

共催： 愛知県・(公財)愛知県都市整備協会
道路橋定期点検の新技术研修 ～事例に学ぶ～
道路橋定期点検の支援技術と取組み

2022.11.1 ウィンクあいち 六郷恵哲(岐阜大学／特任教授)

➤ はじめに

- 自己紹介／前回の研修

➤ 第1期SIPインフラの新技术と活動

- 新技术の実装支援
- 特徴ある新技术とその後

➤ 道路橋定期点検への支援技術の適用

- 各務原大橋への**最初**の適用(2018年度)
- 各務原大橋の**次回**の点検(2023年度)
- **跨線橋**定期点検への取組み

➤ 点検支援技術の活用に向けて

- **360度カメラ**の活用／関係者が協力／使いながら工夫 等



はじめに

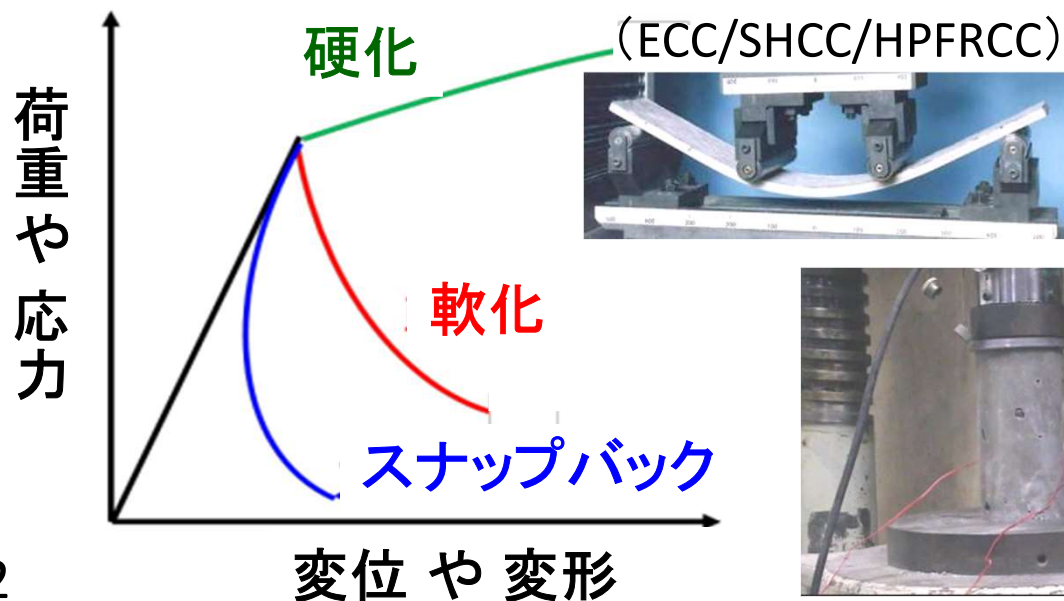
自己紹介

- 2016.3 岐阜大学定年退職
- 現在
 - ・ 岐阜大学の特任教授
 - ・ 企業の技術顧問



➤ 退職前: コンクリート等の壊れ方(破壊と靱性)に関する研究

➤ 退職後: 岐阜大学SIP地域実装チーム責任者(2016.9~2019.3)



(デンソー)



(栗原哲彦氏)

フイールド試験



前回の研修（2022.6.3）で紹介された技術

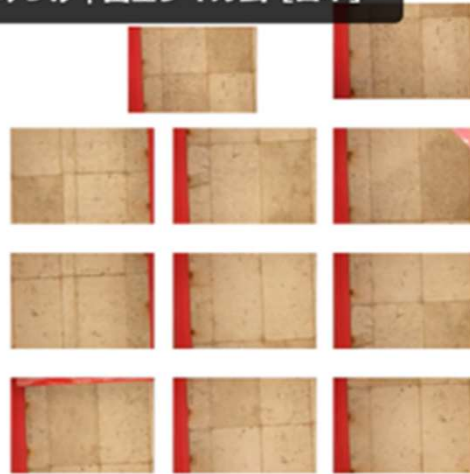
ひびみつけ操作説明動画_J_1（概要）_0127

社会インフラ画像診断サービスひびみつけ | 富士フィルム [日本]



アップロード中...

ひびみつけ



Skydio

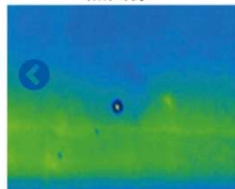


▲従来の打音検査

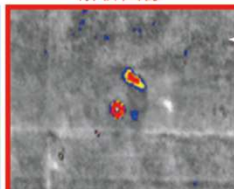
▲Jシステム

Jシステム

《Jソフトによる解析》
熱画像



解析画像



《打音後の写真》
可視画像



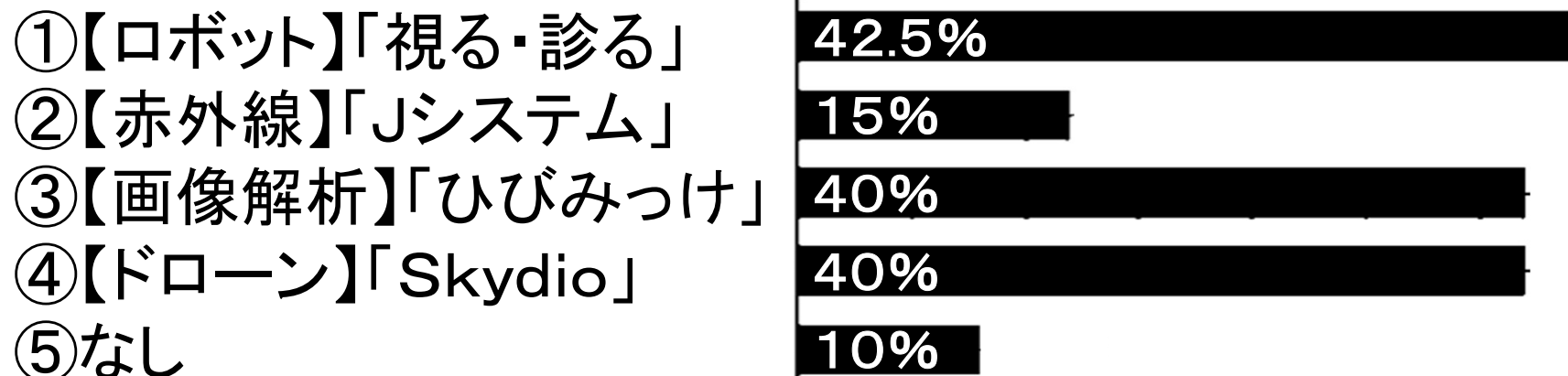
三段階判定
■ 要注意
■ 注意
■ 観察



アンケートへの回答の例

- **改善：** 活用できそうな技術が少ない／もう少し詳しく聞きたい／新技術の採用事例を紹介してほしい→今回の行事
- **欲しい技術：** 叩きもできるロボットカメラ／跨線橋点検を容易にする技術／点検者の技量に依存しにくい技術／個々の素晴らしい技術を統合した技術 等
- **アイデア：** 各種新技術は定期点検以外にも利用できる／特に3Dモデルで活用が広がる 等

＜今後活用してみたい技術＞



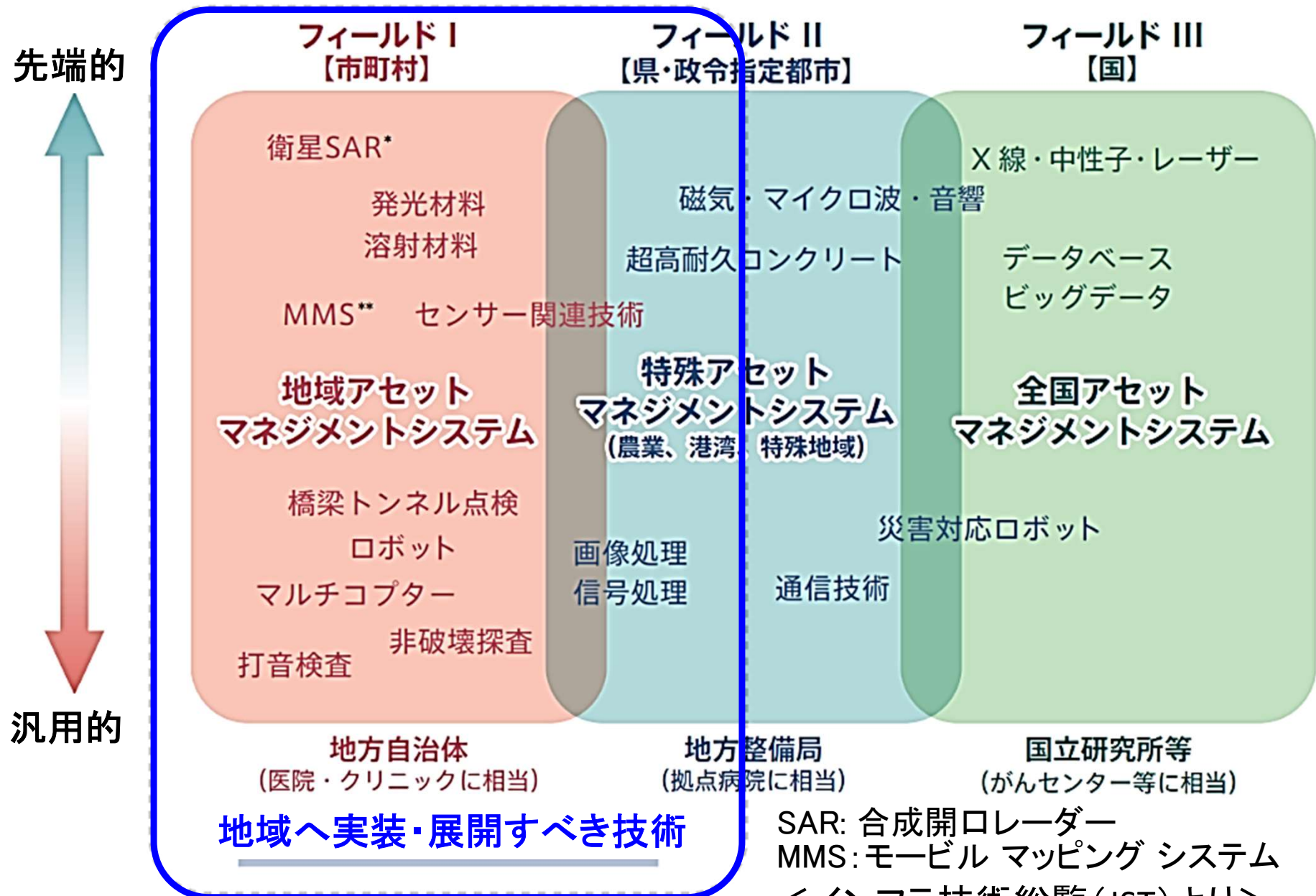
第1期SIPインフラの新技术と活動

- 第1期「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の一つ(2014～2018年度)
- 第1期SIPインフラ:
「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(藤野陽三 PD)
- インフラメンテナンス
新技术の開発
+
新技术の実装支援
(新しい試み)



