

新都市社会技術融合創造研究会プロジェクト

公的交通情報と民間交通情報の融合による 異常事象発生時等における交通状況推定 及び対策に関する研究

研究代表者

京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

大西 正光

KYOTO UNIVERSITY

京都大学



研究体制

- 研究期間は3カ年とし、プロジェクトチームは下記のメンバーにより構成

研究代表:大西正光

京都大学大学院工学研究科 教授

研究参加:西田純二

(株)社会システム総合研究所 代表取締役
京都大学経営管理大学院 特命教授

入江喜朗

(株)社会システム総合研究所 嘱託研究員

九鬼香織

(株)社会システム総合研究所 大阪事務所長

岩切昭義

(株)パスコ 中央事業部インフラマネジメント部

研究テーマの背景

- 現在路側に設置されているCCTVやトラカン、ETC2.0は、一般幹線道路の道路交通状況をリアルタイムかつ連続的に観測するには不十分



DSRCやセンサの直下に車両が来ないとデータが得られない
地域内で離散的に設置
空間的な配置密度が高くない



- リアルタイムかつ空間的連続性のある民間プローブ情報を活用
- 個人が発するSNSを活用し、映像情報やテキストから道路状況を把握

研究テーマと対象領域の絞り込み

- 期待される研究内容
 - 交通情報(インターネット上で公開された渋滞情報、SNS、ETC2.0、民間プローブ等)から異常事象発生箇所を検知し、CCTV画像に映し出し、異常事象の発生地点を知らせるシステムの開発。
 - 特定された発生地点の周辺交通状況より今後想定される滞留(渋滞)規模を分析するアルゴリズム研究。
- 本研究で取り組む領域
 - さまざまな異常事象の発生が想定されるが、特に「積雪による交通停滞」に重点を置いた研究とする
 - 民間プローブを活用した異常事象による渋滞発生箇所の把握を行うが、この情報を活用したCCTVシステムへの反映等の開発は別途行われることとしている
 - 有償提供される民間プローブ情報は、本委託研究予算の範囲内では購入できないため、性能評価のためのプロトタイプにとどまると考えられる
 - 実用化システムの開発は、本研究の成果をもとに別途予算化が行われて実施されることを想定

研究項目と年度構成

年 度	研 究 内 容
令和5年度	① 交通状況のリアルタイム検出に関する既存調査・研究のレビュー、近畿エリアにおける交通観測インフラ調査 ② 異常事象時の交通状況のリアルタイム検出に利用できる公的・民間交通情報に関する調査 ③ 活用可能性の高い民間プローブ情報に着目し、既存データを用いた精度および実用性の検証 ④ 活用可能性の高いSNS情報に着目したクローリング・スクレイピング可能性の調査
令和6年度	⑤ 公的交通情報、民間プローブ、SNS情報の融合による異常事象発生検知・交通停滞発生検知システムの設計 ⑥ 公的交通情報、民間プローブ、SNS情報の融合による異常事象発生時の迂回路検出システムの設計 ⑦ 異常事象発生検知・交通停滞発生検知および迂回路検出のためのシステム構築に必要な開発・運用費の概算 ⑨ 将来入手可能な民間交通情報を活用したシステム高度化に向けた研究(その1)
令和7年度	⑧ 異常事象発生検知・交通停滞発生検知および迂回路検出のためのプロトタイプシステムの設計・構築 ⑨ 将来入手可能な民間交通情報を活用したシステム高度化に向けた研究(継続)

初年度研究の成果

1. 異常気象時等に活用できる民間プローブ情報の特性を分析・比較した結果、自動車メーカ等が提供する車両プローブより、スマートフォンプローブが災害時の強靱性や即時性、サンプリング率の高さ等の面で優位である
2. スマートフォンプローブの特性比較を行った結果、GoogleよりもTomTom社が提供するリアルタイムプローブ情報が優位である
 - a. 提供情報の信頼度情報が存在するため、通行不能・車両走行がない区間の判定に適している
 - b. VICSや他のプローブ情報では実現できていない、Dynamic Sectioning により、速度変化のある区間を動的に変化させて交通情報を提供している
3. TomTom社から技術評価のためのリアルタイムプローブ情報の無償提供を受けることができ、このデータを用いて2024年1月1日の能登半島地震における発災直後の交通状況の分析を行った結果、次の①から⑤の機能について優れた性能を有することが検証できた
 - ①災害時の強靱性 ②即時性、データ更新頻度の高さ ③幅広い対象路線に対するデータ提供
 - ④通行不能・車両走行がない区間の判定 ⑤交通情報提供区間を動的に変化させ得ること
4. SNSの活用についても検討を行ったが、わが国で利用者が多いX(旧Twitter)の利用が高額化したこと、フェイク情報のフィルタリングの必要性等から、SNSについては専門業者を通した情報配信を受けることが現実的である

第2年度の研究概要

KYOTO UNIVERSITY

京都大学



システム設計の進め方

- システム設計にあたって、まず昨年1月24日豪雪時のスタック区間の把握ができることを確認するための精度検証を行った
- 精度検証結果が良好であったことから、福井河川国道工事事務所、滋賀国道工事事務所に依頼し、システム・プロトタイプの評価を行った
- 改善点の確認を行い、画面設計とデータベース・解析システムの再設計を行い、性能評価のためのプロトタイプの構築を行い、現在滋賀国道工事事務所において試験運用を行っている

1月24日豪雪時のスタック区間におけるプローブの精度検証

CCTVによるスタック区間の把握

TomTom情報の同区間の精度検証



システム・プロトタイプの構築・改良

画面設計

データベース・解析システム設計



国道工事事務所におけるプロトタイプ評価

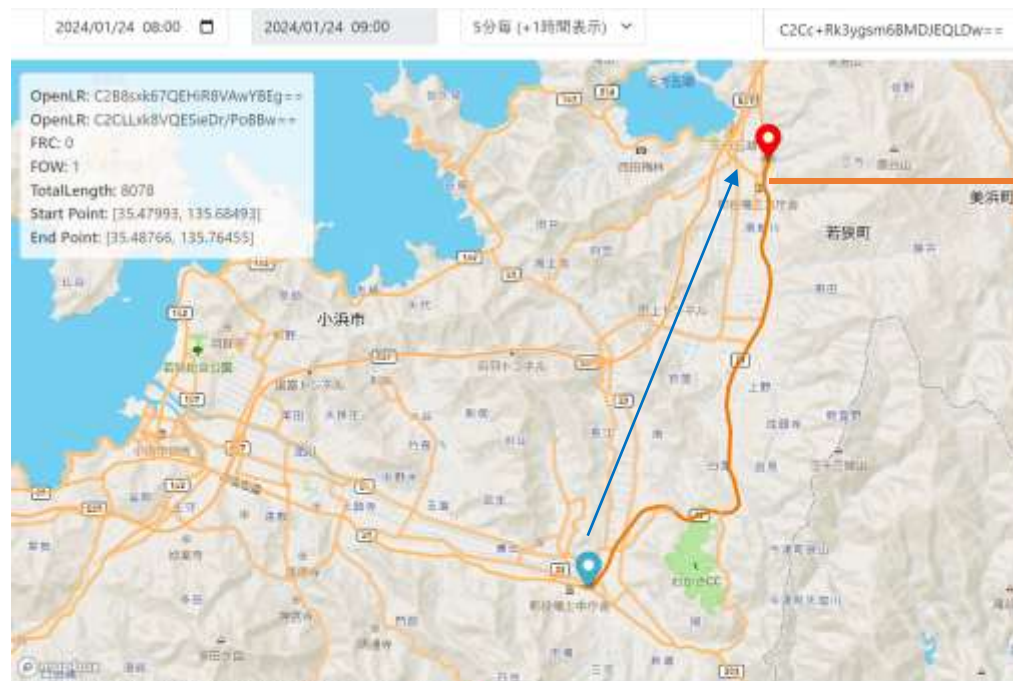
実用性評価

経済性評価

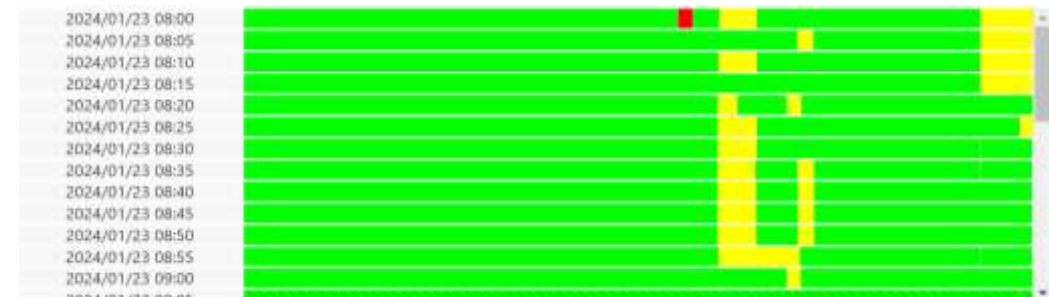


豪雪時スタック検出精度の検証

- 昨年1月24日の豪雪時に国道27号福井県三方交差点におけるスタック発生の映像の提供を受けた
- TomTomリアルタイム情報を用いて、その時間帯における速度低下とスタックが検出できることを確認することができた



2024年1月24日 8:00—9:00 (積雪時)



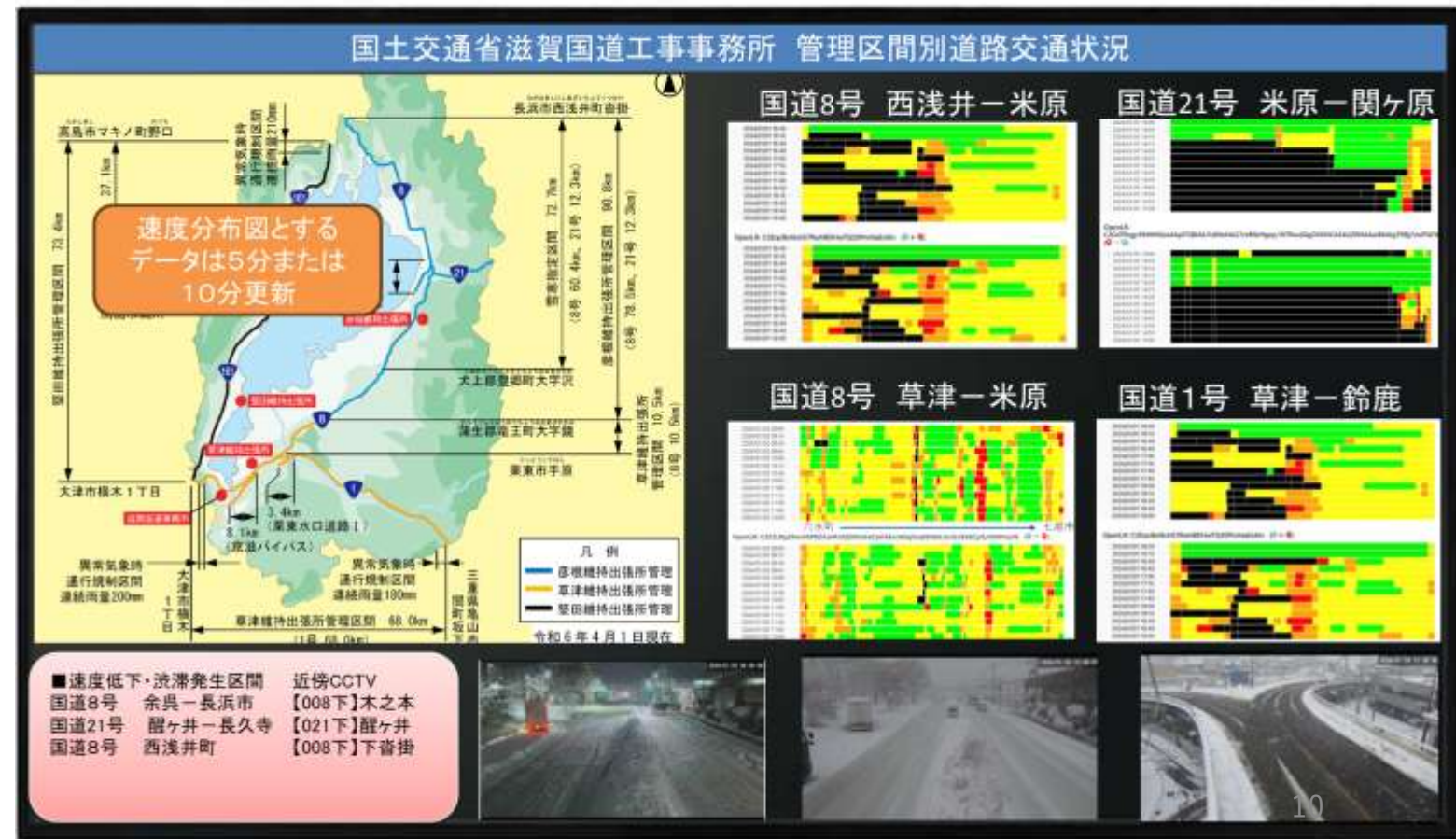
2024年1月23日 8:00—9:00 (平常時)

第1次システム・プロトタイプ(画面設計)の構築と評価

- 以下のような画面設計を行い、福井河川国道工事事務所、滋賀国道工事事務所を訪問し、意見を聴取した
- この結果、次のような意見をいただいた

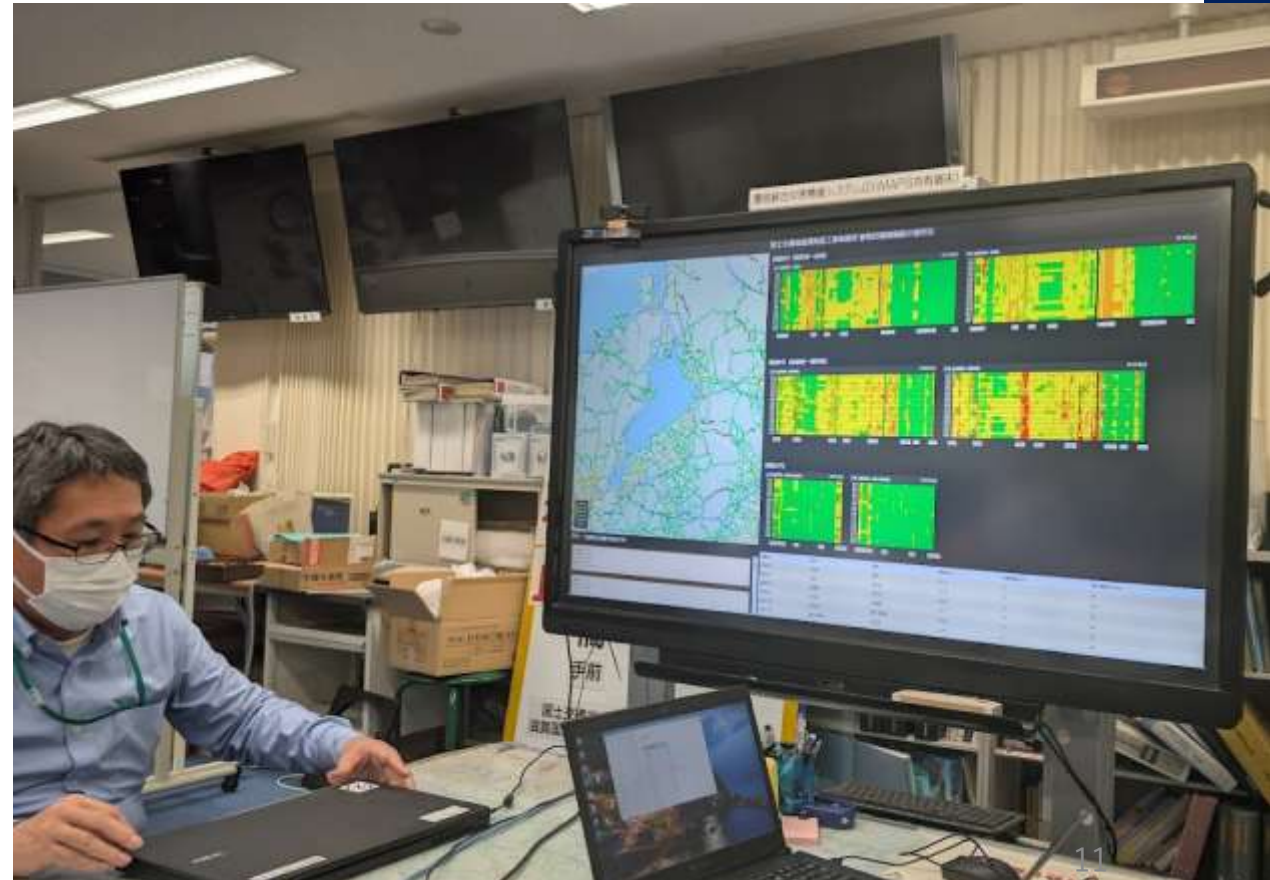
- ① 概ね、このような画面設計で問題はない
- ② CCTV画像は、すぐ横に監視システムがあるため、この画面内にCCTV画像を置く必要はない
- ③ 迂回路は、昨今は通行止の際には広域迂回を行うため、迂回路をシステム側が提案する必要はないが、県道等の周辺道路の状況が把握できるとありがたい

