

# 冬期路面管理支援システム

土研新技術セミナーin札幌

2020年 12月10日

(国研)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

# 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

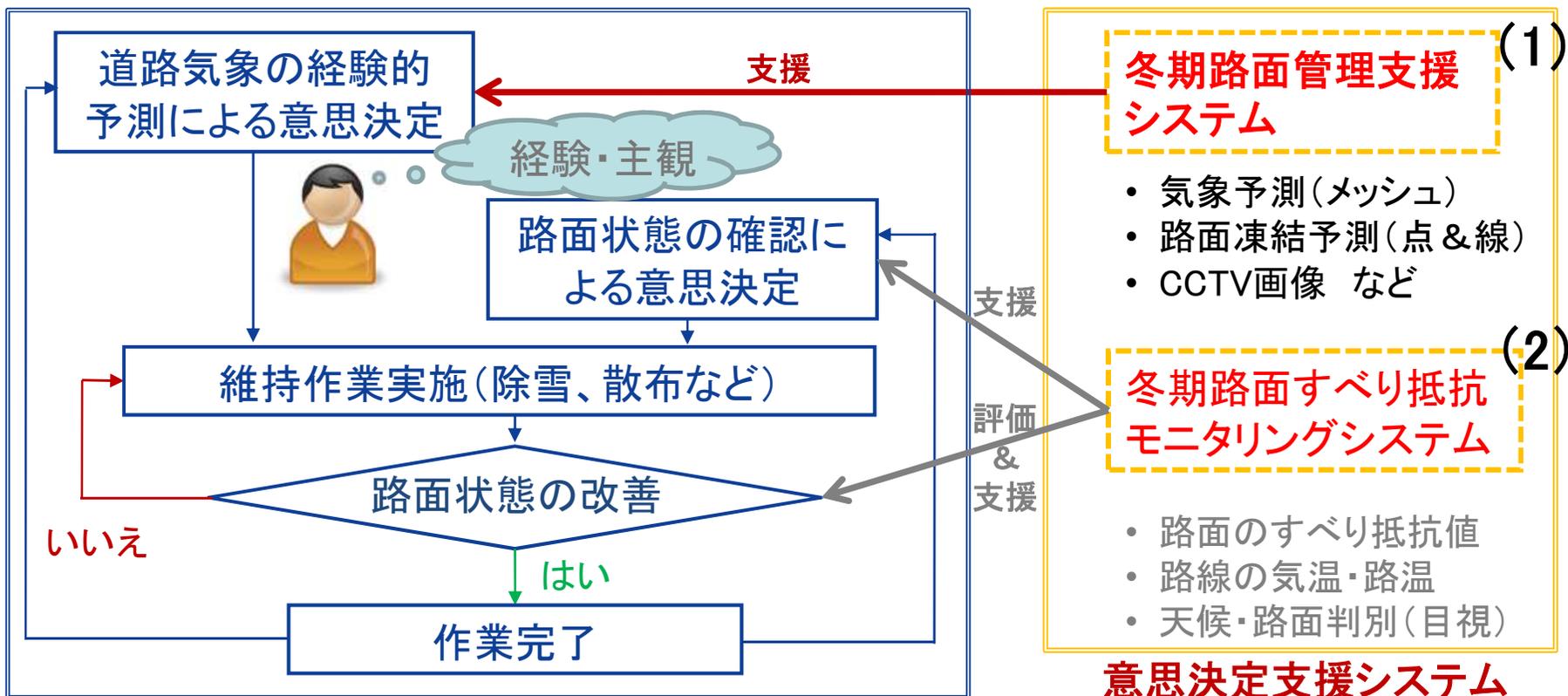


## ➤ 現状は・・・

- 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

# 道路管理者の意思決定を支援

- 気象予測、路面温度 & 凍結リスク(地点・路線)、CCTV画像、路面状態などの情報が一体となった意思決定支援技術を開発



冬期道路管理における意思決定と作業プロセス(現状)

**意思決定支援システム**  
(通称: 冬期道路マネジメントシステム)

# 意思決定支援システムの構成

## 意思決定支援システム (通称: 冬期道路マネジメントシステム)

### 冬期路面管理支援システム

**気象情報** 現況+6時間先までの予測情報  
 気象メッシュ …降雪量、気温、降水、吹雪視程

**路面凍結予測** 現況+16時間先までの予測情報  
 路線予測 …路温分布、凍結リスク(路面状態)分布  
 地点予測(道路TM) …路温、気温、路面状態、降水量

**CCTV画像** CCTV画像+気象情報(道路テレメータ)

### 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム

**路面すべり抵抗値** すべり抵抗モニタリングの結果(実況&履歴)

**気象情報** 気象(メッシュ)、路面温度・凍結リスク(実況&履歴)

# システムのポータルサイト

- インターネットを介して道路管理者 & 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）**及び路面状態（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
- 管理者・従事者専用システムであるため、IDとパスワードによってアクセスを制限



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

スマホ・タブレットサイトへのアクセスQRコード

関連サイトへのアクセスリンク

地図エリア選択画面 (道路事務所ごと)