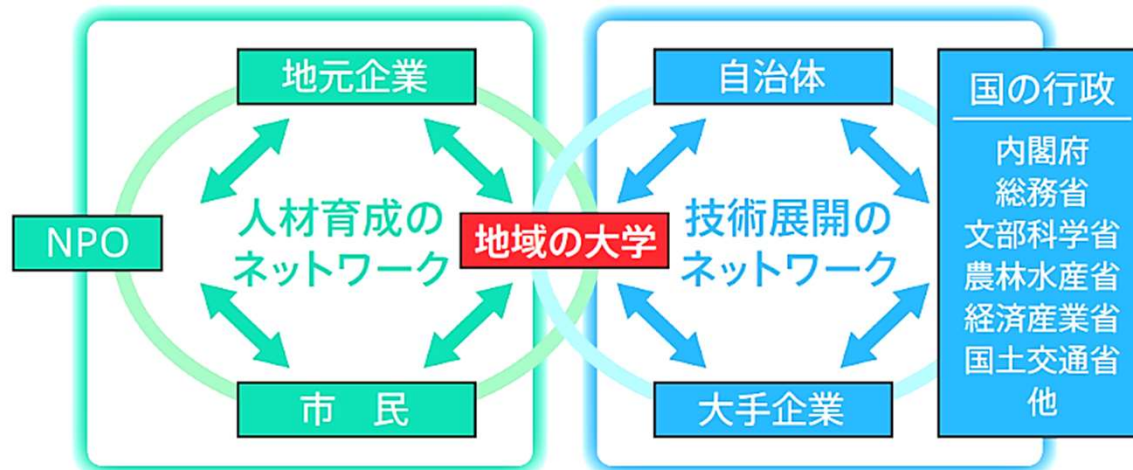
第3期「SIPスマートインフラ」は 次年度スタート

SIPインフラにおける新技術の開発



SAR: 合成開口レーダー
MMS: モービル マッピング システム
＜インフラ技術総覧(JST)より＞

新技術の実装支援

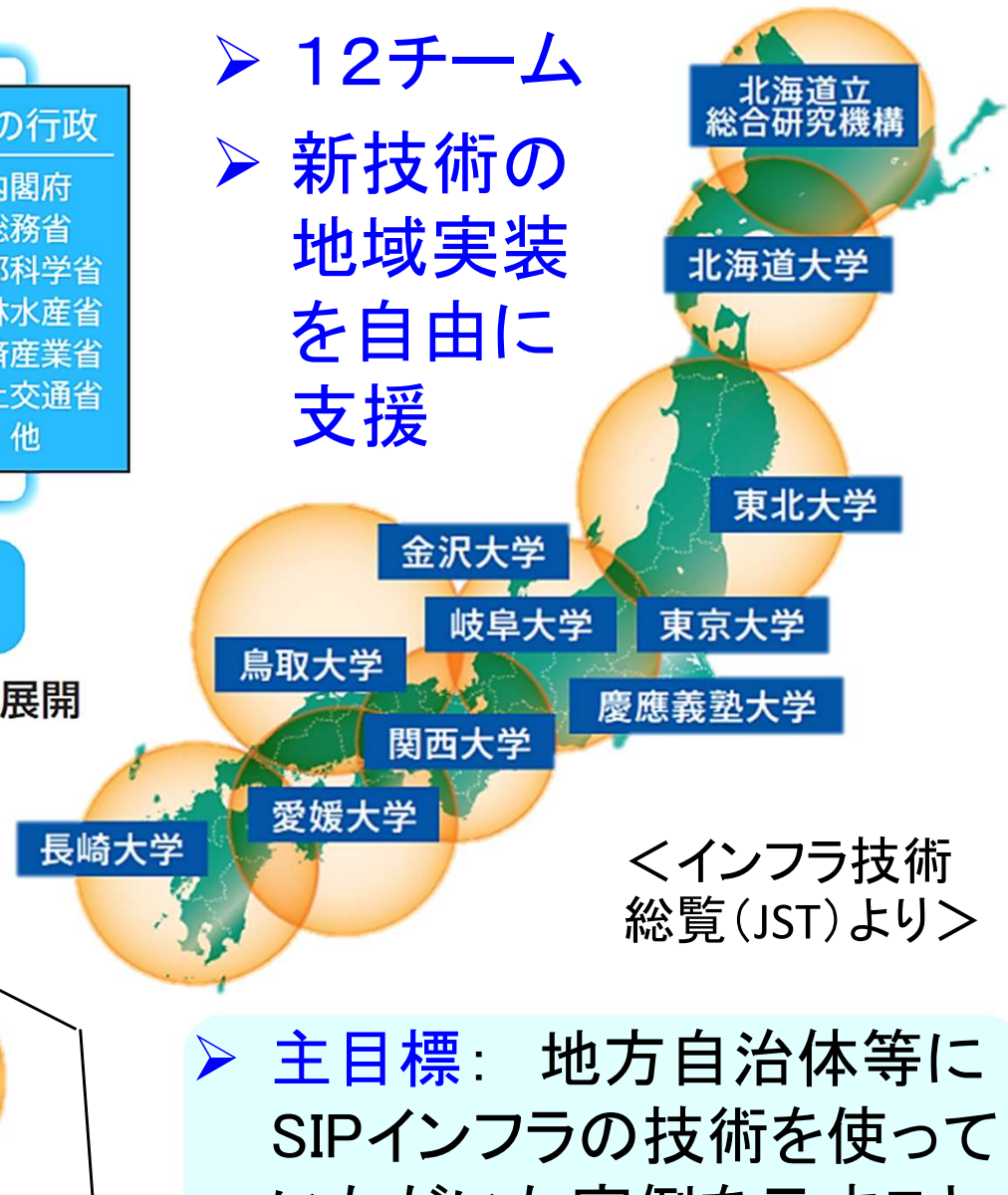


SIPインフラで開発した
技術による人材育成

大手企業で開発した
技術を自治体へ導入

地域におけるインフラ維持管理・更新マネジメントの展開

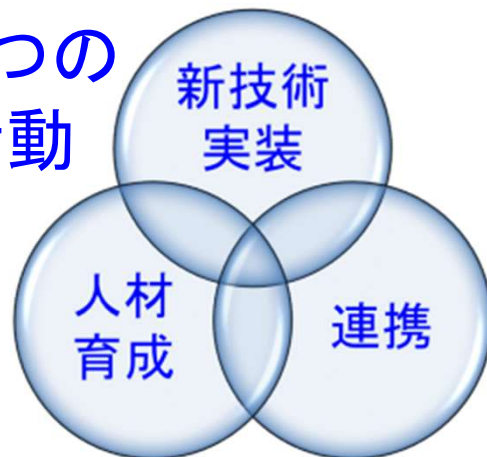
- 12チーム
- 新技術の
地域実装
を自由に
支援



＜インフラ技術
総覧(JST)より＞

- 主目標： 地方自治体等に
SIPインフラの技術を使って
いただいた実例を示すこと

- 3つの
活動



SIPインフラの活動に関する報告書(2018年度末発刊)

(①～③は、http://committees.jsce.or.jp/opcet_sip/)

- ① インフラ技術総覧(JST) https://www.jst.go.jp/sip/dl/k07/sip_k07_souran.pdf
- ② 社会インフラの維持管理・更新・マネジメントに関わる新技術の開発と活用拡大を考える https://committees.jsce.or.jp/opcet_sip/system/files/SIP_tec_report.pdf
- ③ SIPインフラ新技術地域実装活動報告書～地域のインフラ維持管理の今後に向けて～ https://committees.jsce.or.jp/opcet_sip/system/files/SIP-Report-Index.pdf
- ④ 岐阜大学SIP実装プロジェクト活動報告書
https://gifu-sip.net/wp-content/uploads/2017/01/GifuSIP_Report_Ver3.pdf



→ SIP技術の紹介では主にこの冊子の記事、図、写真を使用

特徴ある新技術とその後

- 画像情報等の取得（近接目視点検の代替）
 - ・ 橋梁： 橋梁点検ロボットカメラ／二輪型マルチコプタ／球殻ドローン
 - ・ トンネル： 統合型トンネル診断システム
 - ・ 舗装・道路・堤防： 橋梁床版高速自動レーダー診断技術／除草時モニタリングシステム
 - ・ 港湾： 棧橋下面点検ロボット
- 打音情報の取得（打音点検の代替）
 - ・ 橋梁・トンネル： レーザー打音検査／ドローン搭載打音点検
- 各種情報の取得（新しく 利用実績が少ない場合、発注し難い）
 - ・ 水中土中の鋼材肉厚情報： ポータブル磁気検査装置
 - ・ コンクリート構造物内部の情報： X線中性子線可視化技術
 - ・ 盛土深部の情報： 舗装盛土診断システム
 - ・ 斜面崩壊の情報： 斜面崩壊警報システム
 - ・ 河床形状の情報： 航空レーザー測深機洗掘把握
 - ・ 広域地盤の変動情報： 衛星SAR地盤変動モニタリング

橋梁点検ロボットカメラ

(三井住友建設、日立産業制御ソリューションズ)

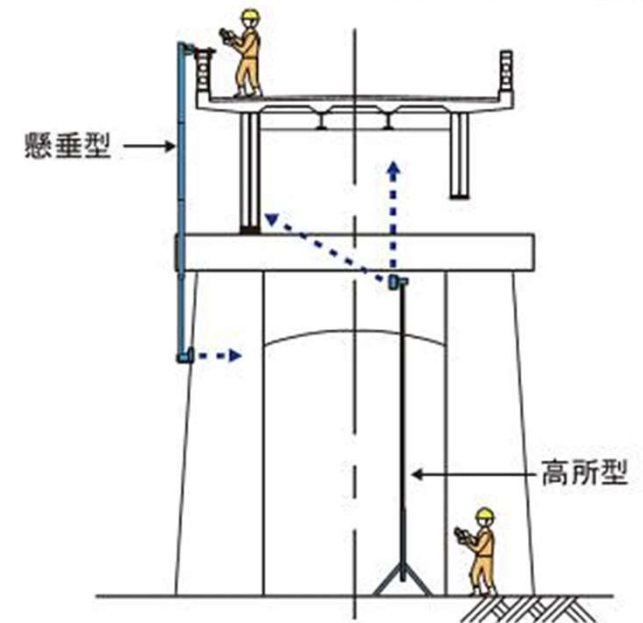
- 20m離れ 0.2mm幅のひび割れが視認可能
- 操作端末画面にクラックスケール・計測目盛、L型スケールを表示
- 光学倍率30倍、コントラスト・手振れ補正
- タブレットPCでカメラの向きや倍率を操作



懸垂型の使用状況



高所型の使用状況



橋梁点検ロボットカメラの視準方向

橋梁点検ロボットカメラ その後

- カメラの機能アップを実施
 - 解像度アップ
(90万画素→200万画素)
 - 上床版撮影対応の改善
 - 連続自動撮影の時間短縮
- 国土交通省の「点検支援技術性能カタログ」に掲載

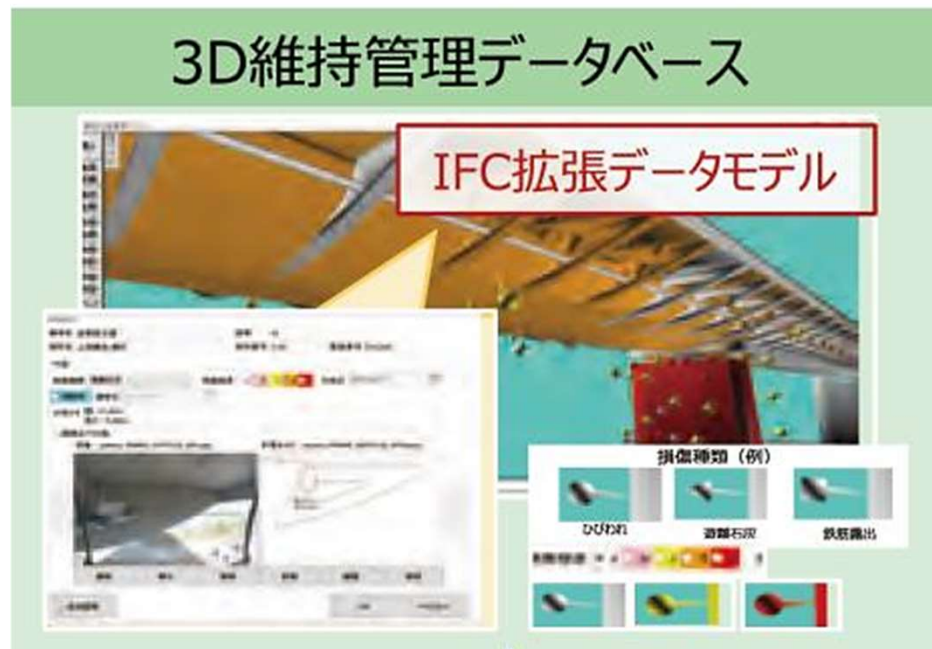


- 導入台数： 合計 79台 ※2021年9月末現在
 - 建設コンサルタント 20台
 - 公共系民間会社（JR、NXCO,電力など） 23台
 - レンタル会社 30台
 - その他（民間） 6台

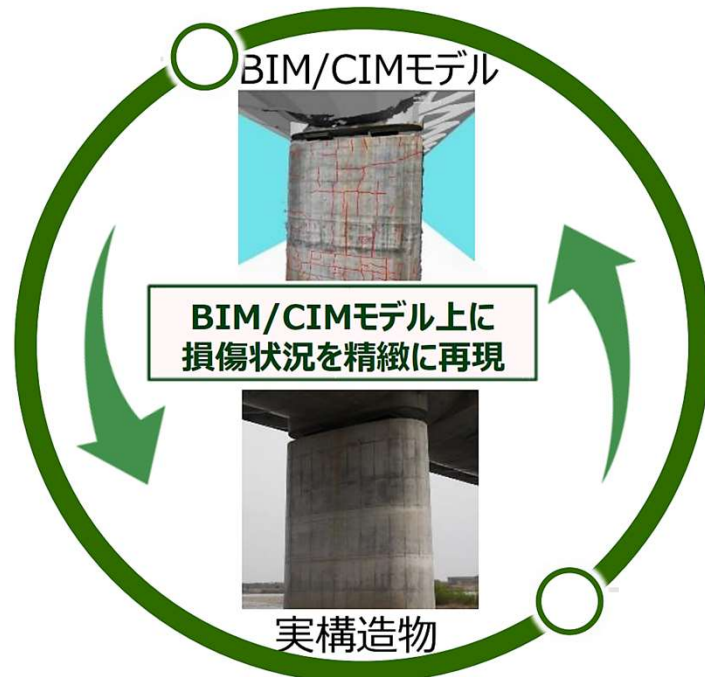
※現場試行対応を順次実施中。21年度は市町村から 問合せ増加

二輪型マルチコプタによる橋梁点検システム（富士通）

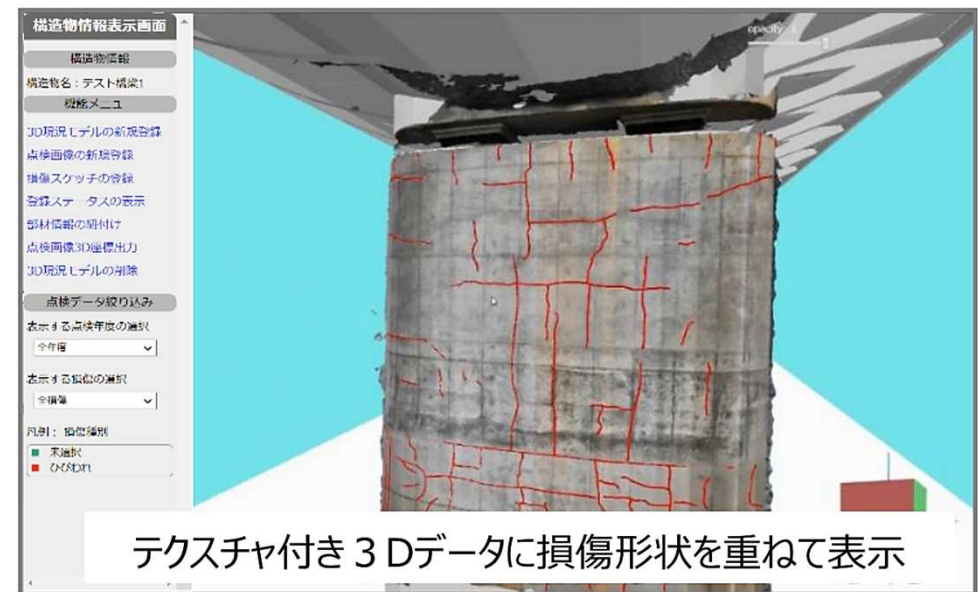
- 近接距離50cm の接触移動により、0.1 mmひび割れ識別可能な高精細画像を連続撮影
- 連続画像を3D 合成し、3D モデル上に損傷の3次元形状・位置を記録



