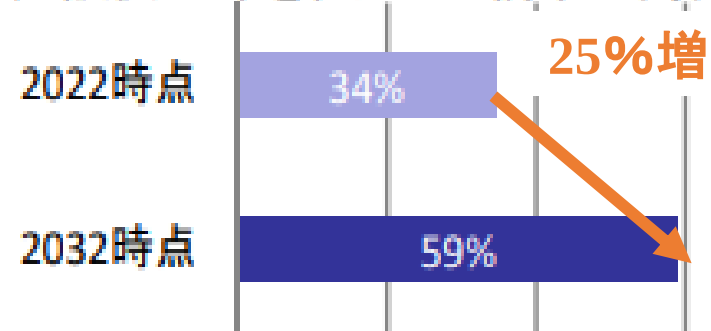


拡張現実表示を用いた インフラスマート点検 および技術者養成のための 支援システムの開発

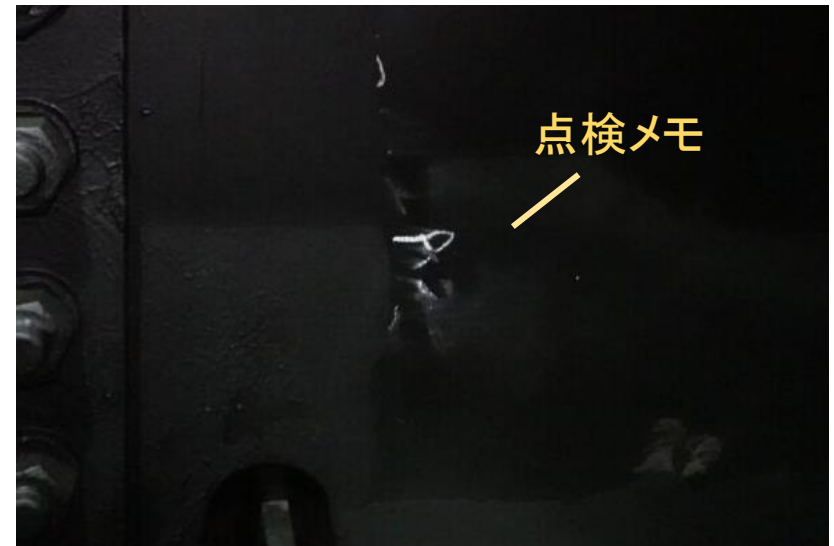
研究代表者

横浜国立大学 田村洋

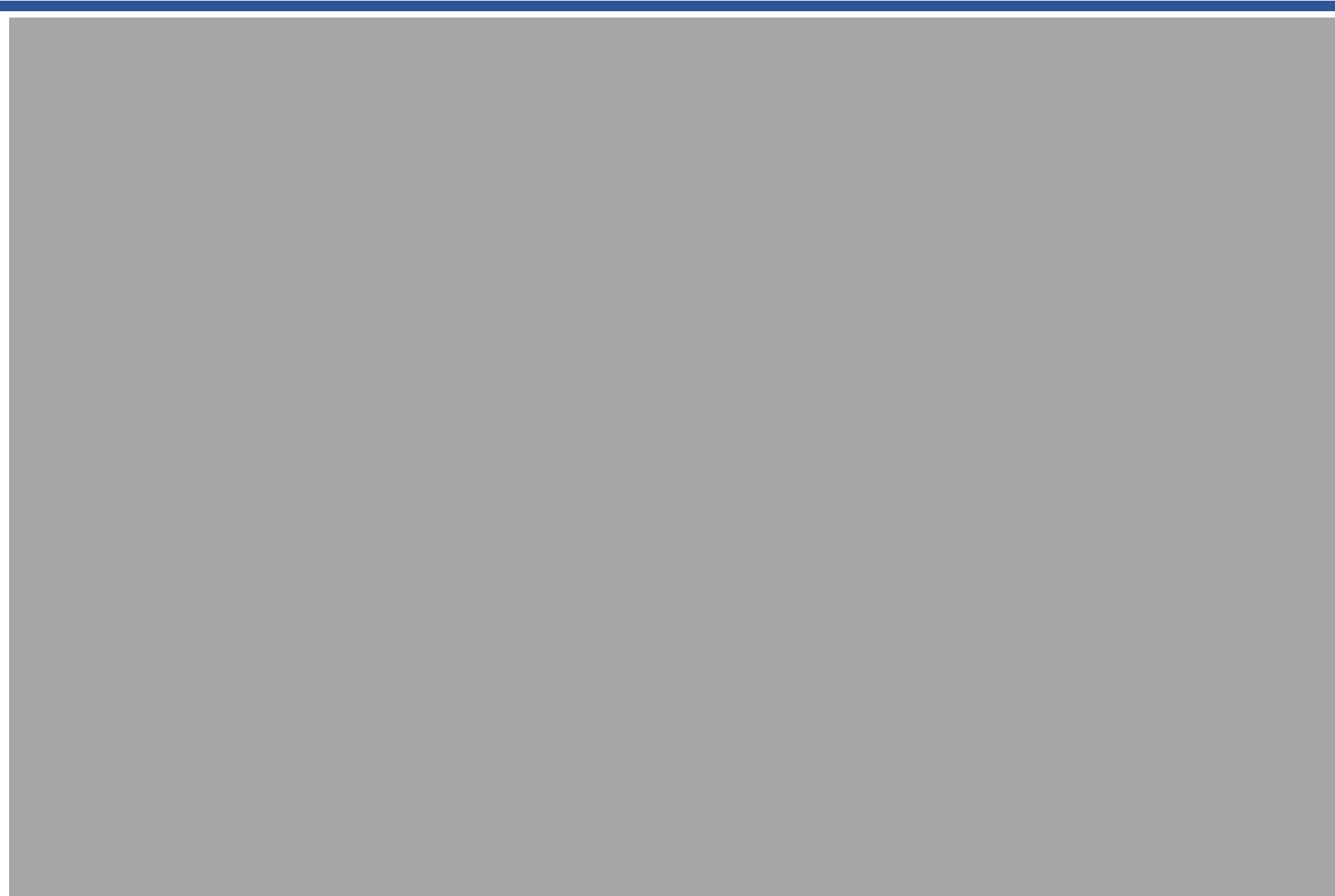
建設後50年を経過した橋梁の割合



橋梁箱桁内部



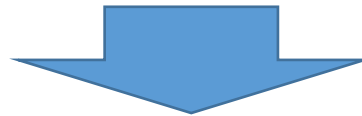
チョーキングの消失



