

維持管理優先順位付けのためのデータ

f1: 交通ビッグデータを活用した橋梁の維持管理

石川工業高等専門学校
寺山一輝

第3期SIP（ヒューマンリソース）における交通パートについて

交通パートに与えられたミッション

- ・ 橋梁の維持管理計画や、橋梁のトリアージにおいて、交通状態を定量的に評価できる技術がほしい。

現状の交通の評価手法

- ・ 道路種別（緊急輸送道路など）
- ・ 交通センサスで観測された日交通量
- ・ 独自に通過交通量調査を実施

 自治体職員にとって大きな負荷


交通ビッグデータの活用に期待。

橋梁の維持管理における交通(データ)の位置づけ

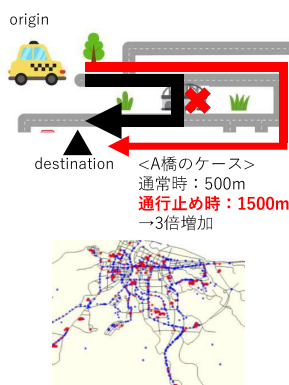
橋梁の維持管理において交通に関するデータ・outputはどの程度重要か（重視したい）？

それほど重要ではない
(構造系が主)

通常の維持管理計画でOK

<使用する交通データ>

- ・道路種別(緊急輸送道路など)
- ・主要道の断面交通量 等



まあまあ重要

<想定されるニーズ>

- ・通行止めになるとどの程度迂回が必要？
- ・孤立集落が発生する？
- ・普段何台ぐらい車が通ってる？ 等

<必要な交通データ>

- ・任意の2点(出発地・目的地)を設定して、規制による移動距離の変化を測定
- ・橋梁周辺のGPSログデータをプロットし、合計値を算出

Q:どのような地域に適している？

- ・管理している橋梁が少ない
- ・技術者がいなくて困っているけど交通が気になる
- ・道路ネットワークが疎らであり、交通量も少ない
- ・山間部に位置している橋梁 等

重要

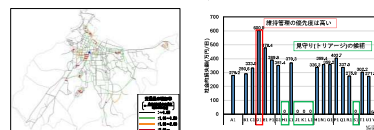
(構造系と同程度で考えたい)

<想定されるニーズ>

- ・ある橋梁を通行止めにする、地域内で渋滞が発生する？
- ・通行規制と通行止めによる交通の影響の違いは？
- ・将来の人口分布などが変化した場合？ 等

<必要な交通データ>

- ・通行規制、通行止めによる地域内の全道路利用者の社会的損失(総旅行時間、リンク交通量)の変化



Q:どのような地域に適している？

- ・管理している橋梁が非常に多い
- ・高密度な道路ネットワークを有しており、交通量が多い
- ・都市計画(まちづくり)等と連携して、地域全体の活性化を図りたい 等

