

未来投資会議 産官協議会 「次世代インフラ」第2回

新技術の地域実装支援の考え方と取組み ～ SIPインフラ地域実装支援活動より ～

平成30年11月20日／岐阜大学／六郷恵哲

課題

- 技術開発者
 - ・ 従来にない素晴らしい性能を持った技術を開発したが、なぜか使われない。
- 構造物管理者（自治体）
 - ・ 予算不足，人手不足を緩和したいが，どんな技術を どのように 導入すればよいか分からない。

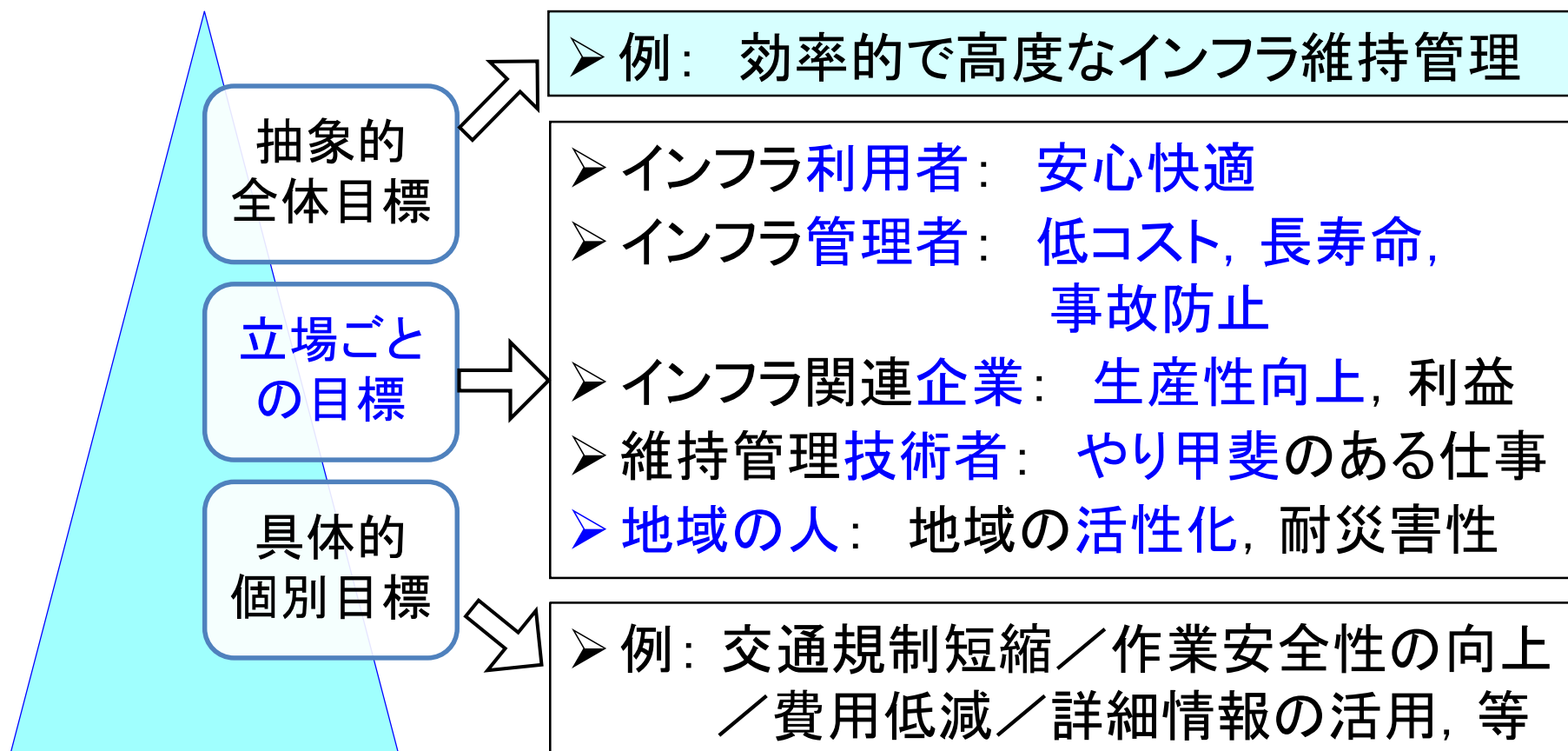


解決支援

- SIPインフラ地域実装活動（12地方大学等）
 - ・ シーズの普及支援，ニーズの解決支援，連携やネットワーク整備，人材育成，等の様々な活動。
 - ・ 例えば、橋梁の定期点検へロボット技術を適用。



インフラ維持管理の目標 (愛媛大:全／岐阜大:六郷)



➤ 目標は, 立場ごとに分けて考えると, イメージしやすい

新技術実装を進める際の課題と対策

課 題	対策の例		
ニーズとシーズの未遭遇	説明会や公開実証試験の開催		SIPインフラ地域 実装支援活動 各務原大橋 で実施
基準類の不適合	基準類の改善や整備		
技術の分かり難さ	要求性能明確化, 性能評価実施, 活用方法提示		
コスト	コスト予測, 低減方法示唆		
発注の公平性確保	中立的機関の関与		
トラブル	小規模な試用から, 十分な事前対策, 類似のトラブル情報把握, 実績重視, 保険		
心理的要因(面倒, 不安, 責任, 変化への抵抗感)	心理的負担の分散・軽減(後述), 変化を楽しめるポジティブな人材の育成		

