5年間にわたる地域実装活動の概要と今後への期待

宮里心一（金沢工業大学）

目的

人員不足・財源不足により、道路橋のサービス水準・安全性の低下が特に懸念される**市町村に適応する、点検→診断→補修・更新の手法を構築し、継続的に利活用される仕組みを立ち上げる。**

道路橋の管理者の比較

項目	国・高速道	県道	市町村道
職員	多	⇔	少
橋長	長	⇔	短
予算	多	⇔	少

特に市町村道が問題

国，NEXCOや県では，
・有識者も交えた委員会の場が設けられている.
・点検・診断・補修の流れが手順として整備されている.

研究のフロー

① ASR，塩害および複合による材料劣化・耐力低下機構を解明

② 既設橋の早期劣化事例を調査し，収集データを照合

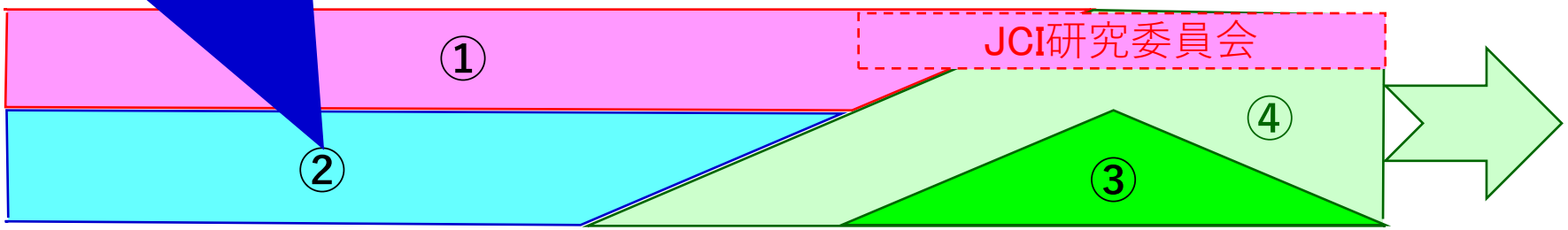
③ 北陸版
点検・診断マニュアル
補修・補強・対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ
の作成

④ 市町村の道路橋の安全・安心を向上する体制の構築

継続的取組

【良点】従来は分析データが存在しなかった。面的に劣化状況を把握できたため、③④で合理的なコメントが可能

市町村の実情を反映
（地方のニーズ）



2014 2015 2016 2017 2018 2019 年度

研究成果の連係

チタンワイヤーセンサーを用いた
腐食モニタリング

大型車両の重量推定

モニタリングによる
ひび割れ進展の状況把握

ASRによる劣化状況の確認

PCaPC床版への取替え

モニタリング

現地調査・点検

北信越地方のインフラ構造物を
効率的に維持管理する
メンテナンスマネジメントシステム
を構築！

対　策

分析・試験

評価・判定

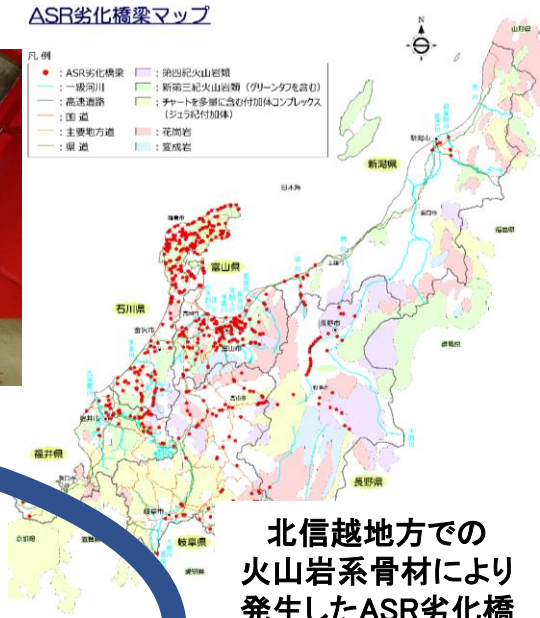
フライアッシュの有効利用
（環境負荷低減，地産地消）

流電陽極材による
腐食抑制

シラン系
表面含浸材

データベース統一化（NEXCO東日本チームと連携）

衝撃載荷試験装置による床版劣化診断



北信越地方での
火山岩系骨材により
発生したASR劣化橋
梁マップと岩石分布

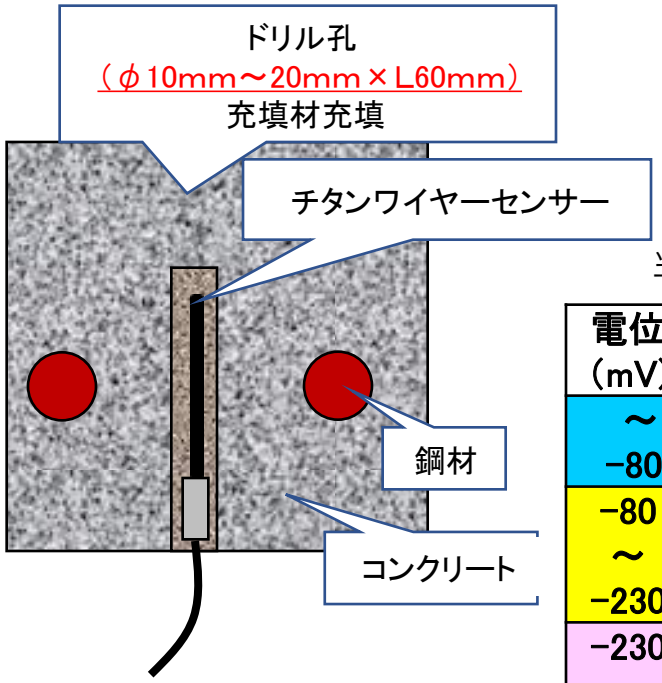
チタンワイヤーセンサーを用いた腐食モニタリング

特許取得　鋼材電位測定方式　NETIS登録済

チタンワイヤーを用いた自然電位計測

特徴　安価で簡易に、従来工法と同等以上の精度の腐食モニタリングが可能

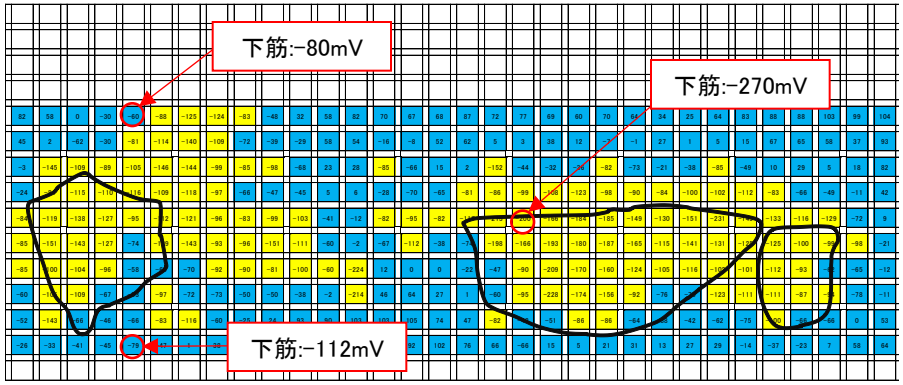
チタンワイヤーセンサーの設置状況



判定基準

電位（mV）	鉄筋腐食の可能性
～ −80	90%以上 腐食なし
−80 ～ −230	不確定
−230 ～	90%以上 腐食あり

飽和銀塩化銀照合電極による結果との比較



黒枠内：白色析出物の発生箇所　90%以上の確率で腐食なし　不確定

○：チタンワイヤーセンサー設置箇所

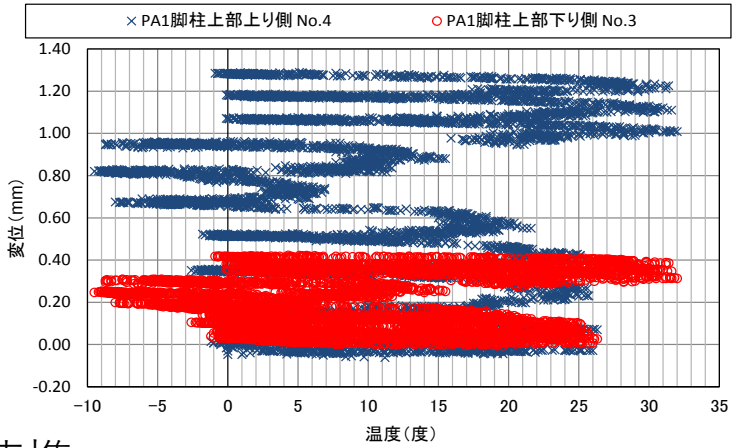
振動発電と組み合わせたIoT化へ

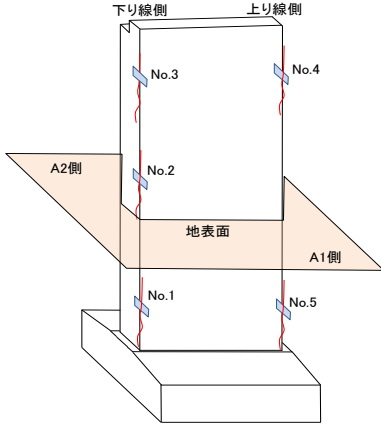
早期劣化構造物に対する変位モニタリング

ASRによる亀裂変位
進展モニタリング

石川県　のと里山海道事務所との連携

PA1橋脚における亀裂変位のモニタリング

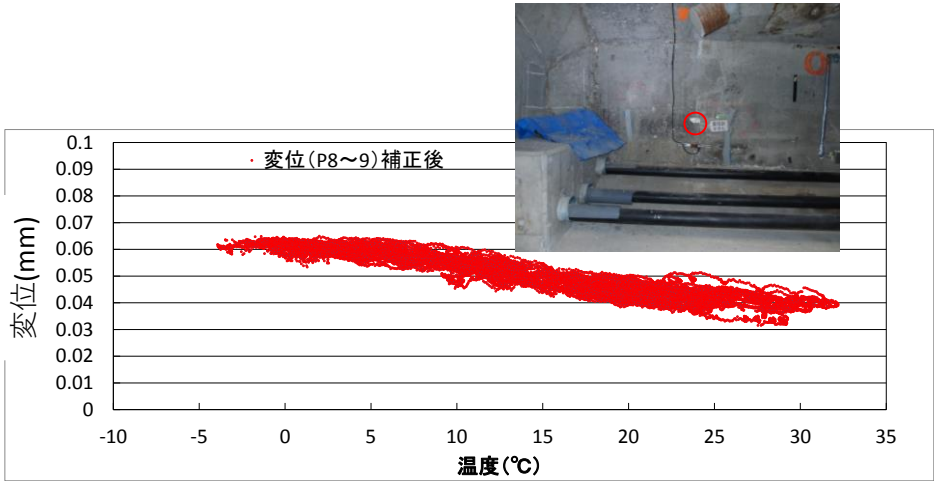




8-9ブロック間における継ぎ目変位のモニタリン

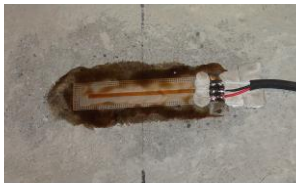
塩害劣化による
構造モニタリング

国土交通省　高田河川国道事務所との連携



特徴　**異常時を簡易に把握**

橋梁上を走行する大型車両の重量推定



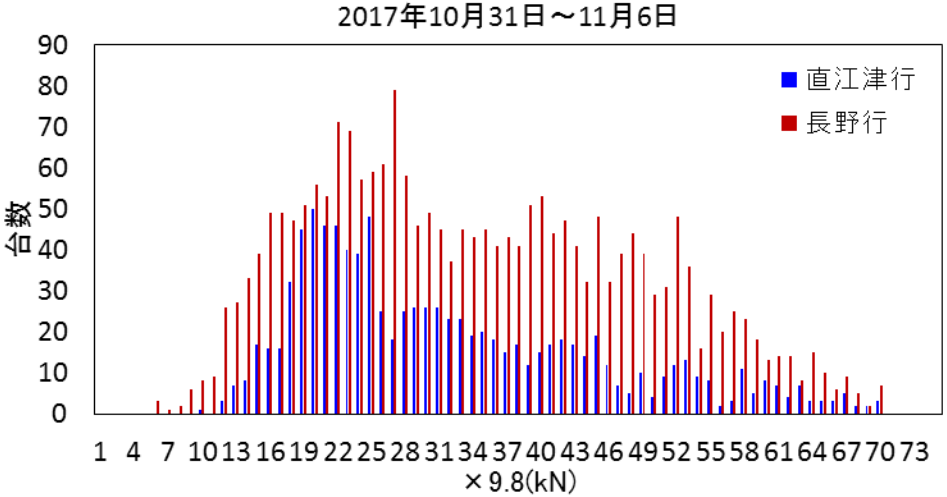
- 床版のひずみ応答を利用することから、PC橋、鋼橋を問わず大型車両の重量を算出可能
- 試験車両を用いた試験結果では総重量の算出誤差は6%

■ 適用実績

桧木橋（国道157号）
妙高大橋（国道18号）
長橋（国道305号）
赤根川橋（国道158号）

- 国道18号線妙高大橋（2017年10月）

一週間の連続計測より車線別の重量頻度分布が得られ，物流の傾向，最大重量70tf弱の過積載車両の走行実態が明らかとなった.



特徴 **橋梁の損傷原因を簡易に把握 ⇒ 対策方法の選定に活用**

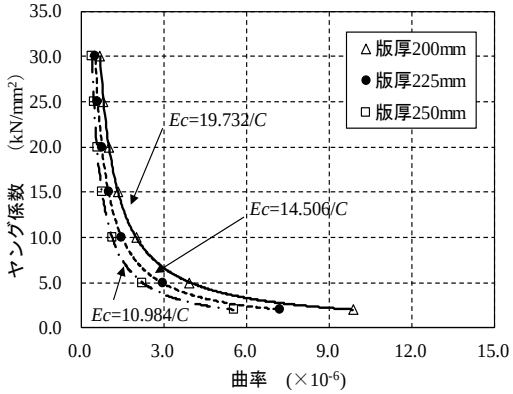
自走式衝撃加振装置を用いた劣化床版の健全度診断

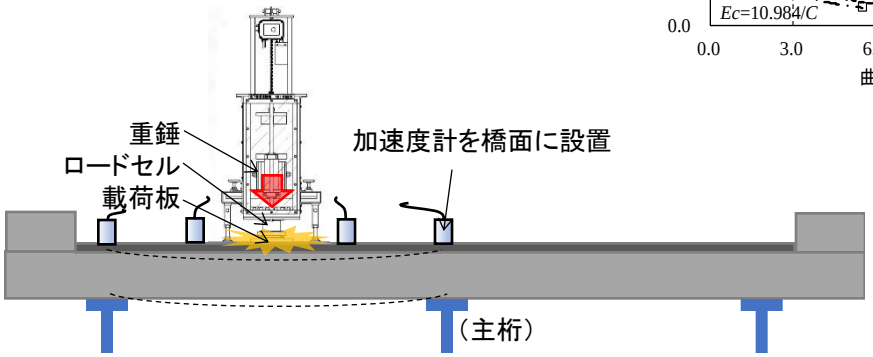
苅安第一橋（国道157号）

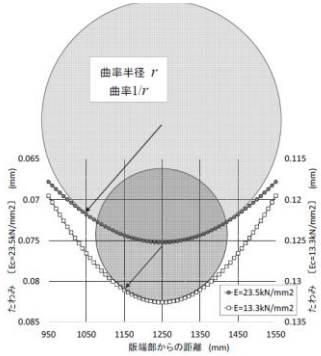
桧木橋（国道157号）

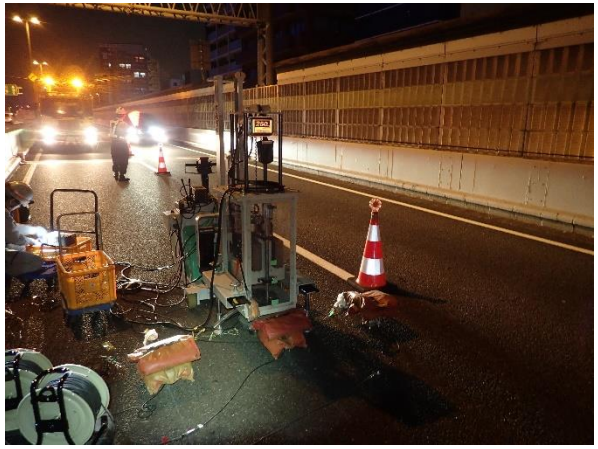
八尾大橋（富山市，市道）

衝撃加振から曲率を算定
→　床版のヤング係数を推定
→　対策方法の検討へ活用









阪神高速道路

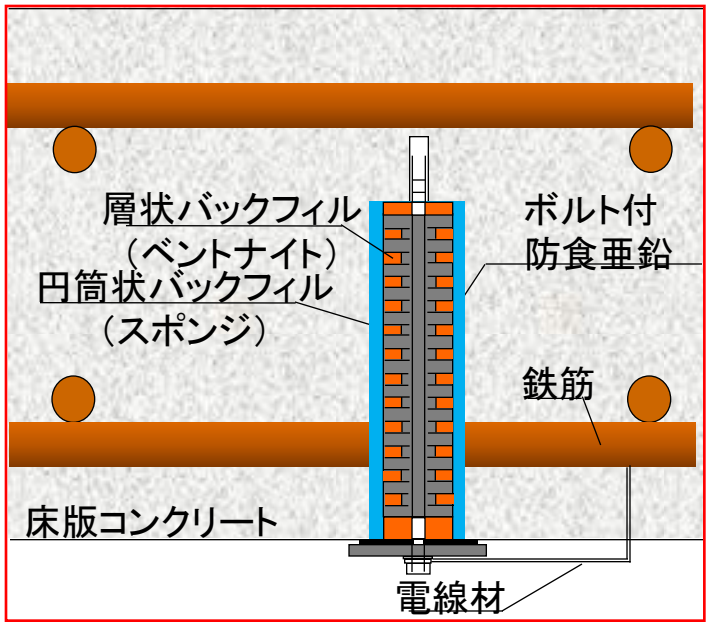
特徴　**劣化床版の健全度を簡易に診断**

流電陽極材（内部挿入型）による腐食抑制技術

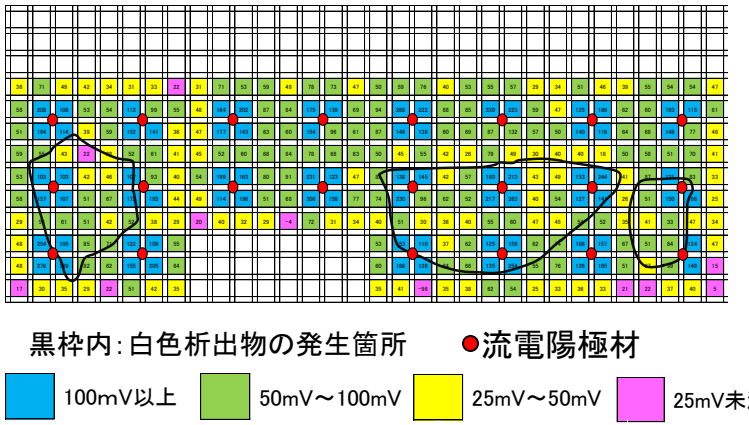
特許取得　コンクリート構造の腐食抑制構造　NETIS申請中

金沢高架橋（凍結防止剤による塩害劣化）

NEXCO中日本　金沢支社管理



復極量の確認

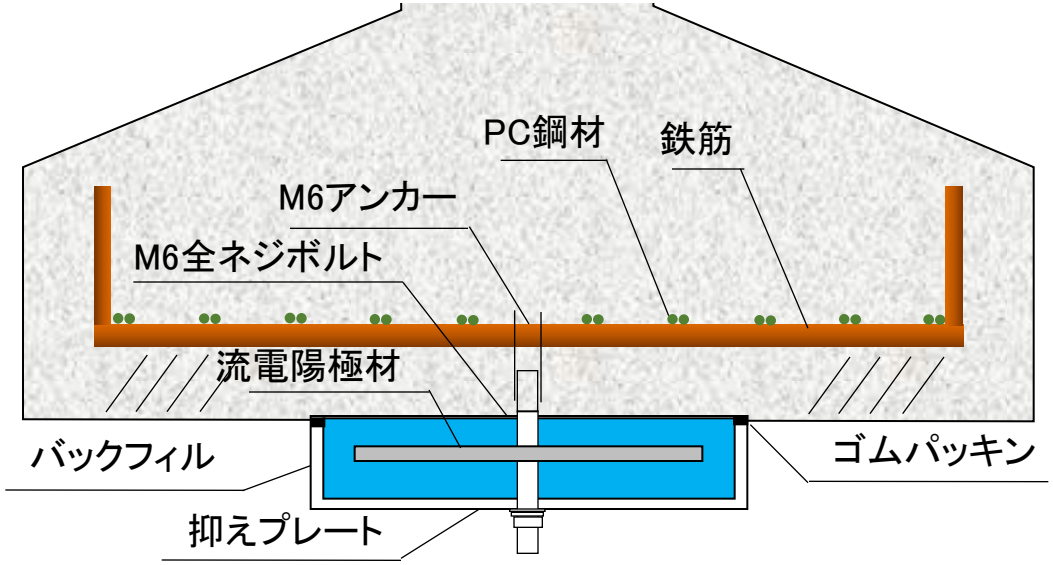


防食基準：100mV以上，腐食緩和：50mV以上

流電陽極材（表面設置型）による腐食抑制技術

特許取得　コンクリート構造の腐食抑制構造　NETIS申請中

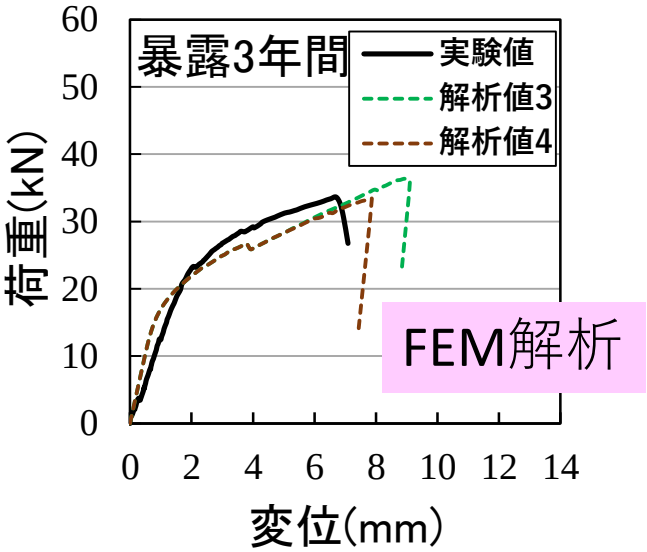
無名橋245（飛来塩分による塩害劣化）石川県管理　歩道橋



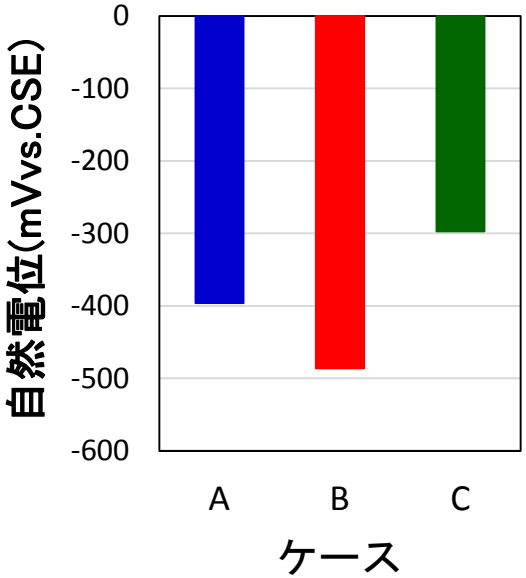
FAコンクリートの複合劣化抑制効果の評価

ケース	劣化因子	FA
A	塩害	-
B	塩害＋ASR	
C		15%

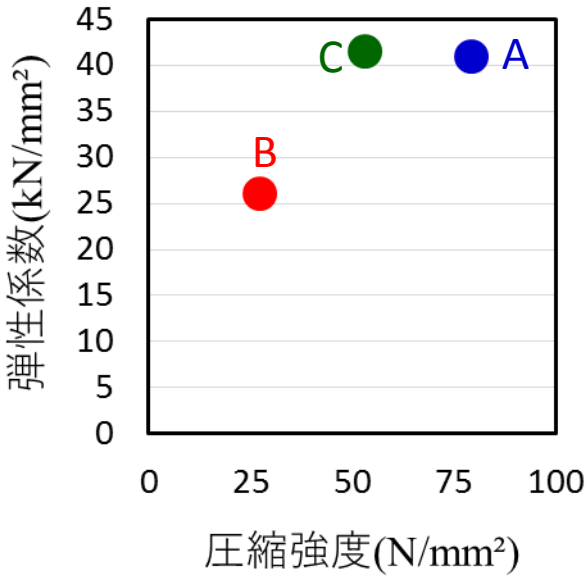
暴露0.5年間

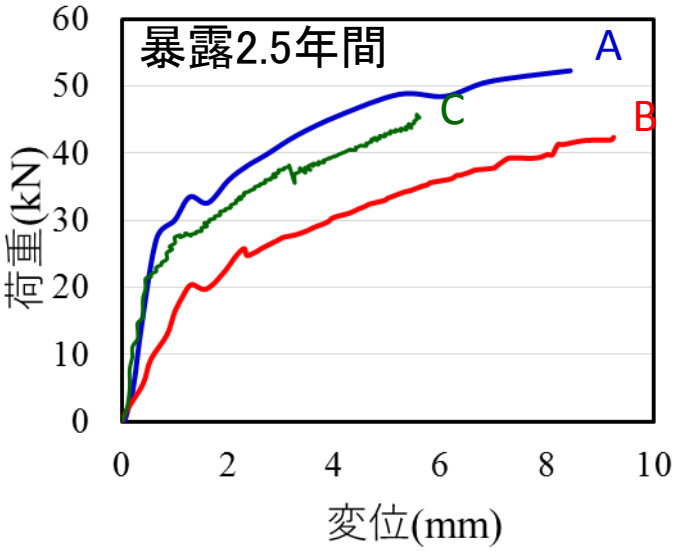


暴露2.5年間



暴露2.5年間





JCI 鉄筋コンクリート構造物の複合劣化機構の解明とその対策に関する研究委員会

メンバー

委員長：**宮里心一**（金沢工業大学）　幹事：**伊藤始**（富山県立大学）、ほか4名

目的

土木構造物や建築物で生じた**複合劣化の実態を踏まえた上で**、材料科学的考察も加味してメカニズムを解明し、その**劣化度を評価するために効果的な点検方法**、および劣化を低減するために有効な**事後保全方法ならびに予防保全方法を提案**する。

検討内容

- 実際に起きている複合劣化（塩害＋中性化、塩害＋凍害、塩害＋ASR、凍害＋ASR、等）を対象に、既報に基づいて、地域性を整理し、またメカニズムを整理し、対策WGへつなげる。
- 表面含浸材を含み、効果的な保全方法を精査する。
- 建設年次や対策年次、対策の流行り廃り、行政の取り組み（ガイドライン、地整ごとの仕様）などの歴史をまとめることで、注意点を抽出する。

2019年9月20日(金)に金沢工大で報告会を開催

5年間の振返り

早期劣化橋梁に対する載荷試験とモニタリング

深田宰史
（金沢大学）

ASR劣化構造物の橋梁点検時における簡易補修対策

久保善司
（金沢大学）

フライアッシュコンクリートの地域標準化に向けた取り組み

伊藤　始
（富山県立大学）

2014　2015　2016　2017　2018　2019

研究のフロー

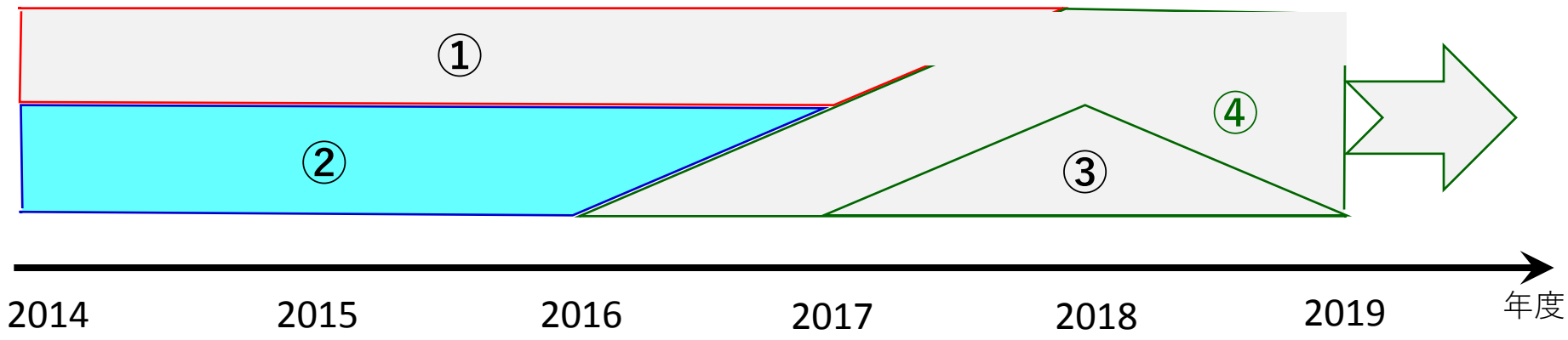
① ASR，塩害および複合による
材料劣化・耐力低下機構を解明

② 既設橋の早期劣化事例
を調査し，収集データを照合

③ 北陸版
点検・診断マニュアル
補修・補強・対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ
の作成

④ 市町村の道路橋の安全・
⑤ 安心を向上する体制の構築

継続的取組



塩害の事例調査

桁端に
凍結防止剤
の漏水

下部では
腐食・剥落

凍結防止剤による塩害
33年

複合劣化

凍結防止剤の塩分で
ASRが加速

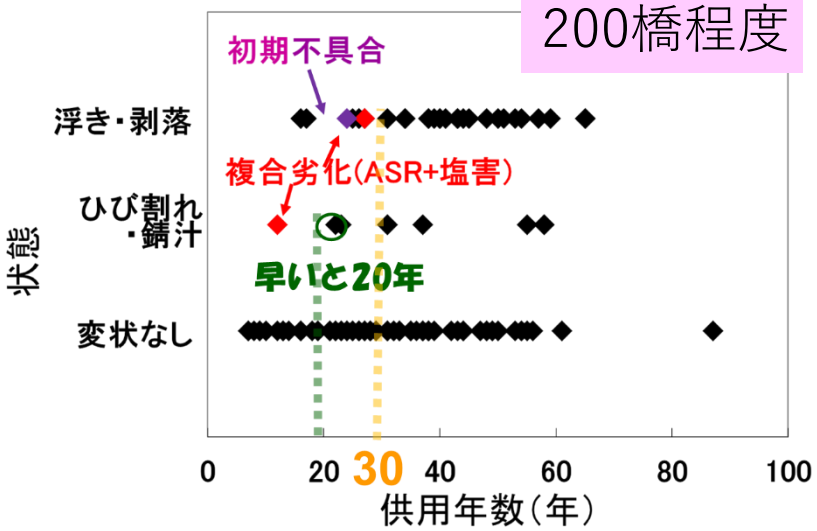
ASRのひび割れで
塩害劣化が加速

約1000橋の調査データ

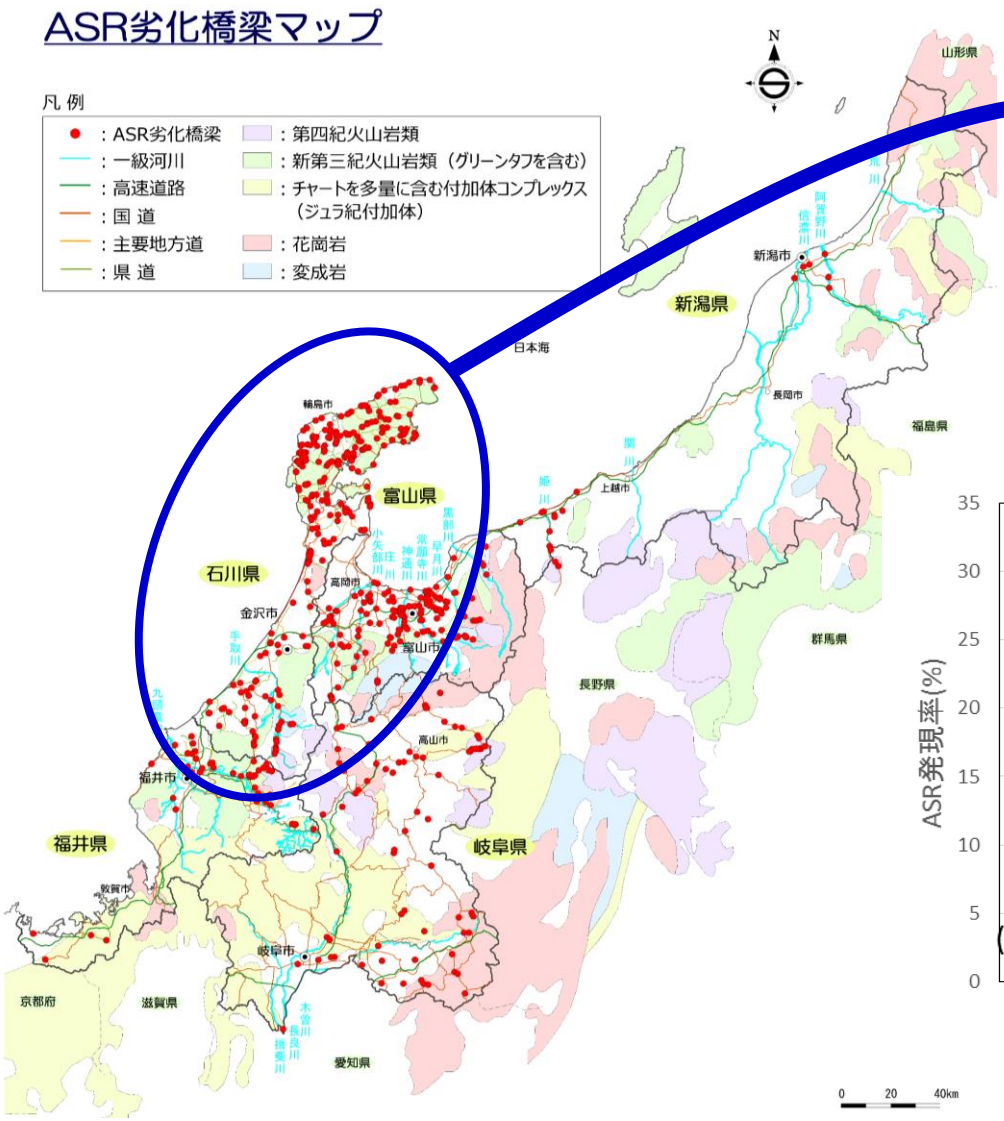
	No.	橋梁名	道路区分	竣工年月（記入）	海からの距離(m)	錆汁	ひび割れ	浮き	剥落	補修	交差点	散水装置	竣工年月（計算）	供用年数	ひび割れ、錆	浮き、剥落	補修	グレード	塩害・凍害
1	6	西勢橋		1927/9/1	100m	なし	なし	なし	なし	なし			1927	88	0	0		1	塩害
2	7	荒木橋			30m	あり	あり	あり	あり	なし					1	1		3	塩害
3	8	荒木橋側道橋			20m	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	塩害
4	9															0			
5	10	飯盛橋			0	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	塩害
6	11	不明			50m	なし	あり	あり	あり	の補修はあり					1	1		3	塩害
7	12	不明			200m	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	塩害
8	12	本郷大橋			100m	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	塩害
9	14	本郷海岸橋		1981/8/1	80m	なし	なし	なし	なし	なし			1981	34	0	0		1	塩害
10	15	西大見下橋		1991/3/1	50m	なし	なし	なし	なし	なし			1991	24	0	0		1	塩害
11	16	不明			100m	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	塩害
12	17	車持中瞬線1号橋		2005/3/1	100m	なし	なし	なし	なし	なし			2005	10	0	0		1	塩害
13	18	不明			50m	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	塩害
14	19	中津海橋		1960/3/1	100m	なし	あり	あり	あり	あり			1960	55	1	1	1	3	塩害
15	20	中津海橋		1954/3/1	150m	なし	あり	あり	なし	あり			1954	61	1	1	1	3	塩害
16	21	涼浜橋		1984/6/1	200m	なし	あり	あり	あり	あり			1984	31	1	1	1	3	塩害
17	22	高野橋		1980/1/1	山間部	なし	なし	なし	なし	なし			1980	35	0	0		1	凍害
18	23	佐分利大橋		1991/3/1	山間部	なし	なし	なし	なし	なし			1991	24	0	0		1	凍害
19	24	不明			平野部	なし	あり	なし	あり	なし					1	1		3	凍害
20	25	不明			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害
21	26	石山橋		1984/12/1	平野部	なし	なし	あり	なし	なし			1984	31	0	1		3	凍害
22	27	不明			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害
23	28	左近前橋		2005/11/1	平野部	なし	なし	なし	なし	なし			2005	10	0	0		1	凍害
24	29	下畑橋		2008/12/1	平野部	なし	なし	なし	なし	なし			2008	7	0	0		1	凍害
25	30	清水橋			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害
26	31	新敷橋			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害
27	32	小和田橋			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害
28	33	不明			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害
29	34	野尻大橋		1984/12/1	平野部	なし	なし	なし	なし	なし			1984	31	0	0		1	凍害
30	35	堺橋		1988/9/1	平野部	なし	なし	あり	なし	なし			1988	27	0	1		3	凍害
31	36	石山橋			平野部	なし	なし	なし	なし	なし					0	0		1	凍害

