



“ふくしま発”

市民とともに道を造り、橋を守る！

2015年9月9日

日本大学工学部

岩城一郎

自己紹介(1963.6.1東京生)



経歴

- 東北大学→首都高速道路公団
→(コロラド大学)→東北大学→日本大学
- 実務, 海外, 国立大学, 私立大学を経験

研究内容

- コンクリート構造物の耐久性, インフラの長寿命化
- 復興インフラの長寿命化
- 住民との協働による道づくり&橋守プロジェクト

詳しくは「コンクリート工学」, 「岩城一郎」で検索

本日の話題提供内容

- 我が国および東北地方におけるインフラの現状
- メンテナンスの視点から考えるアセットマネジメントのあり方
- 自治体で管理するインフラの現状と維持管理のあり方
- 市民とともに道を造り，橋を守る！
- まとめ



我が国のインフラの現状

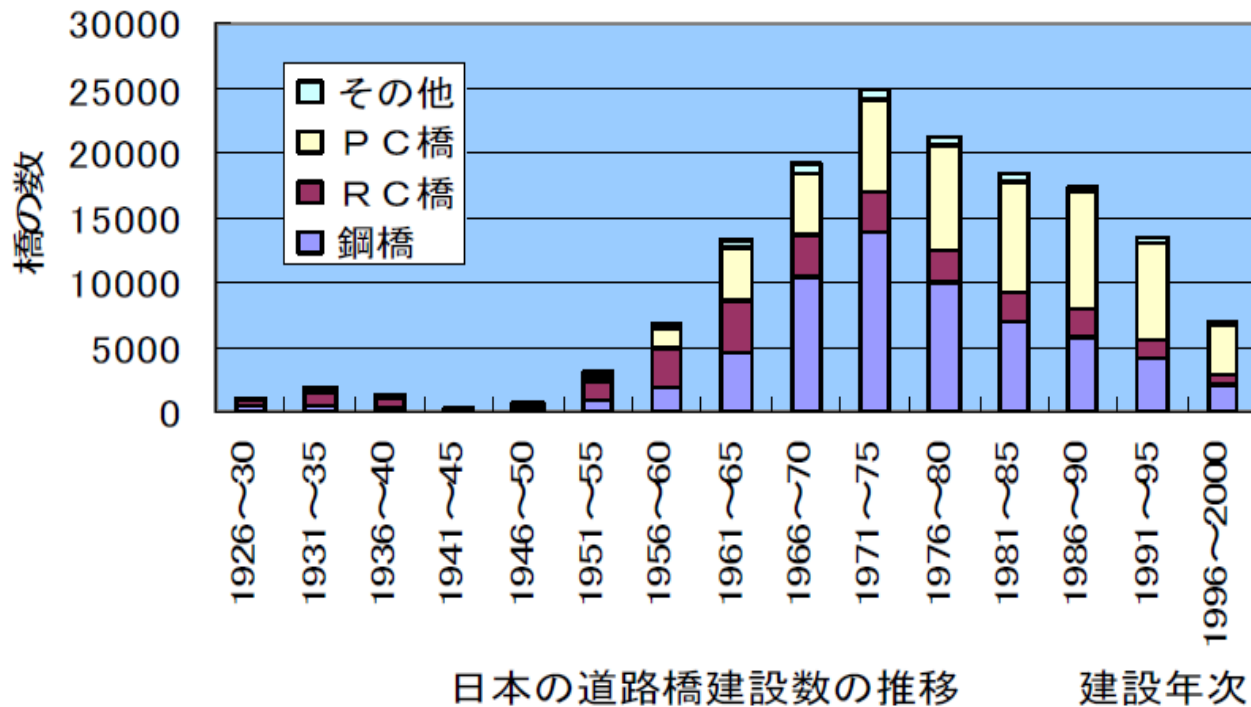


図 1.3.1 我が国の道路橋（橋長 15m 以上）の建設数の推移（国土交通白書）

KEN-Platz HPより

- ・高度経済成長期に集中整備された橋の一斉老朽化
 - ・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

N. 笹子トンネル天井板落下事故

(1) 山梨日日新聞 2012年12月2日 日曜日 (号外)

中央道トンネル崩落



中央自動車道上り線の笹子トンネル入り口で救助活動に当たる消防隊員ら。トンネル内の車両火災で煙が上がる

＝山日YSヘリ「ニュースカイ」(NEWSKY) から

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内で崩落事故があった。車が巻き込まれ火災が発生、複数のけが人がいるとの情報があり、県警が確認を急いでいる。県警や地元消防によると、崩落があったのは大月インターチェンジ側から1・7キロ。現場から28歳と37歳の女性2人が病院に搬送された。このうち山梨市内の病院に運ばれた女性は、6人が乗った車から脱出したと話しており、トンネル内に少なくとも5人が取り残されている可能性がある。

トンネルの天井部分の壁が落下したとみられ、車3台が下敷きになっているとの情報があるという。天井壁はトンネル内の約100メートルにわたって崩れ落ちたとみられる。トンネル内から黒煙が上がっており、消防隊員が近づけない状況という。

事故の影響で、中央道は大月ジャンクションと勝沼インターチェンジ間が上下線で通行止めとなった。

大月・笹子

車巻き込み事故 火災 複数台下敷きか

山梨日日新聞

発行所 山梨日日新聞社
〒400-8516 山梨市北口2-7-10
電話 (055) 231-3000
編集 231-3111 FAX 231-3151
営業 231-3133 出版 231-3105
広告 231-3131 郵政 231-3132
©山梨日日新聞社2012年

号外

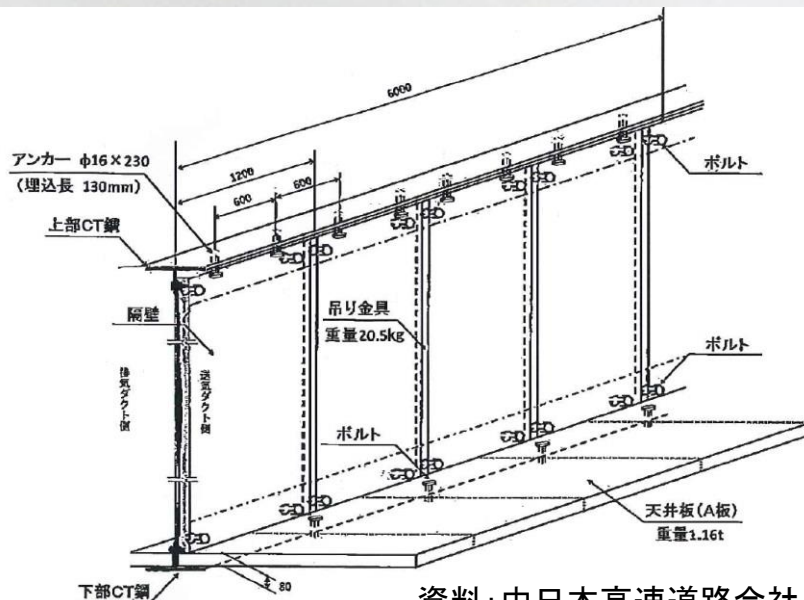
詳細はあすの山梨日日新聞で
お申し込みは
フリーダイヤル
(通話無料)
0120-320-117
サンニハ イイナ

資料: 中日本高速道路会社

■笹子トンネル概要



- | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
| ①送気口 | ②排気口 | ③消火栓 | ④火災検知器 | ⑤水噴霧ノズル | ⑥トンネル照明 |
| ⑦CCTV | ⑧拡声放送 | ⑨非常電話 | ⑩非常駐車帯 | ⑪避難連絡坑 | ⑫情報板 |



資料: 中日本高速道路会社

東北地方の現状

- 豊かな自然，急峻な地形，積雪寒冷地，太平洋＆日本海
- 日本海沿岸の塩害
- 凍害によるスケーリング
- 凍結防止剤の作用による劣化

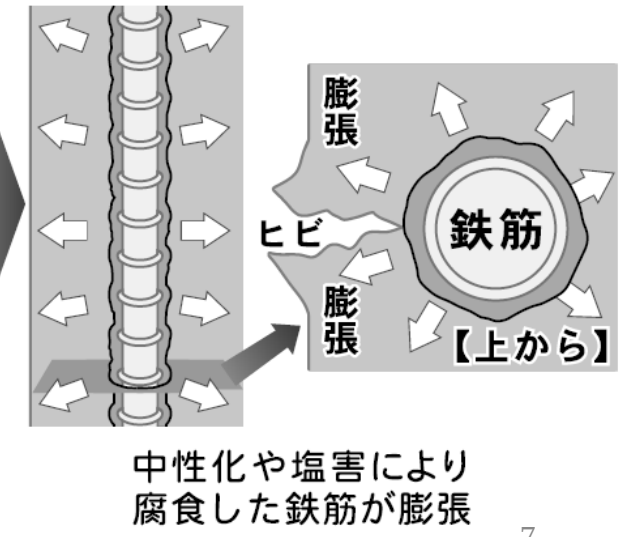
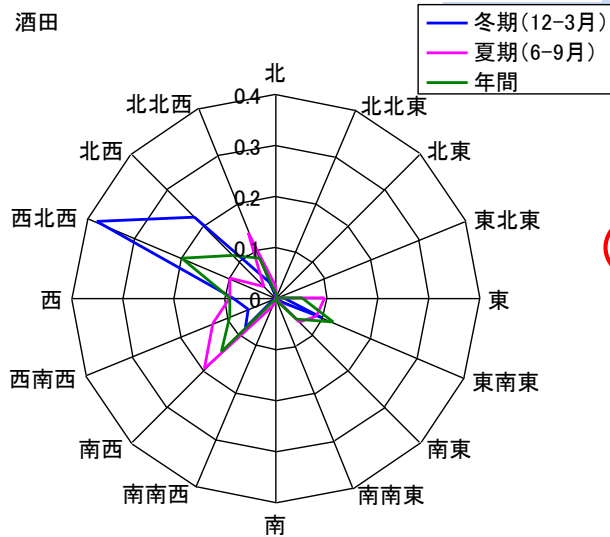
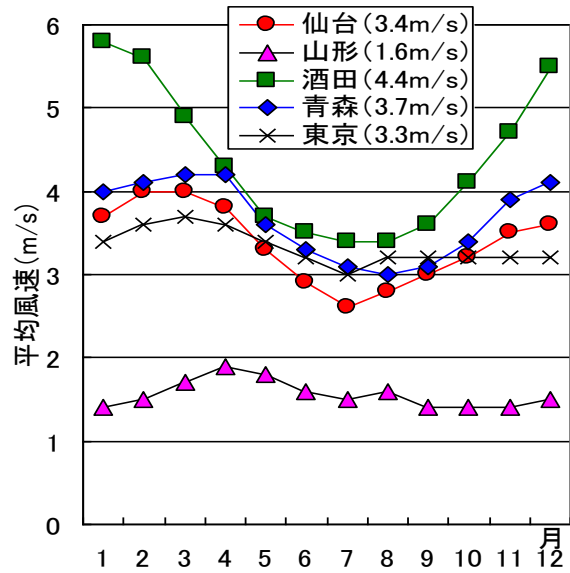


- 東北地方におけるコンクリート構造物の耐久性向上検討委員会（委員長：三浦尚 東北大学名誉教授）→東北地方におけるコンクリート構造物設計・施工ガイドライン(案)の策定（2009）

http://www.thr.mlit.go.jp/tougi/choshi/con_guide.html



N. 日本海沿岸の塩害橋



凍害

1. ○内の数値は凍害危険度.