新技術実装のための取組み例

立 場	望まれる取組みの例
構造物管理者 (自治体)	- 予算不足, 人手不足, 技術不足の課題を解決するための経費削減や省力化に繋がる技術が欲しいことをアピール - 課題を解決できれば, 必ずしも新技術でなくてもよいこともアピール
国交省の担当者	基準類・要求性能・評価方法・積算方法の整備を進める(特に高度化技術の場合)
新技術開発者	実装活動を明確に意識した開発計画をたてる — 例えば, 従来技術に新技術を上乘せする, 会計検査の無い企業で実績を積む, 等
実装支援者(大学等の場合)	実装支援を研究活動分野の一つに位置づける — 学会運営, 論文審査, 研究費配分で工夫
受注者	プロポーザル業務等での新技術の積極的活用

立場ごとに, 有効な取組みを工夫しながら進めることが大切

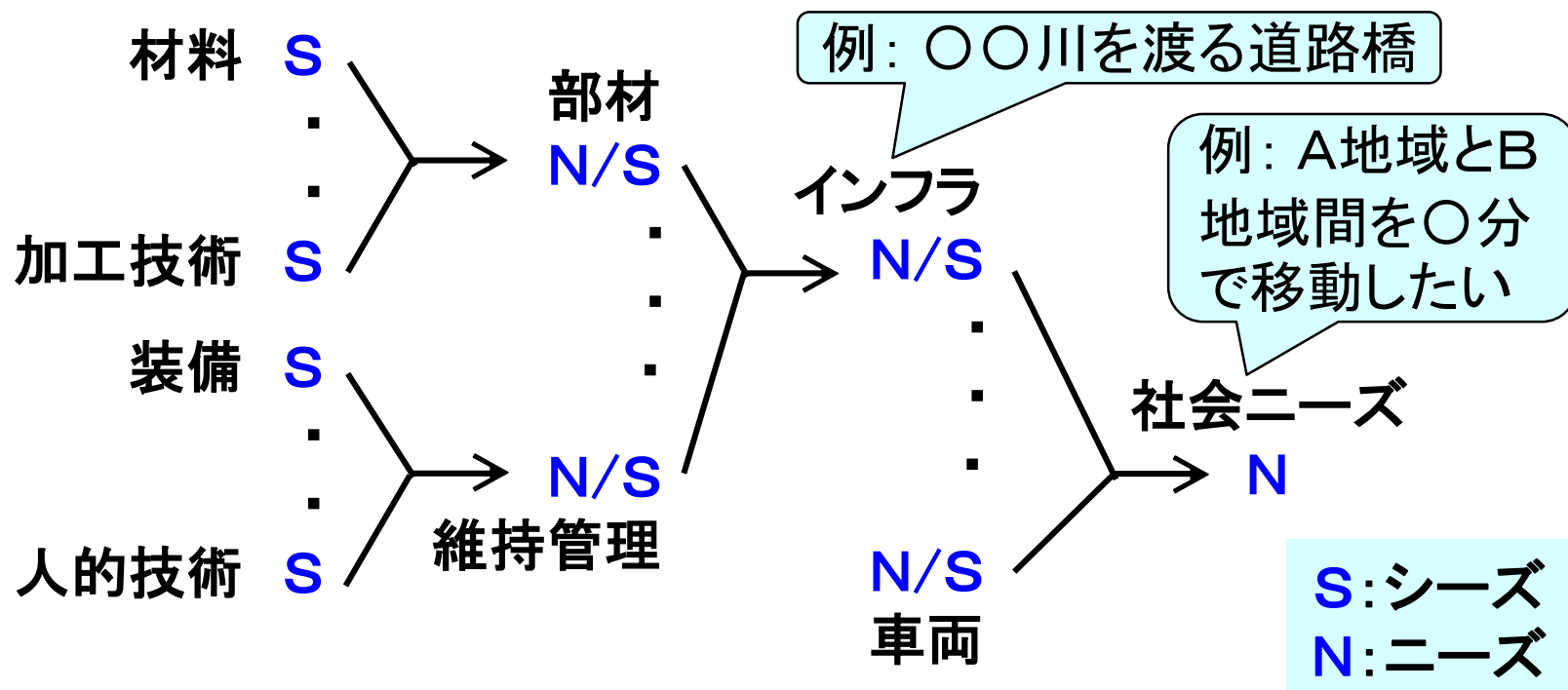
自治体での新技術導入シナリオ（価値総研：井上）

実際には、基本パターンの組み合わせによる多様なシナリオ。

基本パターン	特 徴
トップダウン型	首長の政策決定や，自治体と大学が組織間連携なかでインフラ維持管理を注力分野として進める。
県建設技術センター主導型	建設技術センターを核に，県下市町村へ新技術導入による発注や技術提供等を行う。
地元管理・人材育成型	地域住民・企業などの参画・人材育成を得て地域でメンテナンスする。包括的民間委託，等。
産業振興型	地域の産業振興，技術力向上，大学の技術移転等の観点から，企業支援策を活用し，地域企業への技術導入や設備投資を促進する。
外部委員会型	有識者等による検討委員会を設置し，新たな技術や対応手法についてお墨付きを与える。
広域連携型	特定の技術や事業を目的とした協議会等を地域で設置して運営。情報共有の場として活用も。