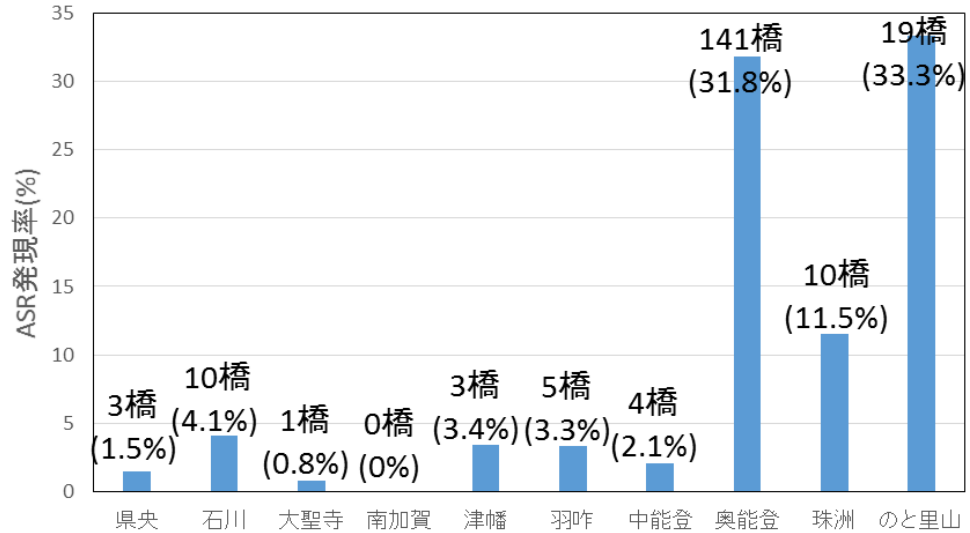
内 凍結防止剤の影響

200橋程度



ASRの事例調査





奥能登

研究のフロー

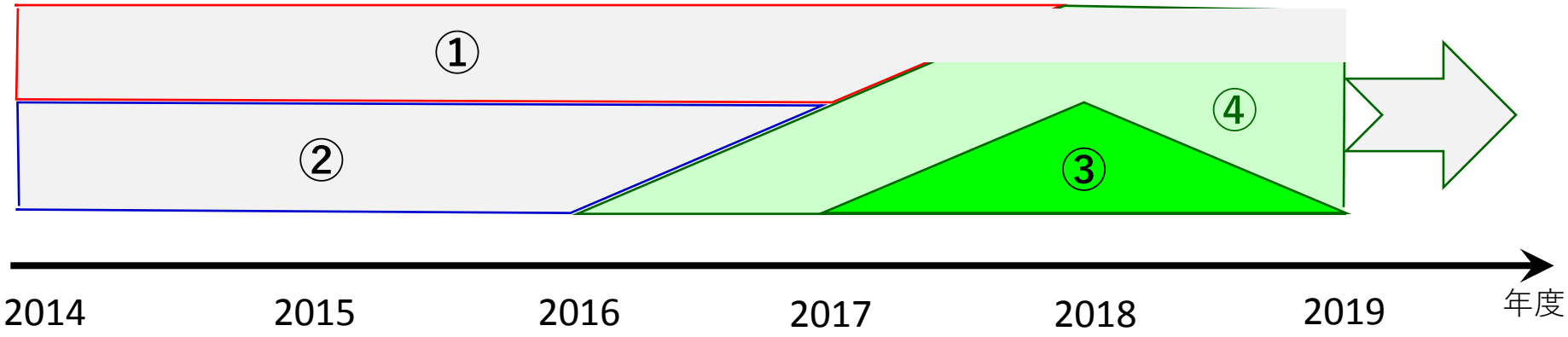
① ASR，塩害および複合による
材料劣化・耐力低下機構を解明

② 既設橋の早期劣化事例
を調査し，収集データを照合

③ 北陸版
点検・診断マニュアル
補修・補強・対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ
の作成

④ 市町村の道路橋の安全・
安心を向上する体制の構築

継続的取組



北陸SIP 若手連携会議

主な活動

市町の課題の把握

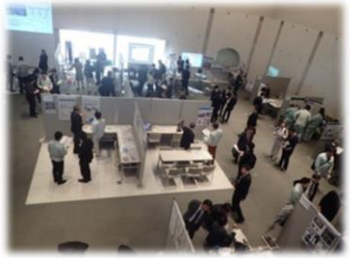
困った時、有識者に助言を求めたい

若手職員を育てたい

最新技術を知りたい

連携会議
計16回

現場等での講習会など
計27回



技術展示会の企画・開催
計5会場

検討内容

- 市町のヒアリング調査に関する情報共有
- 地域実装支援体制の検討
- 維持管理の手順の検討
- 技術展示会の企画推進

メンバー

氏名	所属
伊藤　始	富山県立大学
井林　康	長岡高専
内田　慎哉	富山県立大学
久保　善司	金沢大学
河野　哲也	富山大学
鈴木　啓悟	福井大学

氏名	所属
立花　潤三	富山県立大学
田中　泰司	金沢工業大学
津田　誠	石川高専
花岡　大伸	金沢工業大学
深田　宰史	金沢大学
宮里　心一	金沢工業大学
宮下　剛	長岡技科大学

4県32市町へ計50回のヒアリング調査

県	市町	人口(人)	面積(km²)	管理橋梁数
新潟	上越市	193,039	973.8	1,146
	糸魚川市	43,897	746.2	525
富山	富山市	417,760	1,241.7	2,222
	氷見市	48,671	230.6	360
	朝日町	11,936	227.4	122
	高岡市	172,535	209.6	1,200
	射水市	93,289	109.4	492
	南砺市	51,171	668.6	923
	小矢部市	30,162	134.1	449
	入善町	24,894	71.6	450
石川	金沢市	466,183	468.6	1,388
	かほく市	34,293	64.4	90
	輪島市	26,312	426.3	446
	能美市	48,934	84.1	252
	白山市	109,581	754.9	369
	内灘町	26,943	20.3	7
	宝達志水町	12,805	111.5	132
	野々市市	55,297	13.5	220
	小松市	106,905	371.0	473
	津幡町	37,618	110.6	174
	珠洲市	14,574	246.9	171
	加賀市	67,357	305.9	356
	中能登町	18,102	89.5	244

県	市町	人口(人)	面積(km²)	管理橋梁数
福井	福井市	264,344	536.4	1,771
	越前町	21,021	153.2	225
	鯖江市	68,397	84.6	399
	小浜市	29,534	233.1	402
	勝山市	23,392	253.9	349
	越前市	83,184	230.7	675
	敦賀市	66,060	251.4	307
	池田町	2,604	194.7	99
	美浜町	9,609	152.4	130

2018年12月時点の実績

課題の整理と北陸SIPで精査した対応策

原因	課題・問題意識	対応策	
支援体制	道路メンテナンス会議で、技術的な知見が得られない。	相談できるセンターを設立する。地元で技術展示会を開催する。	体制構築
	道路橋DBへの登録料は高価だが、フィードバックは少ない。	維持管理の合理化に資するDBを設計・運用する。	
計画	橋梁長寿命化修繕計画の改定時に参考となるモデルを提供して欲しい。	改定時に地元の大学・高専の教員が有識者としてコメントする。	運用手順
	更新も含むLCCを踏まえ、アセットマネジメントの最適化を図りたい。	補修を繰り返すケースのみならず、更新するケースも検討する。	
	予防保全への移行を希望するが、現時点では計画できない。	先ずは事後保全に対応する。予防保全に関して講習会等で紹介する。	
	管理対象から外したくても、橋を撤去できない。	橋の撤去に対する支援を国等へ働きかける。	
点検	重要性や形式などを鑑みて、点検プロセスを変化させたい。	SIP技術等を用いて、部分的・重点的な近接目視点検を実施する。	
措置	点検費用を確保するため、補修費用を捻出しづらい。	要補修と判定される場合、点検時に簡易な補修設計と補修を実施する。	
	適切な補修方法とその効果が分からない。	維持管理レベルに応じた、有効な補修工法を精査する。	

定義 予防保全＝劣化が目視で確認できる前に、進行を予防する。

グルーピングと維持管理レベル

グループ	内容	維持管理レベル
A	緊急輸送道路の橋梁 跨道橋、跨線橋 橋長15m以上の橋梁	高
B	上記以外で、例えば橋長5～15mの橋梁	少し高
C	上記以外で、例えば橋長5m未満の橋梁 50年以上に亘り健全な橋梁 ボックスカルバート製の橋梁 剥落しても支障のない橋梁	中
D	設計耐用年が近く、交通量の少ない橋梁 過疎地域で今後廃止の可能性がある橋梁	供用最終年を提示し、その後に撤去
S	塩害やASRによる劣化が懸念される橋梁	特に高い

高速道・国道

県道

市町村道

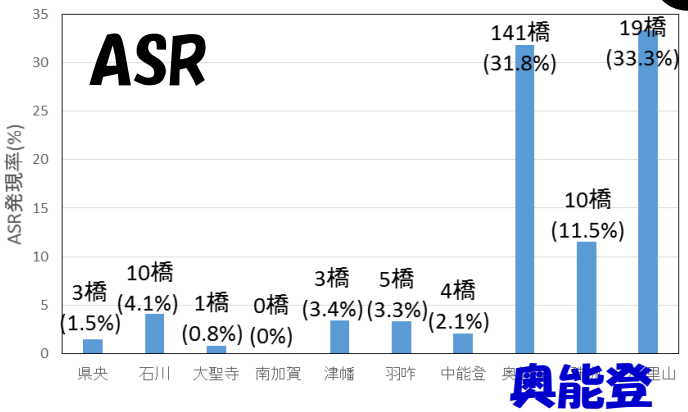
土木学会示方書の観察維持管理

S地域

塩害

- 海からの距離
- 凍結防止剤の散布量

で規定



グルーピングと維持管理レベル

判定区分に応じたグループ別の保全方法

判定区分	グループA		グループB		グループC	
	A-S	A	B-S	B	C-S	C
良 Ⅰ	部分的な予防保全					
Ⅱ	小規模補修	部分的な予防保全	部分的な予防保全			
Ⅲ	簡易補修後に大規模補修	簡易補修後に大規模補修	詳細調査 必要に応じて簡易補修後に大規模補修	小規模補修	点検強化 通行規制	点検強化
悪 Ⅳ	更新	更新	更新	更新	更新	更新

部分的な予防保全＝塩分が浸透する箇所へのみ、顕在化する前に劣化の予防。例：桁端へ表面含浸工法など。

点検型式

簡易型⇒タブレットによる点検（直営あるいは地元の建設会社）

①【特殊な足場等を必要とせず近接目視が可能な橋梁】
　標準型⇒コンサルなどによる点検（包括的な一括発注）

②【橋梁点検車やロープアクセスなどが必要となる橋梁）】
　特殊型⇒簡易ロボットを用いた点検（将来的に認められたら）

タブレットを用いた点検

新潟県で実用され始めているタブレットやスマホを基盤とし
北陸版の点検マニュアルに沿った運用方法へ改良する。

特長

- 前回のひび割れ等の劣化・損傷のデータを見ながらチェックできる。

  ➡ ビッグデータの活用

- 誤った点検や見落とし易い劣化・損傷を分析し、
  点検者へ注目箇所や注意点を知らせられる。

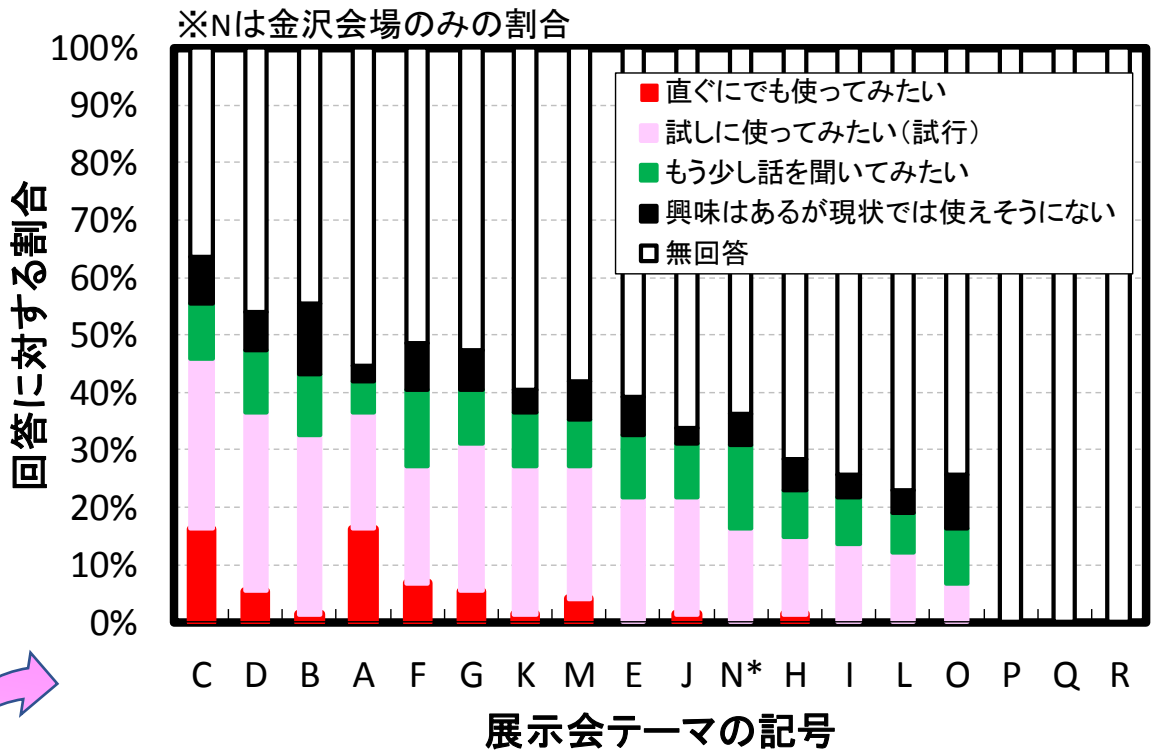
  ➡ 深層学習、AI（人工知能）の活用

- 地元の高専が開発している技術のため、
  使用者の要望に迅速な対応をできる。

- 持ち運び可能なため、災害後の初動検査に活用できる。

地元での技術展示会

2017の総括



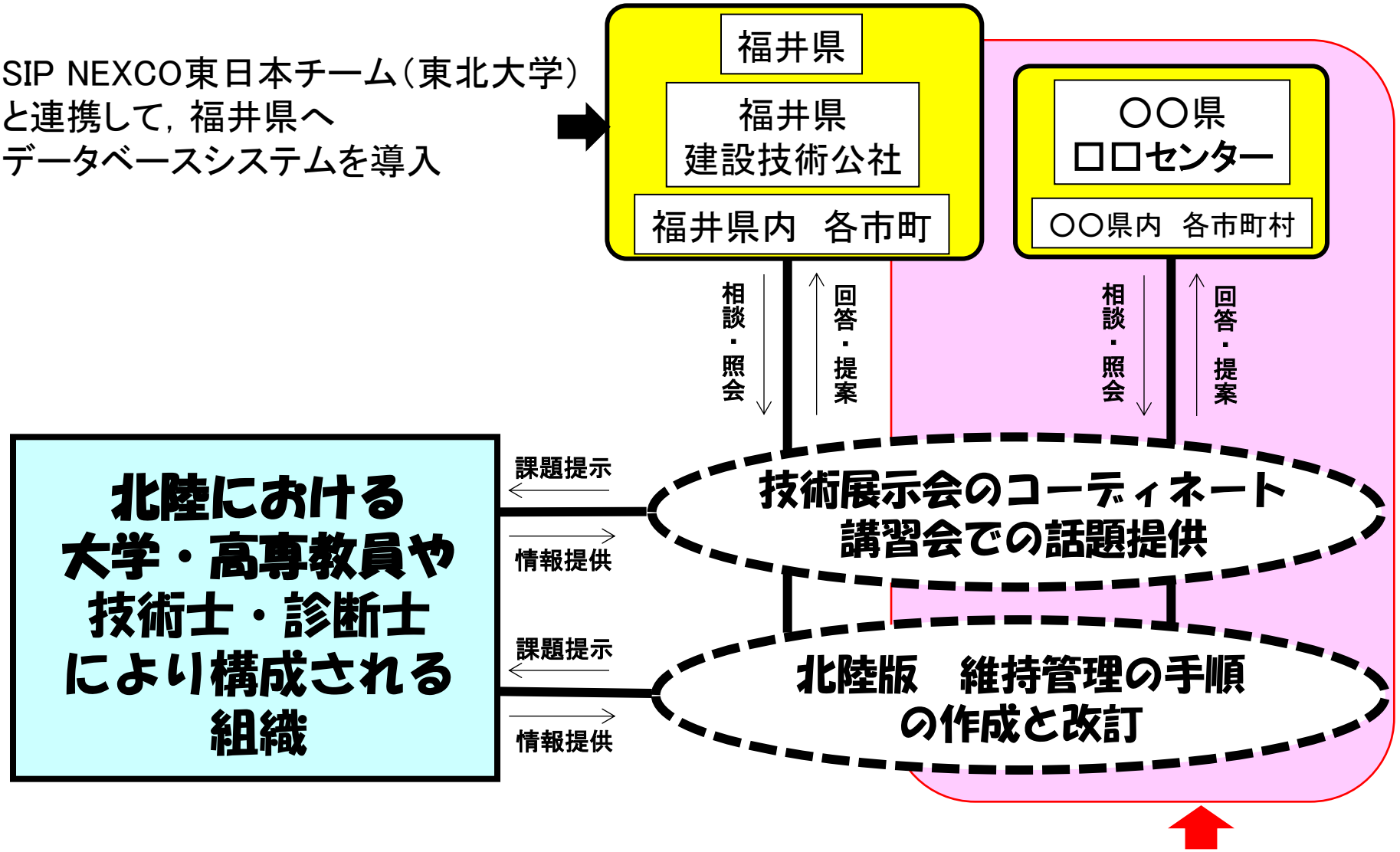
点検の合理化に関心が強い。

記号	テーマ
A	走行型高速3Dトンネル点検システム
B	AIによる打検システム
C	橋梁点検ロボットカメラ
D	橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボット
E	飛行型インフラ点検ロボットシステム
F	タブレット端末を用いた橋梁点検システム
G	表面含浸材による予防保全
H	特殊ウレタン樹脂による表面被覆工法
I	再劣化を防止する補修工法

記号	テーマ
J	構造物の劣化調査技術
K	コンクリート・鋼構造物の総合的補修技術
L	塩害モニタリング技術の紹介
M	橋梁の維持管理技術
N	ドローンやラジコンボードを利用した遠隔撮影
O	商用無線回線を使ったモニタリングシステム
P	ASR簡易診断および凍害抵抗性診断技術
Q	コンクリート落下対策と最新のアンカー技術
R	AI技術を活用した健全性判定支援システム

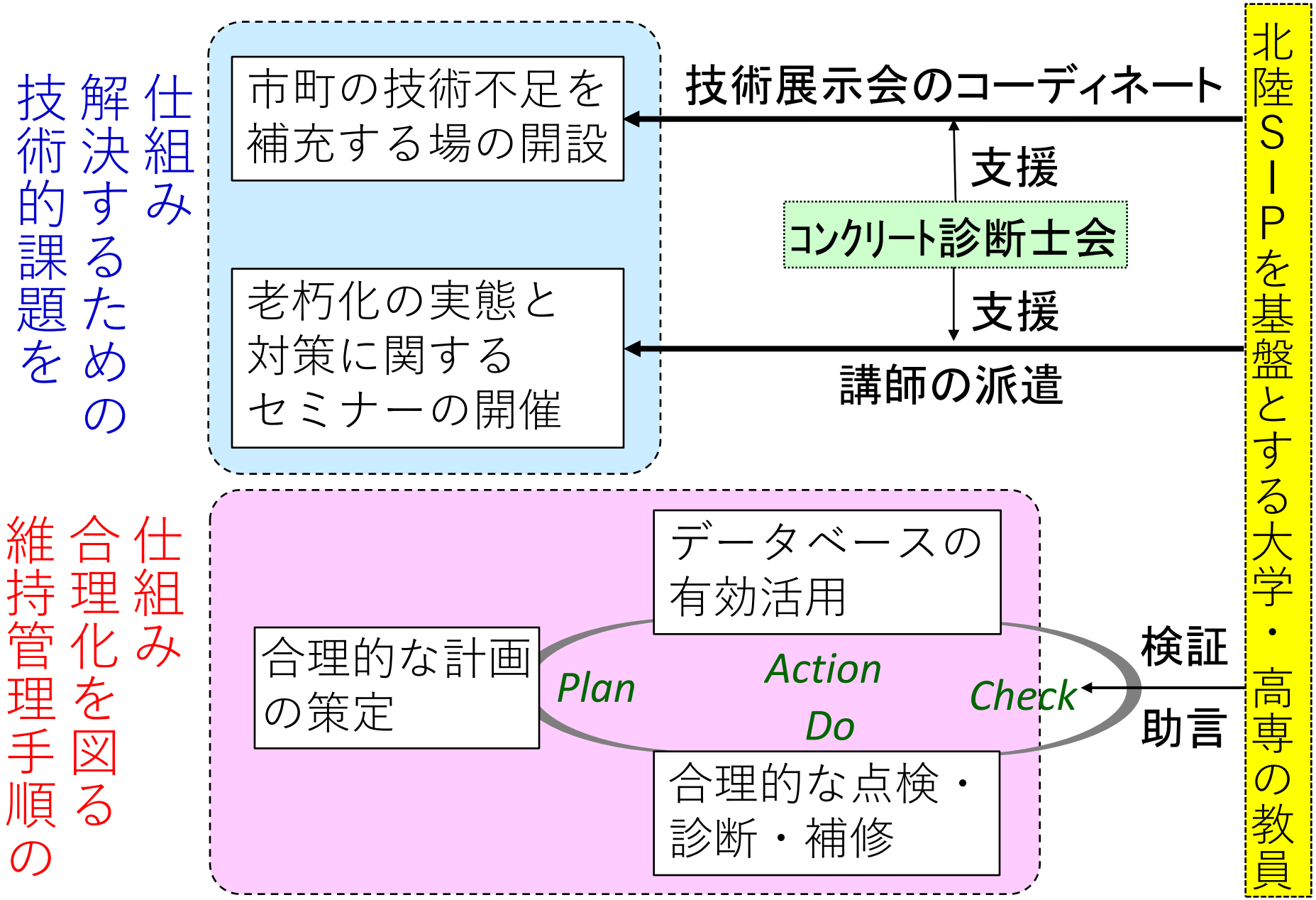
「北陸版 地域実装支援体制」の構築

SIP NEXCO東日本チーム（東北大学）
と連携して，福井県へ
データベースシステムを導入



北陸インフラメンテナンスフォーラムと協同

継続的なトータルマネジメントシステムの構築



3年間の振返り

地域実装支援グループの

地域中核拠点事業が追加

他地域における維持管理の合理化の取組みと北陸への期待

田中泰司
（金沢工業大学）

田中・内田・河野の参加 →

井林・津田の参加 →

自治体職員を対象とした技術展示会の開催とその成果

花岡大伸
（金沢工業大学）

東北大学SIPと連携した福井県でのDBの導入

臼井裕喜
（福井県建設技術公社）

→

2016　2017　2018　2019

今後への期待

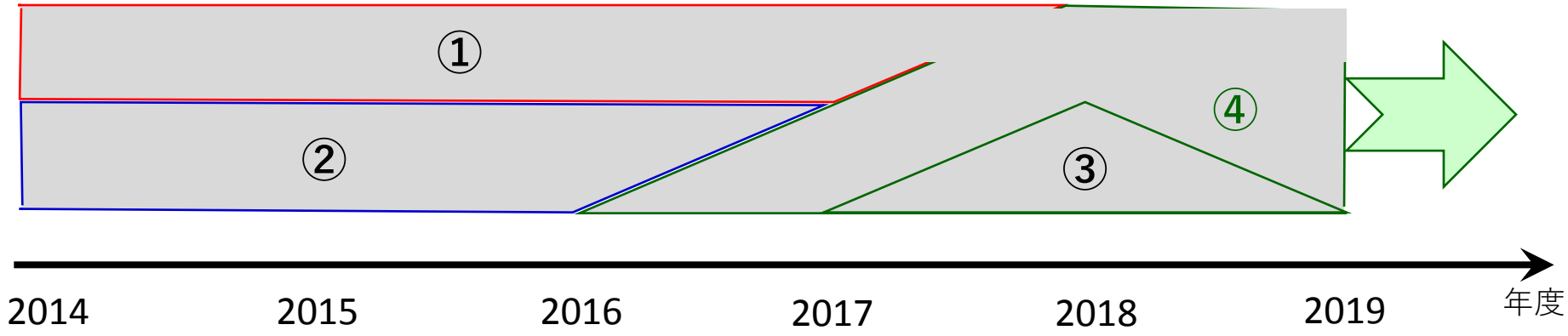
① ASR，塩害および複合による
材料劣化・耐力低下機構を解明

② 既設橋の早期劣化事例
を調査し，収集データを照合

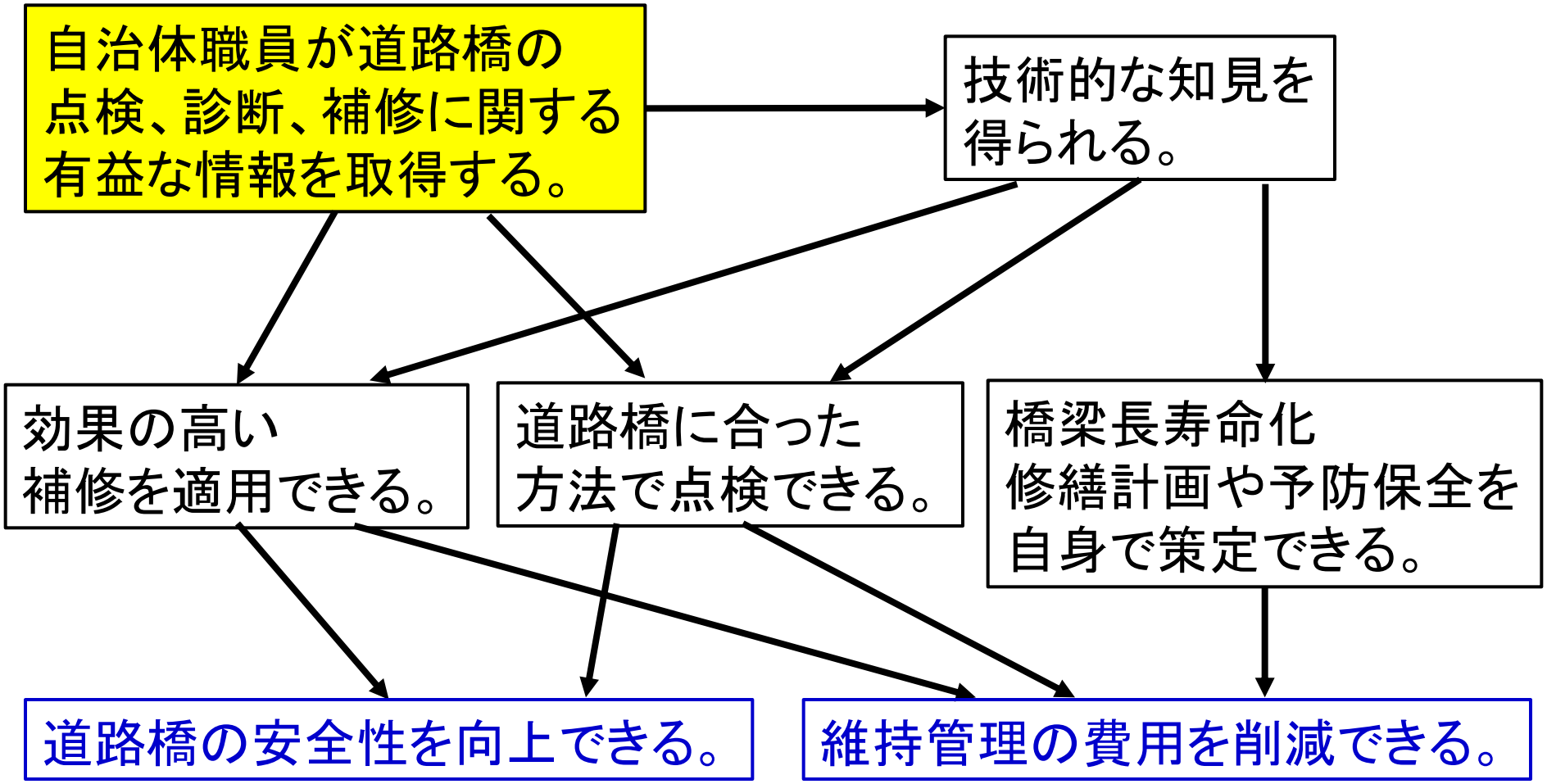
③ 北陸版
点検・診断マニュアル
補修・補強・対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ
の作成

④ 市町村の道路橋の安全・
安心を向上する体制の構築

継続的取組



自治体職員が道路橋の維持管理を学習すると…



学だけが“やる気”を持っていても実践できません。
官も“今、やらなければ！”との気持ちで取り組むことが重要です。

調査結果

- 農業用水路等に架かる橋長5m以下の溝橋や床版橋等の小規模橋梁が多数あり、それらの維持管理の合理化がニーズであることを確認した。
- 比較的安価で、かつ渇水期の11～3月の寒冷期に施工できる補修技術の精査は十分ではない。

学術的背景

- 劣化・損傷した小規模橋梁を対象にした力学性能に関する研究は極めて少ない。
- 撤去集約した後の、代替路のアクセス性（A橋を渡らずに隣接するB橋を利用した際の時間的なロスの低さ）を分析する考え方は未確立である。

課題

市町村の小規模橋梁に対する維持管理の合理化に資する技術は不十分

1)タブレットおよびロボットを用いた合理的な点検技術の開発

2) 簡易な補修技術の開発

3)通過交通の再分配を考慮した集約撤去する橋梁の特定技術の開発

4)劣化状態や補修後の小規模橋梁の力学性評価

5)ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ（DB）の改良や上記も加味したｺﾝｾｯｼｮﾝ化の可能性評価を含む管理業務の合理化

国交省
インフラメンテナンス新技術・体制等導入推進委員会

開設：2019年2月8日～

委員長：岩波光保（東京工業大学教授）

委員：植野芳彦 、木村嘉富、吉田典明

目的：地方自治体が取り組んでいる社会資本の維持管理に新技術導入を促進するための方策を検討する。

活動：自治体における新技術導入のためのマッチング支援や現場での試行を通じて、9月頃に「新技術導入の手引き」を作成する。

公共物の維持管理の特異性

	医療	車検	道路橋の維持管理
行為	検診・診察、手術、投薬	検査、修理	計画、点検、評価・判定、補修
行為者	医師	自動車検査員	資格者
受益者	病人	所有者	住民 利用者
依頼者	病人	所有者	自治体 管理者

受益者＝依頼者　　**受益者≠依頼者**

- ✓ 予防保全等の合理化が進みやすい
- ✓ 定期的な検診・検査の重要性を理解する

} リスク低減

- ✓ 官が枠組みを作成し、産学が技術を開発する
- ✓ 産がビジネス化する

} イノベーション

御礼

平成26年12月9日のKick Off Symposiumを皮切りに、産官学民の体制を築き、総力でチャレンジしてきた。皆様の御支援のお蔭で、将来に繋がる充分な成果をあげ、無事に5年間の活動を終えられた。

早期劣化橋梁に対する
載荷試験とモニタリング

金沢大学　理工研究域　地球社会基盤学系
深田宰史

早期劣化構造物に対するメンテナンスマネジメントシステム

チタンワイヤ
センサを用いた
腐食モニタリング

モニタリングによ
るひび割れ進展
の状況把握

ASRによる劣化状況の確認

北信越地方での
火山岩系骨材により
発生したASR劣化橋
梁マップと岩石分布

モニタリング

現地調査・点検

北信越地方のインフラ構造物を
効率的に維持管理する
メンテナンスマネジメントシステム
を構築！

対　策

分析・試験

評価・判定

プレキャストPC床版への取替え

フライアッシュの有効利用
（環境負荷低減，地産地消）

流電陽極材による
腐食緩和

シラン系
表面含浸材

データベース化

衝撃載荷試験装置
による床版劣化診断

早期劣化構造物に対するモニタリング

ASRによる亀裂変位
進展モニタリング

石川県との連携

腐食モニタリング

塩害劣化による
構造モニタリング

国交省　高田河川国道事務所との連携

走行荷重モニタリング

劣化橋梁に対するモニタリングの必要性

例えば・・・ASRによるひび割れ（亀裂変位）が進展中であるのか？

⇩

目視点検だけではその時点の状況しかわからない

活荷重載荷による影響は？

温度変化による影響は？

長期的なモニタリングが必要である

モニタリングすることにより，これまでの経緯から傾向を把握できる．
さらに，これからの推定が可能になる．

～藤野先生の講演から～

個体のばらつきが大きいものに対して，様々な経験を積んで，
想定外をなくすことがモニタリングすることの意義

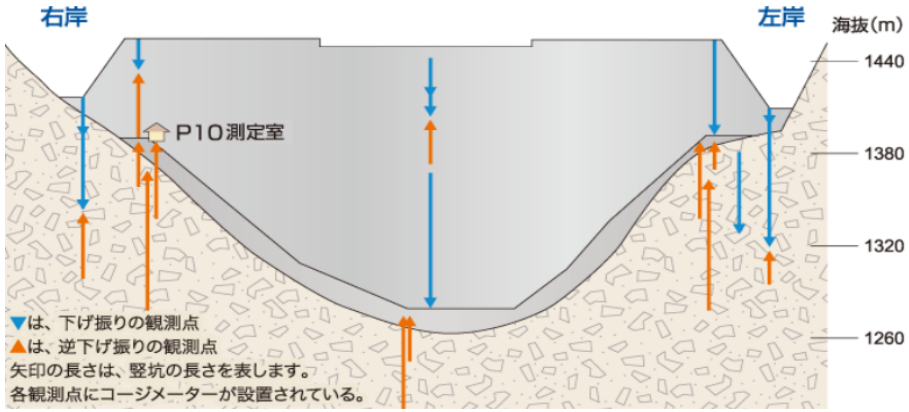
何をモニタリングするべきか？

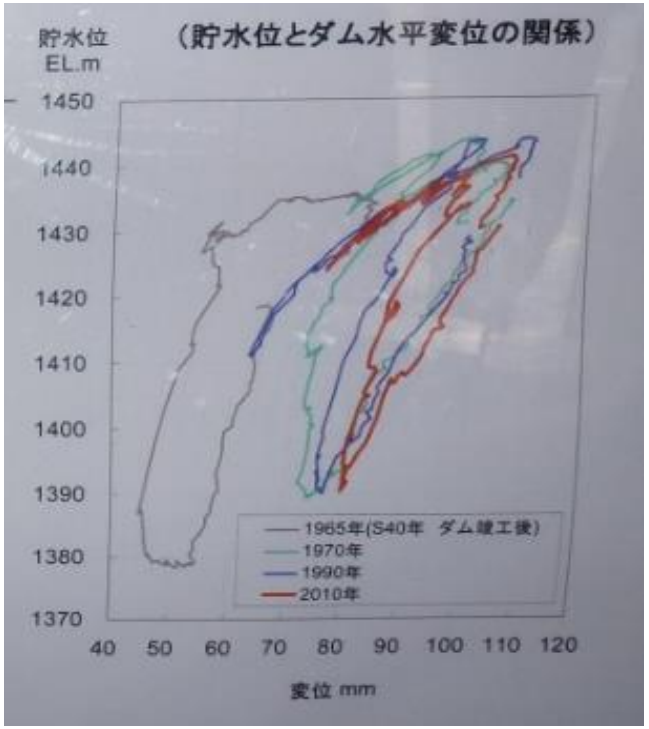
低次，高次の振動数，振動モード（MACなど）を使用した評価

評価できないことはないが・・・

剛性，耐力を直接評価できるたわみ（変形量）の評価がよい

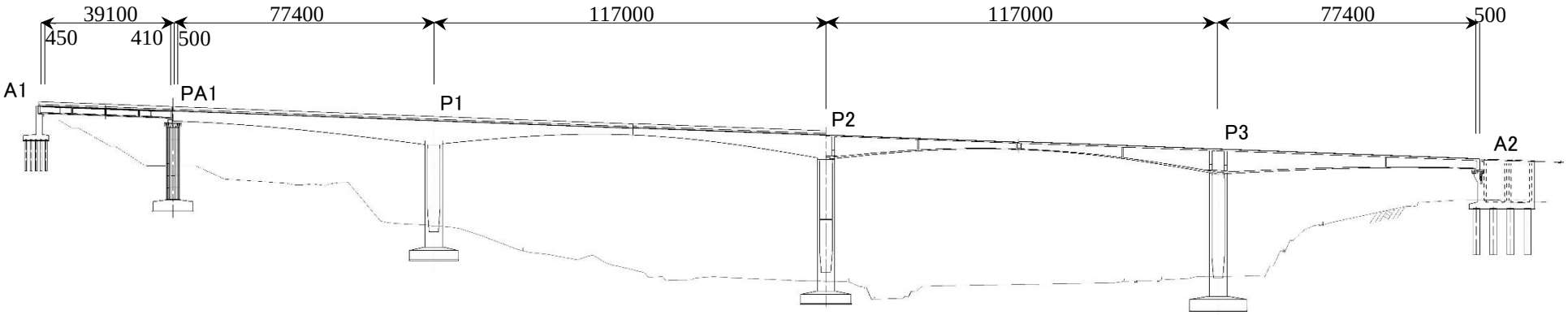
竪坑の配置（下流から見た堤体）





ASR劣化橋梁を対象とした長期モニタリング

竣工：1978(S53)年6月



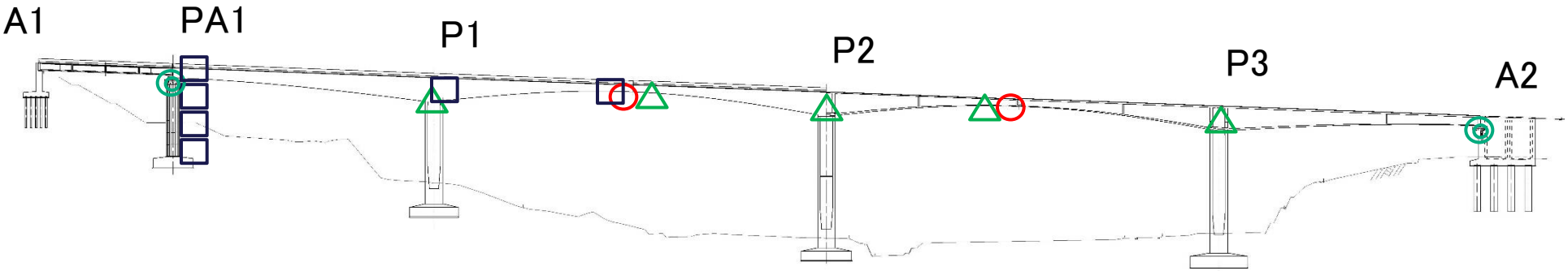
上部構造
単純ポステンPCT桁橋
＋4径間連続PCTラーメン橋

下部構造
A1橋台　逆T式橋台
PA1橋脚　壁式橋脚
P1～P3橋脚　中空橋脚
A2橋台　箱式橋台

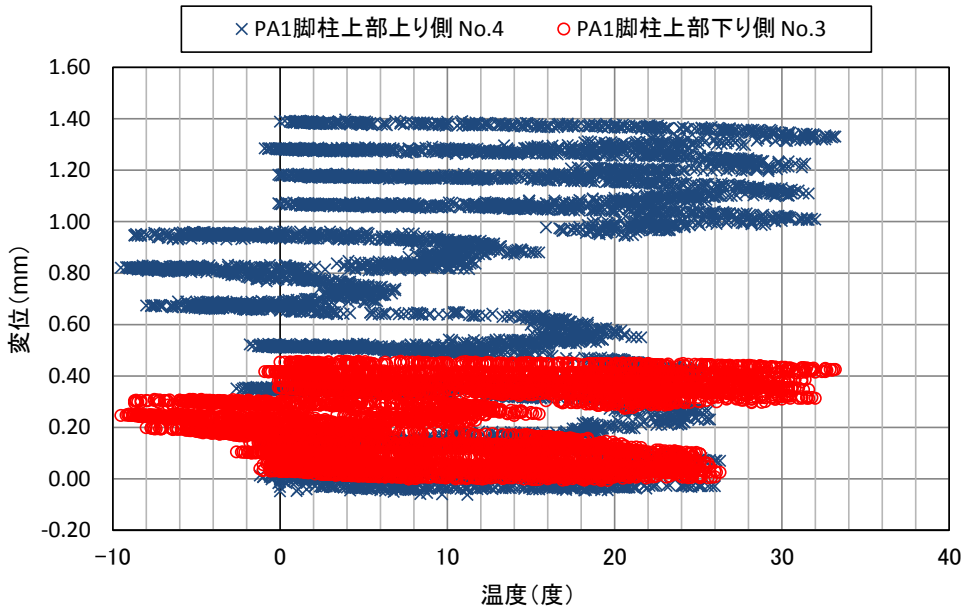
長期モニタリングにおける測定項目

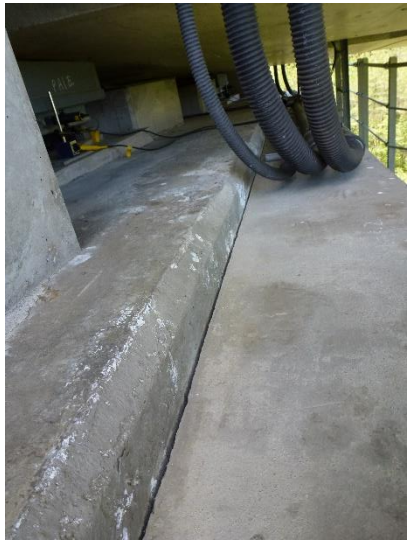
○ ジョイント部の変位（3軸）
◎ 弾性支承部の変位（2軸）
△ 傾斜計（2軸）
□ 亀裂変位計