凍害危険度	凍害の予想程度
5	極めて大きい
4	大きい
3	やや大きい
2	軽微
1	ごく軽微

2. 凍害重み係数 $t_{(A)}$ 一良質骨材, または AE 剤を使用したコンクリートの場合.

3. コンクリートの品質が良くない場合には,
 ----- 内の地域でも凍害が発生する.



写真-1 D ひび割れ[®]



写真-2 パターンひび割れ[®]



写真-3 長手方向ひび割れ[®]



写真-4 スケリング[®]



写真-5 剥落・崩壊[®]



写真-6 ポップアウト[®]

長谷川・藤原著:コンクリート構造物の耐久性シリーズ
 凍害 より抜粋

✓ 凍結防止剤散布による劣化

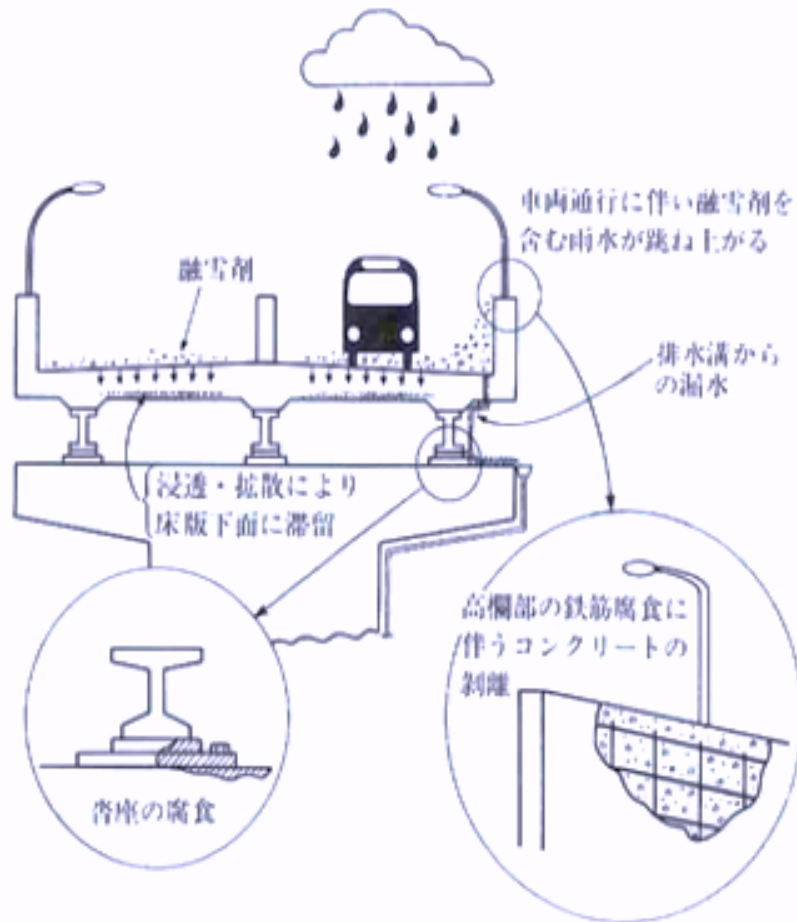


図-1 融雪剤による劣化事例²⁾

三浦尚：コンクリート工学，Vol.38，No.6，pp.3-8，2000.

- 1991年スパイクタイヤの規制：凍結防止剤（主にNaCl）の散布量急増（規制前の約10倍）
- JCI「融雪剤によるコンクリート構造物の劣化研究委員会（1999年）」（三浦尚委員長）
- 劣化の特徴
 - コンクリート表面の激しいスケールリングとして現れる**凍害**
 - **アルカリシリカ反応**の促進
 - コンクリート中の鋼材の急速な腐食（**塩害**）
 - **交通荷重による疲労**



**本格散布から20年しか経って
おらず多くが潜伏期にある！！**

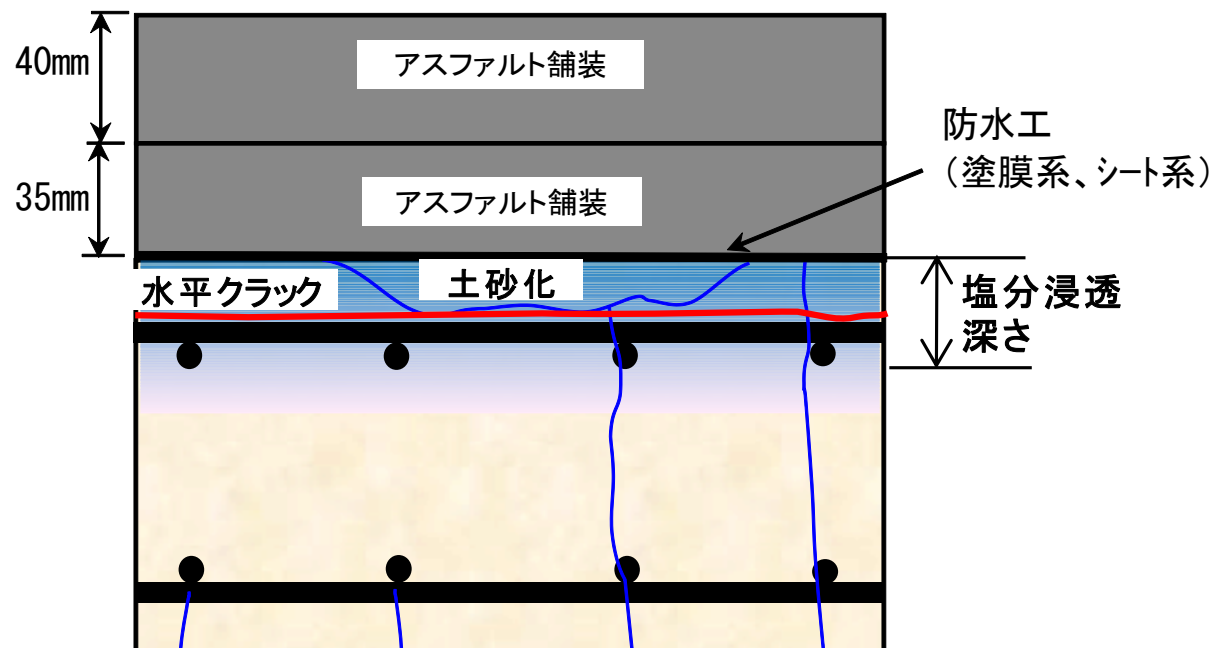
凍結防止剤による劣化事例



凍結防止剤によるRC床版の劣化事例



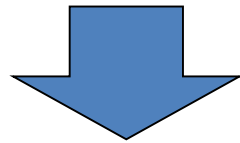
融雪剤の影響を受けて劣化した実RC床版



融雪剤の影響を受けて劣化したRC床版のイメージ図

✓ 我が国が長寿国になった理由は？

- 日本人の平均寿命(2010年現在): 男子79.55歳, 女子86.3歳(戦後わずか60年で20歳以上増加)
→ 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)



コンクリート構造物を長寿命化させるには？

- コンクリートの劣化(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, コンクリート・ドクターの養成が不可欠

コンクリート・ドクター

診察(診断)

構造物の調査・点検

問診→構造物諸元

視診→目視点検

触診→ひび割れ等の測定

打診・聴診→打音検査

検査→各種非破壊検査

人間ドック→定期点検



治療(対策)

補修や補強などの対策

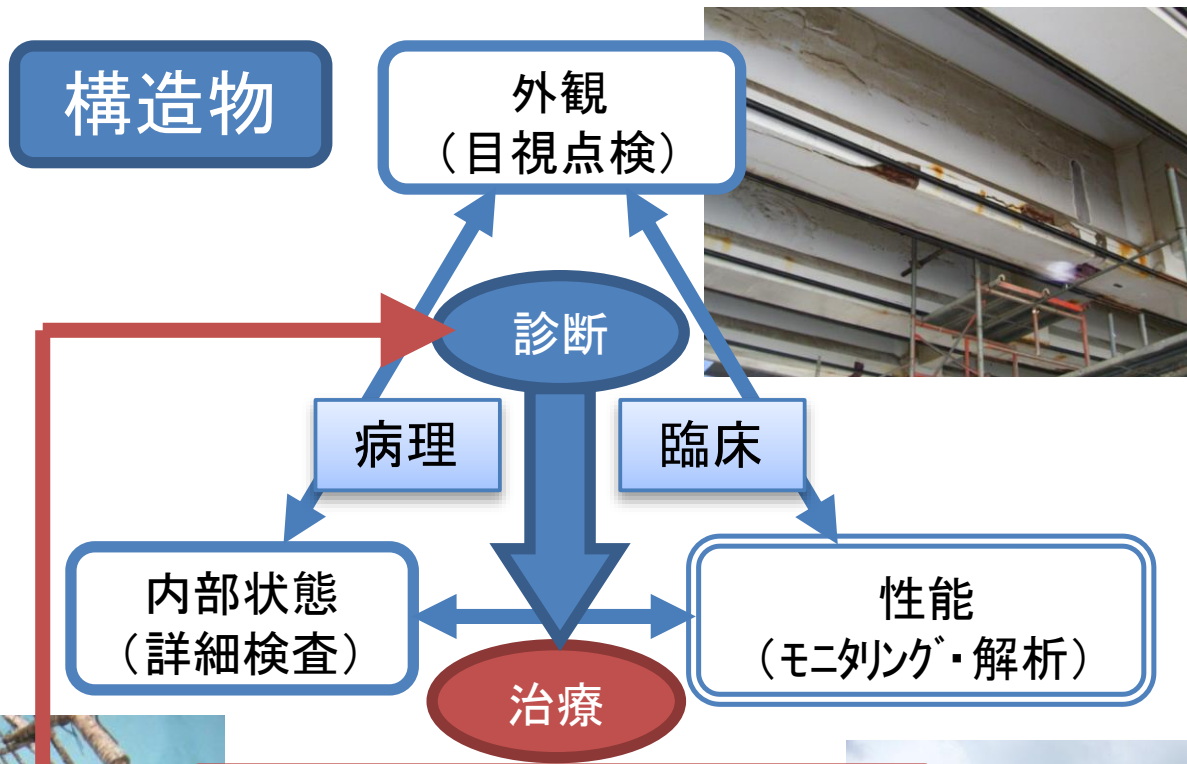
延命化のための事前対策

臨床と病理の両方を
兼ね備えた構造物の医者
(エキスパート)