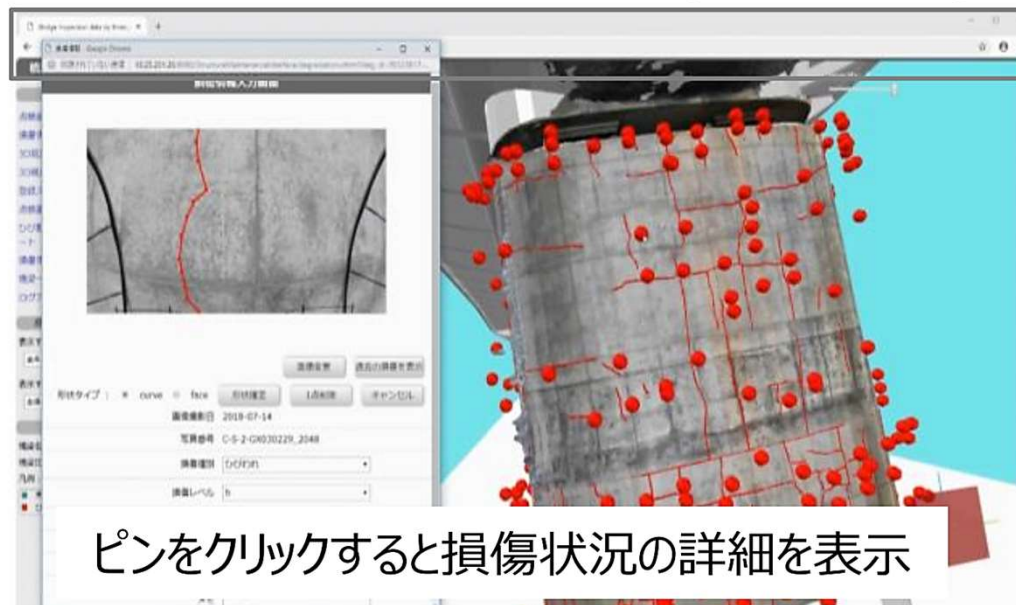
構造物諸元や点検情報を3Dモデル情報と関連付けて管理



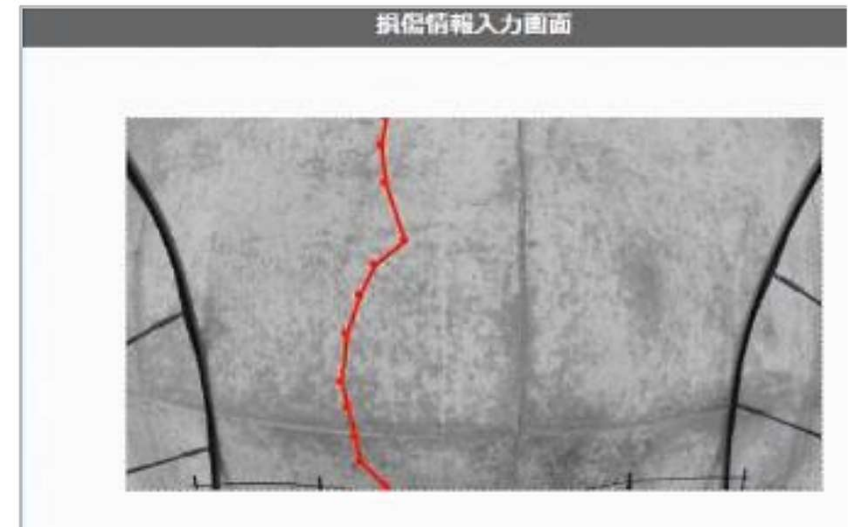
■ 損傷状況 3 D表示画面（全体画面）



■ 損傷状況 3 D 表示画面（詳細画面）



■ 損傷状態表示画面



＜パンフレット「Fujitsu 維持 管理ソリューション」より＞

球殻ドローンを利用した橋梁点検システム（東北大学）

- 球殻ドローンにより、狭隘部に自由に入り込み、橋梁を近接撮影

<インフラ技術総覧(JST)より>

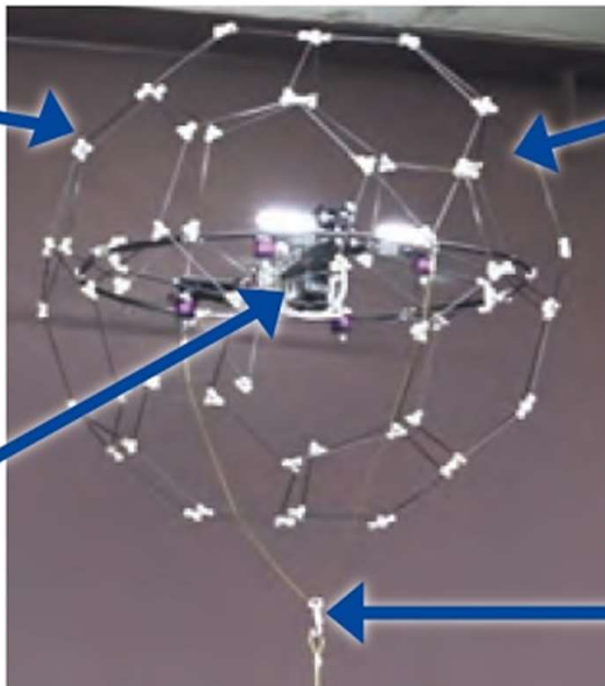


除去



剛性を有した球殻構造でドローンを防護

飛行環境に左右されず、鮮明な画像を撮影できる照明とカメラ



外寸98cm、重量3kg、1人で運搬可能な機体

張り出し床版や第三者物件付近では、テザーを用いて安全確認

- 各プロペラを球殻で保護したドローンを開発

その後



<動画は東北大学 大野和則氏、理研AIP 岡田佳都氏より>

<https://www.youtube.com/watch?v=Kz3fYrY-nmg>

トンネル点検と統合型診断システム（MIMM-R） （パシフィックコンサルタンツ）

- 時速50km以上の1回の走行で、トンネル壁面のひび割れ、変形、うき、背面空洞等を同時計測可能

<インフラ技術総覧（JST）より>
<動画はパシフィックコンサルタンツより>

非接触空洞探査
レーダー



巻厚と背面空洞

SIP開発

非接触内部欠陥探査レーダー



内部欠陥、ジャンカ

全周20台ビデオ
カメラ



ひび割れ・変状撮影

画像計測



レーザー計測



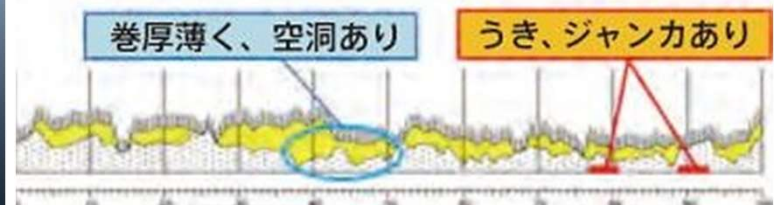
レーダー計測



巻厚・空洞レーダー
内部欠陥レーダー

巻厚薄く、空洞あり

うき、ジャンカあり



巻厚・空洞レーダー 内部欠陥レーダー

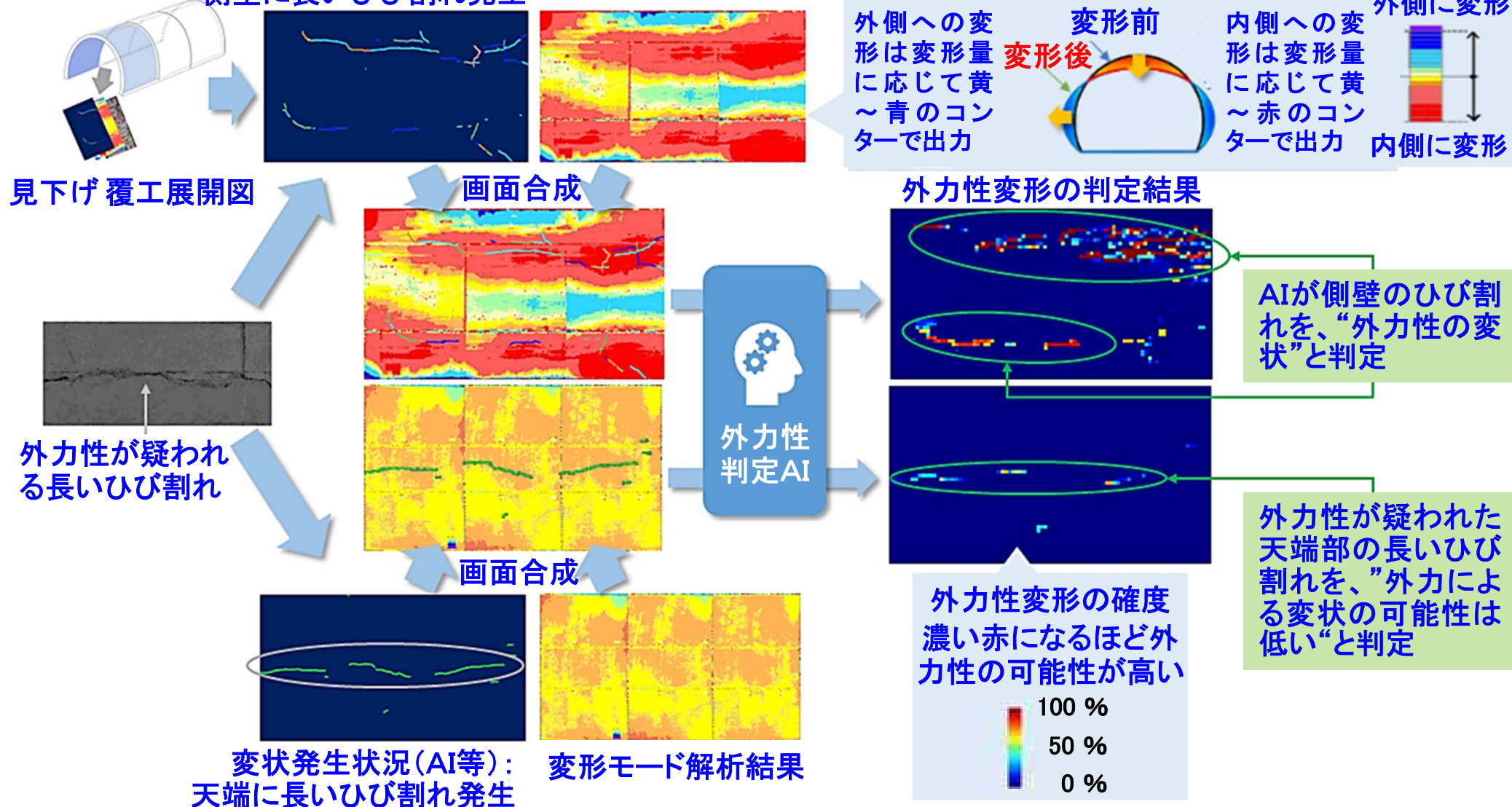
非接触レーダー：2タイプ

画像、損傷図の重ね3D表示

変形モードの3D表示

その後

変状発生状況(AI等): 側壁に長いひび割れ発生 変形モード解析結果

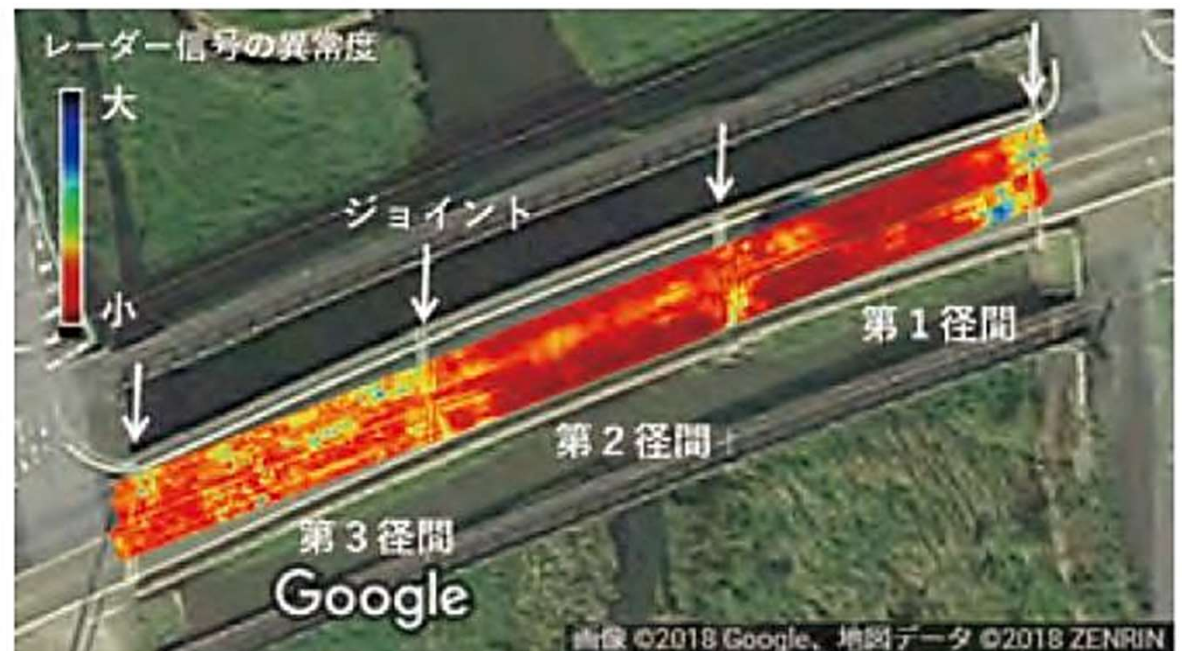
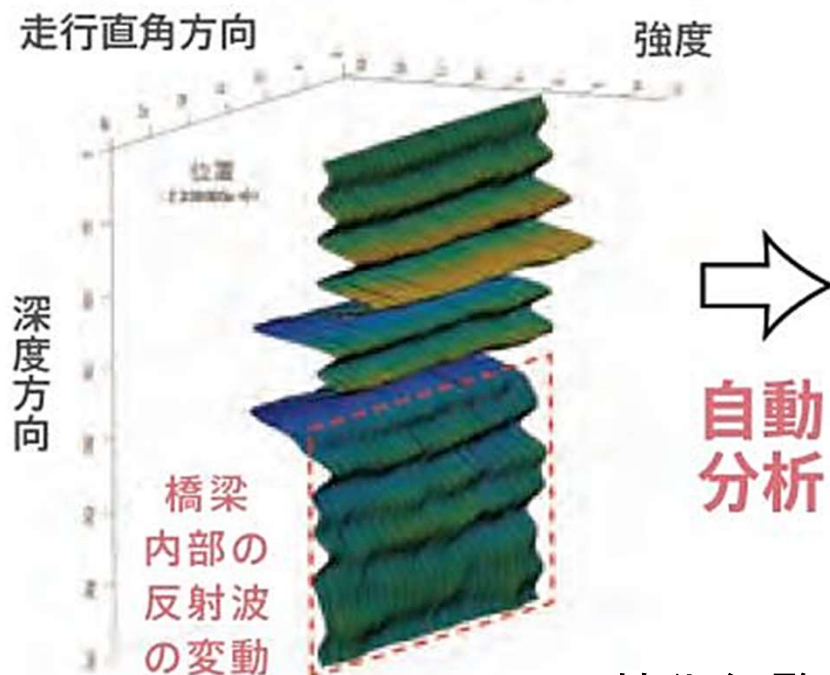