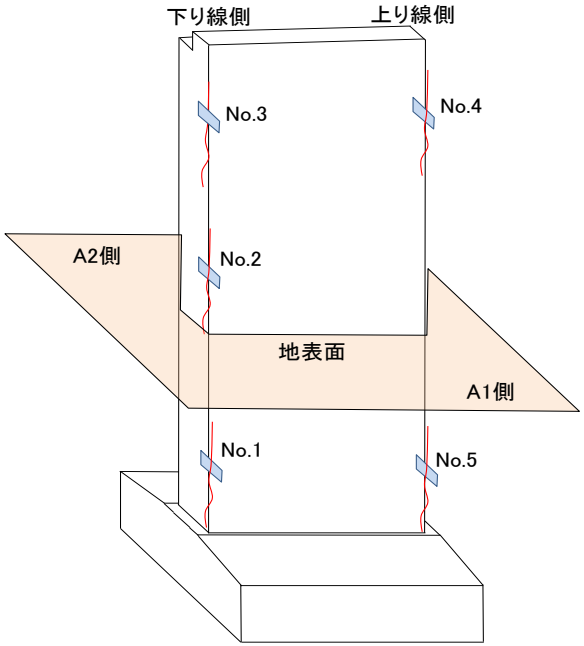
たわみ計測が難しい
場所は傾斜角で代用



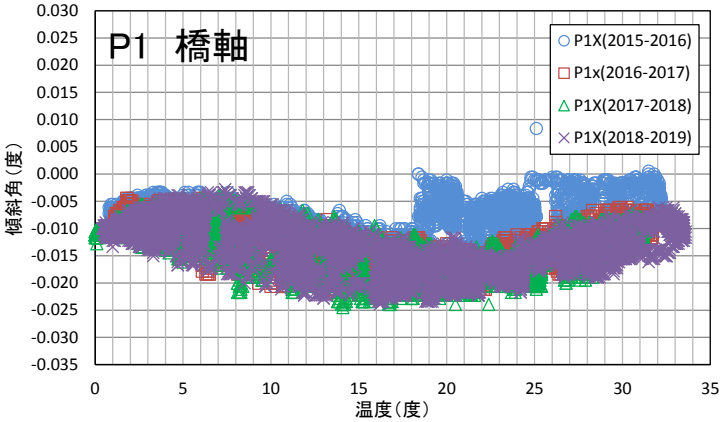
ASRによるひび割れの進展状況

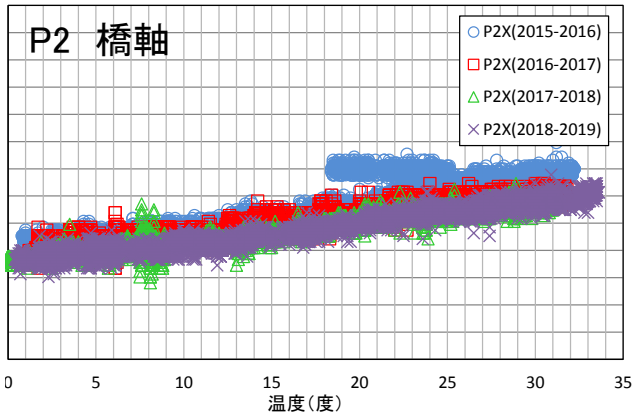


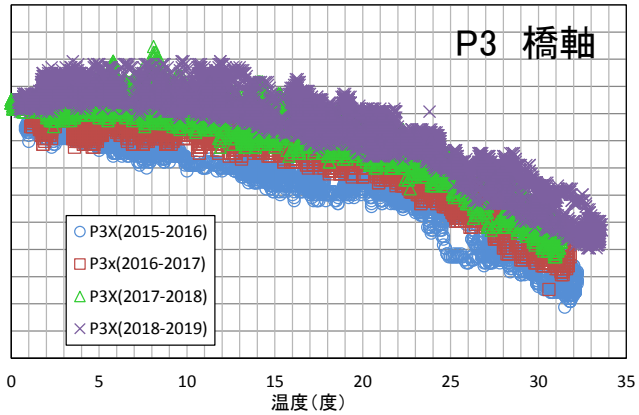


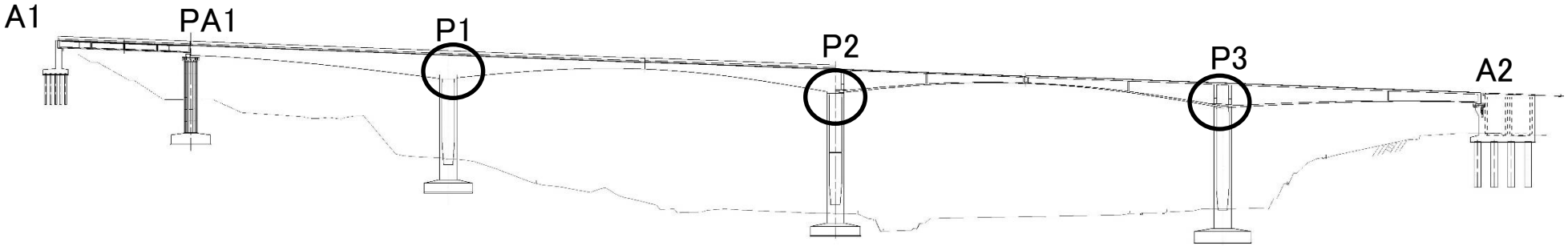


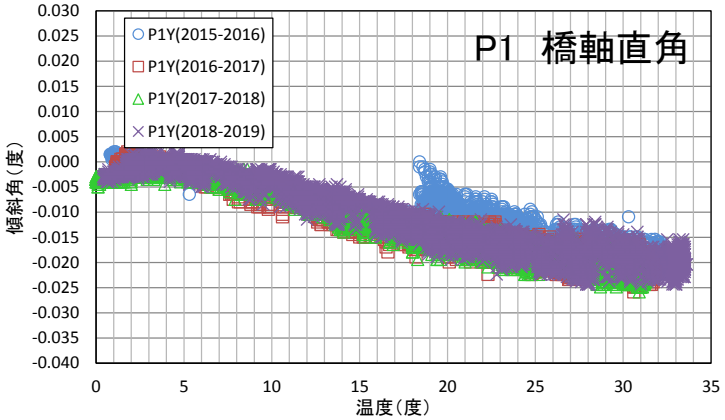
モニタリング結果（傾斜角）

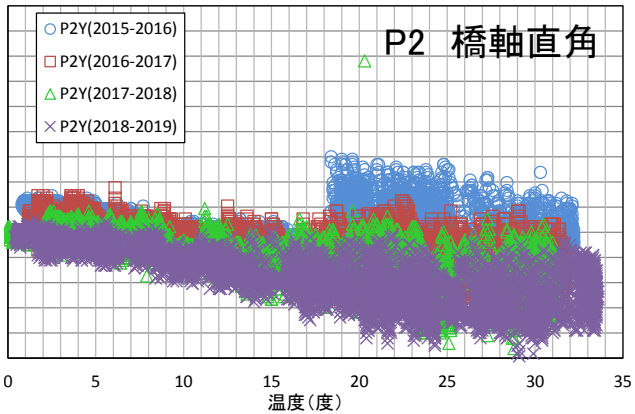


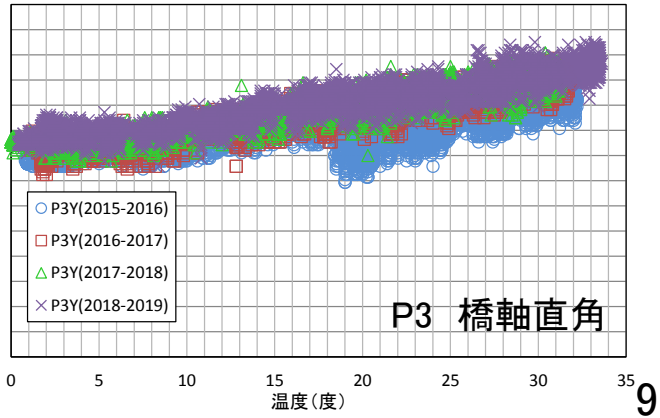




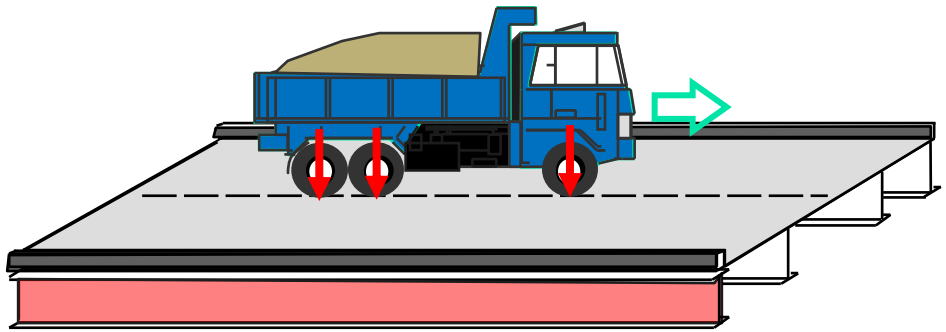


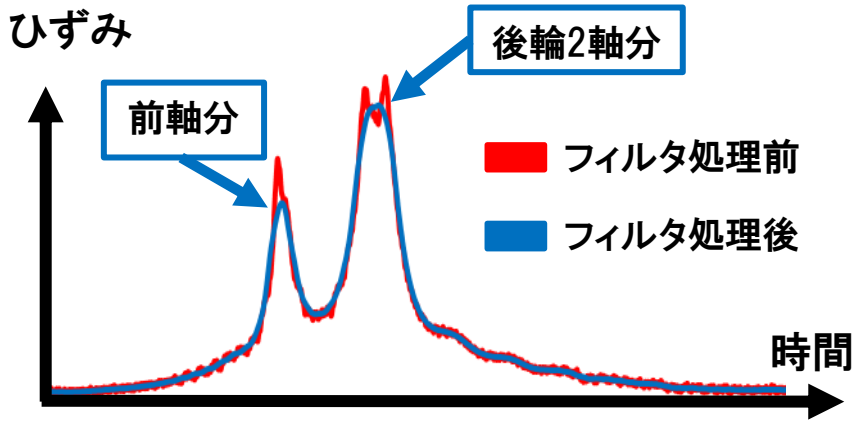




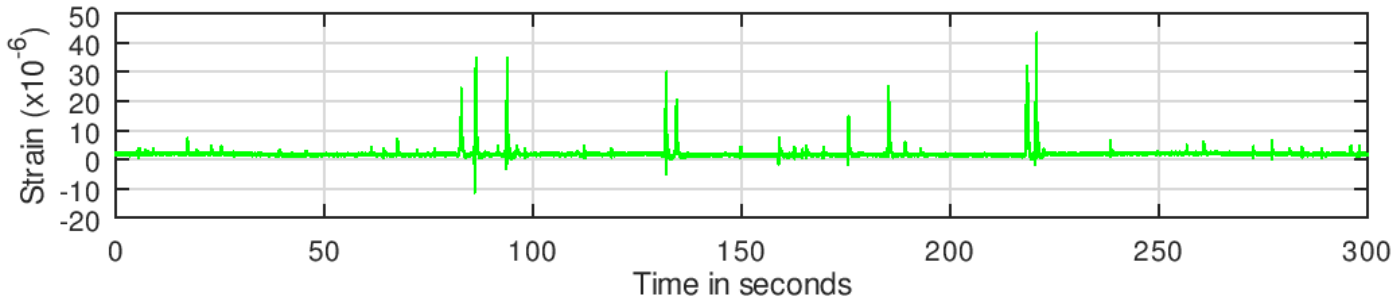


走行荷重モニタリング

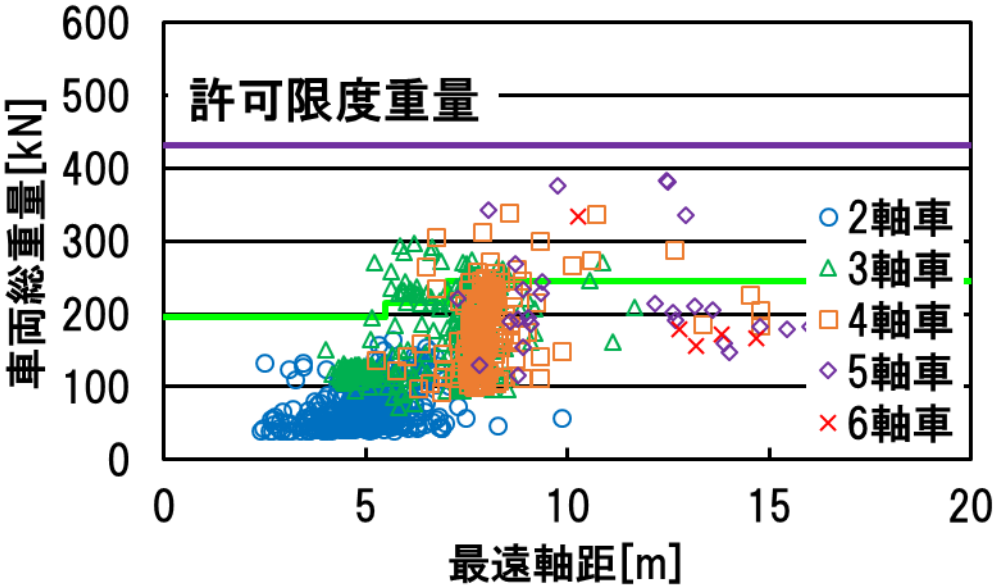




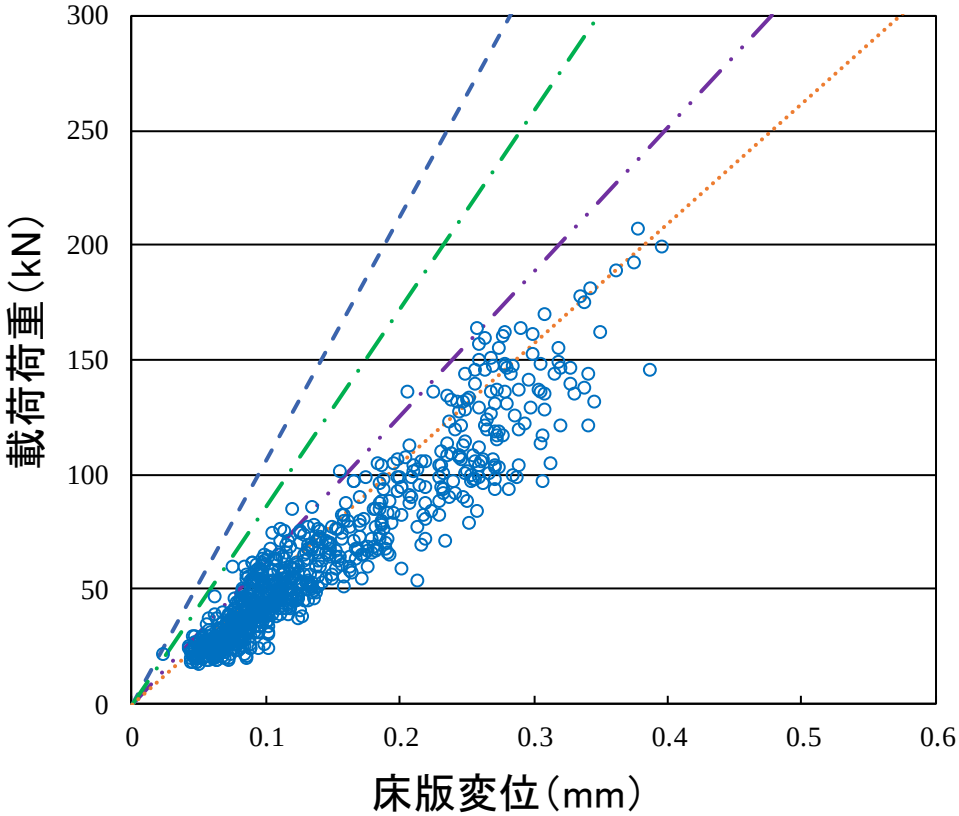
時刻歴応答波形(床版ひずみ)



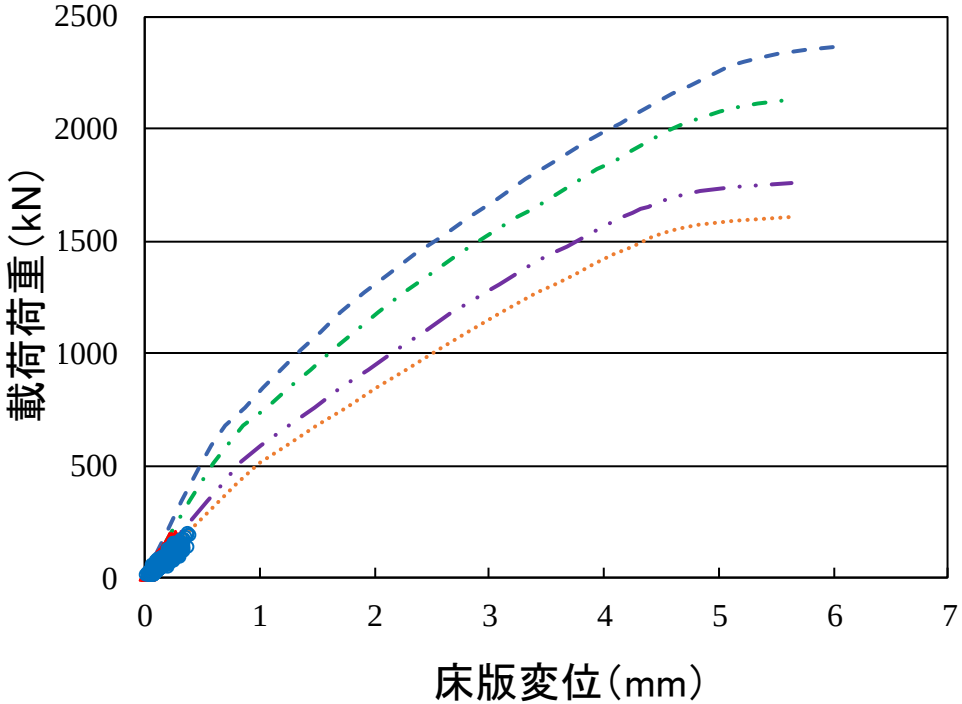
走行荷重データから得られるもの



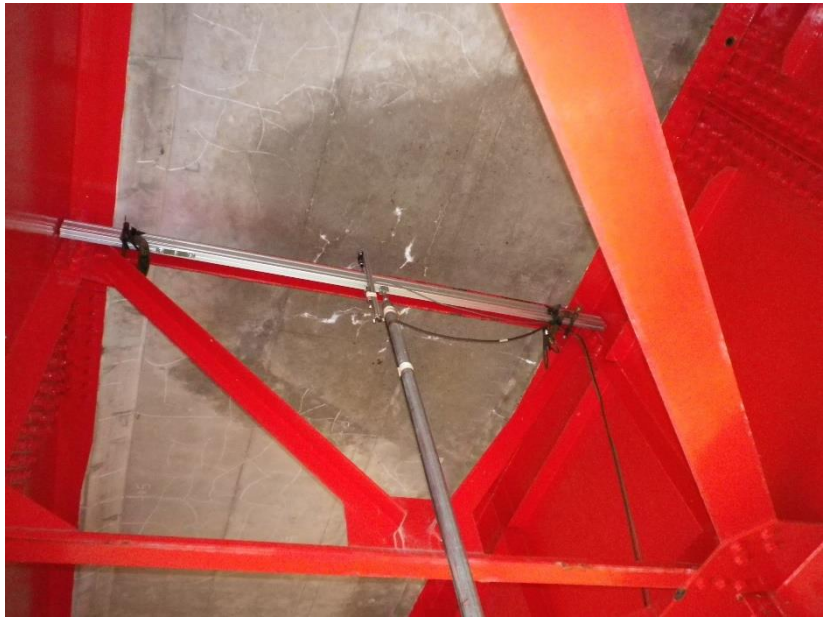
荷重－変位関係による床版剛性の評価

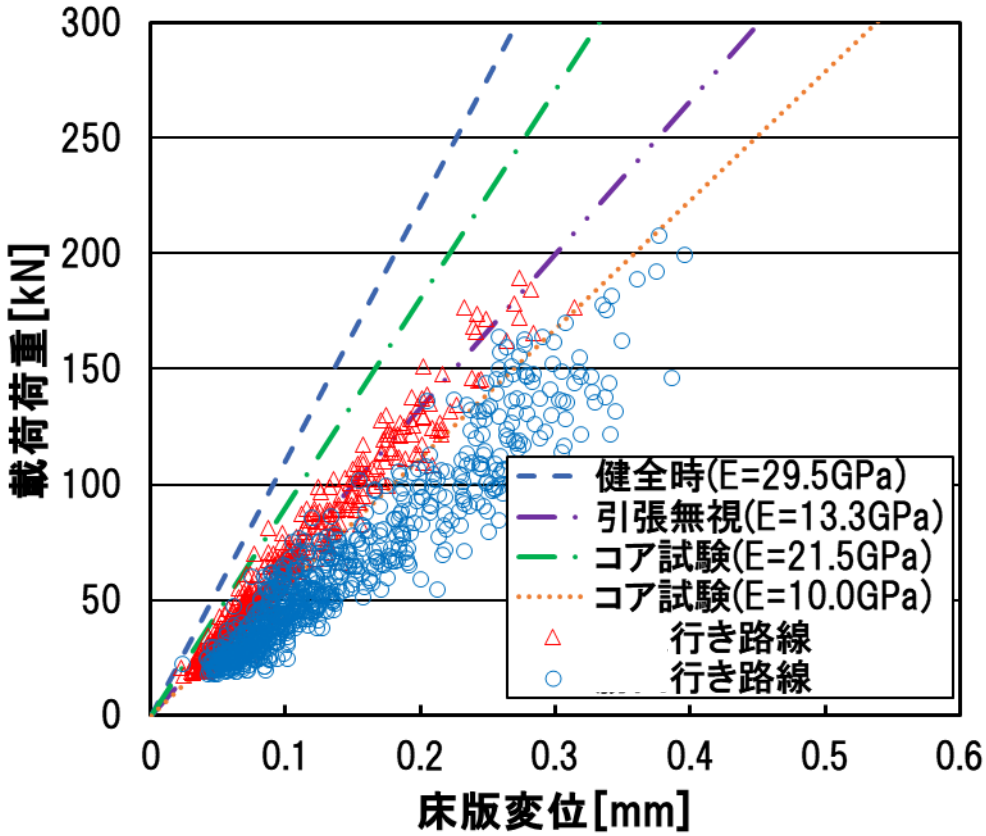


荷重－変位関係による床版残存耐力



床版変位と載荷荷重の関係

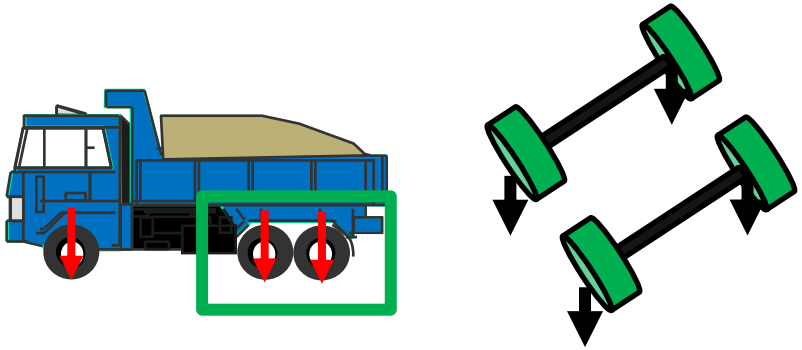




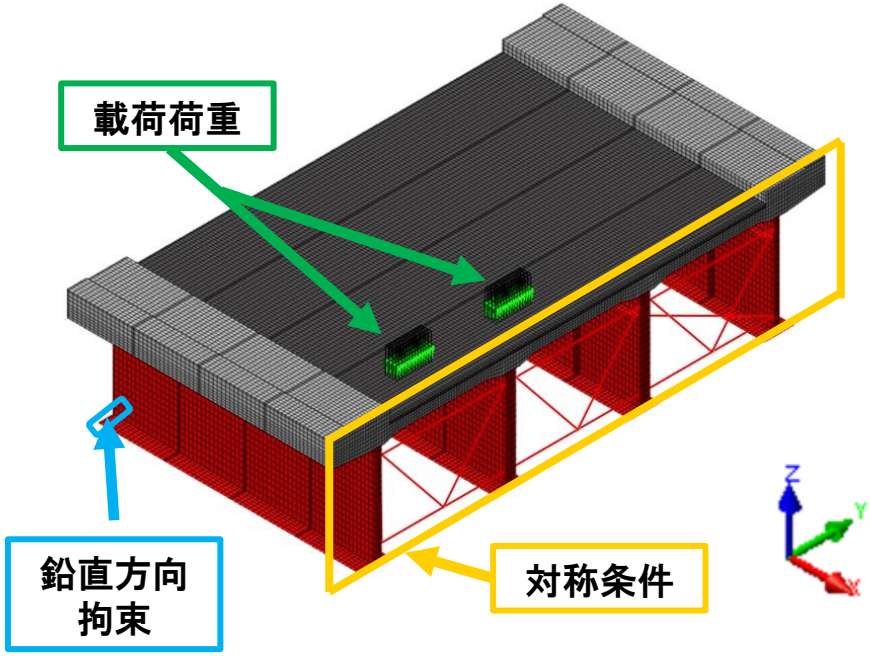
一般車を対象とした床版変位と載荷荷重の関係から床版の剛性を評価できる

数値解析

解析ソフト：DIANA10.1
モデル化範囲：床版パネル2枚分
境界条件1：橋軸方向に対称条件（1/2モデル化）
境界条件2：下フランジの端部を鉛直方向に拘束
載荷荷重：試験車両の後輪2軸をモデル化

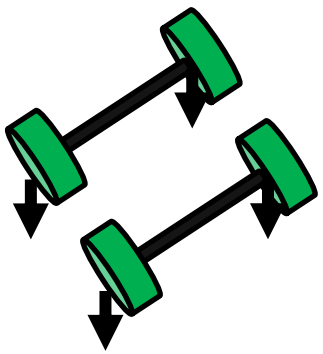


載荷荷重のイメージ
（後輪2軸）

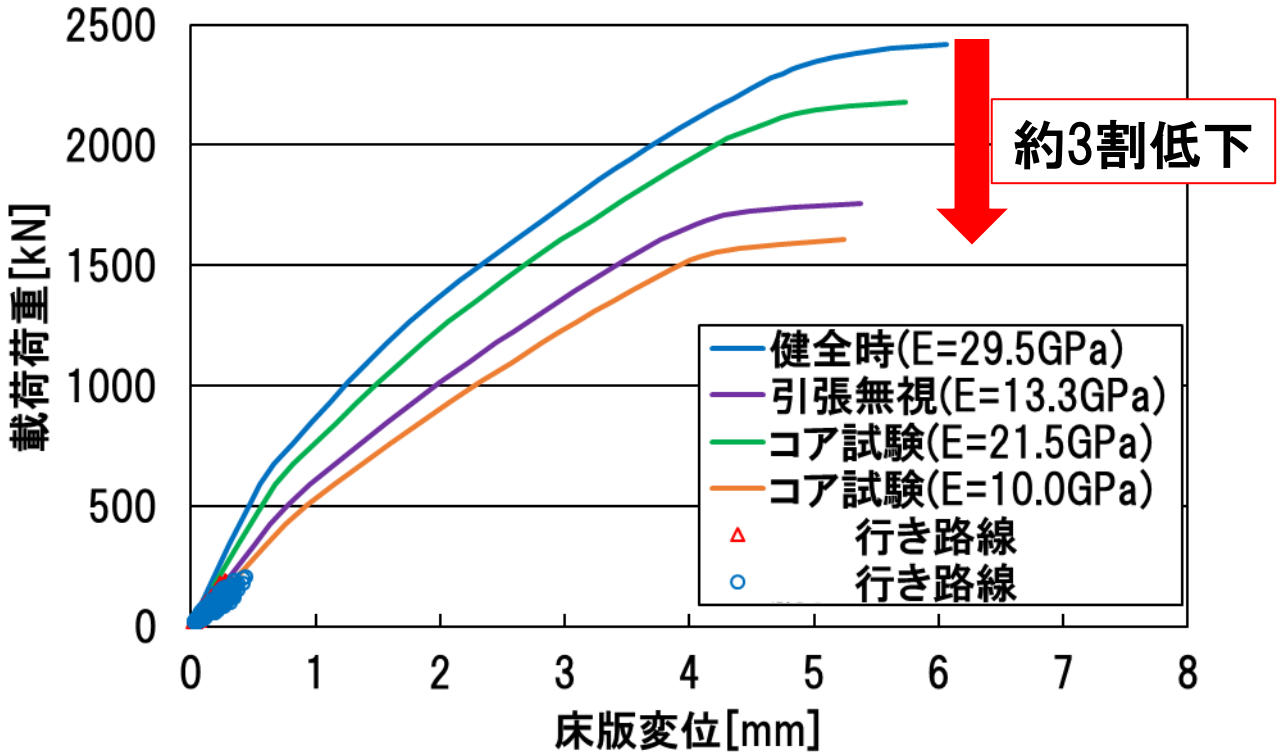


版としての剛性と耐荷力を評価するために，コンクリートの物性値を変化させて，弾塑性解析を実施した

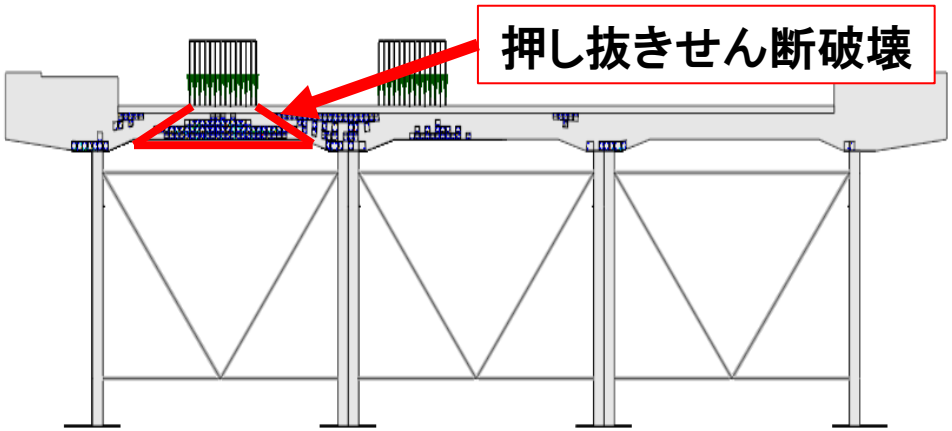
耐荷力評価



載荷荷重のイメージ

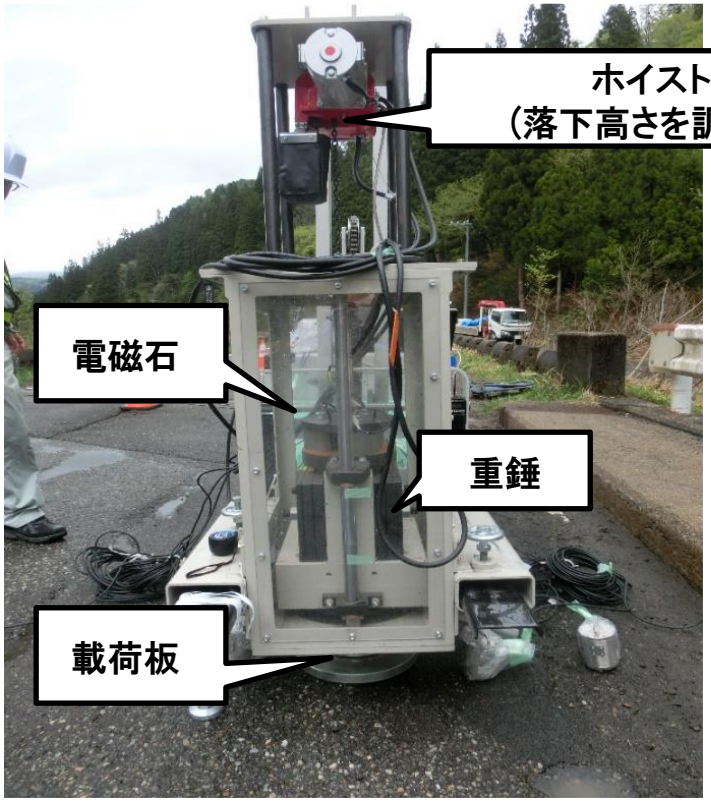


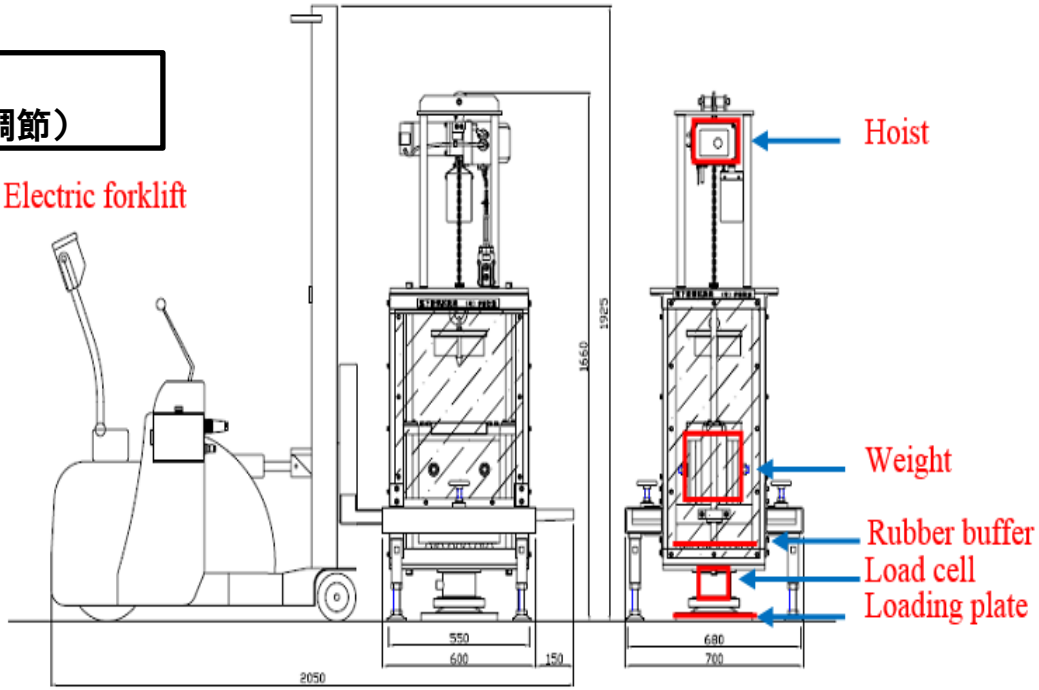
走行荷重計測と数値解析
から残存耐力を推定できる



ひび割れ図(最大荷重時)

