

道路網被害と交通実態の把握

1. 被災と復旧の経緯
2. ビッグデータ分析からの知見

浅田拓海（室蘭工大）、井料隆雅（東北大）、浦田淳司（筑波大）、
佐津川功季（金沢大）、力石真（広島大）、福田大輔（東京大）、
山口裕通（金沢大）

1. 被災と復旧の経緯 (福田, 力石)

背骨部分道路の被災



2024/1/2 石川県提供



のと里山海道 [高規格幹線道路]

- ・1982年開通, 大半の区間が盛土で構築
- ・2007年の地震(震度6強) 時にも被災
 → 当時強化復旧した12箇所は今回は全て無事(しかし隣接箇所が被災)
 → 特に穴水IC以北は無被害
- ・約6週間後に下り区間の啓開完了
- ・7月までに上下線復旧の見込
 (高規格でない珠洲道路の方が早く啓開)



資料提供: 東京大学渡邊健治教授

2024/2/22、富山大学 竜田教授撮影

国道249号外浦側や
のと里山海道を中心に
斜面崩壊等による寸断
が各所で発生

北浦沿岸で多数の被害
箇所

道路の亀裂も非常に
多数発生



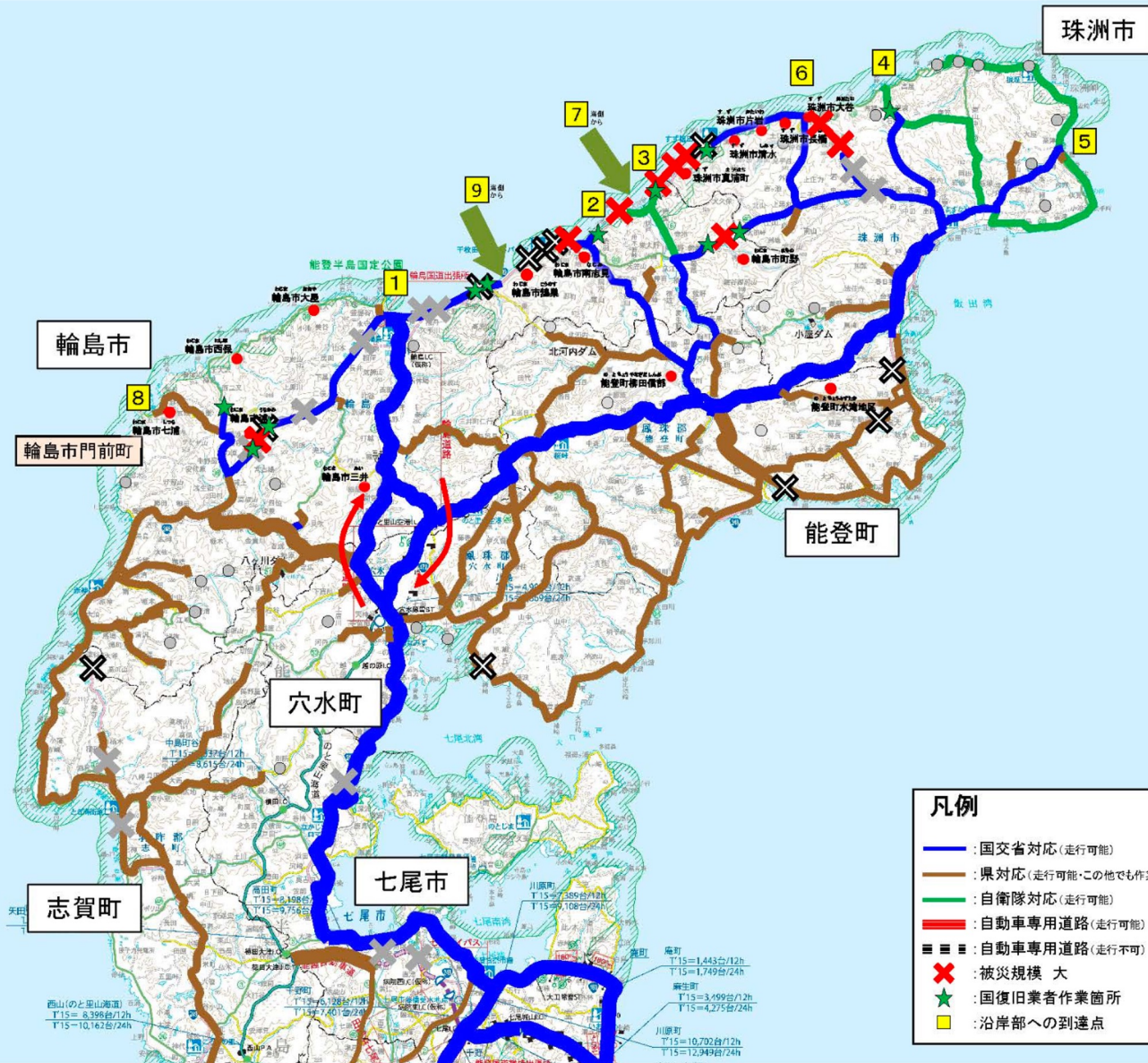
主要幹線道路	約6割
うち国道249号 沿岸部	約2割
沿岸部への 到達	6方向



凡例

■	車両通行可
■	復旧に向け作業中
■	今後復旧に向け作業予定

1月16日



主要幹線道路	約9割
うち国道249号 沿岸部	約7割
沿岸部への 到達	9方向

穴水～空港間で
大きなラウンドアバウト的な交通運用

凡例

- (Blue line): 国交省対応 (走行可能)
- (Brown line): 県対応 (走行可能・この他でも作業を実施)
- (Green line): 自衛隊対応 (走行可能)
- (Red line): 自動車専用道路 (走行可能)
- ■ ■ (Black squares): 自動車専用道路 (走行不可)
- ✕ (Red X): 被災規模 大
- ★ (Green star): 国復旧業者作業箇所
- (Yellow square): 沿岸部への到達点

} 一般道

2月1日



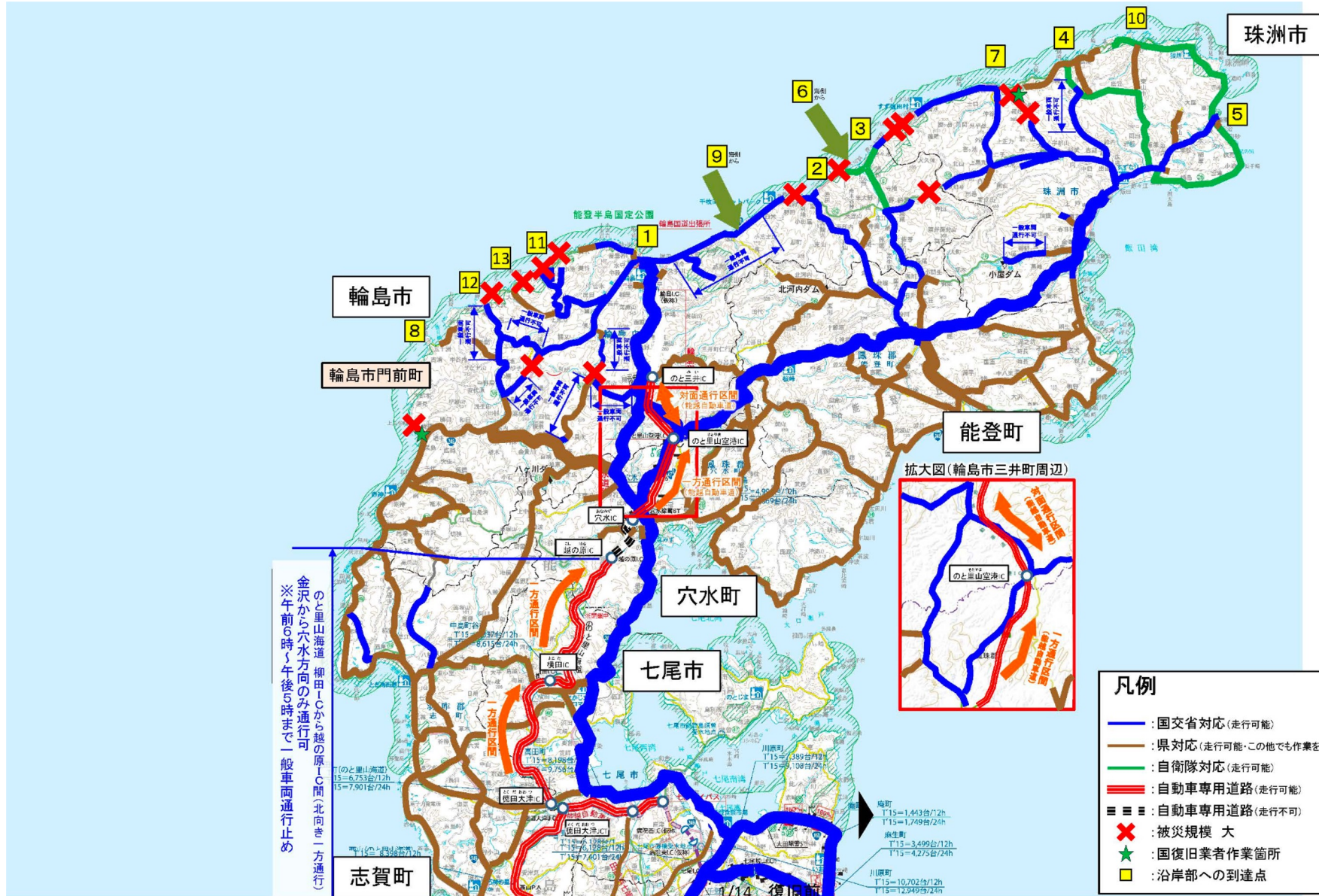
主要幹線道路	約9割
うち国道249号 沿岸部	約8割
沿岸部への 到達	10方向