橋梁床版の高速・自動レーダー診断技術（東京大学）

- 時速80 kmの超高速で、橋梁床版内部の異常を透視
- レーダーデータの微弱な変化をデジタル信号処理とAIにより自動分析
- 橋梁床版内部の0.1 mmオーダーの含水した亀裂や土砂化を検知



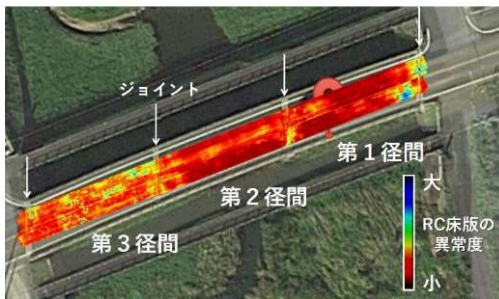
＜動画は水谷司氏より＞



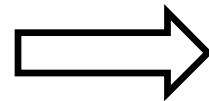
＜インフラ技術総覧(JST)より＞

橋梁内部の異常の透視のイメージ

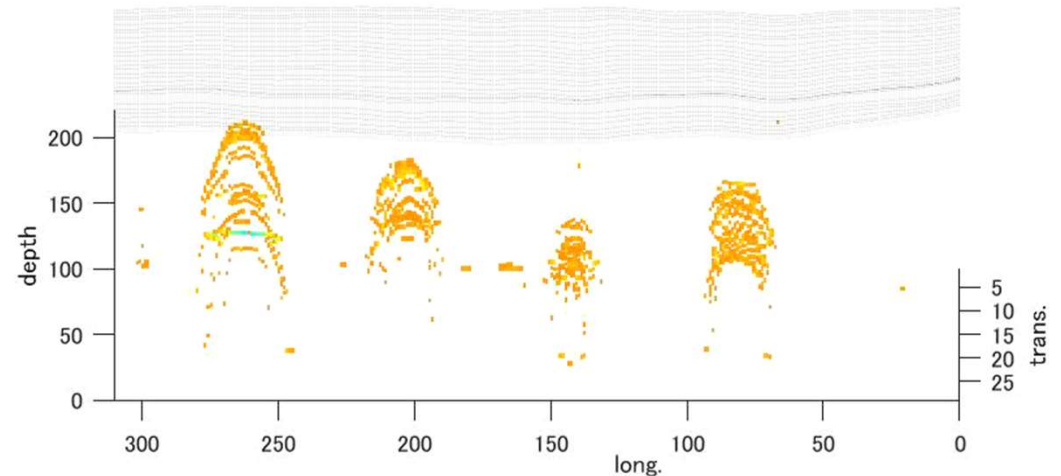
水谷司准教授(東京大学生産技術研究所)
令和2年度 科学技術分野の
文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞



SIP 後
深度情
報を加
えた三
次元可
視化に
発展



— 損傷



SIP時点では面的評価

最新の床版内部の三次元透視技術

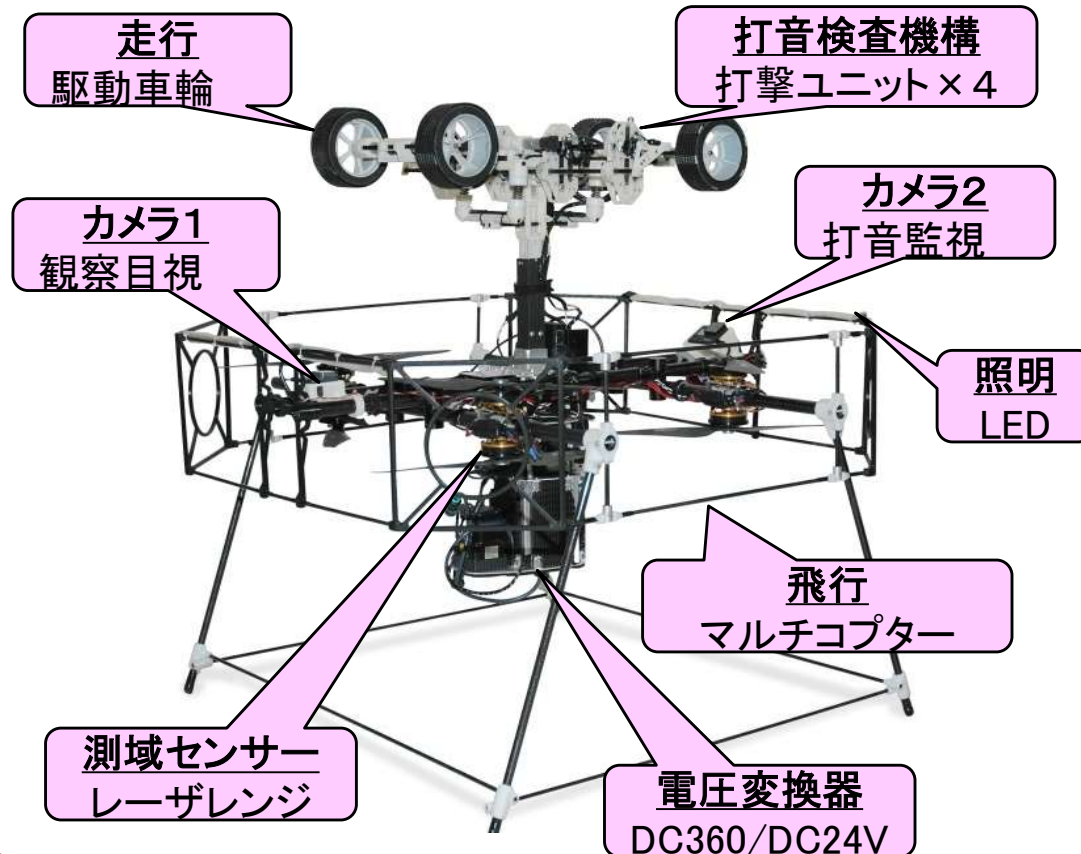
- SIPインフラ後も続けた開発の成果が**高インパクトファクタージャーナル**に多数掲載され、それらの業績により**文部科学大臣から表彰**
- 開発技術は、**実道路においてパイロット的運用開始** ＜水谷司氏より＞

ドローンによる打音点検・近接目視システム

(新日本非破壊検査)

- 点検部まで飛行し、押しつけた駆動車輪により点検部材を自在に走行
- 走行状態で、連続的な打音検査と、撮影距離を固定したカメラ撮影
- 有線による電源供給と信号伝送により、安定した連続点検が可能

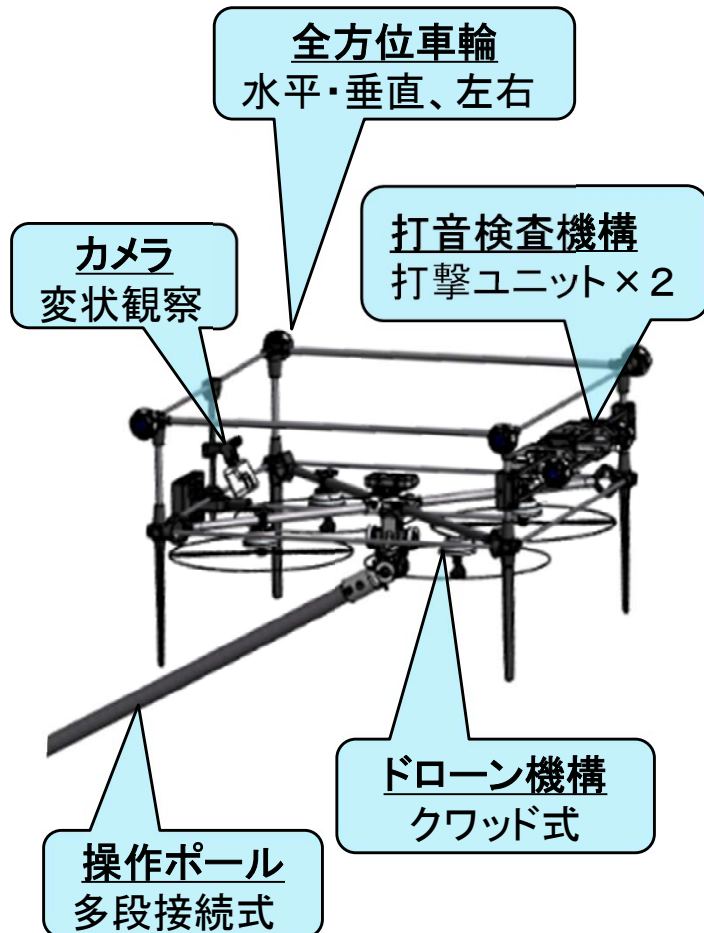
構造



ポール型点検ロボットを開発

- 点検機材（目視、打音、厚さ測定）搭載ドローンに、伸縮ポールを接続
- ドローンの推力で自重を打ち消し、ケーブル給電で長時間運転
- ポール操作で小型橋梁やプラント設備に接触走査させ、劣化損傷調査
- 無人航空機に該当しない！

＜新日本非破壊検査より＞



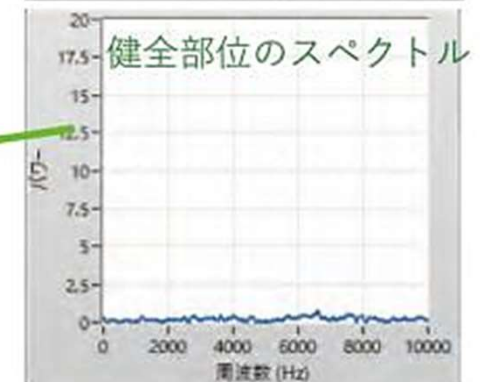
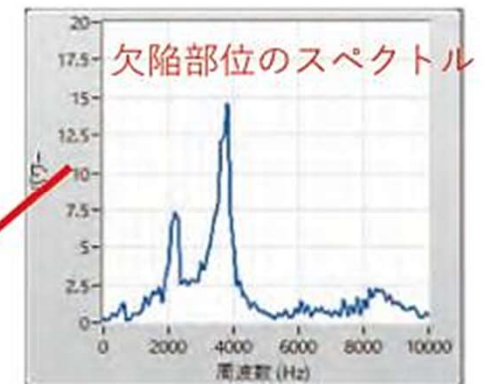
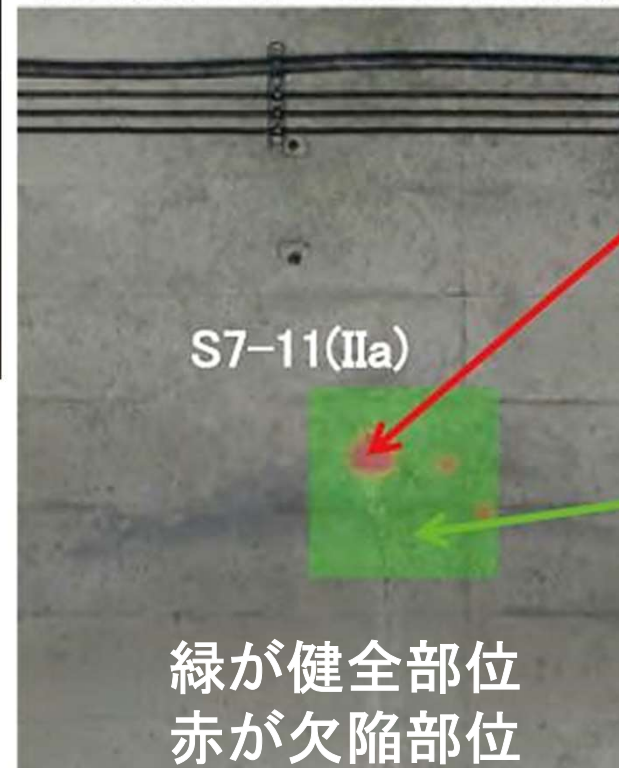
レーザーを活用した非破壊劣化インフラ診断技術 (理化学研究所、量子科学技術研究開発機構)