SIVE（Self- propelled Impact Vibration Equipment：自走式衝撃加振装置)を用いた試験





円錐ゴムの緩衝装置

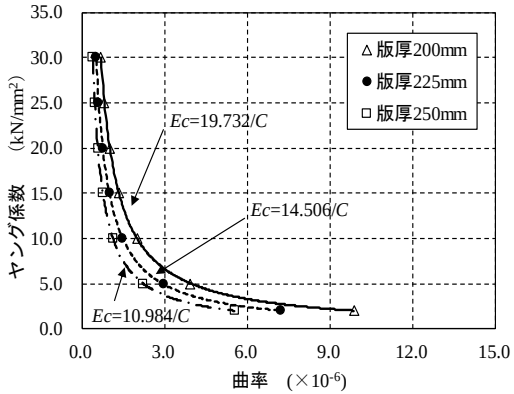
曲率を用いた床版の健全度診断

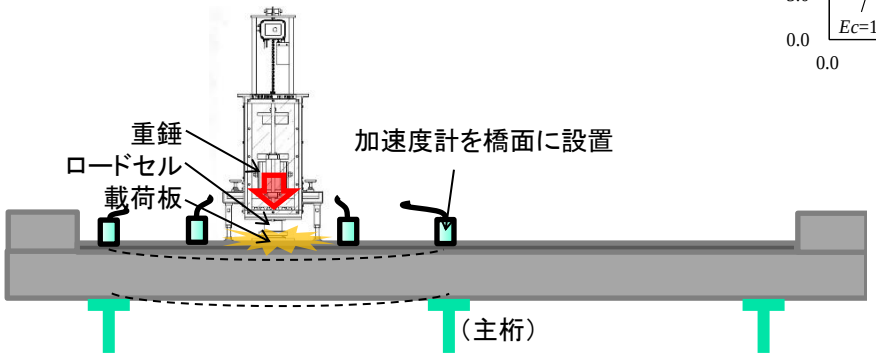
苅安第一橋（国道157号）

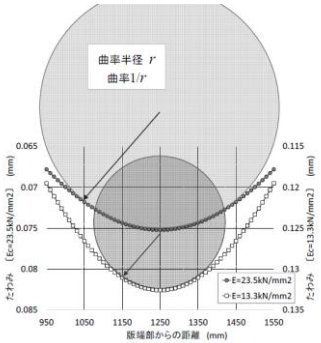
桧木橋（国道157号）

八尾大橋（富山市，市道）

衝撃加振から曲率を算定
→　床版のヤング係数を推定
→　対策方法の検討へ活用







阪神高速道路

特徴　**劣化床版の健全度を簡易に診断**

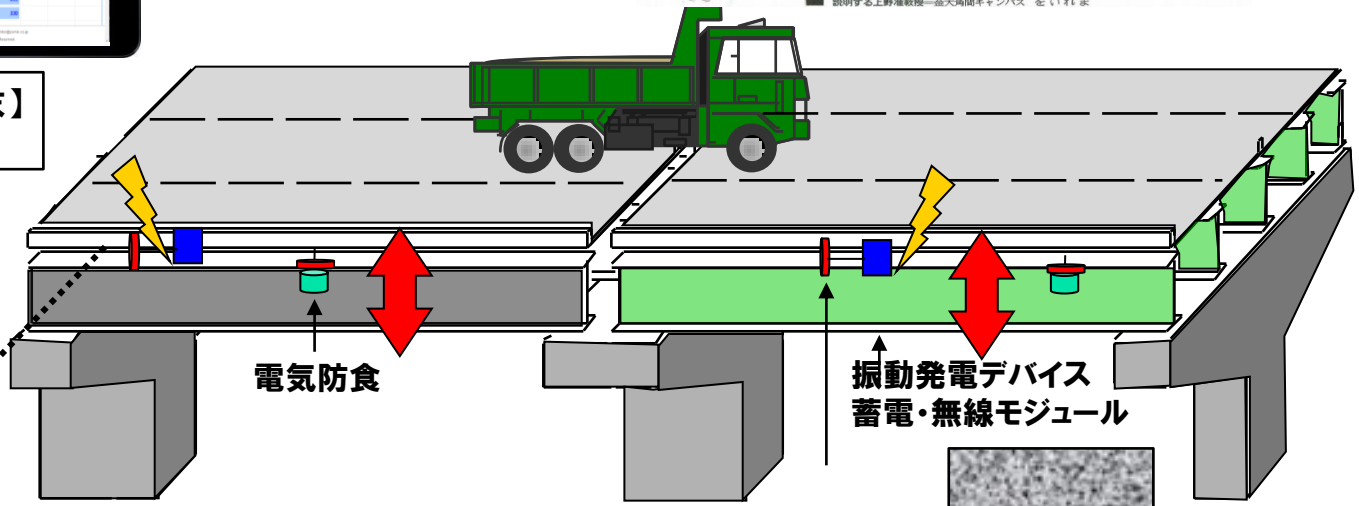
橋梁ヘルスモニタリング

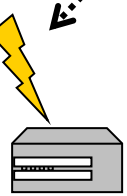
振動発電を利用した鋼材の腐食モニタリング
（2018.9. 地域イノベーションエコシステムプロジェクトに採択）

チタンワイヤセンサにより
腐食状況を計測，無線送信
（1日に1度程度の頻度で十分）

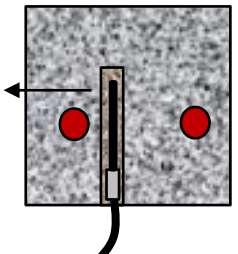
振動発電を実用化
金大と県内企業が装置開発
揺れあれば半永久的に稼働
防災システム、防犯機器に
「数兆円市場」来夏量産へ

【モバイル端末】
簡単に診断

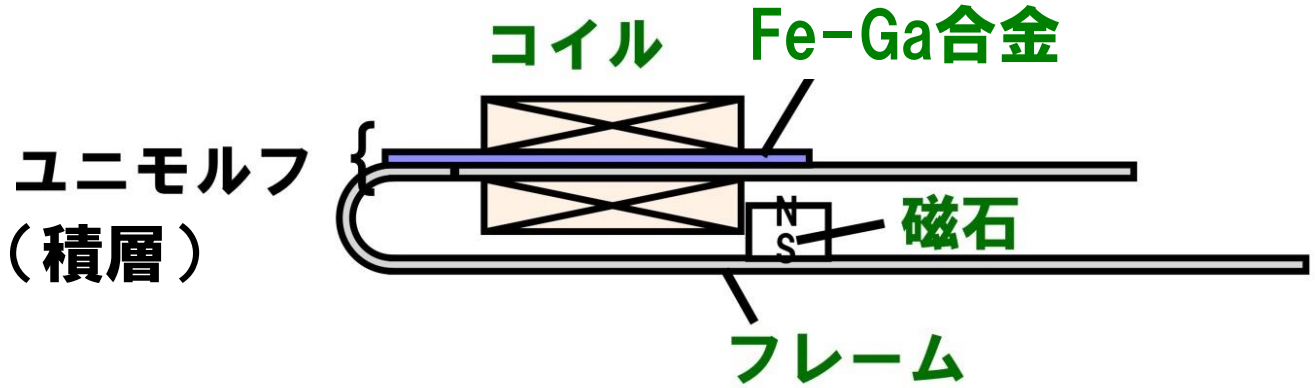




モニタリングデータ送信

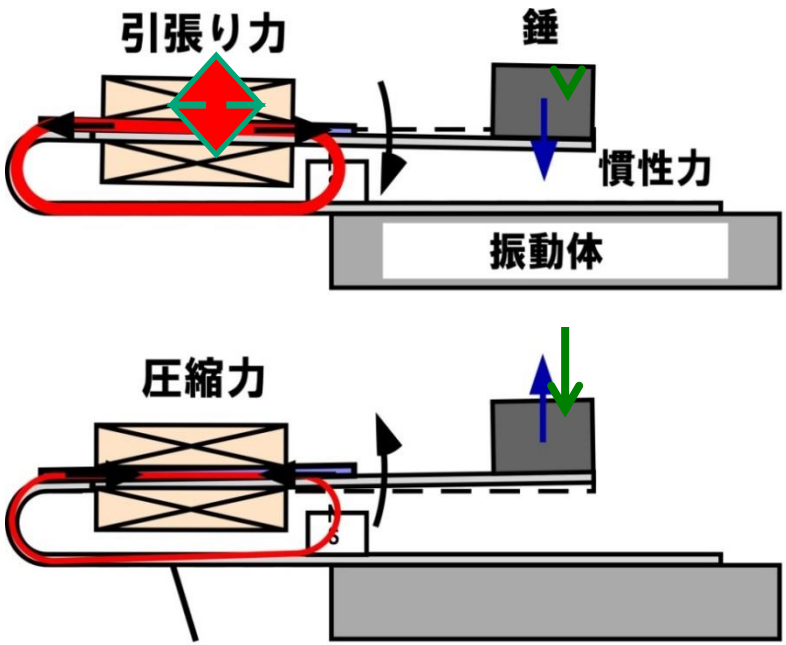


チタンワイヤー
センサ

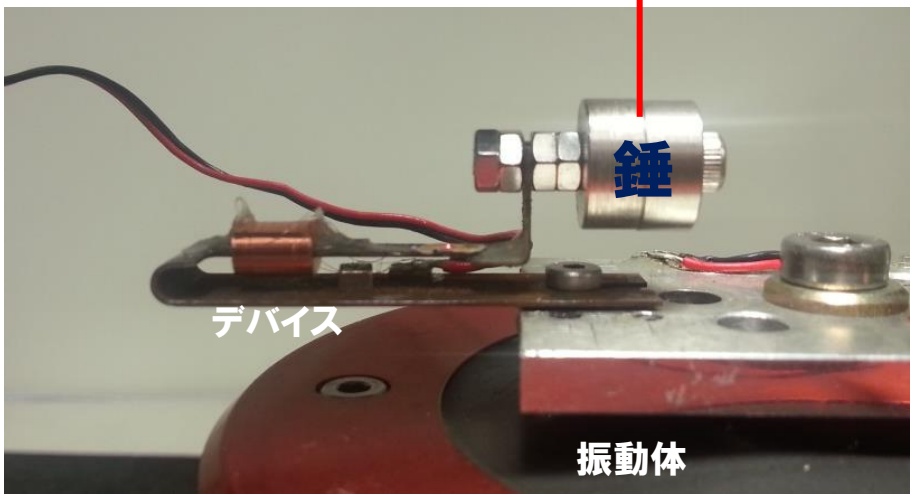


逆磁歪効果
変形すると磁化の変化
が生じる

磁歪効果
磁化すると伸びる



共振周波数の調整のため



逆磁歪効果による磁束変化
この閉磁路を流れ、鎖交磁束の変化でコイルに起電力が発生

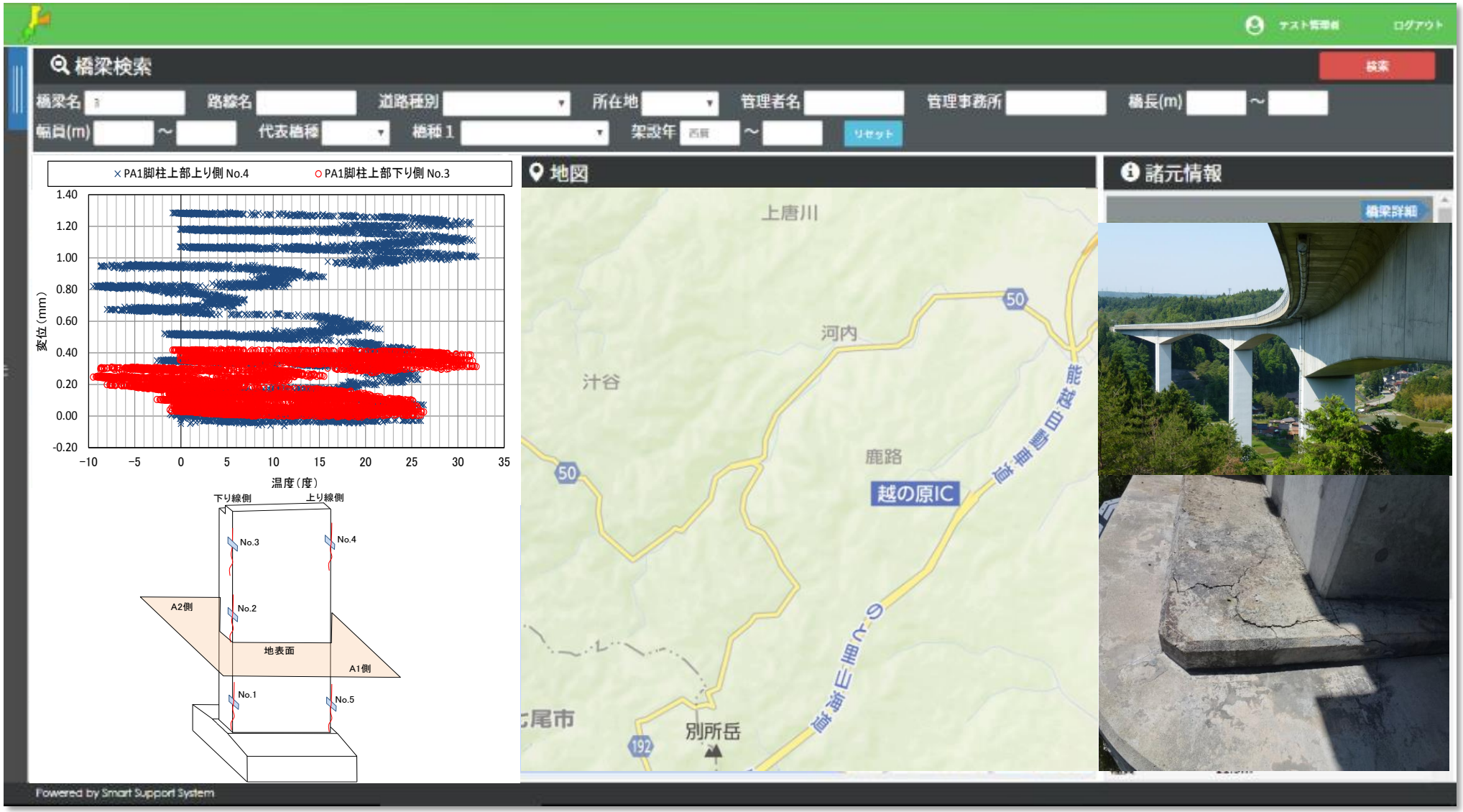
データベースシステム

橋梁情報

点検情報

補修情報

データベースとモニタリングデータの統合管理



ASR劣化構造物の橋梁点検時における簡易補修

金沢大学
久保　善司

対策工法の変遷

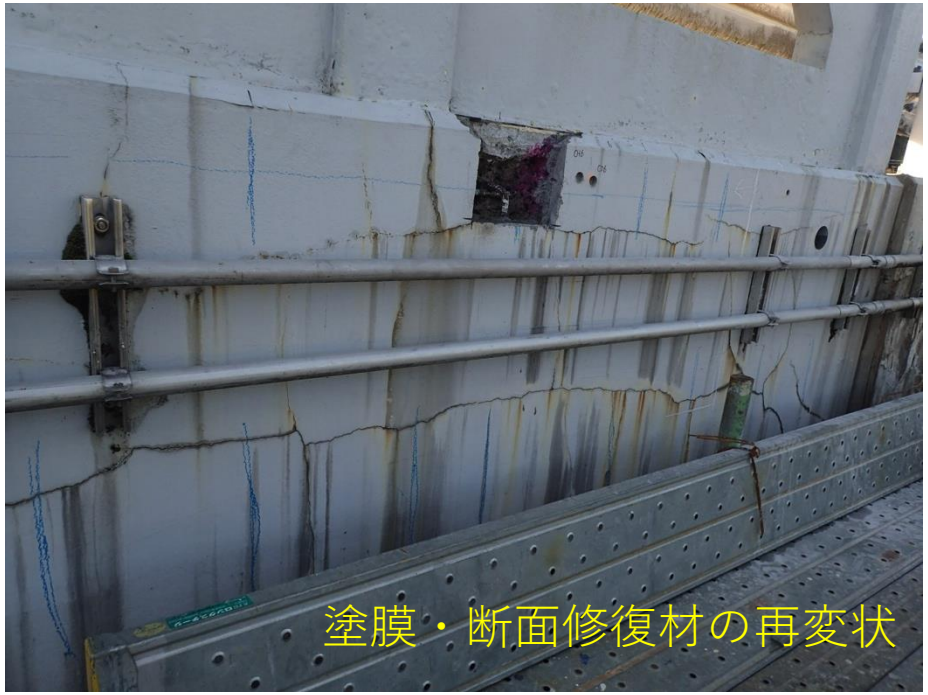
1980年代	1990年代	2000年以降
塩害・ASR 早期劣化	再劣化・ 再変状	鉄筋破断
遮水系 表面保護	撥水系 弾性ゴム系 表面保護	力学的な拘束 性能回復・向上の対策 亜硝酸リチウム圧入

効果検証：モニタリングが必要

再変状が生じやすい　⇔　対策効果が未検証

対策時点，対策以後の膨張進展が不明

再劣化後の鉄筋腐食



再変状の原因
　対策後の膨張継続（膨張余力大）
　背面側からの水分供給

ひび割れからの水分・酸素の供給
→ 内部鉄筋の腐食進行

膨張余力のモニタリング：適切な時期での対応
ひび割れからの劣化因子は抑制しておく

健全度

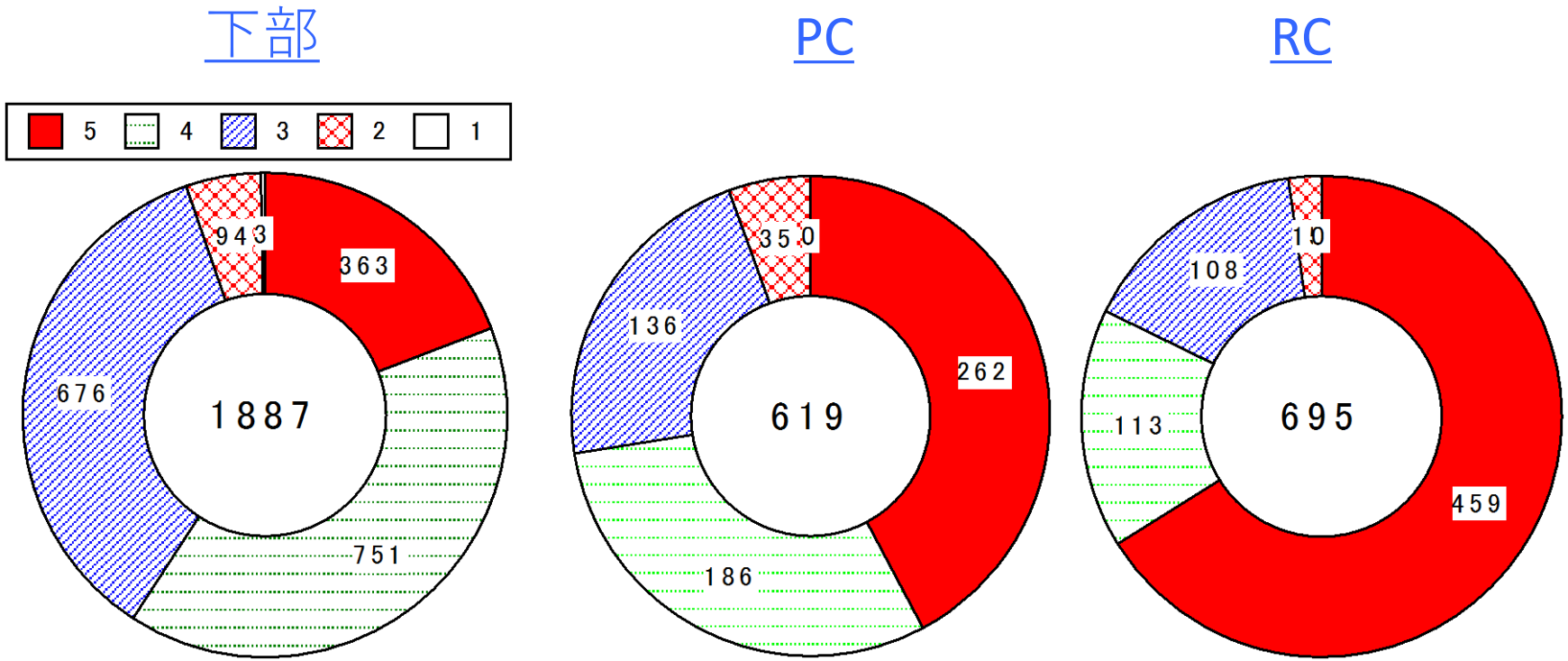
健全度	一般的な状況
5	点検の結果から，劣化損傷が認められない
4	損傷が認められ，その程度を記録する必要がある
3	損傷が認められ，追跡調査を行う必要がある
2	損傷が大きく，追跡調査を実施し補修・補強の要否の検討を行う必要がある
1	損傷が著しく，交通安全確保の支障となる恐れがある

健全度４（エフロ）

健全度３（漏水，**ひび割れ**）

健全度２（漏水，ひび割れ）

健全度の割合



健全度3,4 環境あるいは劣化要因によっては、早期劣化の予備軍

予算制約によって経過観察されているものがほとんど

限られた予算において、効率的な予防・抑制対策が必要

劣化リスク分類結果

下部工　1887橋対象

	A	B	C	D	E	Eh	F	Fh	G	Gh	H	Hh
飛来塩分による塩害発生	有	有	有	有	無	無	無	無	無	無	無	無
ASRの発生	有	有	無	無	有	有	有	有	無	無	無	無
凍結防止剤の影響	有	無	有	無	有	有	無	無	有	有	無	無
塩害リスク	–	–	–	–	無	有	無	有	無	有	無	有
下部工(橋)	16	23	85	99	66	17	100	46	467	186	594	188
割合(%)	0.85	1.22	4.50	5.25	3.50	0.90	5.30	2.44	24.75	9.86	31.48	9.96

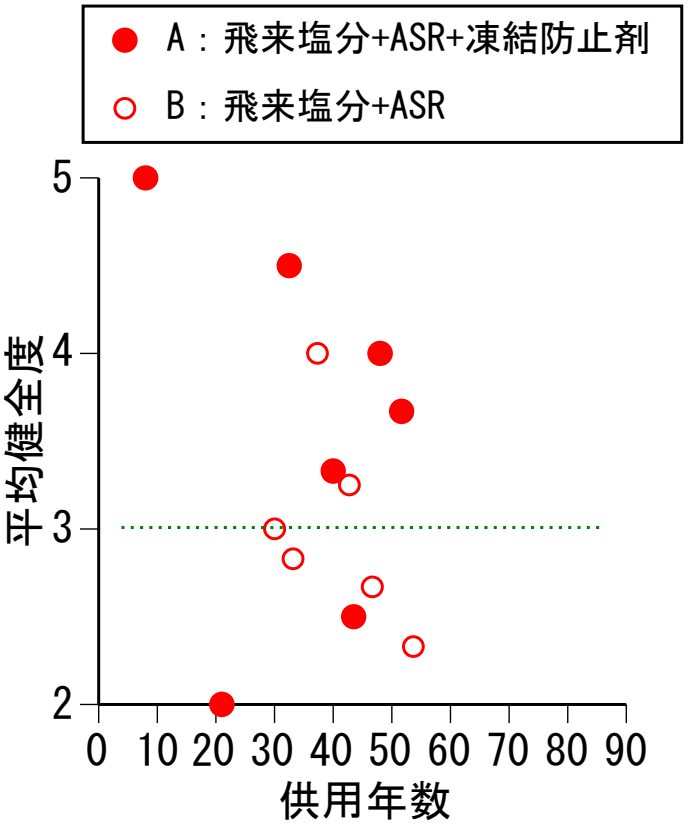
100年内に腐食が生じる可能性のある橋梁(A,B,C.D)　223橋（11.8%)

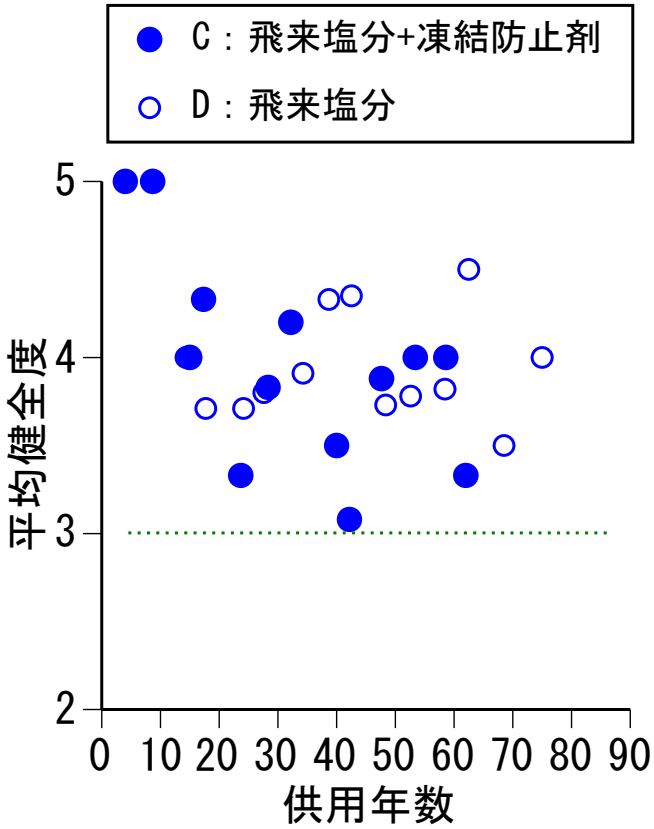
飛来塩分のみの影響(A)　99橋(5.25%)

劣化リスク有（H,Hh以外）　6割程度

飛来塩分による塩害以外の劣化リスク (E,Eh,F,Fh,G,Gh)　882橋（46.7%）

劣化リスクと劣化推移



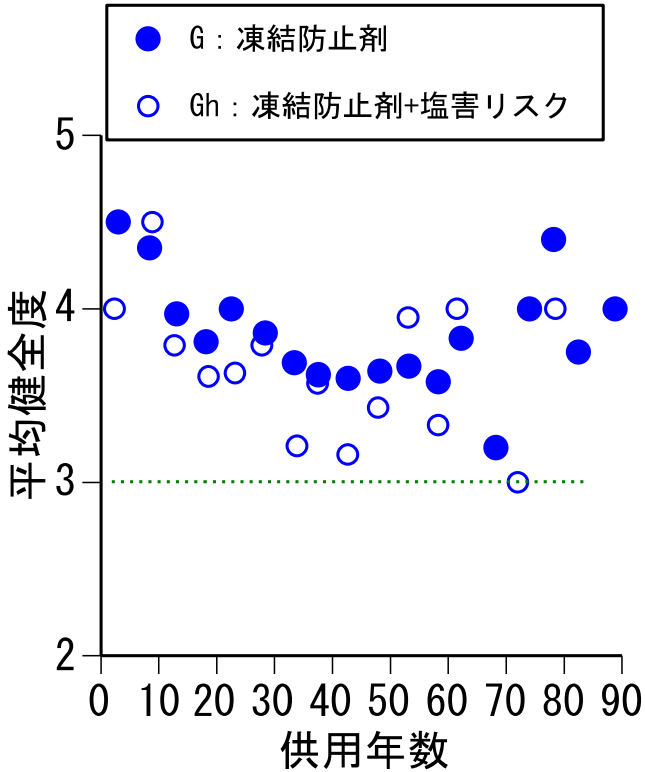


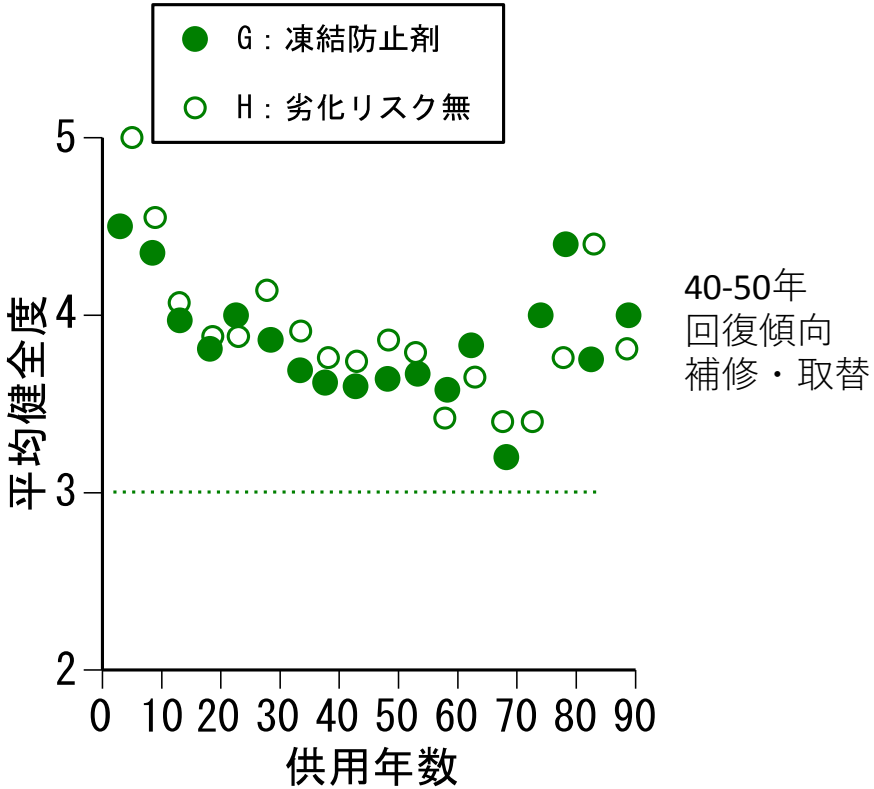
ASRとの複合劣化による影響大

凍結防止材の影響有
飛来塩分+凍結防止剤はA,Bより緩やか
腐食発生・変状発生まで期間を要する

ASRのひび割れ、凍結防止剤　→ 劣化を促進

劣化リスクと劣化推移　凍結防止剤の影響





凍結防止剤+塩害リスク
健全度低下大

劣化リスク無よりも凍結防止剤単独のもの
健全度低下若干

凍結防止剤　→ 劣化を促進

簡易補修による対策が有効な事例

上部構造　健全度2

原因
かぶり不足

鉄筋の防錆
+表面含浸

簡易補修による対策が有効な事例

上部構造　健全度3

鉄筋防錆 表面含浸

ひび割れ含浸，表面含浸

簡易補修による対策が有効な事例

上部構造　健全度3

ひび割れ or 表面含浸

ひび割れ含浸

環境要因は要チェック　←劣化要因分析

簡易補修による対策が有効な事例

上部構造　健全度3

ひび割れ含浸

表面含浸

簡易補修による対策が有効な事例

継手近傍、桁端部、車歩道境界、耳桁

簡易補修による対策が有効な事例

簡易補修のみでは難しいケース
構造性能に問題があるかの検討の上
場合によっては，補修規模も小さくなる

上部工　健全度2

環境要因は要チェック
←劣化要因分析

簡易補修

定義

点検と同時に実施可能

簡単な道具と材料のみで施工

施工技術の熟練度を要しない

劣化因子の侵入を抑制・抑止

恒久的な対策ではない!!