櫛の歯状の緊急復旧

凡例

— (Blue line)	: 国交省対応(走行可能)	} 一般道
— (Brown line)	: 県対応(走行可能・この他にも作業を実施)	
— (Green line)	: 自衛隊対応(走行可能)	
— (Red line)	: 自動車専用道路(走行可能)	
— (Dashed red line)	: 自動車専用道路(走行不可)	
✕ (Red X)	: 被災規模 大	
★ (Green star)	: 国復旧業者作業箇所	
□ (Yellow square)	: 沿岸部への到達点	

3月1日



主要幹線道路	約9割
うち国道249号 沿岸部	約8割
沿岸部への 到達	13方向

のと里山海道 柳田ICから越の原IC間北向き一方通行
※午前6時〜午後5時まで一般車両通行止め

凡例

— (Blue line)	: 国交省対応 (走行可能)	} 一般道
— (Brown line)	: 県対応 (走行可能・この他にも作業を実施)	
— (Green line)	: 自衛隊対応 (走行可能)	
— (Red line)	: 自動車専用道路 (走行可能)	
≡≡≡ (Red line)	: 自動車専用道路 (走行不可)	
✕ (Red X)	: 被災規模 大	
★ (Green star)	: 国復旧業者作業箇所	
□ (Yellow square)	: 沿岸部への到達点	

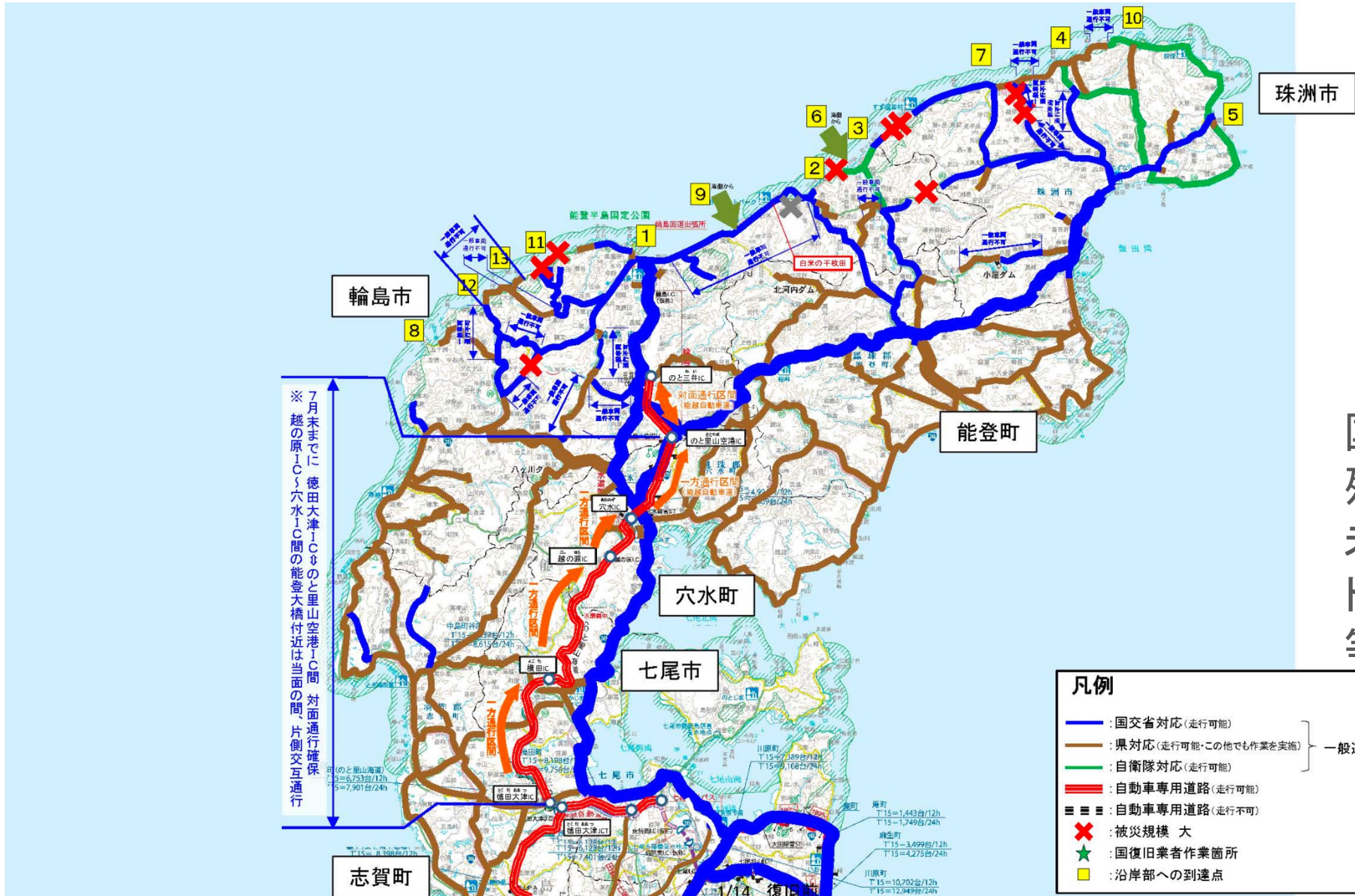
3月19日



主要幹線道路	約9割
うち国道249号 沿岸部	約8割
沿岸部への 到達	13方向

のと里山海道は
下り方向のみ
一般も運用再開

凡例	
— (Blue line)	: 国交省対応(走行可能)
— (Brown line)	: 県対応(走行可能・この他にも作業を実施)
— (Green line)	: 自衛隊対応(走行可能)
— (Red line)	: 自動車専用道路(走行可能)
— (Dashed red line)	: 自動車専用道路(走行不可)
✕ (Red X)	: 被災規模 大
★ (Green star)	: 国復旧業者作業箇所
■ (Yellow square)	: 沿岸部への到達点



主要幹線道路	約9割
うち国道249号沿岸部	約8割
沿岸部への到達	13方向

国道249号沿岸部の残り2割の啓開に未だ至っておらずトンネル，ループ橋等も依然通行不可

凡例

— (Blue line)	: 国交省対応 (走行可能)	} 一般道
— (Brown line)	: 県対応 (走行可能・この他にも作業を実施)	
— (Green line)	: 自衛隊対応 (走行可能)	
— (Red line)	: 自動車専用道路 (走行可能)	}
— (Dashed red line)	: 自動車専用道路 (走行不可)	
✕	: 被災規模 大	
★	: 国復旧業者作業箇所	
■ (Yellow square)	: 沿岸部への到達点	

国道249号線 大谷トンネル (珠洲市, 撮影5月15日)



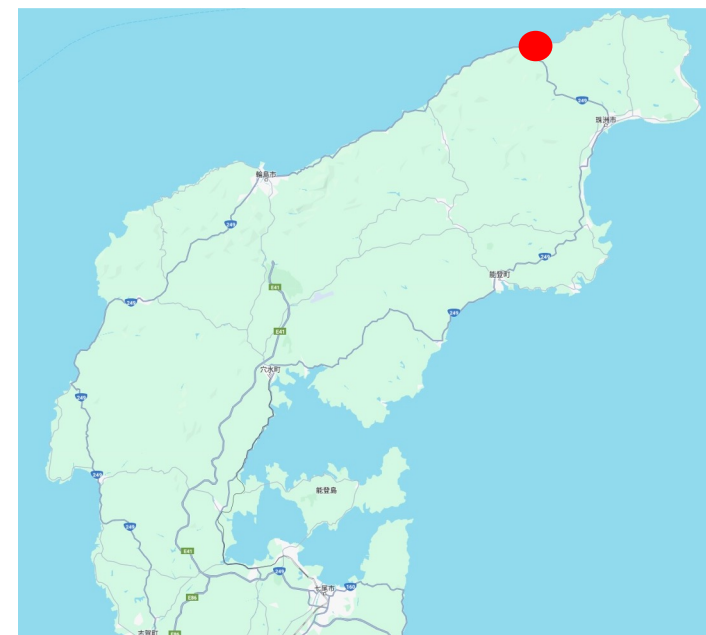
大規模地すべりにより
約100mにわたって
覆工コンクリートが崩落



国道249号線 大谷ループ橋 (珠洲市, 撮影5月15日)