レーザー打音検査車両



- 1秒間に最大50回のレーザー打音計測が可能

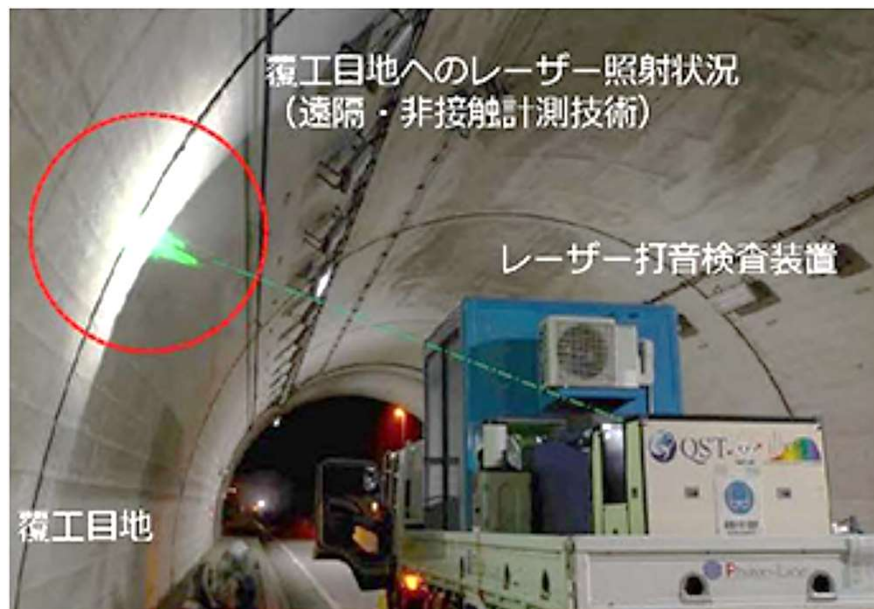
レーザー打音計測の実施 計測結果を覆工展開画像と合成



- 遠隔的にトンネルの表面と内部欠陥の可視化を実現
- レーザー表面計測とレーザー打音計測
＜インフラ技術総覧(JST)より＞

(株)フotonラボが 社会実装を推進

- レーザー打音システム等の社会実装を目的に、(株)フotonラボ(2018.10 社名変更、木暮社長)が活発に活動中
- (株)建設技術研究所は、(株)フotonラボとの業務提携契約、量子科学技術研究開発機構との共同研究の成果として、道路トンネル定期点検業務の支援技術に「レーザー打音検査装置」を国内のトンネルで診断支援に活用



(株)建設技術研究所HP http://www.ctie.co.jp/news/tech/2021/20210310_271.html

<動画はフotonラボより>

ポータブル磁気検査装置（岡山大学）

- 鋼構造物の腐食による減肉板厚を前処理なしで迅速に測定可能
- 地際下や水中の腐食測定可能

極低周波渦電流探傷法 (ELECT) を新たに開発



装置本体

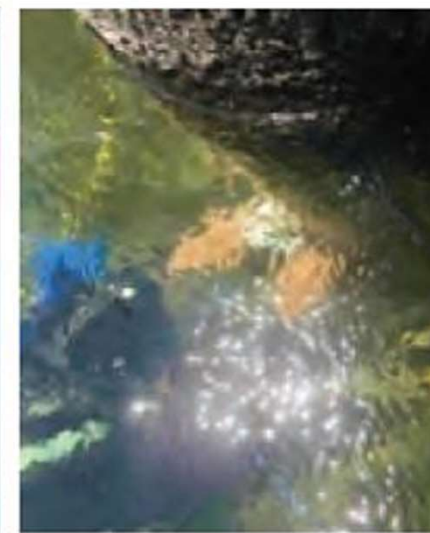


防水型プローブ



地際検査用
プローブ

●橋脚の気中、水中での板厚測定



照明柱の検査

鋼構造物の直接目視できない箇所の点検技術の開発を、他大学研究者らと推進中

- 水中部の損傷の検出評価
- 埋設部や閉じ断面の損傷の検出評価
- アンカーボルトの腐食の検出評価
- 溶接部の不良・欠陥の検出評価

<https://www.mlit.go.jp/road/tech/hyouka/r2/gaiyo31-7.pdf>

その後



水中付着物下の腐食



溶接部欠陥



ボルト基部の腐食
＜塚田啓二氏 確認＞



地際下腐食

「言葉」から改良のアイデア／「打音点検」を例に

気づき

A: 「構造物中の欠陥を、打音結果から判定」

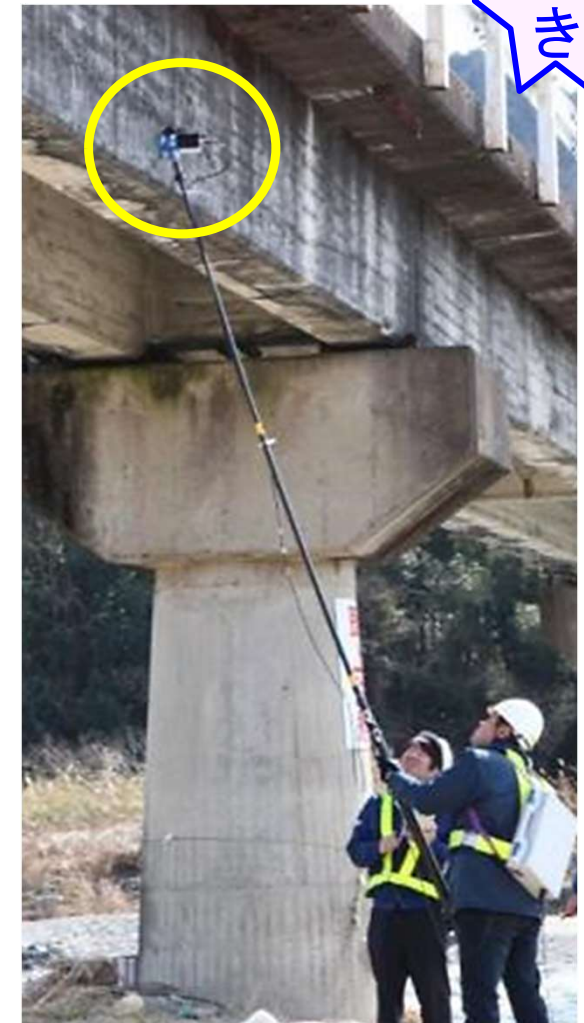
- ・ 改良技術のアイデアをイメージし難い

B: 「コンクリート構造物をハンマーで叩き、音の異常から空洞や浮きを検出する」

- ・ 叩く方法の改良技術: 打撃装置、ハイパワーレーザー、回転式打音機器
- ・ 検出方法の改良技術: 非接触探査レーダー、熱画像

C: 「コンクリート構造物に人が近づき、ハンマーで叩き、音の異常から空洞や浮きを検出し、必要なら、コンクリート片を叩き落とし、剥落事故を防ぐ」

- ・ 近づく方法の改良技術: 棒、ドローン
- ・ 叩き落とす方法の改良技術: まだ無い。引き剥し、共振、固定…
- ・ 剥落事故防止の技術: 剥落防止シート、補強材埋込み、等



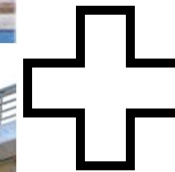
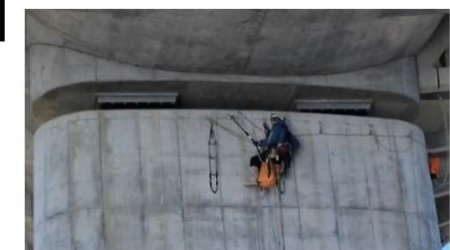
道路橋定期点検への支援技術の適用

各務原大橋への最初の適用(2018年度／点検要領改訂前)

ロボット技術による事前調査(岐阜大)



近接目視点検
(コンサルタント)



新しいシーズ

- 新しい技術や
取組み

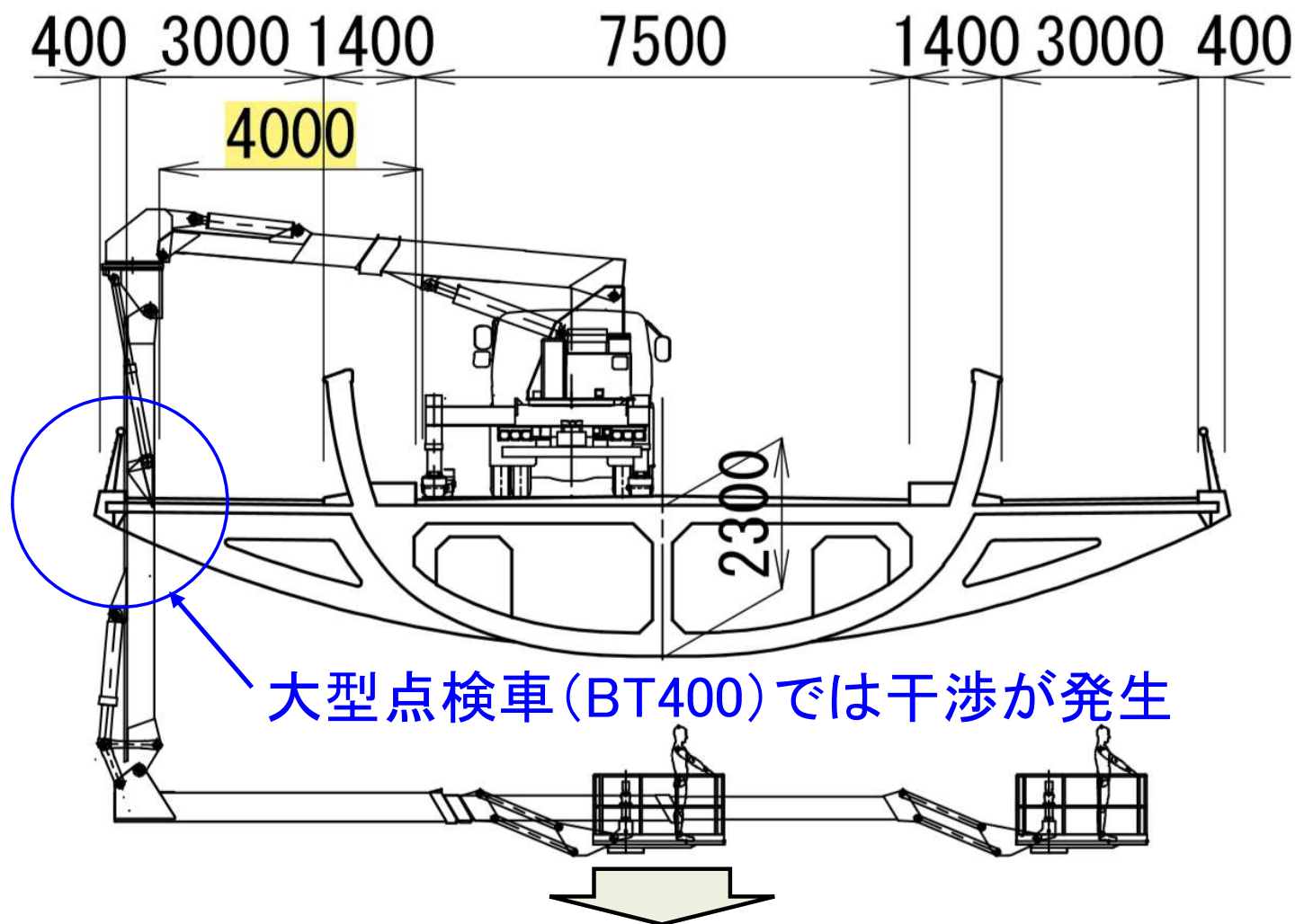
出会い

・地域実装(大学)チーム

強いニーズ

- 従来の技術で
は解決が困難

大型橋梁点検車の適用が困難な各務原大橋



管理者: 各務原市

橋 長 : 594m

全 幅 : 17.1m

車 道 幅 : 7.5m

自歩道幅: 2@3.0m

10径間連続フィンバック橋

2013年竣工

- 超大型橋梁点検車やロープワーク、点検用足場等による点検が必要
- コンクリート表面が曲面状で変状位置の記録が困難

ロボット技術により橋梁点検を代替するには

	課 題	岐阜大学SIPの取組みの要点
基準 類	<ul style="list-style-type: none"> 道路橋定期点検要領との整合が必要 点検でロボット技術を使うか分からない 	<ul style="list-style-type: none"> 「ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針(案)」を作成 ロボット技術を取り入れた事前調査による近接目視の効率化を提案
ロボッ ト技術	<ul style="list-style-type: none"> 要求される性能や精度が不明確 性能や精度が保証されていない 全部材を点検可能な単独ロボット技術が無 	<ul style="list-style-type: none"> 自治体の点検マニュアルに基づいた事前調査に対する要求性能・精度を明確化 フィールド試験においてロボット技術の性能・精度を評価 複数のロボット技術の組み合わせによる活用方法を提案
コスト	<ul style="list-style-type: none"> 点検コスト削減の可能性が分かりにくい 	<ul style="list-style-type: none"> 各務原大橋の定期点検においてロボット技術を取り入れた事前調査の効果を検証 ロボット技術によるスクリーニングやAI活用等将来的なコスト削減の可能性を提案

ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針(案)

- 「新しい橋梁点検技術の適用性評価委員会」で指針作成
- 橋梁定期点検におけるロボット技術活用の方方向性を示すことで、地方自治体におけるロボット技術を取り入れた効率的な橋梁点検の実現と、ロボット技術の開発促進を図ることが目的



- 1 指針の目的
- 2 指針の位置付け
- 3 ロボット技術による橋梁点検支援の基本的な考え方
- 4 指針が対象とする橋梁形式
- 5 ロボット技術による点検の体制
- 6 ロボット技術を取り入れた橋梁点検の手順
- 7 ロボット技術の必要機能の確保
- 8 ロボット技術による取得情報の内容と精度
- 9 ロボットが取得したデータの記録
- 10 その他

ロボット技術による取得情報への要求内容

➤ 健全性区分Ⅱ以上となりうるか否かを判断可能な性能

要求内容			検証方法
変状の検出	有無等	変状の有無と種類を認識できる	近接目視により作成された変状図と比較して、変状の位置、範囲、方向等が概ね一致している
	位置	変状箇所と他の部材との位置関係を検出できる	
	範囲	「局所的」か「広範囲」かを判断できる	
	方向等	変状の方向やパターンを検出できる	
	原因	漏水や遊離石灰等の変状について、水の侵入経路や発生源を検出できる	
変状の計測	大きさ	0.2mm以上のひび割れ幅を0.1mm以内の誤差で計測できる	変状や精度検証指標の計測結果が、概ね左記に示す許容誤差の範囲内である
		変状の寸法を、5cm以内の誤差で計測できる	
	変位	桁遊間や支承の変位を、10mm以内の誤差で計測できる	