KYOTO UNIVERSITY



国道工事事務所との会議状況

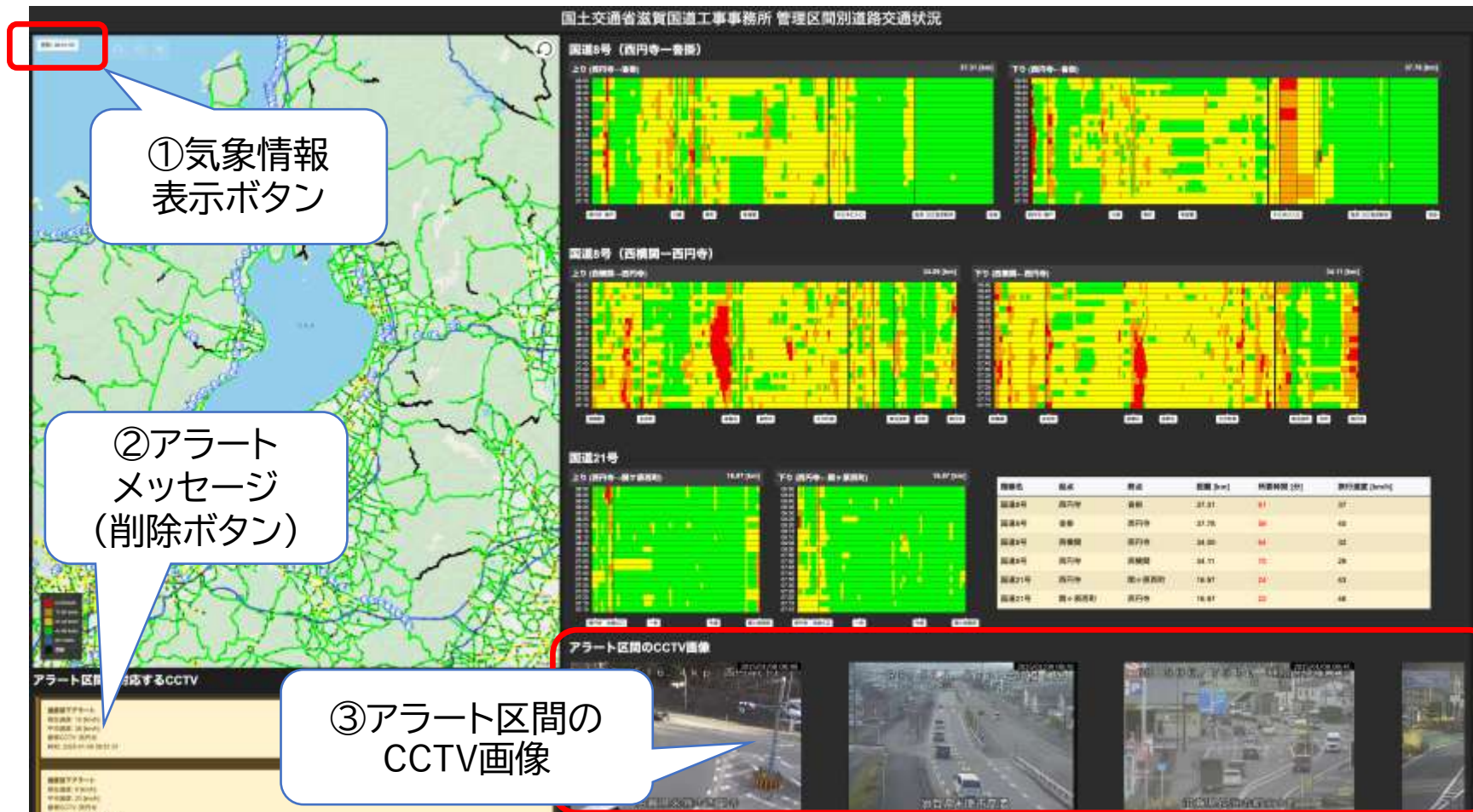
- 左写真: 福井河川国道工事事務所におけるCCTV監視システムの視察
- 右写真: 滋賀国道工事事務所におけるプロトタイプ画面の評価会議



第二次画面設計と滋賀国道への機材セットアップ

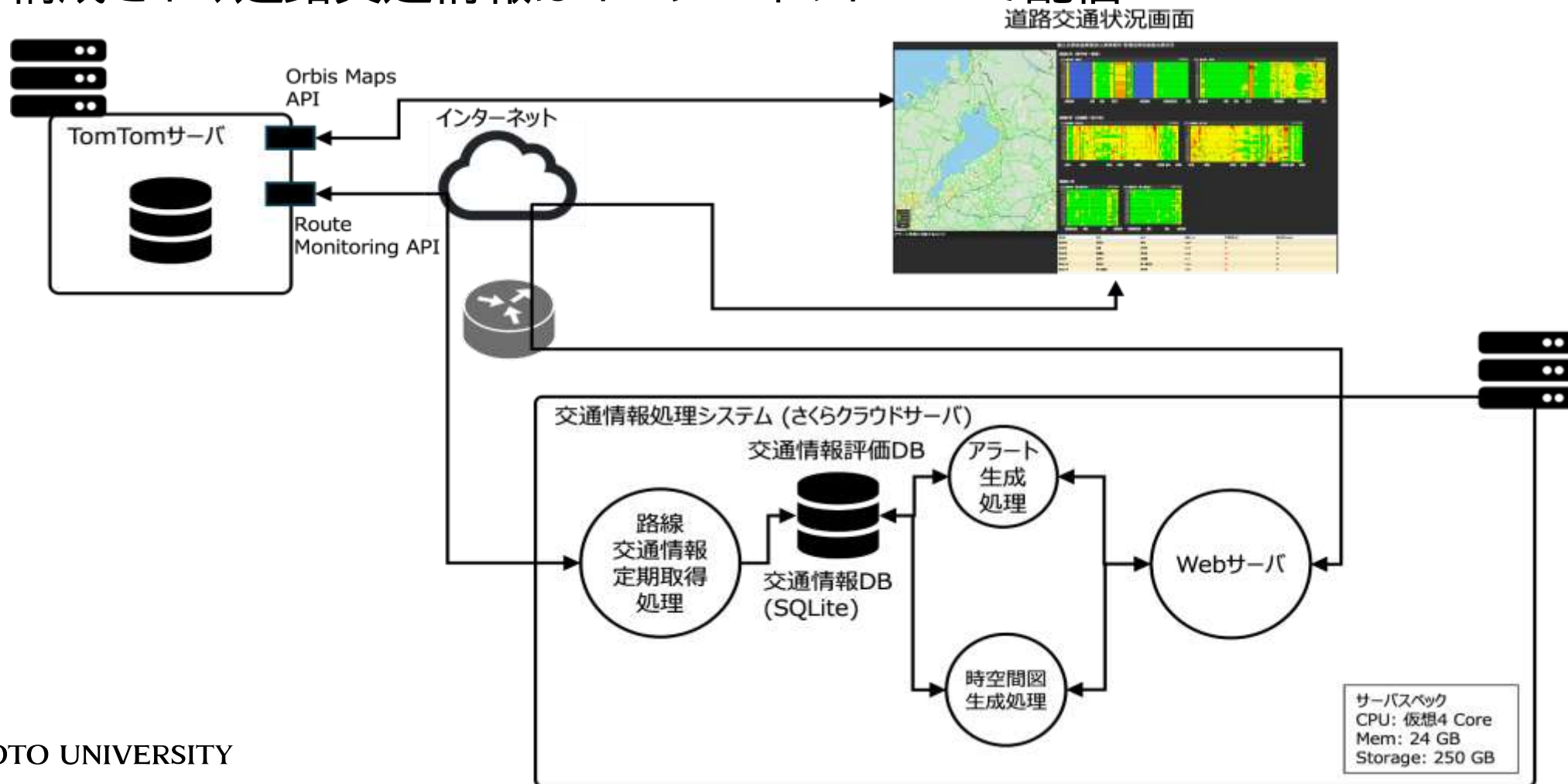
- 速度低下が著しい区間を検出し、その区間のCCTV画像を自動で下部に表示
- 速度分布マップでは直轄国道以外に、主要県道等の速度分布を地図上に表示

- 速度分布時空間図は、直轄国道のみを対象としてデータ購入を行うことで、情報購入費を削減
- 速度分布マップ、気象情報は無償提供されるデータを活用することで、コスト削減
- 気象情報表示ボタンをクリックすると、雨雲レーダ等が重ねて表示される



センターサーバシステムの設計

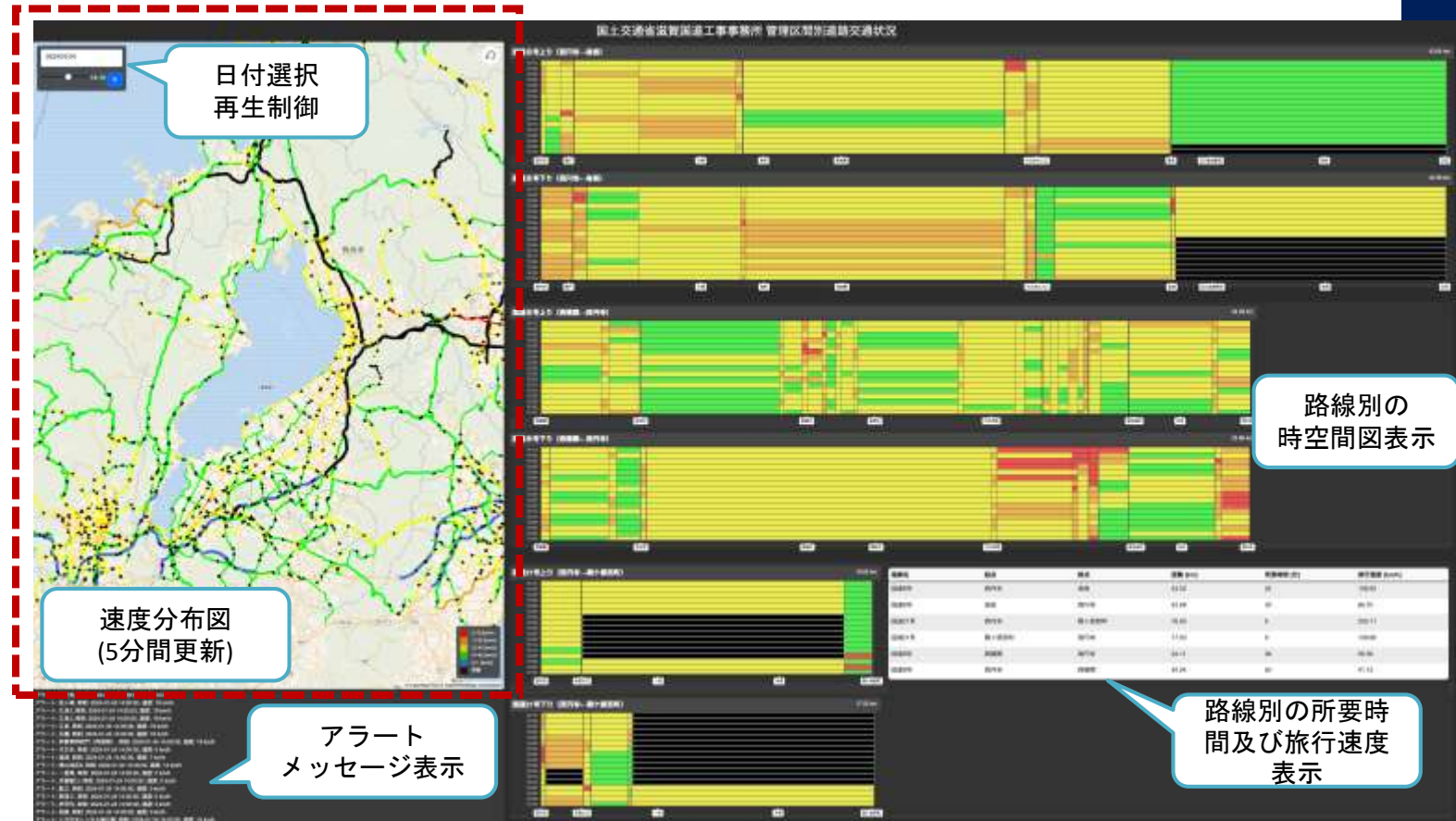
- 開発するシステムは、TomTomサーバ、交通情報処理システムの2つの主要部分で構成され、道路交通情報はインターネットwebで配信



迂回路検出システムの設計

- 国道工事事務所との協議により、当初計画していた動的な迂回路の自動検出は不要で、直轄国道以外の主要県道の走行速度がリアルタイムに表示できれば十分との意見
- TomTomデータ購入費を削減する目的もあり、画面の左に速度分布図を示すことで対応することとした
- 右図の赤破線の速度分布図がこれに相当し、直轄国道以外の主要道路の速度分布が示される
- 区間をクリックすると、区間速度等の詳細情報が表示される

KYOTO UNIVERSITY



開発・運用費の概算の考え方

- システムの構築・運用に必要な費用について交通情報取得費用及びシステム運用費用に分けて算出
- TomTomの交通情報提供費用は、下記の方針で算定
 - 当初は迂回路となる滋賀県内主要幹線道路の交通情報の購入を検討したが、高額となるため、滋賀国道が管理する直轄国道(プロトタイプでは彦根維持出張所のみ)のみのデータを購入する方針に変更
 - エリア別人口による価格と年間契約が基本のTraffic Flowサービスから、路線長による価格と月単位で契約可能なRoute Monitoringサービスに変更
年間契約: \$70/年・km 月間契約: \$18/月・km
 - 速度分布図は、一定の利用量までは無償となるTomTomのOrbis Maps APIを利用
- システム運用費用はクラウドサーバ2台構成として積算
 - 運用費が廉価で実績のある、さくらインターネット社のクラウドサーバで試算した

運用費用の概算(彦根維持出張所管内)

■交通情報取得費用

・対象路線と距離

- ・ 国道8号(西円寺→沓掛):36.9km
- ・ 国道8号(沓掛→西円寺):37.8km
- ・ 国道8号(西横関→西円寺):34.1km
- ・ 国道8号(西円寺→西横関):34.1km
- ・ 国道21号(西円寺→関ヶ原西町):17.0km
- ・ 国道21号(関ヶ原西町→西円寺):17.0km

合計:176.9km

・費用試算

年間契約の場合

単価	価格	価格(経費率30%)
km当たり年額 \$70 = 10,570円	177 km × 10,570 = 年額1,870,890円	年額2,432,157円

2024/12/09時点の為替レート151円/USDで換算

冬期だけの契約(3ヶ月)の場合

単価	価格	価格(経費率30%)
km当たり月額 \$18 = 2,718円	177 km × 2,718 × 3月 = 1,443,258円	1,876,235円(3ヶ月)