シーズとニーズの構造（慶應大：大林）

➤ シーズとニーズの組合せと連鎖で事業を表現



シーズ主導型の開発

特定のシーズを磨きながら
ニーズを模索

ニーズ主導型の開発

特定のニーズを満たす
シーズを模索

地域実装支援の場合

➤ ニーズ主導型の支援例:

各務原大橋へのロボット技術の適用(岐阜大)

- 点検コストを抑えたいとの自治体ニーズ
- 現行要領下で, ロボット技術による事前調査と近接目視点検とを組合せて実施
- ロボット技術として, 6種類の技術を組合せて活用
- ロボット技術を取入れた橋梁点検指針(案)を作成

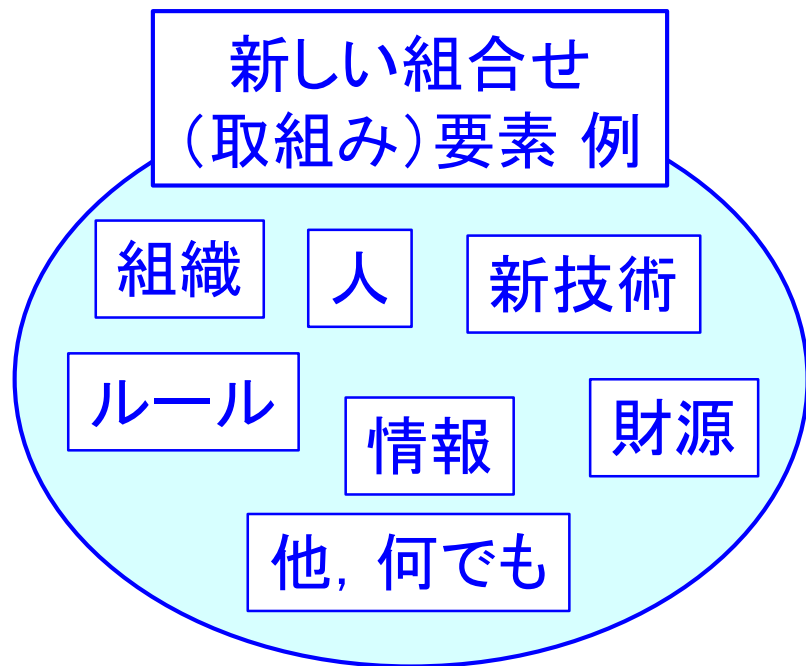
➤ シーズ主導型の支援例:

データベースシステムを自治体へ普及(東北大)

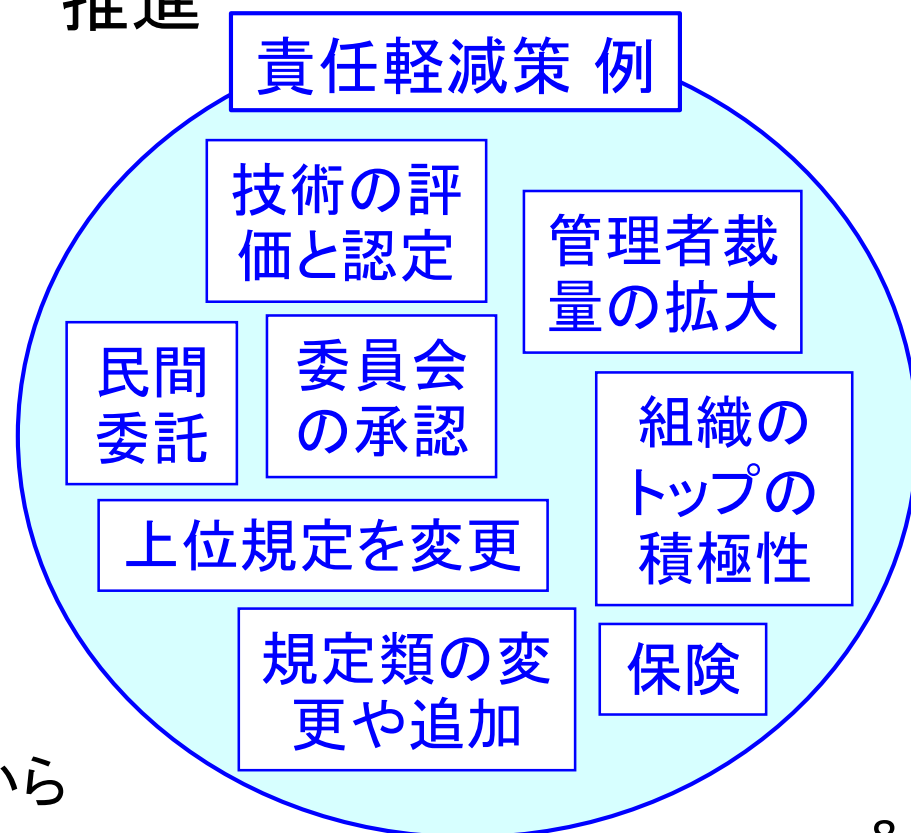
- SIPインフラで開発されたデータベースシステムを, 東北地方等のたくさんの自治体へ, カスタマイズして普及