種類

シラン系表面含浸

シラン系表面含浸材によるひび割れ補修

表面含浸+ひび割れ補修

叩き落とし+鉄筋防錆

有効な事例 (経過観察中)

① 漏水の影響を受けている構造物

② 凍結防止剤の影響を受けている構造物

③ASR等によるひび割れが存在している構造物

④飛来塩分の影響を受けている構造物

簡易補修　試験施工事例

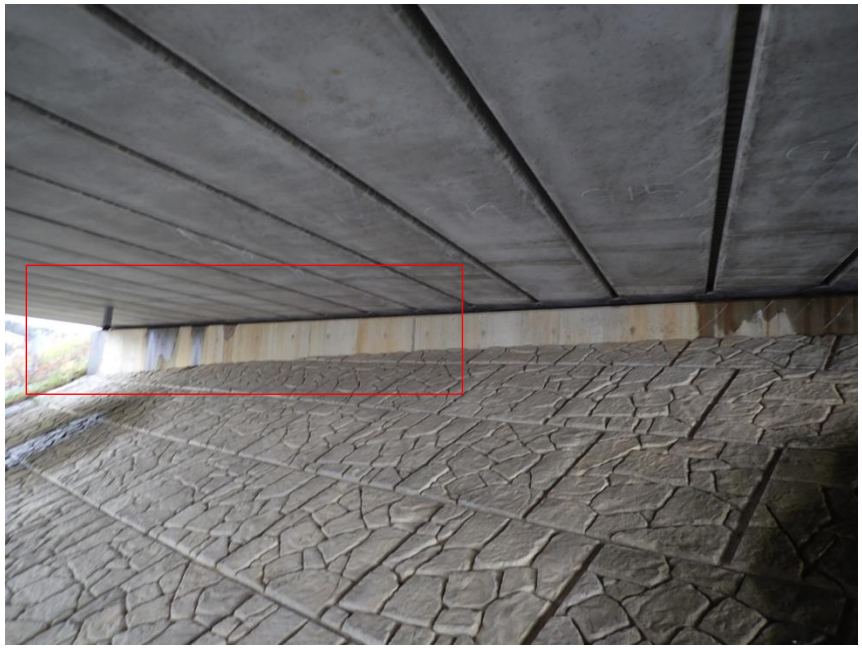
対象橋梁A　　継手部および車歩道境界からの漏水の影響を受ける橋梁
海岸から338m 橋長54m PCポストテンションT桁橋
桁端部3m

シラン系表面含浸
スプレー含浸

適用面積→質量管理

簡易補修　試験施工事例

対象橋梁B　　汽水および漏水の影響を受ける橋梁
海岸から360m 橋長79m
橋台堅壁部



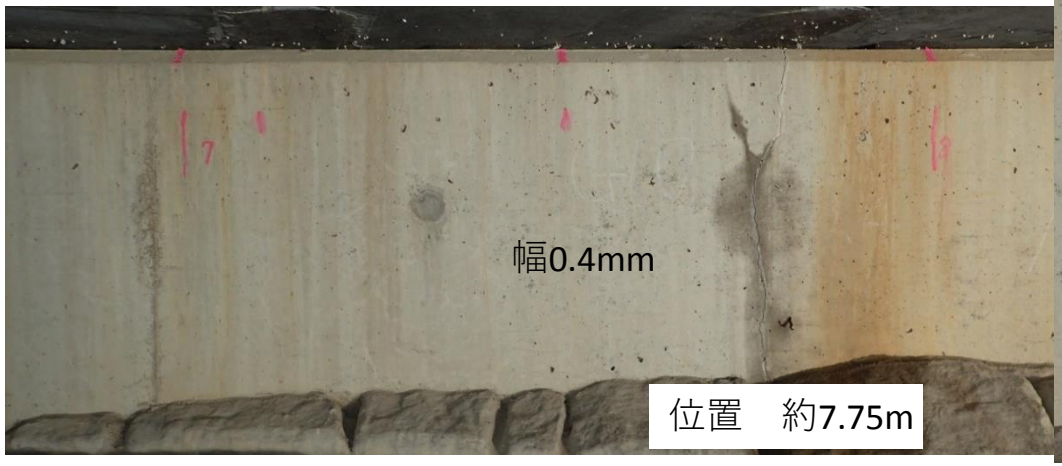
0-3m

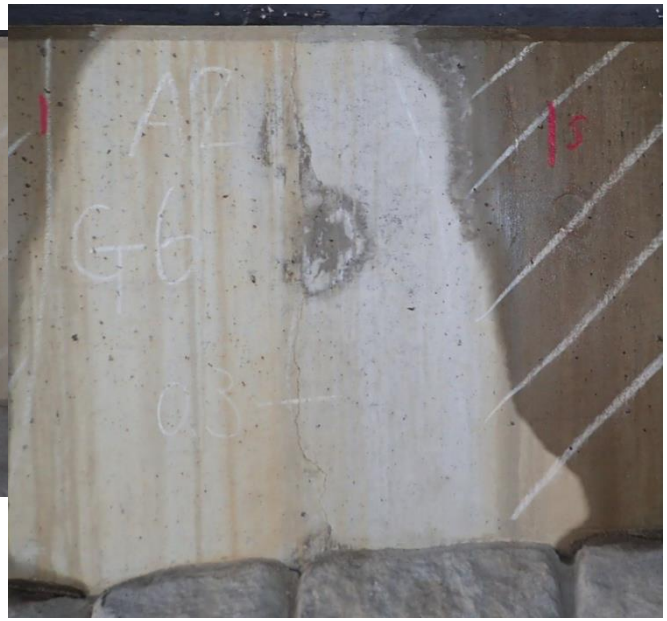
3-6m

6-9m

簡易補修

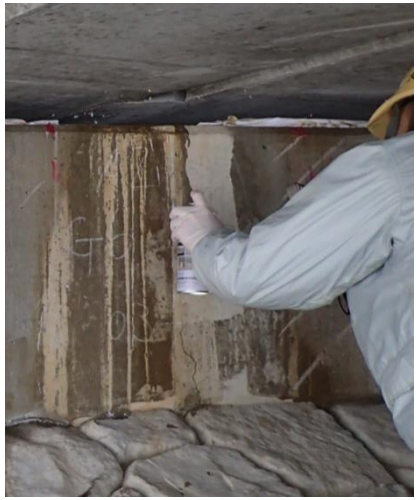
ローラー含浸　2m～8.75m（中分）
スプレー含浸　ひび割れ含浸





簡易補修

ローラー含浸　2m～8.75m（中分）
スプレー含浸　ひび割れ含浸



簡易補修

含浸直後

漏水の影響の有無　浸透性が異なった

簡易補修　約1ヶ月後

補修前

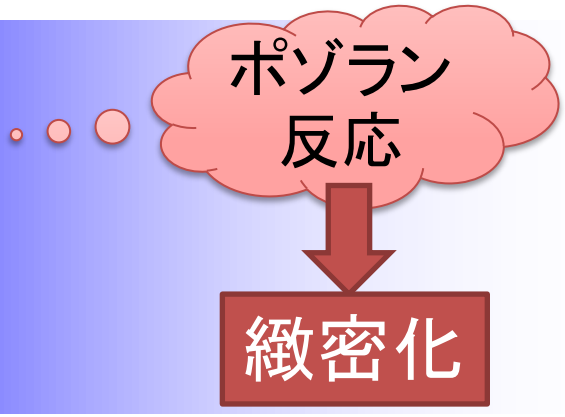
約1ヶ月後

外観観察結果から撥水性を確認

持続可能な
社会を目指して

北陸SIP地域実装活動の最終成果報告会

フライアッシュコンクリートの地域標準化に向けた取り組み



（1）取り組み
（2）水和発熱の抑制
（3）高強度コンクリートへの対応
（4）再生骨材コンクリートへの添加
（5）最新の使用実績

2019年 3月 13日

富山県立大学
環境・社会基盤工学科
伊藤　始

（1）取り組み
北陸地方でのFA適用の流れ

FA良質化

JIS工場増

供給ルート

低価格化

継続
拡大

学会誌

講演会

2011年　2013年　2015年　2017年

七尾
分級開始

有効利用促進
検討委員会

報告書発刊
（富山・石川）

敦賀
分級開始

報告書発刊
（3県版）

地区指定
七尾
嶺北・敦賀

SIP
採択

土木学会賞
（環境賞）

構造物
PCa部材
PC橋
鋼複合橋

発注機関
NEXCO
JR西日本
鉄道運輸機構
自治体

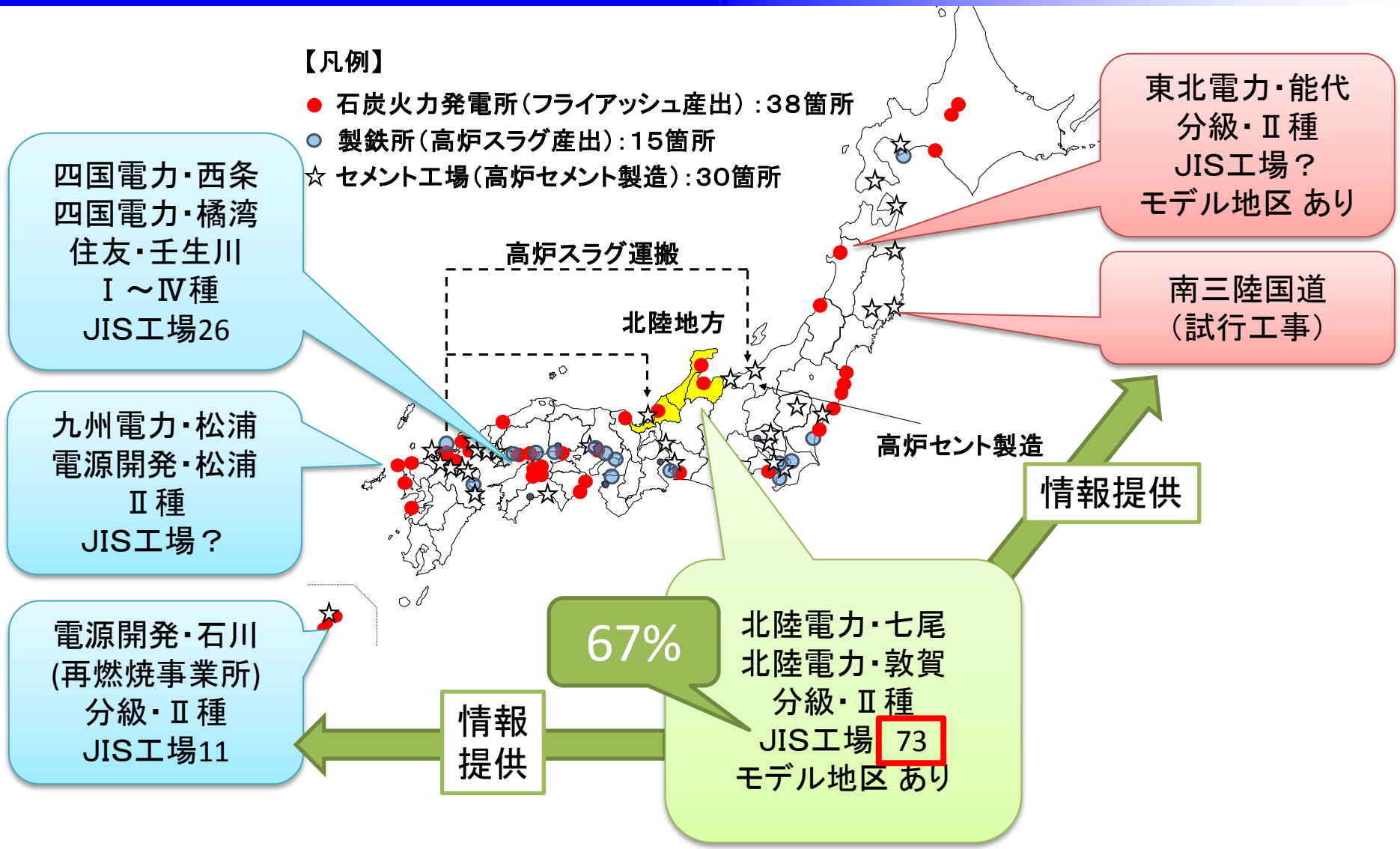
重力式擁壁
逆T型擁壁
護岸ブロック

砂防えん堤
ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ
橋台・橋脚

LNG関連工事
金大・ポステン梁
プレテン桁

取替用PCa-PC床版
プレビーム桁
舗装コンクリート

（1）取り組み
国内での普及の主な動き



出典：コンクリート構造物の品質・耐久性確保マネジメント研究小委員会、2017/7

（1）取り組み
学会誌、講演会

学会誌

2017/07　土木学会誌 鳥居先生	フライアッシュコンクリートの 地域標準化と北陸地方での実装
2017/11　ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽﾄｺﾝｸﾘｰﾄ 鳥居先生、深田先生、Ha氏、小林氏	北陸地方におけるフライアッシュコンクリートの標準化とPC橋梁への適用
2017/11　ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽﾄｺﾝｸﾘｰﾄ 鉄道運輸機構　米沢氏、鈴木氏他2名	フライアッシュコンクリートの 北陸新幹線への適用
2017/12　建設機械 鳥居先生	アルカリシリカ反応抑制対策としての フライアッシュコンクリートの地域実装

講演会

2018/05　コンクリート工学会中部支部 鳥居先生	2018/05,09　富山県土木部、入善土木 参納氏、伊藤
2018/09　リサイクルポート推進協議会 鳥居先生	2019/02　ダム水路主任技術者会 伊藤
2018/12　日本フライアッシュ協会 鳥居先生	2019/03富山県生コンクリート工業組合 伊藤

（1）取り組み
技術課題の解決例、技術アドバイス

プレテンション方式PC橋梁

・早期強度発現　・収縮ひび割れ抑制
・耐久性の評価

宮坂橋歩道橋
石川県
橋長22m

大月橋
福井県
橋長12m
（設計変更）

NEXCO北陸道・床版取り替え

・間詰めコンクリート　・耐久性評価
・プレキャスト化への対応

日野川橋梁
2016年11月

北陸新幹線敦賀延伸での共通仕様書への取り込み

（2017.4）

背景１　ブリーディング対策
背景２　新潟・富山でのASR発生
背景３　冬期の高炉Bの強度発現

北陸新幹線橋脚

（1）取り組み
若手連携会議　自治体職員等への周知

自治体職員、診断士に向けた公開実験（富山、石川、福井）

ＡＳＲ・塩害の促進
（複合劣化）

ＦＡなし供試体
ＦＡ混入供試体
→ ひび割れ発生や耐荷力を比較
↓
効果を実証

公開実験（富山、29年7月）

北陸電力と自治体や生コンの職員のコーディネート

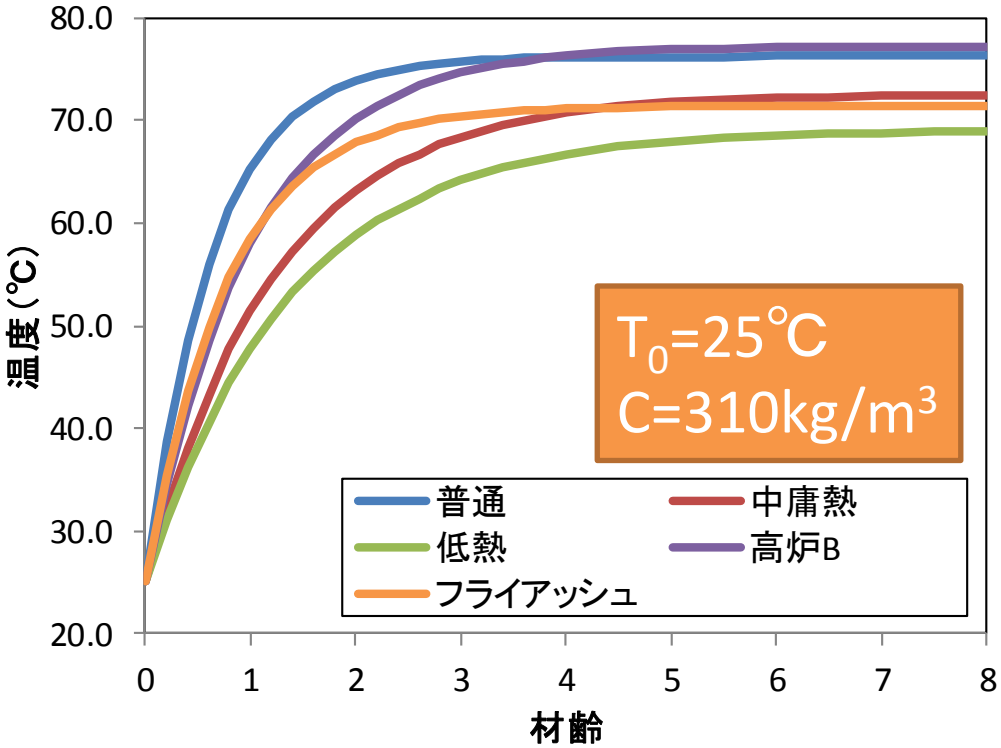
SIP北陸

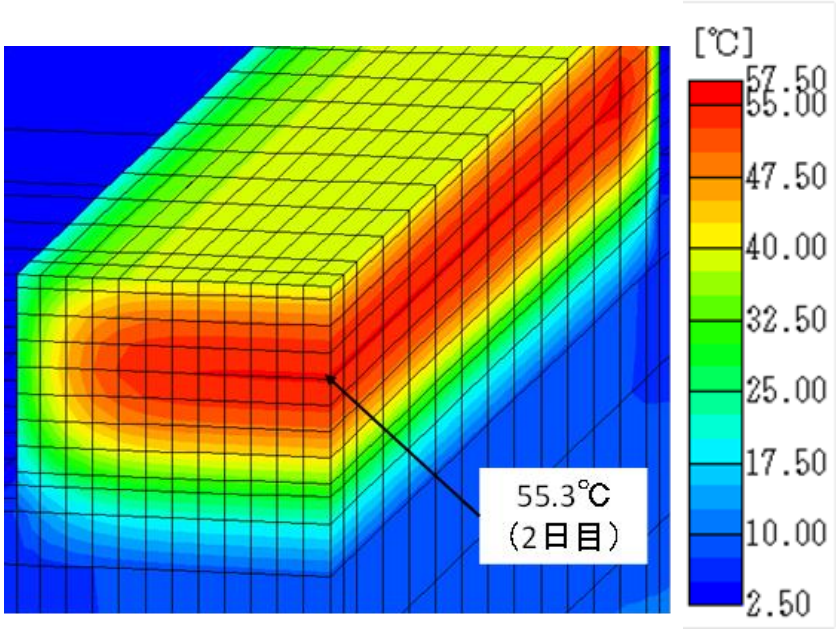
北陸電力(若手) → 研修・実地 → 自治体職員 / 生コン職員

ＦＡ品質保証
配合の選定
性質の評価
適用の事例
研究成果

講演（新潟、29年6月）

（2）水和発熱の抑制比較

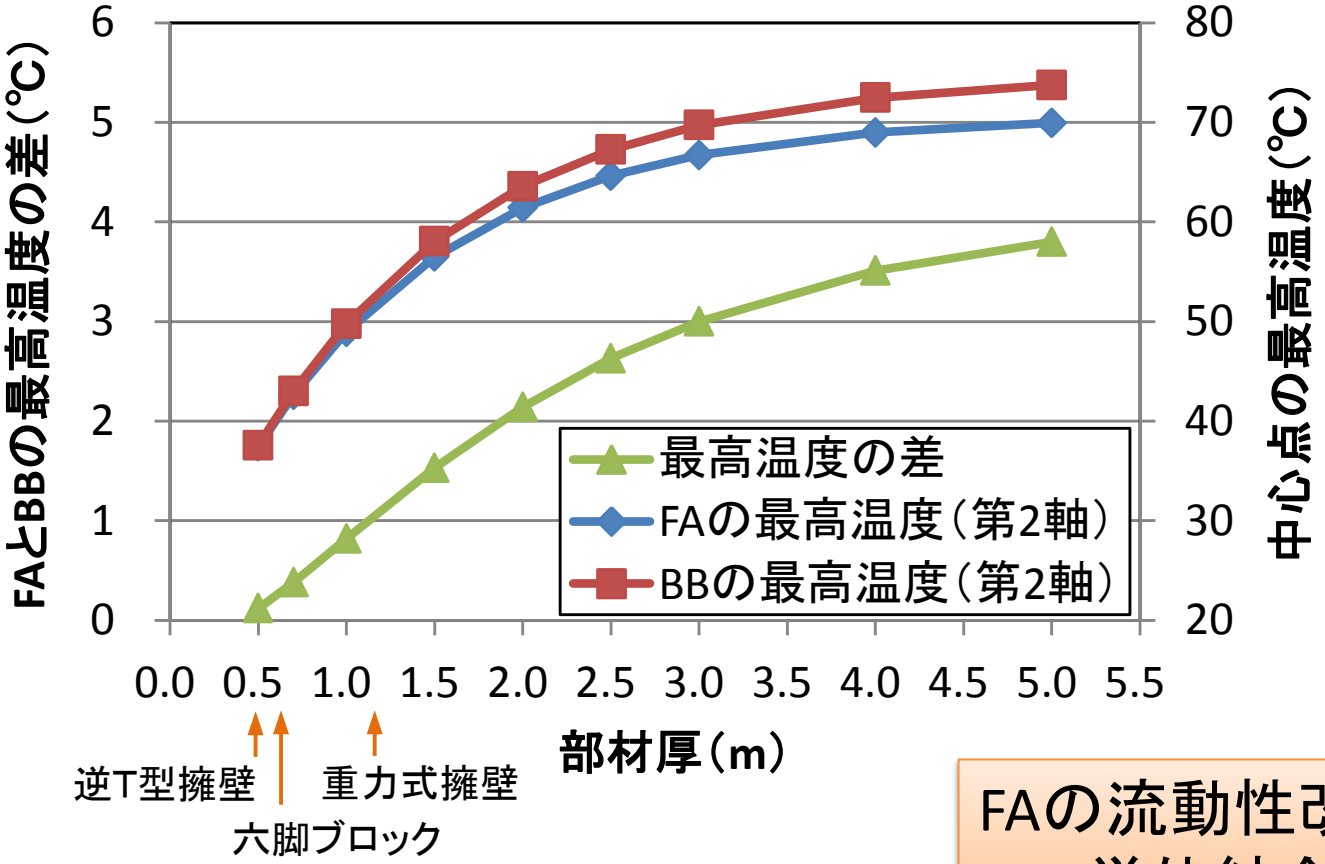




水和発熱
：普通 ＞ フライアッシュ ＞ 低熱

⇒条件によっては、低熱を選択する必要あり

（2）水和発熱の抑制
効果が得られる構造物条件



断熱温度上昇特性の条件

		FA	BB
K	℃	46.5	50.9
α	―	0.783	0.688

FAの流動性改善
⇒単位結合材量の減少

↓

Kとαをさらに小さくできる

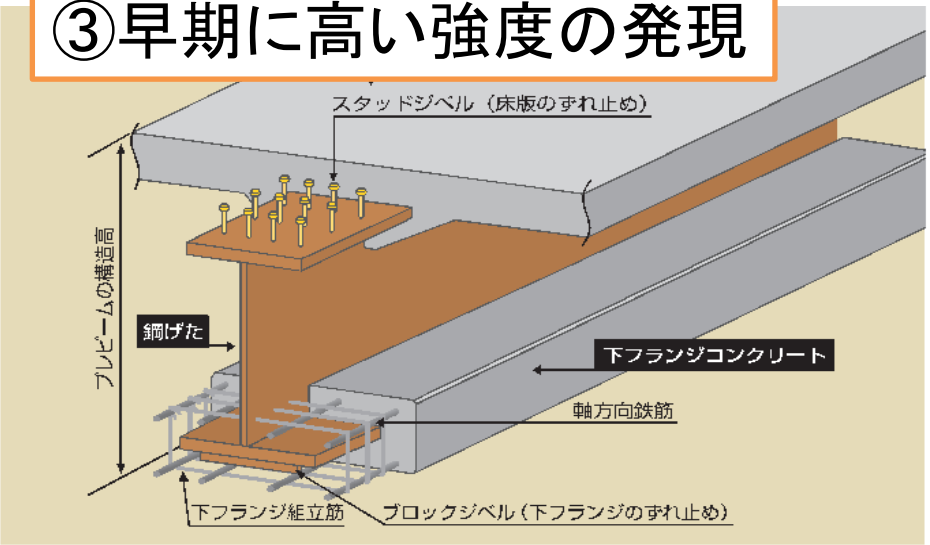
（3）高強度コンクリートへの対応
強度発現

PC橋や複合構造橋への適用に際し、高強度コンクリートの配合に対応した。

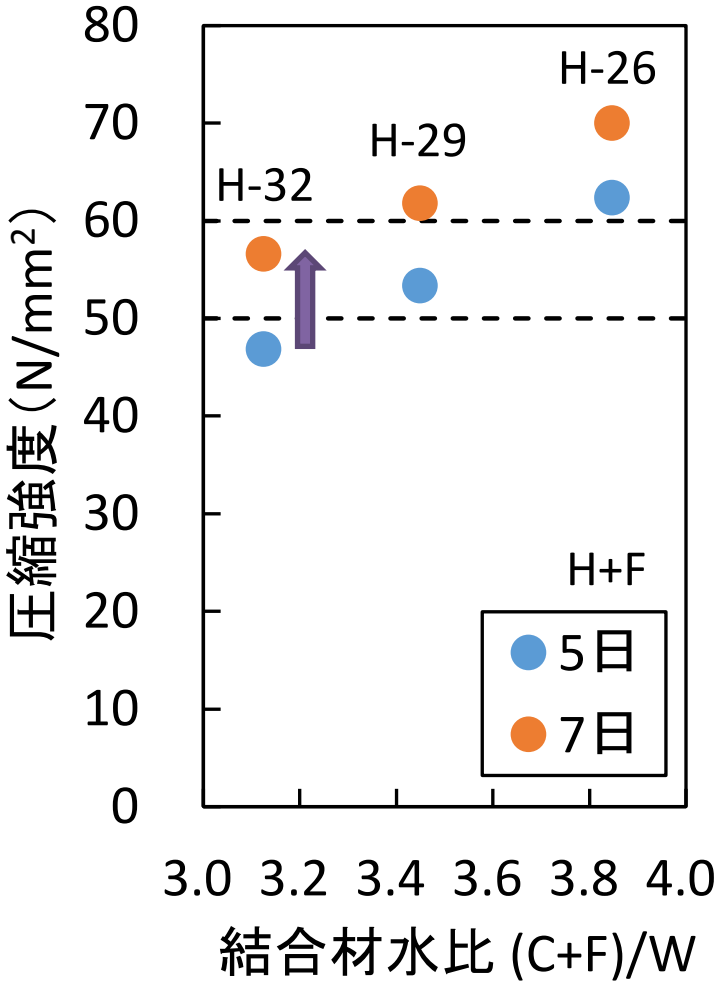
①鋼材の保護性能向上

②狭隘な打込み箇所

③早期に高い強度の発現

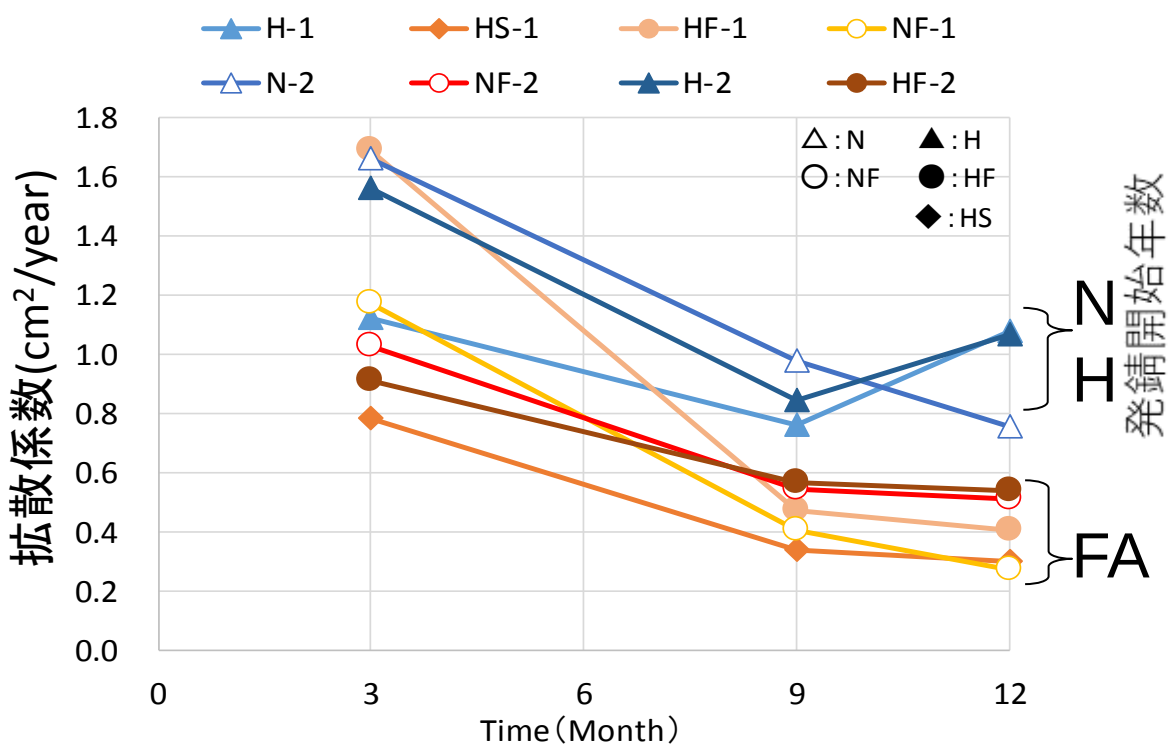


圧縮強度・早強

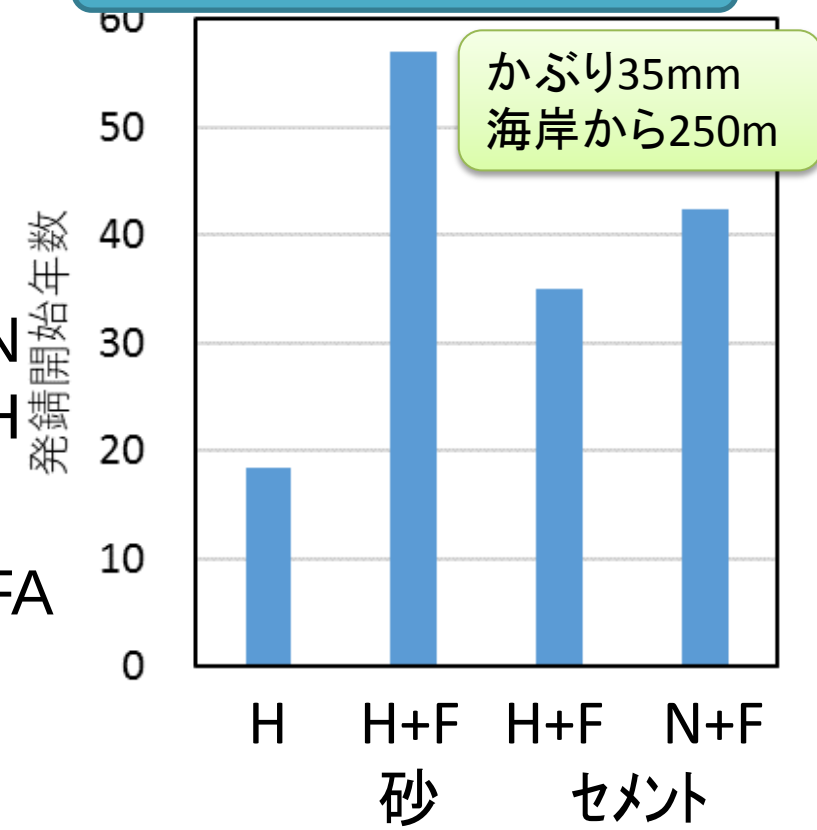


（3）高強度コンクリートへの対応
塩分浸透抵抗性

拡散係数と浸漬期間の関係



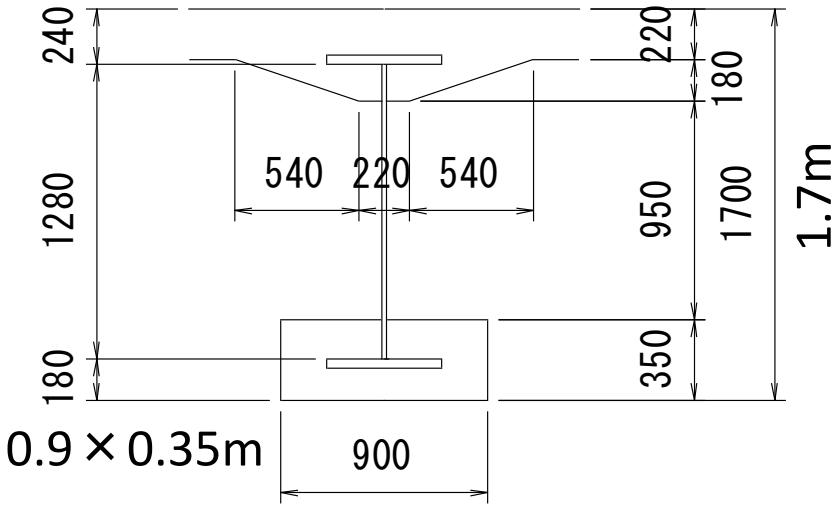
発錆開始年数の計算



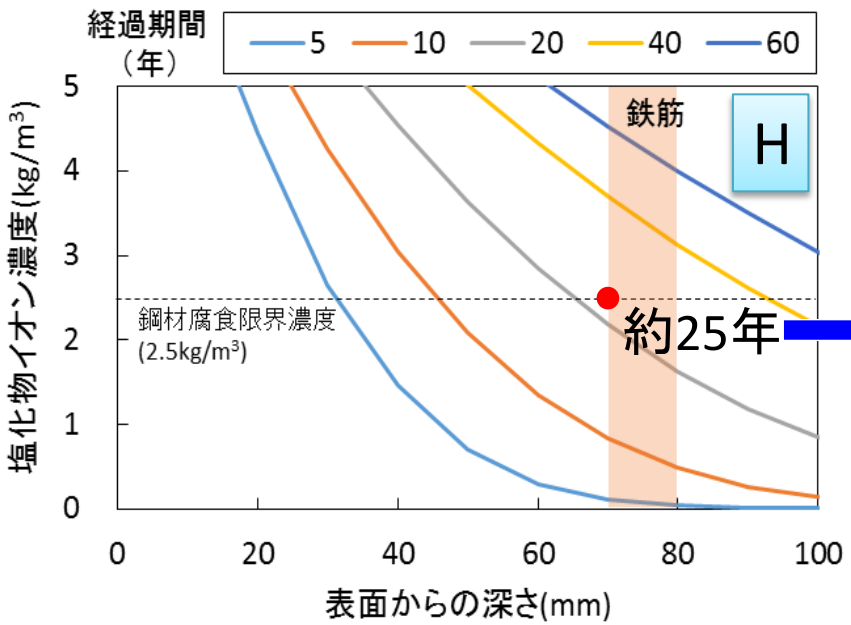
FA添加で、拡散係数が低下

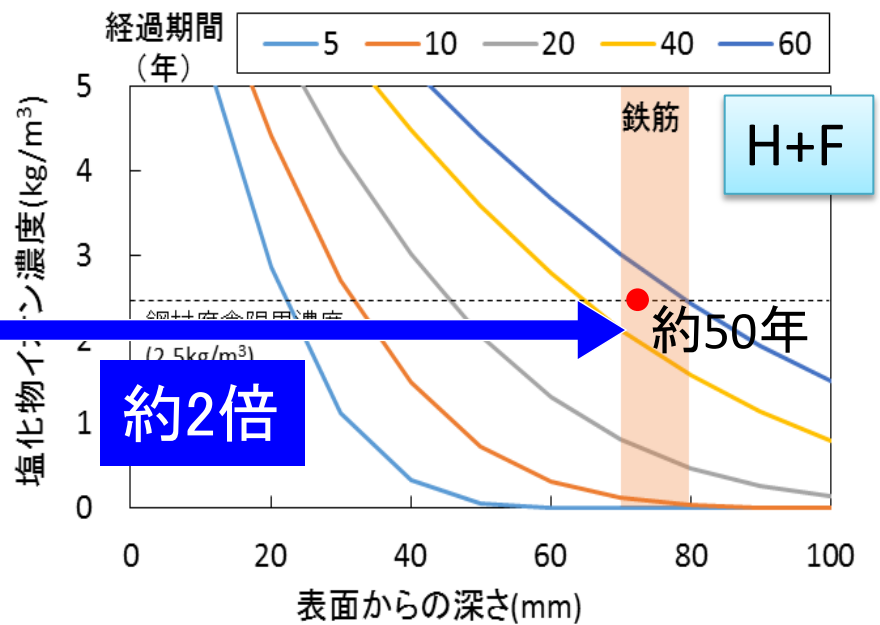
FA・セメント置換の発錆は、
通常より15年以上遅れる

（3）高強度コンクリートへの対応
ライフサイクルコストの試算

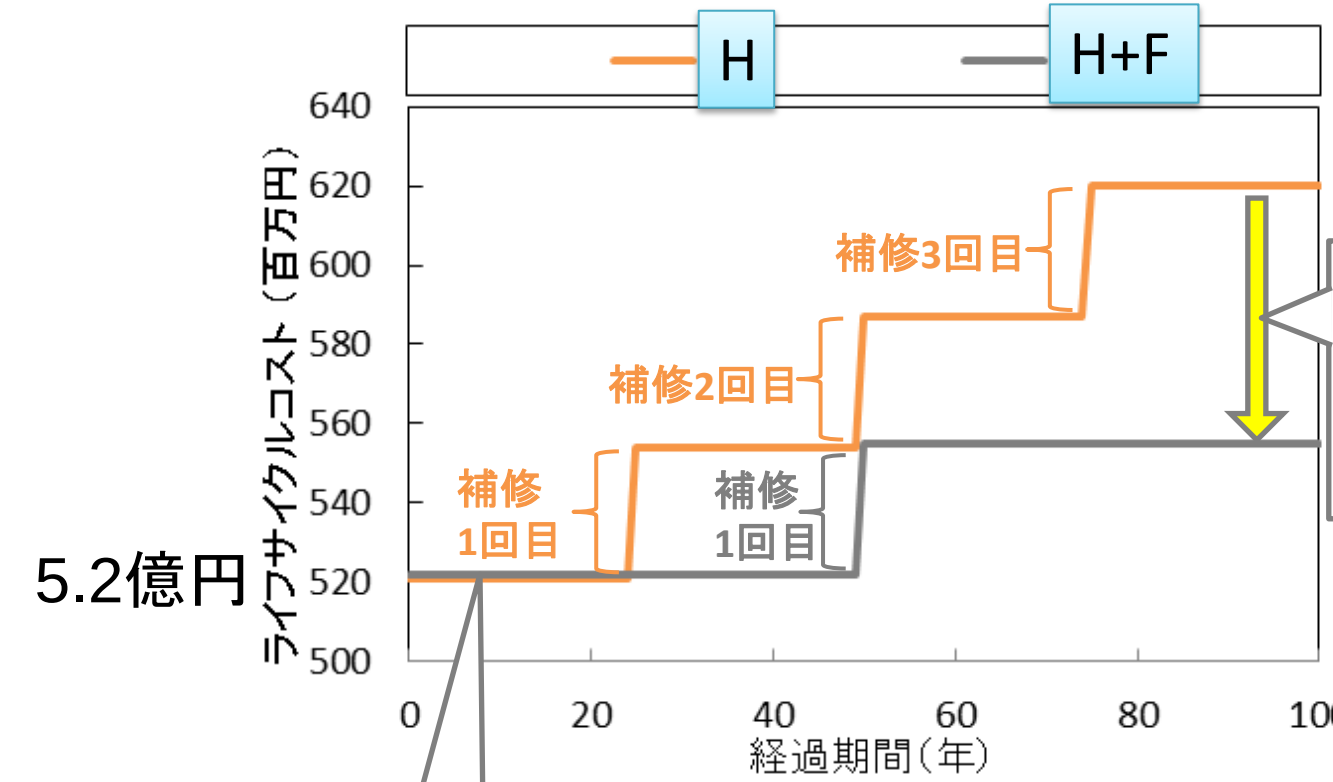


橋長	150m
支間長	34.3m+40m+40m+34.3m
幅員	車道 8m
	歩道 3.5m
主桁本数	6
桁高	1.7m
床版	RC床版 22cm、K1=1.15
コンクリートかぶり	70mm → 断面修復
耐用年数	100年