2024/12/09時点の為替レート151円/USDで換算

■センターサーバ運用費用

・Route Monitoring処理・Webサーバ用 さくらクラウド(仮想6コア/ 24GBメモリ/ HDD 250 GB)

- － 滋賀県の彦根維持出張所管理の直轄国道に限定
- － Route Monitoringデータ及び各種データを1年分蓄積

・費用試算

- － 年額サーバ費用: 303,600円(税込)
- － 年額(経費率30%込み): 394,680円

将来入手可能な民間交通情報を活用したシステム高度化に向けた研究

■車両プローブの入手と検証

- トヨタ社との協議が進み、豪雪時のデータ購入が可能となったことから、2024年1月24日のスタック発生箇所のデータを入手
(2024年1月24日／国道27号福井県若狭町三方交差点前後1km区間)
- タイヤが発生する摩擦力が限界に達した状態を「限界 μ 」と定義し、スリップ予測への活用可能性について検証を実施

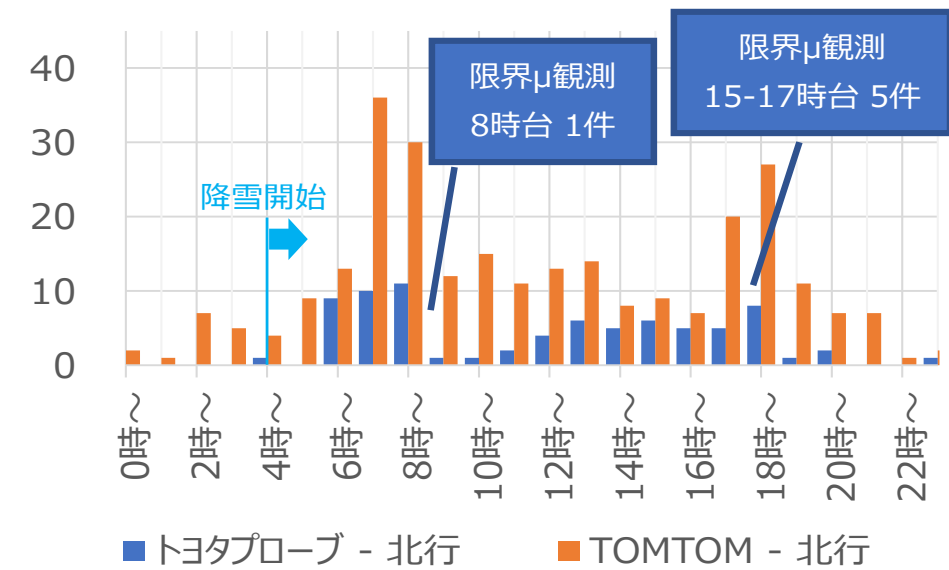
■検証結果概要

- 路面 μ の推定が可能であることを確認
- 今回取得したデータはTOMTOMデータに比較し、1/3程度の件数となっておりサンプル数が少ない
- 特に降雪開始時におけるデータが少なく、降雪時の路面 μ の変化を分析するにはデータ量が不足する
 - プライバシー保護の観点からデータ発生時刻の分以下の情報がマスクされ、事象発生時刻を同定できないため
- 来年度、交通量が多い道路区間を対象に、降雪時の道路の滑りはじめを検知することができるか、追加検証を計画したい

KYOTO UNIVERSITY

限界 μ 観測地点

	日時	GPS緯度	GPS経度	MM緯度	MM経度	外気温	推定路面 μ
北上(上り)	2024-01-24 17	35.55282386	135.910207	35.55295406	135.9103481	1	0.34
	2024-01-25 09	35.55550371	135.9108839	35.55554276	135.91086	1	0.18
	2024-01-24 08	35.55364366	135.9106467	35.55366145	135.9107386	0	0.05
	2024-01-24 15	35.55378731	135.91068	35.55378297	135.9108015	1	0.03
	2024-01-24 16	35.55358941	135.9106858	35.55364409	135.9107299	1	0.12
	2024-01-24 17	35.55282386	135.910207	35.55295406	135.9103481	1	0.34
	2024-01-24 17	35.55363107	135.9106496	35.55368532	135.9107516	1	0.07
南下(下り)	2024-01-24 19	35.55577691	135.9109635	35.5557489	135.9108514	2	0.41
	2024-01-25 00	35.55419705	135.9109136	35.55421695	135.9109708	1	0.16
	2024-01-25 03	35.55605269	135.9109056	35.5560375	135.9108427	3	0.19
	2024-01-25 14	35.55559896	135.9108789	35.55552106	135.9108644	3	0.12



2024年1月24日の車両プローブ及びTOMTOMデータの件数比較

第2年度研究の成果

1. 国道27号福井県三方交差点におけるスタック発生のCCTV記録を用いて、TomTom社リアルタイムプローブ情報の精度検証を行った結果、スタックの発生から解除までの車両停滞状況が正確に記録されていることを確認
2. 交通状況をリアルタイムに確認するためのシステム・プロトタイプを構築し、滋賀国道工事事務所において試験運用を行った結果、画面設計等には問題はないが、気象情報等を同時に確認できることが望ましい、という意見を受けた。これらの意見を踏まえ、**第二次プロトタイプの開発**を行った。
3. センターサーバシステムの設計と、TomTom交通情報の提供費用の試算を行ったが、現場運用においては、TomTom交通情報の提供費用が高額であるという意見を受け、**コスト低減のための検討**を行った。
4. 以上の指摘を受け、Traffic FlowサービスからRoute Monitoringへの変更を行い、迂回路検出システムをOrbis Maps APIに変更した。またセンターサーバシステムの効率化と併せて、**運用費の大幅な削減**を行った。
5. 将来入手可能な交通上情報として、**トヨタ社から福井県三方交差点付近のスタック発生個所近傍の車両プローブデータの提供を受け、路面 μ の推定手法を確立**した。しかし同区間は降雪開始時における車両サンプル数が少ないことから、次年度は交通量の多い区間を対象として、さらなるスリップ・スタック検出手法の研究を行うこととした。

第3年度の研究概要

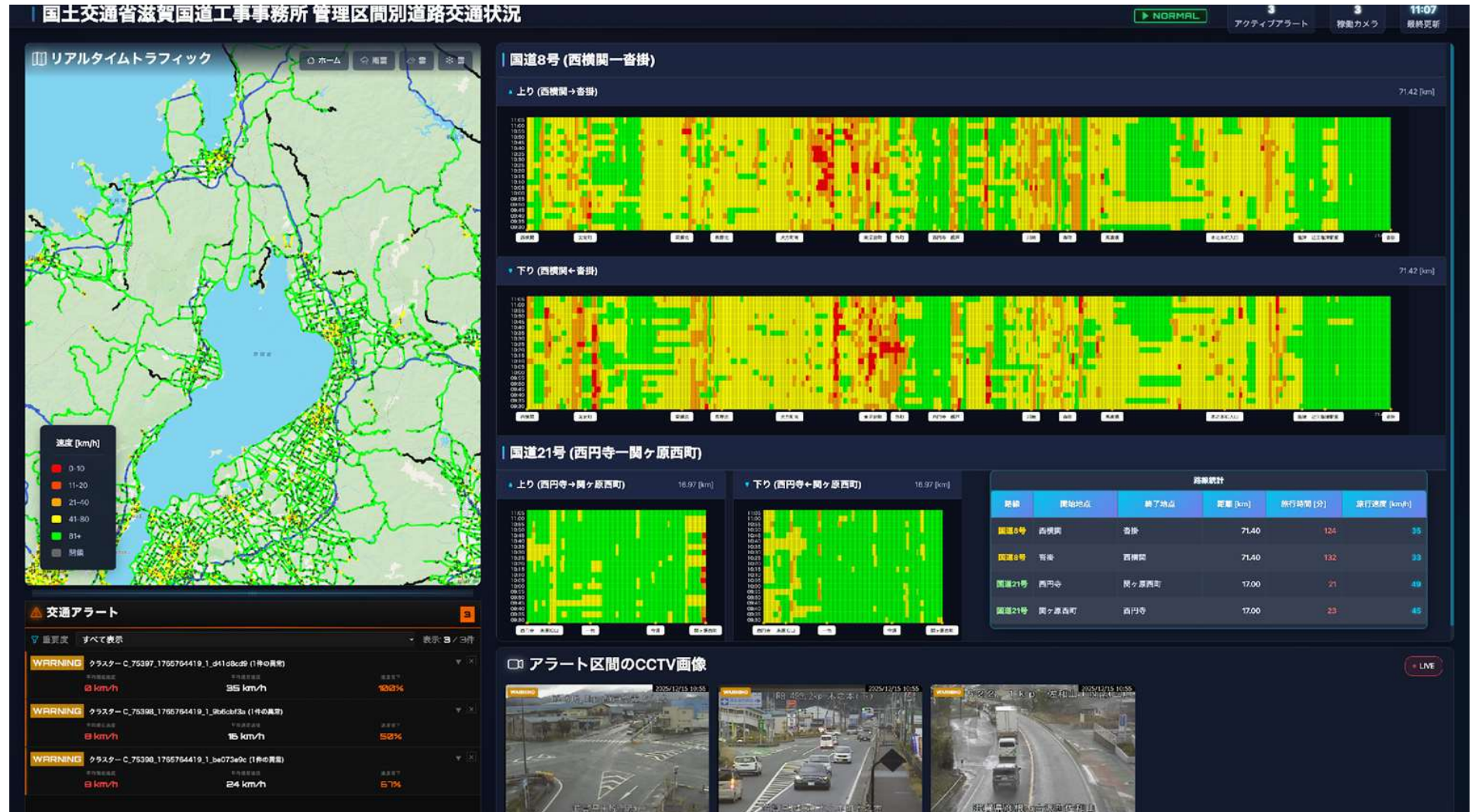
KYOTO UNIVERSITY

京都大学



交通モニタリングシステムの完成系に向けて

改良点: ①アラート発報方式の改善 ②表示方法・操作性の改善、マルチディスプレイ対応



アラート方式概要

2024年度版（閾値方式）

判定条件: $\text{current_speed} < (\text{typical_speed} \times 0.4)$ AND $\text{current_speed} < 20 \text{ km/h}$

重要度: なし (全て同等) / クラスタリング: なし

2日間で621,446件のアラート発生 (2025/02/07-02/08)

課題: 通常渋滞でも大量のアラートが発生 (アラート疲労)

2025年度版 (改良型閾値方式)

判定条件: $\text{current_speed} < 10 \text{ km/h}$ AND 速度低下率 $> 60\%$ AND クラスタサイズ ≥ 3

重要度: SEVERE / CRITICAL / WARNING / NOTICE の4段階

クラスタリング: 第1段階: セグメント集約 / 第2段階: クラスタ集約

継続追跡: 5分後に渋滞長が25%以上重複

2日間で621,446件が、205件に集約 (99.97%削減)

用途: 通常時における深刻な渋滞を検出

2025年度版（機械学習方式）

アーキテクチャ: Graph Neural Network + Transformer による時空間異常検知

特徴: 空間的連続性と時間的連続性から渋滞発生区間を検出

クラスタリング: 機械学習によるクラスタリング

用途: 大雪・災害時など広域での渋滞の検出に特化

モードを切り
替えて2方式
を併用

動的モード切替

改良型閾値方式+ 機械学習方式の併用

NORMAL モード

方式: 改良版閾値方式

用途: 通常時の交通監視

特徴: 日常渋滞をフィルタリング

手動切替

手動でNORMALに復帰

スパイク検出でトリガー

自動切替

ALERT モード

方式: 機械学習方式

用途: 大雪・災害等の緊急時

特徴: 広域渋滞を高精度検出

併用のメリット

- ・ 状況適応型: 通常時と緊急時で最適アルゴリズム選択
- ・ アラート疲労防止: 通常時は2段集約で99.97%削減
- ・ 豪雪時等即応: 機械学習方式により広域異常を即時検出

自動切換の発動条件 (何れか1つで発動)

- ・ RATIO_SPIKE: 低速セグメント数が過去30分平均から3倍以上に急増
- ・ ABSOLUTE_SPIKE: 低速セグメント数 ≥ 1000
- ・ STATISTICAL_SPIKE: 過去30分平均 ≥ 100 かつ Z-score > 4.0

※ Z-score: 平均から標準偏差 (σ) 何個分離れているかを示す値Z
> 4は平均から4 σ 以上離れた極めて稀な異常値

運用フロー

1. 通常時: NORMAL (改良版閾値方式) で監視
2. 異常検知: スパイク検出で自動ALERT切替
3. 緊急対応: ALERT (機械学習方式) で詳細監視
4. 復旧後: 手動でNORMALに復帰

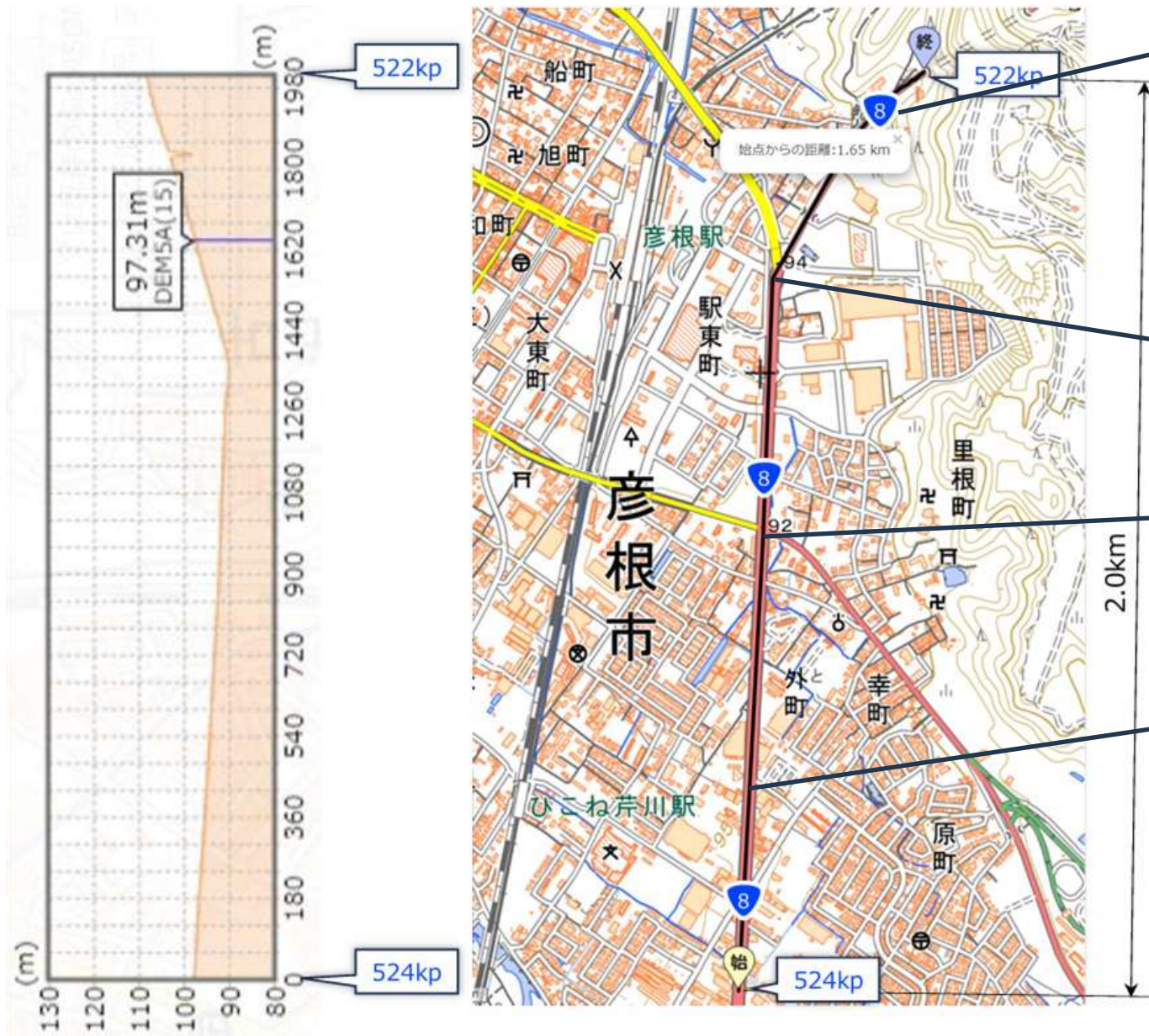
3方式アラート比較表（国道8号 2日間）

評価項目	2024年度版(閾値方式)	2025年度版(改良型閾値方式)	2025年度版(機械学習方式)
アラート数(降雪時)	79,239	5,344	918
アラート数(非降雪時)	27,343	189	613
削減率(vs 閾値)	—	93.3%	98.8%
閉鎖検出(21時)	検出(他に埋もれる)	SEVEREで検出	CRITICALで検出
日中のアラート	多数発生	少ない	散発的に発生
重要度レベル	なし(2値)	4段階	3段階
継続追跡機能	なし	あり(ルールベース)	あり(Transformer学習)
空間クラスタリング	なし	距離ベース(INDIV→AREA)	距離ベース+GNN特徴で圧縮
パラメータ調整	容易(閾値のみ)	やや複雑(複数閾値)	モデル再学習が必要
計算コスト	低い	中程度(クラスタリング距離計算)	やや高い(異常スコア算出推論)
アラート理由の解釈容易性	高い	高い	やや低い(モデル内部)