6種類のロボット技術を組み合わせて活用

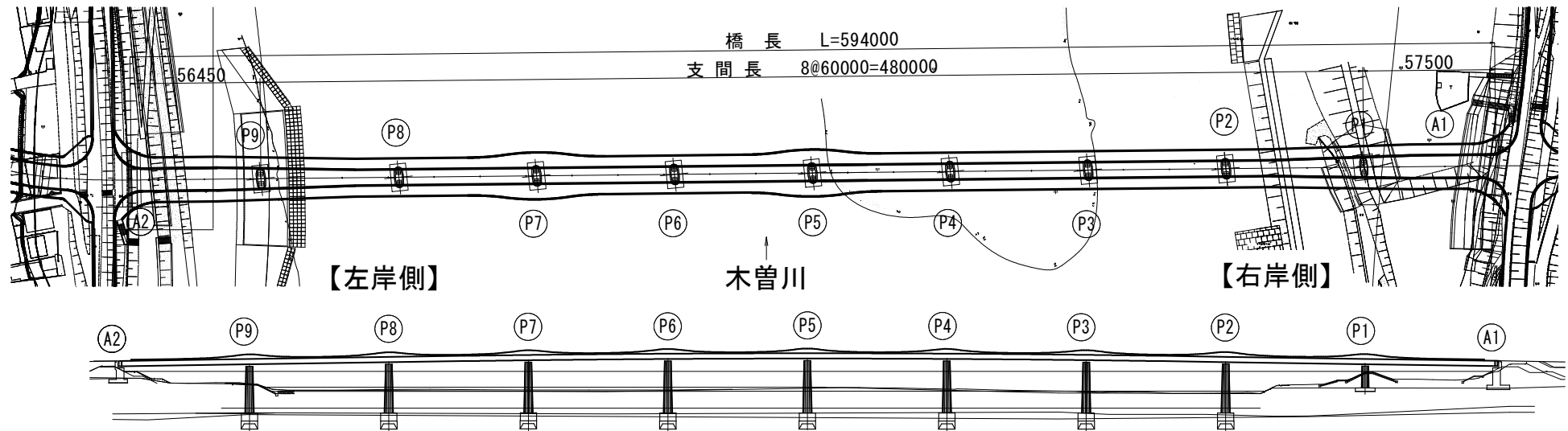
種類	技術／開発者 ／特徴／担当	ロボットの稼働状況	技術／開発者 ／特徴／担当	ロボットの稼働状況
ドローン系	二輪型マルチコプタ／富士通・名工大／3Dモデルによる橋梁損傷状況管理／橋脚・支承	① 	可変ピッチ機能付ドローン／デンソー／自動飛行による近接撮影／広域	② 
ロボットカメラ系	橋梁点検ロボットカメラ／三井住友建設・日立産業制御ソリューションズ／PC箱桁橋梁の内外面の効率的な点検／上部工	③ 	橋梁点検カメラシステム／ジビル調査設計／専門技術者による遠隔損傷診断／上部工	④ 
打音点検ロボット	打音機能付き飛行ロボット／新日本非破壊検査／水平面の打音点検・近接点検／上部工	⑤ 	打音点検飛行ロボット／NEC／鉛直面の打音点検／橋脚	⑥ 

各ロボット技術の担当範囲

		A2	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	A1
事前調査	広域調査	②										
	狭域調査											
	上部工	③	③	④	④	④	④	④	④	④	③	③
	支承周り		①	①	①	①	①	①	①	①	①	
	下部工		①	①	②	②	②	①	①	①	①	
打音点検			⑥	⑤								
近接目視点検		標準部 橋梁点検車			拡幅部 ロープワーク		標準部 橋梁点検		拡幅部 ロープワーク		標準部 橋梁点検車	

① は小型マルチコプター, ① は大型マルチコプター

橋梁点検車は幅5mのAB1400X



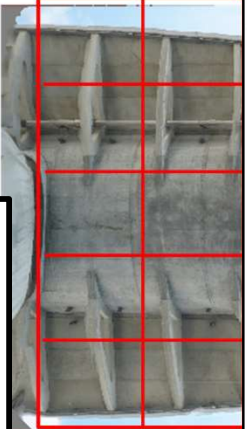
【ロボット技術活用のメリット】

- 大型点検車による橋面交通規制を大幅短縮（10日→4日）

広域調査結果の取りまとめ例

- 区画をクリックすると詳細写真を表示
- 変状の状況を入力可能

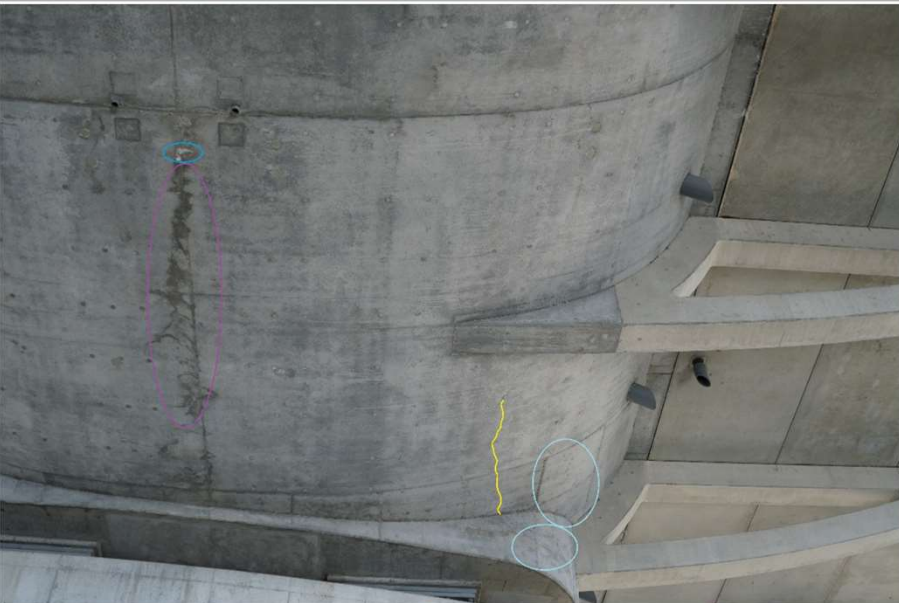
Cr0201



101

3188	2570
3230	3354
3177	2559
3239	3347
3165, 3250	2537, 254
3264	2615, 262
	3332
3138, 3148	2526, 269
3273	3319
3282, 3302	2513, 263
	2683, 331

P5-P6_橋下(DSC03264-p.jpg)



⑥ひびわれ		⑦剥離・鉄筋露出		⑧遊離石灰		⑨抜け落ち,ジャンカ,補修後	
⑫うき		漏水、さび		気泡		その他	

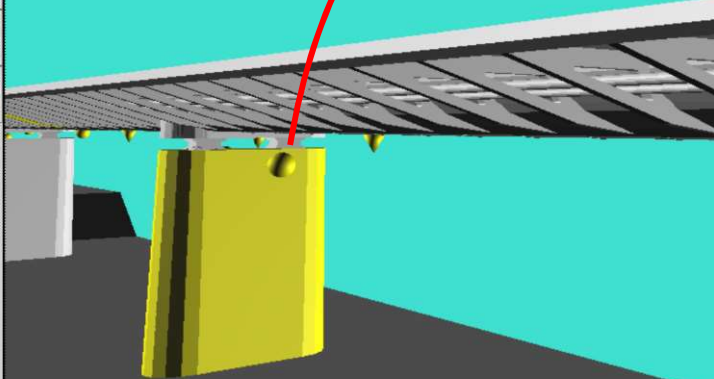
- 構造物単位(上部工は径間単位、下部工は橋脚単位)に整理
- 5m×5m程度のメッシュに分割、詳細写真へのリンク設定
- 詳細写真から変状を抽出、撮影写真のアーカイブとして活用可能

狭域調査結果の取りまとめ例(3Dモデル使用)

- 損傷マーカを
クリックすると詳
細を表示
- 情報の参照、修
正、追加が可能

橋梁点検業務シス

開く
閉じる
橋梁
情報
現状
登録
点検
登録
点検
更新
点検
削除
PIN
移動
CSV
出力



点検情報更新

橋梁名 各務原大橋 径間 04
部材名 下部構造(橋脚) 柱部・壁部 部材番号 Pw04 要素番号 Pw0101

今回
損傷種類 ひびわれ 損傷程度 a b c d e 点検日 2018/10/19 15

☐ 補修済 補修日 日付の選択

点検メモ ■岐阜県健全性判定：健全性 II
内容：ひびわれがある（橋座部に0.3mm程度以上のひびわれがある）

☐ 調査出力対象

写真：photo_PIN4_20181128_001.jpg 手書きメモ：memo_PIN4_20181128_001.bmp

撮影 ファイル 表示 削除 新規 編集 削除

追加登録 OK キャンセル

点検情報更新

橋梁名 各務原大橋 径間 04
部材名 下部構造(橋脚) 柱部・壁部 部材番号 Pw04 要素番号 Pw0101

今回
損傷種類 ひびわれ 損傷程度 a b c d e 点検日 2018/10/19 15

☐ 補修済 補修日 日付の選択

点検メモ ■岐阜県健全性判定：健全性 II
内容：ひびわれがある（橋座部に0.3mm程度以上のひびわれがある）

☐ 調査出力対象

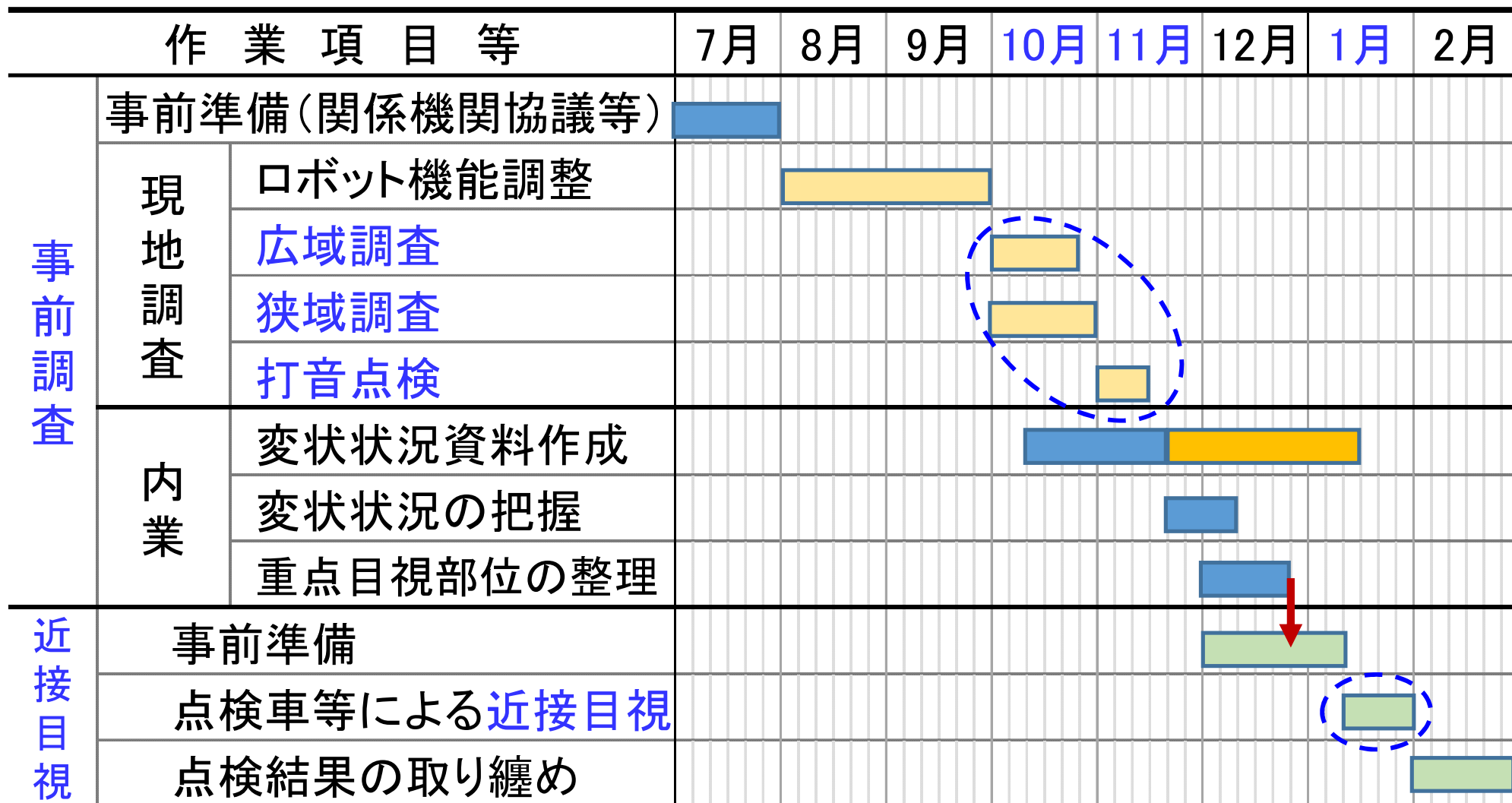
写真：photo_PIN4_20181128_001.jpg 手書きメモ：memo_PIN4_20181128_001.bmp