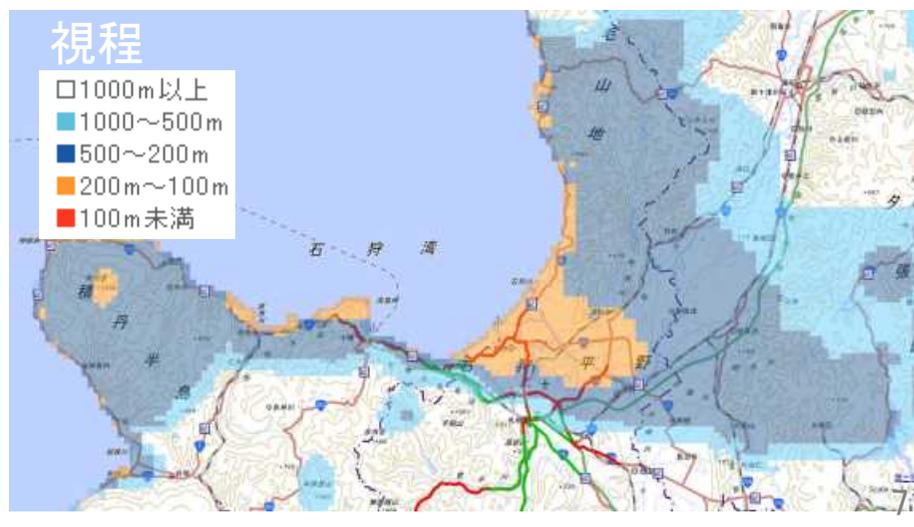
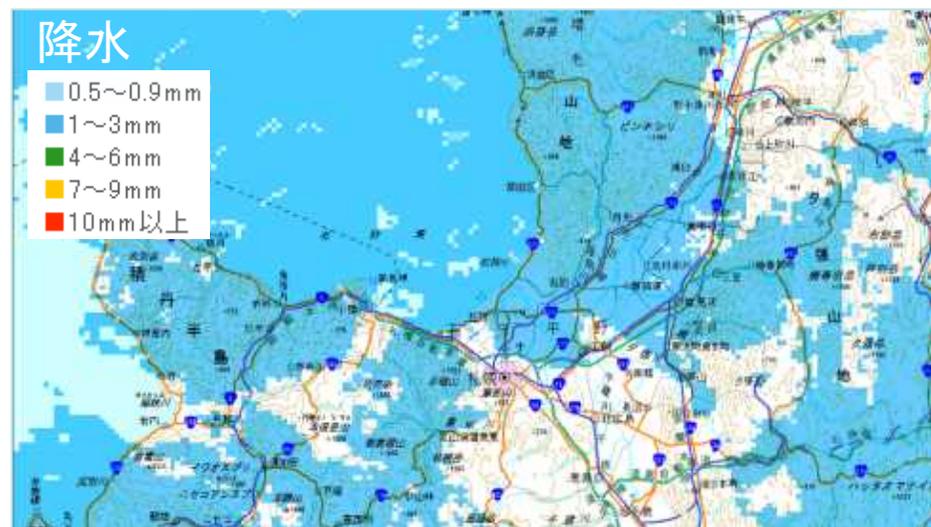
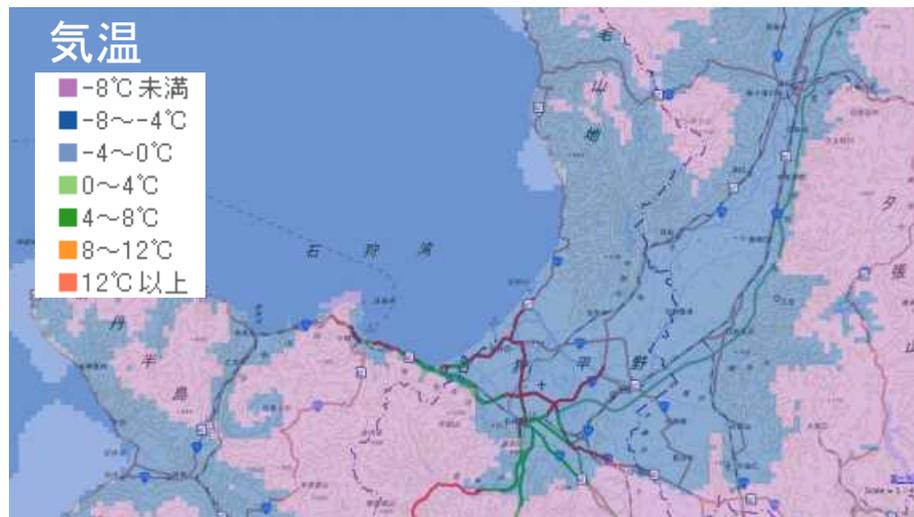
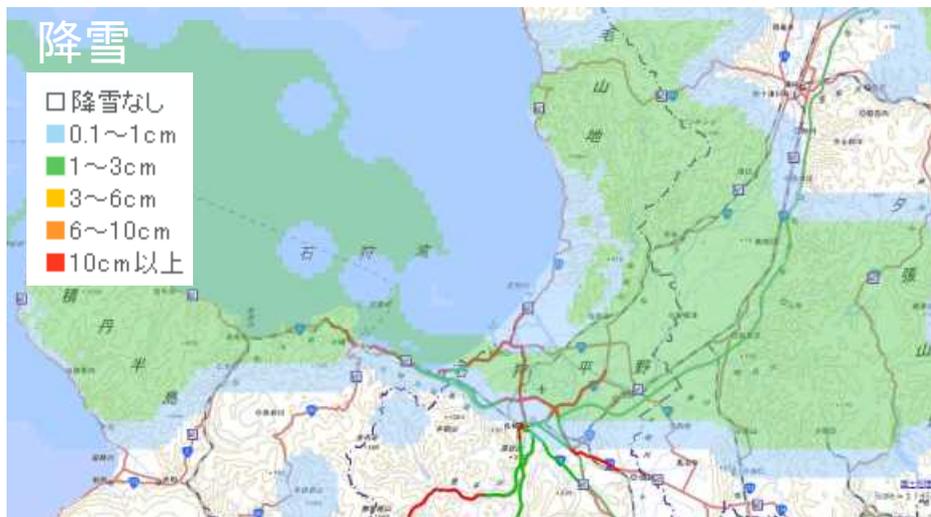


意思決定支援システムのポータルサイト



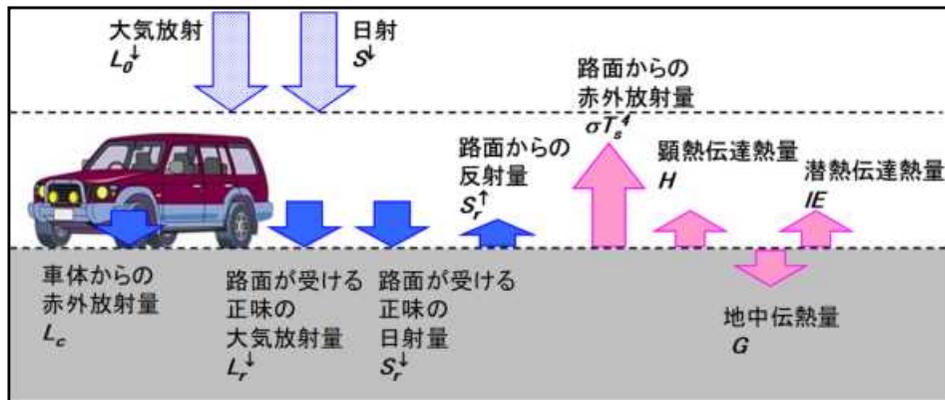
# 気象予測情報(気象メッシュ)