橋脚支承部の
大きな横滑り



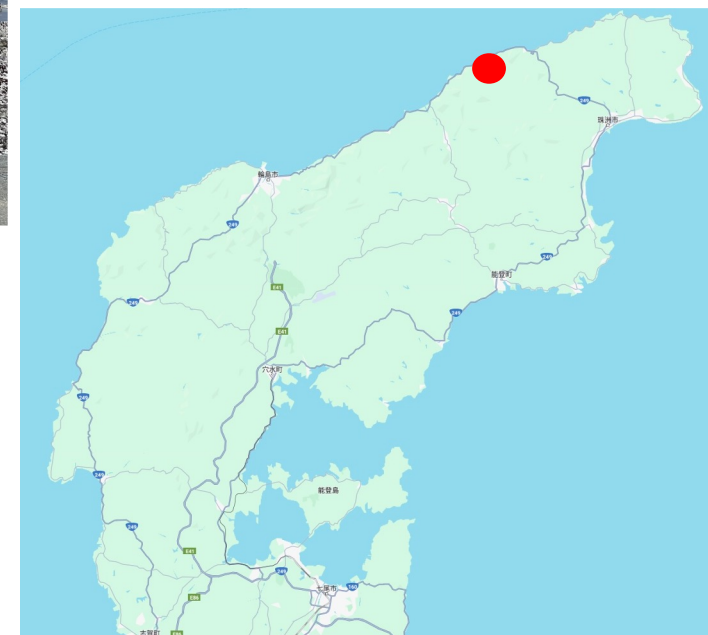
ループ部では
大規模な法面崩壊

調査メンバー：井料，福田，平田，荒谷

国道249号線 道の駅塩田付近（珠洲市，撮影3月20日）



海底総延長85kmが隆起（北浦沿岸）



斜面崩壊による道路閉鎖
(現在も状況変わらず) 13

調査メンバー：福田，長谷川，江橋，中村，上町

国道249号線 道の駅千枚田付近（珠洲市，撮影5月15日）



調査メンバー：佐々木，井料，福田，平田，荒谷



隆起した箇所に応急道路
を開設

道路網復旧過程の解析

カ石真・Nur Diana Safitri・Lichen Luo（広島大学）

国土交通省HP：令和6年能登半島地震道路復旧見える化マップ

<https://www.mlit.go.jp/road/r6noto/index2.html>

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 主な被災箇所 × 被災規模 大 × 被災規模 大(う回路確保作業中) × 復旧済(緊急復旧含む) | <ul style="list-style-type: none"> 復旧到達地点 ★ 国復旧業者作業箇所 ★ 沿岸部への到達点 ★ 国復旧業者到達済み箇所 | <ul style="list-style-type: none"> ☒ 被害調査・啓開作業実施箇所 (一部のみ掲載。今後随時追加予定) ☒ 被害調査・啓開作業状況の動画 🚗 道の駅の状況 🚧 TEC-FORCE 市道通行可能調査実施区域 📷 被災状況の360度画像/三次元点群データ (九州地方整備局が作成) |
|---|--|--|

【データに関する補足】

アイコン等をクリックすると情報が確認いただけます。
2024年5月15日正午時点の最新の情報を掲載しています。掲載している情報については後日情報を修正する場合があります。予めご了承ください。

緊急復旧済み区間：道路状況等により、部分的に迂回が必要な箇所があります。

速度情報：ETC2.0プローブデータ(平均速度) 集計期間：5月15日(水)午前8時～午前11時

所要時間：ETC2.0プローブデータより集計した直近3日間の当該時間帯の平均所要時間(速報値)
(プローブデータが取得できなかった場合は推計値。データ集計：国土技術政策総合研究所)

被災状況(空撮)：発災直後に航空測量会社(※)が調査した主な道路被災箇所の空撮画像を掲載
(※ 画像提供協力：朝日航空(株)・アジア航測(株)・国際航業(株)・(株)バスコ)

【5月20日(月)更新】「05.緊急復旧した道路の利用状況」を追加しました。

【5月15日(水)更新】「01.緊急復旧済み区間」「10.都市間所要時間」「11.ETC2.0速度データ(平均速度)」を更新

道路復旧見える化マップに現在掲載している内容

【5月15日(水)更新】[\[現時点データ形式 ダウンロード\]](#)

「01.緊急復旧済み区間」「02.復旧到達地点」

▼1月分

- [\[1月12日正午時点データ ダウンロード\]](#)
- [\[1月13日正午時点データ ダウンロード\]](#)
- [\[1月14日正午時点データ ダウンロード\]](#)
- [\[1月15日正午時点データ ダウンロード\]](#)
- [\[1月16日正午時点データ ダウンロード\]](#)
- [\[1月17日正午時点データ ダウンロード\]](#)

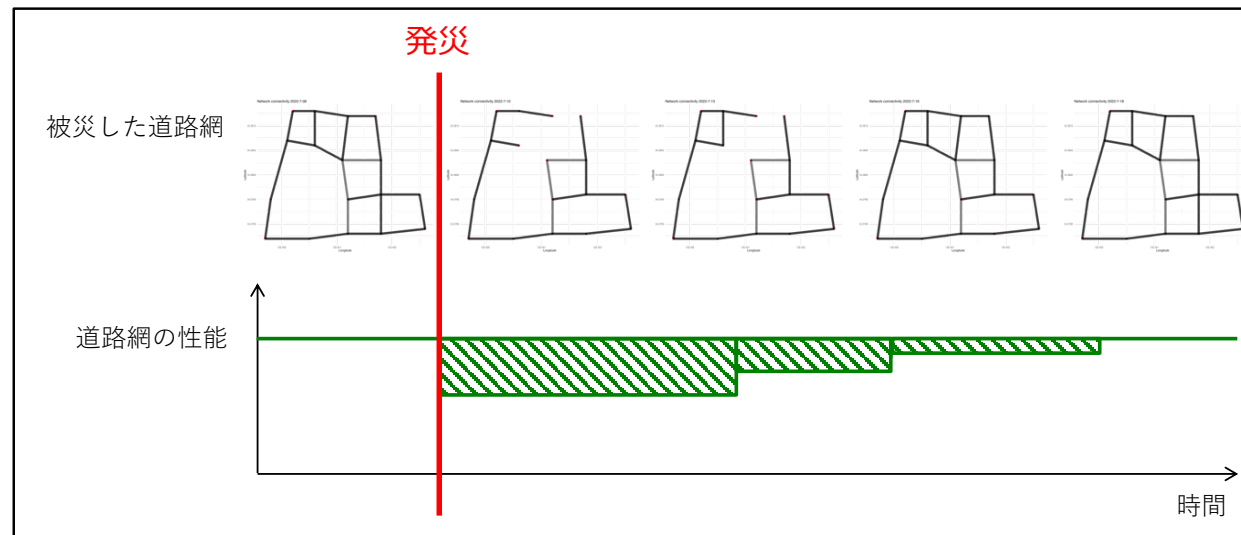
- ```

img
├── intercity_travel_time
│ ├── 240515anamizu-noto.png
│ ├── 240515anamizu-suzu.png
│ ├── 240515anamizu-wajima.png
│ ├── 240515kanazawa-nanao.png
│ └── 240515nanao-anamizu.png
└── json
 ├── ETC2.0_speed_data.geojson
 ├── emergency_restored_section.geojson
 ├── intercity_travel_time.geojson
 ├── michinoeki.geojson
 └── recovery_point.geojson

```

国土交通省HP上で、緊急復旧済み区間のgeojsonファイルを高頻度でアップロード。緊急緊急復旧済み道路空間データとデジタル道路地図データ(DRM)を統合することで、リアルタイムに近い形でネットワーク解析が可能。

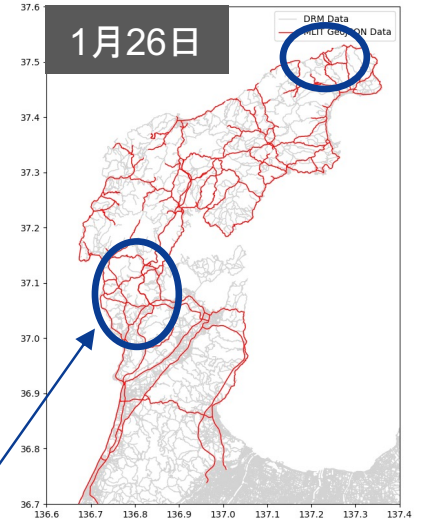
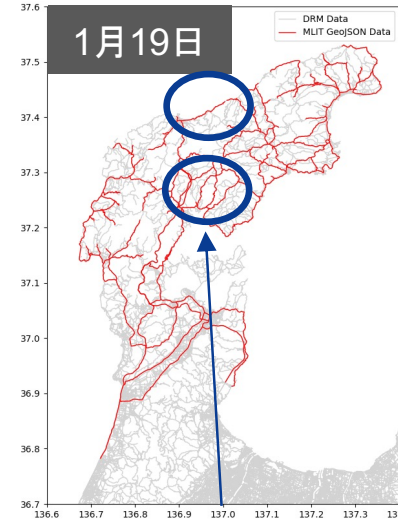
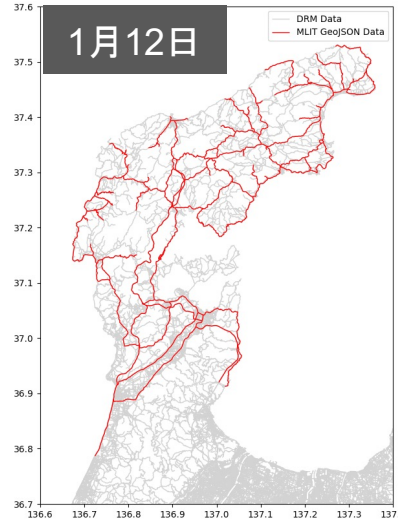
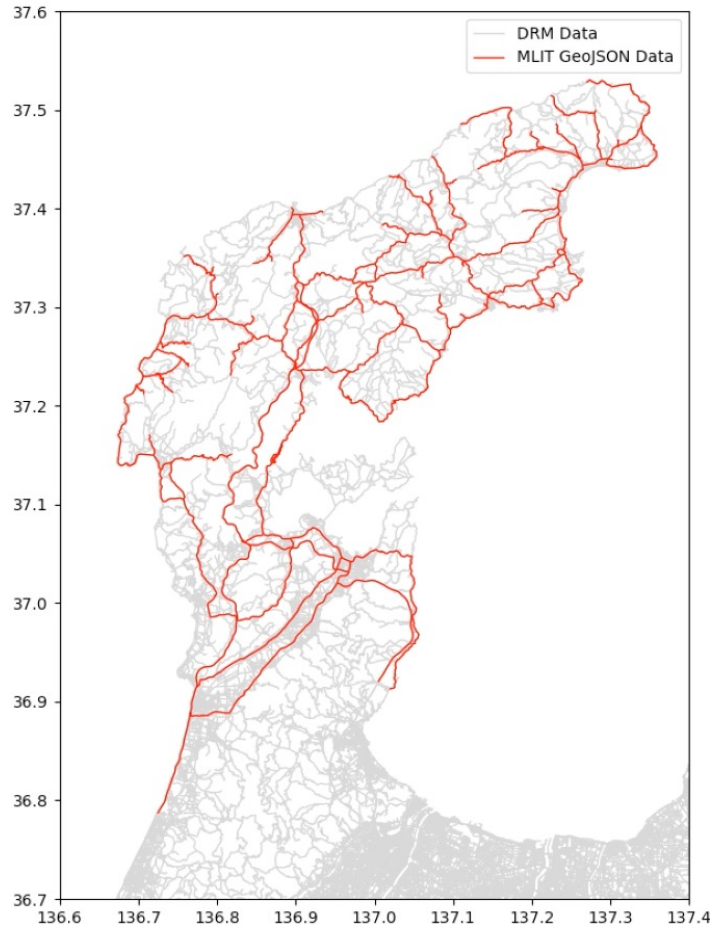
## 道路網復旧過程分析(イメージ図)