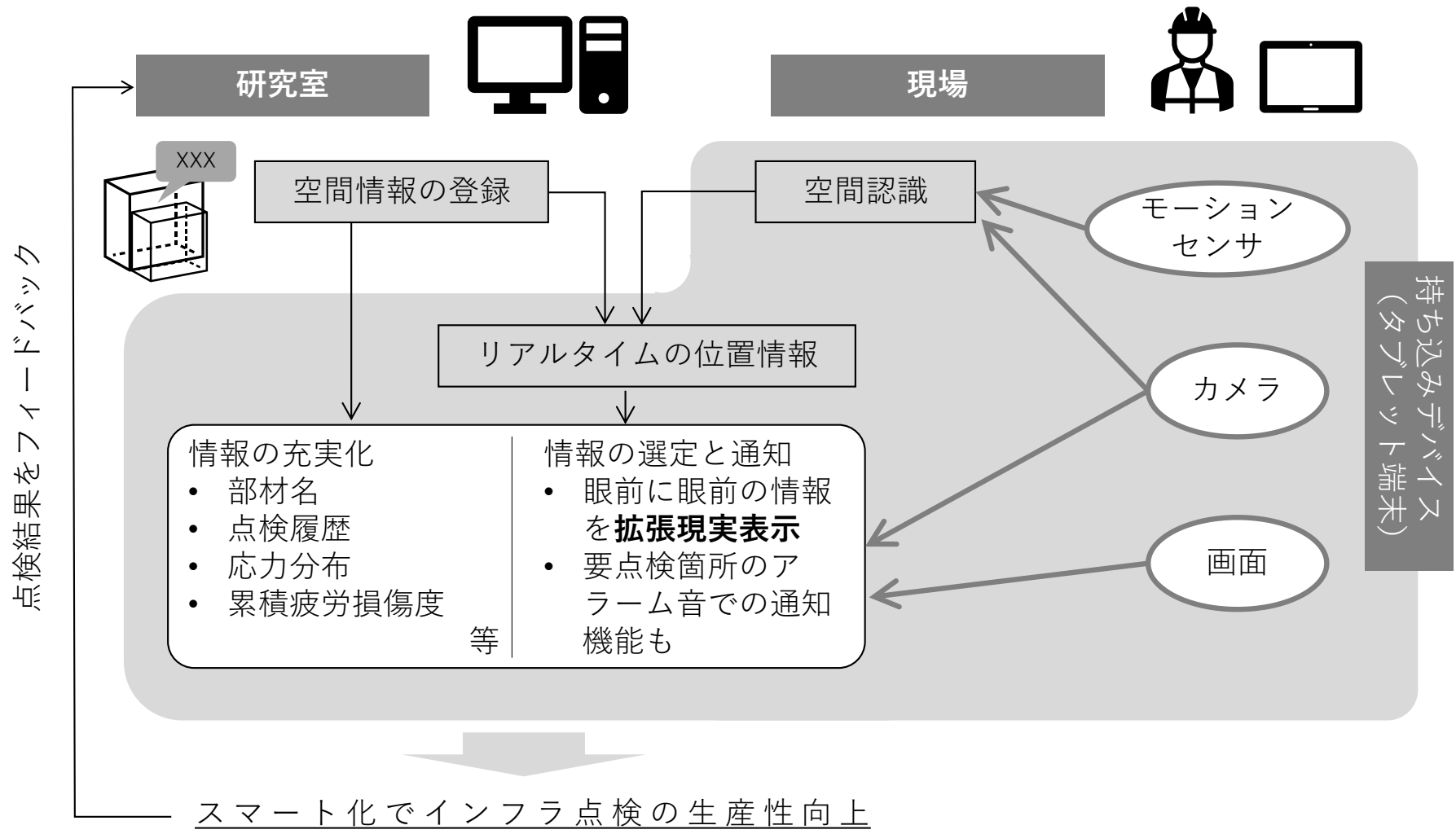
インフラ点検業務の支援システムを開発し、過酷な環境における点検業務のスマート化を図る．これにより時間短縮，作業ミスの削減，点検の高度化，イメージアップを成し遂げ，インフラ点検の新しいモデルケースを示すことを目指す．また，次世代の技術者の養成に役立てることも目指す．

開発するシステムの特徴：

1. 外部電波や照度に左右されないシームレスな点検支援
2. 情報の充実化
3. 情報の選択と通知



- 情報が効果的に統合された点検ナビゲーション
- 初学者にとって難解な耐荷・損傷メカニズムの感覚的理解を促進



令和4年度

目標 1（「⑦研究の目標」を参照）の達成に向けて次の取組みを行う．

- ・対象構造物の選定（点検作業環境が過酷な箱断面橋梁等が候補）
- ・持ち込みデバイスに実装する機能の精査（点検作業からのヒアリング実施も検討）
- ・対象構造物の構造図面，過去の点検履歴等の資料入手
- ・対象構造物の3次元モデル化の準備

令和5年度

目標 2 に関連して次の取組みを行う．

- ・対象構造物の3次元モデル化（数値解析を含む）
- ・持ち込みデバイスに実装する機能の開発
- ・対象構造物におけるシステムのキャリブレーション（対象構造物内部を数回踏査）

