



第15回CAESAR講演会
地域が変わる！地域を支援する！
～道路橋メンテナンス技術の最新動向～

ふくしま発 地域のインフラはみんなで守る！

2022年8月23日

日本大学工学部工学研究所長
土木工学科教授
岩城一郎



講演内容

- 我が国および福島県におけるインフラの現状
- ふくしまにおけるインフラ長寿命化に向けた取り組み
 - ふくしまインフラ長寿命化研究会
 - ふくしまME
- ふくしまにおける橋梁寿命化修繕計画策定の工夫
- ふくしま発 地域のインフラはみんなで守る
- 今後の展望
- まとめ

我が国のインフラの現状

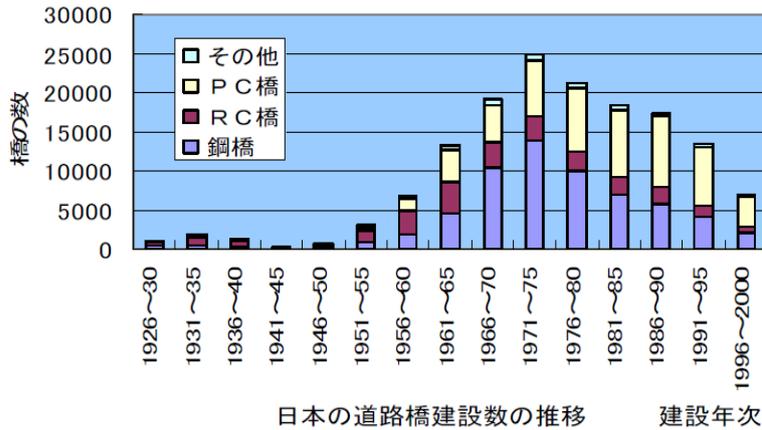


図 1.3.1 我が国の道路橋（橋長 15m 以上）の建設数の推移（国土交通白書）

- ・ 高度経済成長期に整備された橋の老朽化
 - ・ 海外における相次ぐ落橋事故
- インフラの老朽化が社会問題

笹子トンネル天井板落下事故

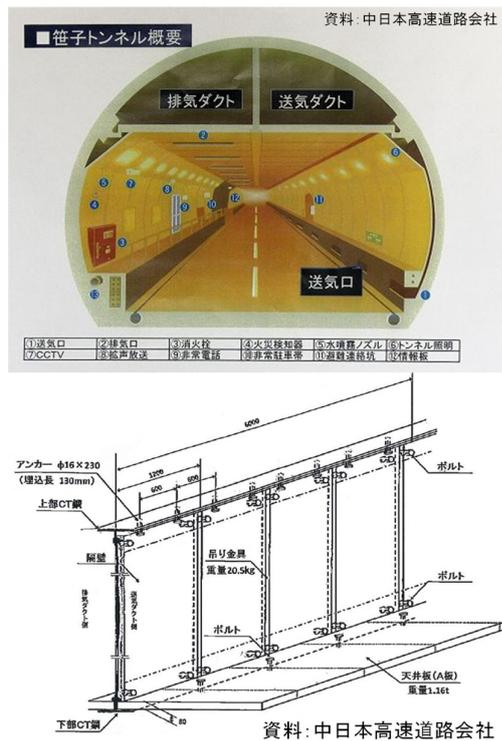
中央道トンネル崩落

山梨日日新聞

大月・笹子
車巻き込み事故、火災
複数台下敷きか

2日午前8時ごろ、大月市の中央自動車道上り線の笹子トンネル入口で数分間にわたる落橋事故が発生。トンネル内の車両火災で煙が立ち、トンネル内は煙に包まれた。山梨日日新聞の取材によると、トンネル内の天井板が落下し、複数台の車が巻き込まれた。また、トンネル内に火災が発生し、煙が立ち、トンネル内は煙に包まれた。山梨日日新聞の取材によると、トンネル内の天井板が落下し、複数台の車が巻き込まれた。また、トンネル内に火災が発生し、煙が立ち、トンネル内は煙に包まれた。

詳細はあすの山梨日日新聞で
お申し込みは
0120-360117



どうしたら長持ちさせることができるか？

- 2019年の日本人の平均寿命：男子81.41歳，女子87.45歳（1947年には50歳代）→世界有数の長寿国
- 理由：食生活？保険制度の充実，医療の高度化（病理の解明，医療機器の発達，新薬の開発，ドクターの知識・経験・技能の向上等）



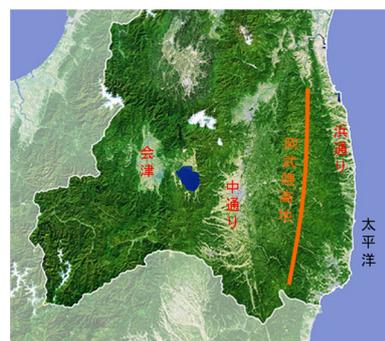
社会インフラを長寿命化させるには？

- インフラの劣化（病気・怪我）の原因と程度を探り（診断），適切な処置を施す（治療），インフラの医療，ドクターの養成が不可欠

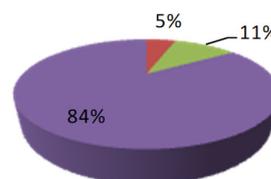
福島県の現状

気象条件の異なる3地方

- 浜通り：太平洋沿岸，温暖（塩害）
 - 中通り：都市部，凍結防止剤（塩害，凍害）
 - 会津：山間地，豪雪（塩害，凍害）
- コンクリート構造物にとって厳しい環境



- 道路管理延長約5600km（管理橋梁数約4500橋）
- 年間の維持・補修費約100億円
→約200万円/km
- 県管理の道路延長はわずか11%（国道は5%），残りの84%は市町村道



多様かつ厳しい環境，膨大な橋梁数，厳しい財政状況→“ふくしま発”橋梁長寿命化のための維持管理戦略

自治体で管理している橋の現状

- 膨大な橋梁数
- 技術力・財政力不足
- 橋梁のデータ不明

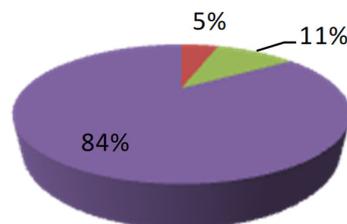


- 膨大な患者数
- 医師・医療費不足
- カルテ不明

高度な医療を受けられない自治体の橋梁にとって、予防医療こそが最善策

■ 国道 ■ 都道府県道 ■ 市町村道

福島県の道路延長



水的作用に着目した予防医療



橋の多くは水的作用により劣化する。
金をかけずに劣化を防ぐには、橋に直接水を作用させない工夫が必要である。
そのためには、日々の歯磨きに相当する予防が重要である。



できる予防保全を確実に

予防保全：構造物の劣化が顕在化しないうちに予防的な処置を施すこと

- レベル3：ひび割れ注入工法，表面保護工法，電気化学的工法等
- レベル2：水切りの設置・改良，ジョイントの簡易非排水化等
- レベル1：排水柵の清掃，堆積土砂の撤去，排水管の長さ・向きの見直し等