➤ 情報提供は、1kmメッシュで、実況～最大6時間先まで

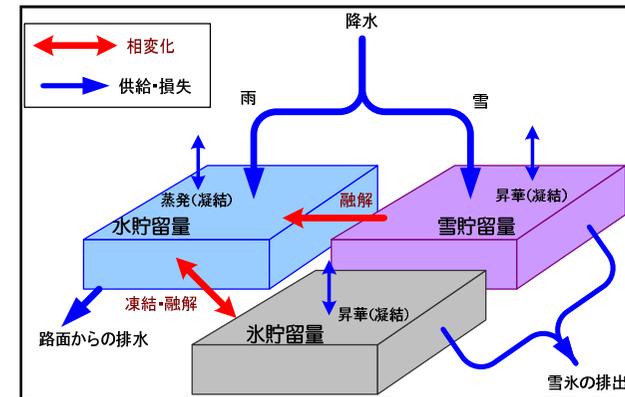


# 路面温度・路面状態の予測手法(概念)

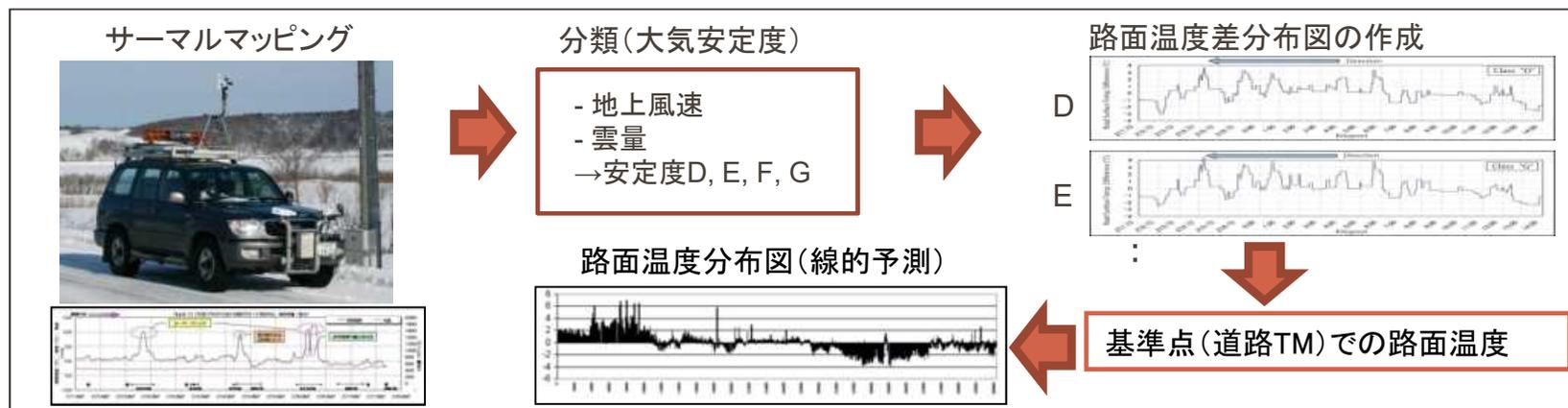
- 路面温度: 車両と沿道構造物の影響を考慮(北海道大学と共同研究)
- 路面状態: 路面上の水分(水・雪・氷)量から路面状態を推定→凍結リスク
- サーマルマッピングデータをベースに地点予測から路線予測に展開



熱収支による路面温度推定モデルの概念図



路面状態推定モデルの概念図



路線への展開方法(路面温度)

# 路面凍結予測情報(路線予測・路面温度)

- 情報提供は、路線予測(国道29路線⇒L≒680km)、実況～最大16時間先まで



路線予測の提供区間(太線で表示されている区間)