臨床: 実構造物の調査・点検、診断・評価

病理: 劣化要因の究明、劣化のメカニズム解明

N. インフラ医療の改革



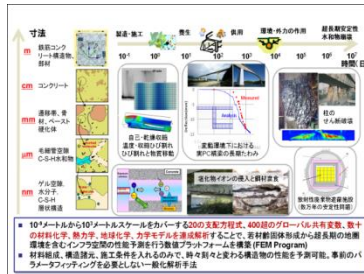
構造物の重要度(要求性能)に応じた補修・補強方法の選定

江戸時代の医療から
現代の医療へ



SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

「インフラマネジメント技術の国内外への展開を目指した統括的研究」



研究開発課題名

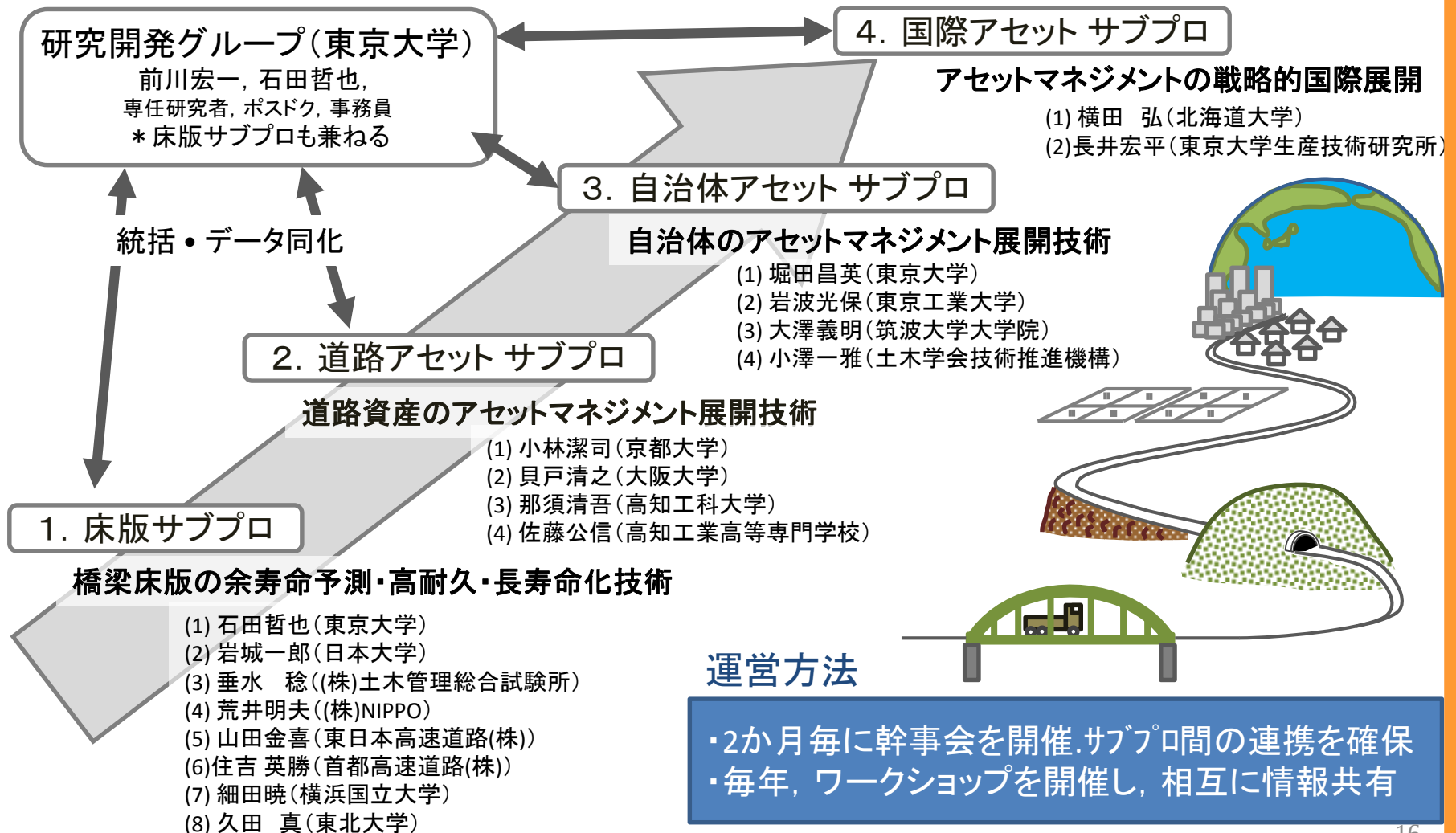
道路インフラマネジメントサイクルの展開と
国内外への実装を目指した統括的研究

研究開発責任者： 東京大学 工学系研究科教授 前川 宏一
研究開発グループ名： 東京大学

共同研究グループ名： 東京大学, 日本大学, (株)土木管理総合試験所,
(株)NIPPO, 東日本高速道路(株), 首都高速道路(株), 横浜国立大学, 東北大学,
京都大学, 大阪大学, 高知工科大学, 高知工業高等専門学校, 東京工業大学,
筑波大学大学院, 土木学会技術推進機構, 北海道大学, 東京大学生産技術
研究所

実施体制

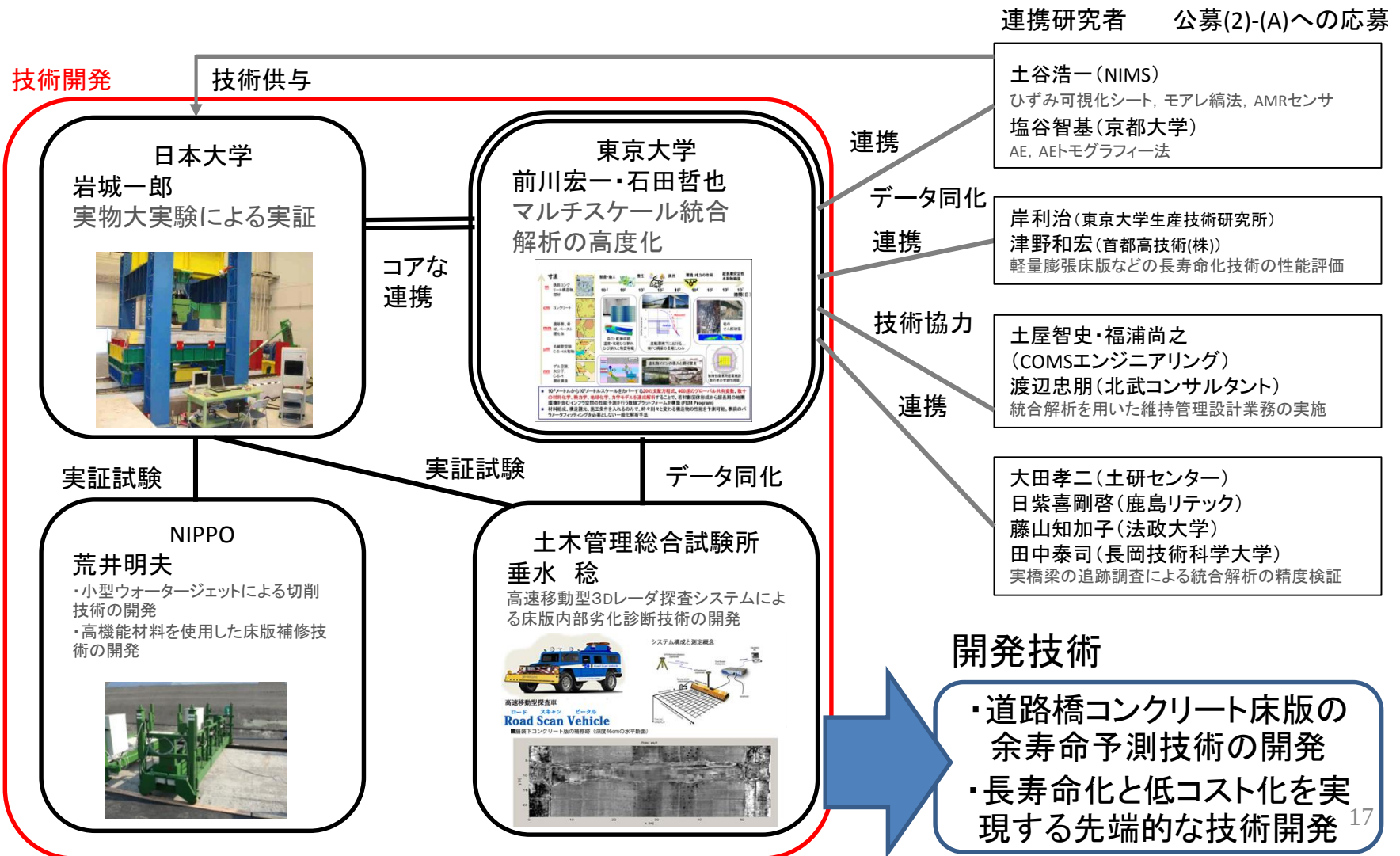
- ◆ 橋梁, 広域道路, 自治体 の3水準で維持管理のPDCAサイクルを展開
- ◆ 4つのサブプロジェクト(サブプロ)を展開し, それらを研究開発グループが統括