- レベル3→レベル2→レベル1の思考を
レベル1→レベル2→レベル3へ



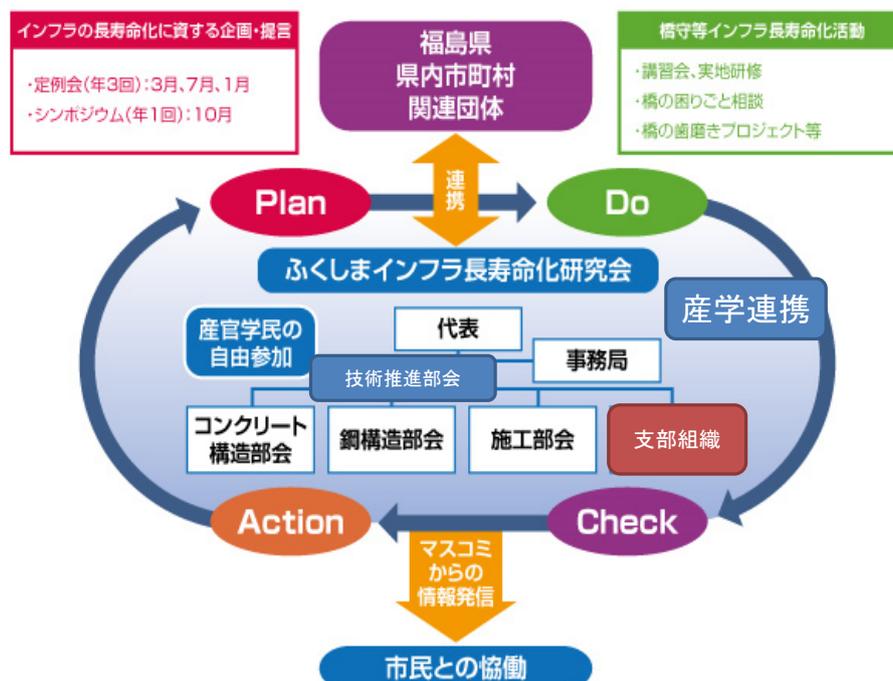
ふくしまインフラ長寿命化研究会の取組



ふくしまインフラ長寿命化研究会（産学連携研究会）の変遷

- 2011年1-2月設立準備→東日本大震災
- 2013年4月26日設立総会，コンクリート構造部会，鋼構造部会，施工部会，総務部会の設置
- 2016年5支部の設置（いわき地域，相双地域，県北地域，県中・県南地域，会津地域）
- 2016年橋梁点検診断技術研修会（基礎コース&応用コース）→ふくしまMEの前身
- 2017年技術推進部会の設置
- 2017年ふくしまME（基礎）コースへの貢献（プログラムの提供，講師の派遣）
- 2017年ドローンプロジェクトへの参画
- 2017年解体・撤去したPC桁の健全度調査
- 2018年ふくしまME（保全）コースへの貢献
- 現在福島県内の企業を中心に約100社の会員で構成
- 講習会・研修会を通じた技術力の研鑽→MEの育成
- 住民との協働による橋守活動
- 地域の困りごと相談

ふくしまインフラ長寿命化研究会の体制



橋梁(社会インフラ系構造物)の点検・診断技術の確立

橋梁点検の現状 作業車やロープアクセス



橋梁(社会インフラ構造物)の点検・診断技術の確立

材料に応じた点検診断方法と
各種要素技術の統合

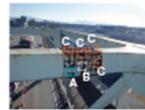
鋼橋
コンクリート橋(構造物)



- 安全性、高精度点検、狭さく部調査
- 橋梁(インフラ)点検に特化した機体の開発



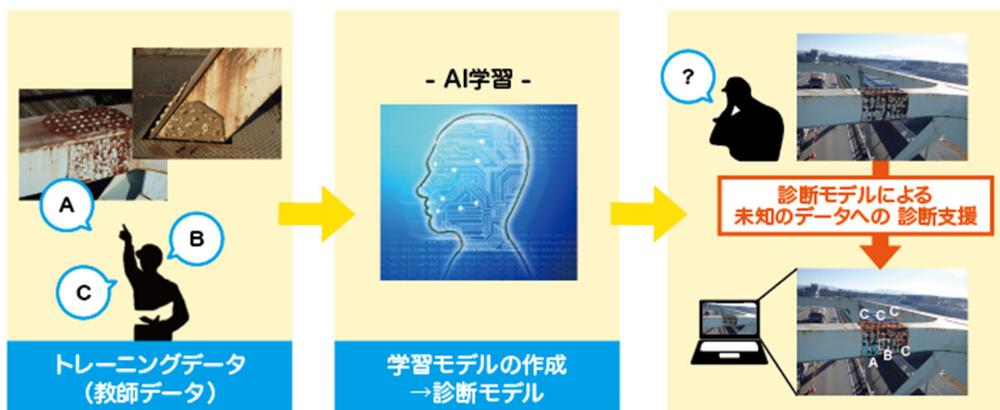
- 3Dレーザースキャナーによる点検・診断
情報保存管理プラットフォームの構築



- ディープラーニングによる劣化検出
および劣化判定支援ツールの構築

橋梁(社会インフラ系構造物)の点検・診断技術の確立

人工知能による橋梁の診断支援



橋梁(社会インフラ系構造物)の点検・診断技術の確立

葛尾村むつみ橋の調査からわかった課題

モザイクソフトによる処理

●モザイク処理は失敗

・画像取得位置情報が無いためコンクリートの間にある黒い溝のような箇所を同一と見なしている

↓ 対応策

●画像取得位置情報

・画像取得した際の緯度、経度、高度、もしくはX、Y、Z
-高度は桁裏までの距離(重要)

●UAVの動揺に関する情報

・ピッチ、ヨー、ローの各種角度

●モザイク処理ソフト使用



手作業モザイク

●現状は手作業によるモザイク

・原則的に平行移動
-必要に応じて回転と縮小
-UAVのフライト条件(高度や飛行方位等)とカメラレンズの収束差に係る補正は未処理

●UAV高度が始点から終点にかけて高くなっている(桁下に近づくセンス)