# 路面凍結予測情報(路線予測・路面温度)

➤ 情報提供は、路線予測(国道29路線⇒L≒680km)、実況～最大16時間先まで

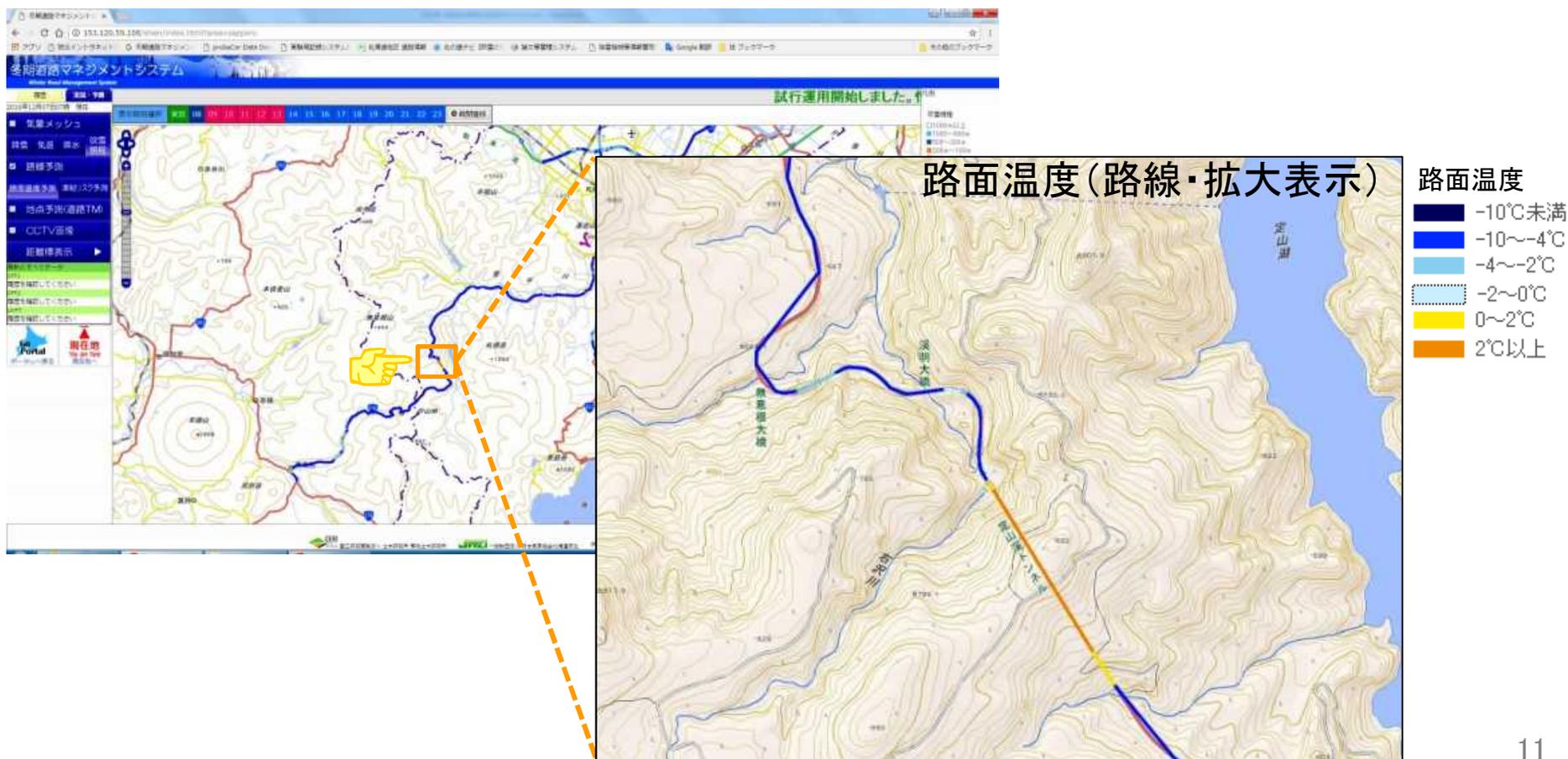
路線予測情報提供路線一覧表

1	一般国道5号 KP=271.5～277.7・274号 KP=0.0～14.0(札幌新道):上下車線別
2	一般国道231号KP=0.0～19.3(起点から八幡)
3	一般国道230号KP=0.0～45.2(起点から中山峠)
4	一般国道5号KP=261.8～271.5(山口～宮の沢)・337号KP=87.2～101.8(花畔～山口)
5	一般国道274号KP=14.0～23.0(大谷地～西の里)
6	一般国道36号KP=0.0～15.0(北1西3～里塚)
7	一般国道12号KP=0.0～10.0(北1西3～大谷地)
8	一般国道453号KP=0.0～18.0(豊平～常盤)
9	一般国道272号KP=46.0～74.0(西春別～上春別)
10	日高自動車道KP=4.0～40.0(沼ノ端西IC～日高富川IC)
11	一般国道274号KP=121.0～155.0(日高～日勝峠)
12	一般国道274号KP=155.0～176.0(日勝峠～清水)
13	一般国道40号KP=198.0～225.0(幌延IC～幌富バイパス・豊富バイパス～豊富北IC)
14	一般国道39号KP=77.0～107.0(大雪トンネル～留辺蘂)
15	旭川紋別自動車道KP=47.0～67.0(浮島IC～白滝IC)
16	深川留萌自動車道KP=5.0～35.0(深川西IC～留萌幌糠IC)
17	一般国道230号KP=45.2～67.0(中山峠～喜茂別)
18	帯広広尾自動車道KP=4.0～29.0(芽室帯広IC～中札内IC)
19	一般国道5号KP=0.0～25.0(函館市内～函館新道～大沼)
20	一般国道38号KP=285.0～298.0及び一般国道44号KP=0.0～22.0(釧路市大楽毛～釧路市内～釧路町・厚岸町界)
21	一般国道38号 KP=170.0～192.0(帯広市西25条～幕別町明野)
22	一般国道12号 KP=118.0～136.0及び一般国道39号 KP=0.0～7.0(神居古潭～旭川市永山)
23	一般国道5号 KP=278.0～282.0(北34西2～北1西1)
24	一般国道275号 KP=0.0～15.0(北1東13～江別市角山)
25	一般国道5号 KP=238.5～261.8(小樽市内～山口)
26	一般国道337号 KP=44.7～85.0(江別市江別太～石狩市生振)
27	一般国道12号 KP=10.0～25.6(札幌市厚別区大谷地～江別市江別太)
28	一般国道12号 KP=25.6～43.1(江別市江別太～岩見沢市並木町) ←今年度追加区間
29	<b>一般国道36号 KP=15.0～33.0(北広島IC付近～恵庭・千歳市境付近)</b>

# 路面凍結予測情報(路線予測・路面温度)

➤ 情報提供は、路線予測(国道27路線⇒L≒660km)、実況～最大16時間先まで

路面温度予測(例:R230)



# 路面凍結予測情報(路線予測・凍結リスク)

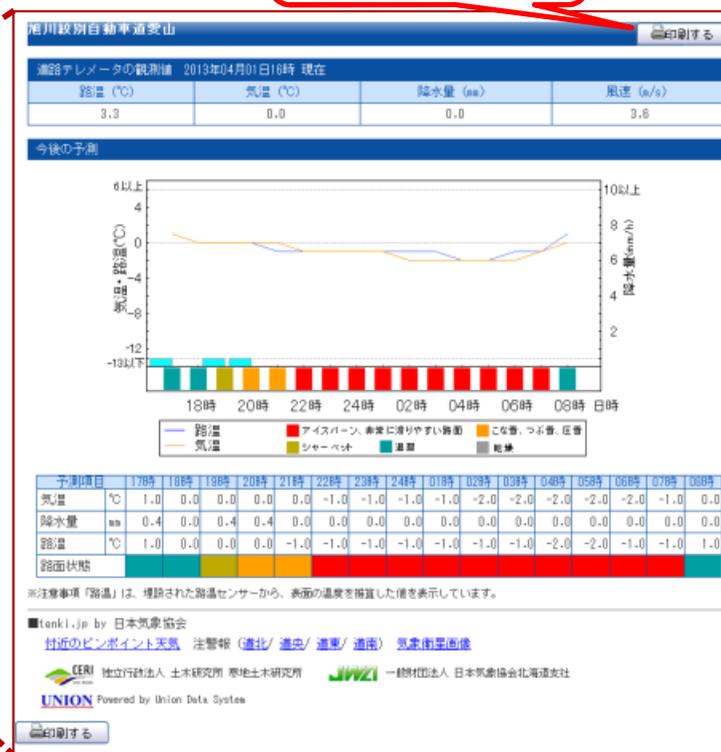
➤ 情報提供は、路線予測(国道27路線⇒L≒660km)、実況～最大16時間先まで

凍結リスク予測(例:R230)



# 路面凍結予測情報(地点予測)

印刷ボタン



## ➤ 地点予測(道路TM121地点):

- 気温、降水量、路面温度、路面状態(最大16時間先まで)
- 各地点の実況・予測データを日報用に印刷可(A4サイズ)

道路テレメータ地点の予測(全道121地点)