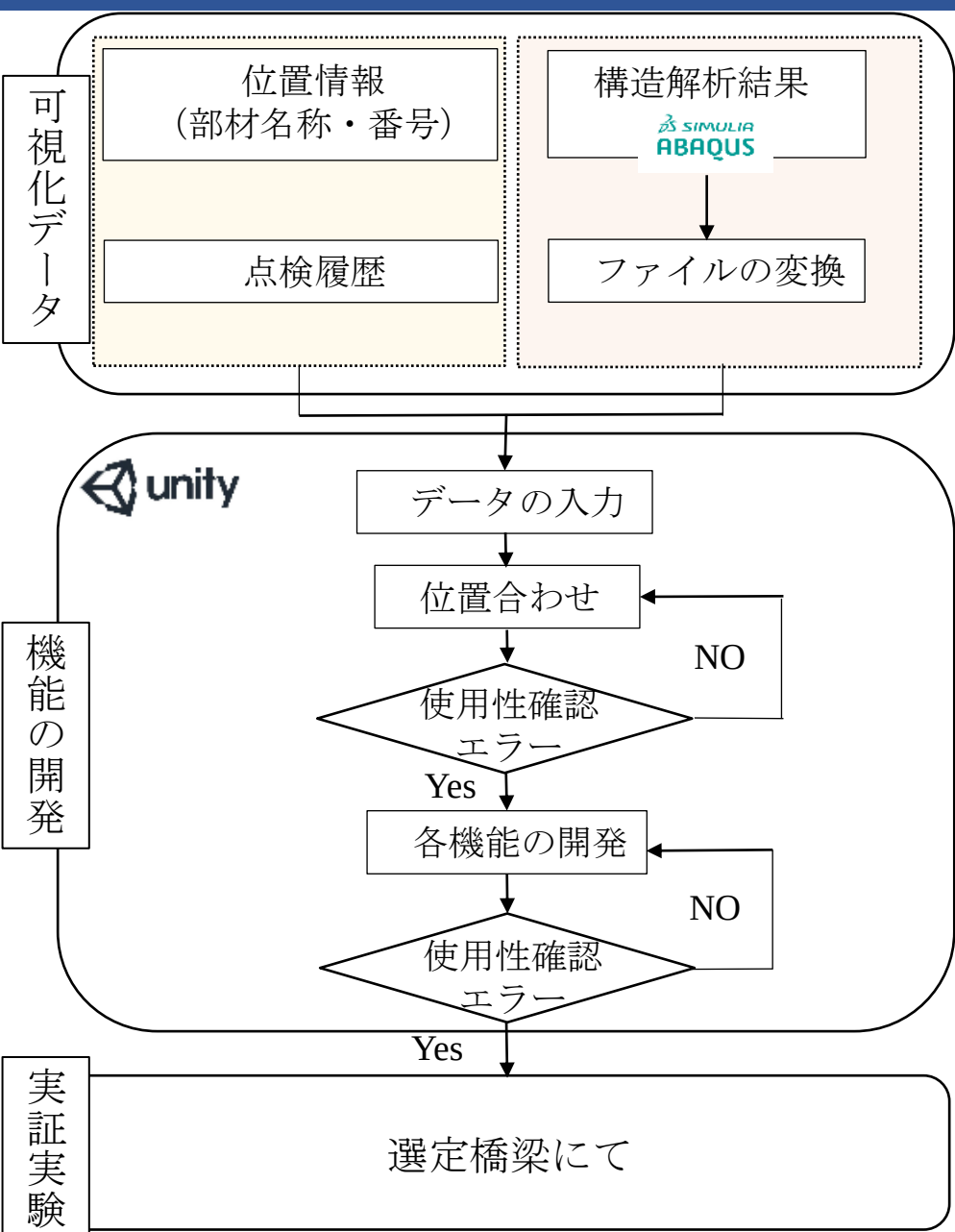
令和6年度

目標 2 および目標 3 の達成に向けて次の取組みを行う．

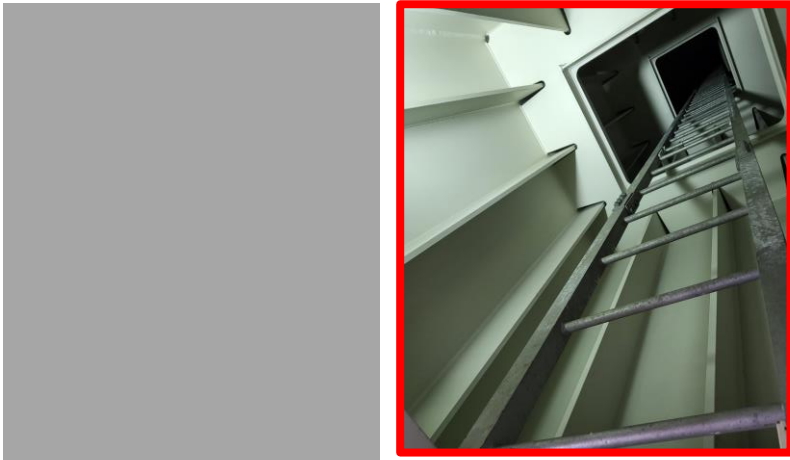
- ・対象構造物における実証実験と実用性ヒアリング
- ・支援システムの再構成による技術教育ツールの開発
- ・技術教育ツールを用いた研修会の実施と実用性評価（対象構造物内部に立ち入る形での実施が望ましい）