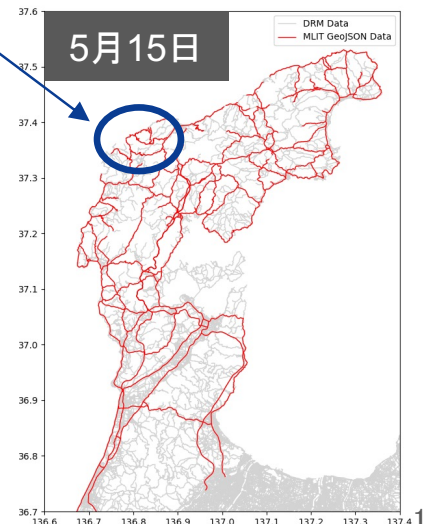
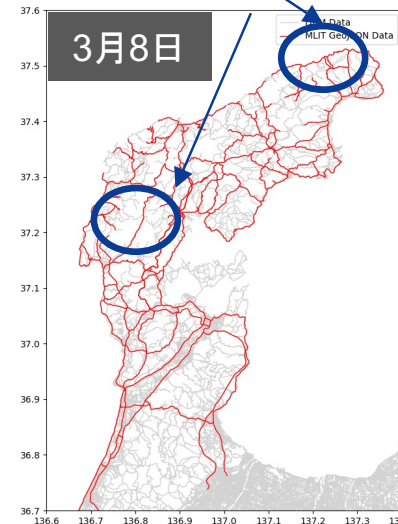
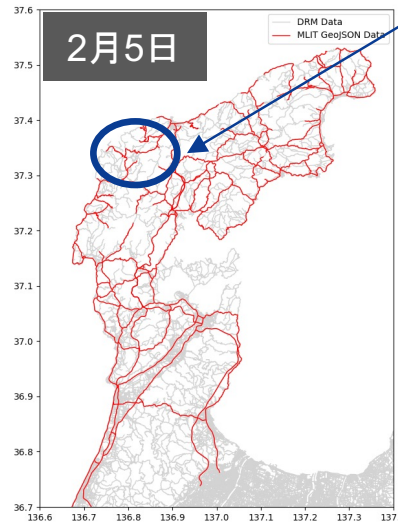
協力：（一財）日本デジタル道路地図協会

# 道路網復旧過程の可視化

2024-01-12



ネットワークとして効果を発揮する復旧箇所・タイミング



※ emergency\_restored\_section.geojsonとDRMを空間結合し図示。交通規制等未考慮。



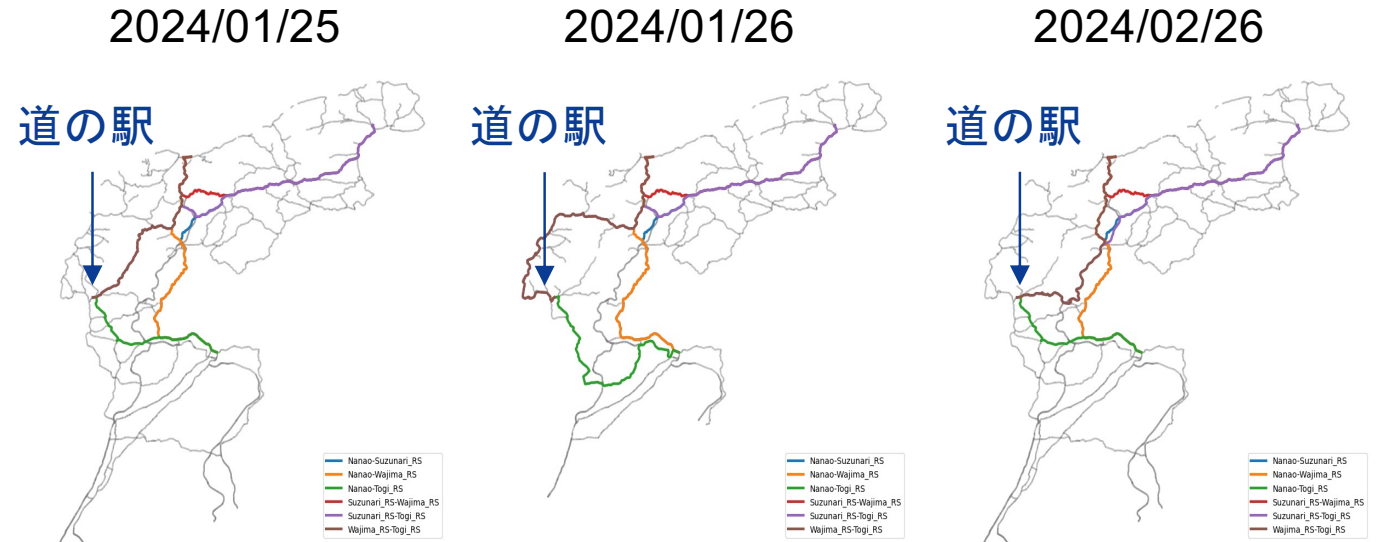
# 最短経路（距離ベース）の経時変化

2024-01-12  
Shortest Paths on 2024-01-12



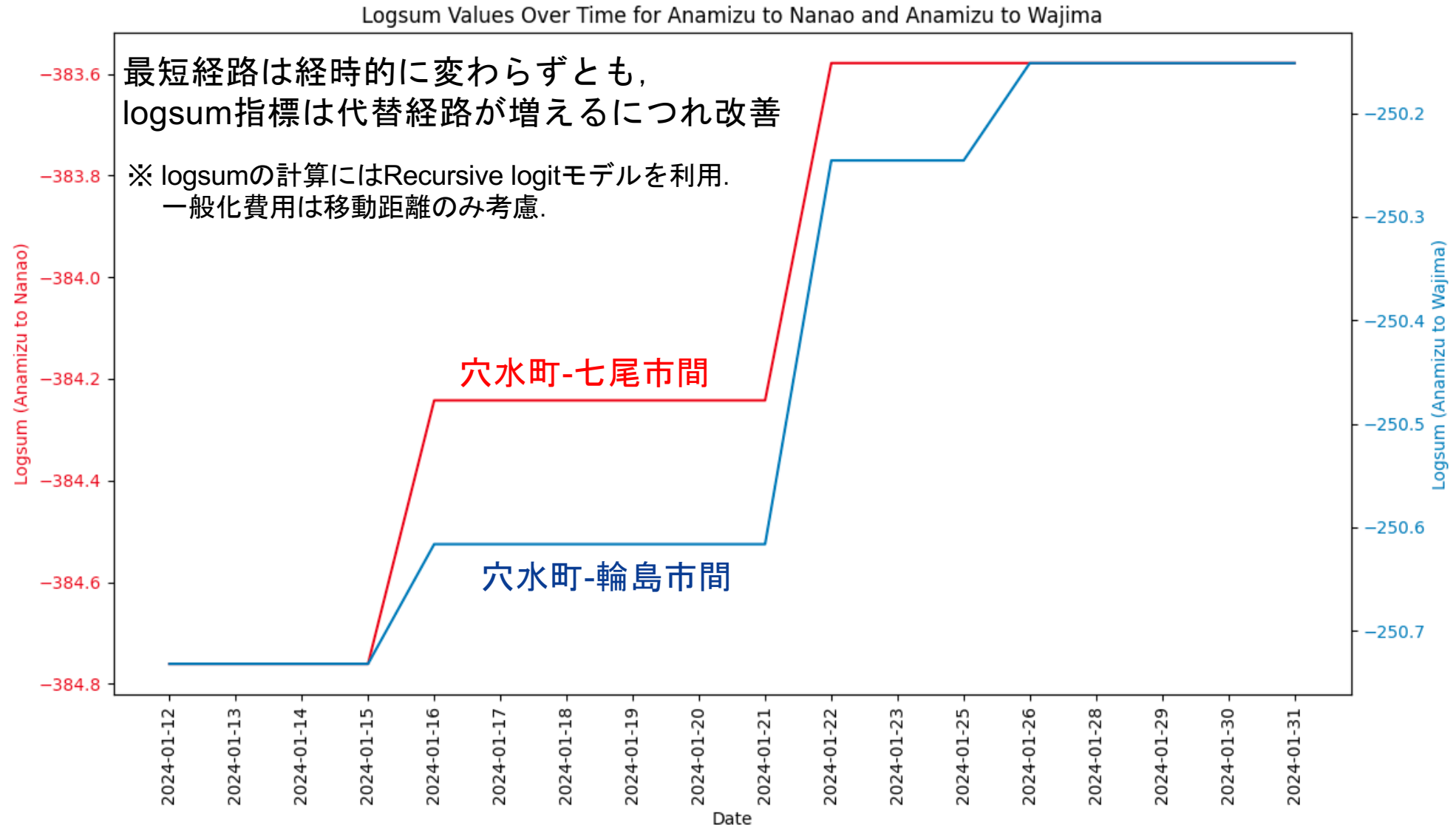
輪島市役所, 珠洲市役所, 七尾市役所, 穴水町役場といった拠点間の最短経路は2024/01/12以降, 変化なし.  
2024/01/12以降, 拠点以外へのアクセス確保が著しい.