# 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム

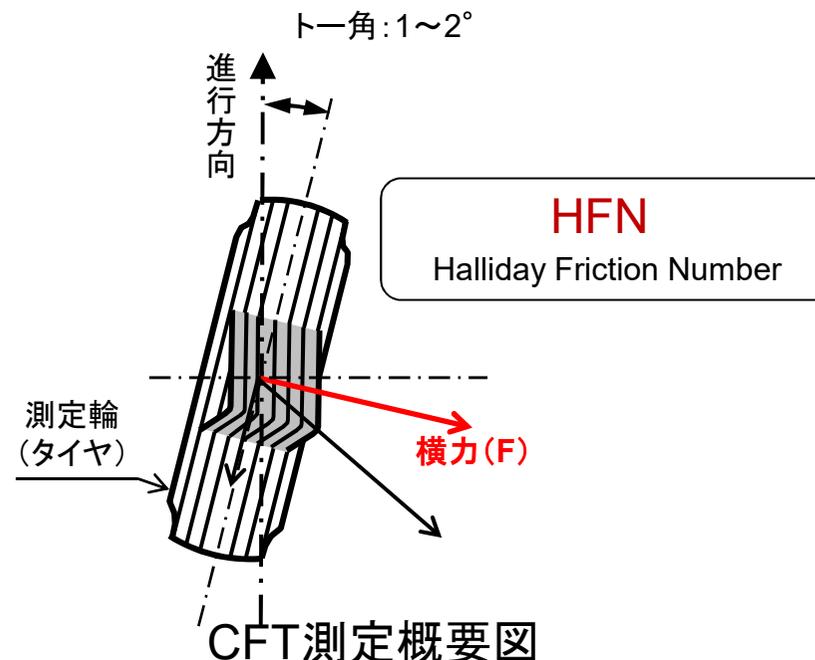
- 路面滑りやすさの計測結果を地図上にリアルタイムで表示するシステム
- 寒地土木研究所では、下記の装置を用いて路面滑りやすさを計測

## ■ CONTINUOUS FRICTION TESTER(略称:CFT)

- フレームに保持された、回転可能な測定輪を牽引
- 試験輪のトー角(1~2度)から発生する横反力により、路面のすべり抵抗値(HFN)を演算・出力
- 測定項目: HFN、ハンドル角、速度、計測開始からの経過時間



連続路面すべり抵抗値測定装置(CFT)※



# 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム

- 路面状態は、...
  - 緑→HFN60～ (良好な路面)
  - 黄→HFN45～59 (断続的な路面)
  - 赤→HFN～44 (雪氷路面)
- ...の3水準でわかりやすく表現
- CFT ⇒ サーバー ⇒ 道路管理者
  - 意思決定支援(作業実施の判断)
  - 対策効果の把握・評価



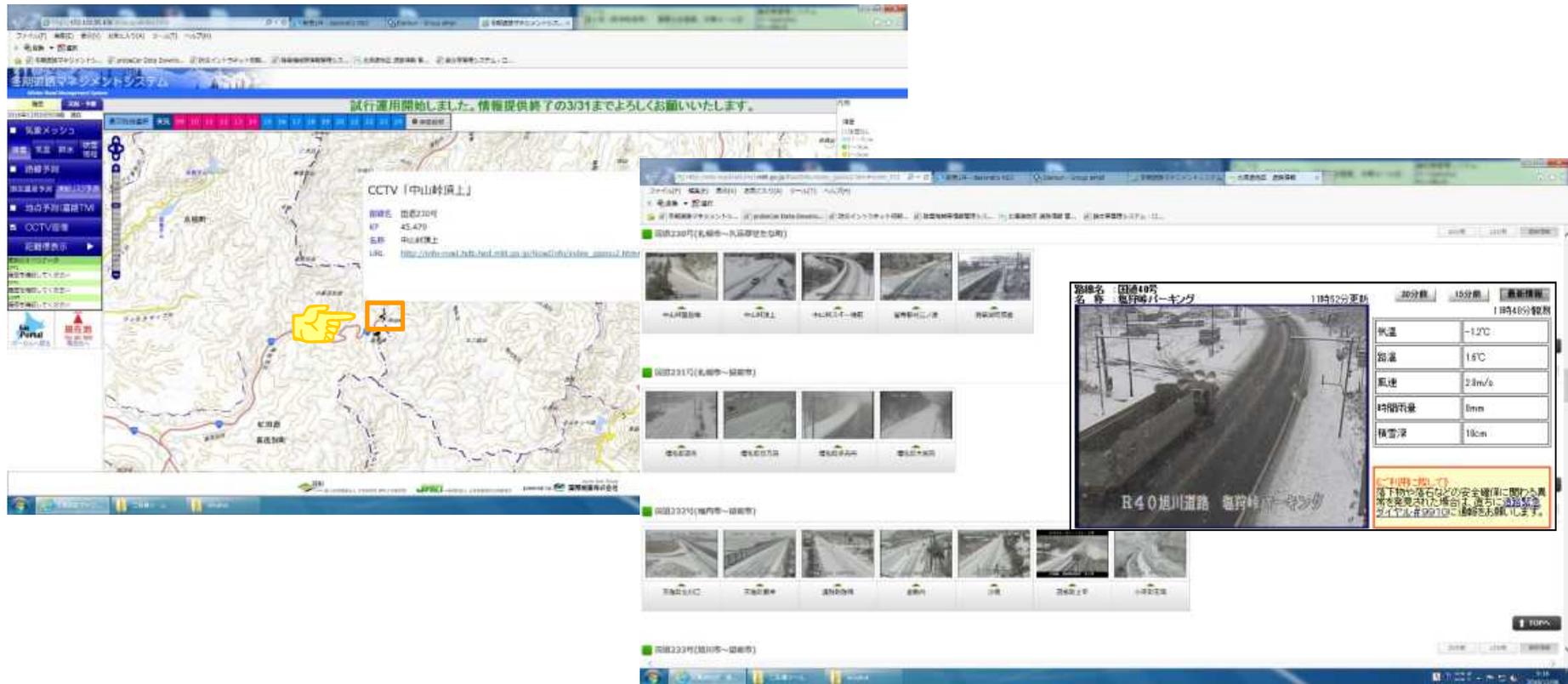
モニタリング路線における路面状態の表示例  
(北陸自動車道他・新潟亀田IC⇔長岡IC)



モニタリング路線の拡大表示

# その他の機能 (CCTV画像他)

CCTV画像(例:R230 中山峠頂上)