・高度を一定に保つ飛行が必要
-モザイク画像の水平方向の分解能が劣化する原因



●手作業モザイク画像



橋梁(社会インフラ系構造物)の点検・診断技術の確立

将来構想 ～国道49号 金山橋への挑戦～



●金山橋

国道49号阿武隈川にかかる橋

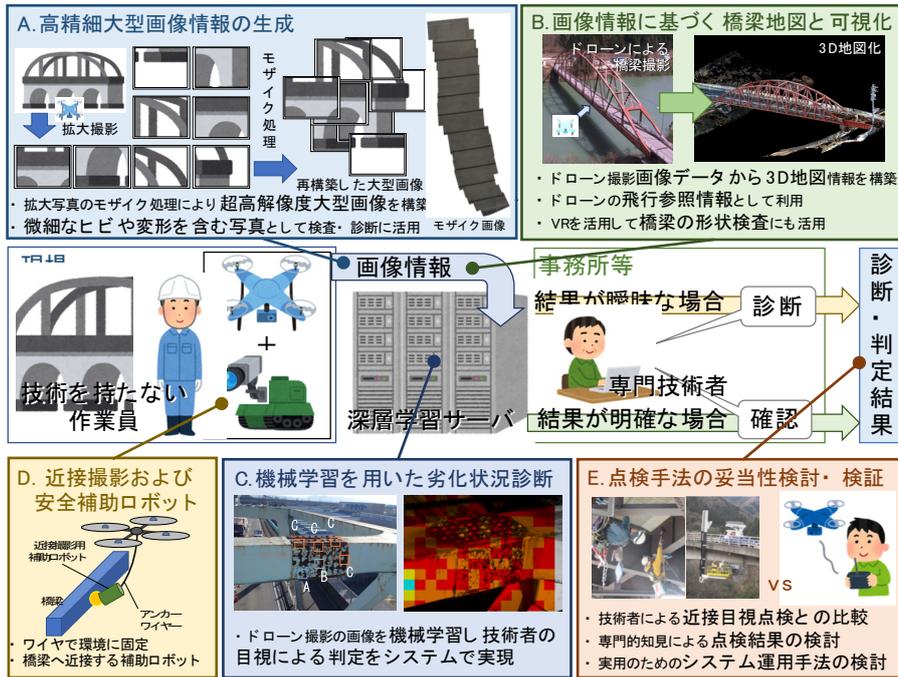
日本大学工学部から約1km

鋼ゲルバートラス橋

橋長:191.7m

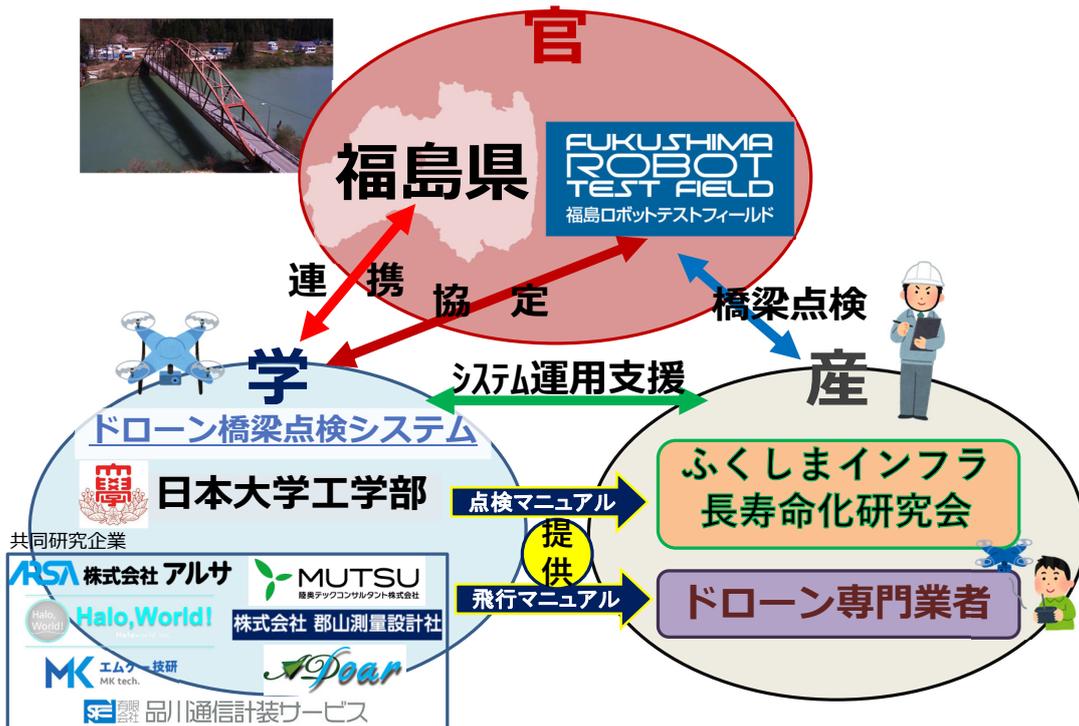
供用開始日:1958年4月1日(約60年)

研究要素・テーマ



本プロジェクトの目指す方向と枠組

産学連携ロボット研究開発支援事業



社会インフラの維持管理に関する 技術者育成の取組



1. 技術者確保における課題

<技術者及び管理者の責務>

社会インフラは豊かな地域生活の実現、安全の確保、環境の保全等に寄与するため、日常的な維持修繕や長期的視野で維持管理に取り組み、将来にわたり安定的なインフラサービスを提供する必要がある。

<県内での課題>

維持管理に必要不可欠な点検・診断技術等を有する**土木技術者が不足**していることから、「**地域のインフラは、地域で守る**」視点で、産・学・官が連携して**人材確保及び育成**に取り組む必要がある。