※ 降雪時: 2025/02/07-08（21時頃に通行止め発生）、非降雪時: 2025/02/14-15（通常日）、対象区間: 国道8号 西横関-沓掛

京都大学

対象道路区間詳細



坂～トンネル（終点）



勾配のある交差点



店舗からの出入り

トヨタ社から提供を受けた車両プローブデータ

スリップしやすさ指標:各タイヤの車輪速の差が基準値以上

スタックしやすさ指標:いずれかの車輪速がゼロかつ最大車輪速が基準値以上

プライバシー保護の
観点から、データは
下記の単位に集計
されて提供

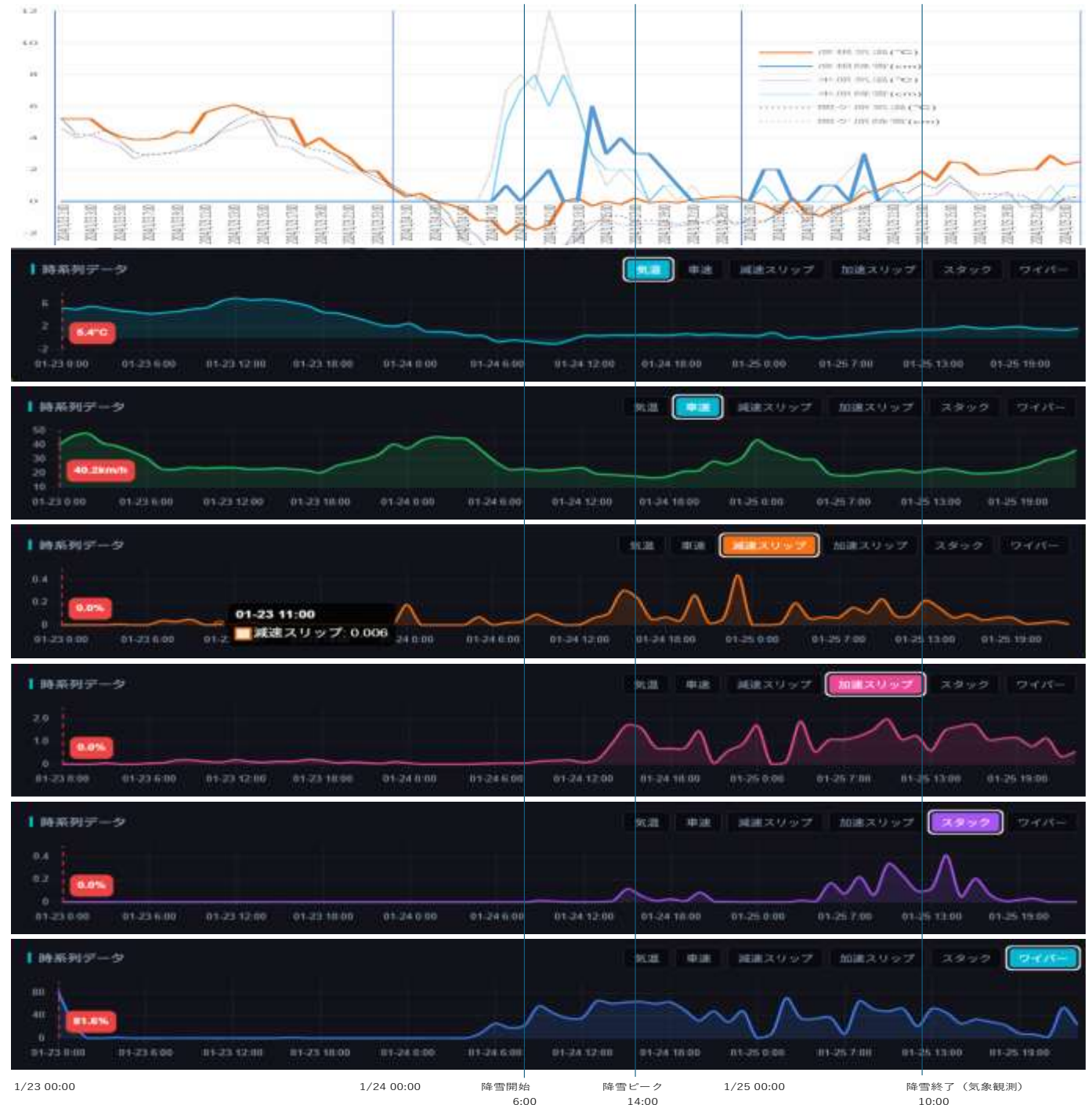
・時間単位:1時間

・メッシュ:10m

No.	Item	Remarks
1	抽出開始日時	形式:yyyyMMddHHmm
2	抽出終了日時	形式:yyyyMMddHHmm
3	緯度ID	該当メッシュ(10m)ごとのユニークID(圧雪凸凹と共通)
4	経度ID	該当メッシュ(10m)ごとのユニークID(圧雪凸凹と共通)
5	緯度(独自10mメッシュ)	独自メッシュ(10m)内で取得された各データの緯度の平均値
6	経度(独自10mメッシュ)	独自メッシュ(10m)内で取得された各データの経度の平均値
7	進行方向ID	分割なし:00固定 分割あり:1桁目(0/変化なし,1/北,2/南)2桁目(0/変化なし,1/東2/西)
8	減速時スリップしやすさ指標(データ数)	ABS作動若しくはアクセル開度0時に車輪速差が基準値×a以上のデータ比率(%)☆
9	加速時スリップしやすさ指標(データ数)	TRC作動若しくはアクセル開度+時に車輪速差が基準値×a以上のデータ比率(%)☆
10	スタックしやすさ指標(データ数)	同一時間で、いずれかの車輪速がゼロかつ最大車輪速が基準値×c以上のデータ比率(%)☆
11	減速時スリップしやすさ指標(母台数)	ABS作動若しくはアクセル開度0時に車輪速差が基準値×b以上の台数比率(%)☆
12	加速時スリップしやすさ指標(母台数)	TRC作動若しくはアクセル開度+時に車輪速差が基準値×b以上の台数比率(%)☆
13	スタックしやすさ指標(母台数)	同一時間で、いずれかの車輪速がゼロかつ最大車輪速が基準値×c以上の台数比率(%)☆
14	ワイパー作動率(停止比率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が停止である台数の比率(%)
15	ワイパー作動率(間欠動作率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が間欠である台数の比率(%)
16	ワイパー作動率(低速動作率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が低速である台数の比率(%)
17	ワイパー作動率(高速動作率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が高速である台数の比率(%)
18	算出元データ数	該当メッシュ(10m)内で取得されたデータ数
19	算出元母台数	該当メッシュ(10m)内で取得されたデータの台数
20	平均外気温	該当メッシュ(10m)内で取得されたデータの外気温の平均値(無効値の場合、999)
21	平均車速	該当メッシュ(10m)内の車両ごとの車輪速を、更にメッシュ内で平均

分析結果

- 減速スリップより、加速スリップしやすいさ指標が降雪開始時のスリップ発生状況と一致している
※加速スリップは降雪がない状況でも観測される
- 積雪量が観測されると、スタックしやすいさ指標の数値が上がる
- 車両の気温センサは彦根気象観測所のデータとよく一致している
- 降雪開始時も、ワイパーの動作で確認でき、気象観測局よりも早期に検出



第3年度研究の成果

1. 実用性の高い交通モニタリングシステムの構築を行った

- 通常時の渋滞検出と、異常気象・豪雪時等の渋滞検出の2つの渋滞検出手法を実装し、交通状況によりこの2つの手法を自動的に切り替えて表示
- 気象(雨雲レーダ等)と周辺道路の交通状況の重畳表示を可能とし、渋滞区間のCCTV映像を自動表示する
- 運用費用の低減により、彦根出張所管内の交通モニタリングの費用は、交通情報購入費約240万円・センターサーバ運用費約30万円となり、年間費用で合計300万円以下での運用が可能となることを確認

2. 将来入手可能な民間交通情報を活用したシステム高度化に向けた研究

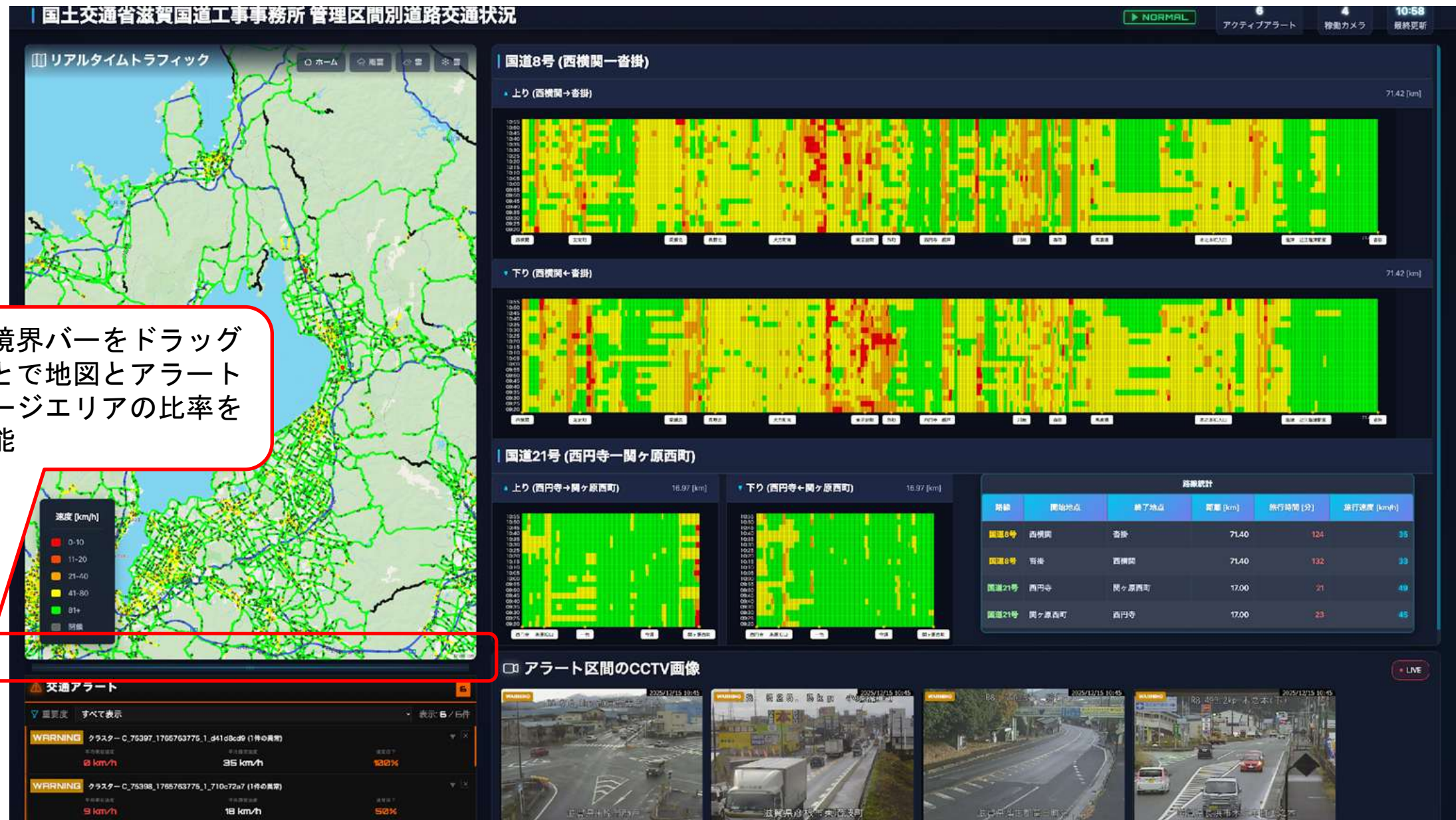
- 車両プローブデータの4輪の車輪速度の差と、ABS/TRC等の車両限界制御システムの作動状況を用いることで、正確に車両のスリップ・スタックを検出することが可能であることを確認
- 車両プローブを計測可能な車両台数の制約があり、プライバシー保護の観点から、1時間単位・10mメッシュ単位でのデータ提供が限界であった
- 今後は車両プローブ提供車両の増加が見込まれ、データ提供の時間間隔が短縮されることが期待できる

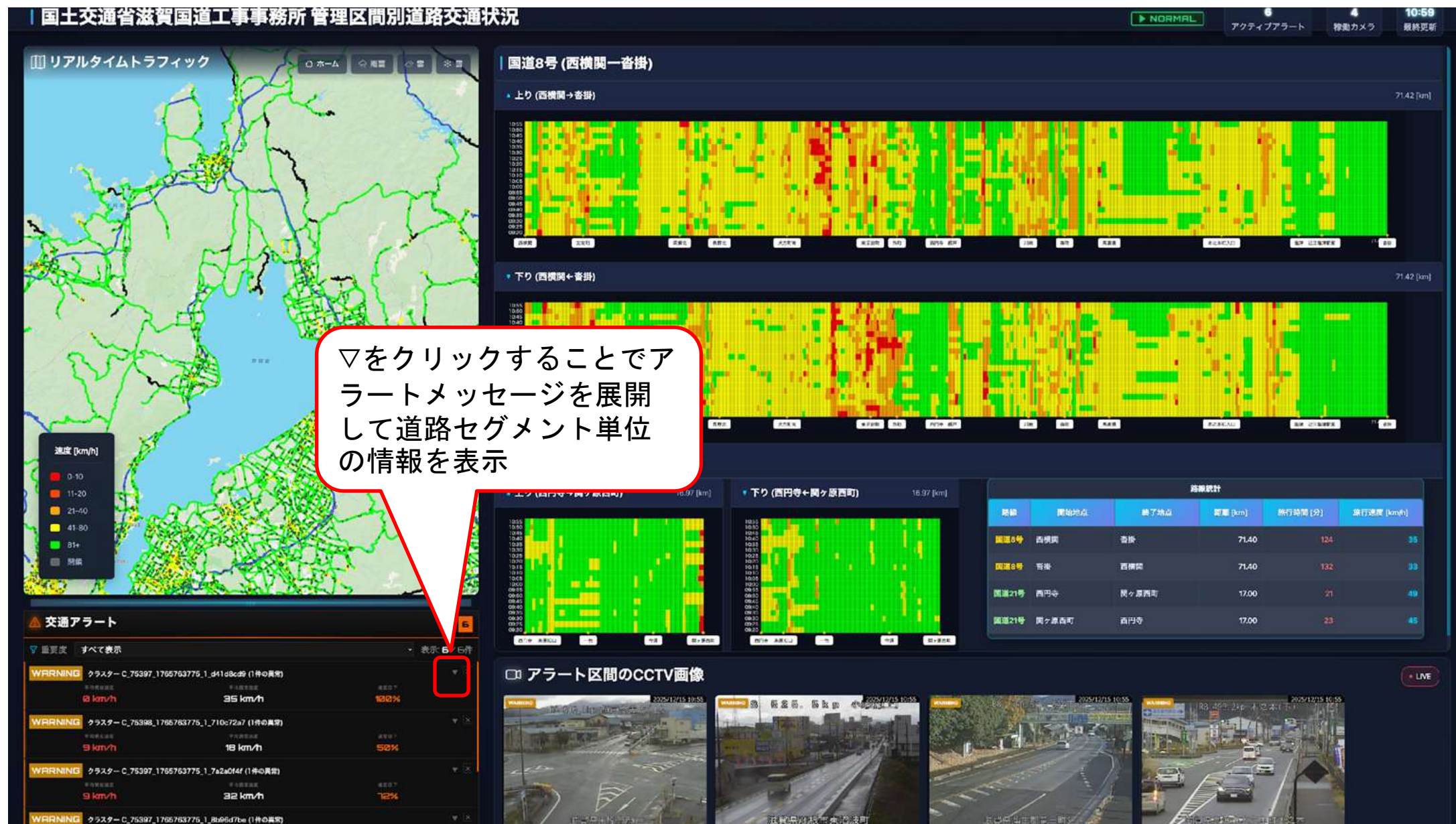
参考資料1

構築したシステムの操作例

動作モード表示
(通常モードNORMAL)