<ポイント> 「組合せ」, 「責任の分散・軽減」

- 新しい組合せ(新技術含む)で 課題解決



- 関係者の心理的負担(特に責任)を分散・軽減し 実装推進



- アイデアは, 「組合せ」と「分解」から

<参考> 仕事の進め方： 代表的な 3タイプ

タイプ		仕事の仕方	仕事量	ルール	責任
ルール重視 ↑ ↓ 工夫重視	A	文書等で決まっていることが多い	増やしたくない	必ず守る	重く考える
	B	上司に指示されることが多い	増減する	守る	ポストによって異なる
	C	自分で考え工夫することが多い	自分で増減できる	守れないこともある	あまり考えない

ヒント： 島田裕己「3種類の日本教 日本人が気づいていない自分の属性」(講談社, 2008.4)

<参考> 各務原大橋の定期点検への ロボット技術の適用（岐阜大学チーム）

- 大断面を有する大型橋梁など点検が困難な橋梁での点検実施
- ロボット技術を取入れ、橋面交通規制の大幅短縮（10日⇒4日）
- 将来の点検に役立つ詳細な点検情報の取得（高度化）

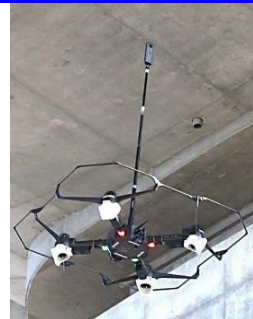
ロボット技術を最適に組合わせた事前調査



二輪型
マルチ
コプタ



打音機能
付き飛行
ロボット



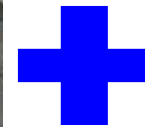
可変ピッ
チ機能付
ドローン



橋梁点検
カメラ
システム



点検用
ロボット
カメラ



近接目視点検 による確認

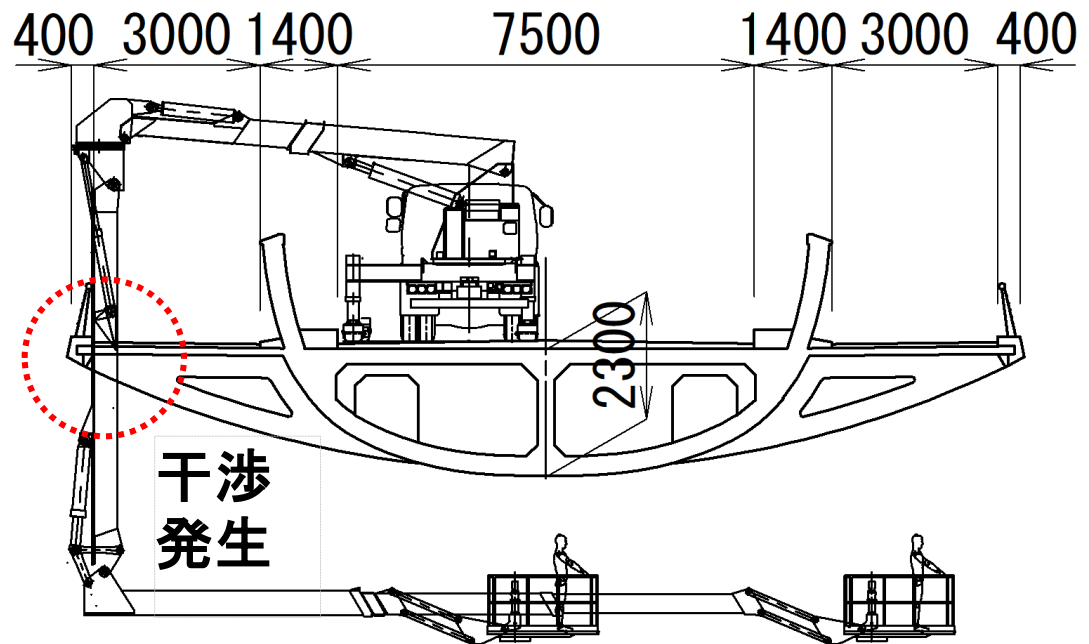


超大型橋梁点検車

ロボット技術を取入れた橋梁の定期点検が、可能で有効なことを示す！

大型橋梁点検車による点検が困難な各務原大橋

各務原大橋



- ・管理者：各務原市
- ・10径間連続フィンバック橋
