ありがとうございました。

本研究に関する問い合わせ先：  
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  
研究員 齊田 光  
TEL: 011-841-1738、e-mail: [saida-a@ceri.go.jp](mailto:saida-a@ceri.go.jp)