令和5年度までの成果



斜張橋主塔



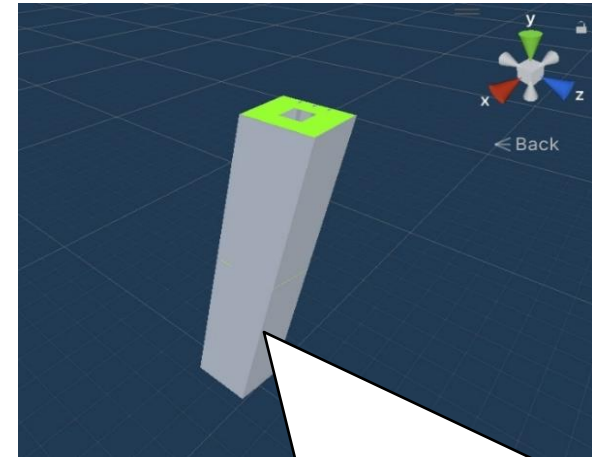
- 閉塞空間
- はしごを使った鉛直移動
- 3次元的で複雑な点検経路

鋼箱桁

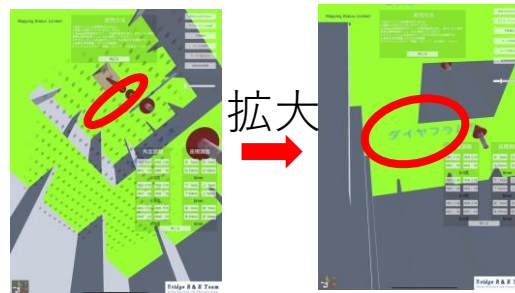


- 閉塞空間
- 誤差計測実験に適する
- 床版や橋台がコンクリート製

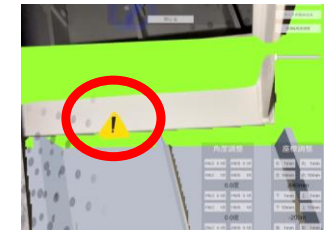
高砂橋主塔の3次元モデルの全景



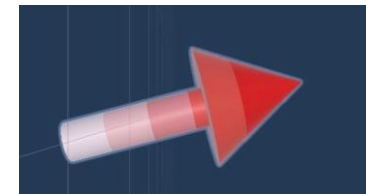
①AR可視化オブジェクトの拡大機能



③付箋機能

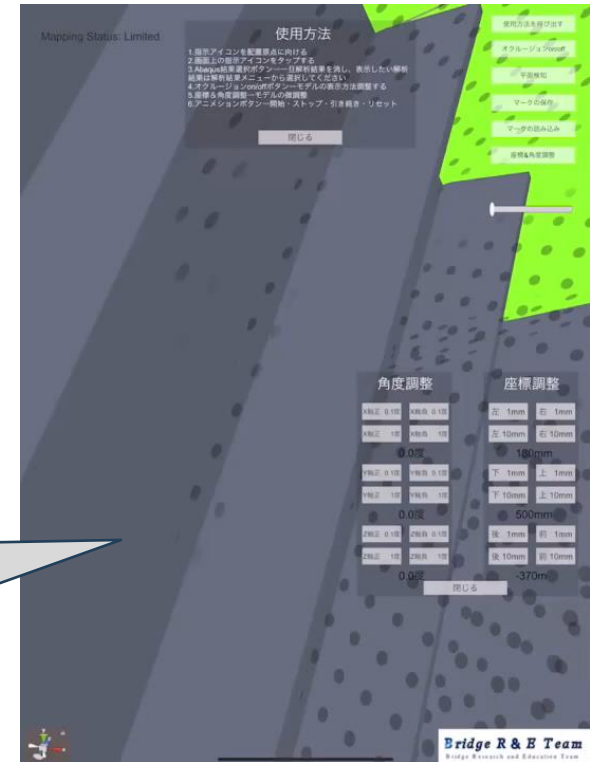
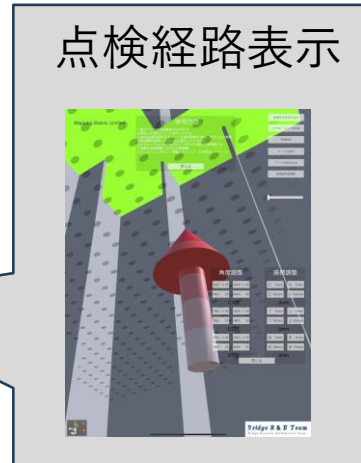