※ 渋滞に伴う旅行時間の変化や規制は未考慮



※ emergency\_restored\_section.geojsonとDRMを空間結合し図示. 交通規制等未考慮.

# 道路網復旧に伴うアクセシビリティ（logsum）の改善



※ emergency\_restored\_section.geojsonとDRMを空間結合し図示。交通規制等未考慮。

# 今後の課題

- 緊急復旧済み道路区間のgeojsonファイル改善点
  - 現在のgeojsonファイルは道路ネットワークデータとしては不完全.
    - 道路リンクへのDRMパーマネントIDの付与による解決.
  - アップロードする道路リンクの基準の明記（林道が含まれるケース有）.
- 今後の展開
  - ETC2.0の速度情報，トヨタドライブ統計データ，モバイル空間統計データを活用したアクセシビリティ指標の改善（安全な道のみを使用する場合のアクセシビリティ指標，渋滞を考慮したアクセシビリティ指標，実際のOD需要を考慮したアクセシビリティ指標等）
  - 啓開順序の最適化，臨時交通サービス設計（e.g., 筑波大・浦田先生科研）の基盤データとしての利用

## 2. ビッグデータ分析からの知見 (井料, 浅田)

# ビッグデータ分析その1:ETC2.0による交通実態分析

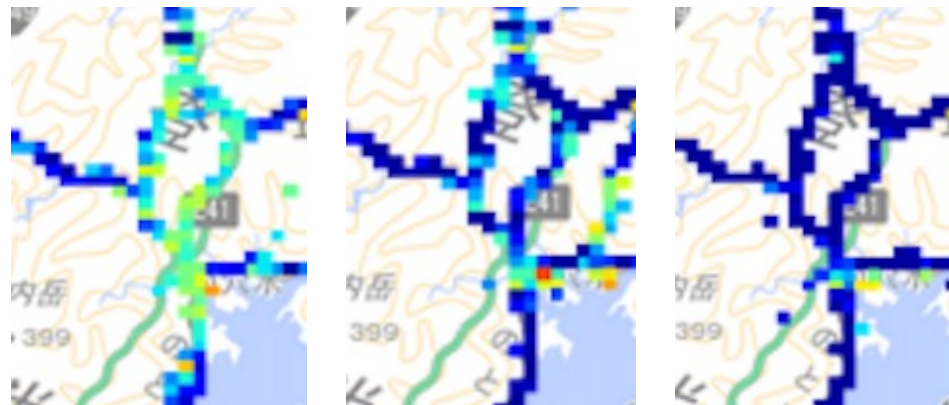
(東北大・井料)

- 北陸地方整備局と連携し，ETC2.0の経路データを用いて発災前後の交通実態を分析中
- データを集計して交通流および交通行動の状況の変化を分析することにより，震災がこれらに与えた影響とその復旧過程を見る。

## 分析1：車両の走行速度の分布の比較

各測位点の速度データを3次メッシュ単位で単純平均し，それを地図上に可視化する。

交通障害の状況とその改善の過程を俯瞰することができる。



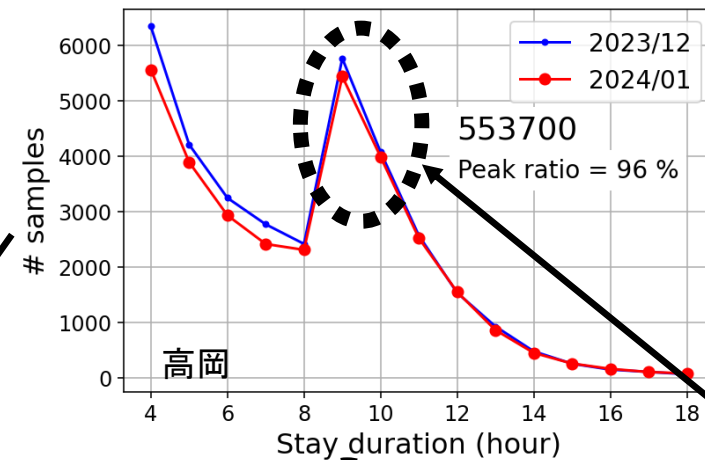
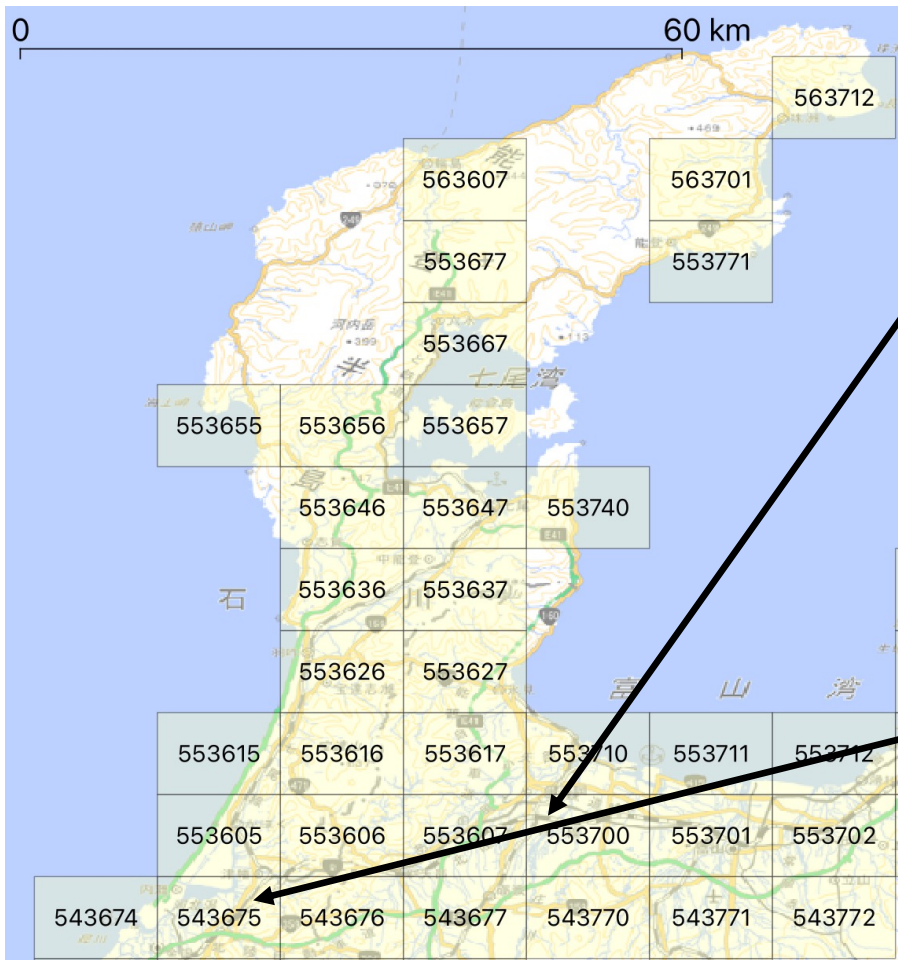
20240104

20240115

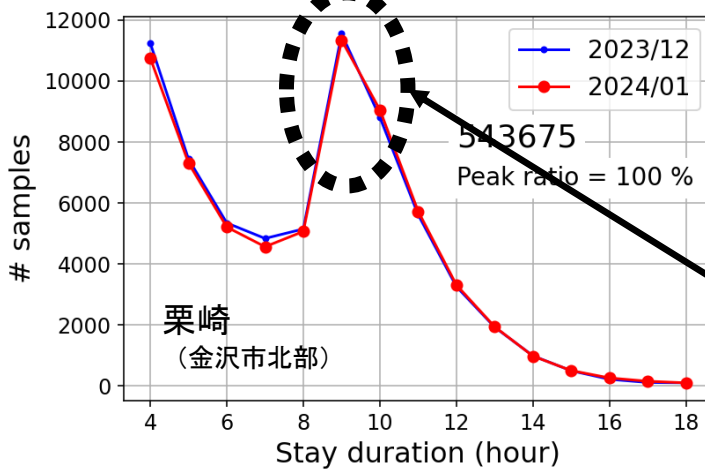
20240128

# 道路網被害と交通実態把握:ETC2.0による交通実態分析 (東北大・井料)

**分析2：車両の滞在時間の分布の比較** 2つの測位点間が1.5km未満で、かつ滞在時間が10分以上の場合、2点の中点を滞在点とみなす。滞在時間の分布を2次メッシュごとに集計する。滞在時間分布はその場所で車両の利用者がどのような活動を行っているか、その特徴を反映することが期待できる。