- 沿道のCCTV画像 & 付近の道路TM情報(全道118地点):  
(北海道地区道路情報(一般サイト)へのリンク)
  - CCTV画像(実況・15分前・30前)
  - 付近の道路TMデータ(気温、路面温、風速、積雪深 など)

# その他の機能(距離標表示)

- 開発建設部単位で国道の距離標(キロポスト)を1km毎に表示
- 複数の開発建設部を選択・表示可能
- 気象・路面凍結予測情報との重ね合わせ表示が可能



# その他の機能2

## 冬期路面改善シミュレータ(ウィリス)機能



### ウィリス

ウィリスに現地の情報を入力すると、以下の冬期道路管理に関する情報が得られます。

#### 【ウィリスで得られる情報】

- ・ 除雪や散布の必要性
- ・ 散布後の雪氷厚や $\mu$ の推定値
- ・ 推奨対策
- ・ 必要な散布量



**冬期路面改善シミュレータ: ウィリス**

**入力情報**

I. 計算条件

a) 路面状態	凍結
b) 路面温度 $T$	-5 °C
c) 雪氷厚 $H_{i-1}$	0.4 mm
d) 凍結防止剤散布量 $M_{i-1}$	30 g/m <sup>2</sup>
e) 舗装の種類	密粒度舗装
f) 交通量 $Q_v$	山間部 10 台/市

II. 管理水準

g) $\mu$ 水準 $\mu_{sta}$	高 $\mu$ 管理 $\mu_{con} = 0.35$
h) 除雪水準 $H_{i-con}$	10 cm (累計降雪量)

**出力情報**

III. 計算結果

i) 対策の要否	実況値	管理水準	
雪氷厚 $H_{i-1}$	0.40	$H_{i-con}$ 5.0	mm 除雪不要
$\mu$	$\mu_1$ 0.18	$\mu_{sta}$ 0.35	要散布

II. 凍結防止剤散布後

雪氷厚 $H_{i-2}$	0.06 mm
$\mu$	$\mu_2$ 0.40

IV. 推奨対策

k) **凍結防止剤散布**

必要凍結防止剤散布量  $M_{i-min}$  **25.2** g/m<sup>2</sup>

必要な散布量を表示

除雪と散布の必要性を表示

散布後の雪氷厚と $\mu$ の推定値を表示

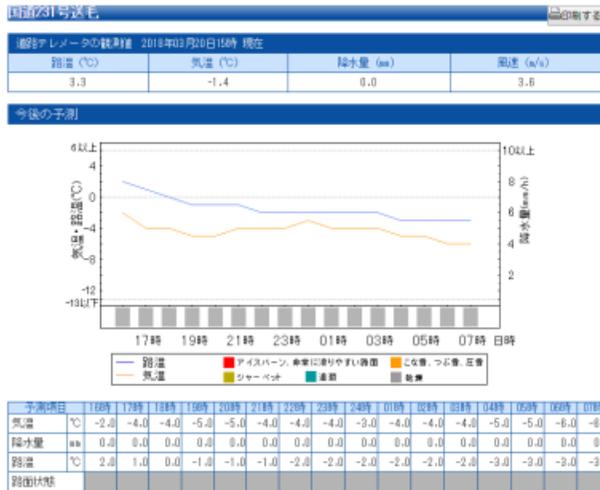
散布量を減らせる余地がある等の検討事項を表示

凍結防止剤散布量削減の検討

除雪、凍結防止剤散布、防滑材散布、監視の中から推奨対策を表示

これまで、冬期道路マネジメントシステムのトップページでウィリス(Excel版)をダウンロードするようになっており、Excelで開いて計算条件を入力する必要がありました

# 冬期路面改善シミュレータ(ウィリス)機能



冬期路面改善シミュレータ:ウィリス

地点予測画面と一体化

現在は、事後散布のみへの対応  
 今後は、事前散布を対象とした機能を整備するとともに、道路雪氷対策の実施による、路面状態等の予測ツールなどを整備する予定

入力情報	
I. 計算条件	
a) 路面状態 ?	凍結
b) 路面温度 ?	$T$ -5 °C
c) 雪氷厚 ?	$H_{i-1}$ 0.4 mm
d) 凍結防止剤散布量 ?	$M_{sp-in}$ 30 g/m <sup>2</sup>
e) 舗装の種類 ?	密粒度舗装
f) 交通量 ?	$Q_v$ 山間部 台/h
II. 管理水準	
g) $\mu$ 水準 ?	$\mu_{sta}$ 中 $\mu$ 管理 $\mu_{sta}$
h) 除雪水準 (累計降雪量) ?	$H_{st-sta}$ 5 cm