- ・2013年竣工
- ・変状を記録しにくい主桁曲面形状

- ・橋長：594 m
- ・全幅員：17.1 m,
- ・車道幅員：7.5 m,
- ・歩道幅員：2@3.0 m

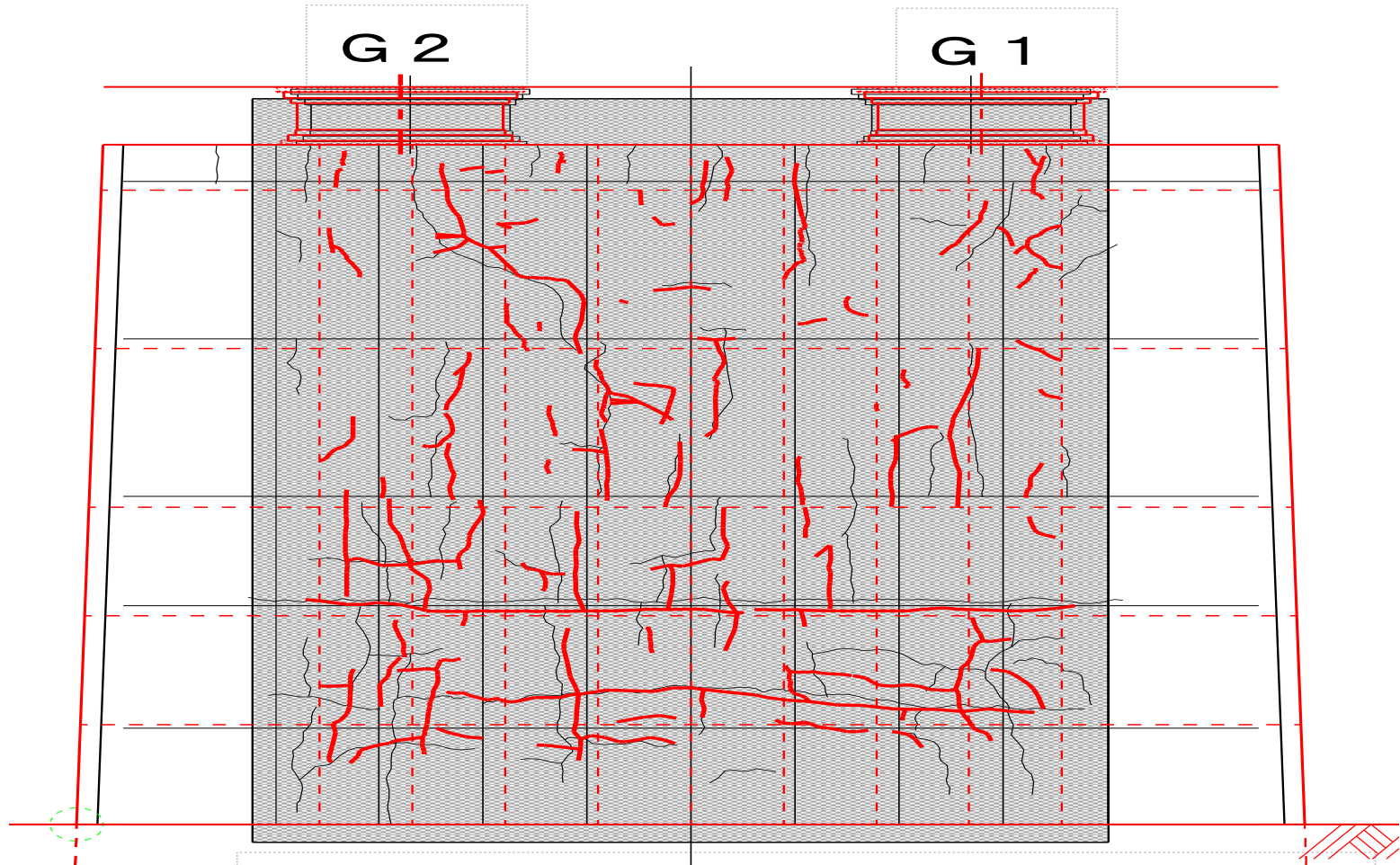
橋梁へのロボット点検技術の適用指針を提示

項 目	骨 子
目 的	・ 効率的な点検 ・ ロボット技術開発の促進
対 象	・ 道路橋定期点検要領を適用する地方自治体の橋梁点検
基本方針	・ ロボット技術を活用した事前調査 ・ 重点的な近接目視部位の把握 ・ 点検コストの構成
橋梁形式	・ コンクリート橋
作業手順	・ 事前調査 + 近接目視
ロボット技術の必要機能	・ 点検情報の取得・記録 ・ 変状が疑われる部位の情報提供 ・ 点検調書作成用の資料提供 ・ 健全部を含めた全部位の点検情報
取得精度	・ 健全性判定区分Ⅱとなり得る変状把握

ロボット技術による取得情報に求める内容を提示

要求内容			検証方法
損傷の検出	有無等	・ 損傷の有無と種類を認識できる。	近接目視により作成された損傷図と比較して、損傷の位置、範囲、方向等が概ね一致している。
	位置	・ 損傷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	・ 損傷の方向やパターンを検出できる。	
	原因	・ 漏水や遊離石灰等で、水の侵入経路や発生源を検出できる。	
損傷の計測	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。	損傷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。
		・ 損傷の寸法を、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。	