インフラの維持管理に向けての産・学・官それぞれの認識

【産業界】

専門分野だけではなく、横断的な知識や技術が必要となる。

【学識】

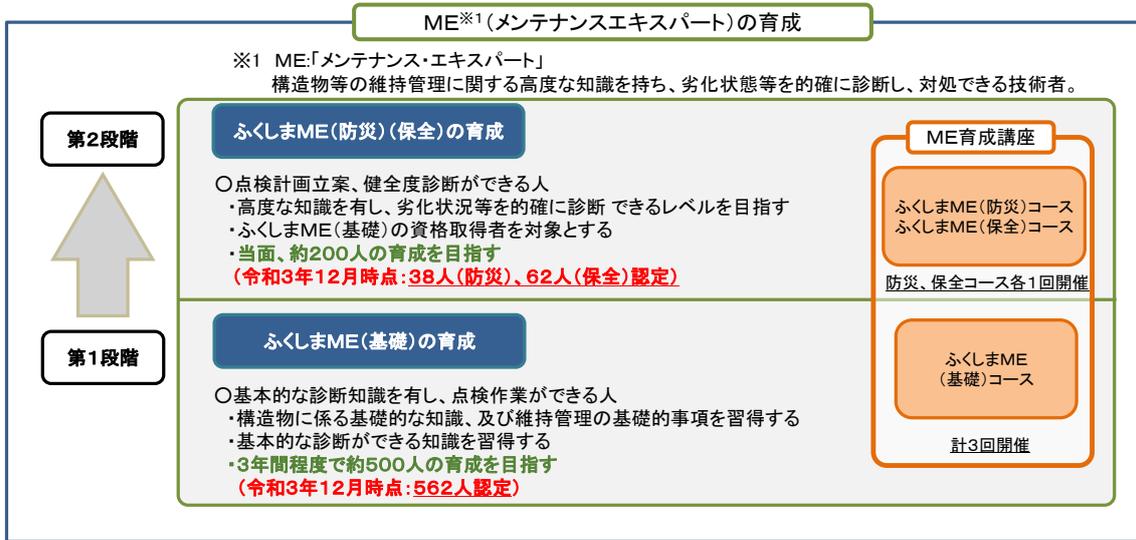
限られた予算や人材の有効活用を産学官が一体となり検討する必要がある。

【官公庁】

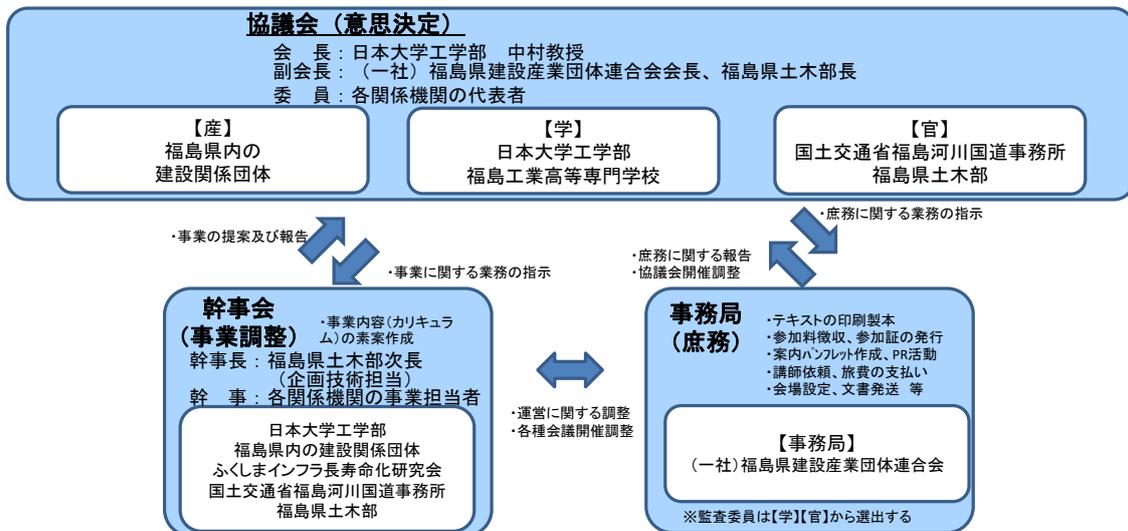
限られた予算の中で、維持管理を効率的及び効果的に進めなくてはならない。

技術者不足という課題を解消するため、平成29年度に『**ふくしまインフラメンテナンス技術者育成協議会**』を設立し、産・学・官それぞれのノウハウを活かした技術者の育成に取り組んでいる。
(育成の対象:建設業、建設コンサルタント関係技術者、県職員、市町村職員)

2. 技術者育成(ME:メンテナンスエキスパート)の取組



【参考】ふくしまインフラメンテナンス技術者育成協議会 組織体制



ふくしまにおける 橋梁長寿命化修繕計画策定の工夫

地域特性(強み)を活かしたモデル

福島市: 中核都市先進型

- 県庁所在地, 中通りの盆地
- 面積: 約770km²
- 人口: 約29万人

田村市: インハウスエンジニア養成型

- 阿武隈高地の中山間地
- 面積: 約458km²
- 人口: 約4万人



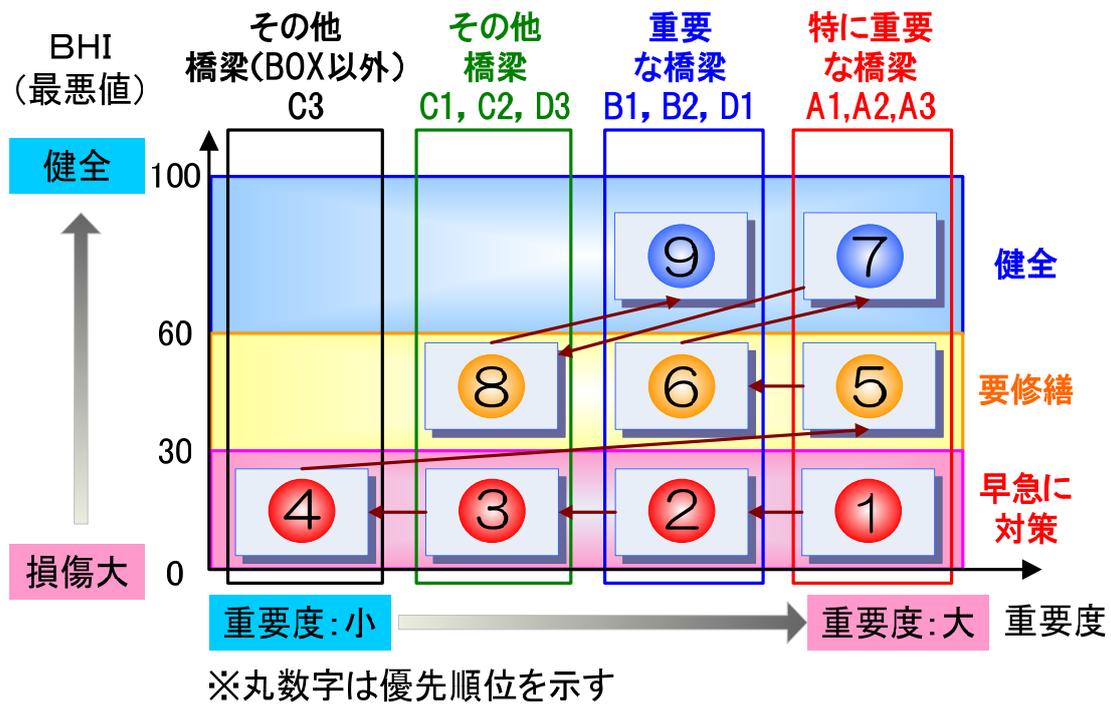
南会津町: 橋守養成型

- 奥会津の山間地
- 面積: 約890km²(県内2位)
- 人口: 約1万8千人

平田村: 村民協働型

- 阿武隈高地の中山間地
- 面積: 約93.5km²
- 人口: 約7千人

橋梁の事業優先順位(福島市の例)



南会津町の現状と課題

現状と課題		備考
社会的背景	超高齢化社会	
	住民の分散(点在する集落)	
	技術者不足	
	財源不足	
	医療機関等の不足	
	地理的条件より 小規模橋梁が多数存在	15m未満の橋梁が多数存在
	厳しい環境作用による橋梁の老朽化	落橋・機能不全による 集落の孤立化 の恐れ
自然環境	豪雨災害 (土砂災害)	
	豪雪 (除雪)	
	雪崩災害	

南会津町の構成

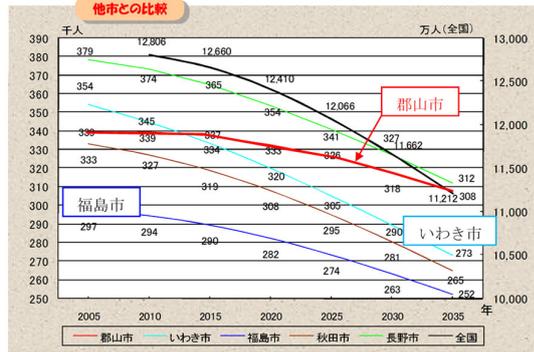


南会津町の橋梁群



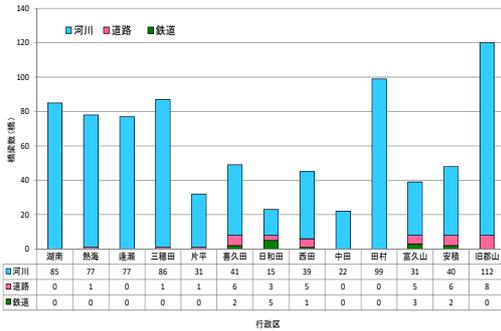
郡山市の現状

- 面積: 約750km²
- 人口: 約34万人
- 人口密度: 約400人(旧郡山約3000人/km², 湖南約25人/km²)
- 管理橋梁数: 約800橋