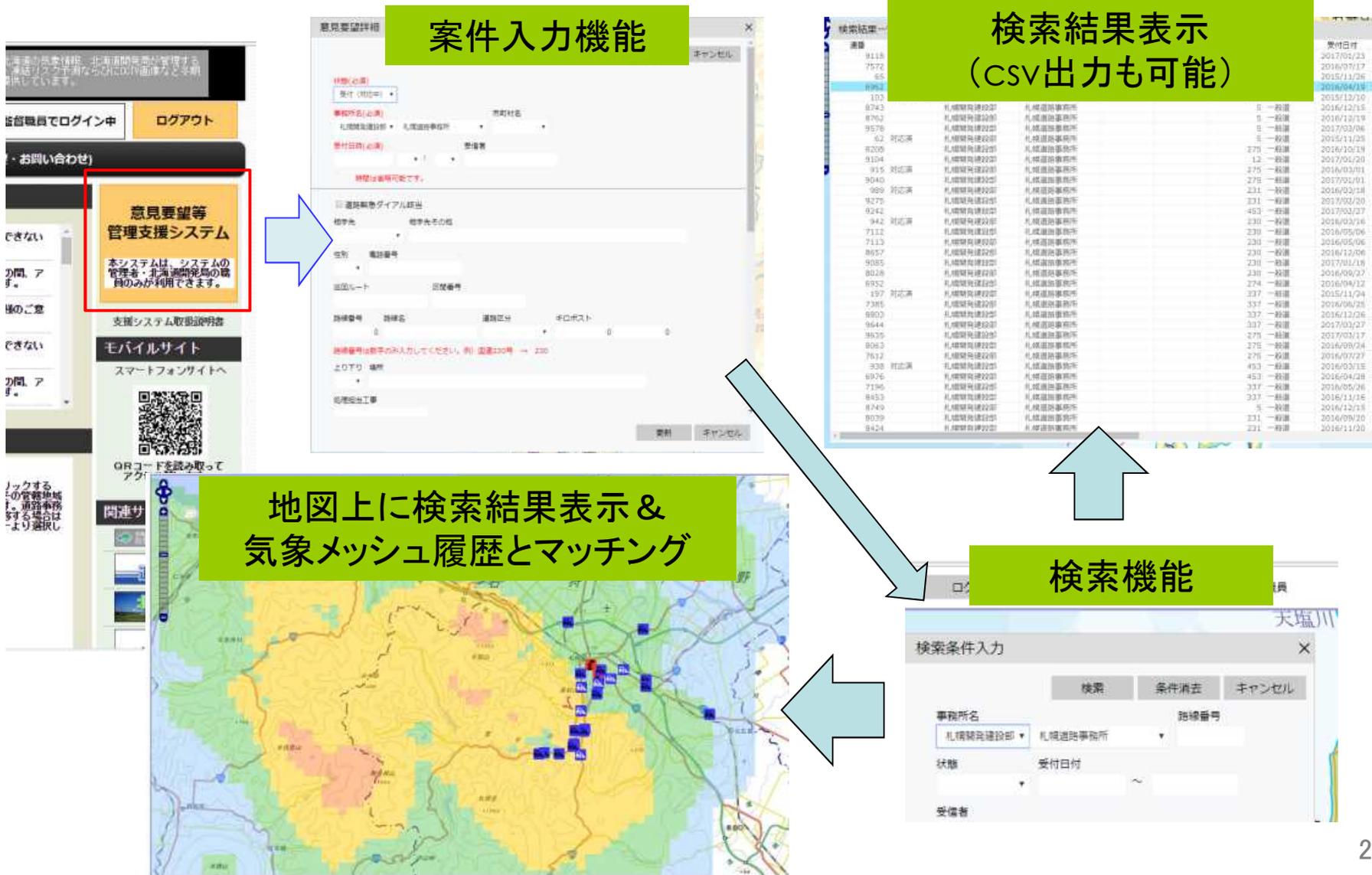
計算する 入力情報を確定(または変更)した際は押してください

路面状態、雪氷厚、散布量、目標管理水準等を入力

入力条件に応じた推奨対策(必要散布量、防滑材散布、除雪実施、経過観察等)を出力

出力情報	
III. 計算結果	
i) 対策の要否	実況値 管理水準
雪氷厚 $H_{i-1}$	0.40 < $H_{i-sta}$ 2.5 mm 除雪不要
$\mu$ $\mu_1$	0.18 > $\mu_{sta}$ NaN mm 要散布
j) 凍結防止剤散布後	
雪氷厚 $H_{i-2}$	0.06 mm
$\mu$ $\mu_2$	0.40
IV. 推奨対策	
k) 対策	凍結防止剤散布
検討事項	凍結防止剤散布量削減の検討
必要凍結防止剤散布量 $M_{sp-min}$	13.4 g/m <sup>2</sup>

# その他の機能3 意見要望等管理支援システム(苦情システム)



**意見要望等管理支援システム**  
本システムは、システムの管理者・北海道庁の職員のみが利用できます。

**案件入力機能**

**検索結果表示 (csv出力も可能)**

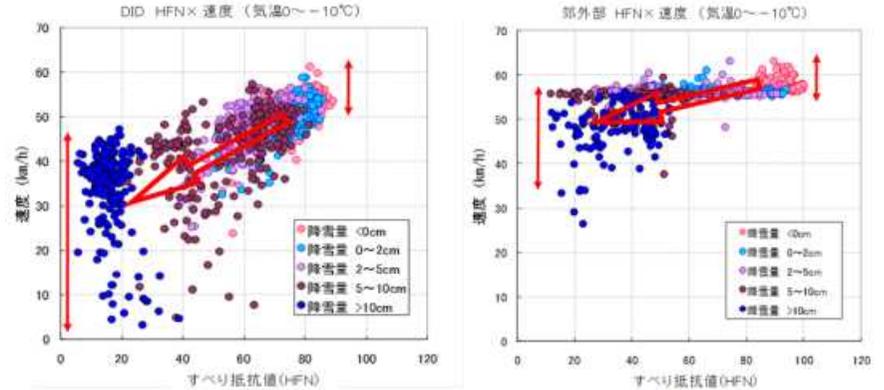
案件ID	事業所名	路線番号	状況	受付日時	受付日付
9118	札幌開発建設部	札幌道建設部	5	一般道	2017/01/23
7572	札幌開発建設部	札幌道建設部	0	一般道	2016/07/17
65	札幌開発建設部	札幌道建設部	0	一般道	2016/11/26
8963	札幌開発建設部	札幌道建設部	0	一般道	2016/04/14
103	札幌開発建設部	札幌道建設部	0	一般道	2015/12/10
8743	札幌開発建設部	札幌道建設部	0	一般道	2016/12/15
8762	札幌開発建設部	札幌道建設部	0	一般道	2016/12/19
9576	札幌開発建設部	札幌道建設部	5	一般道	2017/03/06
62	対応済	札幌道建設部	5	一般道	2016/11/25
8205	札幌開発建設部	札幌道建設部	278	一般道	2016/12/19
9104	札幌開発建設部	札幌道建設部	12	一般道	2017/01/20
915	対応済	札幌開発建設部	275	一般道	2016/03/01
3040	札幌開発建設部	札幌道建設部	276	一般道	2017/01/01
989	対応済	札幌開発建設部	231	一般道	2016/03/18
9279	札幌開発建設部	札幌道建設部	231	一般道	2017/02/20
9242	札幌開発建設部	札幌道建設部	453	一般道	2017/02/27
942	対応済	札幌開発建設部	230	一般道	2016/03/16
7112	札幌開発建設部	札幌道建設部	230	一般道	2016/05/06
7113	札幌開発建設部	札幌道建設部	230	一般道	2016/05/06
8657	札幌開発建設部	札幌道建設部	230	一般道	2016/12/06
9085	札幌開発建設部	札幌道建設部	230	一般道	2017/01/18
8028	札幌開発建設部	札幌道建設部	230	一般道	2016/09/27
6752	札幌開発建設部	札幌道建設部	274	一般道	2016/09/12
197	対応済	札幌開発建設部	237	一般道	2015/11/24
7385	札幌開発建設部	札幌道建設部	237	一般道	2016/06/25
8902	札幌開発建設部	札幌道建設部	237	一般道	2016/12/26
9644	札幌開発建設部	札幌道建設部	237	一般道	2017/03/27
3676	札幌開発建設部	札幌道建設部	278	一般道	2017/03/17
8063	札幌開発建設部	札幌道建設部	275	一般道	2016/09/24
7612	札幌開発建設部	札幌道建設部	276	一般道	2016/07/27
338	対応済	札幌開発建設部	463	一般道	2016/03/15
6976	札幌開発建設部	札幌道建設部	453	一般道	2016/04/28
7196	札幌開発建設部	札幌道建設部	237	一般道	2016/05/26
8453	札幌開発建設部	札幌道建設部	237	一般道	2016/11/16
8749	札幌開発建設部	札幌道建設部	5	一般道	2016/12/18
8039	札幌開発建設部	札幌道建設部	231	一般道	2016/09/10
9424	札幌開発建設部	札幌道建設部	231	一般道	2016/11/20