従来手法とロボット点検結果との比較例



0. 1mm 以上のひび割れを抽出
- 従来手法（スケッチ）
 - **ロボット点検**

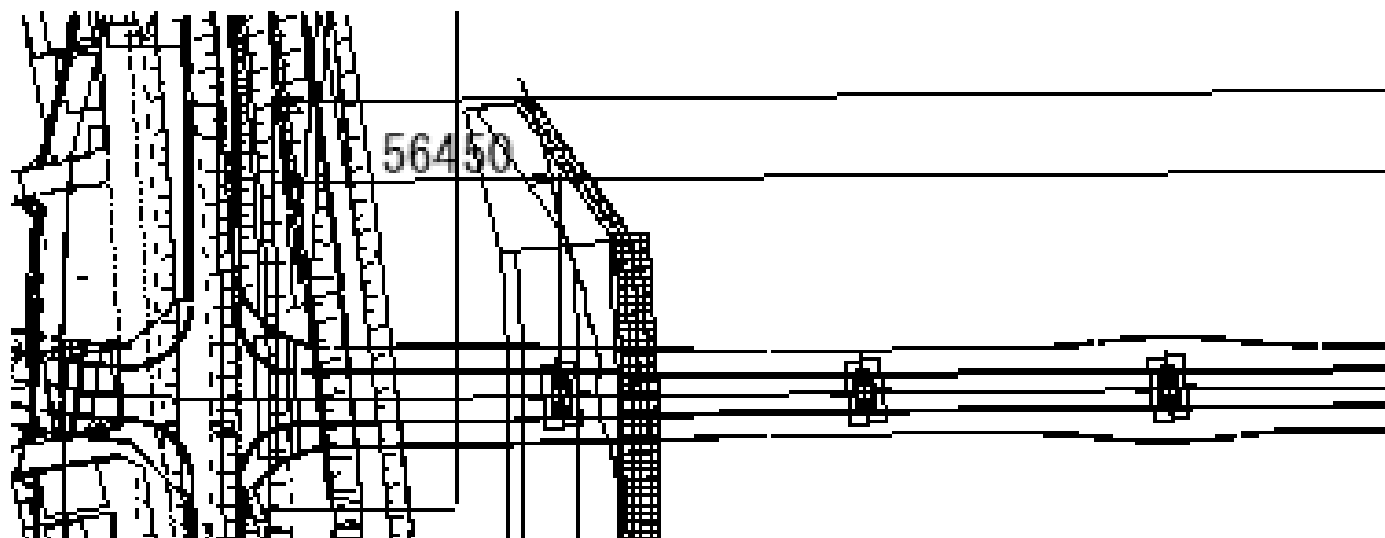
各務原大橋に用いるロボット技術の評価例

点検対象部位	各務原大橋に対する 適用性評価	UAV技術者による操作			点検技術者による操作	
		打音機構付 点検ロボット	二輪型 マルチコプタ	可変ピッチ 機構付ドローン	橋梁点検 ロボットカメラ	橋梁点検 カメラシステム
河川内径間での適用	A：適用可 B：条件付適用可 （適用条件） C：対象外	B（ボート等利用）	B（ボート等利用）	B（ボート等利用）	A	A
床版下面		A（+） 打音点検可	A（-） 再検証要	A	A	A
主桁（側面）		B 上側のみ点検可能	C 曲面对応不可	A	A	A
主桁（下面）		A	A（-） 再検証要	A	A	B 中央部の点検不可
支点上横桁		C 対応不可	C 対応不可	A	B 側面側のみ点検可	A
ブラケット		B 下面のみ	A	A	A	A
支承		C 対応不可	A	A（-） 再検証要	B 支承間の点検不可	B 支承間の点検不可
排水管等附属物		A	A	A	A	A
下部工 （天端上面）		C 対応不可	A	A（-） 再検証要	C 対応不可	C 対応不可
下部工 （側面：天端～水面上）		C 対応不可	A	A	C 対応不可	C 対応不可