1. 床版サブプロ

橋梁床版の余寿命予測・高耐久・長寿命化技術

◆ 2016年度までに、**余寿命予測技術**と**補修技術**の基幹部分を開発し、実証する



1. 床版サブプロ

日大工学部の役割



耐疲労性
評価

実物大鋼主桁上
コンクリート床版

耐久性
評価

非破壊試験に
よる表層品質・
構造性能評価



耐久性 & 耐疲労性
複合評価



大型環境
試験装置

輪荷重走行試験装置



1. 床版サブプロ

日大と東大との連携

実物モデルを用いた計測・実験



耐疲労性
評価

実物大鋼主桁上
コンクリート床版

耐久性
評価

非破壊試験に
よる表層品質・
構造性能評価

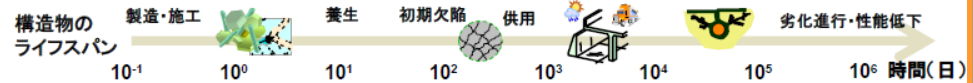
耐久性&耐疲
労性複合評価

大型環境
試験装置

輪荷重走行試験装置



マルチスケール解析



コンクリート構造物の統合型情報プラットフォーム:各段階をシームレスに結合

設計情報データベース(DB)
3次元構造デジタルモデル(BIM, CIMなど)

施工情報DB
GPSを活用した四次元施工管理情報、材料情報

若材齢硬化過程
初期欠陥DB
熱履歴、ひび割れ、硬化後品質、補修履歴、含水状態等

環境・外力作用DB
温湿度、飛来塩分、荷重履歴、水がかり

構造物供用中のモニタリング・センシングDB
自然電位、電気抵抗、ひび割れ、ひずみ、変形・たわみ、補修履歴等

(母子手帳)

(成長記録)

(健康診断記録、カルテ)

入力

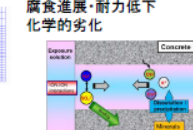
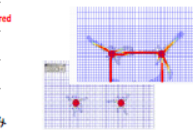
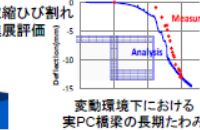
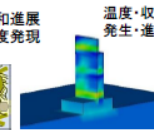
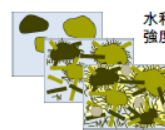
入力

比較・検証

比較・検証

入力

セメント系材料・構造のマルチスケール解析プラットフォーム DuCOM-COM3



現場の実構造物



高耐久コンクリート床版の開発と実装



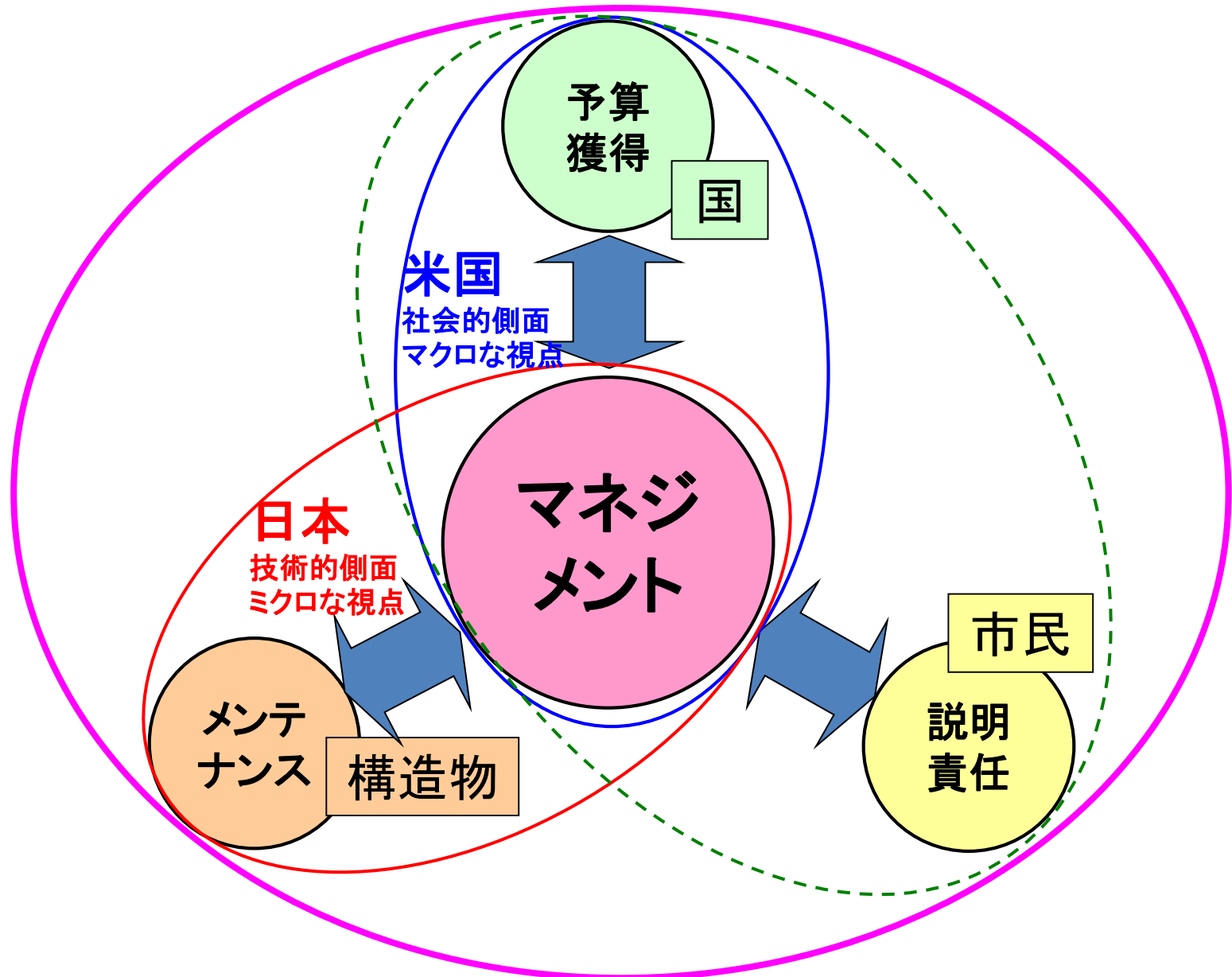
我が国のアセットマネジメントの原点

国土交通省「道路構造物の今後の管理・更新等のあり方に関する検討委員会による7つの提言」平成14年6月
(委員長:岡村甫高知工科大学学長)

1. **アセットマネジメント**導入による総合的なマネジメントシステムの構築
2. **ライフサイクルコスト**を考慮する設計・施工法の確立
3. 構造物の総合的なマネジメントに寄与する**点検システム**の構築
4. 新たな**管理体制**の構築
5. 技術開発と**専門技術者**の養成
6. **支援策と制度**の整備
7. **情報提供と住民参加**