参考資料2

路面限界 μ の推定方法

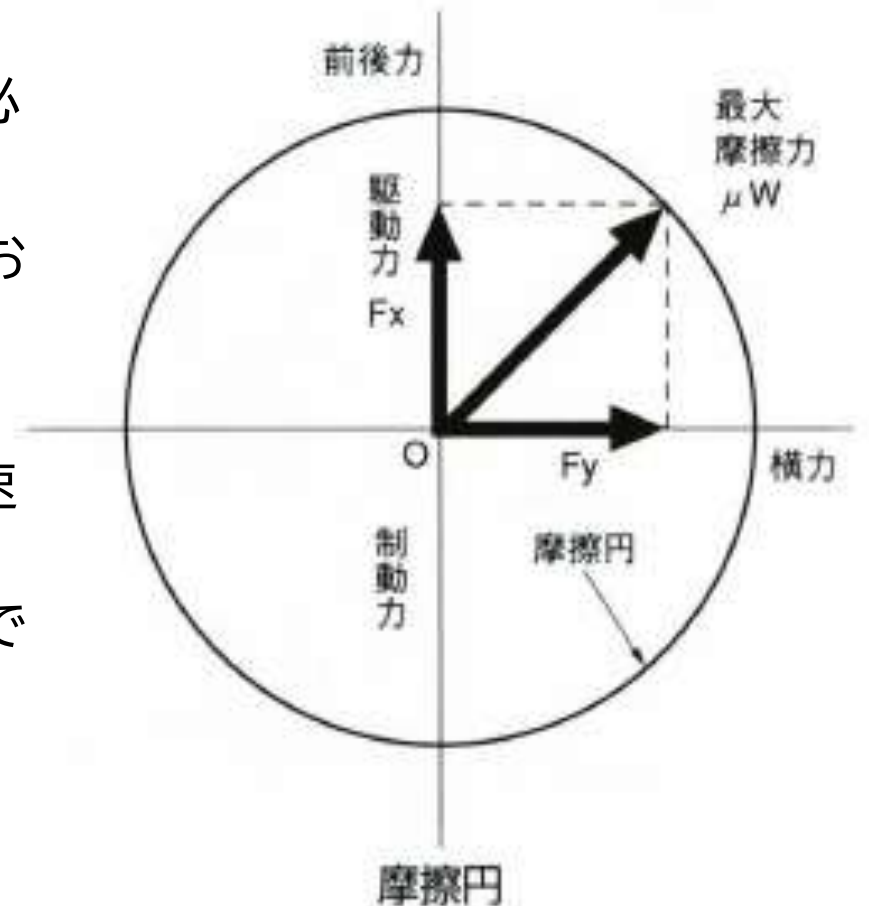
路面限界 μ の推定方法

タイヤが発生する摩擦力が限界に達した状態を「限界 μ 」と定義し、これを路面摩擦係数の推定値として利用する。

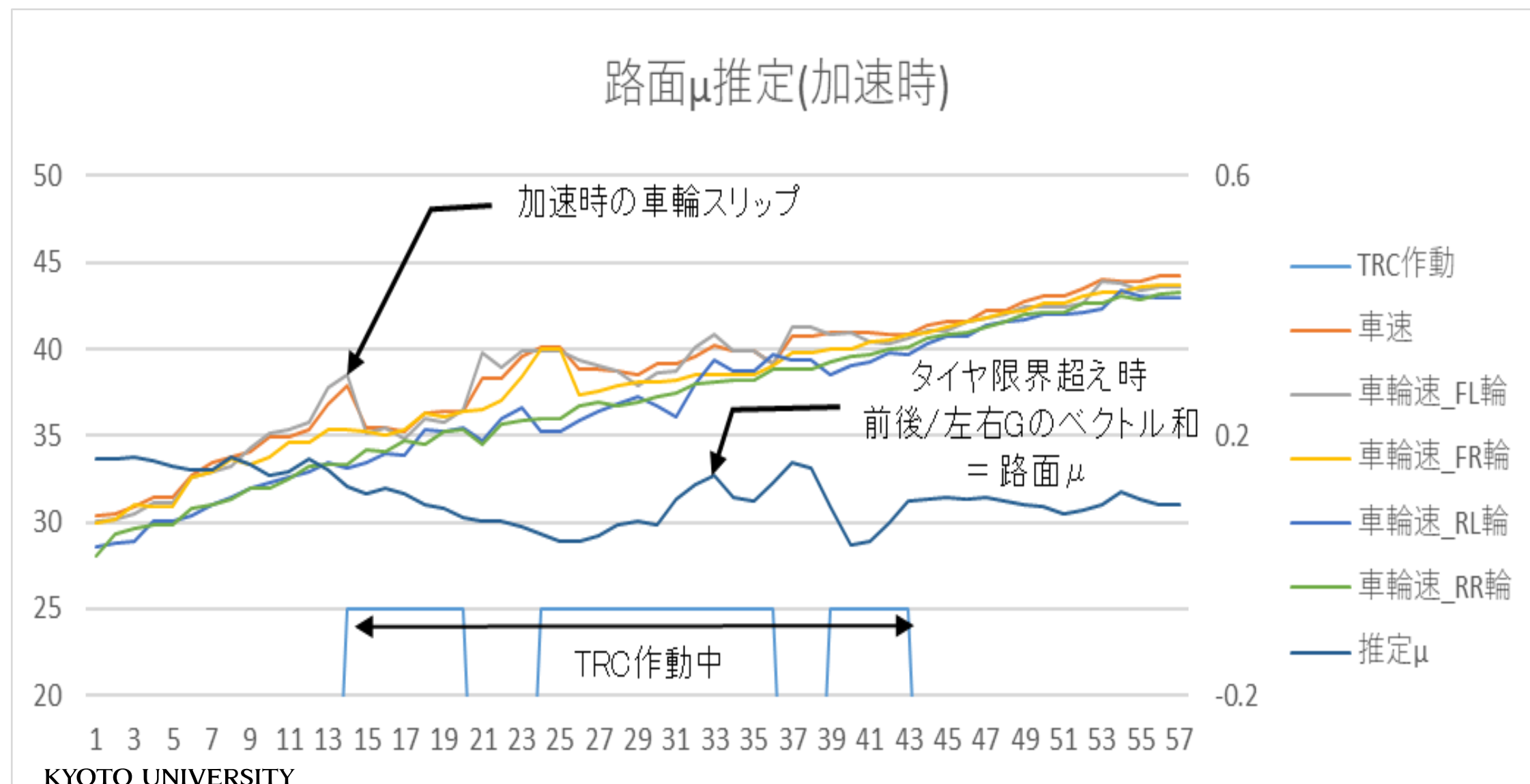
加速度センサのデータを用いてタイヤの発生する力を算出し、必要に応じて他のデータで補正し推定精度を高める。

近年の車両には前後および左右の加速度センサが搭載されており、これにより車両の前後および左右の加速度が検出可能である。

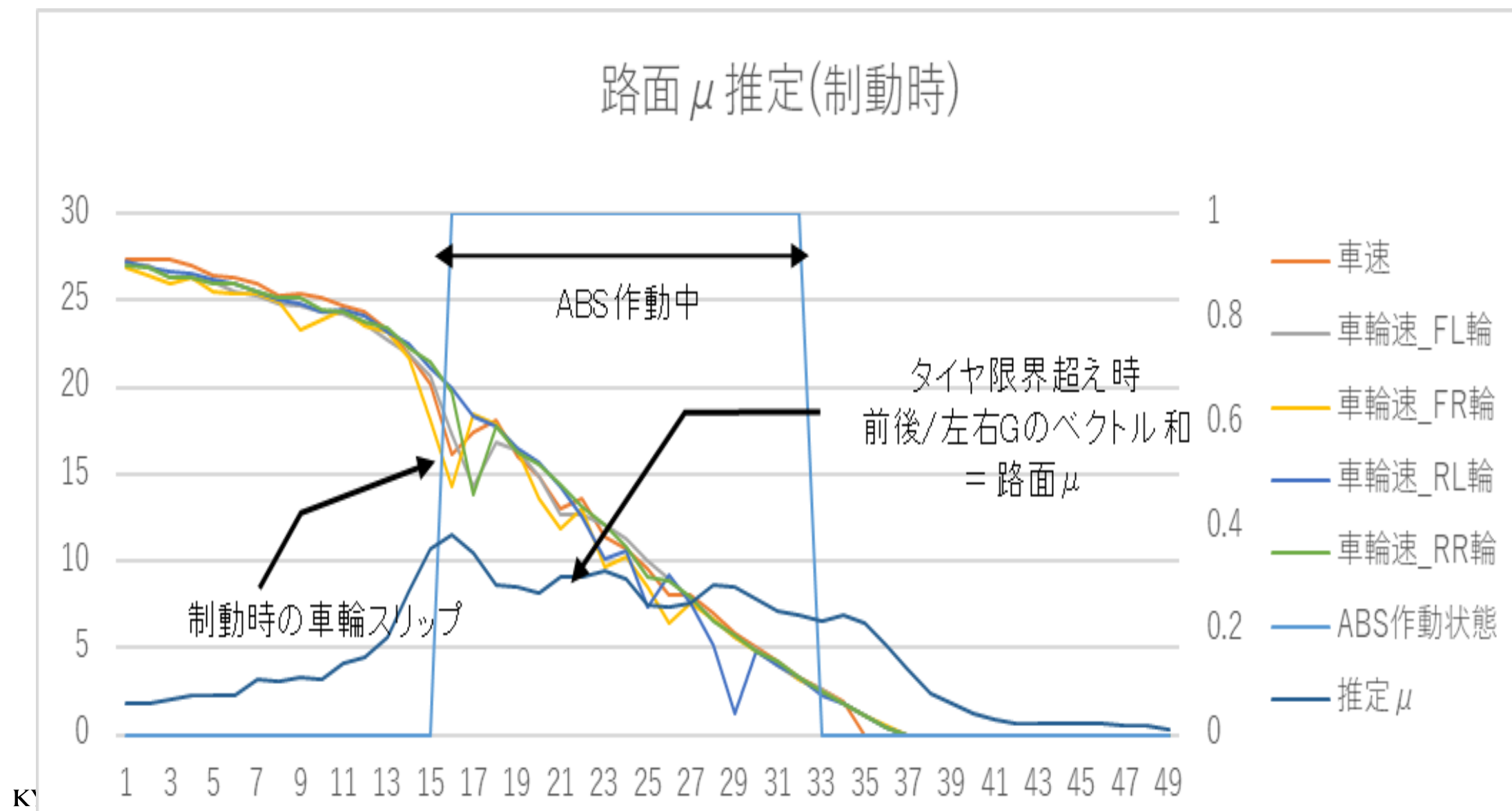
4輪タイヤの加速度のベクトル和が車両の発生しうる最大の加速度であり、加速や減速、横滑りなどでタイヤがスリップする状態は、摩擦円を超えた状態、すなわち車両が発生しうる力の限界であると考えられる。



路面 μ の推定(1) 加速時



路面 μ の推定(2) 制動時



データ検証 (推定に活用可能なデータの抽出)

	日時	GPS緯度	GPS経度	MM緯度	MM経度	外気温	推定路面 μ
北上(上り)	2024-01-24 17	35.55282386	135.910207	35.55295406	135.9103481	1	0.34
	2024-01-25 09	35.55550371	135.9108839	35.55554276	135.91086	1	0.18
	2024-01-24 08	35.55364366	135.9106467	35.55366145	135.9107386	0	0.05
	2024-01-24 15	35.55378731	135.91068	35.55378297	135.9108015	1	0.03
	2024-01-24 16	35.55358941	135.9106858	35.55364409	135.9107299	1	0.12
	2024-01-24 17	35.55282386	135.910207	35.55295406	135.9103481	1	0.34
	2024-01-24 17	35.55363107	135.9106496	35.55368532	135.9107516	1	0.07
南下(下り)	2024-01-24 19	35.55577691	135.9109635	35.5557489	135.9108514	2	0.41
	2024-01-25 00	35.55419705	135.9109136	35.55421695	135.9109708	1	0.16
	2024-01-25 03	35.55605269	135.9109056	35.5560375	135.9108427	3	0.19
	2024-01-25 14	35.55559896	135.9108789	35.55552106	135.9108644	3	0.12

①三方駅口交差点
敦賀方面から小浜に向かって
下り勾配



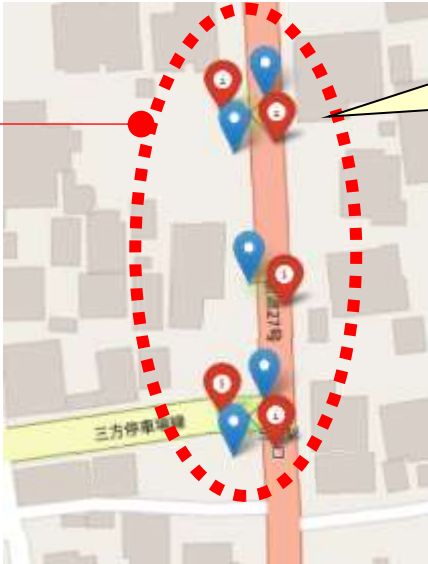
②三方交差点
敦賀方面から小浜に向かって
下り勾配



③三方駅口交差点
小浜からの下り勾配が切替わり、
敦賀方面に上り勾配となる



推定に活用可能なデータ:位置情報詳細



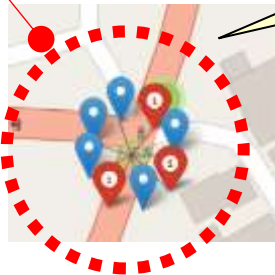
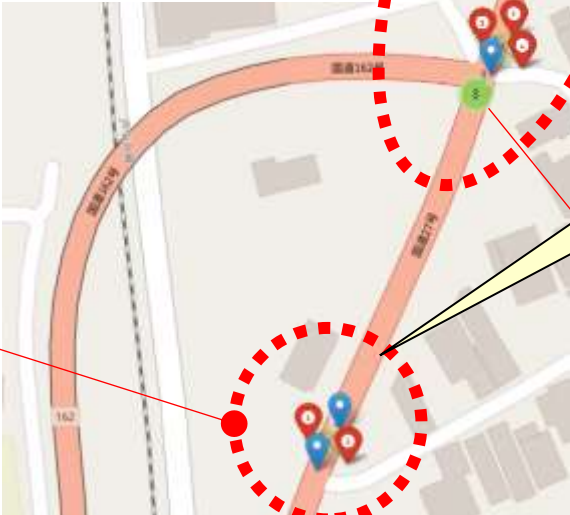
上り2件(MM/GPS 各1件 1uid)
下り8件(MM/GPS 各4件 3uid)