④点検経路の表示



②平面検知面の追加

実施状況

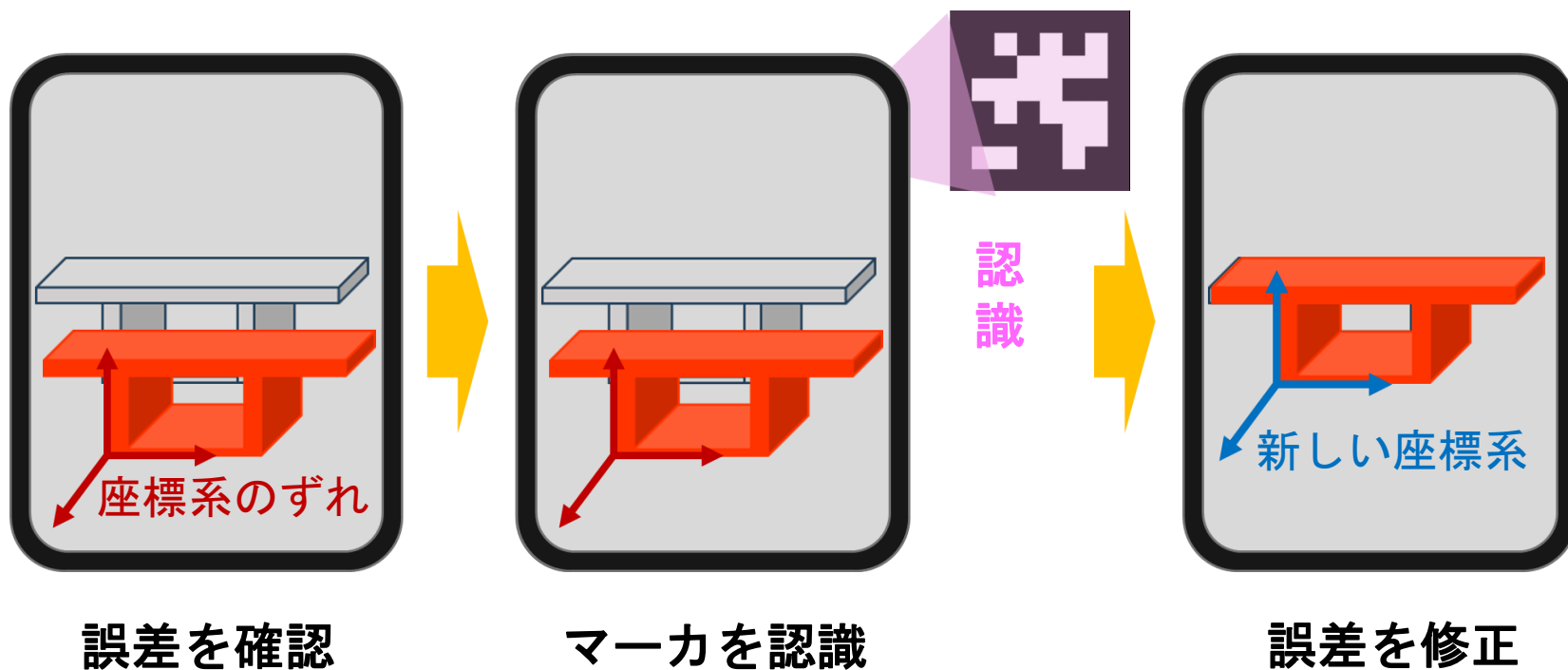


得た知見

1. 鉛直方向に移動しても水平方向に移動しても水平方向に誤差が大きく累積する
(移動するほどAR可視化オブジェクトが水平方向に大きくずれていく)
2. 鉛直方向の誤差累積は小さいが実際に点検に用いるには誤差累積の抑制が課題

マーカ型位置合わせ機能

マーカを認識して新たにAR空間上の座標系を配置し、
ARオブジェクトの位置合わせを行うこと



マーカ型位置合わせ機能の概要

13

マーカAを原点に設定したARオブジェクト
マーカBを原点に設定したARオブジェクト