アセットマネジメントの主な目的

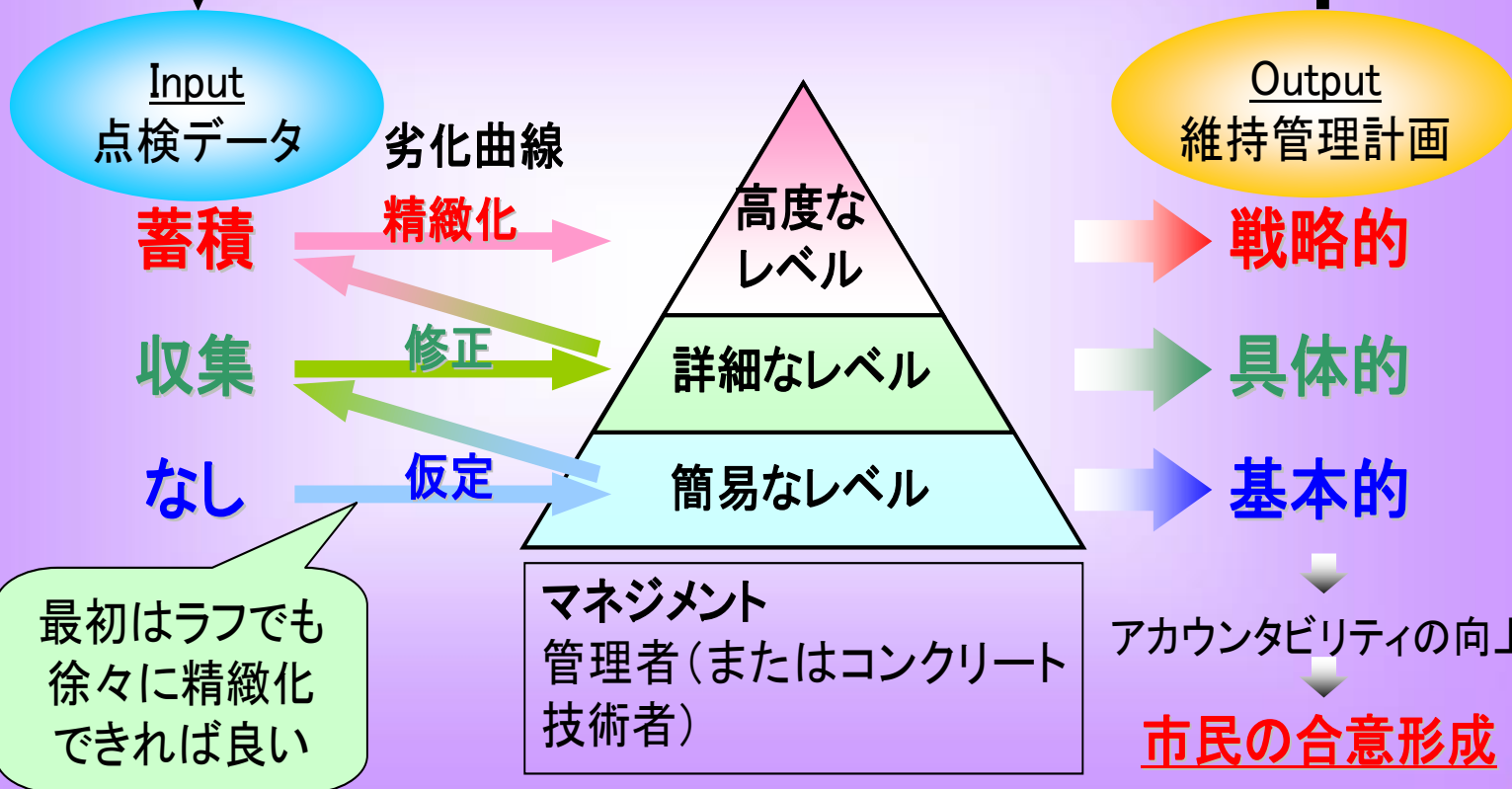


メンテナンスの視点から考える アセットマネジメントのあり方

アセットマネジメント

新設建造物の
計画・設計・施工へ

点検・対策の実施



N. アセットマネジメントの課題と対策

50年間LCCシミュレーション

LCC
2500億円

- 全て架け替え
- 悪くなってから直す
- 悪くなる前に計画的に直す

全て架け替え
約2000億円

従来の管理方法
約1518億円

LCC最小
約800億円

試算では、今後50年間で
最大1200億円削減ができる
という結果が出ています。



青森県HPより

億円

- ソフト > > 人 (技術者)
- コスト > > 安全性
- 点検データの活用方法？
- 初期値？劣化予測 (劣化曲線) の精度



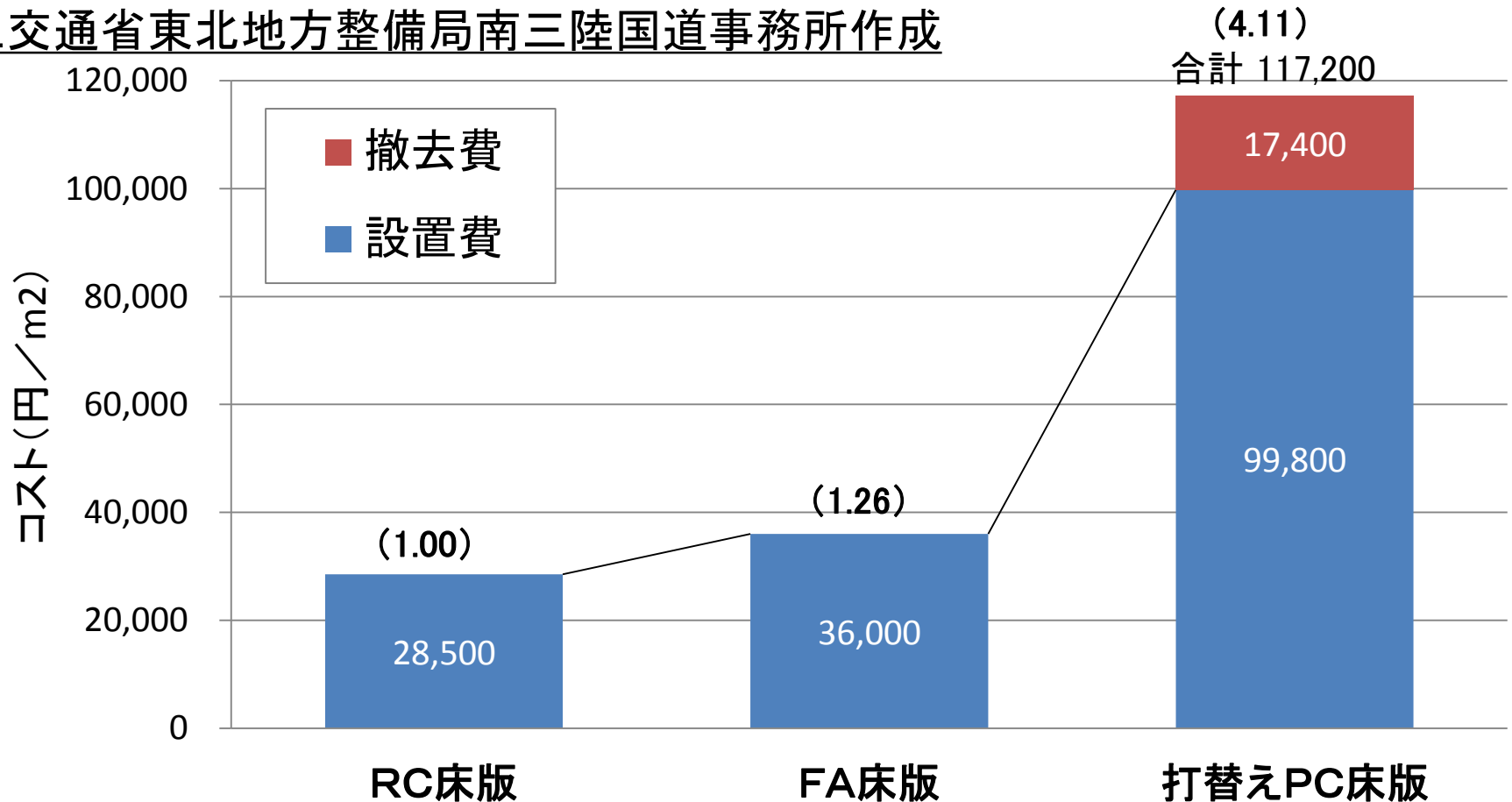
- ハイテクとローテクの使い分け
- 水的作用に着目した簡易な予防保全の実践
- やるべきもの (安全性) とやる必要のないもの (コスト) の見極め (優先順位付け)

→ 画一的な維持管理からメリハリの効いた維持管理へ

事後保全と予防保全の比較では通用しない時期に来ている。

説得力のあるLCCの例(直接工事費比較)

国土交通省東北地方整備局南三陸国道事務所作成



注1) RC床版は通常仕様。FA床版とはエポキシ樹脂鉄筋、コンクリートはフライアッシュ、膨張材入り。

注2) 床版のコストは直接工事費である。

注3) 設置費には、型枠、鉄筋、コンクリート、足場が含まれる。打替えPC床版の設置費は、PC床版、間詰めコン、鉄筋、型枠、足場が含まれる。

注4) 撤去費には、既設床版撤去が含まれる。(舗装版撤去や地覆・高欄、照明灯、伸縮装置等付属物の撤去復旧は含まれない。また、交通規制に伴う交通誘導員も含まれない。)

N. 市町村の特性を活かした維持管理モデル

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



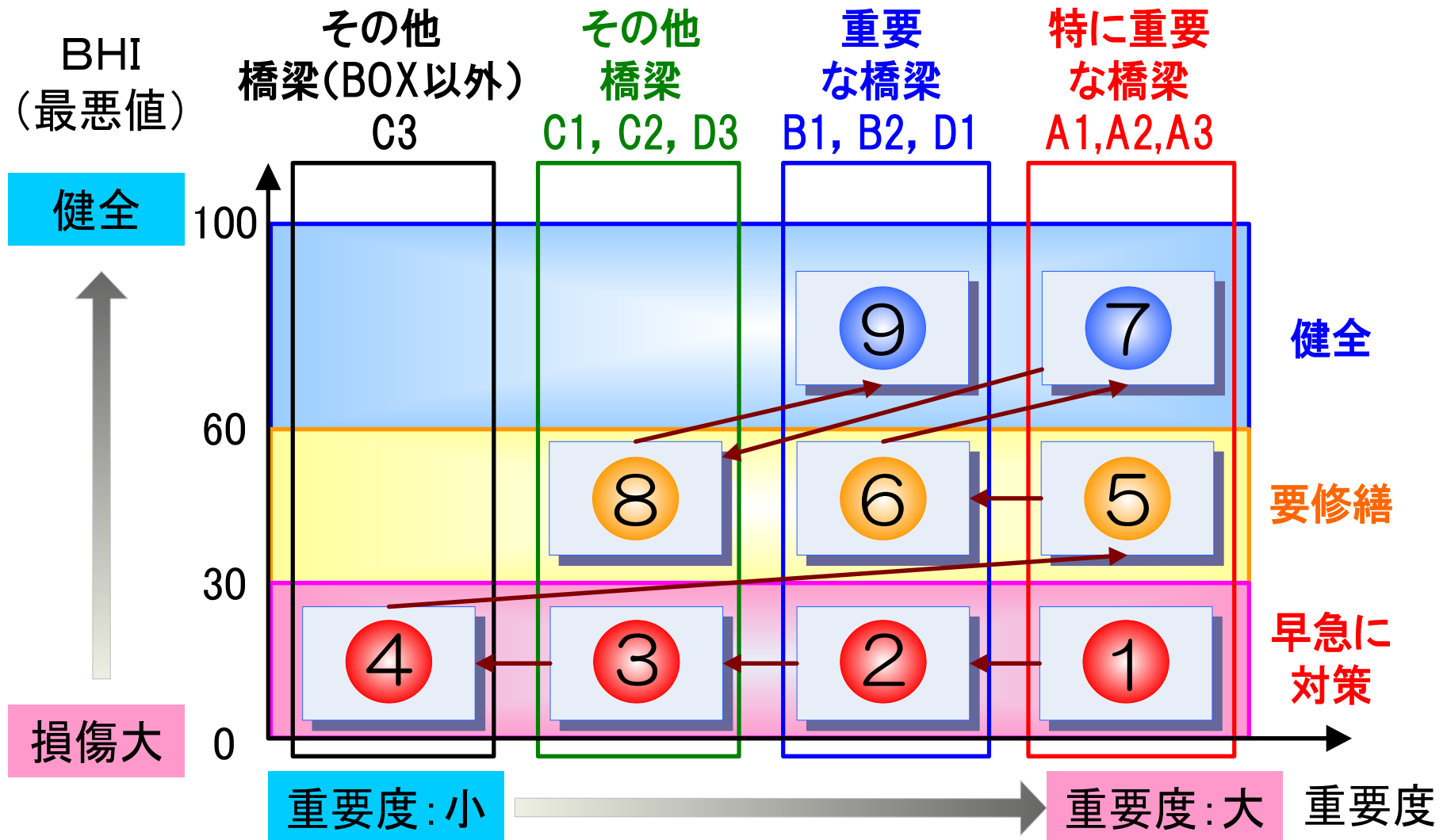
南会津町：橋守養成型

- ・ 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)