上り4件(MM/GPS 各2件 1uid)
下り4件(MM 3件/GPS 1件 1uid)

上り4件(MM/GPS 各2件 1uid)

上り8件(MM 3件/GPS 5件 4uid)



青マーカ:GPS位置情報

赤マーカ:MM位置情報
(ナビにて道路上に補正)

参考資料3

車両プローブによるスリップ/スタック検出

荒れ指標(圧雪凸凹)

車輪速度の変動から、
路面の凸凹状態を独自に指標化

◆ 集計単位

- エリア:約10mメッシュ
- 時間 :1時間ごと

No.	Node	Item	Remarks
1	jst_timestamp	時刻	形式:yyyy-MM-dd HH:mm:ss.ss 集計期間内&該当メッシュ(10m)内の最新データの取得時刻です。
2	latitude_id	緯度ID	例:450 該当メッシュ(10m)ごとのユニークID、過去のデータと比較する際などに使用。
3	longitude_id	経度ID	例:1051 該当メッシュ(10m)ごとのユニークID、過去のデータと比較する際などに使用。
4	latitude	緯度	例:35.0204211669995 該当メッシュ(10m)内で取得された各データの緯度の平均値
5	longitude	経度	例:137.145284495332 該当メッシュ(10m)内で取得された各データの経度の平均値
6	direction_id	進行方向ID	分割なし:00固定 分割あり: 1桁目:0:変化なし、1:北、2:南 2桁目:0:変化なし、1:東、2:西
7	roughness	荒れ指標	例:1.13778371442206 該当メッシュ(10m)の道路表面の凸凹状態を独自に指標化したもの。 値が小さいほど平滑、大きければ凸凹な状態。
8	speed_ave	車速	例:76.9971666688 該当メッシュ(10m)内で取得されたデータの平均車速
9	trip_count	通過台数	集計時間内にメッシュを通過した台数
10	road_type	道路種別	0:リクエスト時の道路種別が「指定なし」、又は「0:すべての道路種別」の場合の固定値 1:高速、2:都市高速、3:国道、4:主要地方道、5:県道、6:一般道路1(幹線)、7:一般道路2(その他の案内道)、11:フェリー航路、12:施設内道路(駐車場)、98:生活道路相当、99:その他(リンクの無い場所)
11	road_number	路線番号	道路種別で県道以上を指定した場合に出力 形式:0~99999の数値

スリップしやすさ指標・スタックしやすさ指標

スリップしやすさ指標:各タイヤの車輪速の差が基準値以上

スタックしやすさ指標:いずれかの車輪速がゼロかつ最大車輪速が基準値以上

◆ 集計単位

(圧雪凸凹と同じ)

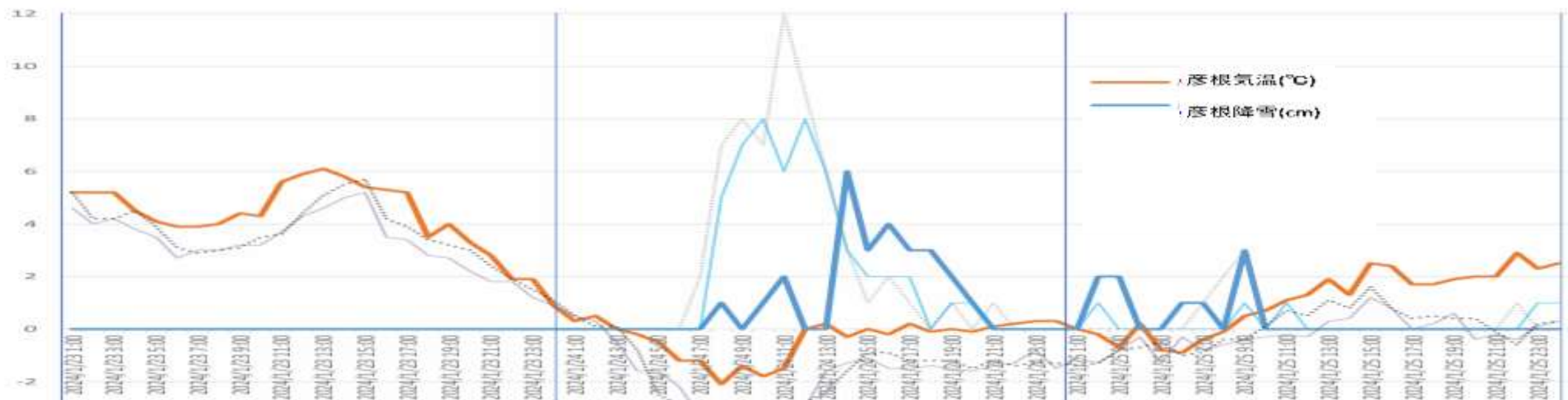
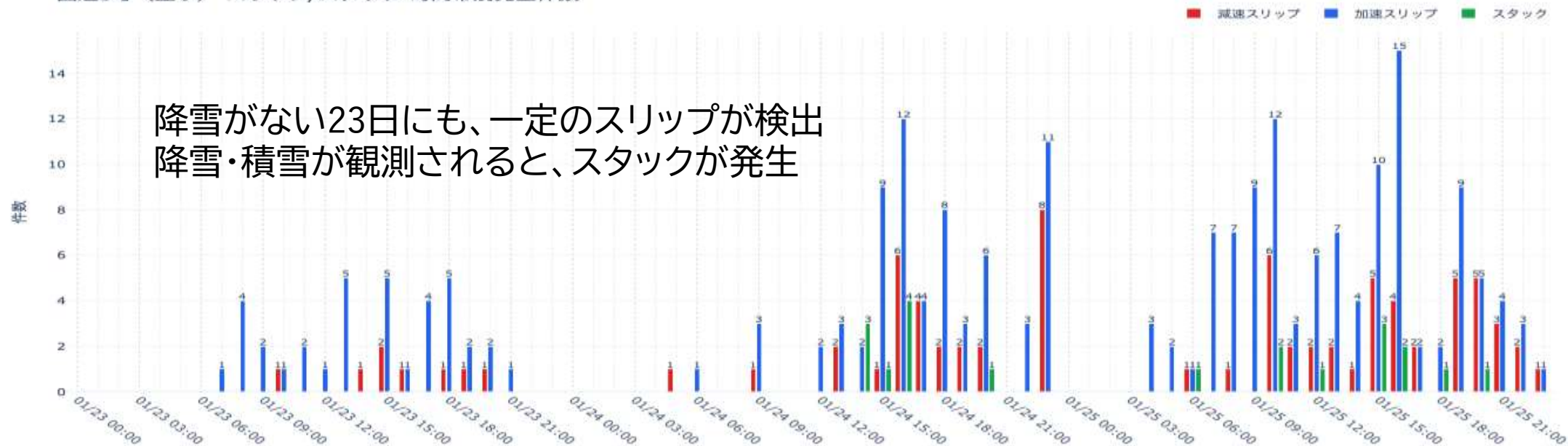
No.	Item	Remarks
1	抽出開始日時	形式:yyyyMMddHHmm
2	抽出終了日時	形式:yyyyMMddHHmm
3	緯度ID	該当メッシュ(10m)ごとのユニークID(圧雪凸凹と共通)
4	経度ID	該当メッシュ(10m)ごとのユニークID(圧雪凸凹と共通)
5	緯度(独自10mメッシュ)	独自メッシュ(10m)内で取得された各データの緯度の平均値
6	経度(独自10mメッシュ)	独自メッシュ(10m)内で取得された各データの経度の平均値
7	進行方向ID	分割なし:00固定 分割あり:1桁目(0/変化なし,1/北,2/南)2桁目(0/変化なし,1/東2/西)
8	減速時スリップしやすさ指標(データ数)	ABS作動若しくはアクセル開度0時に車輪速差が基準値※a以上のデータ比率(%)☆
9	加速時スリップしやすさ指標(データ数)	TRC作動若しくはアクセル開度+時に車輪速差が基準値※a以上のデータ比率(%)☆
10	スタックしやすさ指標(データ数)	同一時間で、いずれかの車輪速がゼロかつ最大車輪速が基準値※c以上のデータ比率(%)☆
11	減速時スリップしやすさ指標(母台数)	ABS作動若しくはアクセル開度0時に車輪速差が基準値※b以上の台数比率(%)☆
12	加速時スリップしやすさ指標(母台数)	TRC作動若しくはアクセル開度+時に車輪速差が基準値※b以上の台数比率(%)☆
13	スタックしやすさ指標(母台数)	同一時間で、いずれかの車輪速がゼロかつ最大車輪速が基準値※c以上の台数比率(%)☆
14	ワイパー作動率(停止比率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が停止である台数の比率(%)
15	ワイパー作動率(間欠動作率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が間欠である台数の比率(%)
16	ワイパー作動率(低速動作率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が低速である台数の比率(%)
17	ワイパー作動率(高速動作率)	該当メッシュ(10m)内で取得された通過台数の内、ワイパー作動が高速である台数の比率(%)
18	算出元データ数	該当メッシュ(10m)内で取得されたデータ数
19	算出元母台数	該当メッシュ(10m)内で取得されたデータの台数
20	平均外気温	該当メッシュ(10m)内で取得されたデータの外気温の平均値(無効値の場合、999)
21	平均車速	該当メッシュ(10m)内の車両ごとの車輪速を、更にメッシュ内で平均

※a※b:指定のない場合 5km/h

※c:指定のない場合 2km/h

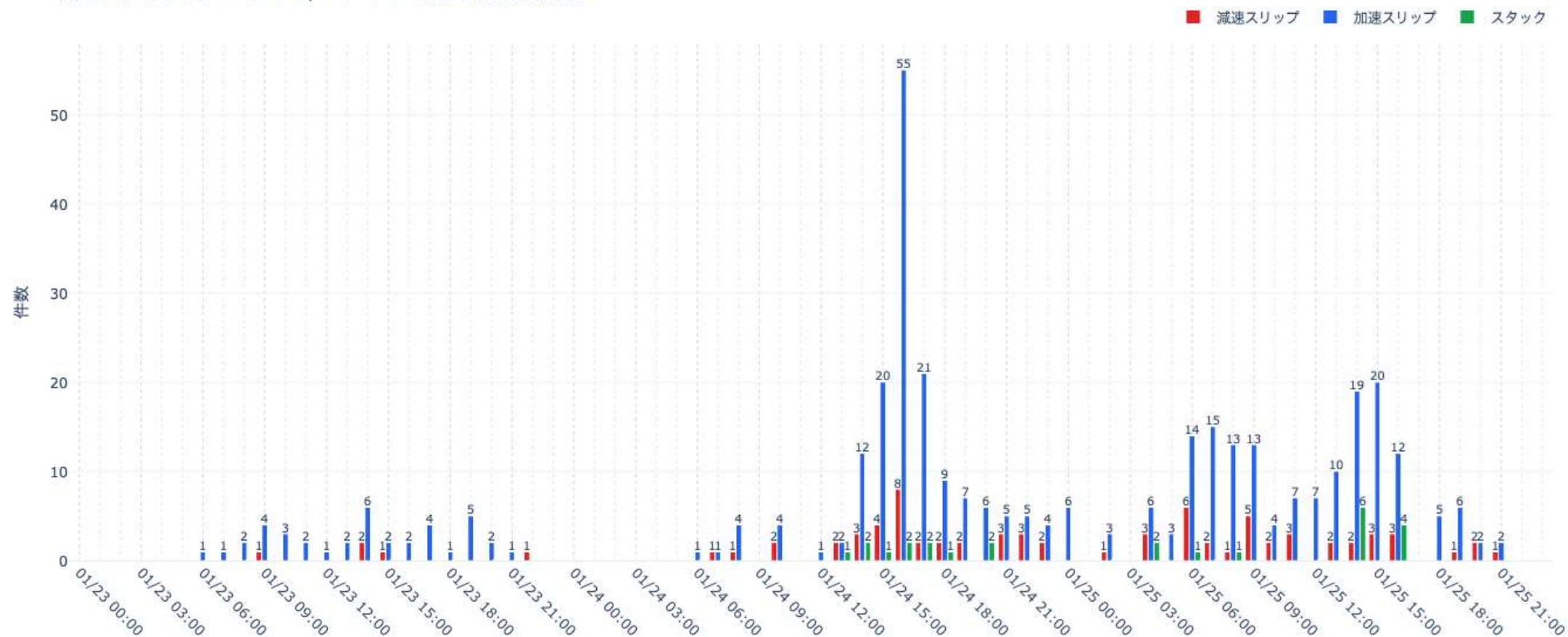
スリップ/スタック時間帯別発生件数 (国道8号上り)