（3）高強度コンクリートへの対応
試算結果



参照：
公共工事設計労務単価
資料提供：川田工業

補修回数の減少より
維持管理費用が減少
約3300万円（補修1回分）
×２＝約6600万円

FA（2000円/m³増額）使用による初期建設費用が約100万円増額

+100万円－6600万円＝－6500万円
ライフサイクルコストを約6500万円低減
（断面修復による補修を想定）

（4）再生骨材コンクリートへの添加研究項目

未来への持続性

骨材の枯渇
廃棄物処理

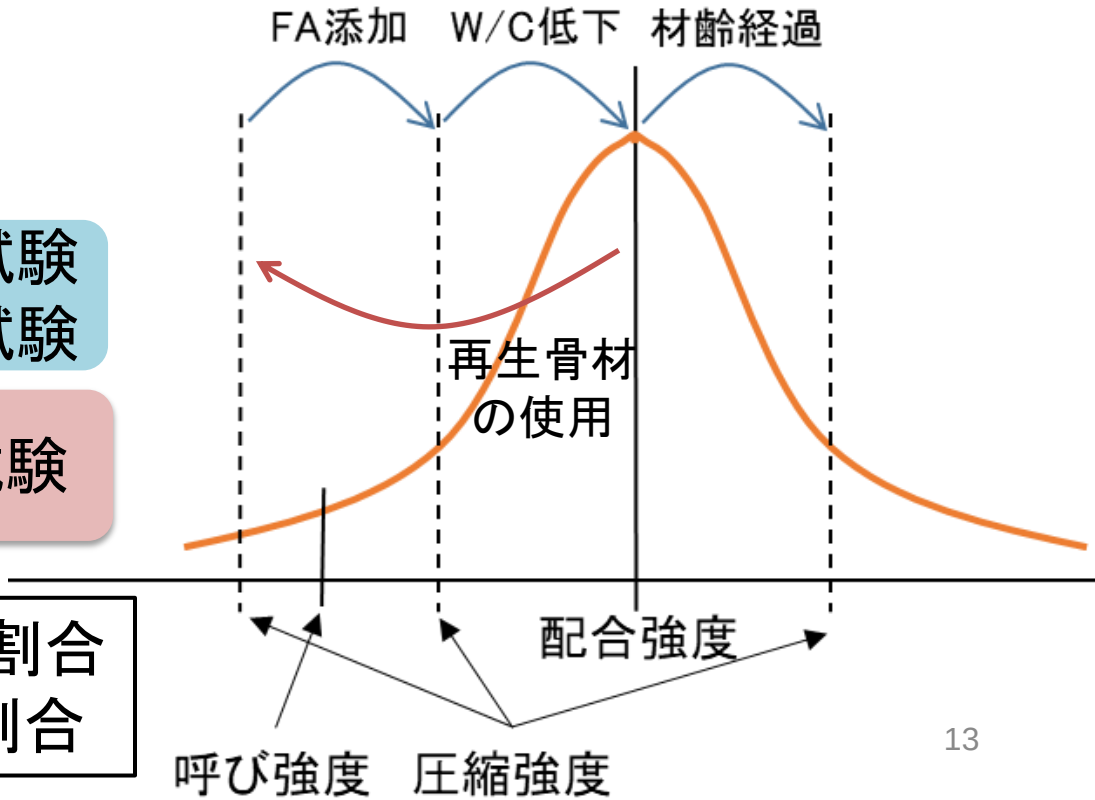
力学性能・
耐久性の低下

圧縮強度試験

塩分浸漬試験
電気泳動試験

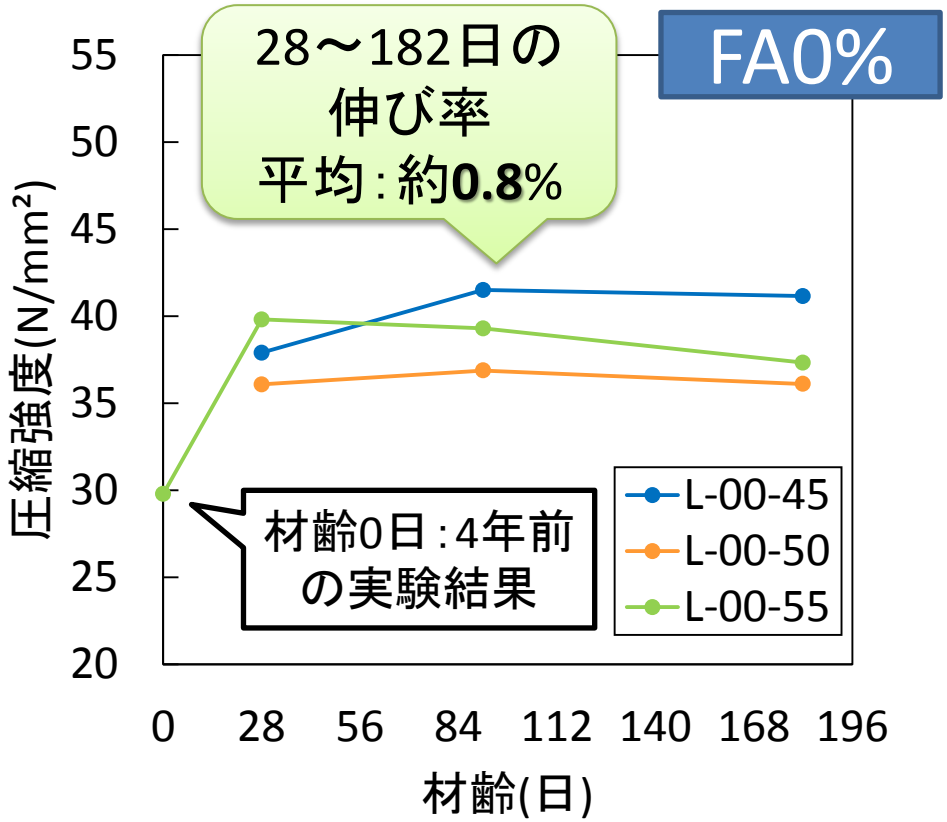
乾燥収縮試験

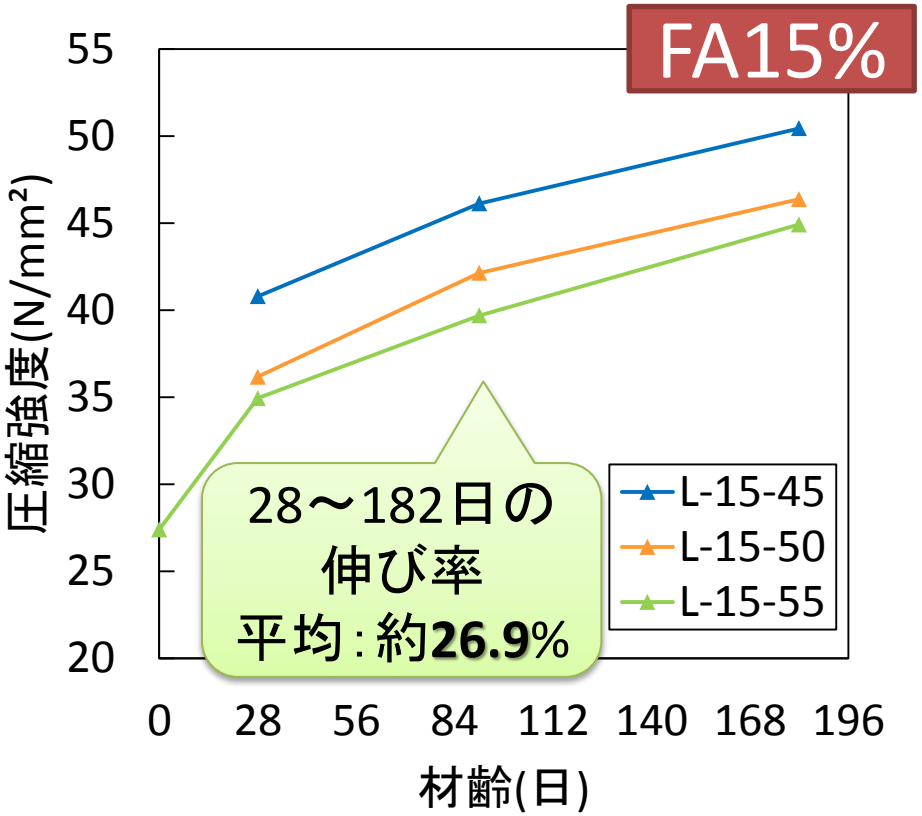
ASR膨張試験



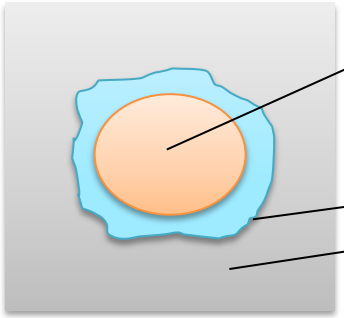
再生骨材による性能の低下割合
FA添加による性能の回復割合

(4)再生骨材コンクリートへの添加
圧縮強度





再生骨材使用の場合でも
FA添加により圧縮強度は増進

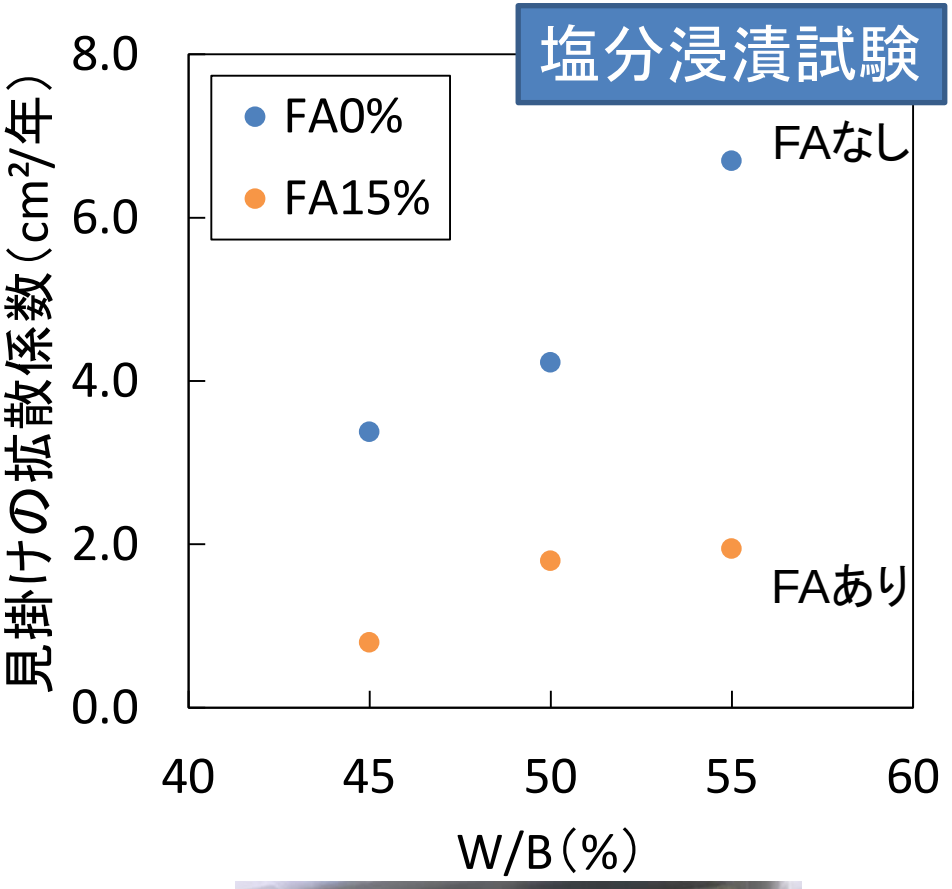


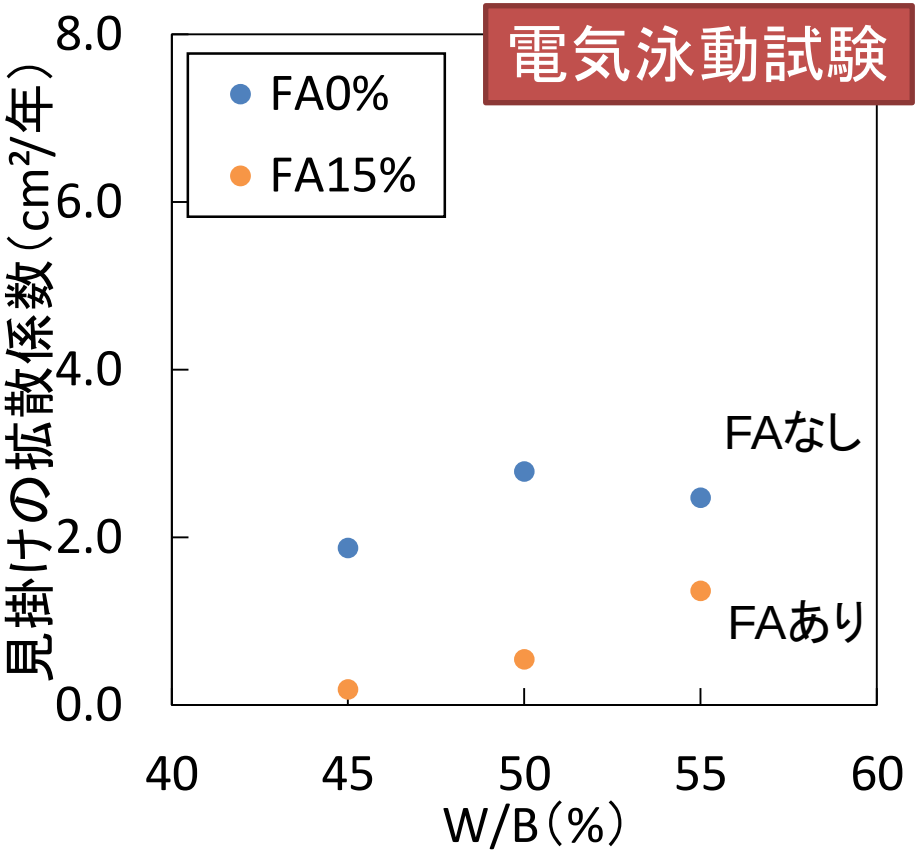
粗骨材：強固

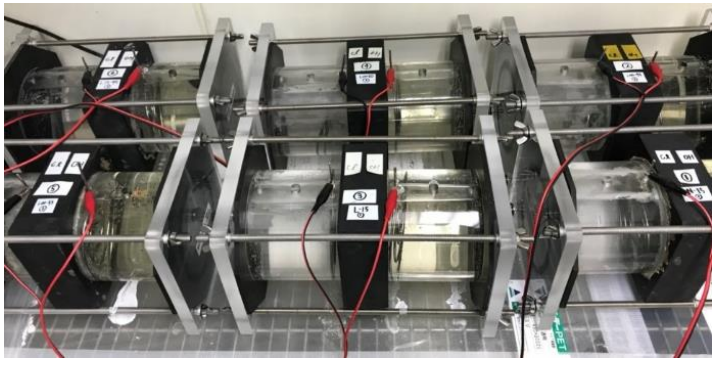
付着コン：55%

新コン：45%

（4）再生骨材コンクリートへの添加
塩分浸透抵抗性



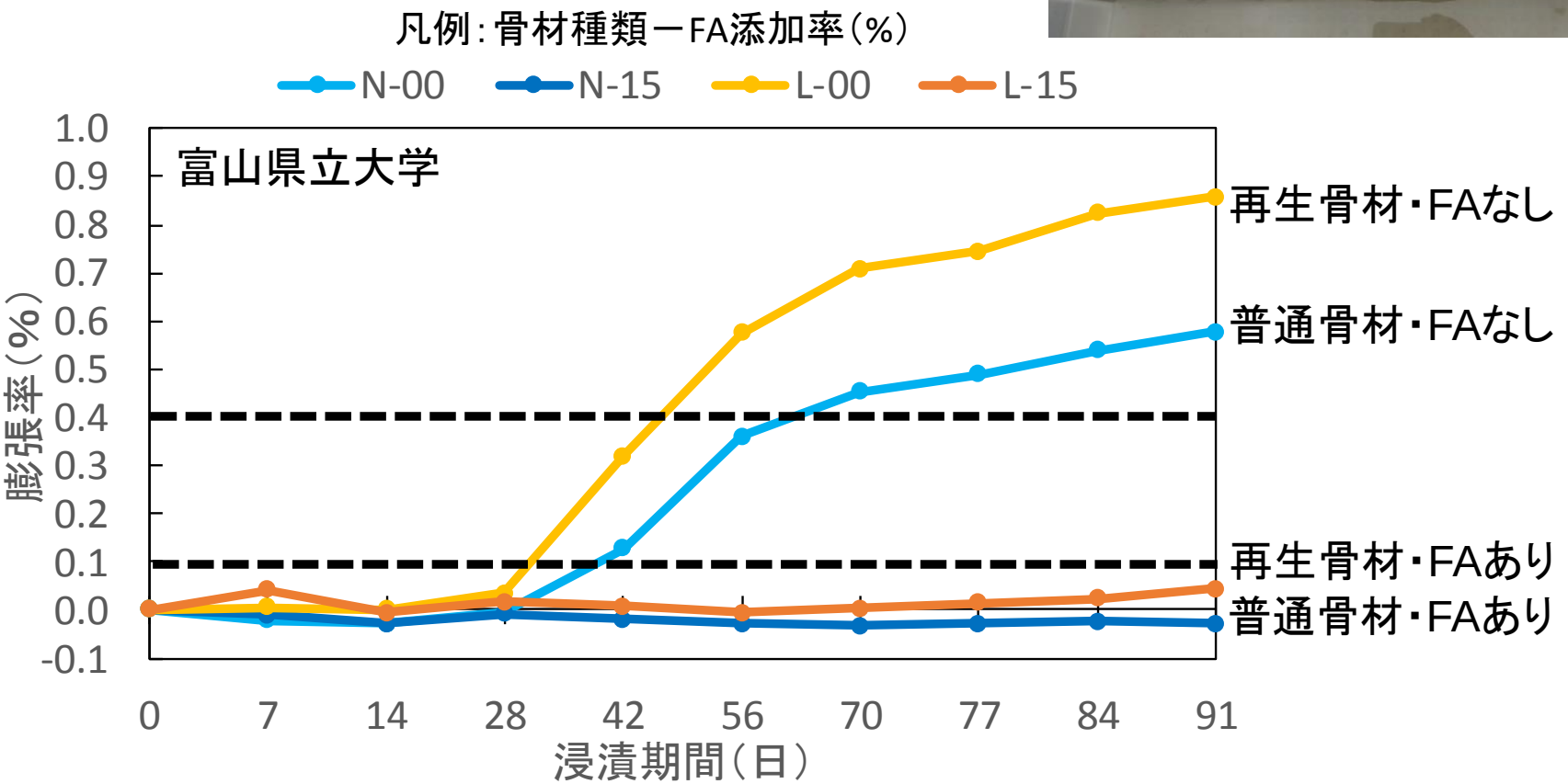




（4）再生骨材コンクリートへの添加 アルカリシリカ反応

促進膨張試験（デンマーク法）

50℃の飽和NaCl溶液に
91日浸漬して、膨張率を測定



（4）再生骨材コンクリートへの添加 FA添加による変化

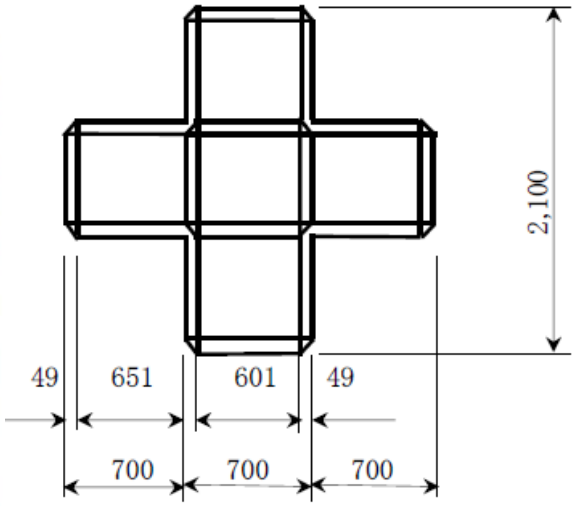
	N ⇒ L Nに対する割合 （再生骨材）	L ⇒ L+FA Lに対する割合 （FA添加）	N ⇒ L+FA Nに対する割合 （再生骨材FA）
圧縮強度	**0.90**	**1.11**	**0.99**
乾燥収縮ひずみ	**1.21**	1.04	1.26
塩分・拡散係数 （塩分浸漬試験）	0.95	**0.43**	**0.41**
塩分・拡散係数 （電気泳動試験）	**1.07**	**0.48**	**0.51**
ASR膨張率 （91日）	**1.49**	**0.05**	**0.07**

ベージュ色：低下　　青色：改善　　青色：改善

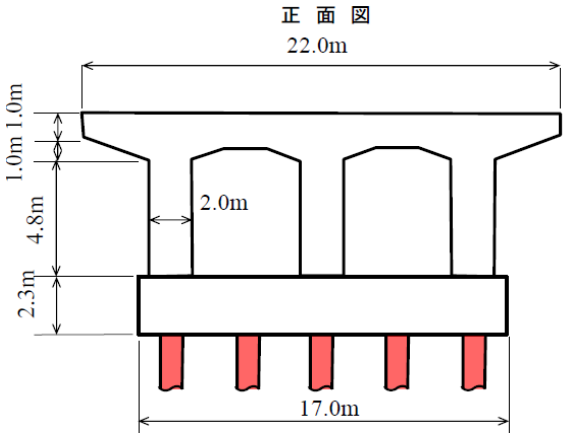
（5）最新の使用実績

国交省
常願寺川朝日護岸
打込量：160m^3（64個）
区分：21-8-40
28日強度：31.0N/mm^2

【外観調査（脱型時）】



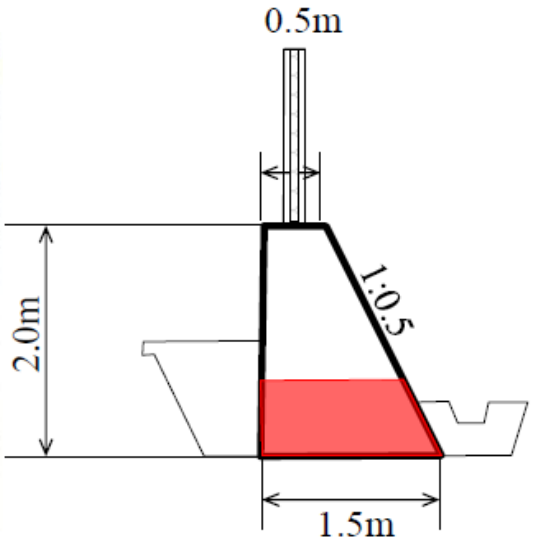
富山県
高岡環状線・下部工
打込量：516m^3
区分：30-8-40
28日強度：36.8N/mm^2



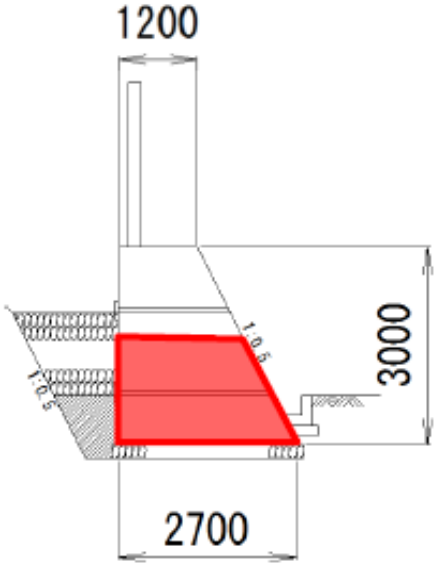
出典：有効利用検討委員会

（5）最新の使用実績

石川県
市原・重力式擁壁
打込量：88m^3
区分：21-8-40
28日強度：27.9N/mm^2

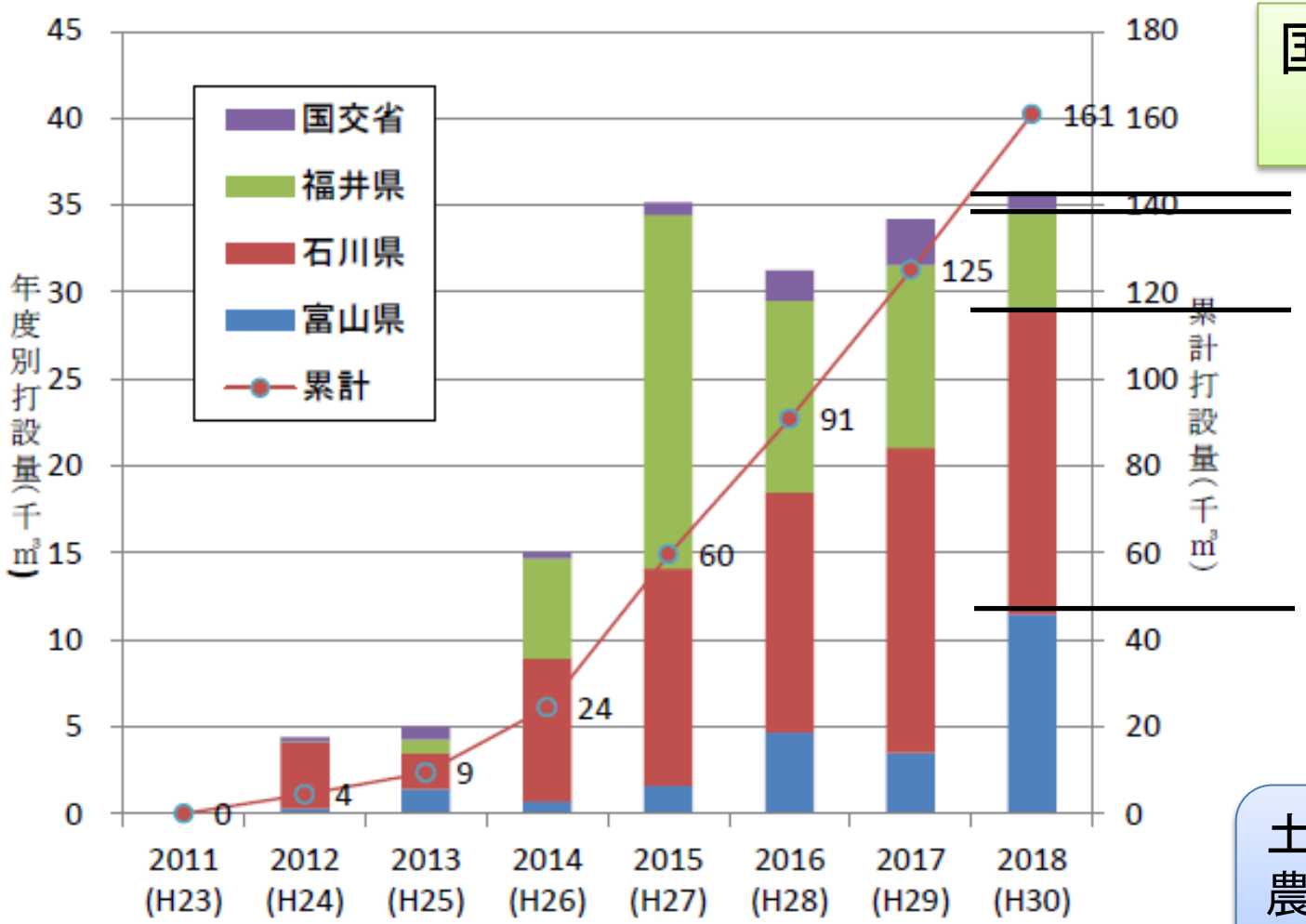


福井県
畑村・重力式擁壁
打込量：392m^3
区分：21-12-20
28日強度：28.6N/mm^2



出典：有効利用検討委員会

（5）最新の使用実績



国交省＋3県
3.58万m³

福井県
0.58万m³

石川県
1.75万m³

富山県
1.15万m³

土木部　0.93万
農林水産部　0.18万
富山市発注　0.04万

そのほか

新幹線・石川　6.65万
新幹線・福井　1.34万
北陸電力関連　0.79万

出典：有効利用検討委員会

おわりに　フライアッシュを使う目的

△懸念事項

⇒価格　⇒設備投資

⇒フレッシュ安定　⇒表面の色

◎短期

⇒温度ひび割れ　を減らす

⇒ブリーディング　を減らす

◎長期

⇒塩害　を減らす

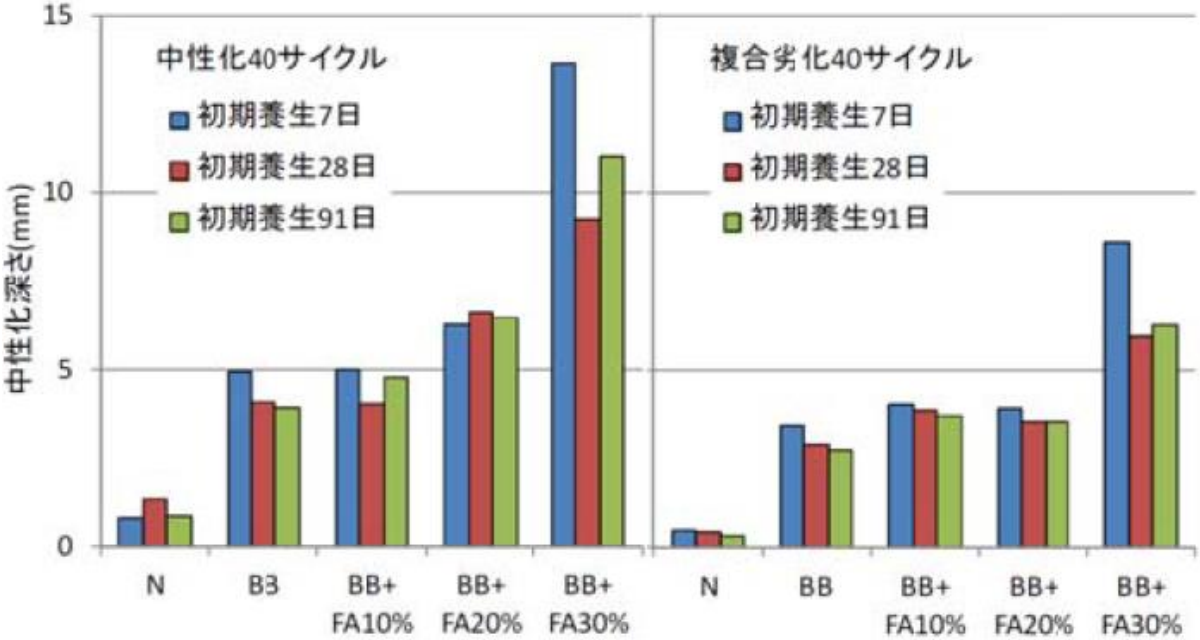
⇒ASR　を減らす

◎副次

⇒廃棄物量　を減らす

⇒CO_2排出量　を減らす

おわりに
適切な添加量と養生が大切

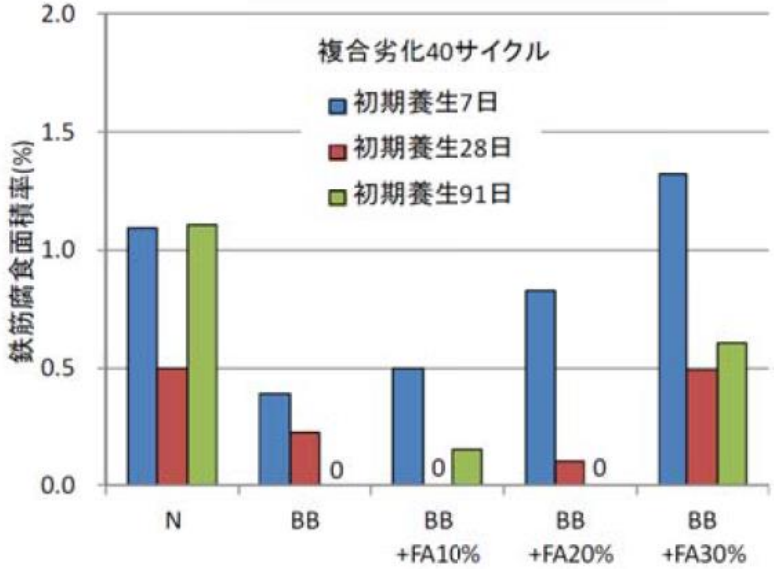


出典：久徳、武若ら：土木学会第67回年次学術講演論文集、V-143、2012
JCI複合劣化委員会（宮里委員長、）の検討事項

BB+FAの三成分系

↓

中性化＋塩害の複合劣化



・FAが10%以下で、塩分浸透量　：大
・FAが20%以上で、中性化深さ　：大
・養生7日で、鉄筋腐食面積　：大

↓

添加量が多すぎても少なすぎても、よくない。
FAは（BBも）適切な養生が重要である。

自治体職員を対象とした技術展示会の開催とその成果

金沢工業大学　花岡　大伸

市町からの要望（問題意識）

原因	課題と要望
支援体制	道路メンテナンス会議で、技術的な知見が得られない。 ⇒相談できるセンターを設立して欲しい。
	道路橋DBへの登録料は高価だが、フィードバックは少ない。 ⇒維持管理の合理化に資するDBを設計・運用して欲しい。
計画	橋梁長寿命化修繕計画の改定時に参考となるモデルを提供して欲しい。
	更新も含むLCCを踏まえ、アセットマネジメントの最適化を図りたい。
	予防保全への移行を希望するが、現時点では計画できない。
	対策しなくても現時点で安全なので、予防保全の必要性を見い出せない。
	管理対象から外したくても、橋を撤去できない。
点検	重要性や形式などを鑑みて、点検プロセスを変化させたい。⇒例えば、SIP技術を用いてスクリーニング後、部分的・重点的な近接目視点検。
措置	点検費用を確保するため、補修費用を捻出しづらい。⇒点検で要補修と判定された場合、同時に簡易な補修設計と補修を実施したい。
	適切な補修方法とその効果が分からない。⇒維持管理レベルに応じた、有効な補修工法を紹介して欲しい。
風土	田舎度が高いほど、住民や政治家は新設を重視し、既設管理を軽視する。

体制構築

運用手順

その他の要望　道路橋の維持管理に関する最新の技術情報を得たい！

首都圏・大都市では

名古屋

千葉(幕張メッセ)

東京(ビッグサイト)

メンテナンス・レジリエンス＠東京(ビックサイト)

北陸では・・

新潟(新潟市)

金沢～新潟(高崎経由):約4時間

自治体職員の
時間と労力が不足

首都圏や大都市においては，土木分野のみならず様々な分野の新技術・商品に関する展示会やイベントなどが頻繁に開催されている

⇒北陸地方の自治体職員にとって，展示会などはあまり身近と感じていない！

展示会の概要

当初は，展示会と同時に実証実験（フィールドデモ）も計画

実証実験に向けての課題・問題！

主催者（北陸SIP）側の課題・問題
- デモ見学者に人数制限？
  ⇒多くの自治体職員に来てほしい
- 当日の天候（雨天，雷など）　など

展示者側の課題・問題
- 他の実証実験などとの日程調整
- フィールドデモのための準備　など

来場者（自治体）側の課題・問題
- フィールドの提供，事前準備　など

高速走行車両によるトンネル点検

近接橋梁点検ロボットカメラ

実証実験（フィールドデモ）は行わず，
展示者と来場者が多数参加しやすい展示会のみ

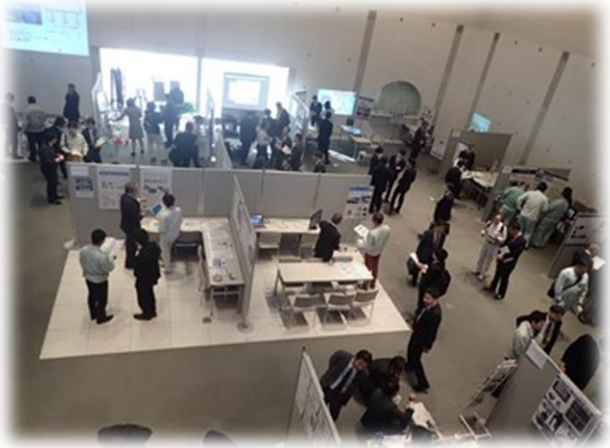
展示会のコンセプト

自治体職員やコンサルにSIP関連の技術のみならず，
道路橋の維持管理に関する技術・動向を知って貰う。
⇒最新の技術や取組み等を身近に感じて貰う

技術展示会の概要

2017＠金沢会場

2017＠富山会場



2018＠福井会場

技術展示会の実績（5回開催）

会場	年月日	時刻	参加者
金沢工業大学	2017年11月6日	10～12時	139名
富山市民プラザ		15～17時	86名
富山市民プラザ	2018年11月19日	15～17時	48名
金沢工業大学	2018年11月20日	10～12時	60名
福井県産業会館		15～17時	45名

参加者の合計：378名

技術展示会の開催概要

2017年の展示テーマ（18件）

記号	テーマ
A	走行型高速3Dトンネル点検システム
B	AIによる打検システム
C	橋梁点検ロボットカメラ
D	橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボット
E	飛行型インフラ点検ロボットシステム
F	タブレット端末を用いた橋梁点検システム
G	表面含浸材による予防保全
H	特殊ウレタン樹脂による表面被覆工法
I	再劣化を防止する補修工法
J	構造物の劣化調査技術
K	コンクリート・鋼構造物の総合的補修技術
L	塩害モニタリング技術の紹介
M	橋梁の維持管理技術
N*	ドローンやラジコンボードを利用した遠隔撮影
O	商用無線回線を使ったモニタリングシステム
P	ASR簡易診断および凍害抵抗性診断技術
Q	コンクリート落下対策と最新のアンカー技術
R	AI技術を活用した健全性判定支援システム