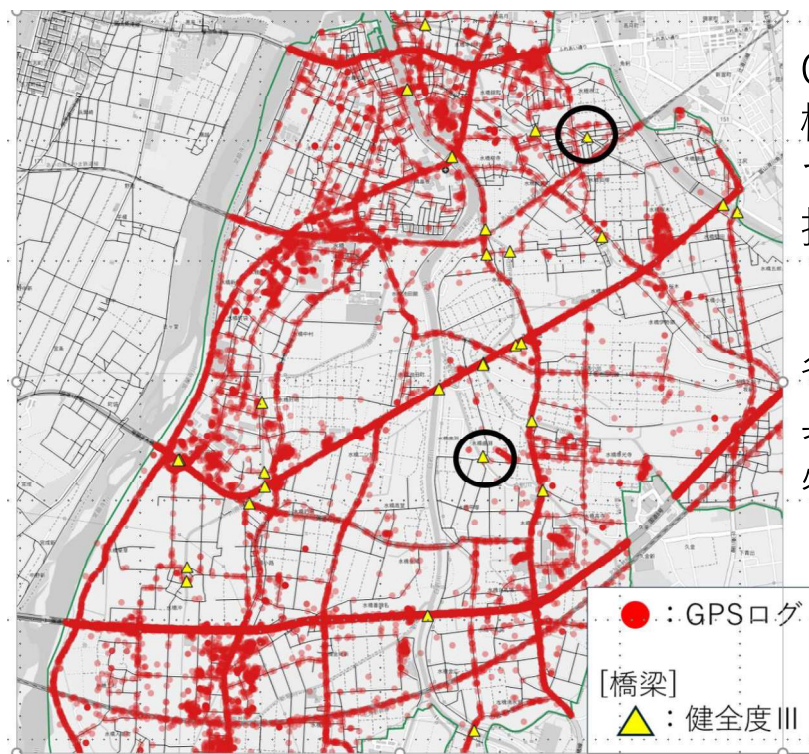
使用データの概要

■使用データ

Agoop社：ポイント型流動人口データ

- ・概ね1分間隔のGPSログが取得されている。
- ・対象地域に流入したGPSログを解析可能
- ・1分間隔の位置(緯度・経度)、移動速度のほかに、被験者の居住地・性別・年代などの個人属性も一部付与されている。
- ・多少のデータの加工で、移動ログ・滞在地点を判別可能。

GPSログデータの可視化【まあまあ重要なケース】



GPSログを単純に可視化し、橋梁の位置と比較するだけでも、交通量の大小は概ね把握できる。

各所に説明する際には、具体的な数値（交通量）が必要

GPSログデータを用いた橋梁の通過交通量の推計【まあまあ重要なケース】

- ・道路区間ごとにバッファを作成
 - ・バッファ内のGPSログ数をカウント
- 交通センサスの結果(実測値)を用いて、推計モデルを構築

Y:推計交通量(台/日)

X_1 :ログ数

X_2 :平地部ダミー

X_3 :山地部ダミー

<推計式(暫定)>

■中・小規模都市

(1) 市道 $Y = 8.4X_1 - 1744X_2 - 2689X_3 + 2966$

(2) 地方道 $Y = 6.7X_1 - 1167X_2 - 4012X_3 + 4570$

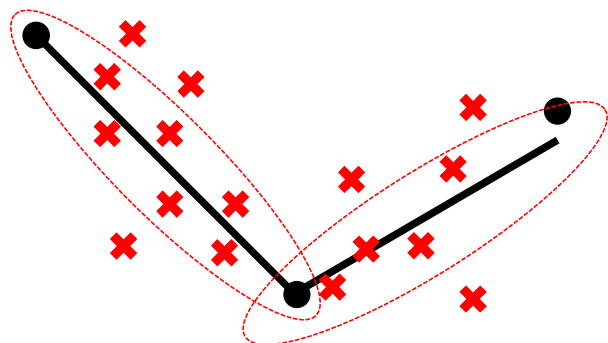
(3) 国道 $Y = 8.1X_1 + 386X_2 - 5072X_3 + 5097$

■大規模都市

(1) 市道 $Y = 4.7X_1 - 1164X_2 - 3888X_3 + 4671$

(2) 地方道 $Y = 2.3X_1 - 3056X_2 - 8782X_3 + 10525$

(3) 国道 $Y = 3.1X_1 + 13766X_2 - 8983X_3 + 11962$



※富山市からご提供いただいた橋梁，交差点の断面交通量調査結果と推計値を比較すると，交通量の誤差は数十台～数百台程度であり，概ね良好。

GPSログデータを用いた橋梁の通過交通量の推計【まあまあ重要なケース】

この手法で何を把握・出力できる？

(1) 道路区間別の通過交通量[台／日]

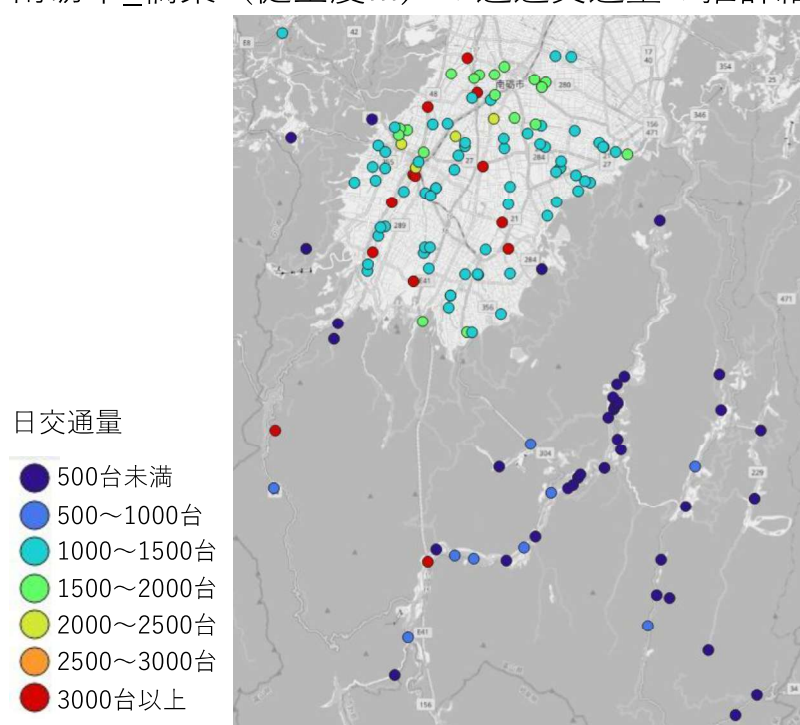
(2) 橋梁ごとの通過交通量[台／日]