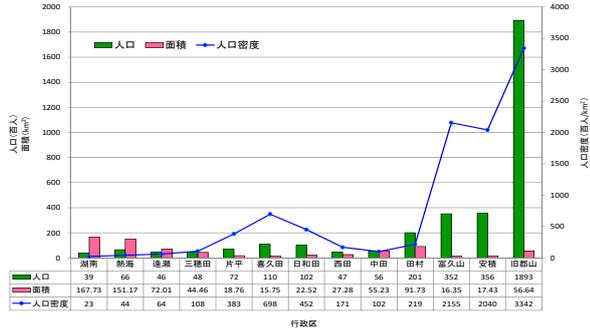


資料: 国立社会保障・人口問題研究所 「日本の将来推計人口 (国4.1月推計)」、「日本の市区町村別将来人口 (国2.12月推計)」

行政区毎の架橋状況別橋梁数

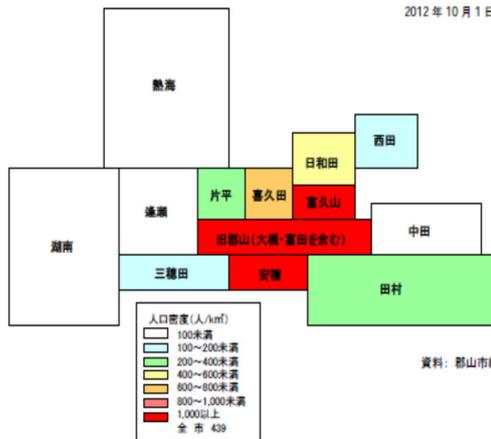


行政区別人口、面積及び人口密度

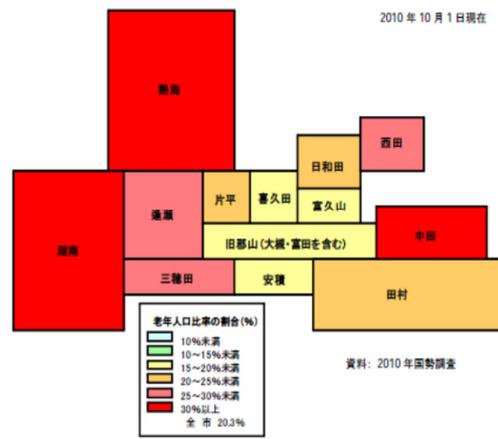


郡山市の人口特性

●地区別人口密度

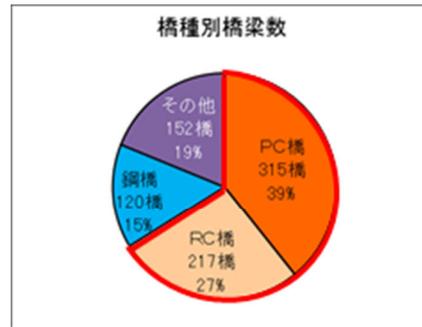
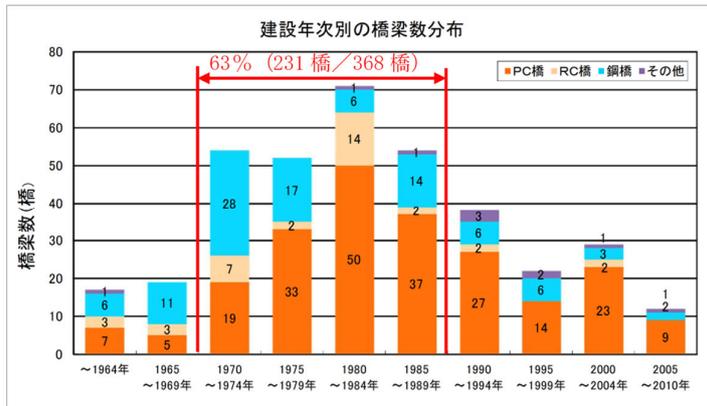


●地区別老年人口(65歳以上)比率の割合

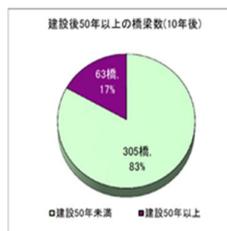


- 旧郡山, 富久山, 安積に人口が集中⇔湖南, 熱海, 逢瀬, 中田は過疎化が進行
- 湖南, 熱海, 中田は高齢化が進行

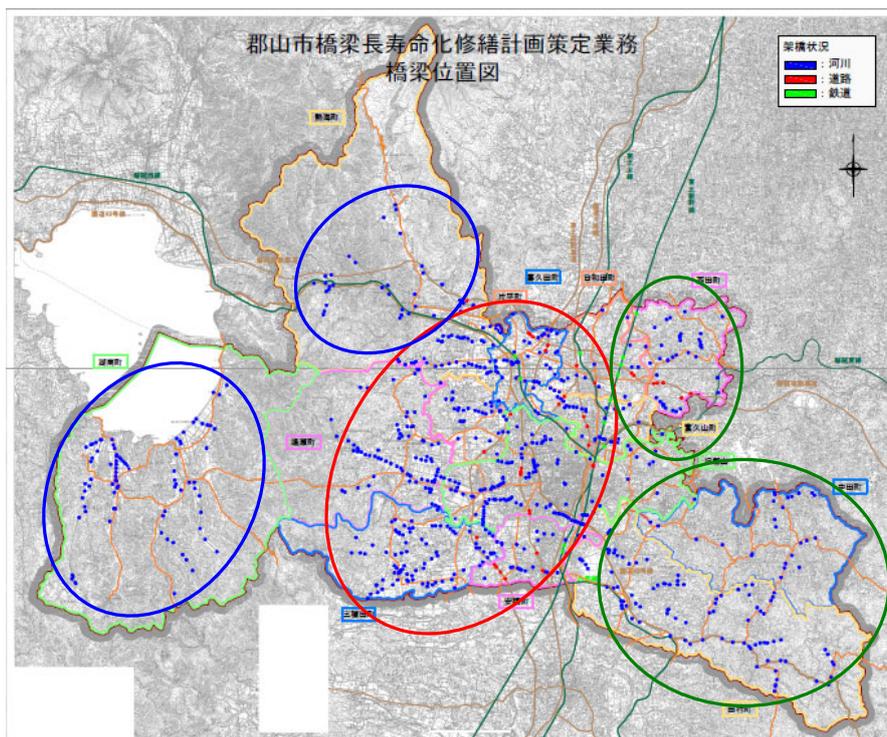
郡山市の橋梁の現状と将来



- 1970—80年代に集中整備
- 2/3がコンクリート橋
- 20年後に建設後50年以上の橋梁数が半数を超える。



郡山市の橋梁位置図



“平田村発”官学産民の協働によるみちづくり



住民説明会 (2012年6月8日)



現場研修会 (2012年6月9日)



NHKくらし☆解説 (後藤千恵解説委員, 2012.7.4)



第2回みちづくり事業 (2012年9月15日)