国道8号（上り） スリップ/スタック 時間帯別発生件数

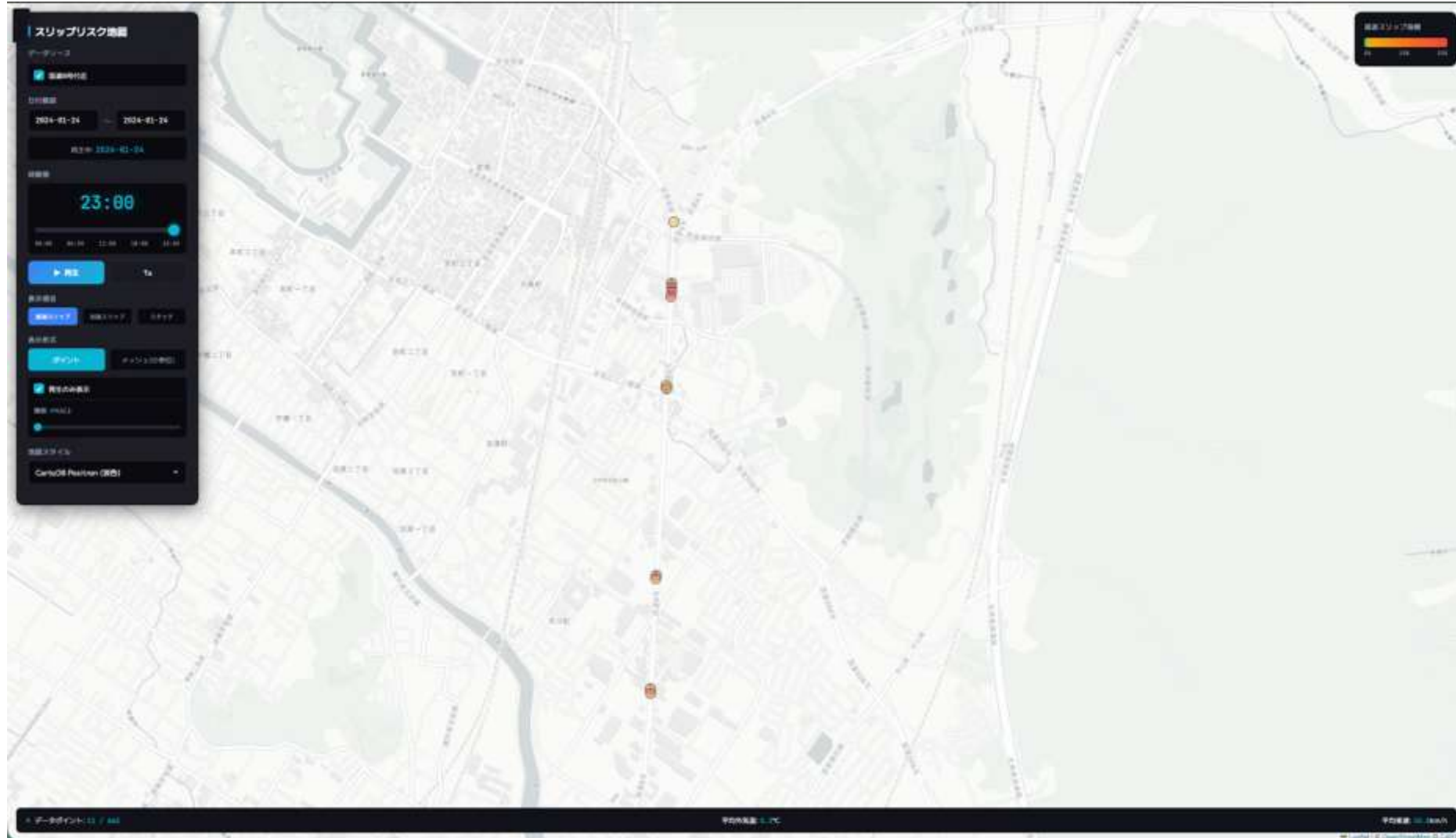


スリップ/スタック時間帯別発生件数（国道8号下り）

国道8号（下り） スリップ/スタック 時間帯別発生件数



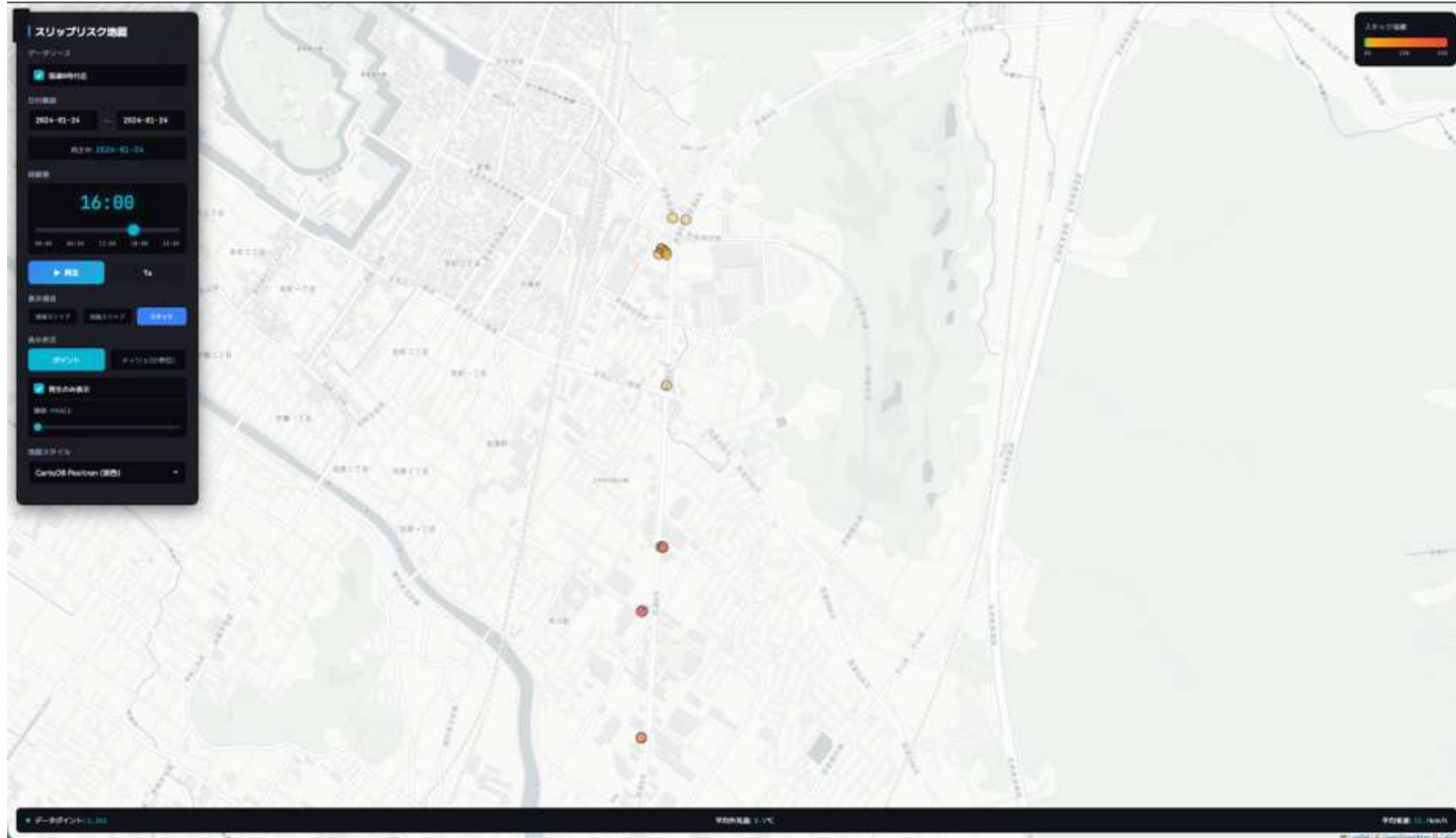
減速スリップ 2024/01/24 (水)23:00



加速スリップ 2024/01/24 (水)16:00

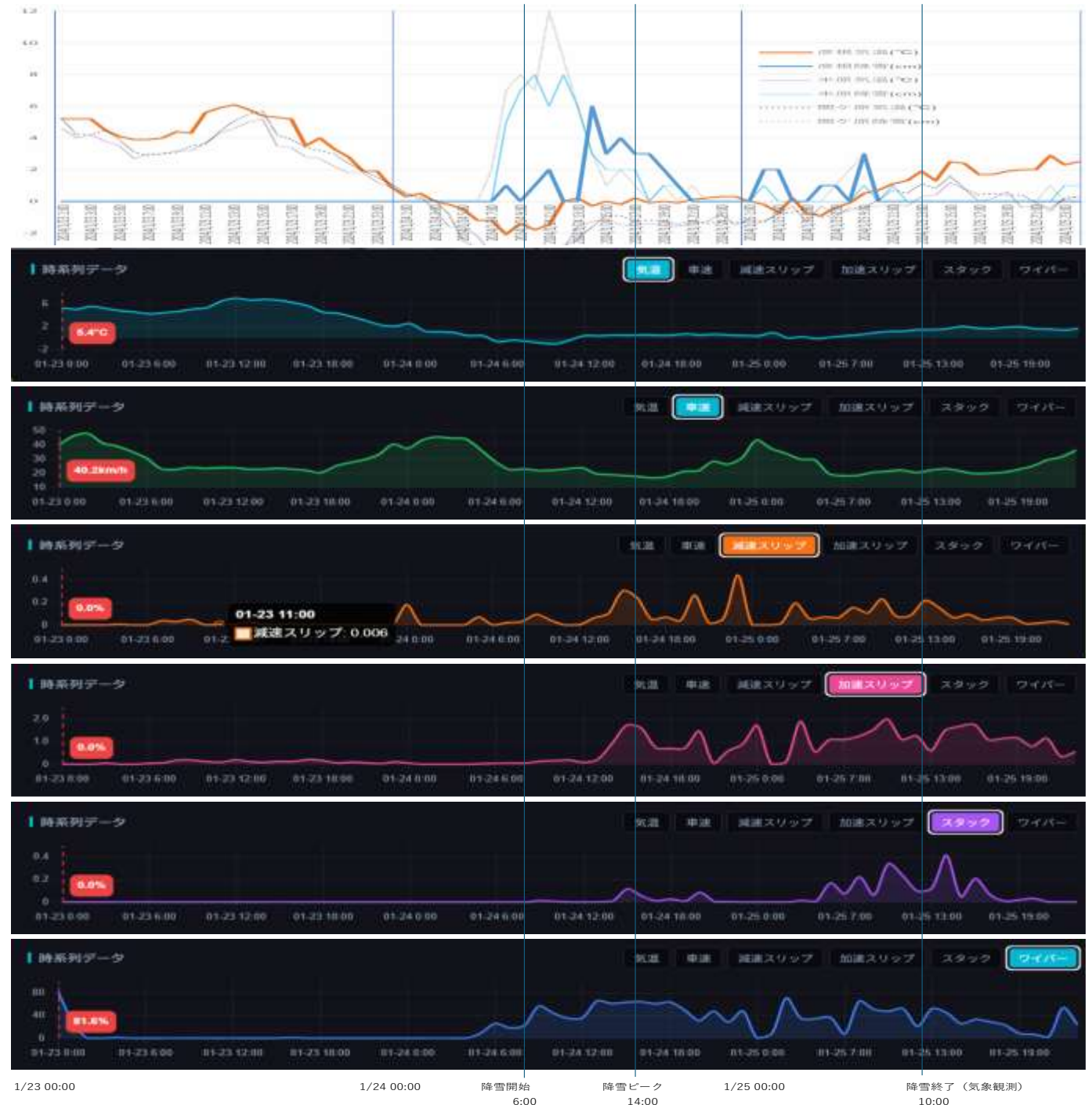


スタック 2024/01/24 (水)16:00



分析結果

- 減速スリップより、加速スリップしやすいさ指標が降雪開始時のスリップ発生状況と一致している
※加速スリップは降雪がない状況でも観測される
- 積雪量が観測されると、スタックしやすいさ指標の数値が上がる
- 車両の気温センサは彦根気象観測所のデータとよく一致している
- 降雪開始時も、ワイパーの動作で確認でき、気象観測局よりも早期に検出



参考資料4

民間交通情報活用のメリット

大雪ハザード警戒対応モード

		予測されるハザードレベル(気温、湿度、勾配、車線構造、構造物、曲率等)		
		小	中	大
		概ね通行可能	脆弱な一部車両による スタックリスク	ほとんどの車両が通行困難
スタック時の 影響度	大 高速道路等	準備警戒 ・ 迂回、旅行取りやめ等 の要請	予防的通行止	通行止 事実上通行できない
	中 国道等	準備警戒 ・ 迂回、旅行取りやめ等 の要請	監視&インシデント対応 ・ 滑り検知【C】→ 融雪・脆弱車両排除 ・ スタック検知【C&S】 → 救出・通行規制、迂回誘導	通行規制&監視 → インシデント対応 ※完全な通行止は事実上不可能 ・ 迂回・流入交通監視【S】→ 通行規制 ・ スタック検知【C&S】→ 救出・通行規制
	小 県道等	準備警戒 ・ 迂回、旅行取りやめ等 の要請	監視&インシデント対応 ・ 滑り検知【C】→ 融雪・脆弱車両排除 ・ スタック検知【C&S】 → 救出・通行規制・迂回誘導	通行規制&監視 → インシデント対応 ※完全な通行止は事実上不可能 ・ 迂回・流入交通監視【S】→ 通行規制 ・ スタック検知【C&S】→ 救出・通行規制

民間プローブデータの活用

1. インシデント対応のための監視
2. 対応モードの変更判断

※【C】:コネクテッド・カー;【S】:区間平均速度

民間PD活用によって対応がどう変わる？

1. インシデント対応の高度化

- 対応タイミング:事後対応から未然対応へ
- 迅速な原因(スタック箇所、車両等)の特定
- 措置対象:集約的対応から個別対応へ

2. 事後検証の高度化

3. 大雪時以外の活用メリット

インシデント対応：事後対応から未然対応へ

事後対応(従来)

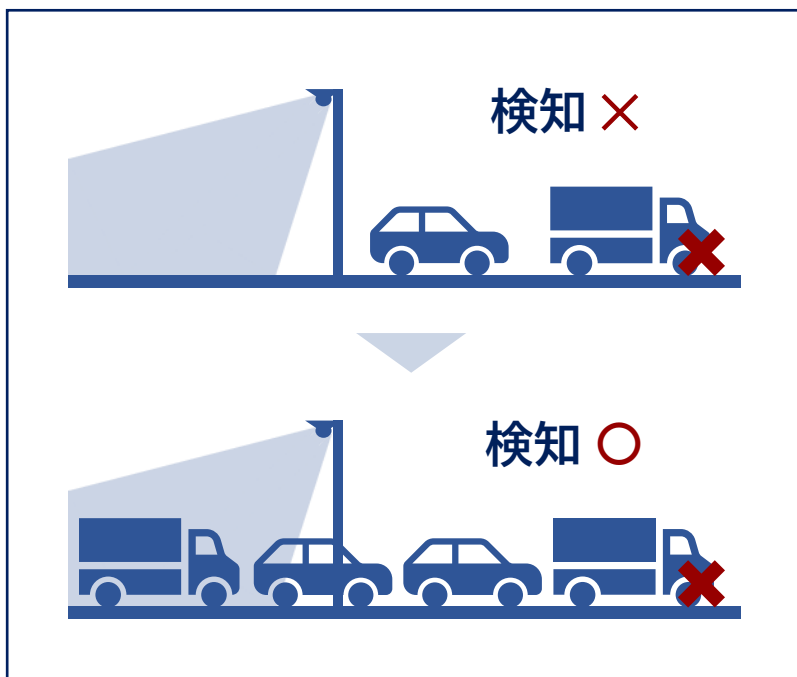


未然対応

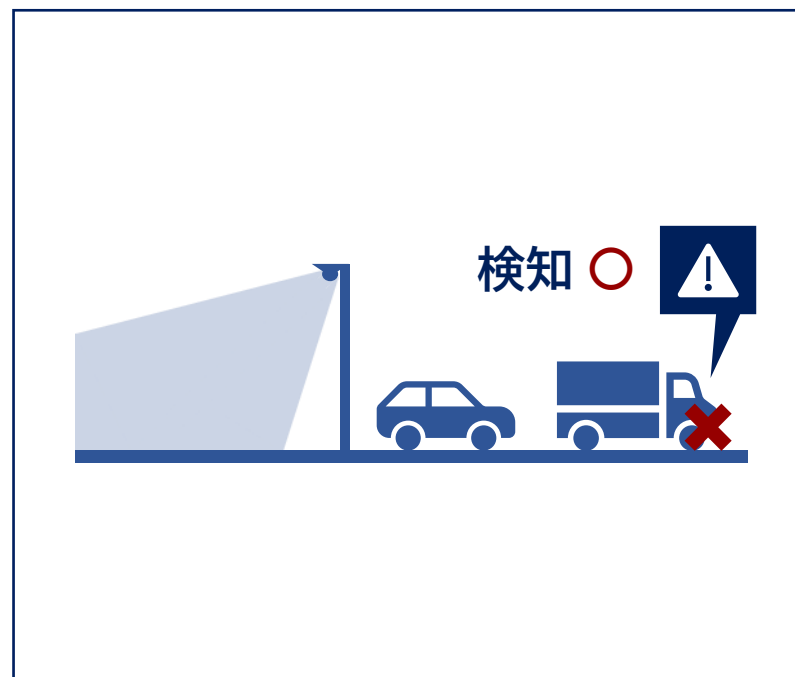


迅速な原因(スタック箇所、車両等)の特定

CCTVのみ(従来)