<イメージ>

橋梁名	健全性	推計 通過交通量(台/日)
A橋	III	400
B橋	IV	23000
C橋	I	749
D橋	II	12367
...	...	...

GPSログデータを用いた橋梁の通過交通量の推計【まあまあ重要なケース】

南砺市_橋梁（健全度III）の通過交通量の推計結果



・ 山間部に位置する橋梁の通過交通量は少ない傾向.

・ 健全度IIIの橋梁数：156橋

通常の交通量調査では、
昼間12時間の通過交通量を観測する

健全度IIIの全橋梁について交通量調査を実施
すると、単純計算で**1872時間（78日）**かかる

GPSデータの加工・解析は最長で1日程度.
→77日の時間を短縮可能.

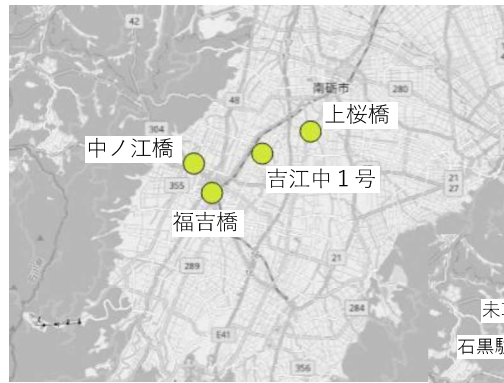
GPSログデータを用いた橋梁の通過交通量の推計【まあまあ重要なケース】

南砺市_橋梁（健全度III）の通過交通量の推計結果

■ 日交通量が3000台以上の橋梁



■ 2000～2500台の橋梁



■ 1500～2000台の橋梁



交通量配分モデルによるシミュレーション【重要なケース】

(1) 利用者均衡配分

橋梁の通行規制前後の交通量配分を行い、道路利用者の社会的な損失を計測・評価
交通量の配分モデルに確定的利用者均衡配分を用いる

✓ リンクコスト関数にはBPR関数を用いる

$$c_a = t_0 \left(1 + \alpha \left(\frac{x_a}{Cap_a} \right)^\beta \right) \quad (1)$$

c_a : リンク a の旅行時間
 t_0 : リンク a の自由旅行時間
 x_a : リンク a の交通量
 Cap_a : リンク a の交通容量
 α, β : パラメータ(本研究では $(\alpha, \beta) = (0.96, 1.20)$)

✓ 利用者均衡配分は等価な最適化問題を解く

$$\min. Z = \sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw \quad (2)$$

Subject to

$$\sum_{k \in K_{rs}} f_k^{rs} - Q_{rs} = 0, \forall rs \in \Omega \quad (3)$$

$$x_a = \sum_{k \in K_{rs}} \sum_{rs \in \Omega} \delta_{a,k}^{rs} f_k^{rs}, \forall a \in A \quad (4)$$

$$x_a \geq 0, f_k^{rs} \geq 0 \quad (5)$$

f_k^{rs} : 出発地 r から目的地 s までの経路 k の交通量
 Q_{rs} : ODペア rs の分布交通量
 $\delta_{a,k}^{rs}$: リンク a の接続変数