※丸数字は優先順位を示す



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





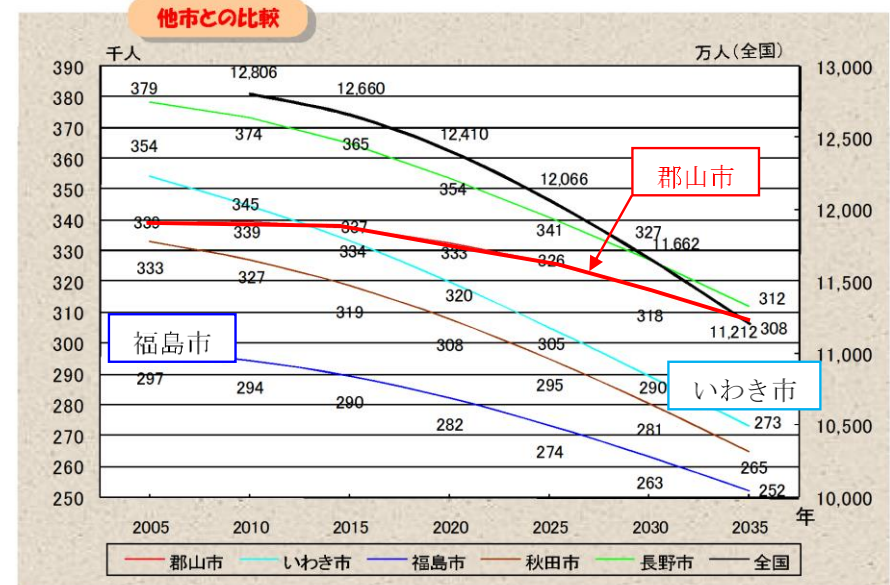
南会津町の橋梁群



- 国道・県道に沿った町道にある橋
- 国道・県道と集落をつなぐ町道にある橋

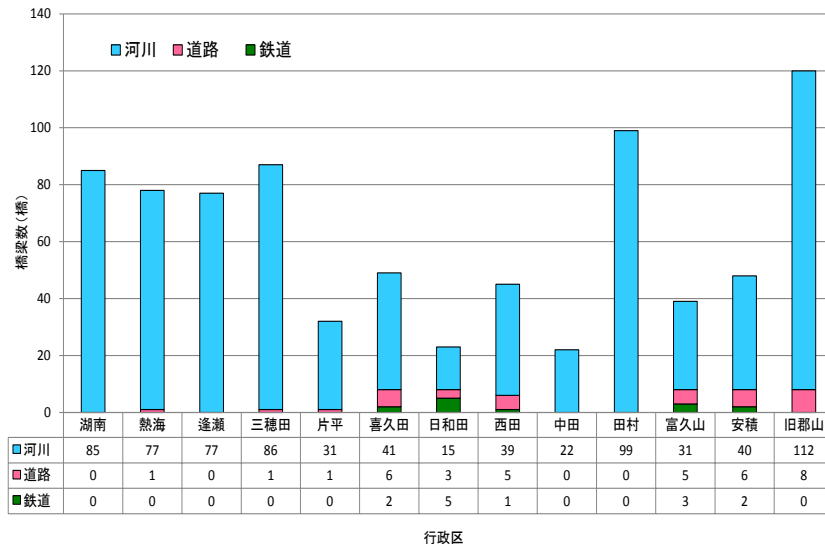
N. 郡山市の現状

- 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

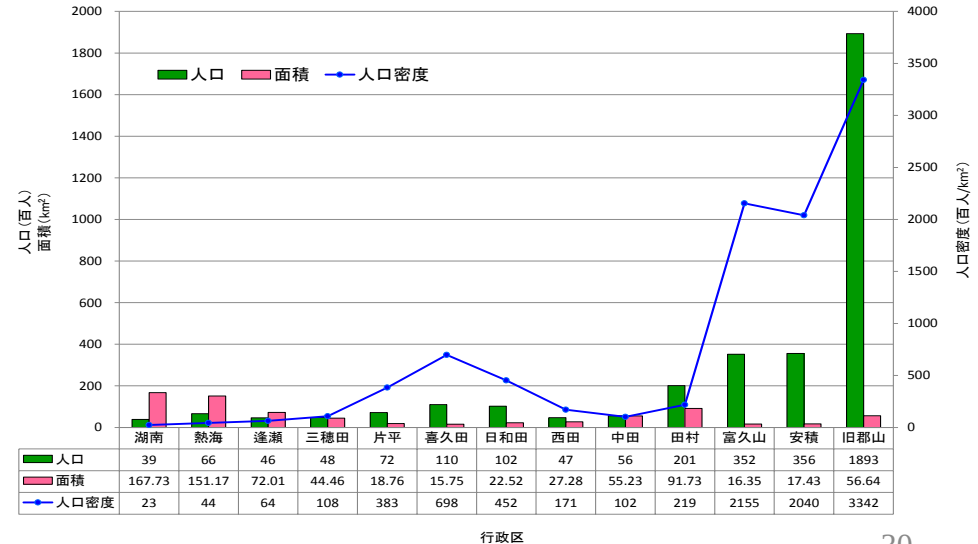


資料: 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (H24.1月推計)」、「日本の市区町村別将来人口 (H20.12月推計)」