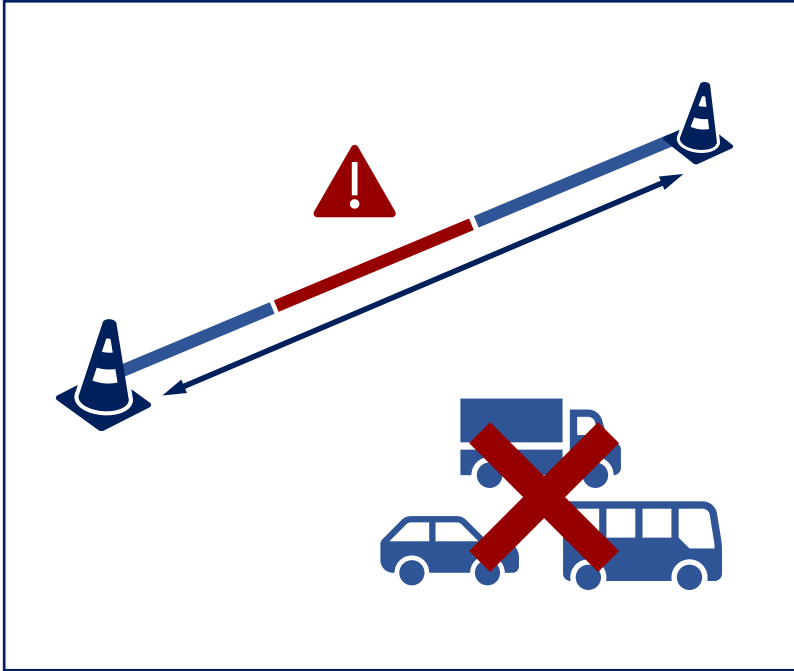


民間PD活用

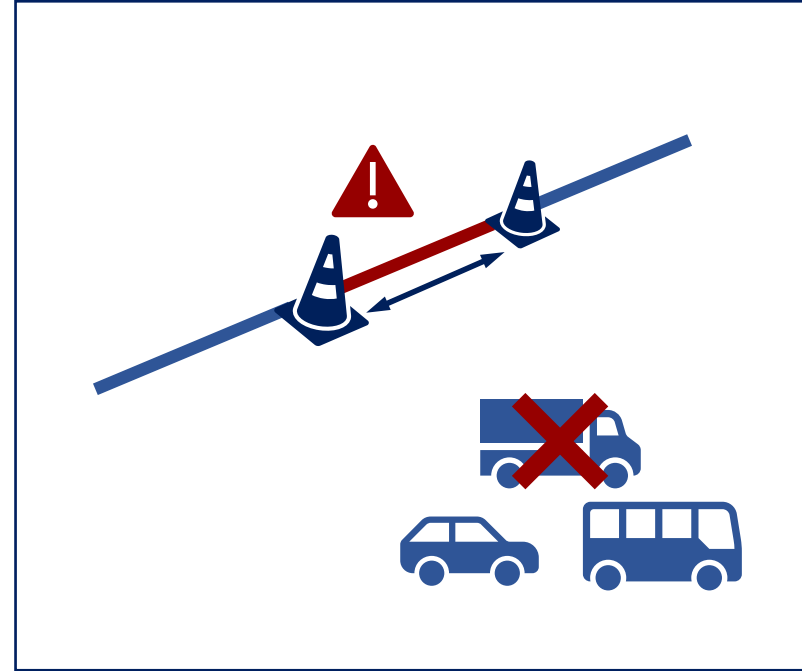


措置対象：集約的対応から個別対応へ

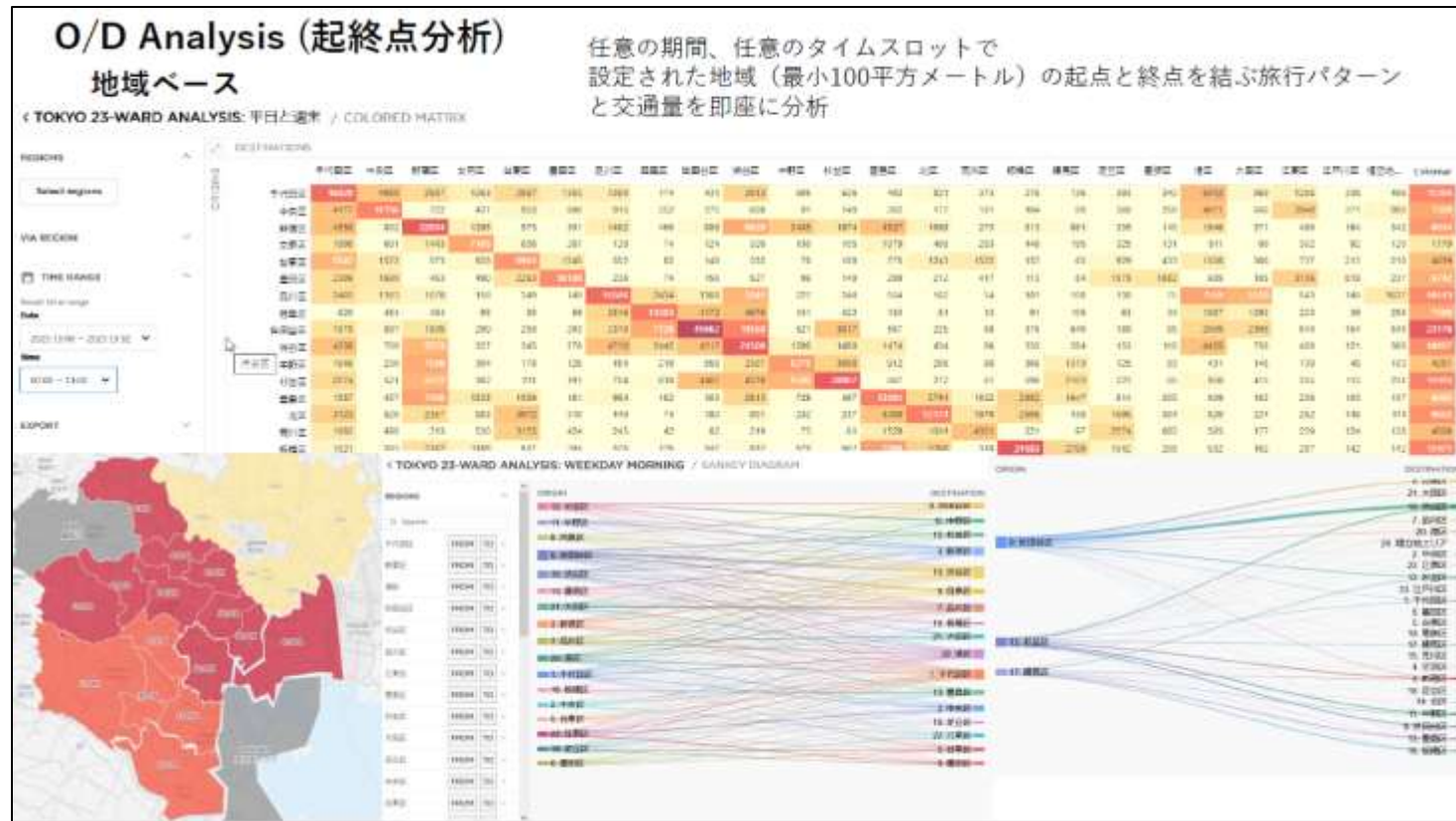
集約的対応(従来)



個別対応



事後検証の高度化(1):豪雪時のOD量変化



得られるデータ

豪雪時あるいは道路閉鎖前後における対象地域のOD発生集中量、ODパターンの変化

できるようになること

道路閉塞の予告・実施による交通発生量低減効果の検証と予告・実施方針の改善

事後検証の高度化(2): 交差点流入・流出解析



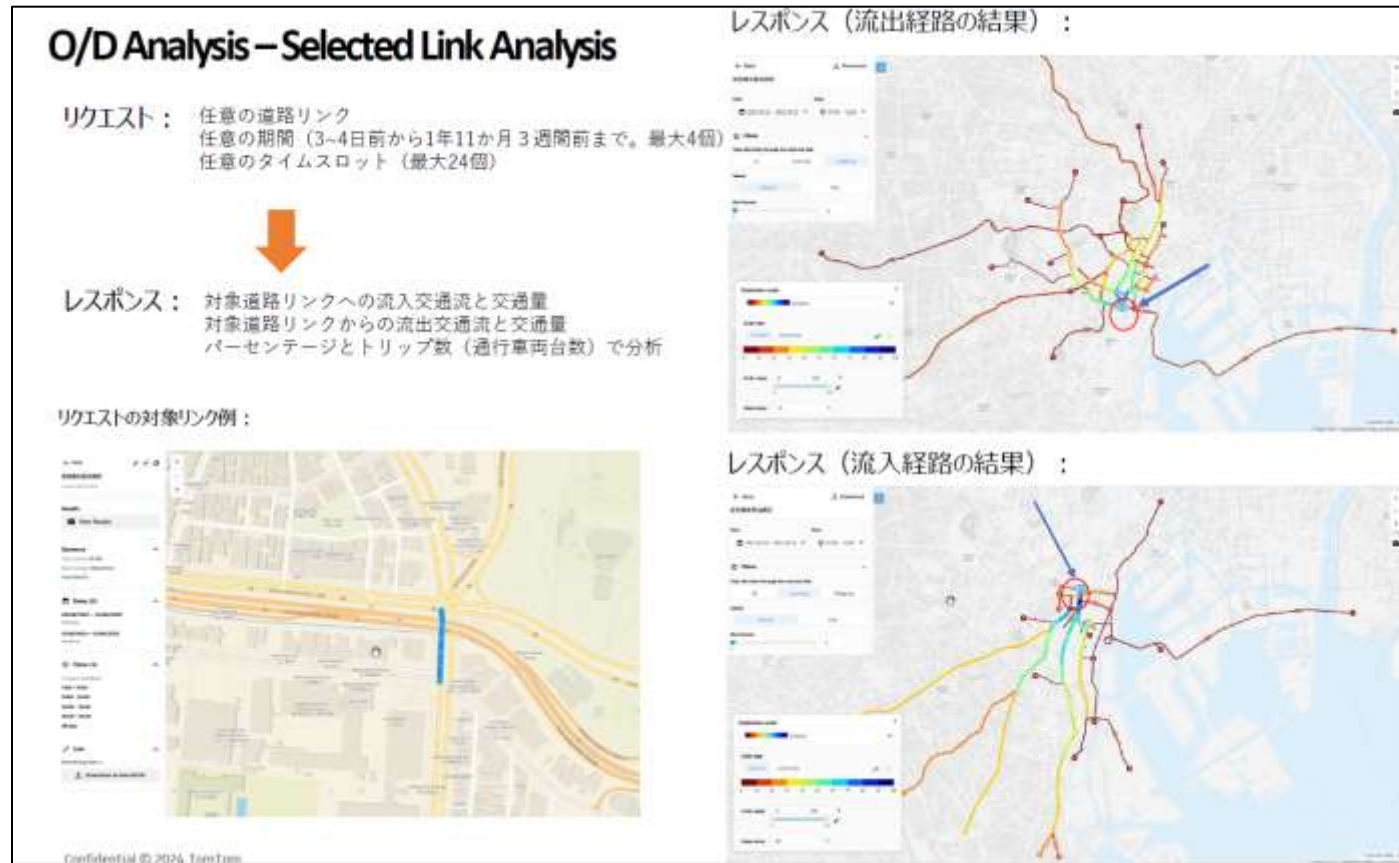
得られるデータ

豪雪時あるいは道路閉鎖前後における接続道路の流入・流出状況

できるようになること

迂回に伴って負荷のかかる交差点の同定と交差点での交通制御対策の改善

事後検証の高度化(3): 路線サービス圏の変化



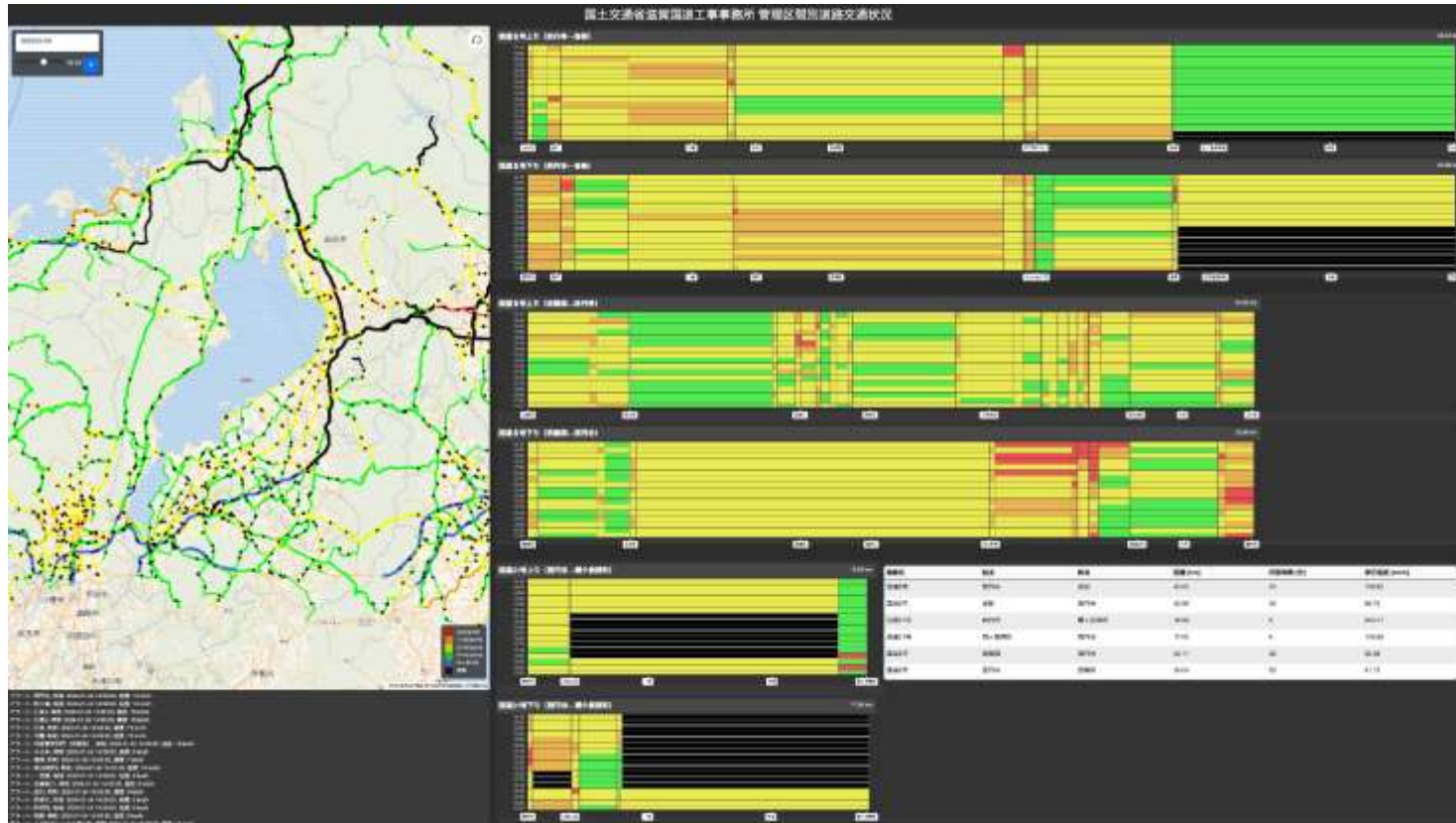
得られるデータ

豪雪時あるいは道路閉鎖前後における路線サービス圏の比較による道路利用パターンの変化

できるようになること

道路閉塞及び閉鎖に伴う迂回誘導対策方針の改善

大雪時以外の活用メリット 交通流の常時監視



管理道路の所要時間計算や事故等による平常時と異なる交通流を常時リアルタイム監視を行う

KYOTO UNIVERSITY

現状

CCTVにより交通流を離散的に目視により監視

- ✓ 発見、情報集約(特に同時多発の場合)に時間を要する

民間PD活用

交通流を連続的に監視

- ✓ 異常事象の箇所を自動的に早期特定
- ✓ 情報収集及び関係者への情報共有が半自動化可能

TomTomのリアルタイムデータと履歴データ

- TomTomが有償で提供するデータには、リアルタイムデータ(Traffic Flow)と、履歴データの2種類があり、それぞれに対して価格設定が行われている
- リアルタイムデータは、リアルタイムに停滞区間の把握や、区間所要時間の計測等が可能で、交通流の常時監視に利用する提案としている
- 履歴データは約2年間の過去データが保存されており、過去のOD表・交差点流出入量・指定路線区間の路線圏図等を簡単な操作で作成することができる
- これを利用すると、道路閉塞の予告により、①地域の自動車交通の発生集中量が減少したか、②どのエリア間の流動が減少したかあるいは残存しているか、③閉塞前後で管轄国道に接続する道路との流出入がどのように変化したか、④閉塞による迂回路となる道路への影響 等の分析が可能となる
- 本研究では、スタック区間の検出にリアルタイムデータの活用を提案しているが、事前事後分析に履歴データの活用が有用であるとして事例を示した
※履歴データの活用には追加のデータ使用費用が発生