要約すると・・・

対象地域内の道路利用者が**目的地まで最短時間で到達できるように**各道路に交通量を配分する方法（各道路に交通容量を与えているため、渋滞を表現可能）

交通量配分モデルによるシミュレーション【重要なケース】

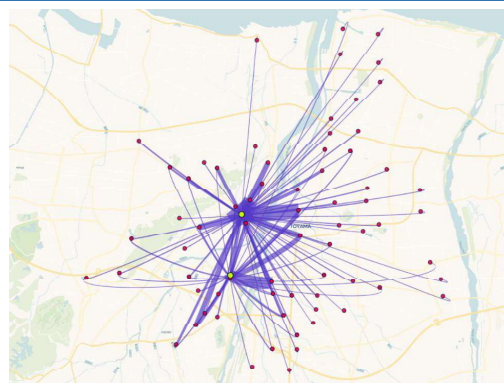
交通量配分モデルのメリット・デメリット

<メリット>

- 1) 交通工学において理論的な手法である。
- 2) 任意に出発地と目的地のペアを作成した上で、その交通量を設定してシミュレーションできる。
(例：高齢者の買い物・通院行動，災害時等)
- 3) 様々なアウトプットを得ることができる
(例：各橋梁の通行止めによる交通量の変化
周辺道路への影響，
道路利用者の旅行時間の変化・・・等)

<デメリット>

- 1) 初見でモデルを理解することは難しい
- 2) ネットワークの大きさと計算時間が比例する
- 3) 各自治体で計算し，アウトプットをまとめることは非常に難しい



図：ある地域Xの居住者のOD交通量の分布

利用ケース1:

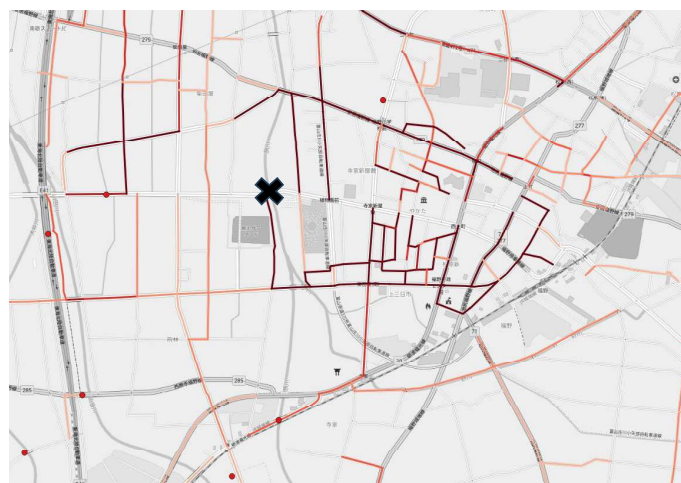
外部機関に計算を依頼し，結果を自治体で利用。

利用ケース2:

自治体が自身で計算し利用する。

交通量配分モデルによるシミュレーション【重要なケース】

この手法で何を把握・出力できる？



任意の出発地・目的地のペアとその交通量を設定し，シミュレーション

- (1) 現状の各道路・橋梁の通過交通量
- (2) 橋梁の通行規制時
(通行止め・車線規制等)の通過交通量
- (3) 通行規制による通過交通量の変化
- (4) 道路利用者の総旅行時間の変化
- (5) 地域内の渋滞箇所・混雑度

(二次的な利用として・・・)