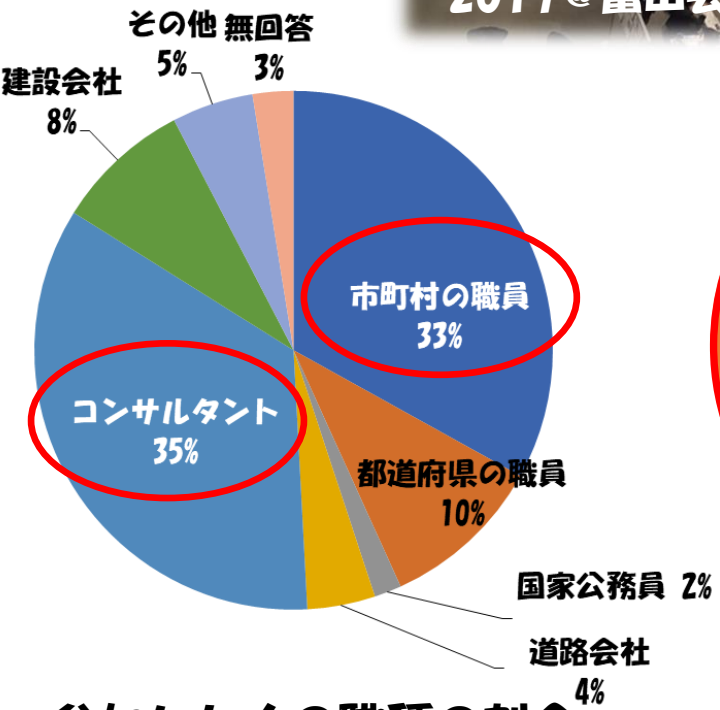
構造物の点検に関するテーマ：18件
調査・診断に関するテーマ：10件
補修に関するテーマ：7件

*金沢会場のみの展示

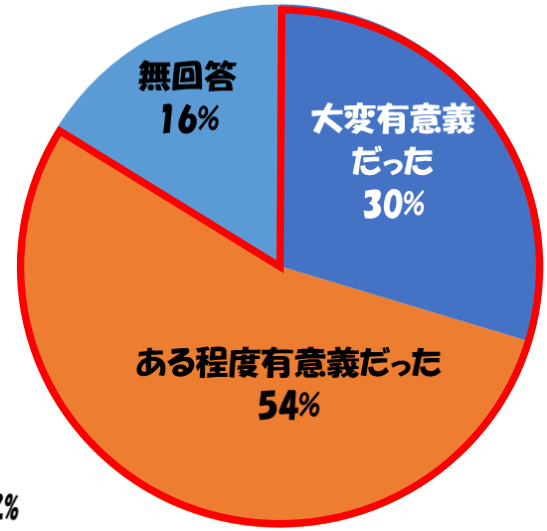
2018年の展示テーマ（20件）

記号	テーマ
A	シラン系含浸材によるコンクリート塩害対策
B	インフラ構造物の長寿命化技術
C	PC橋梁における鋼材破断の磁気センシング
D	インフラ維持管理の最新アンカー技術
E	橋梁点検支援ロボット
F	ポリマーセメントモルタル乾式吹付け工法
G	脱塩工法、再アルカリ化工法の新しい施工方法
H	橋梁の維持管理技術
I	非破壊検査のご紹介
J	簡単・早い「たわみ計測」
K	インフラ点検への各種機材紹介
L	インフラ管理プラットフォームの実装と展開
M	橋梁点検ロボットカメラ
N	RFID診断技術を用いた維持管理システム
O	画像解析技術を用いたひび割れ評価システム
P	シラン系表面含浸材を用いた予防保全
Q	レーザ光照射による床版ひび割れモニタリング
R	塩害、ASR対策のトータルマネジメント
S	タブレット端末を用いた橋梁概略点検システム
T	塩害劣化の補修効果モニタリング技術

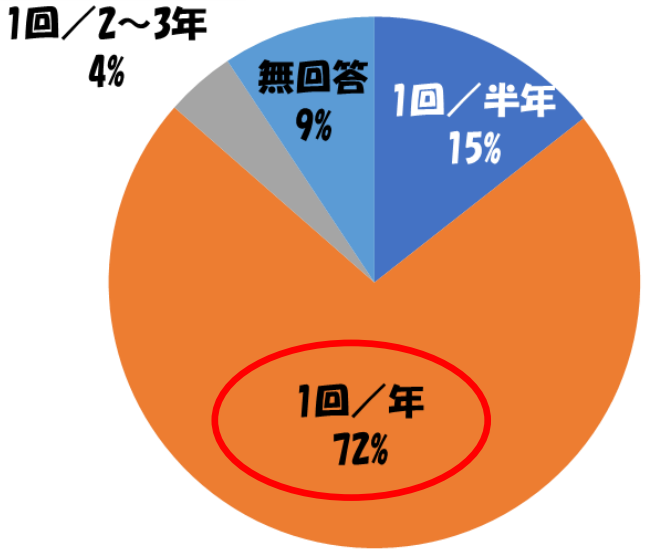
北陸SIP　技術展示会の状況



参加した人の職種の割合



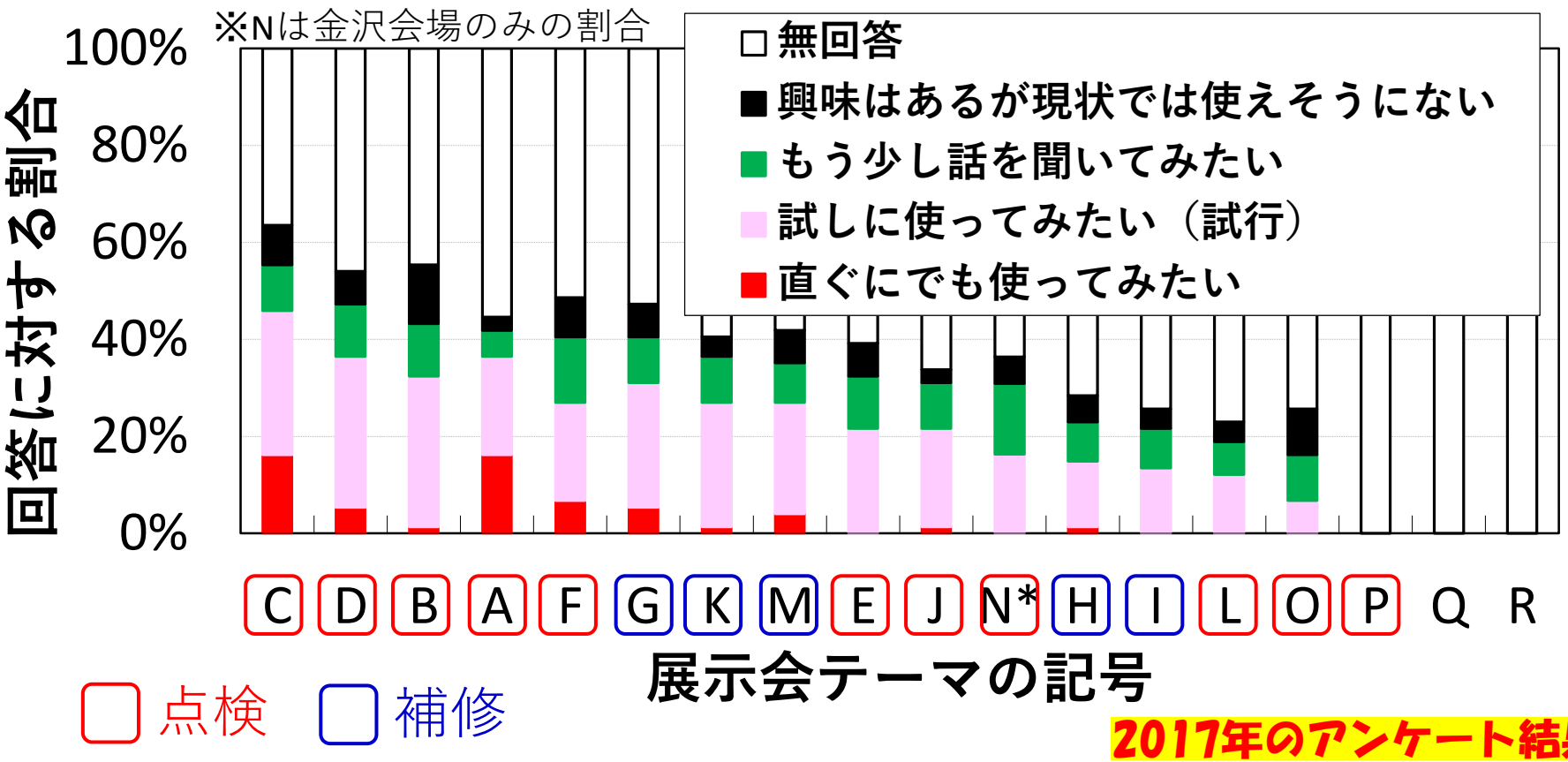
展示会の感想



希望する展示会の開催頻度

※17年と18年の5会場での集計結果

展示テーマに関するアンケート結果



2017年のアンケート結果

分析結果

特殊な機器や能力の高い技術者のみが使用できる高度な点検ではなく，簡易な点検に関するテーマが好評であった．

技術展示会での成果

① 多くの自治体職員にSIP技術のみならず，道路橋の維持管理に関する技術・情報を知って貰えた.

展示者側にとって

② 現場の声（ニーズ）を直接聞ける機会
⇒研究開発や地域実装に資する情報交換
実務に直接携わっている担当者との情報交換

③ 展示者同士での情報交換・連携
検査技術と北陸地方の企業

技術展示会での成果（具体例）

①石川県　宝達志水町での塩害モニタリング

2017年、2018年展示会の出展技術

RIMS（日本工営）

塩害モニタリングの試行

② PC橋で実証試験、道路橋でたわみ測定の実証試験を予定

⇒2018年展示会の出展技術

③ 北陸地方に適する補修工法の選定（＠富山市）

⇒展示会に出展した数社が参画予定

東北大学ＳＩＰと連携した
福井県でのDBの導入

公益財団法人　福井県建設技術公社
業務課　臼井　裕喜

本日の内容

- 福井県の橋梁定期点検について
- SIMPLについて
- 今後について

福井県の橋梁定期点検について

〇平成19年3月
福井県橋梁定期点検マニュアル（案）

遠望目視
3，5，10年に1回

〇平成26年6月
道路橋定期点検要領（技術的助言）

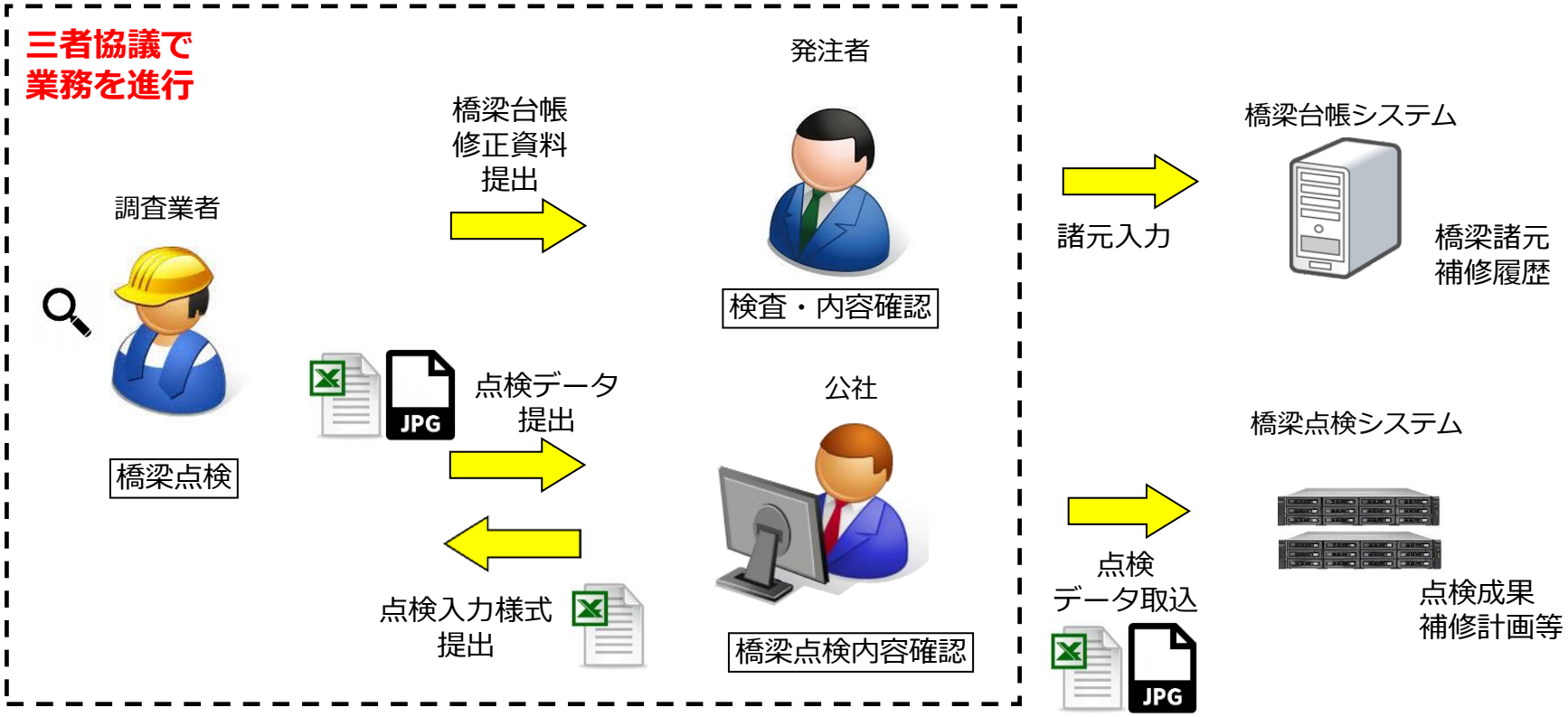
5年に１回
近接目視が義務化

〇平成28年4月
福井県橋梁定期点検マニュアル

技術的助言の内容を
踏襲し策定

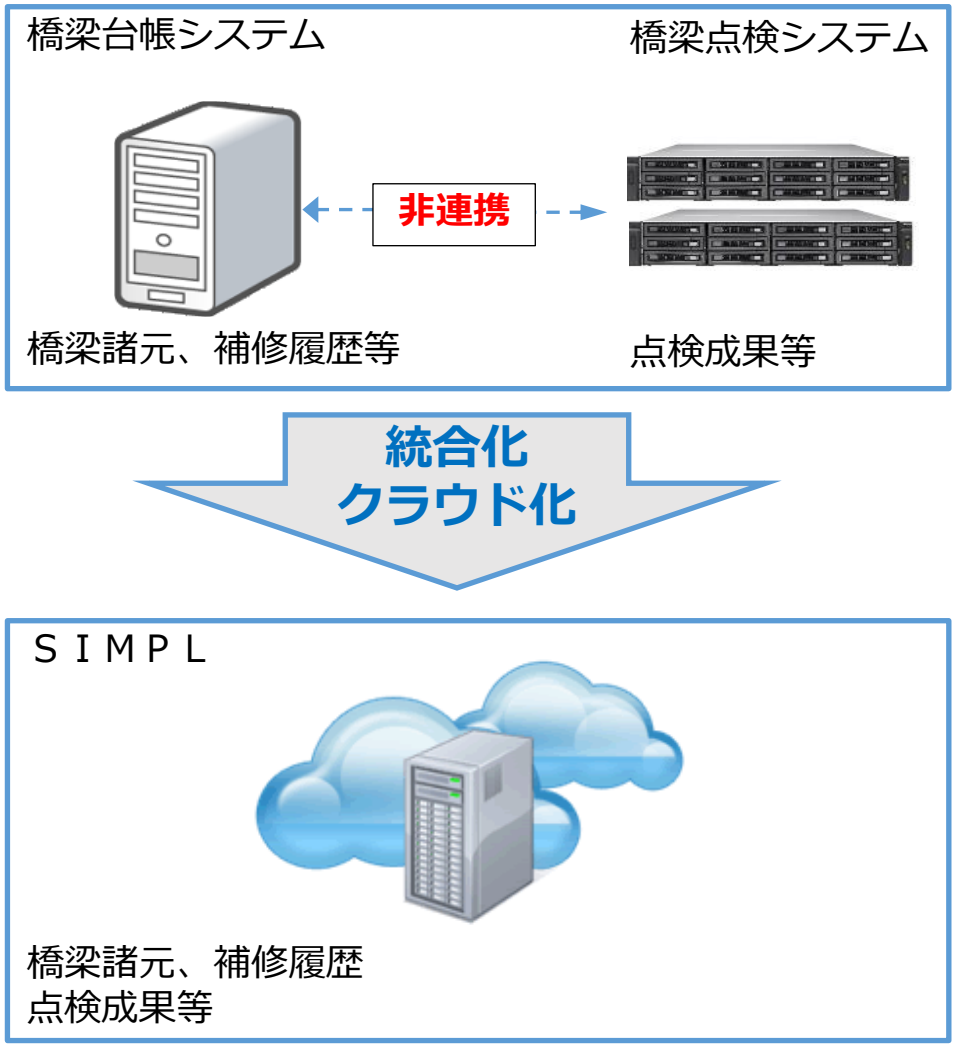
橋梁点検からDB登録までの流れ

〇H30年度まで　橋梁点検システム



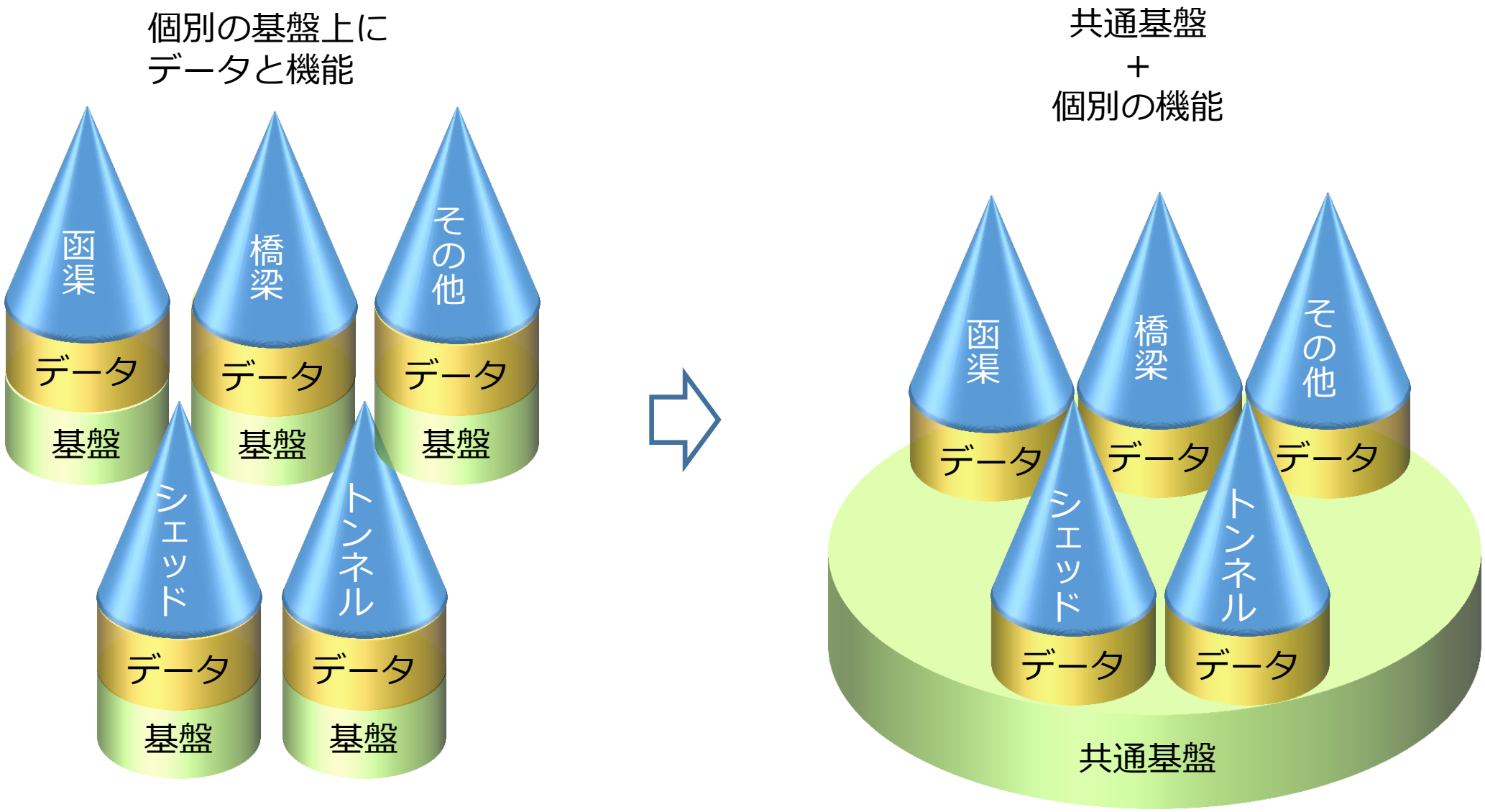
課題：システム間のデータ整合性の確保

既存システムからＳＩＭＰＬへ



- データの一元化
- システム維持管理費用の削減
- 災害時のデータ消失リスクの低減
- <u>橋梁以外の構造物にも利用可能</u>
- 現場で利用可能
- 大学、県、市町、公社とつながる