撮影 ファイル 表示 削除 新規 編集 削除

追加登録 OK キャンセル

- タブレットPCで稼働するソフトウェア
- 近接目視点検の現場での参照・修正・追加が可能

作業工程



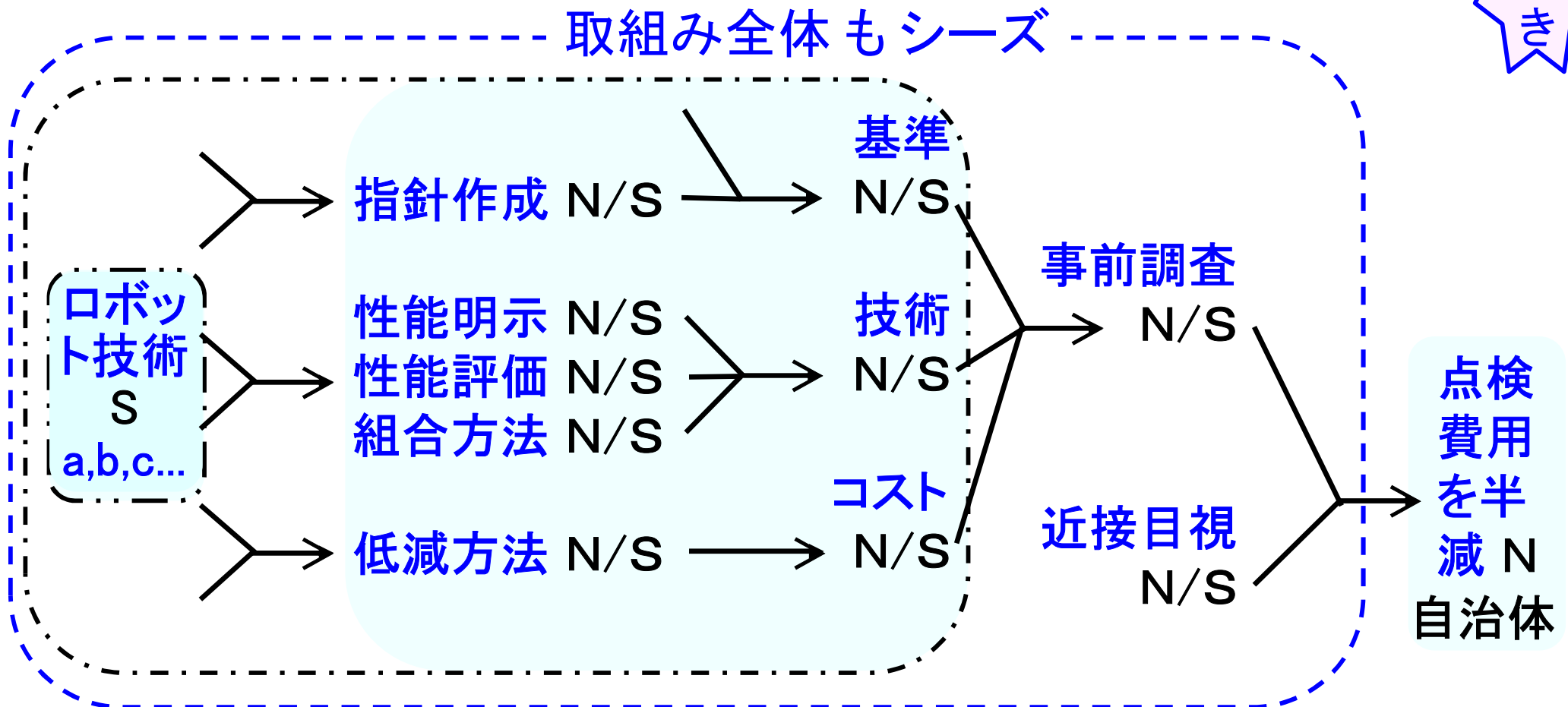
- 事前調査で判明した変状に関する疑問点を調査・検討し、近接目視点検で適切に対応

ロボット技術を活用した橋梁点検を終えて

- 各務原大橋の定期点検(H30)へロボット技術を取入
 - ロボット技術による事前調査結果を踏まえ、近接目視点検
- 実務レベルでのロボット技術活用の効果
 - 超大型点検車による橋面交通規制を大幅短縮
各務原大橋(橋長594m)では、10日→4日に短縮
- 関係者の感想
 - 点検技術者: 限られた時間の中で見落としのない点検を実施することのリスクとプレッシャーから解放された
 - 橋梁管理者: いつでも見ることができる詳細記録は貴重
- 今後への期待
 - 高解像度カメラ等搭載したドローンによる広域調査に期待
 - 必要なら、詳細調査や近接目視点検を実施

各務原大橋の活動： シーズとニーズを繋ぐ

気づき



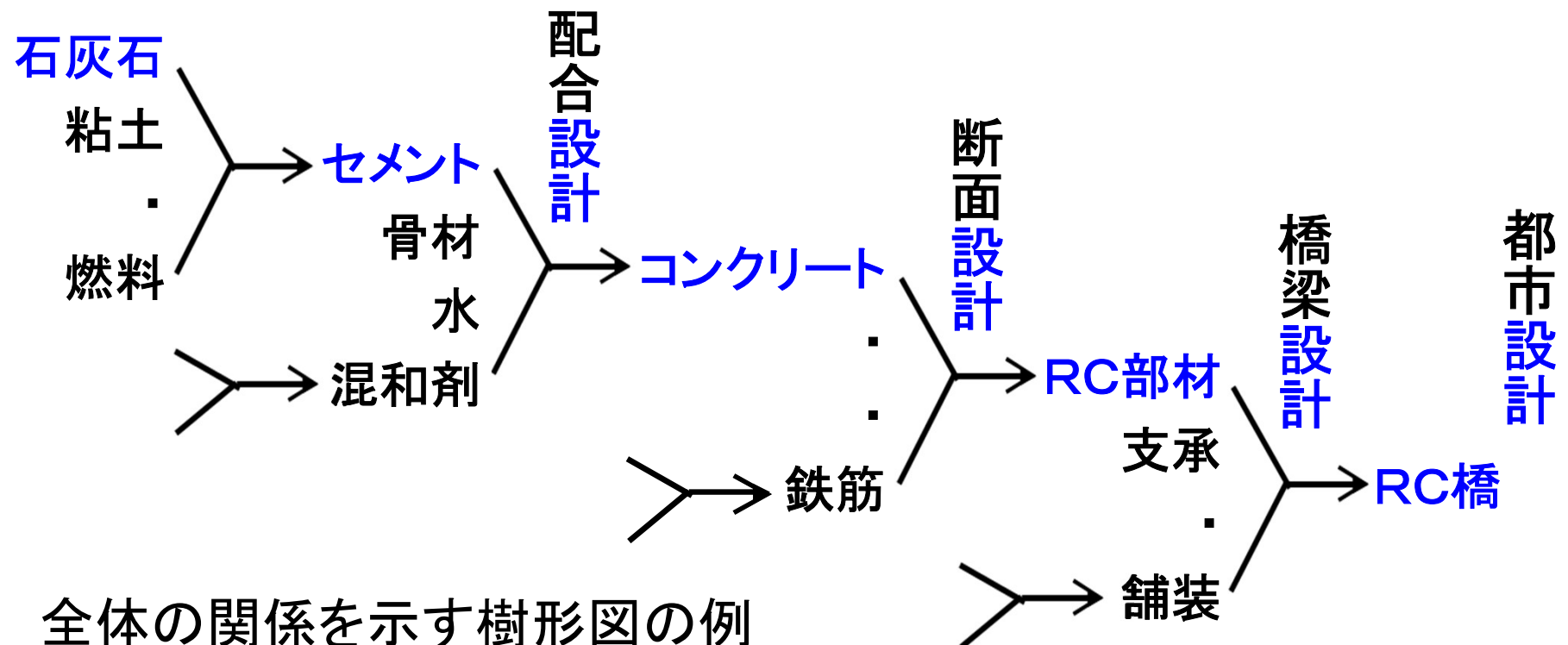
N: ニーズ／課題、 S: シーズ／課題を解決するための技術や情報や取組み

- <気付いたこと> 基準類の功罪／取組みの見える化の必要性／大学による実装支援の効果／ロボット技術の魅力、他

「シーズ」と「ニーズ」と「デザイン」

気づき

- シーズ（活用できる技術や情報等の**素材**）をどう組合せて
ニーズ（課題）を満たす（解決する）かが**デザイン**（設計）
- 見えにくいシーズ（経験等）も多い。「うれしさの視点」や
「気持ちを動かす手法」も重要
- 初めは難易度が高いが、ワクワク感や達成感が大きい



新技術実装支援経験をふまえ 強調したいこと

新技術実装の 基本

- 強いニーズを把握する
- 情報提供やマッチングの場を設定する
- 指針やガイドラインを作成する
- 組織のトップが主導する

実装に有効な 工夫例

- 大学の研究者が行政と企業を繋ぐ
- 性能発注化し、受注者の裁量を増やす
- 要領等には、外れ方も記載する

技術開発上の 工夫例

- ニーズがわかる人や組織と協働する
- 新技術を既存技術に上乗せする
- 民間の道路や鉄道で試用し改良する

気持ちを動かす 工夫例

- 使いたくなる技術を開発する
- 応援し、参加したくなる活動を行なう
- 不安や責任を軽減する取り組みを行う

気づき

各務原大橋の次回の定期点検(2023年度)

➤ 目標

- <過去> 前回定期点検時の詳細なデータの活用
- <現在> その後進歩した点検支援技術の活用
- <未来> より良い点検の方向の提案

➤ 例えば

- 画像データから3Dモデルを作成し、前回と次回で比較し、3Dモデル上で変状の推移を分かりやすく表現
- 3Dモデルと360度カメラ画像の使い勝手の比較
- 点検支援技術の進歩を反映した点検調書のスタイルのイメージを提案
- 橋の利用者の理解と協力と利用が容易となるよう、主な点検データと結果とを分かりやすく公開、等

各務原大橋の3D モデルのイメージ

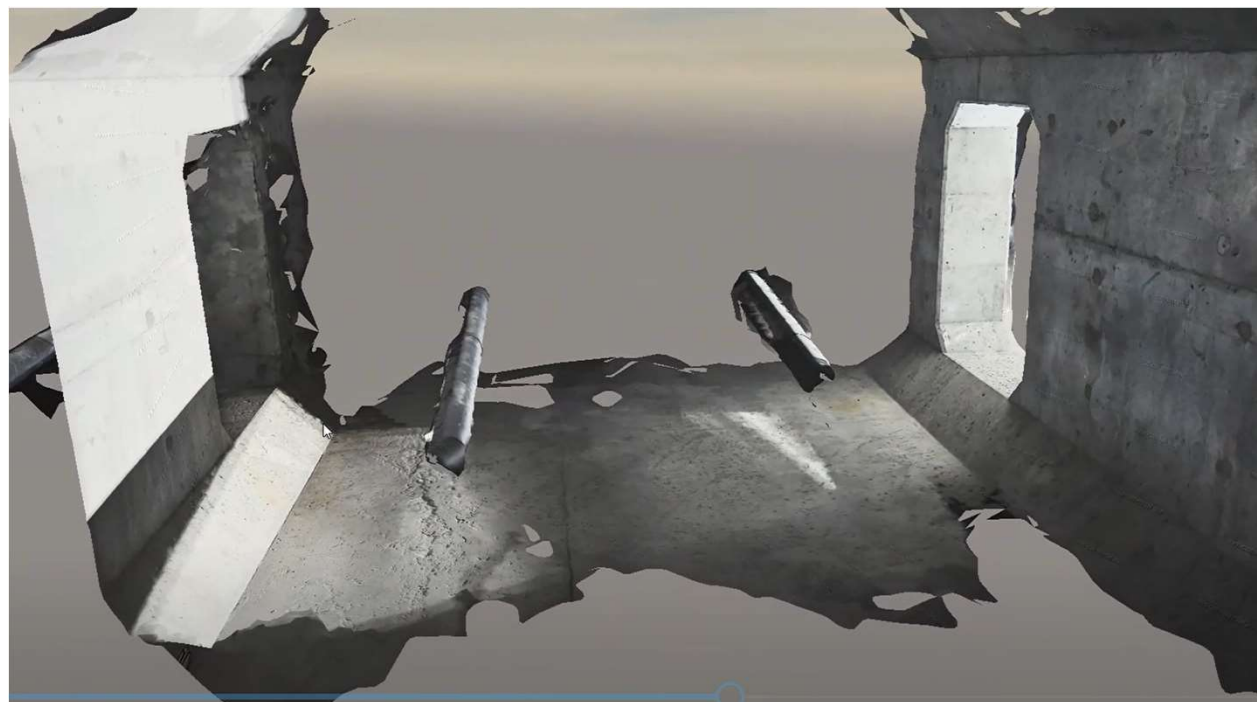


前回点検時の写真から作成

橋
脚



内部



ジビル調査設計より

参考：360度カメラで見る 岐阜大学インフラミュージアム

➤トンネル、盛土、PC橋、鋼橋の
構造や設計施工の技術を学ぶ

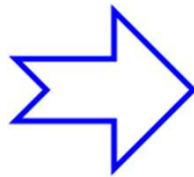


<https://sky.theta360.biz/t/f3422490-c7c7-11e8-9e3f-06a40e1ec334-1>

跨線橋定期点検への取組み

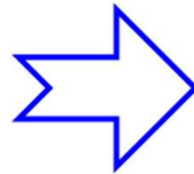
➤ 背景

- 超スマート社会 (Society 5.0)、
- SIPインフラ、次期SIPスマートインフラ



➤ 経験

- SIPインフラの地域実装支援活動



➤ 目標

跨線橋点検のスマート化、少人化(半減)

➤ 調査

跨線橋点検の現状と課題

➤ 期待

使いやすい技術、保線用通路の活用、等

➤ 新技術イメージ

カメラとアームと軌陸車、モニタリング機器活用、点検結果の3D化、等

- 羽田野、六郷、他：跨線橋点検における課題の把握と改善のための取組みの例示，土木学会インフラメンテナンス実践研究論文集，Vol.1，2022.3.