交通に与える影響が小さい橋梁の維持管理費用の削減効果

【計算結果の紹介】南砺市・都市計画区域

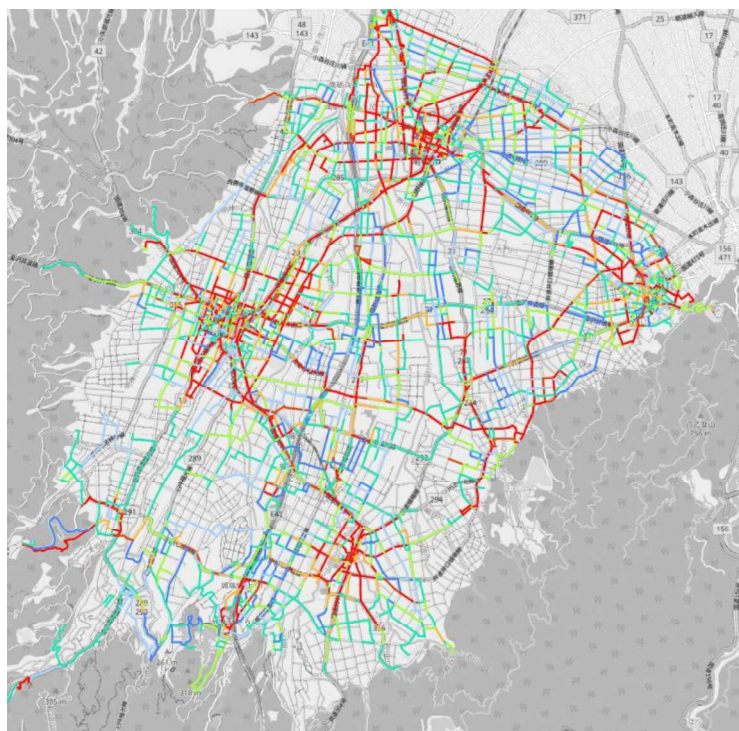
<シミュレーション条件>

- ・南砺市・都市計画区域内の交通パターンをGPSデータから取得
- ・通常時の交通量配分を実施
(主要幹線道の交通量が交通センサスと一致するように，OD交通量を補正)
- ・健全度Ⅲの橋梁を1橋ずつ通行止めにして，交通量配分を実施
- ・通行止め前後の旅行時間と交通量の変化を算出