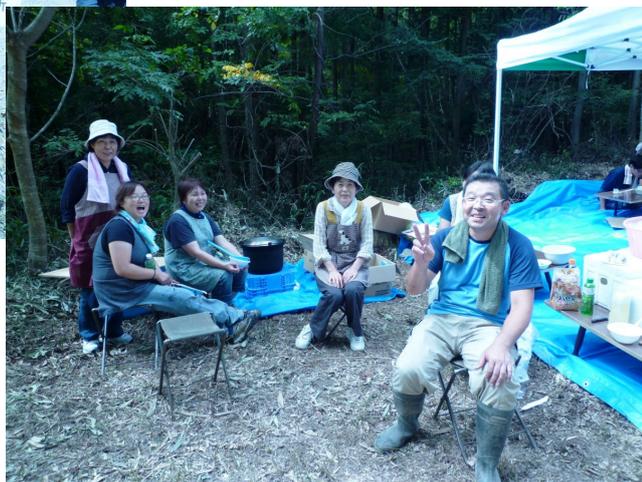
防災のためのコンクリート舗装



出来上がり



昼食の様子



社会人基礎力育成GP2013準大賞受賞



NHKくらし☆解説 (後藤千恵解説委員, 2013.6.12放映)



市町村の橋の維持管理



橋の歯みがき



橋の名付け親プロジェクト



橋守ワークショップ in 南会津(技術者編)



橋守ワークショップ in 南会津（住民編Part1）



橋守ワークショップ in 南会津（住民編Part2）



橋守ワークショップ in 南会津（住民編Part3）



橋守ワークショップ in 南会津（住民編Part4）



橋守ワークショップ in 南会津 (住民編Part5)



橋守ワークショップ in 南会津 (住民編Part6)



橋守ワークショップ in 南三陸 2019/10/5



笹子トンネル事故以降の対応

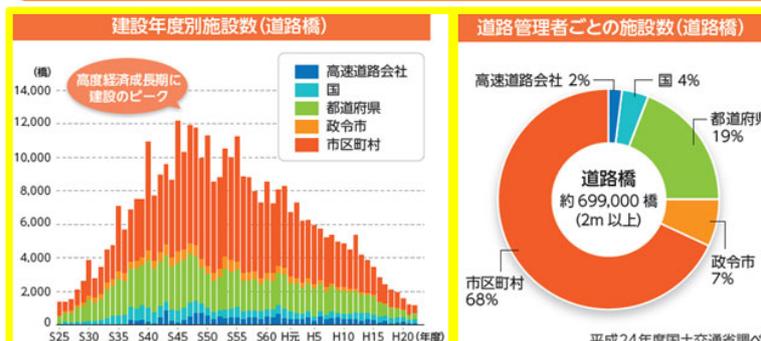
年月	内容
2012. 12	笹子トンネル天井板落下事故
2013. 2	道路に関する総点検実施
2013. 11	インフラ長寿命化計画の策定
2014. 6	道路橋定期点検要領



出典: 大月市消防本部

- ・ 5年に1回の頻度で近接目視点検を義務化。
- ・ 定期点検に加え、日常的な施設の状態の把握をする。

高度経済成長期に建てられた社会インフラの老朽化が浮彫りに!



さらに道路橋管理者の約7割は各市町村。社会インフラの維持管理に投資できる予算の確保が課題

橋マップの作成

Google mapを活用・橋マップ・大和
黒川高校の生徒による点検結果

- 1 「高欄の錆」 3
 - 1 「排水柵の土泥のつまり」 3
 - 1 「排水柵のコケ・草」 3
 - 1 「地覆と舗装面の間の土泥のつまり」 3
 - 1 「地覆と舗装面の間のコケ草」 3
- を数値化

5 橋梁ごとに各項目の平均値を足す 15

0 10点満点で換算するため5を引く 10

表に従い5段階評価し「橋長」「竣工年」「点検日」「点検結果」と共に地図上にプロットする

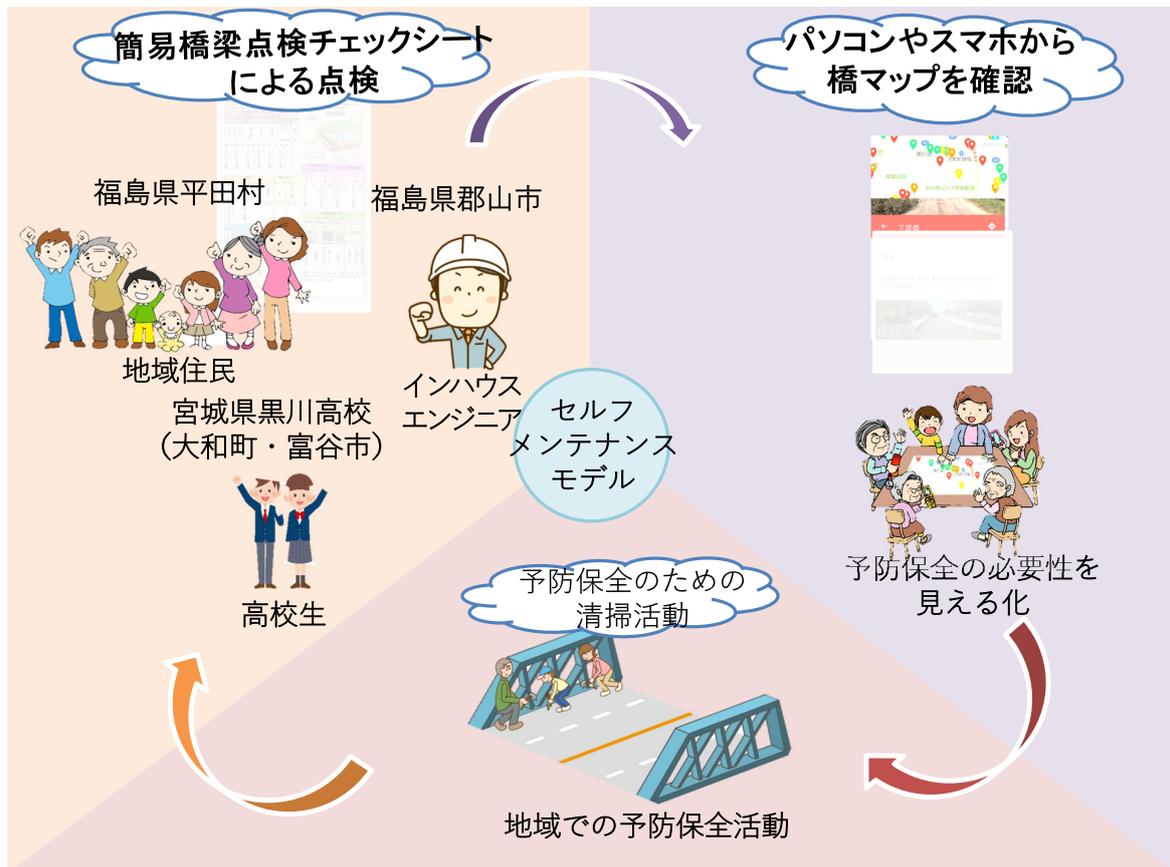
← 橋マップ・大和

七ツ森大橋

【橋長】284.0m【竣工年】1986年【点検日】9月5日【点検結果】6.8



歯磨き指数 =X	橋の清掃 の 必要性	プロット色
$0 \leq X \leq 2$	低	青色
$2 < X \leq 4$		緑色
$4 < X \leq 6$	中	黄色
$6 < X \leq 8$		橙色
$8 < X \leq 10$	高	赤色