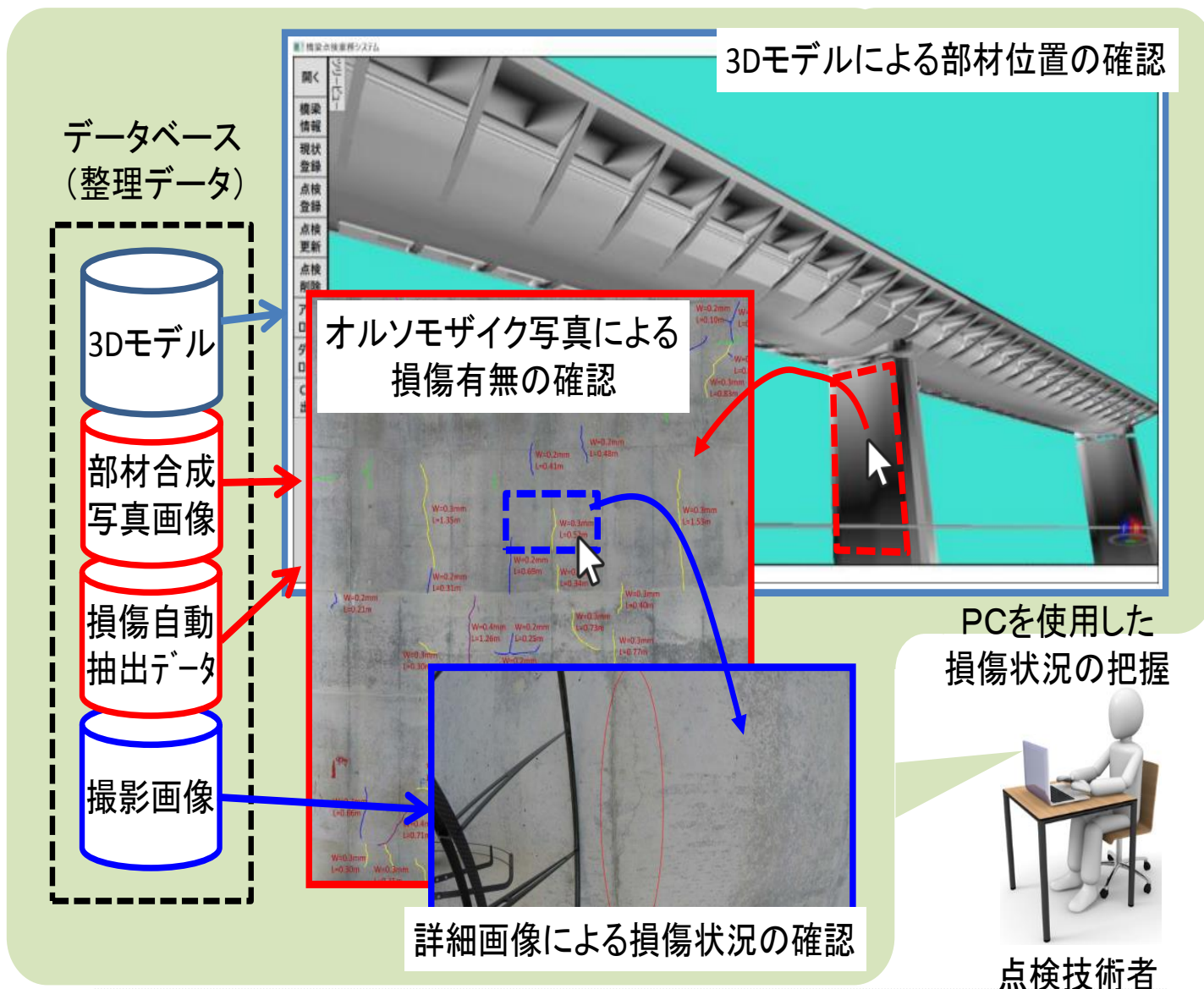
➤ この範囲では全部位を1技術のみでは点検できない ⇒ 組合せ 15

各務原大橋の点検の分担計画（拡大図）

			A2		P9		P8		P7	
【業務1】 事前調査	広域調査									
	狭域調査	上部工	③		③		④		②	
		支承周り			①		①		①	
		下部工			①		①		②	
		打音点検								
【業務2】 近接目視点検			標準部 ----- 橋梁点検車					拡幅部 ----- ロープ点検		