【計算結果の紹介】南砺市・都市計画区域

■現況の交通量配分の結果

日交通量



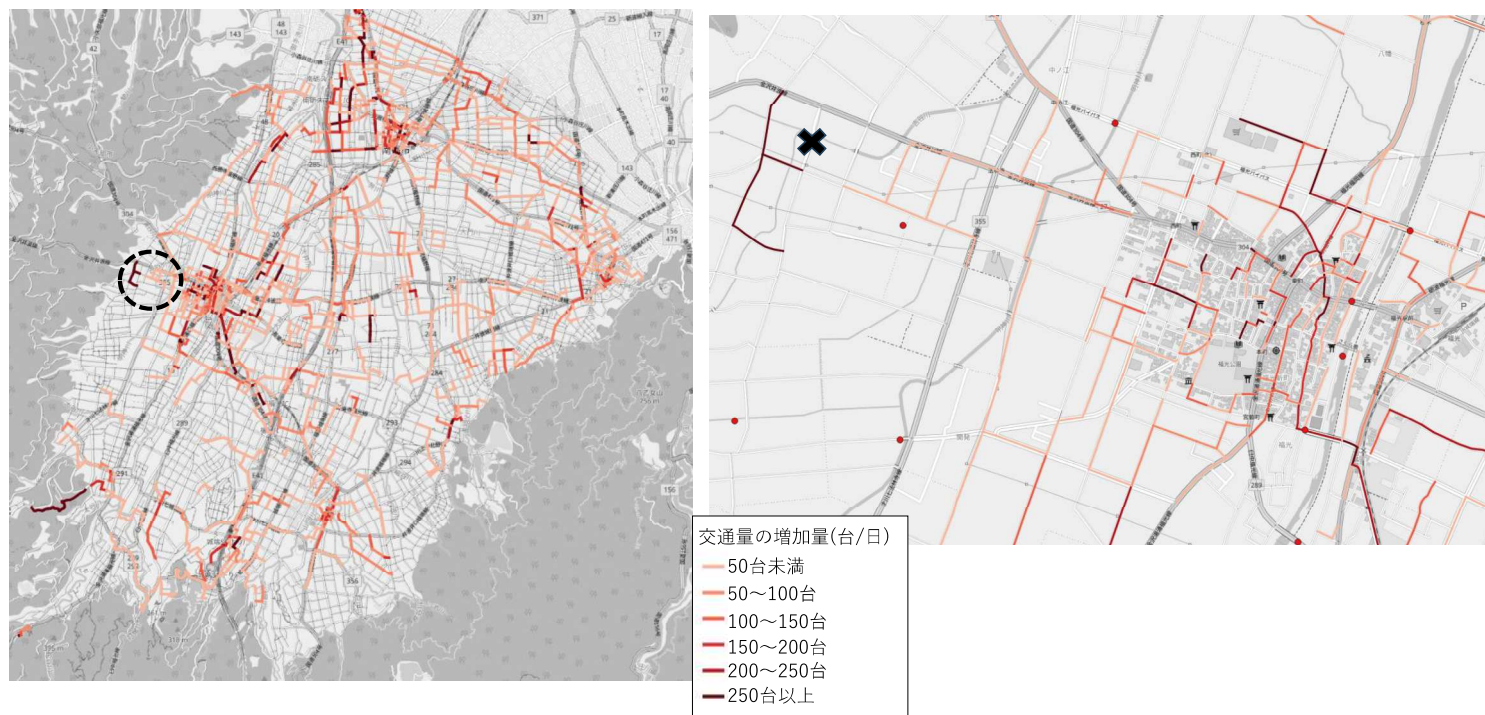
橋梁を通行止めして、
現況の交通量との差
を求める。

<結論>

南砺市では現況の交通量が少ないため，橋梁を通行止めにしても道路利用者の総旅行時間，および道路区間の交通量に大きな変化はみられなかった。

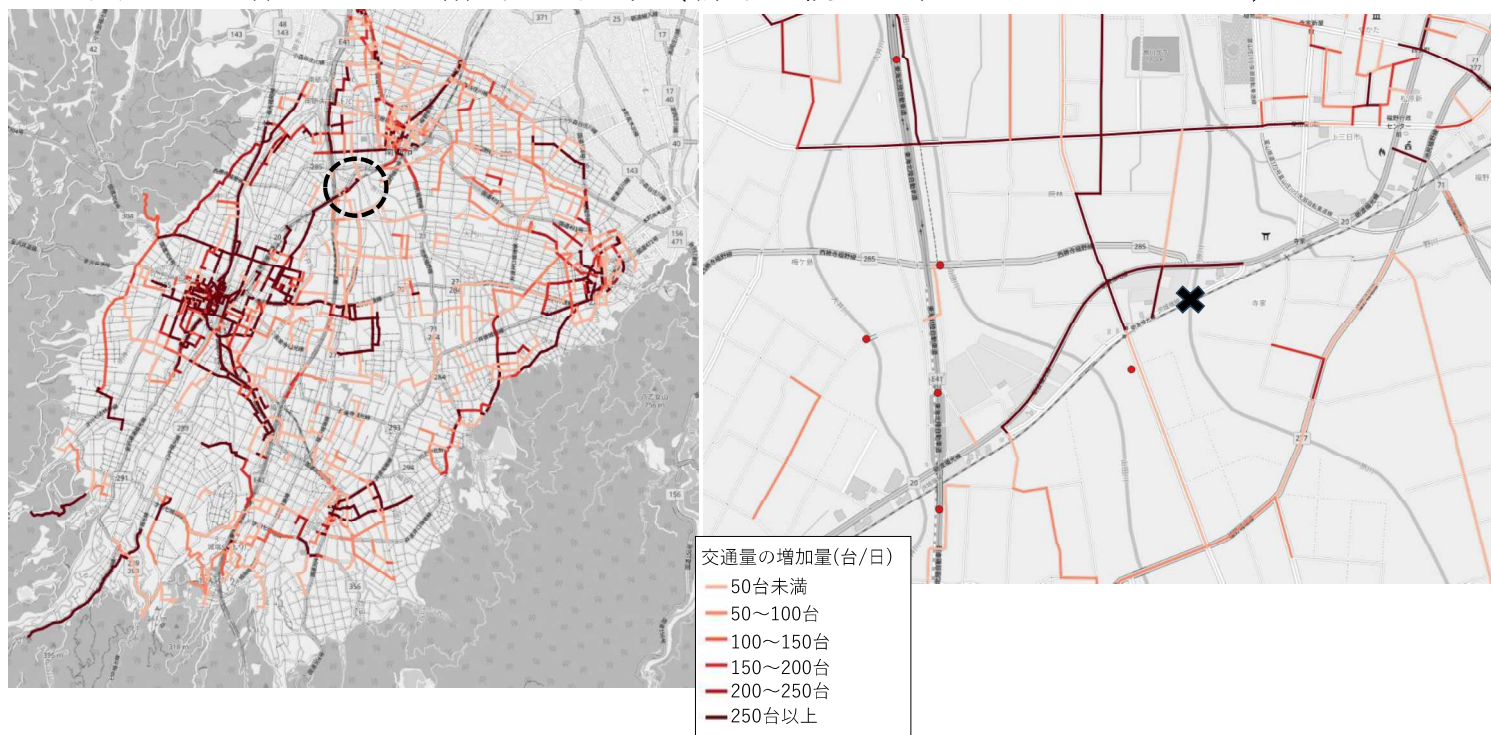
【計算結果の紹介】南砺市・都市計画区域

■交通量が増加した道路区間の分布（吉谷川法林寺2号橋を通行止めにしたケース）