第2回インフラメンテナンス大賞 国土交通大臣賞受賞



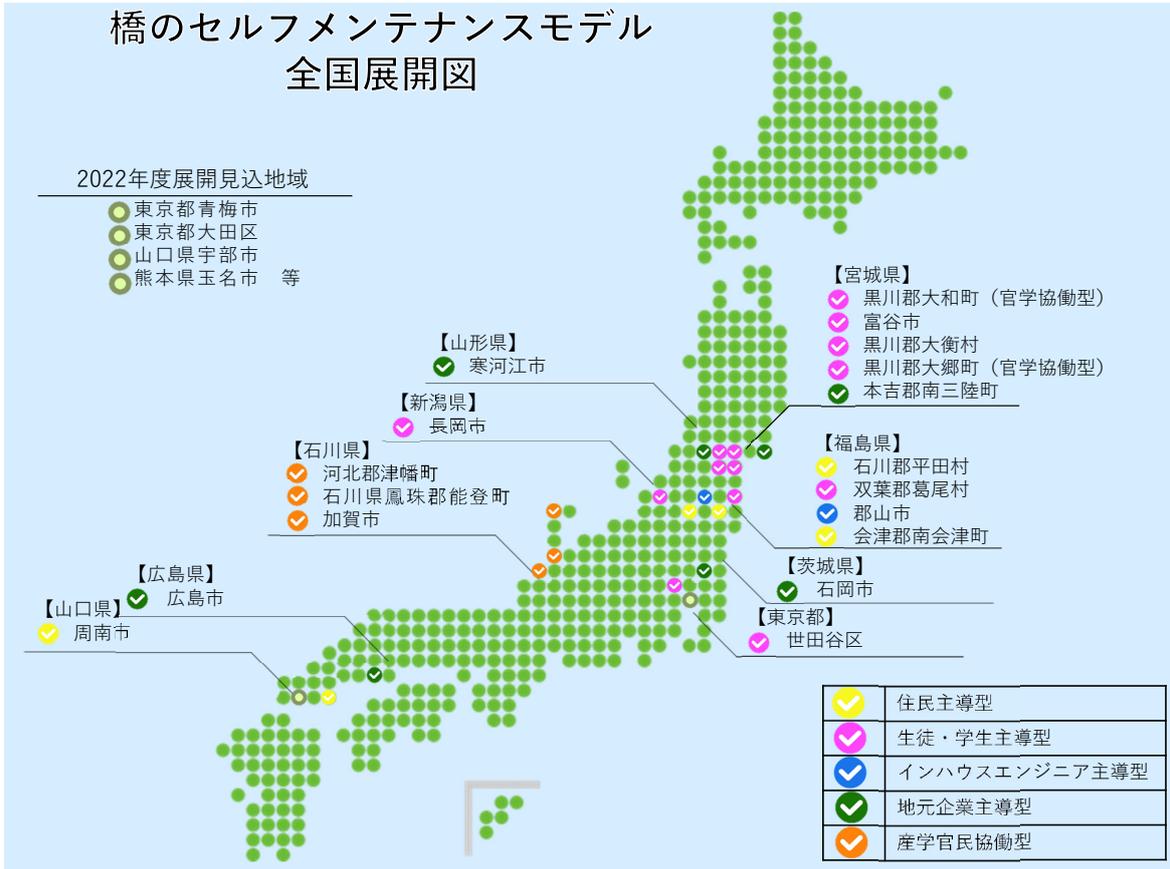
- 応募部門：メンテナンスを支える活動部門
- 取組名：みんなで守ろう。「橋のセルフメンテナンスふくしまモデル」の構築と実践