**検索機能**

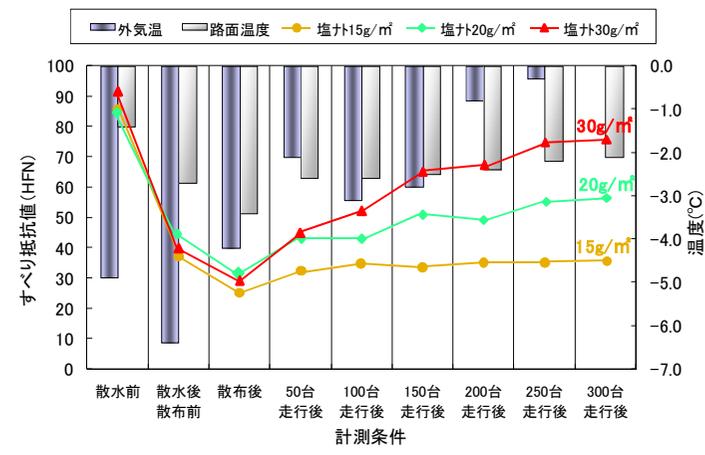
**地図上に検索結果表示 & 気象メッシュ履歴とマッチング**

# 蓄積データの活用

- 凍結防止剤等の散布効果把握
  - 効果的で効率的な散布剤・散布量検証
- 空間的・時間的な路面状態の出現傾向の分析
  - 重点管理区間の選定・見直し
- 路線におけるすべり抵抗値・気象・交通特性の関係
  - 路面管理水準の判断支援



HFN・降雪量・速度の関係（左：DID、右：郊外）



凍結防止剤の散布効果の確認

## 今後の予定 (R2~)

- システムの継続的な改良と新たな技術の開発
  - 情報提供の拡充
    - 情報提供エリアの拡充 & インタフェースの改良
    - 24時間先までの路面状態等予測値を提供
  - 要素技術の改善
    - 路面状態現況値の広域計測手法の開発
    - 深層学習を活用した路面状態予測精度の改良
- 凍結防止剤散布オペレーション支援
  - 散布オペレータの作業支援技術への応用

# ❄️ ご清聴ありがとうございました ❄️



Contact:

(国研)土木研究所 寒地土木研究所



寒地道路研究グループ

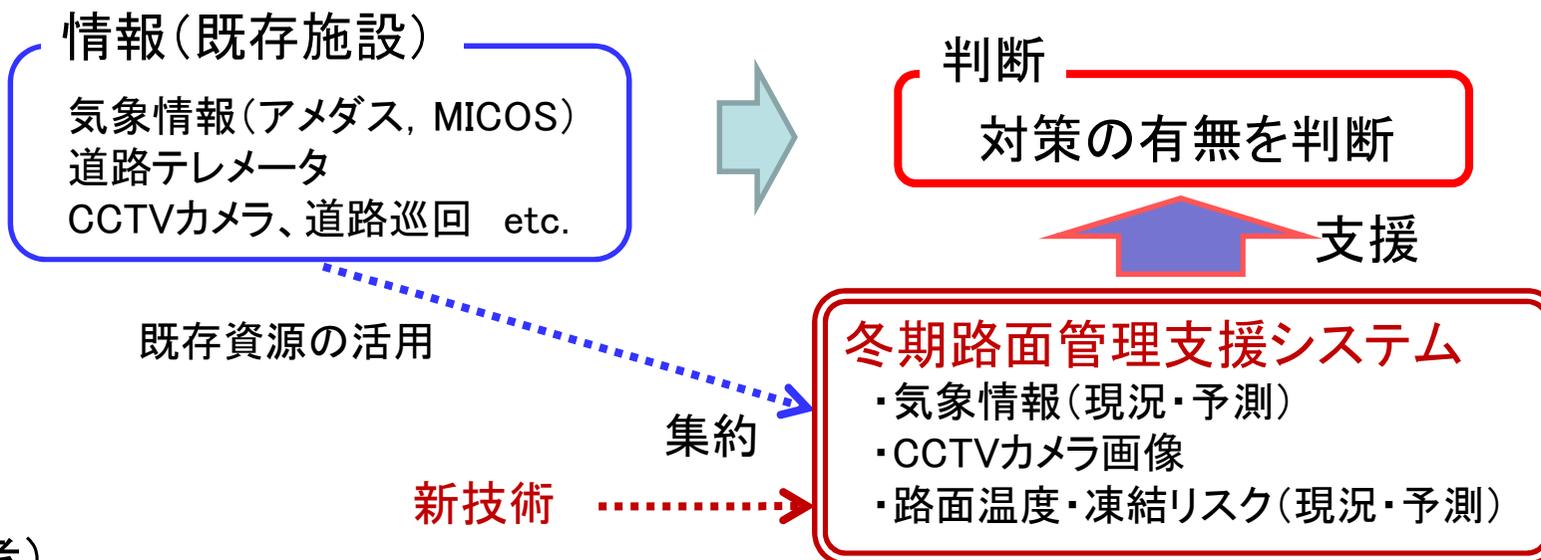
寒地交通チーム

札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号

Tel: 011-841-1738 Fax: 011-841-9747

# 冬期路面管理支援システム(開発の視点)

- 計画的な冬期の維持管理作業
- 既存施設(テレメータ、カメラ等)の有効活用、情報集約



(参考)

- アメリカ: 維持管理意思決定支援システム(MDSS: Maintenance Decision Support System)
- ヨーロッパ: 道路気象情報システム(RWIS: Road Weather Information System)