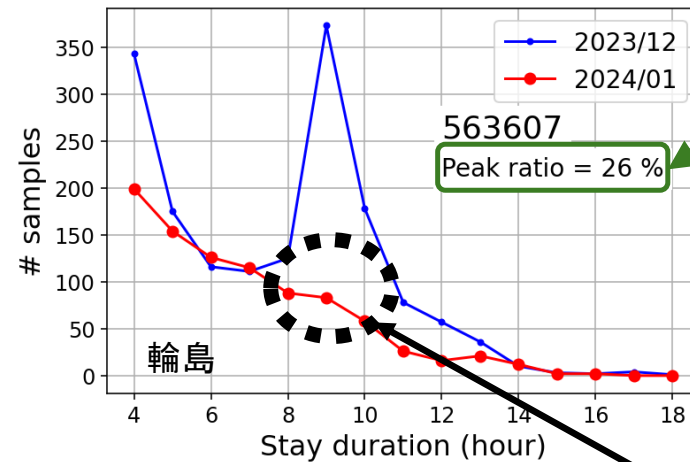
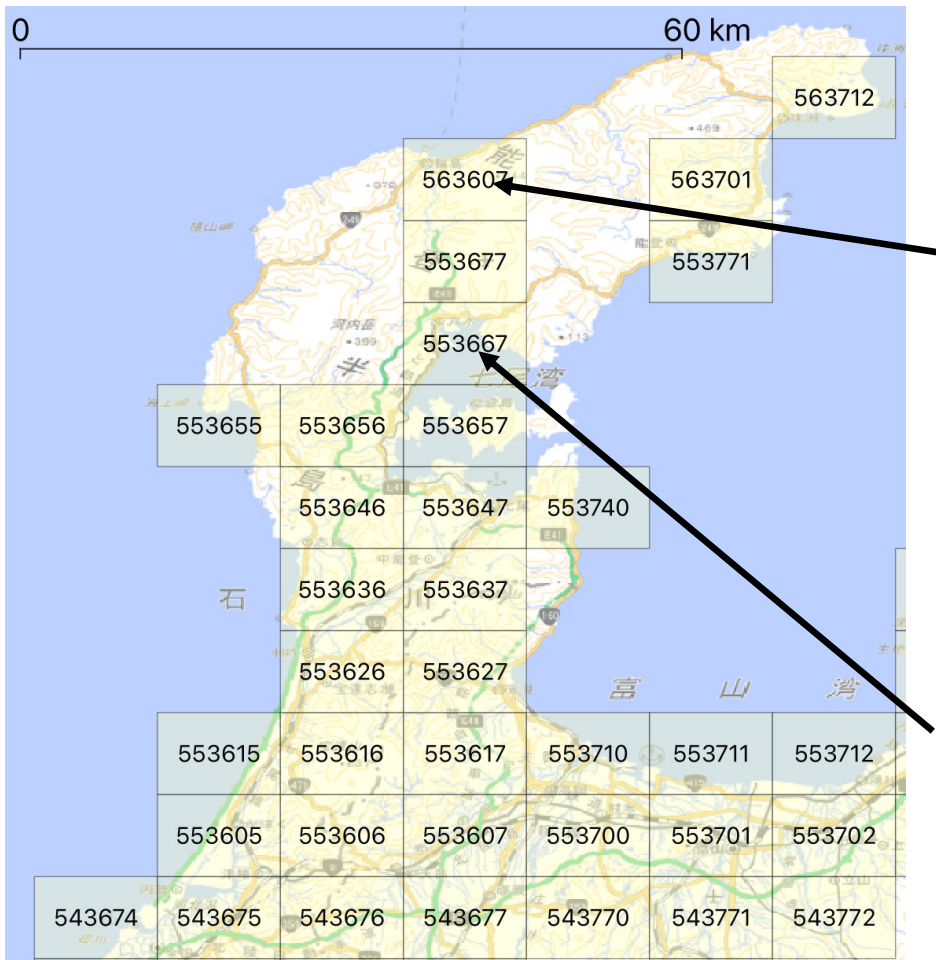
集計期間：  
2023/12の31日と  
2024/01の31日  
2023/12の月間滞在数2000以上の  
2次メッシュのみを分析対象としている  
RSU増設による影響は考慮していない



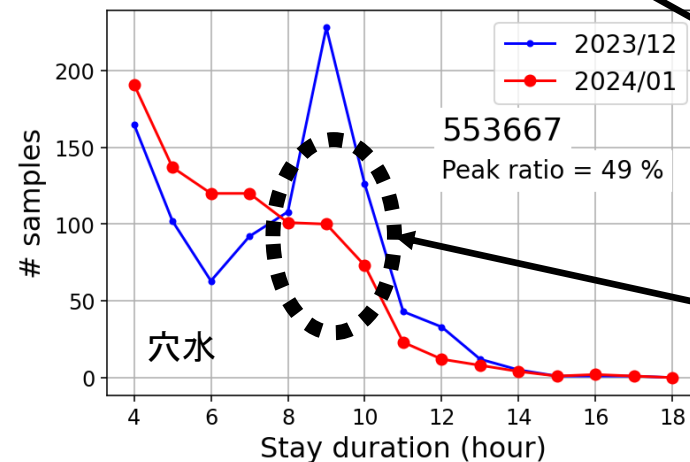
9-10時間にピークがある。  
フルタイム勤務を反映して  
いると考えられる

# 道路網被害と交通実態把握:ETC2.0による交通実態分析 (東北大・井料)

**分析2：車両の滞在時間の分布の比較** 2つの測位点間が1.5km未満で、かつ滞在時間が10分以上の場合、2点の midpoint を滞在点とみなす。滞在時間の分布を2次メッシュごとに集計する。滞在時間分布はその場所で車両の利用者がどのような活動を行っているか、その特徴を反映することが期待できる。