行政区毎の架橋状況別橋梁数

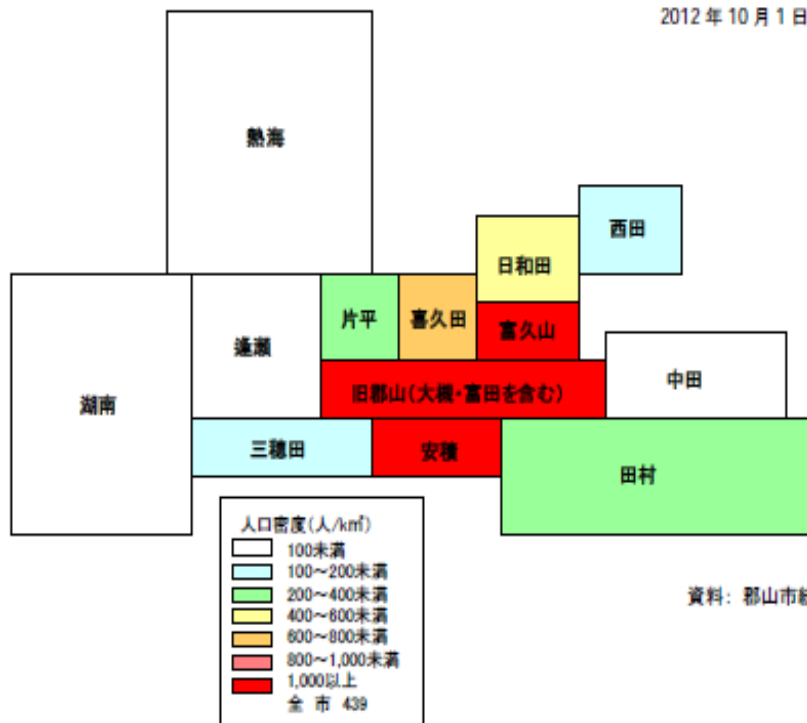


行政区別人口、面積及び人口密度

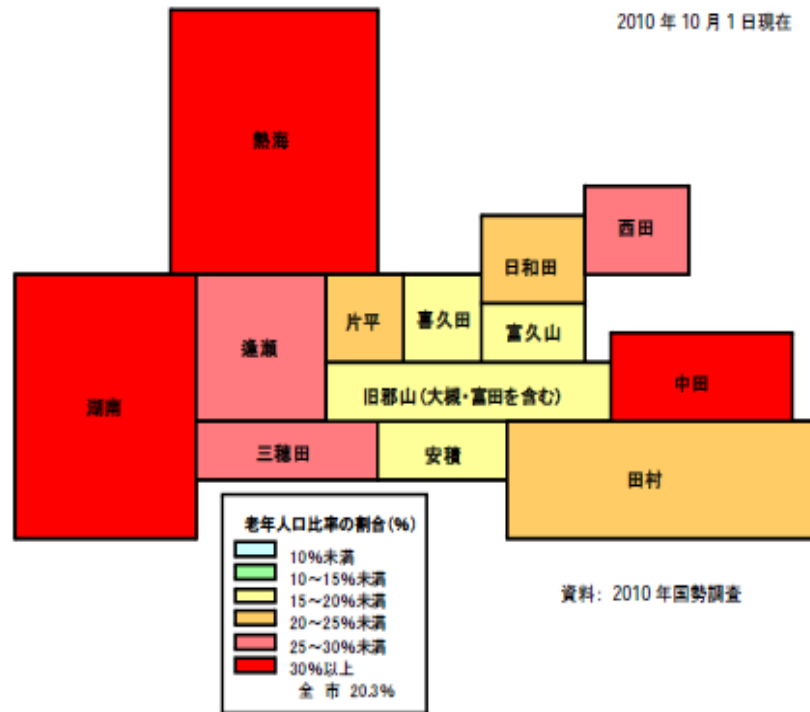


郡山市の人口特性

●地区別人口密度



●地区別老年人口(65歳以上)比率の割合

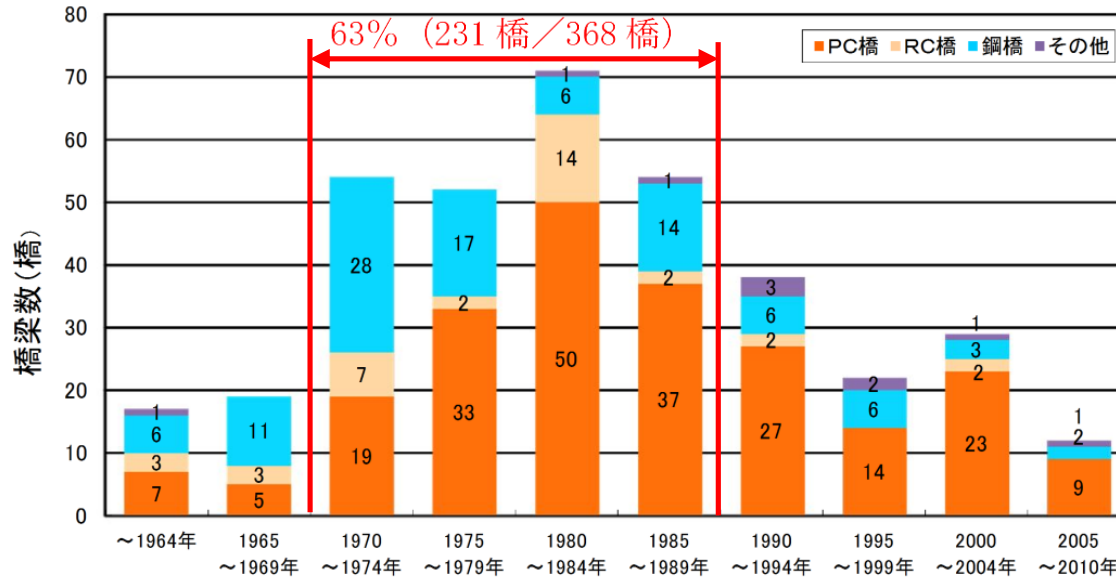


- 旧郡山，富久山，安積に人口が集中⇔湖南，熱海，逢瀬，中田は過疎化が進行
- 湖南，熱海，中田は高齢化が進行

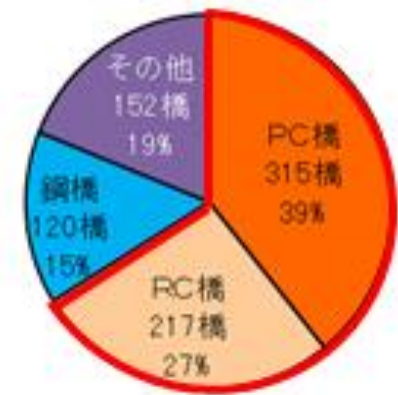


郡山市の橋梁の現状と将来

建設年次別の橋梁数分布

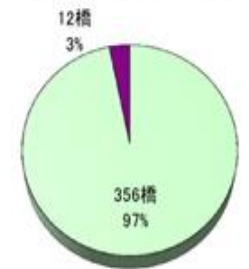


橋種別橋梁数



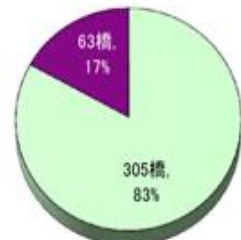
- 1970—80年代に集中整備
- 2/3がコンクリート橋
- 20年後に建設後50年以上の橋梁数が半数を超える。

建設後50年以上の橋梁数(現在)



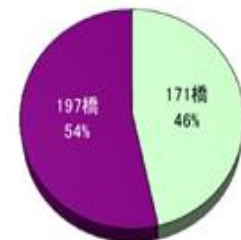
□建設50年未満 ■建設50年以上

建設後50年以上の橋梁数(10年後)



□建設50年未満 ■建設50年以上

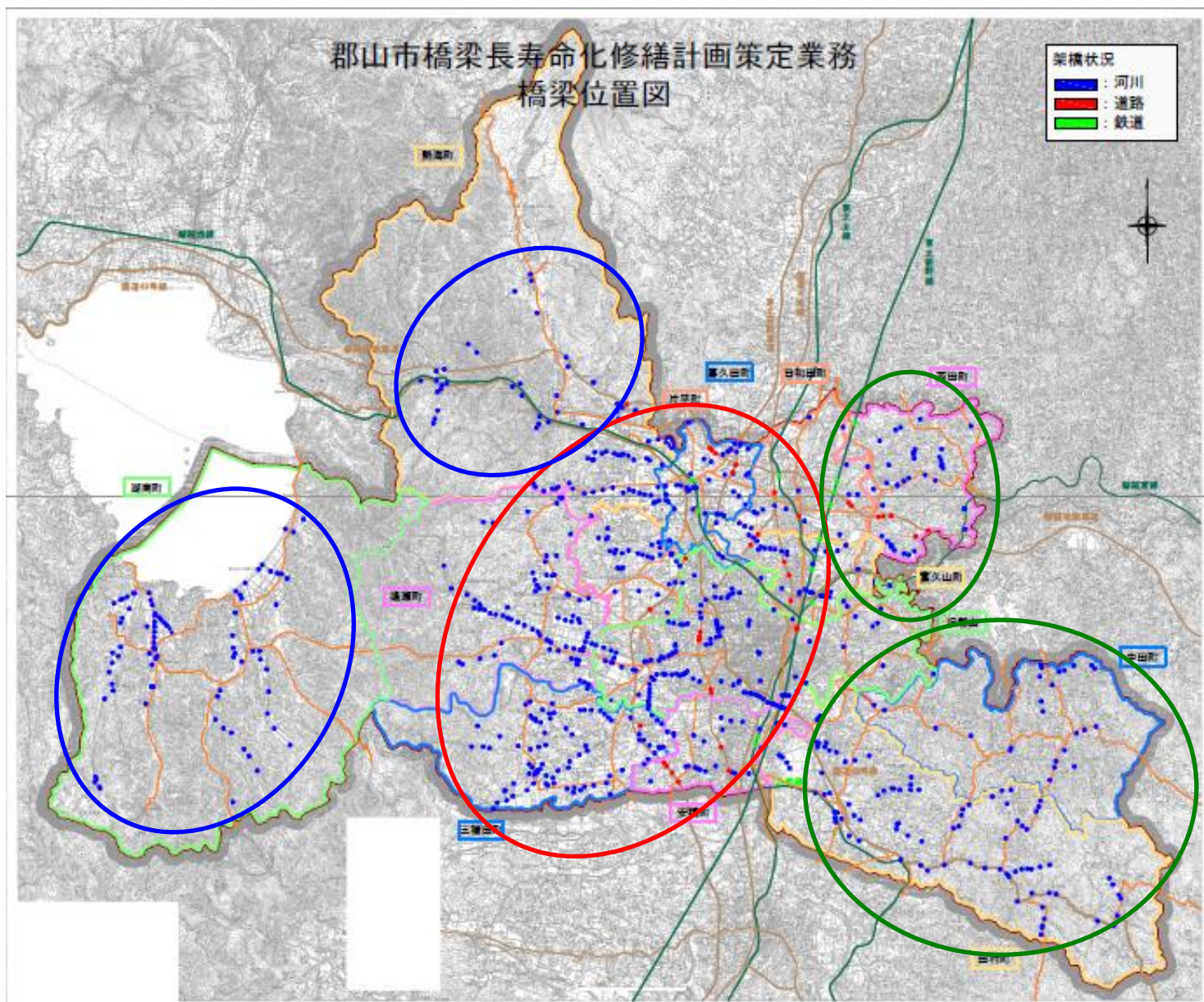
建設後50年以上の橋梁数(20年後)

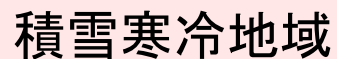


□建設50年未満 ■建設50年以上



郡山市の橋梁位置図



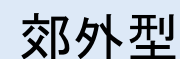


寒冷地域

- 都市型 & 寒冷地域
- 郊外型 & 寒冷地域
- 郊外型 & 積雪寒冷地域

の3種類に大別した維持管理戦略 の実践

&



都市型

N. 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

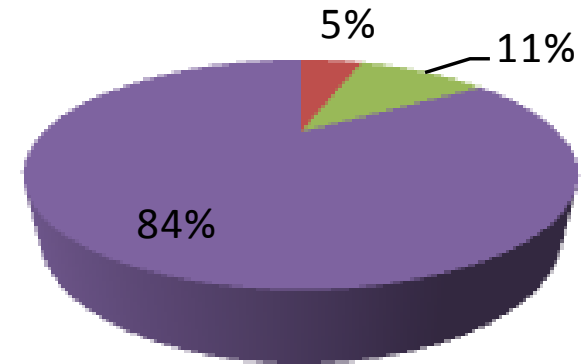


- 膨大な患者数
- 医師・医療費不足
- カルテ不明

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



N. 水の作用に着目した予防医療



橋の多くは水の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：排水枴の清掃，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



N. 住民との協働による橋の維持管理

地域住民の輪番制による

- 排水溝の清掃
- 堆積土砂の撤去
- 防護柵の塗装
- 美化(植栽)