跨線橋点検の現状と課題

➤ 現状と課題

• 点検手法

軌陸車：安全で確実、載線箇所から移動時間必要

架け払い足場：確実、設置と撤去に時間必要

軌道外の高所作業車／跨線橋上の橋梁点検車：

架線があるため稼働範囲限定

梯子、高所ロープ作業、桁間検査路、等



軌陸車



架け払い足場

➤ 現状と課題(続き)

• 特殊性

電化線区では送電停止、
架線防護、架線接触回避、
綿密なスケジュール調整、
橋下面と軌道間は6～7m、
軌道両側に保守用通路



• 点検作業

点検作業時間は夜間30～180分程度(昼間ほぼ無し)
点検時の照度確保、簡単な補修作業実施

➤ 改善への期待:

- 線路閉鎖や軌電停止が不要な点検技術
- 昼間に点検や補修が行える日を設定
- 昼間に軌道両側の保守用通路を活用して事前調査

点検の工夫と新技術のイメージ

- 目標： 夜間近接目視作業時間の半減／事前調査を活用
- 条件： 要領等を満足／各種新技術使用の可否を確認
- イメージ／工夫例： 昼間に保守用通路／ウェアブルカメラ
新技術例： カメラ＋アーム＋軌陸車／トンネル用技術転用
／3次元モデルや簡易モデル（例えば、360度カメラ画像）



遠隔臨場＋
広範囲画像情報記録



ウェアブルカメラ装着

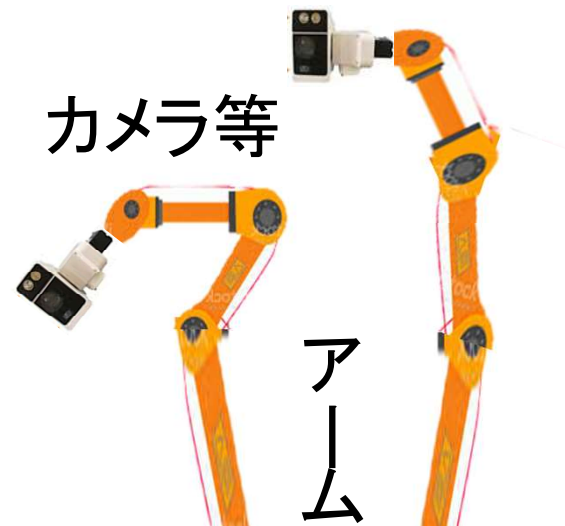


トンネル用技術の転用

カメラ + アーム + 軌陸車



組合せた
イメージ



軌陸車

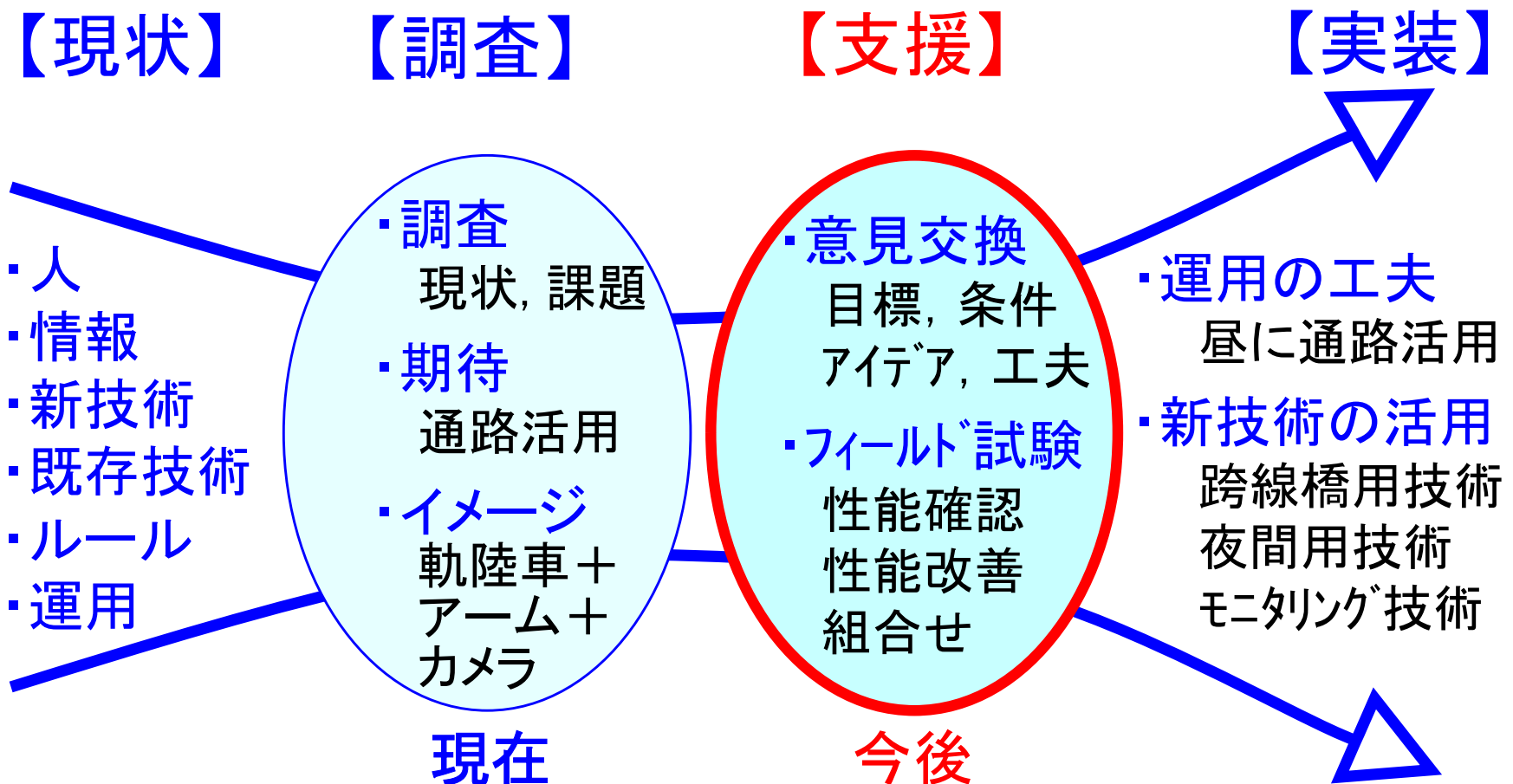


跨線橋点検支援技術の考え方の例

- 昼間に、軌道敷外から
 - 列車運行の影響を受けない軌道敷外から支援
 - 夜間作業部位の絞り込みを行い、夜間作業を効率化
- 昼間に、軌道敷内から
 - 列車運行中に近接目視点検を支援
 - 15分程度で点検機器の設置→点検→撤去が可能な技術
 - 列車に搭載した点検技術も含む
- 夜間に、軌道敷内から
 - き電停止中の軌道敷内で近接目視や打音点検等を支援する技術
 - 3時間程度の夜間作業で高精度の点検を効率的に実施
- 他には？

今後の活動(新技術開発の支援)

- 講演会等で新技術開発に向けた意見交換
- フィールド試験での新技術の確認と改良
- 管理者や担当者側からのニーズの公表が重要



点検支援技術の一層の活用に向けて

- 目標を設定する
- 支援技術を適材適所で使う
- 点検しやすい橋を選ぶ
 - ・ 比較的健全な橋、鋼橋よりコンクリート橋、I 桁橋より版桁橋
- 活用の情報やヒントを集める
 - ・ 講演会、研修会、ネット検索、等
- 360度カメラを活用する
 - ・ 画像情報を取得し、スクリーニングに使う
- 関係者が協力して工夫する
 - ・ 構造物管理者、点検者、技術開発者、大学研究者、等
- 安全に気をつけ、使いながら工夫する
 - ・ 使ってみると改良のアイデアが浮かびやすい
- 挑戦と工夫が得意な人に活躍の場を

NEXCO東日本における360度カメラの活用例

<https://www.e-nexco.co.jp/activity/safety/smh/>



首都高技術における360度カメラの活用例

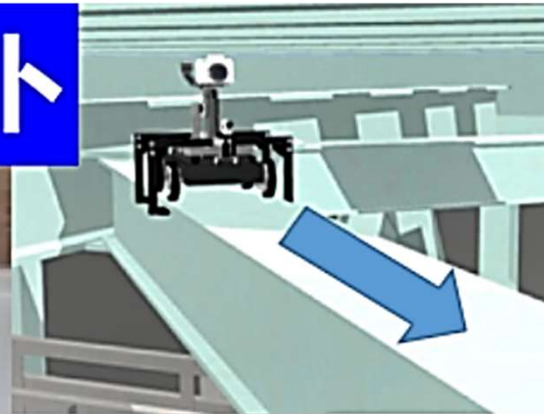
日経コンストラクション(2022.10)／道路構造物ジャーナル <https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/walks/30493/>

鋼桁上を走行するロボット + 360度カメラ

ロープ + 360度カメラ

トラス橋点検ロボット

近接目視による
点検が困難な
トラス橋等の
目視点検に有効



主担当:
新村祐一氏
(27)

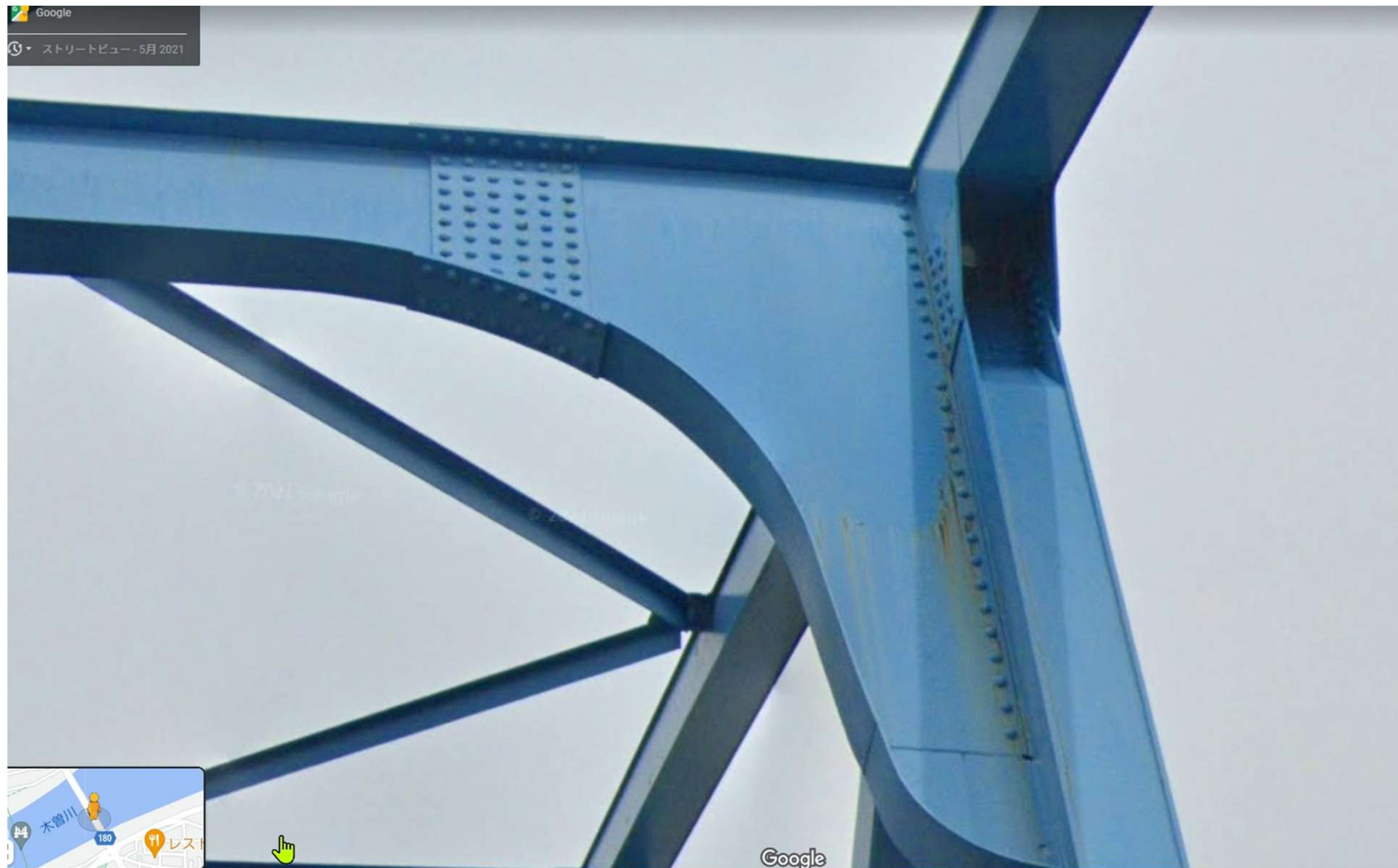
ガイドローラー付



首都高技術株式会社



360度カメラ画像は変状検出に使える



鋼トラス橋

Googlesストリートビューの画像(2021年5月撮影)

<https://www.google.co.jp/maps/@35.3690991,136.8240638,3a,15y,339.53h,112.06t/data=!3m6!1e1!3m4!1sbKXqxdqUgis5apSy3uoBLg!2e0!7i16384!8i8192?hl=ja>

釣糸や紐を用いた工夫例 インフラミュージアムにて



釣り竿の先の釣り糸(可動重り
10g)を付けてドローンを操縦



紐と重り(1kg)を操作して、棒
の先の360度カメラを桁下へ

関係者が協力して工夫

- 構造物管理者、点検者、技術開発者、大学研究者、等が、目標を明確にして、アイデアを出し合うことが有効
- SIPインフラのようなプロジェクトがあると、協力しやすい
- 新技術実装活動に大学研究者が加わると、行政の協力が得やすい。例えば、下記のような活動を行いやすい

項目	内容
講習会等の開催	大学が主催すると、行政側の技術者も参加しやすく、意見交換が活発に
試験フィールドの提供	大学の研究活動として、行政が管理する橋梁等を、試験フィールドに利用
指針案等の作成	自治体の発注業務で必要な指針案等を、行政関係者を含む委員会で作成
要求性能の提示と評価	要求性能を明確にし、フィールド試験で評価