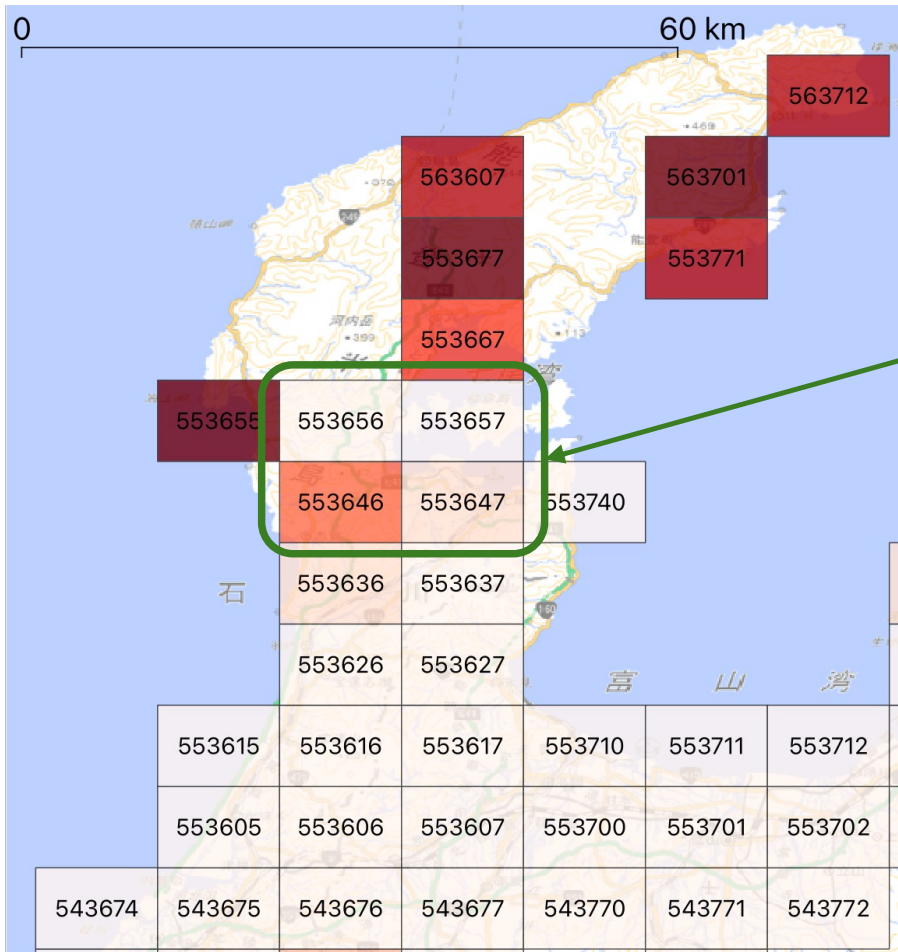
2023/12と2024/01のあいだの変化率を計算し地図上に可視化する。



ピークが消えている。通常の社会活動への支障の存在を示唆している。

# 道路網被害と交通実態把握:ETC2.0による交通実態分析 (東北大・井料)

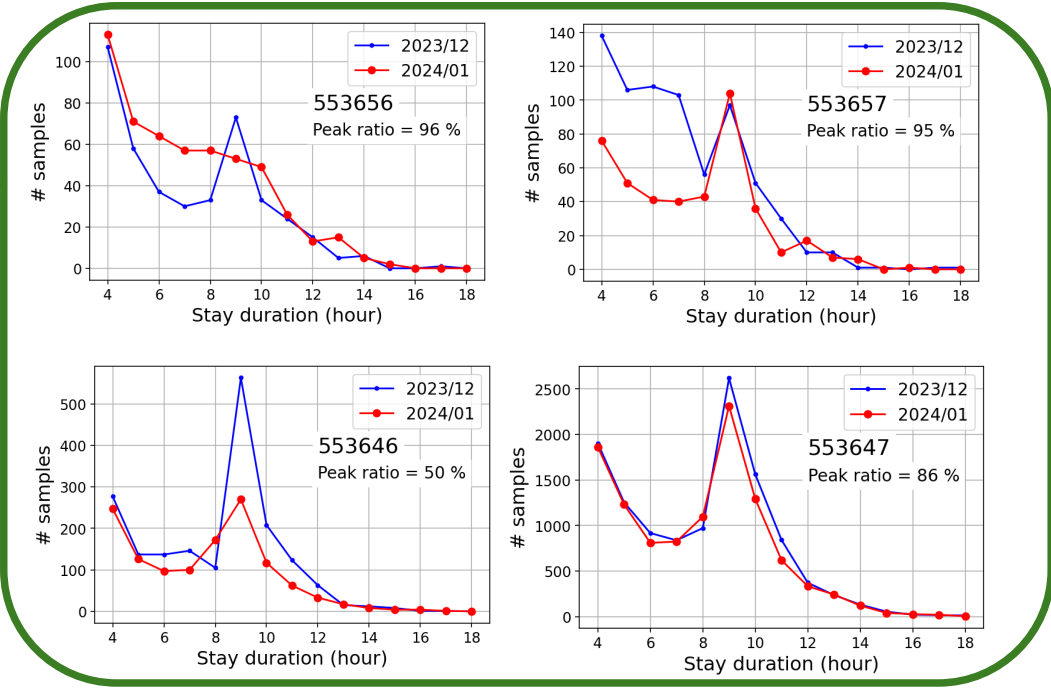
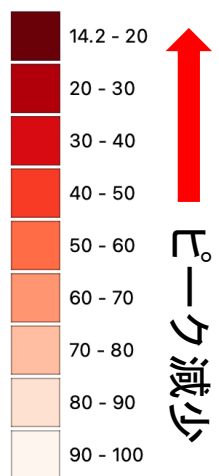
**分析2：車両の滞在時間の分布の比較** 2つの測位点間が1.5km未満で、かつ滞在時間が10分以上の場合、2点の midpoint を滞在点とみなす。滞在時間の分布を2次メッシュごとに集計する。滞在時間分布はその場所で車両の利用者がどのような活動を行っているか、その特徴を反映することが期待できる。



能登半島北部での減少が目立つ

中部でも変化が見られる

前後比(%)



継続して観測することにより、社会活動の復旧状況をモニタリングできる可能性がある。



# コネクティッドカーデータを用いた道路・交通複合分析（室工大浅田）

## ●トヨタドライブ統計データ

※協力：トヨタ自動車，トヨタモビリティ財団

- ・対象エリア：能登半島全域（氷見市以北）
- ・交通情報「**旅行時間**」：2023/12/1～2024/2/29
- ・道路情報「**荒れ指標**」：2023年12月，2024年1月

## ●データセット構築（4次メッシュ結合）

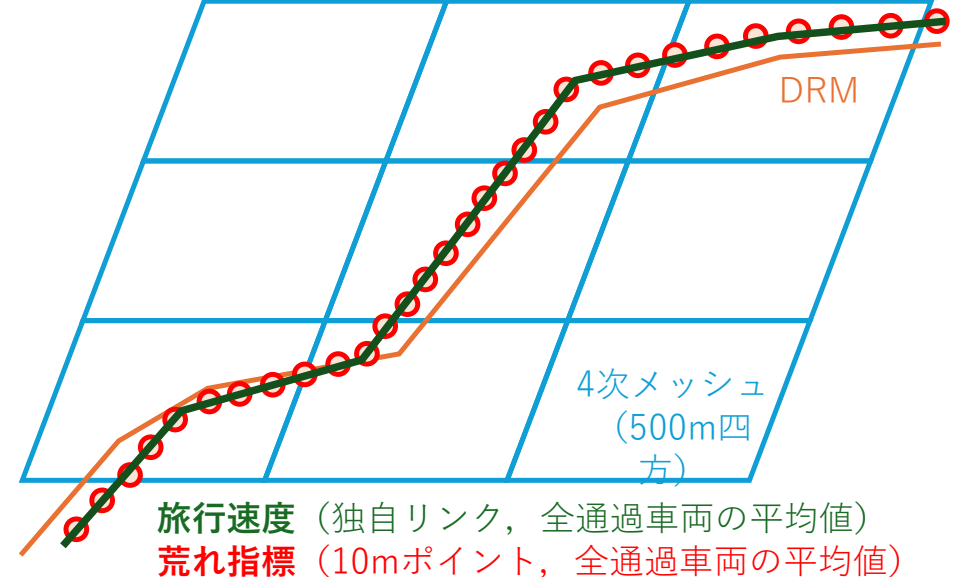
- ・DRM情報：メッシュ内支配リンクの値
- ・旅行速度：メッシュ内支配リンクの値
- ・荒れ指標：メッシュ内の最大値（局所的な段差を評価）

## ●分析内容

- ① 旅行速度の時系列変化（道路種別・地域別）
- ② 荒れ指標の時系列変化（道路種別・地域別）

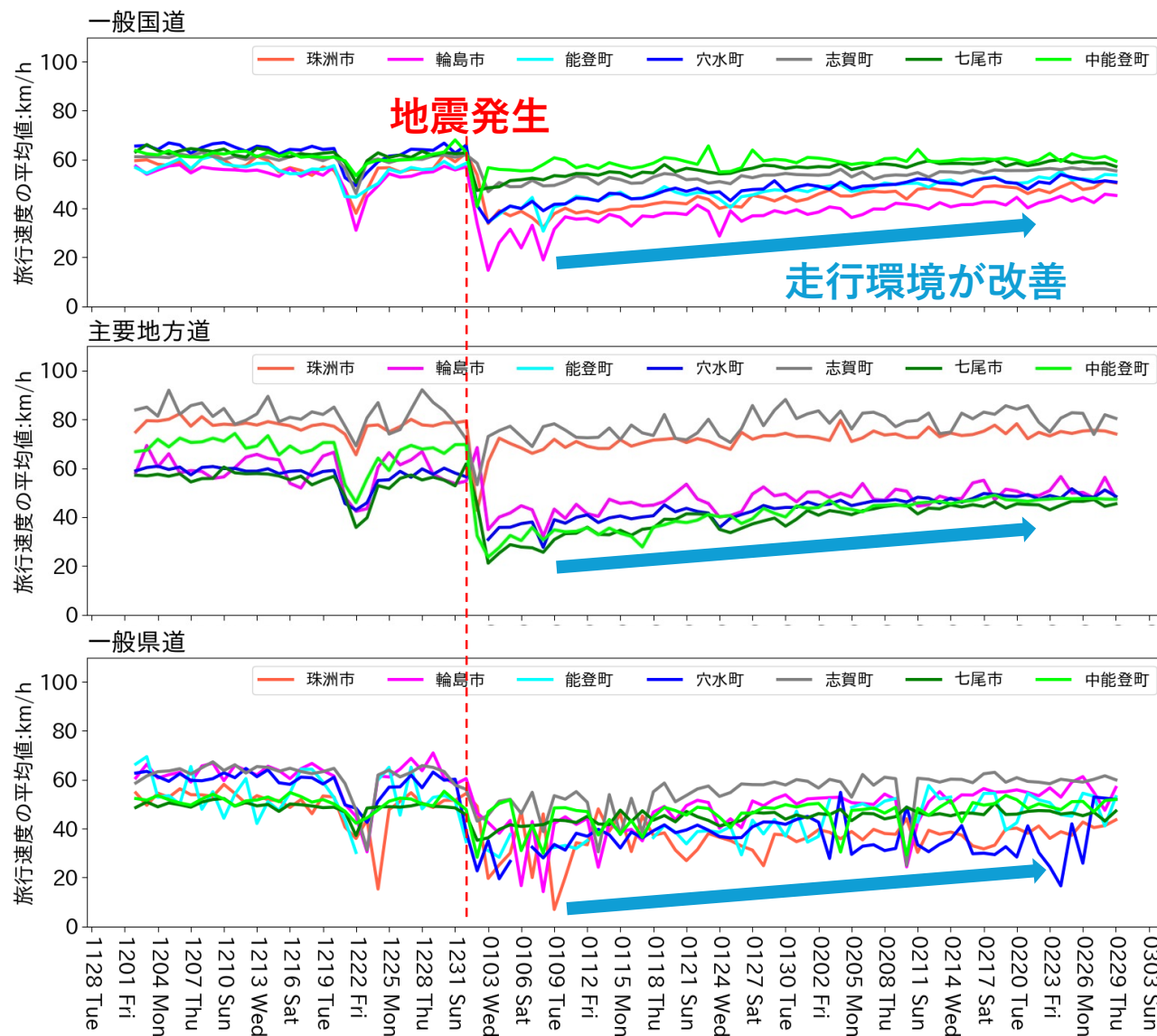
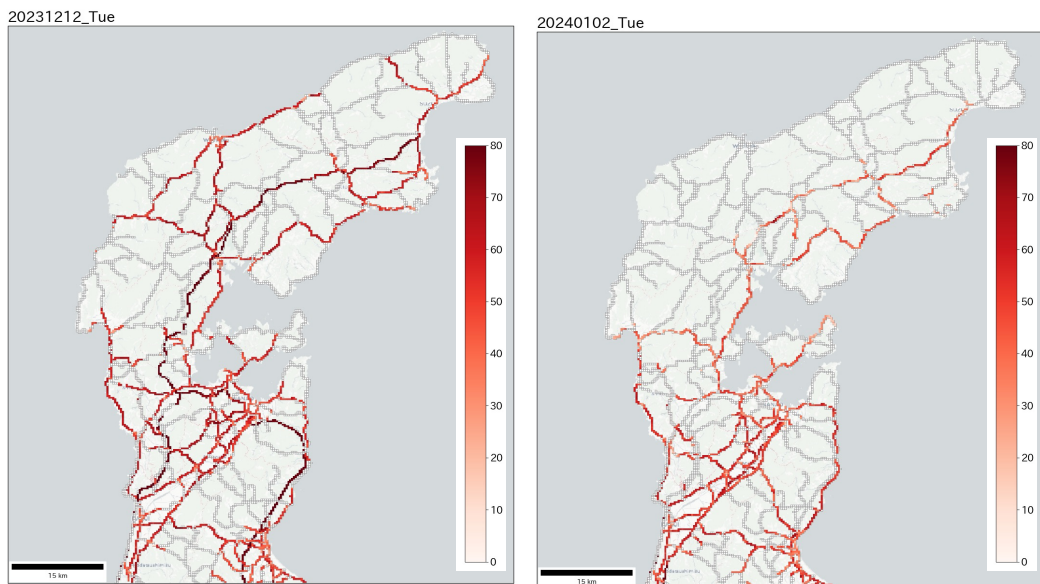