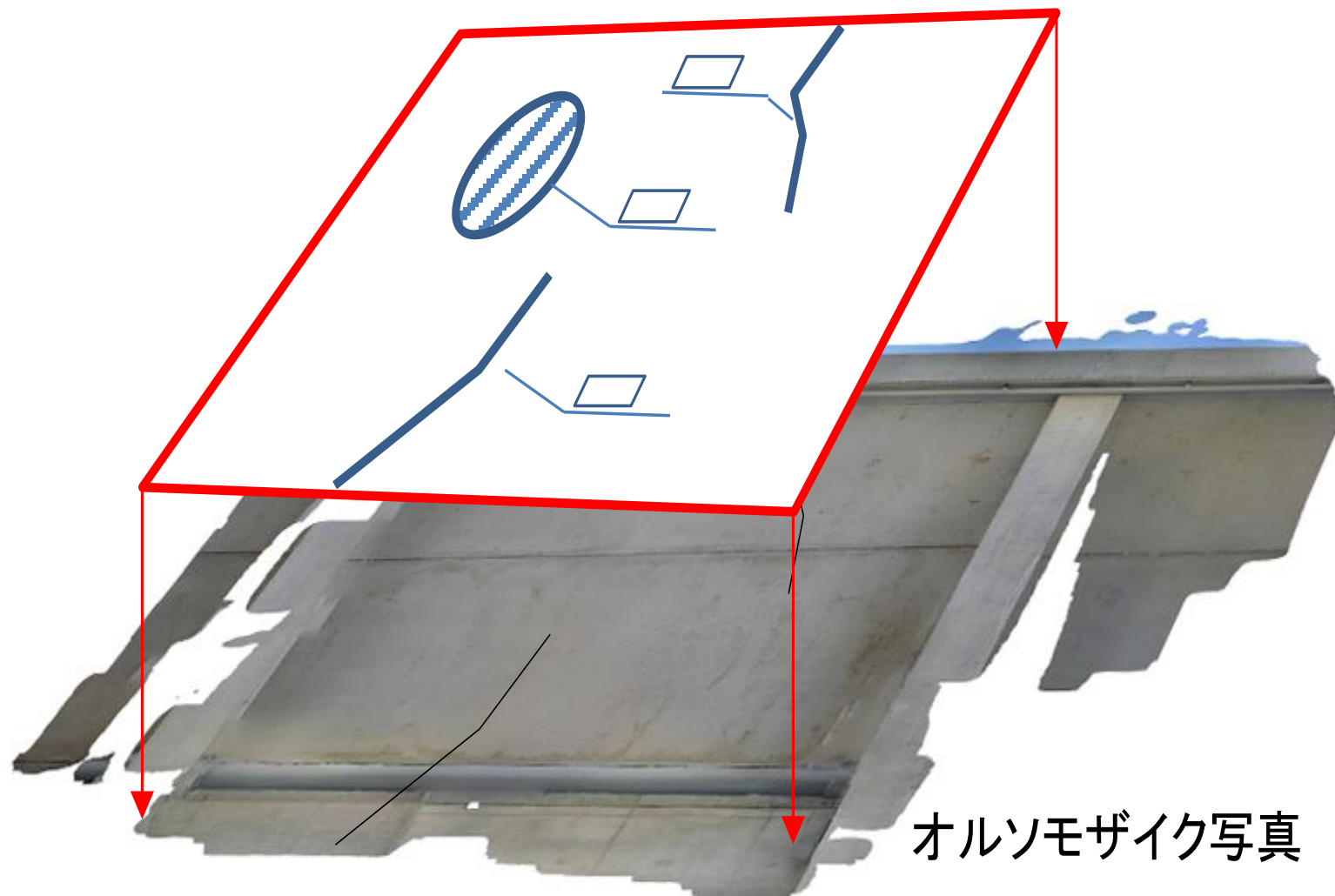


損傷状況の確認用資料のイメージ



損傷状況の確認用資料の例

損傷図CAD図面(写真と位置整合)

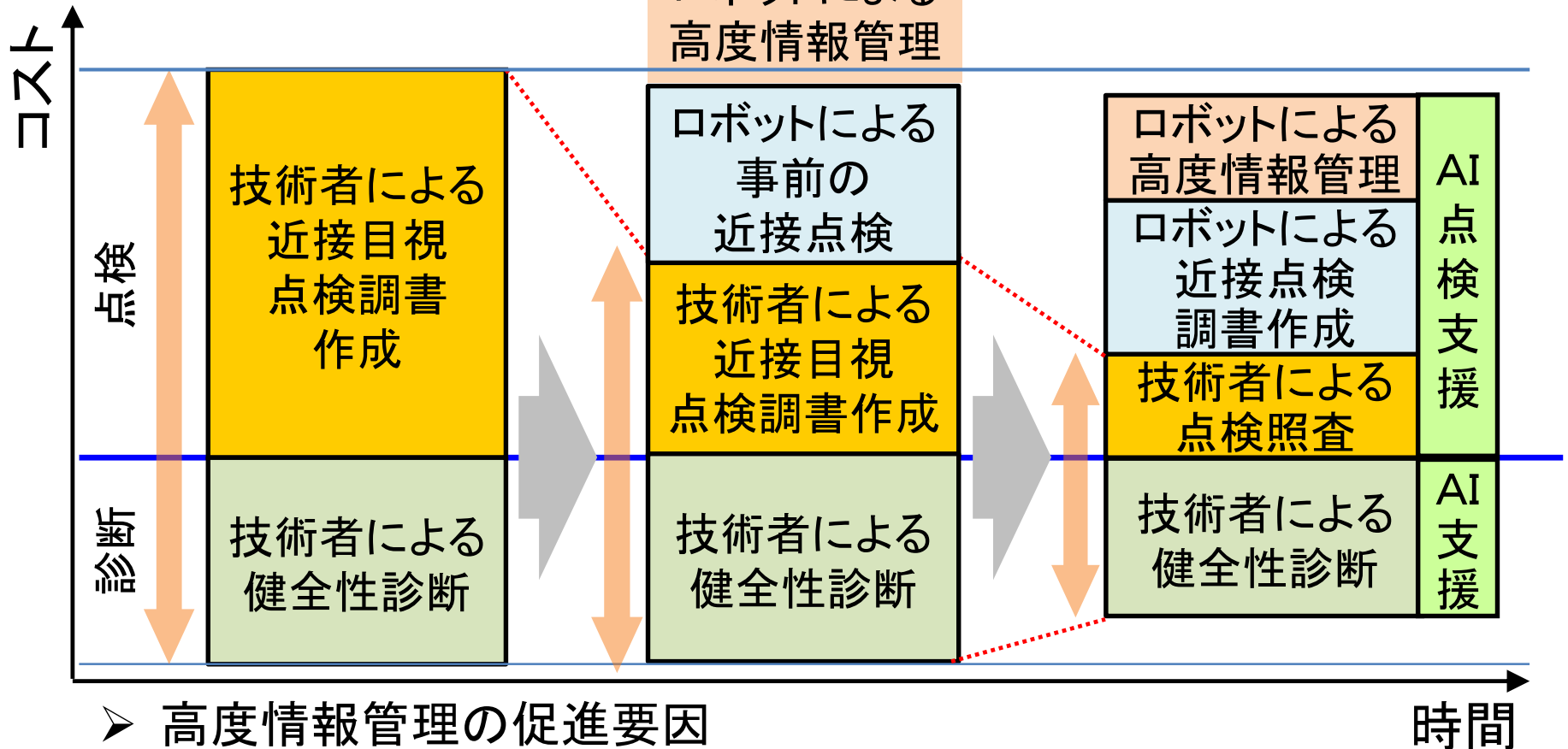


ロボット技術を取入れた橋梁点検の費用を予測

<現 在>

<当面の対応>

<目指している方向>



➤ 高度情報管理の促進要因

- 一連の調査, 設計, 施工, 維持管理の高度情報管理
- 過去の点検記録との比較を重視