多様な施設の管理の実現

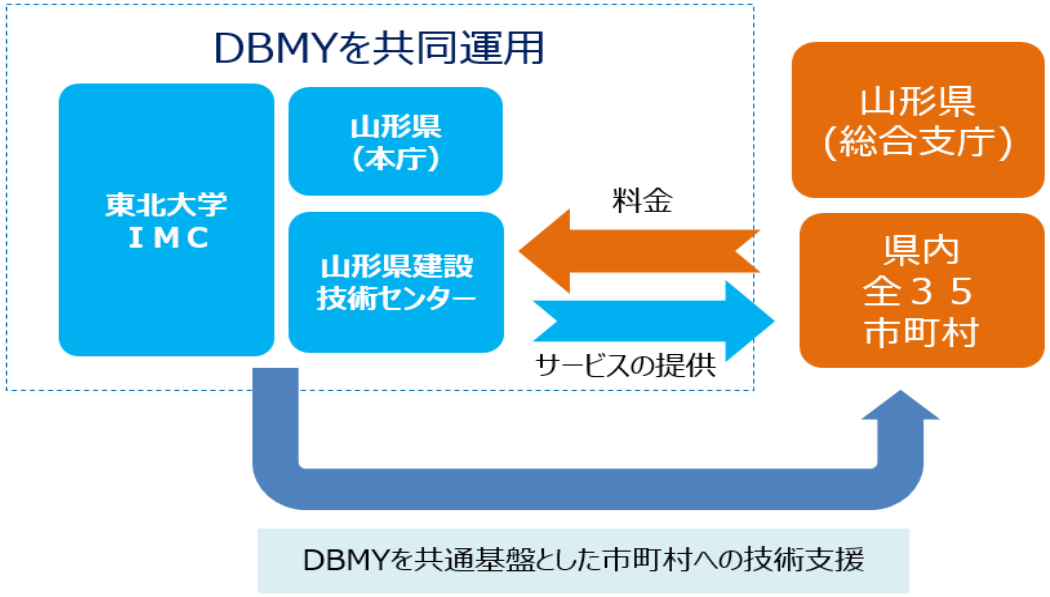


SIMPLについて

Smart Infrastructure Management Platform

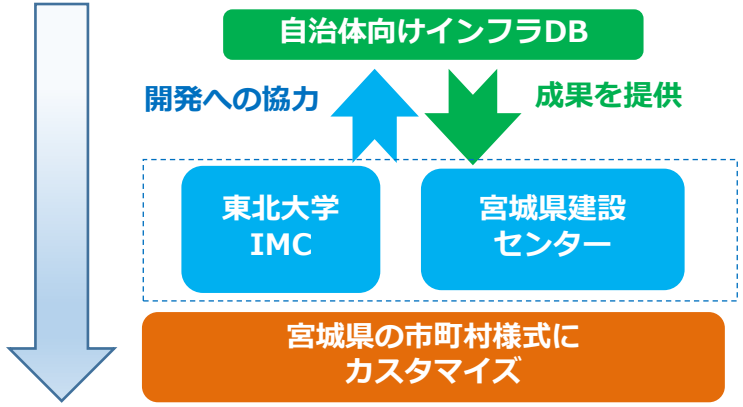
ＳＩＰ成果を活用したデータベース開発

平成28年
山形県内全35市町村で「山形県道路橋梁
メンテナンス統合データベースシステム(DBMY)」を導入



橋梁のメンテナンスサイクル
(点検、診断、措置)の情報をデータベース化

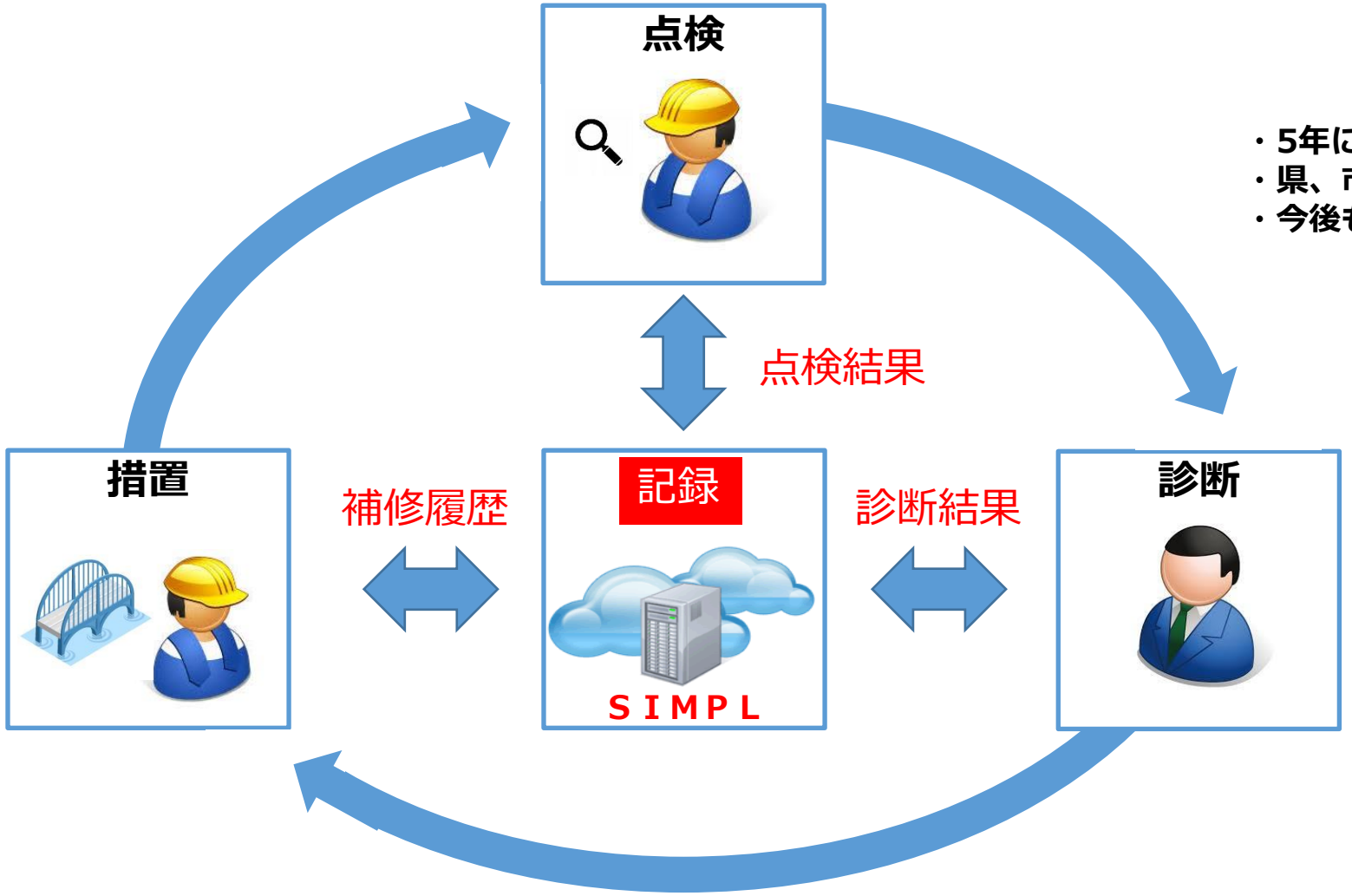
平成29年
宮城県内３４市町村に展開



平成30年
宮城県と仙台市に導入予定

福井県版を開発

ＳＩＭＰＬ　橋梁メンテナンスサイクルのデータベース



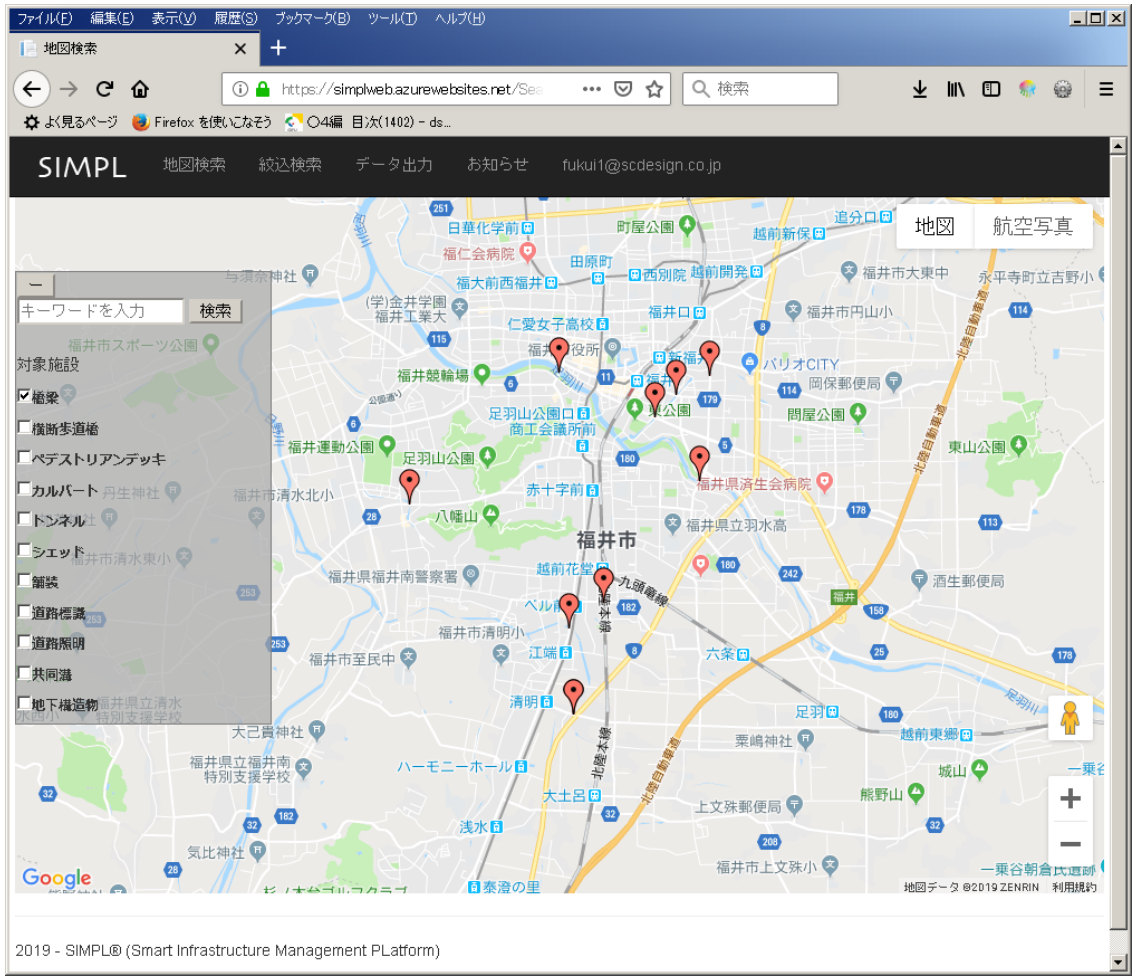
・5年に1回の近接目点検
・県、市町のデータを蓄積
・今後も点検データが増加

補修・補強
更新、撤去

・橋梁の健全性を判定
・補修方針を決定

ＳＩＭＰＬ

パソコンで利用



タブレットで利用

近隣の橋梁を表示

ＳＩＭＰＬ

検索機能

ストリートビュー

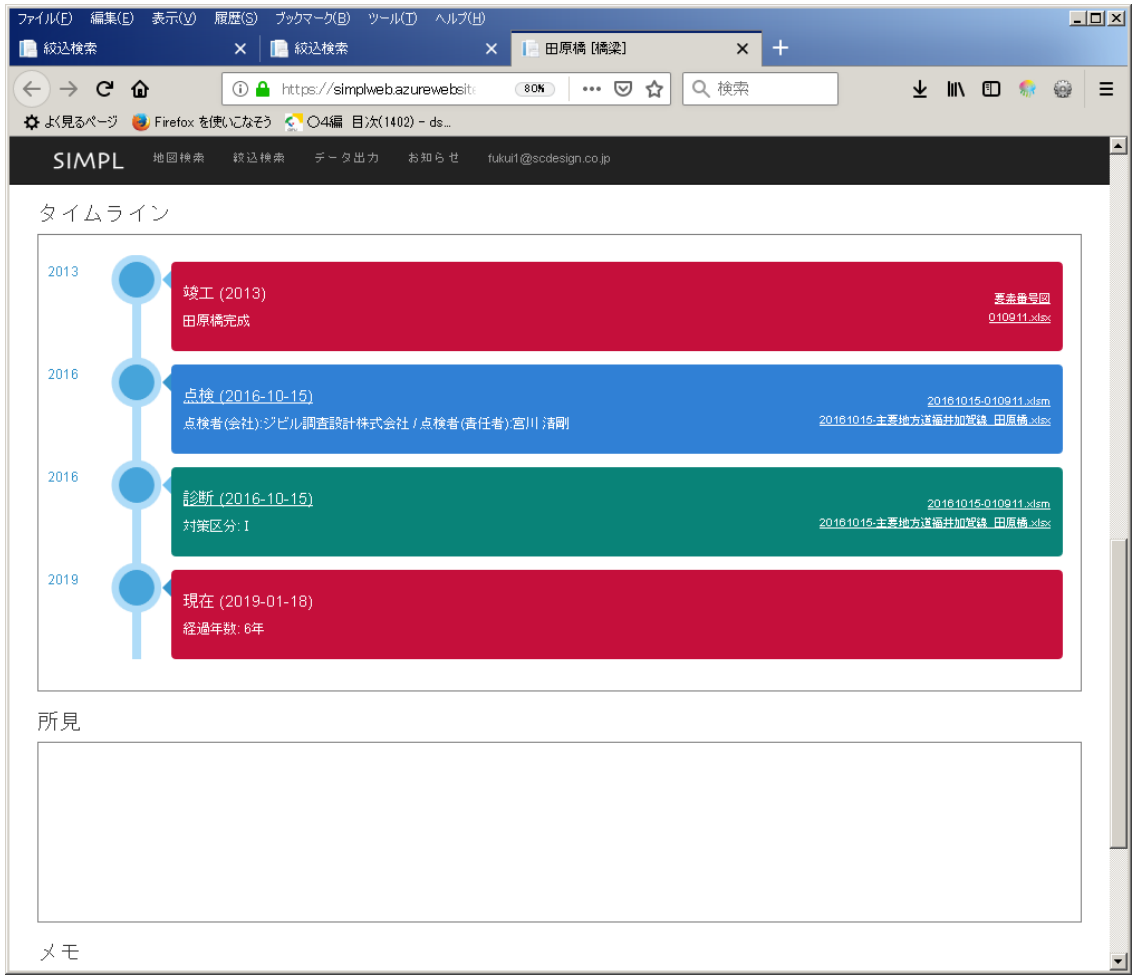
絞込検索モード

ＳＩＭＰＬ

橋梁データ

諸元

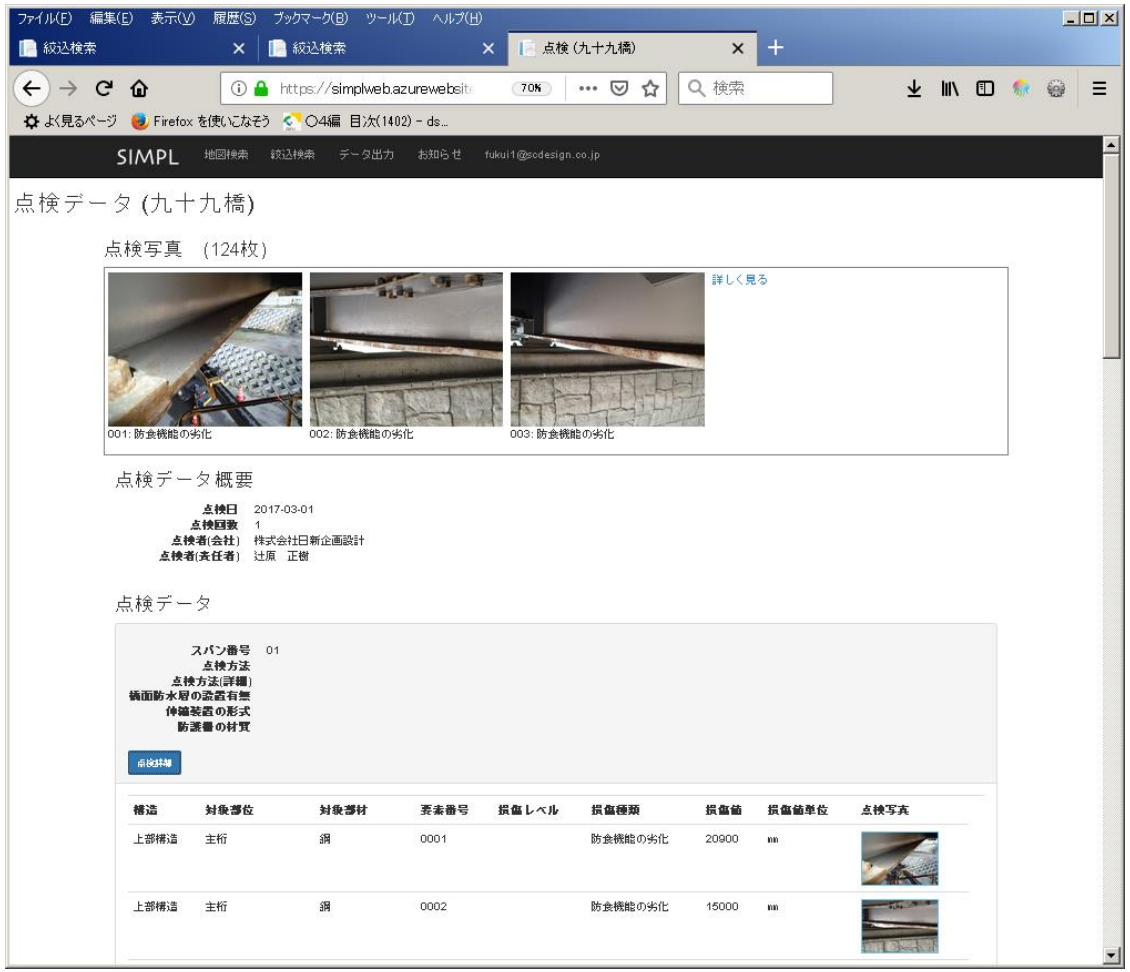
タイムライン



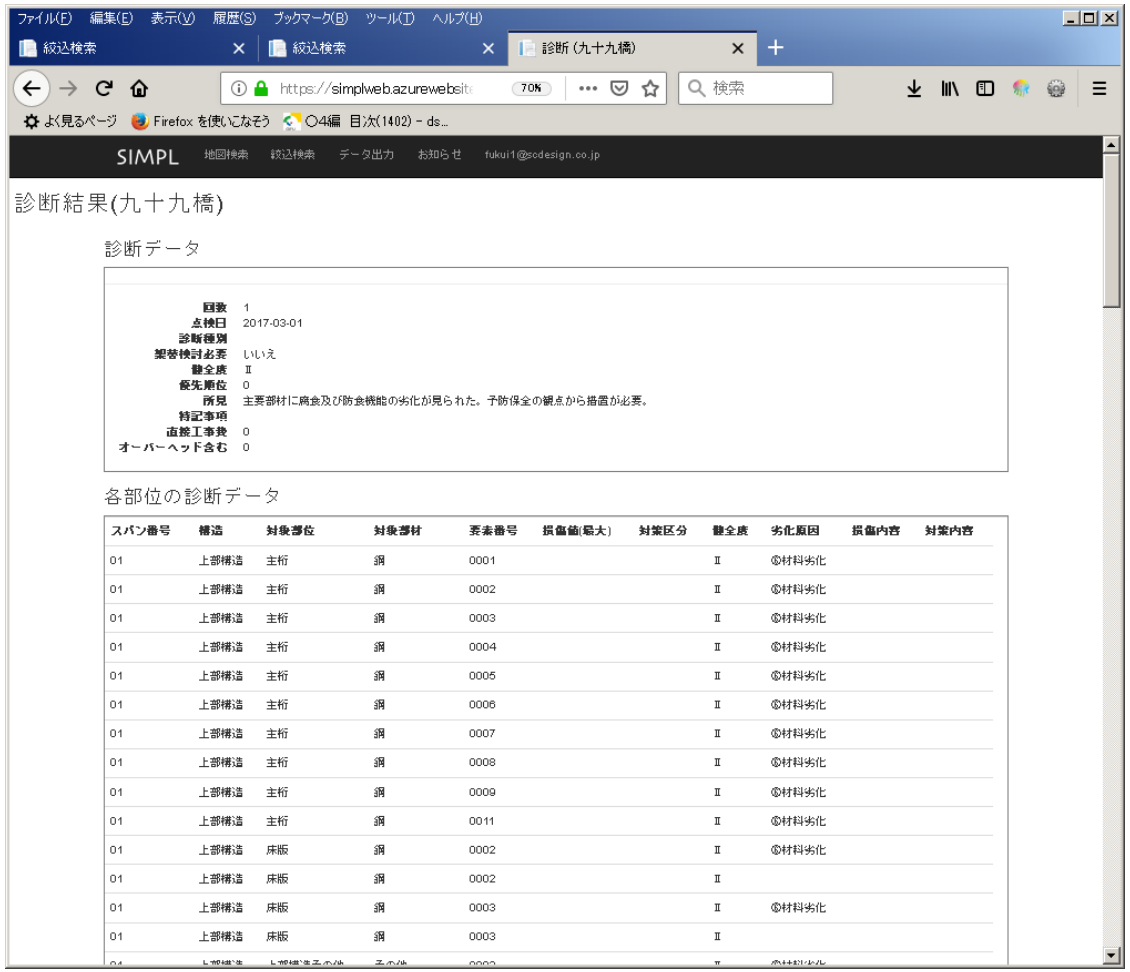
ＳＩＭＰＬ

点検結果・診断情報

点検結果



診断



ＳＩＭＰＬ

分析

レポート作成

分析ツールを利用して

図表を用いて視覚化された

レポートを作成

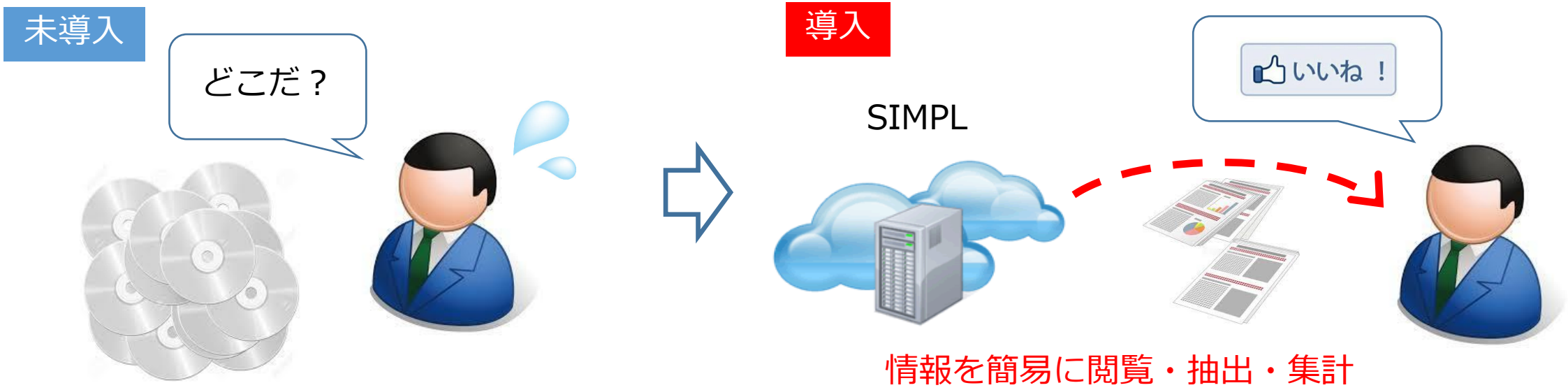
分析結果の**「見える化」**

今後について

福井県では橋梁以外の施設についても導入を検討中

・シェッド、大型カルバート等定期点検要領
・道路トンネル定期点検要領
・横断歩道橋定期点検要領
・門型標識等定期点検要領

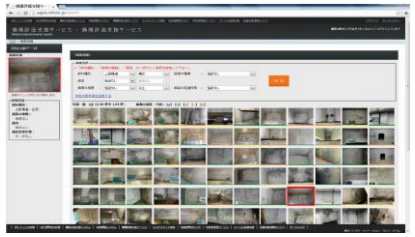
今後、情報はますます増大していきます．．．．



最後に．．．

例えば．．．

類似変状サーチ



災害時サポートモード

点検者養成トレーニング

技術者の育成に向けて

点検効率化タブレット

IoT・センサー情報の連携

道路の動画検索

大学等から現場をリモートサポート

寿命予測・長寿命化対策

様々な視点のデータ分析

通れる道マップ連携 防災関連情報連携

SIMPL　インフラ管理のプラットフォーム

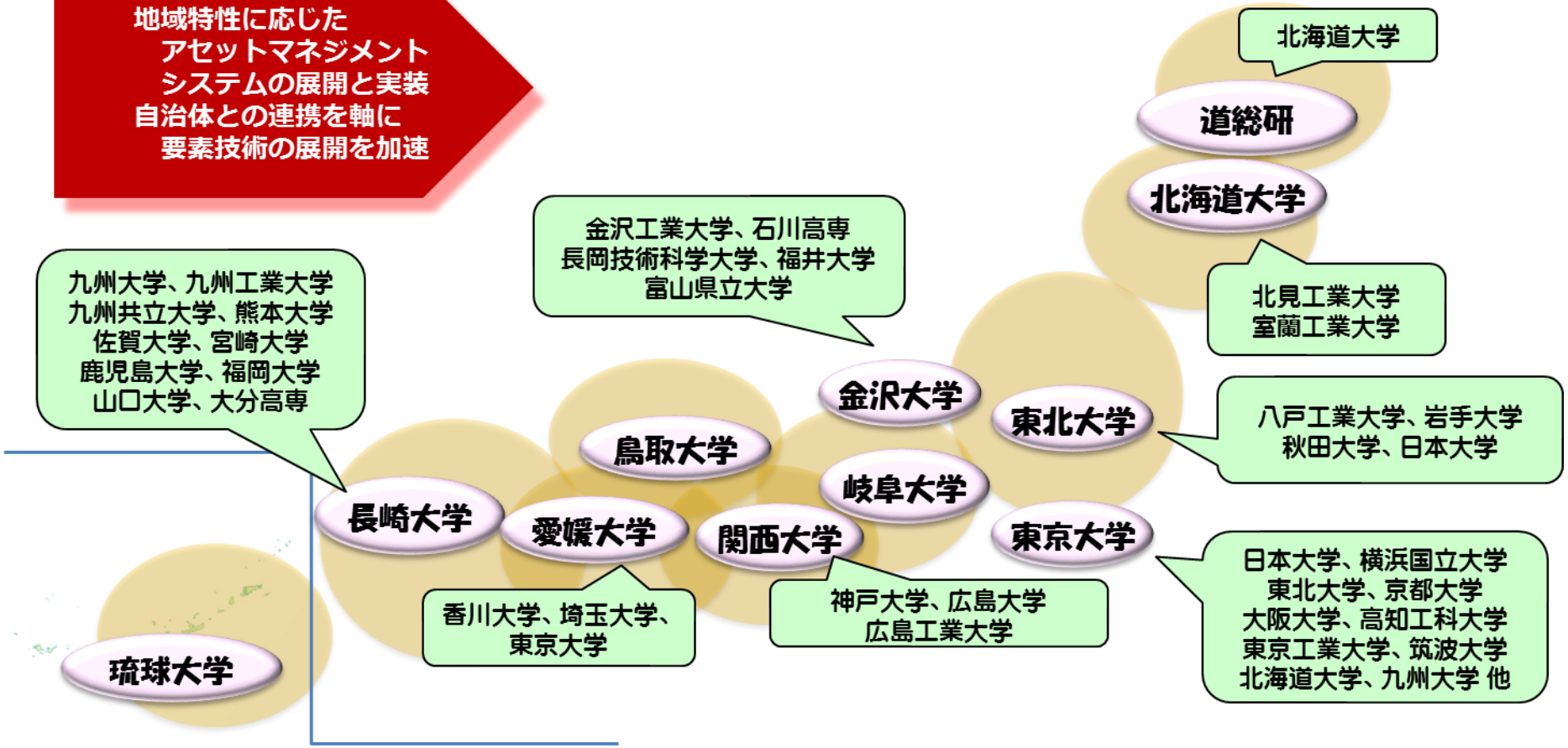
他地域における維持管理合理化の取組みと北陸への期待

金沢工業大学　田中　泰司

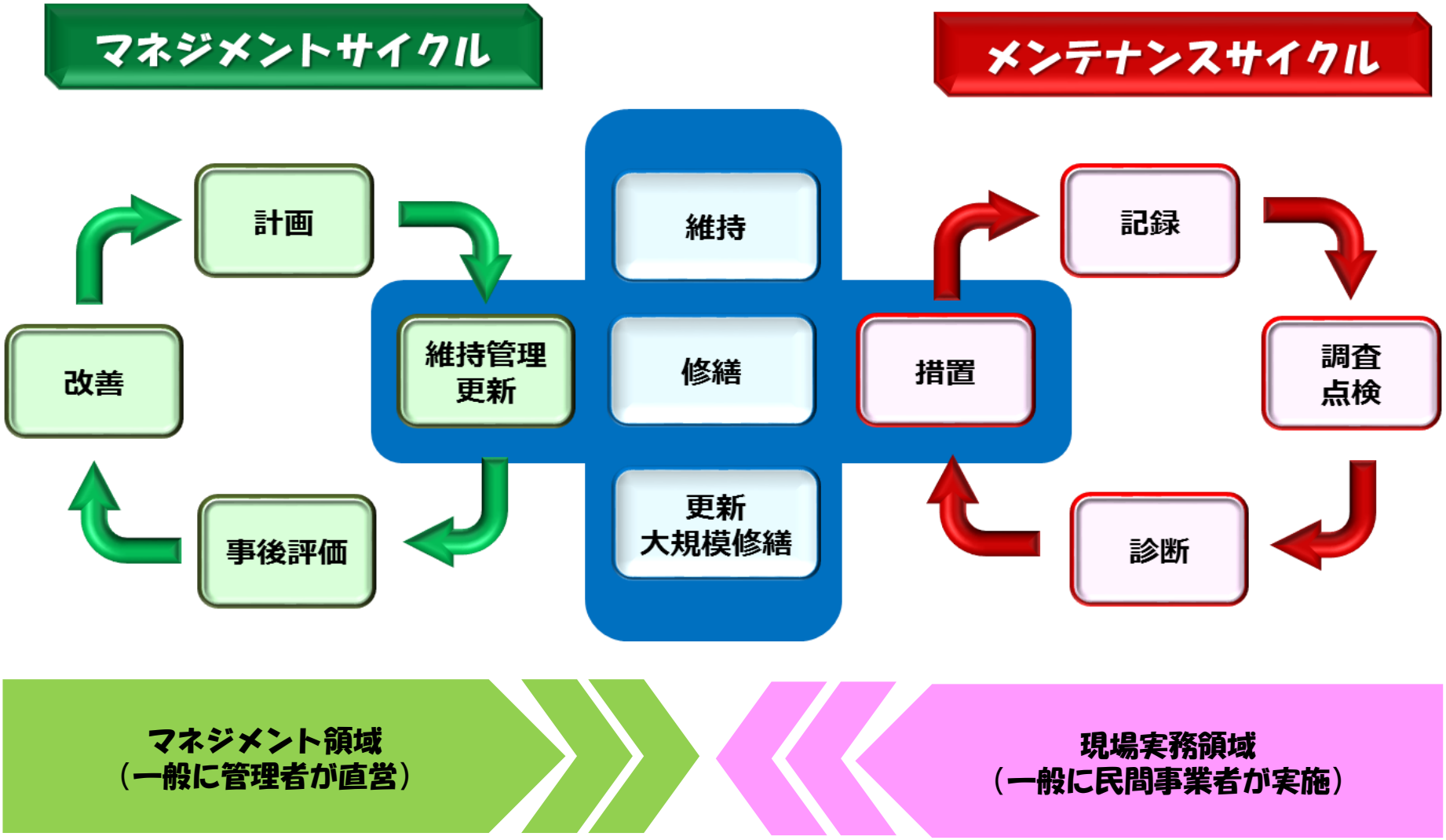
地域実装支援の体制

インフラの長寿命化・高耐久化を実現するアセットマネジメントシステムに基づく、地域が主役となる新たなインフラとの共存社会の提案

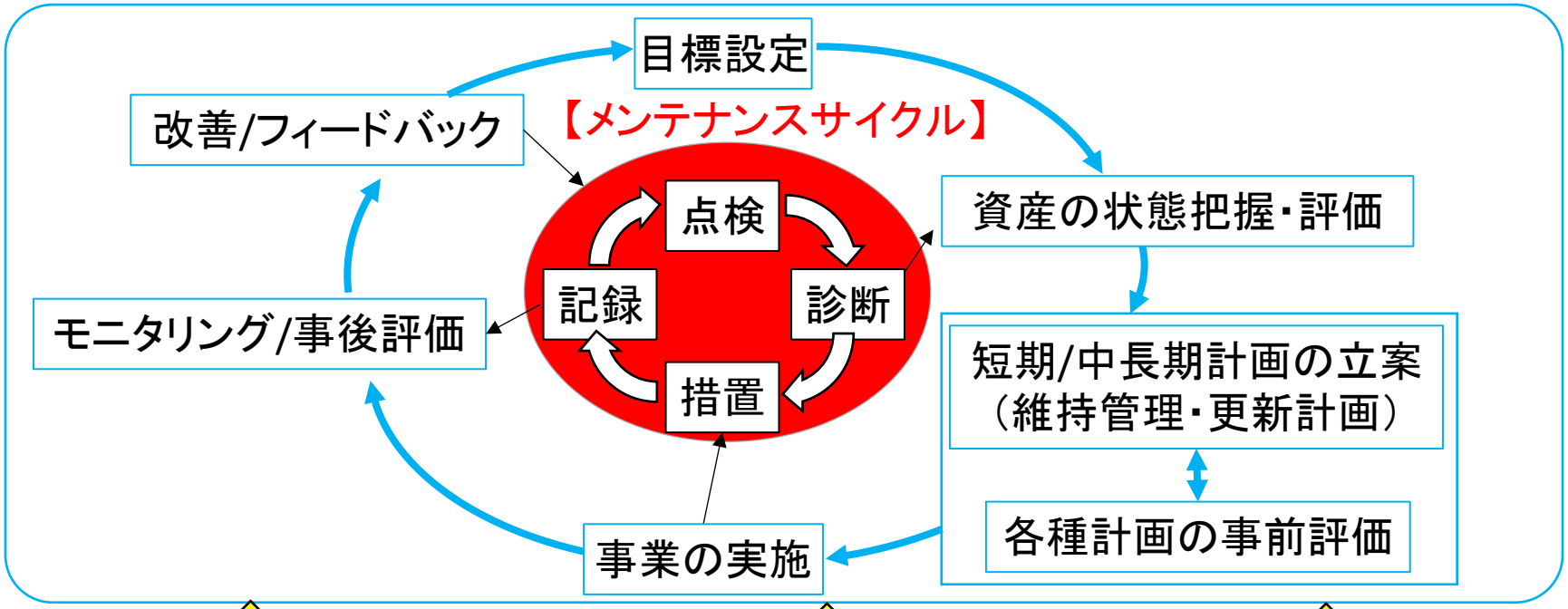
地域特性に応じた
アセットマネジメント
システムの展開と実装
自治体との連携を軸に
要素技術の展開を加速



地域実装支援の体制


マネジメントサイクル
メンテナンスサイクル
計画
改善
事後評価
維持管理
更新
維持
修繕
更新
大規模修繕
措置
記録
調査
点検
診断
マネジメント領域
（一般に管理者が直営）
現場実務領域
（一般に民間事業者が実施）

アセットマネジメントサイクル



【資金のマネジメント】

長期/短期の財務分析
- 損益分析
- コスト分析
- キャッシュフロー分析
- バランスシート評価
- 投資計画
- 資金調達　等

【人員のマネジメント】

長期/短期の人員配置計画
- 業務運営／体制
- 組織体制
- 人員配置計画

等

【新技術】

- データベース
- LCC分析
- 事業評価
- 非破壊検査
- 劣化予測
- 補修工法
- センサリング　等

東京大学チームの地域実装支援

サブプロリーダー：東京大学　小澤一雅教授

目標：地方自治体において、持続可能な維持管理マネジメントシステムの体制を構築すること

土木学会技術推進機構

アセットマネジメントシステム
実装のための実践研究委員会

外部有識者：高木千太郎・木下誠也・松本直也

協定

委託契約

自治体A
（公募で選定）

事業支援者A
（コンサル）

パートナーシップ

支援・評価

事業実施

アセットマネジメントシステム モデル事業

実施内容

(a) 対象自治体における課題の特定
(b) 課題の解決策の立案
(c) 解決方策の実践

参照

維持管理等の入札契約方式ガイドライン（案）
（土木学会建設マネジメント委員会）

【モデル事業を実施する自治体と課題】

津別町　H28

対象：全てのインフラ
課題
・人口減少・過疎化
（現在約5000人）
・維持管理コストの負担増
・耐震化未対応施設
・除雪

新潟市　H27～

対象：全橋りょう(4062橋)
課題：
・道路維持管理の体制・仕組み
・維持管理費の増大の懸念

富士市　H28～

対象：橋りょう(162橋)
課題：
・維持管理サイクル
・財源（社会資本整備総合交付金への依存）
・職員の技術力

桑名市　H28～

対象：大山田地区604ha
（大都市近郊の住宅団地）
課題：
・街路樹の維持管理コスト
・将来のまちづくりに対応したインフラ施設計画

町田市　H28～

対象：橋りょう(239橋)および幹線・準幹線道路(138km)
課題：
・道路資産計画と実態のかい離
・点検結果等に基づく計画改訂
・職員の技術力

新潟市の事例

課題

◆約4,100橋の近接目視点検
◆要対策橋梁の修繕が進まない
◆橋梁の老朽化の進行
◆工事の集中・冬季の品質確保

新潟市橋梁アセットマネジメント検討委員会

委員：学識経験者、地元建設団体、地元コンサル、NPO

事務局：新潟市

検討内容

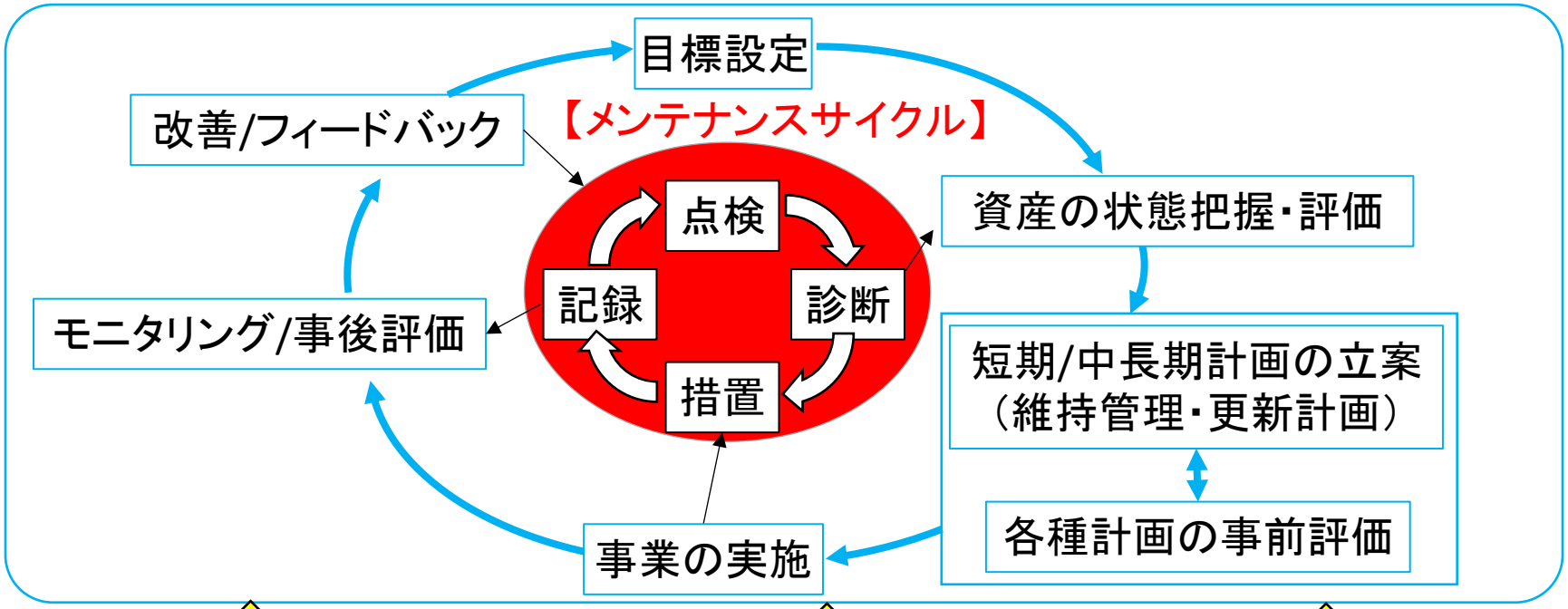
橋梁長寿命化修繕計画の見直し

社会実験

課題解決策

	事後保全脱却モデル	長寿命化推進モデル	小規模橋梁点検モデル
目的・効果	①**補修・修繕スピードアップ** ②冬季の補修工事を回避 ➡**施工品質を向上** ③設計ー施工間の**手戻りを回避** ④包括化による**コストダウン**	①細やかな修繕の実施➡安全性確保 ②橋梁の**詳細情報の取得・蓄積** ③**新技術、新対策手法の検証** ⑤**LCCの削減を実現**	①**点検費用の削減** ②**年間の業務量平準化** ③地元企業への委託による **人材の育成、災害時対応強化**
概要	○早急に対策が必要な橋梁を対象 ○複数橋をまとめて、補修設計と補修工事のプロセスを包括 ○複数年契約で、工事時期を最適化	○長大橋や歴史的価値のある橋梁等を対象 ○新技術や新対策手法等に対する実証フィールド提供	○管理区分4の橋梁を対象 ○通行量の少ない橋梁群を設定 ○エリア単位で新潟市独自の年次点検を包括委託
モデル事業（案）	○複数橋梁（3～5橋程度） ○設計・工事（端部補強・塗装など） ○複数年（H28末～H30上半期） 	○水洗いなど清掃業務で劣化予防 ○新技術の積極導入 ○複数年（H28末～H29末） 	○数十橋一括 ○タブレットによる点検手法導入 ○複数年（H28末～H29上半期）

アセットマネジメントサイクル



【資金のマネジメント】

長期/短期の財務分析
- 損益分析
- コスト分析
- キャッシュフロー分析
- バランスシート評価
- 投資計画
- 資金調達

等

【人員のマネジメント】

長期/短期の人員配置計画
- 業務運営／体制
- 組織体制
- 人員配置計画

等

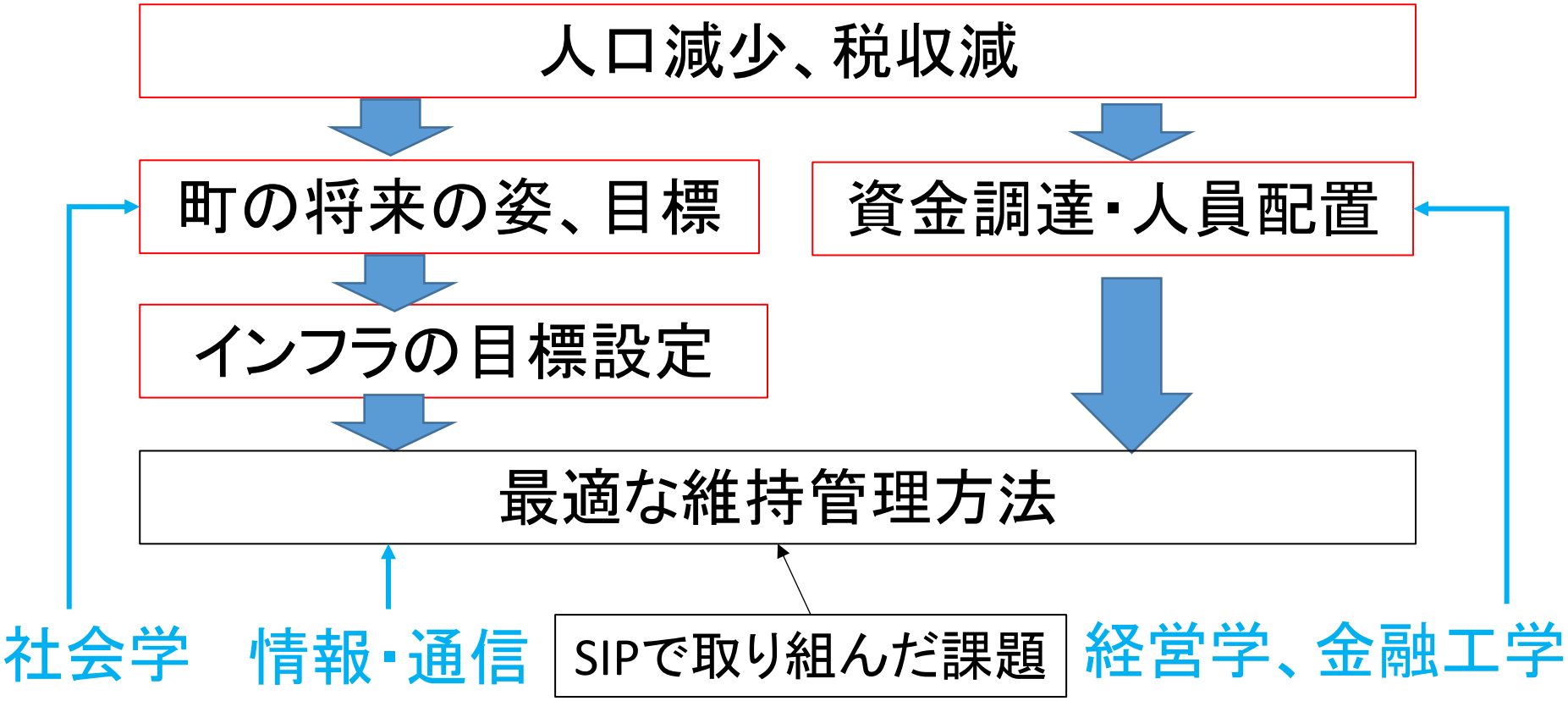
＋ やりがい、面白味

【新技術】

- データベース
- LCC分析
- 事業評価
- 非破壊検査
- 劣化予測
- 補修工法
- センサリング

等

解決すべき課題の階層構造



- 課題解決のためには、様々な分野の人の協力が必要
- 全体最適を達成するにはインフラの外への視線も必要

SDGs 持続可能な世界を実現するための17のゴール

白山市のSDGs未来都市2030

本市におけるQOLを
「持続可能な社会を自らの手によって作り上げることを実感する」と位置づけ、
そのQOLの源でもある、市民一人ひとりの主体的な
「学び」「成長」「挑戦」から、
「経済」「社会」「環境」を調和するエコシステムを市民参画のもと一体感をもって構築する。

金沢工業大学、docomoとの
連携協定

金沢工業大学
白山麓キャンパス
地方創生研究所

経営コンサルティング

情報・通信（5G、IOT）

■自律的好循環　【女性の活躍】

経済・社会・環境の調和をデータ活用の観点から
アプローチできる人材（女性＋若者）が揃っている！

北陸地方のSDGs未来都市

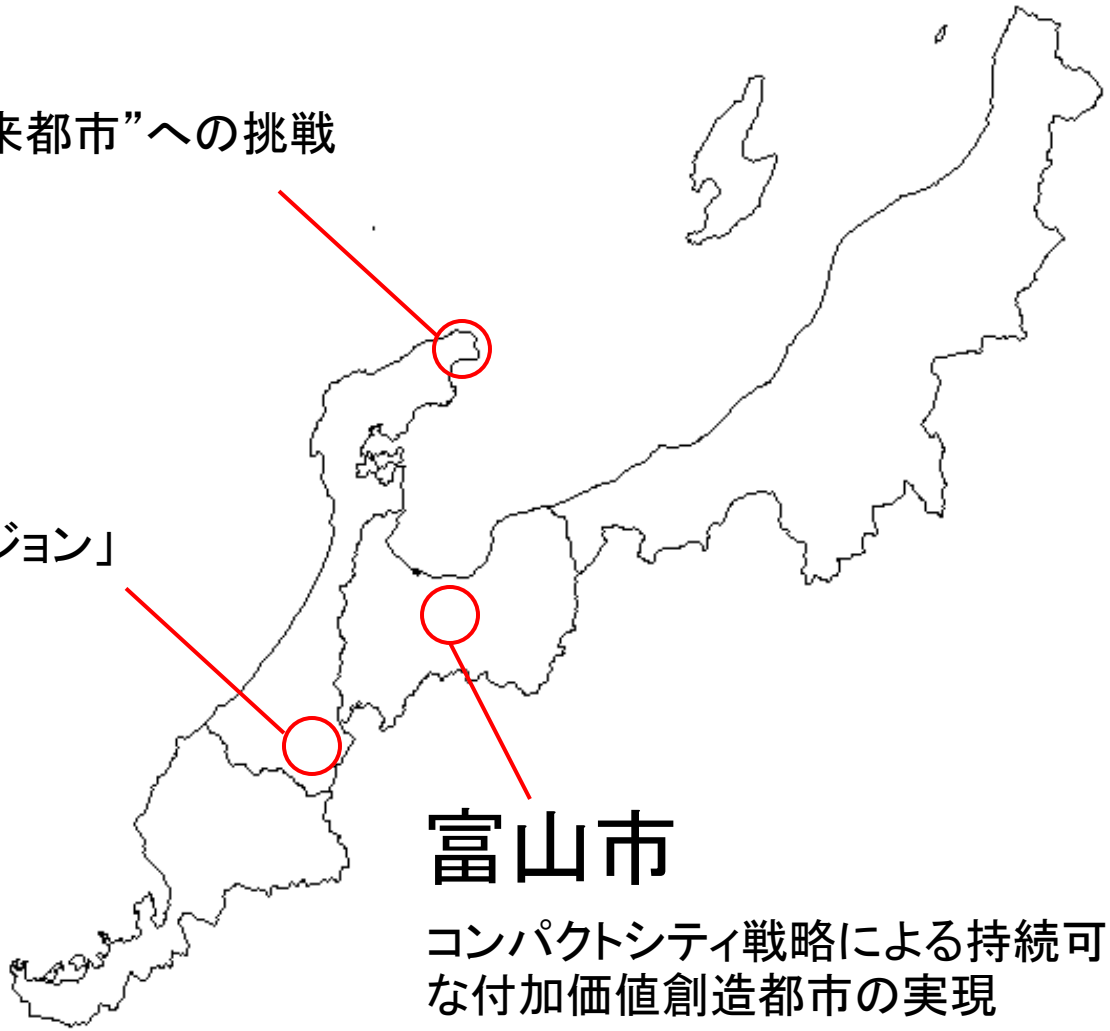
全国で29の都市が選定（うち、北陸からは3都市）

珠洲市

能登の尖端“未来都市”への挑戦

白山市

白山の恵みを次世代へ贈る
「白山SDGs未来都市2030ビジョン」

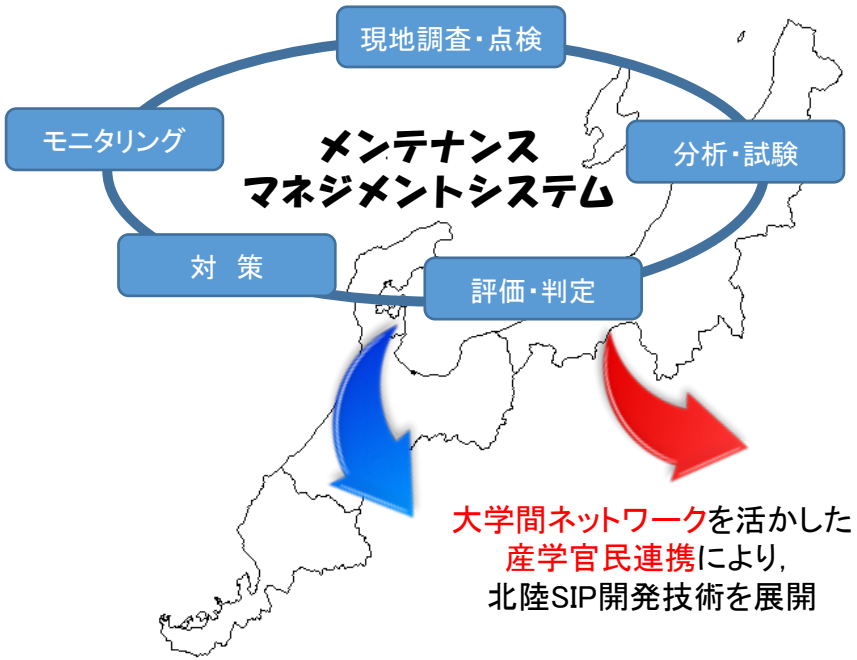


富山市

コンパクトシティ戦略による持続可能な付加価値創造都市の実現

SIP終了後における展開

大学	教員名	担当県
長岡技大	宮下	新潟
長岡高専	井林	
富山県立大	伊藤，立花，内田	富山
富山大学	河野	
石川高専	津田	石川
金沢大	深田，久保	
金沢工大	宮里，田中，花岡	
福井大	鈴木	福井



SIPにより北陸地域における大学教員のネットワークを構築

今後の展開

長期継続
- ●産官学民連携による北陸インフラメンテナンスフォーラムへの展開
- ●北信越4県コンクリート診断士会との連携
- ●市町職員への技術支援（人材育成）
- ●継続的な活動ができるための体制づくり

短期
- ●複合劣化の機構解明と対策に資する成果の発信

ご清聴ありがとうございました