## データ結合のイメージ



# 分析①：旅行速度の時系列変化

- 1月2日にほとんどの区間で速度減
- 珠洲道路や能登里山街道（志賀町）以外の主要地方道は大幅に速度低下
- 復旧等により速度が上昇している傾向  
しかし、以前のレベルには達してない  
→依然として残る路面の段差等の影響か

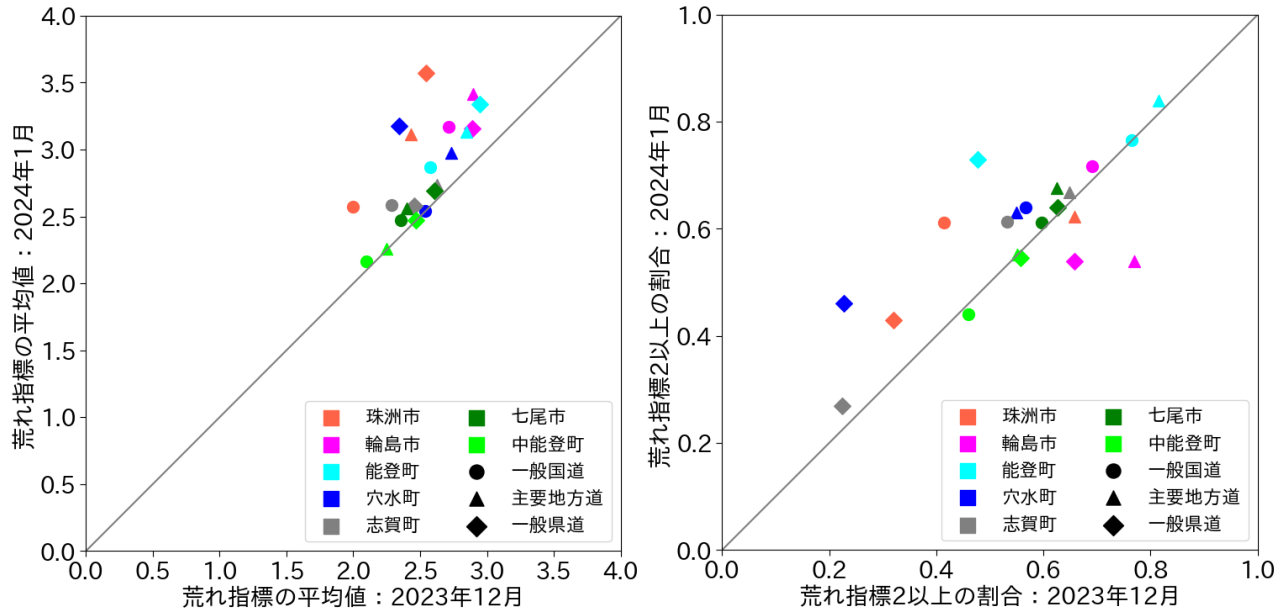


# 分析②：荒れ指標の時系列変化

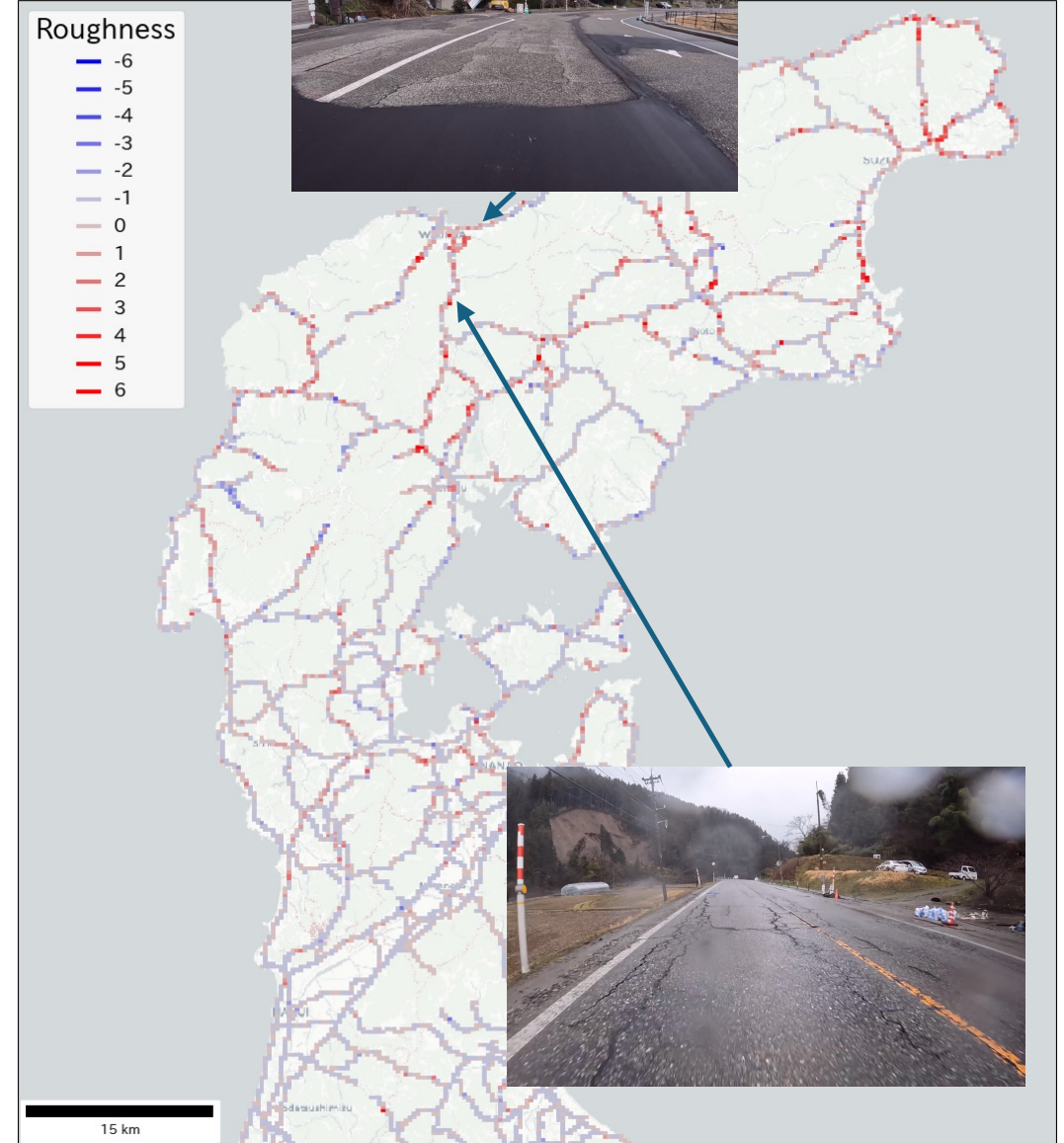
- 地震後に多くの区間で荒れ指標が増加
- 特に、輪島市、珠洲市、能登町では大きく増加
- 舗装修繕段階（荒れ指標2以上とした）の区間も増加
- 現地調査で段差やひび割れを多数確認

→連続的な振動発生が速度低下に影響か？

今後、路面状態と走行速度の関係を分析



202401 - 202312



写真は車載カメラで撮影（3月20日に浅田が撮影）