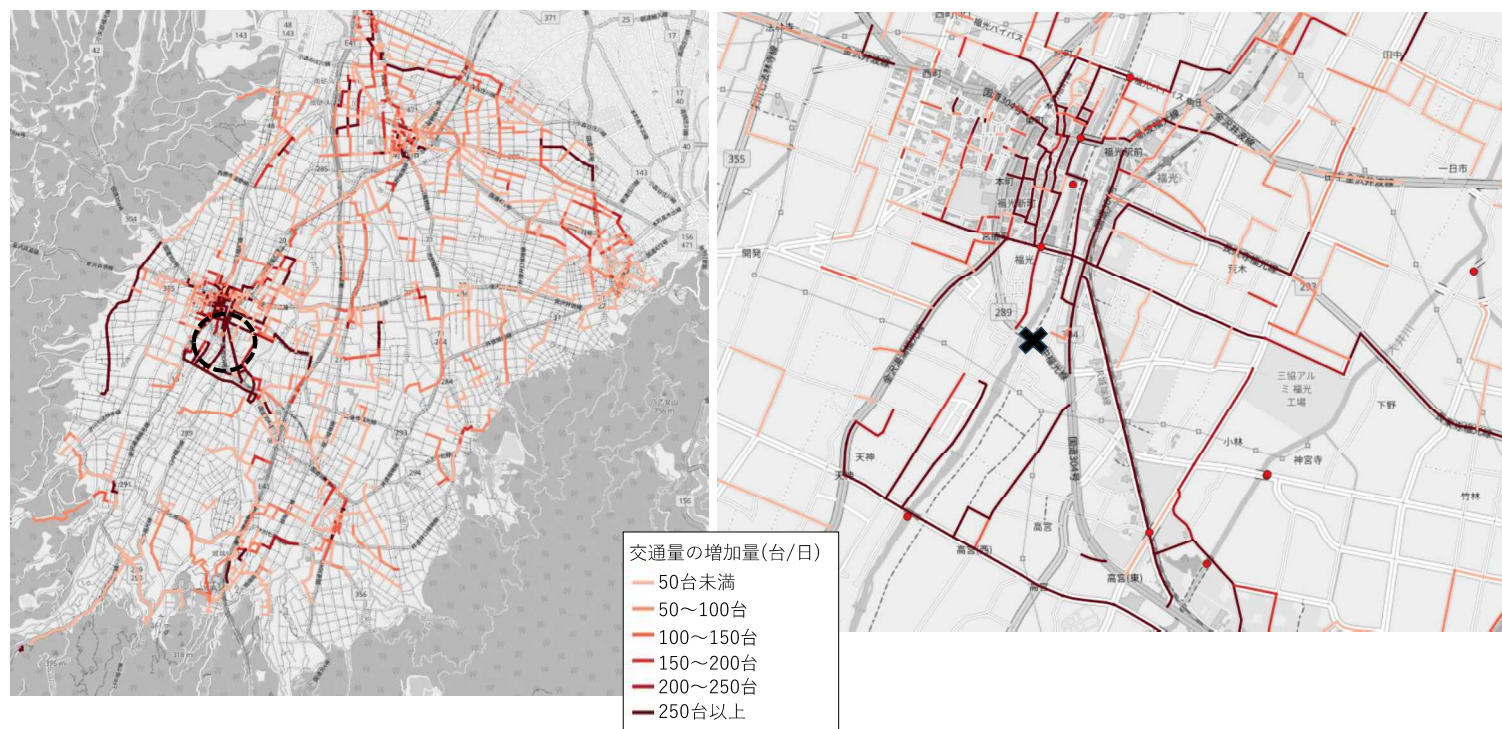
【計算結果の紹介】南砺市・都市計画区域

■交通量が増加した道路区間の分布（新旅川橋を通行止めにしたケース）



【計算結果の紹介】南砺市・都市計画区域

■交通量が増加した道路区間の分布（豊栄橋を通行止めにしたケース）



社会実装に向けて（R8年度）

- ① 仮想空間プラットフォーム上に、北陸3県の全橋梁の交通量の推計結果を実装
→自治体職員がいつでも地域内の橋梁の交通量を比較できる
- ② ある橋梁が通行止めになった場合の影響をシミュレーションしたい場合は、
「SIP窓口→シミュレーション担当者（寺山）→発注者」のような仕組みを実装