第2回インフラメンテナンス大賞 国土交通大臣賞受賞

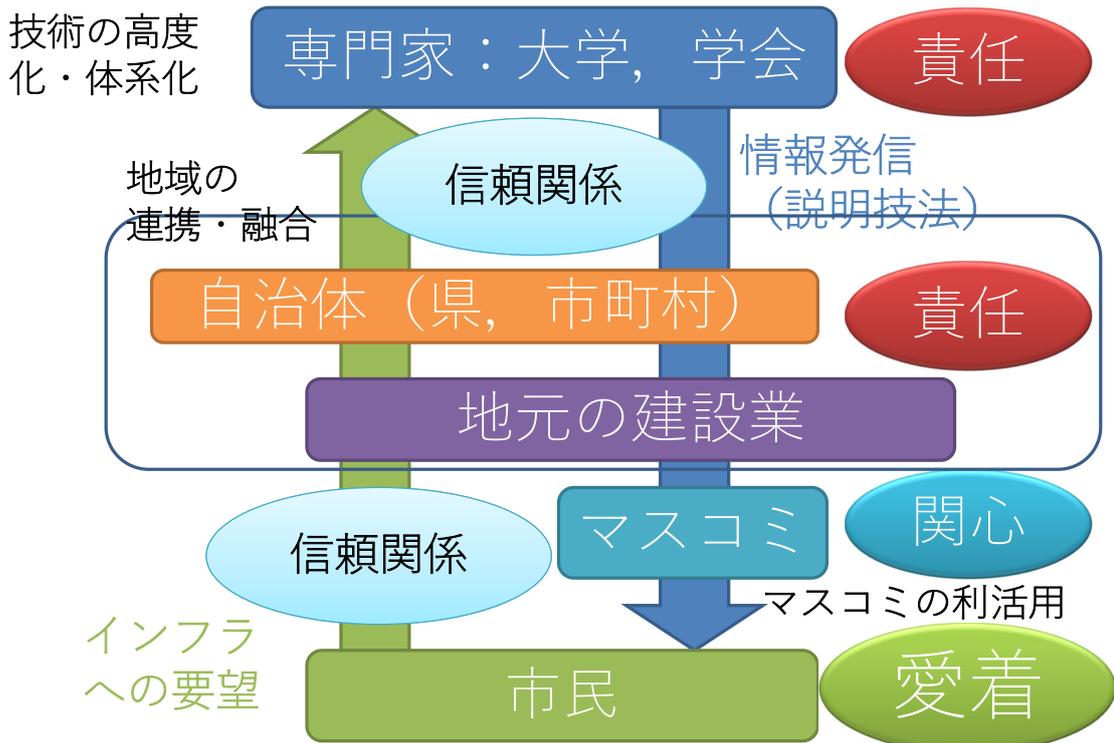


- 応募部門：メンテナンスを支える活動部門
- 取組名：みんなで守ろう。「橋のセルフメンテナンスふくしまモデル」の構築と実践

橋のセルフメンテナンスモデル 全国展開図



産官学民の連携による地域づくり



自立した地域づくりを目指して



今後の展望

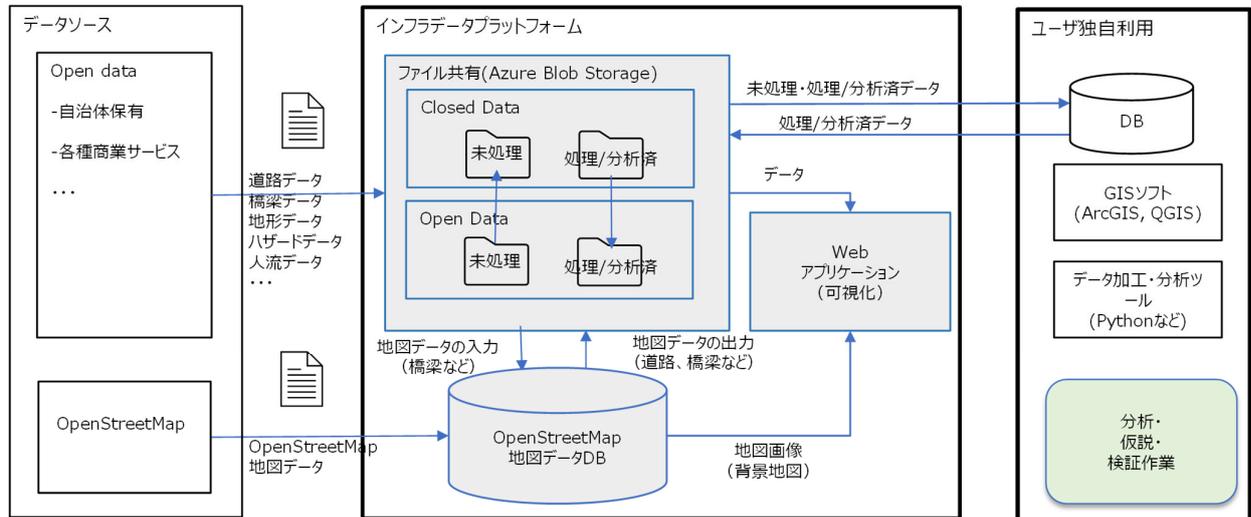
- セルフメンテナンスモデルの啓蒙と展開
 - 「簡易橋梁点検チェックシート」および「橋の119番」のアプリ化と得られたデジタルデータの活用
 - 学際研究によるインフラメンテナンスの高度化：三井物産との共同研究（東北モデル，郡山モデルの構築→デジタルツインの実現）
- ↓
- 「何人（なんびと）たりとも取り残さない」（SIPスマートインフラマネジメントシステムの構築：久田真PD）

三井物産との共同研究（全体概要）



2.全体図

太枠線内を構築

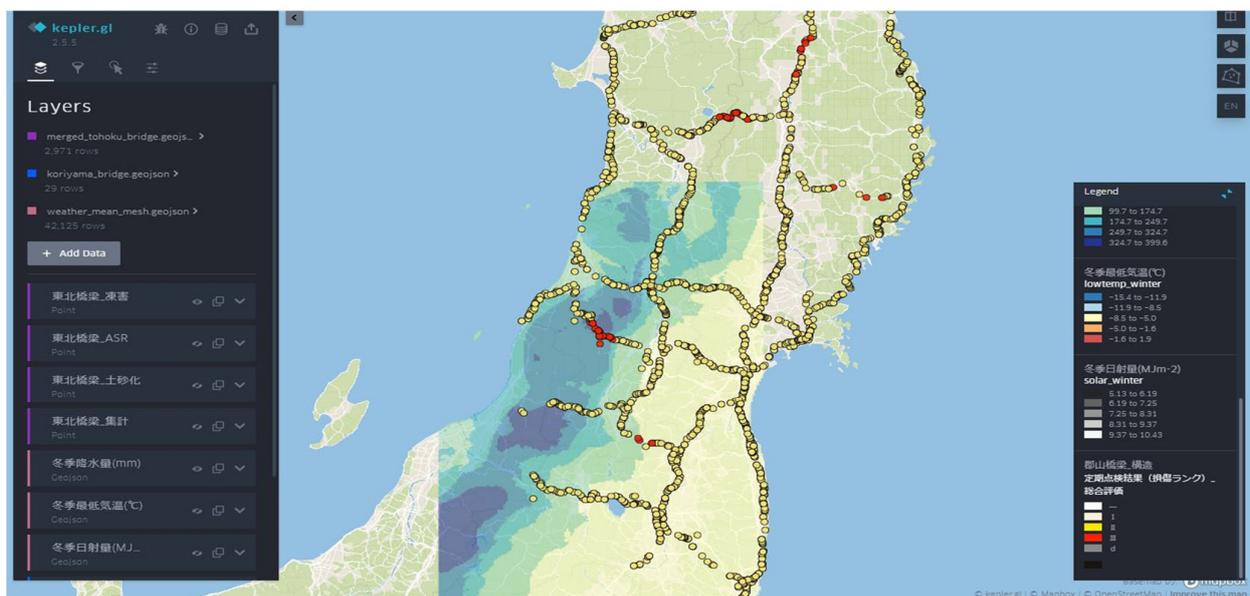


Copyright © MITSUI & CO., LTD. and MITSUI KNOWLEDGE INDUSTRY CO., LTD. All Rights Reserved.

三井物産との共同研究（東北モデル）



4.東北モデル 4.2.地図での描画



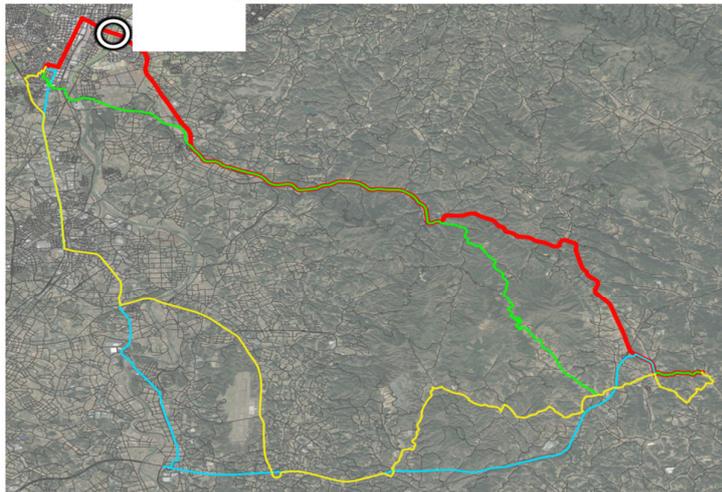
三井物産との共同研究（郡山モデル）

5.郡山モデル 5.3. 橋梁喪失の影響度シミュレーション(2)



(国道49号線上) 通行止めによる迂回(例)

Agent_id=98328 / Trip_number=3



Agent_id=97149 / Trip_number=14



— 基準ルート(金山橋通行可能) — 迂回路(GEOTRA解析) — 迂回路(石橋解析-最短距離) — 迂回路(石橋解析-最短時間)

まとめ

- インフラの多様性を理解し，尊重する。
→地域の実状に合ったこれからのインフラメンテナンスのあり方を考える。
- ハイテクとローテク，医療行為と歯磨きの使い分け
→適材適所，身の丈に合ったメンテナンス
- 市民のインフラに対する無関心を，関心，愛着へ
→当事者意識，国民の関心事へ



地域のインフラはみんなで守る！