→ 橋の歯磨きプロジェクト

その他にも

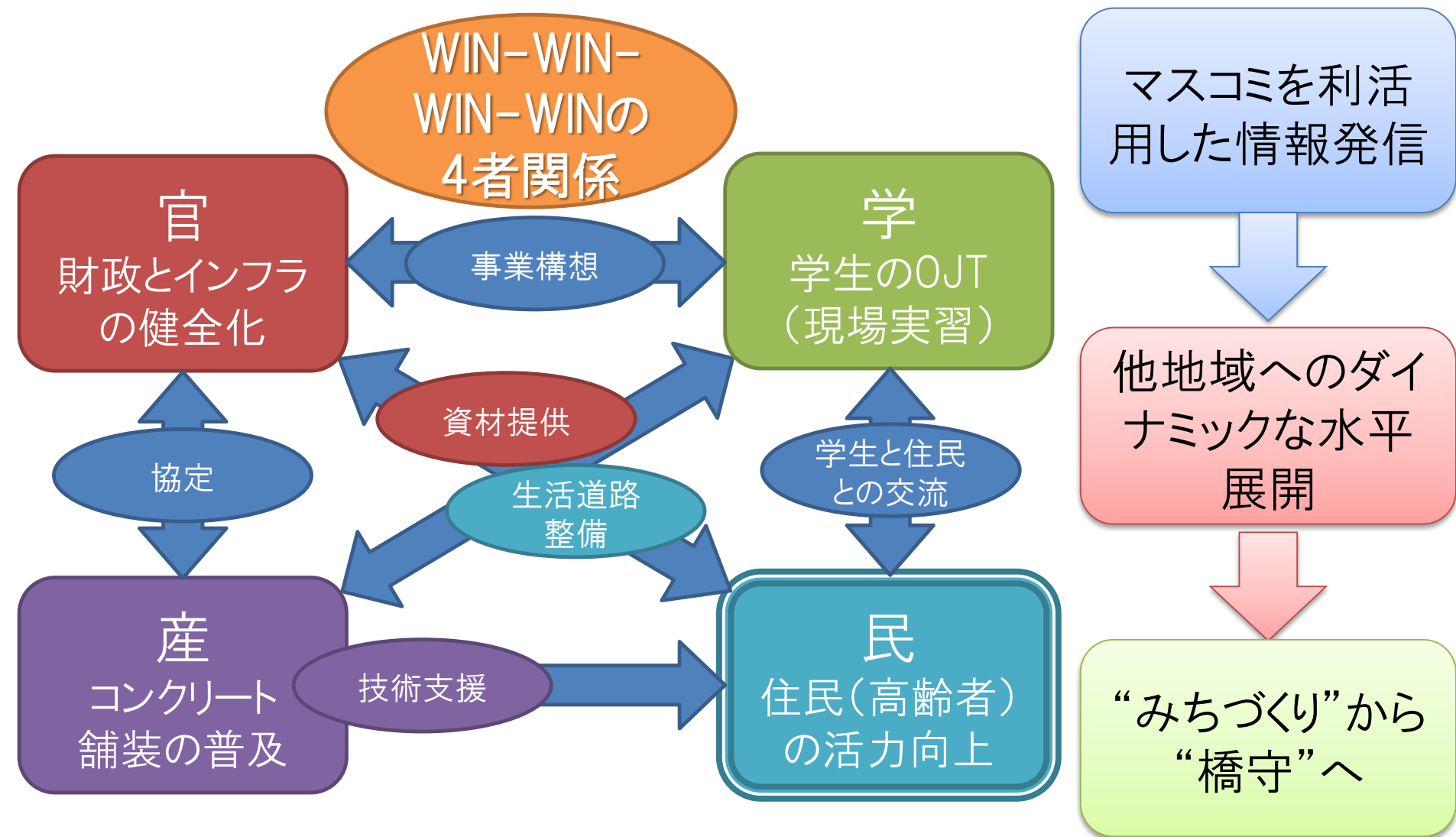
- 橋の異常を感じた際の役場への通報システム(橋の119番)
- 橋の名付け親プロジェクト



無関心から関心, そして愛着へ！！



“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(後藤解説委員)で放映





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



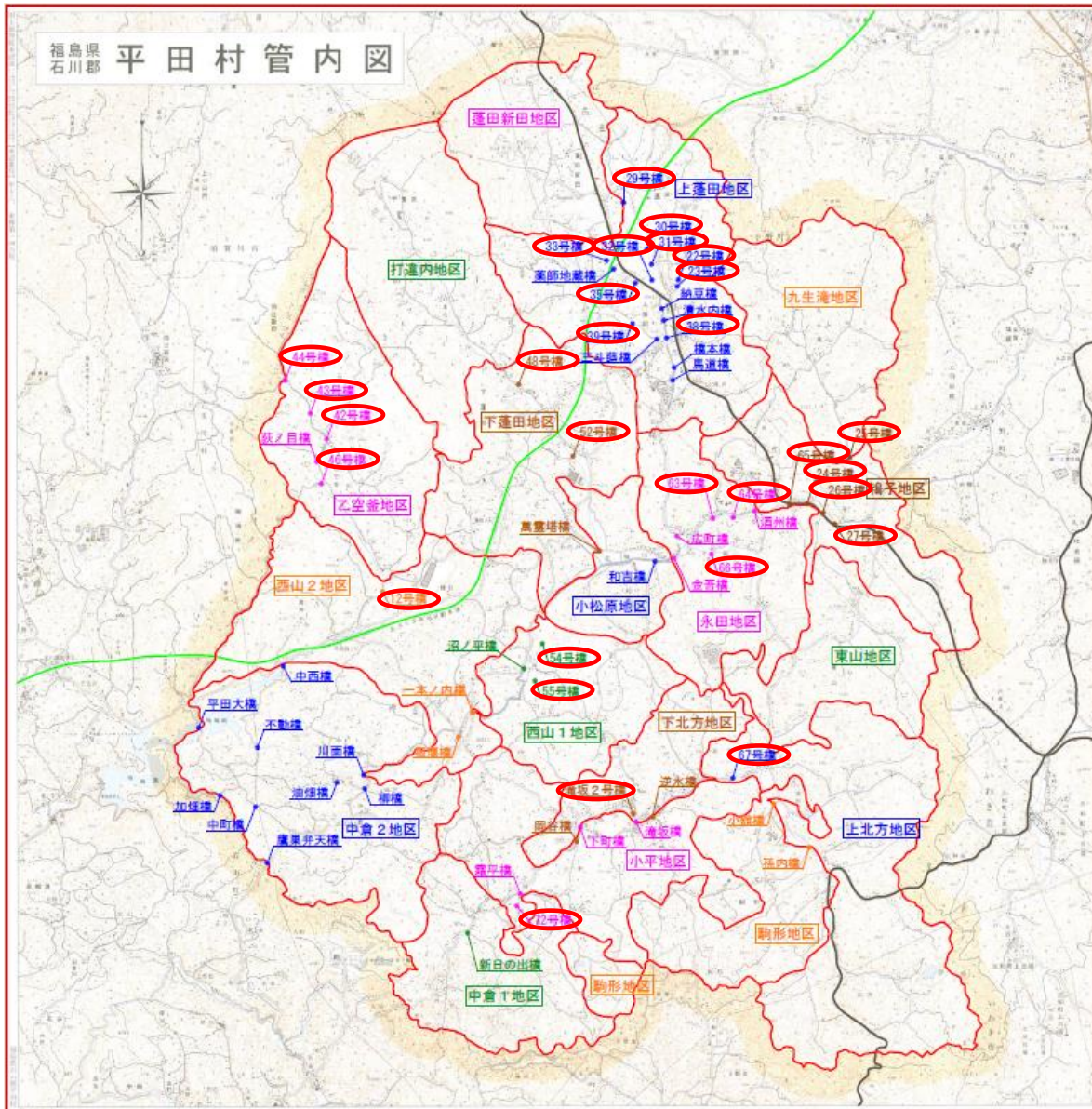
出来上がり



昼食の様子



橋の名付け親プロジェクト(平田村)



- 管理橋数の約半分（28橋）が名無し橋
- 
- 2橋を選定し、
2013年5月に学区
内の小学校に橋の
名前を公募
- 
- 2013年6月7日ー
8日にイベント開催：
橋守講習会，銘板
の設置

社会人基礎力育成GP2013準大賞受賞





NHKくらし☆解説(平成25年6月12日付) 後藤千恵さんの解説より

N. 市町村の橋の現状



N. 市町村の橋の維持管理



N. 橋の歯みがき



橋の名付け親プロジェクト



ふくしまインフラ長寿命化研究会

インフラの長寿命化に資する企画・提言

- ・定例会(年3回):3月、7月、1月
- ・シンポジウム(年1回):10月

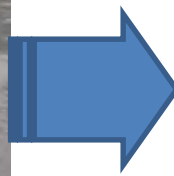
福島県
県内市町村
関連団体

橋守等インフラ長寿命化活動

- ・講習会、実地研修
- ・橋の困りごと相談
- ・橋の歯磨きプロジェクト等



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)



福島県立二本松工業高校との協働





宮城県立黒川高校との協働





今年度から始まる新たな取組み

① 高欄				② 地覆			③ 舗装		④ 伸縮装置		⑤ 照明		⑥ 排水装置		
設置は				設置は			設置は		設置は		設置は		設置は		
有 無				有 無			有 無		有 無		有 無		有 無		
①	②	③	④	①	②	③	①	②	①	②	①	②	①	②	③
変形・欠損、破断など、事故等によって壊れている箇所がある (鋼部材) 錆、亀裂、ボルトのゆるみがある				歩行者の通行に危険と思われるところがある			変形、欠損など、事故等によって壊されている		走行に支障が出るほどの路面の凹凸がある		舗装部分に穴や、ひび割れがある		両サイドの鋼材部分が離れすぎている、または隙間がない		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

安全	1	安全である
↑	2	人の安全に影響がないが、様子を見守る必要がある
	3	一部症状が見られ、様子を見守り早めに対策がある
	4	局地的に著しい症状が見られ、早急に補修補強の必要がある
危険	5	ただちに対策を講じなければ第三者への被害が考えられ、緊急対応の必要がある

常に1または2の状態を保てるよう、平田村村民全員で見守っていきましょう！

その他点検の際に気になる点があればご記入ください（音・たわみ等）

- 社会人基礎力育成GPに出場した当時1年生の学生が4年生になり、卒業研究として、「住民との協働による地域のインフラの長寿命化に関する研究」に着手
- 住民が橋の歯磨き活動を行う際、橋面からインフラの簡易な点検を行えるチェックシートを作成し、試行中→データベース化(5年に1回の定期点検を埋める行為)



- 成果をSNSを通し、地域の観光情報などと共に発信

N. 全国インフラ長寿命化ネットワーク構想

- 垂直型(トップダウン)から, 水平型・分散型・双方向型へ
- 地域の好例を全国へ
- 情報と人の交流



- 仙台(東日本), 岐阜・名古屋(中日本), 長崎(西日本)を拠点とした大きな歯車と, 札幌, 八戸, 郡山, 東京, 横浜, 長岡, 大阪, 香川, 山口等の小さな歯車を組み合わせた有機的なネットワークを形成

✓ 官学産民の連携による地域づくり

技術の高度
化・体系化

専門家：大学，学会

責任

地域の
連携・融合

信頼関係

情報発信
(説明技法)

自治体（県，市町村）

責任

地元の建設業

信頼関係

マスコミ

関心

マスコミの利活用

インフラ
への要望

市民

愛着

N. 自立した地域づくりを目指して

- 脱原発, 2040年再生可能エネルギー100%
 - 過疎化・高齢化の進む中での地域づくり
- ⇕
- 豊かな自然と天然資源(水, 木材), 地域力

インフラの自立から, エネルギー・水の自立, そして医療・介護・防災の自立へ

“ふくしま発”自立共生型地域モデルの構築と発信



エネルギー



水



医療
介護
防災等

社会
インフラ





ご清聴ありがとうございました