橋桁側面



※ARオブジェクトは
全て同じもの

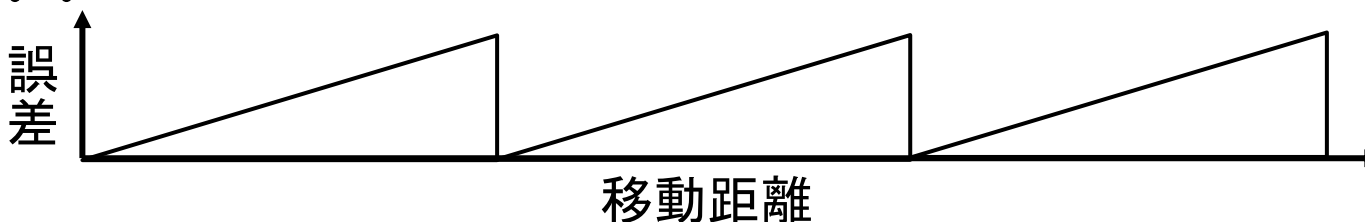
マーカAを認識した位置からマーカBを認識した位置までの移動距離

初期位置(0m)

5m

10m

15m



課題

マーカ間では移動により誤差が発生する。

平面検出機能 カメラに映る平面を検出し、端末の画面上に表示する機能



平面検出無し



平面検出有り

タブレット画面
に映る全ての面
を検知する.

移動時の精度に関する研究

移動時の進行方向の誤差について、**平面検出機能**により精度が向上したという報告がある.

伏見, 2018年

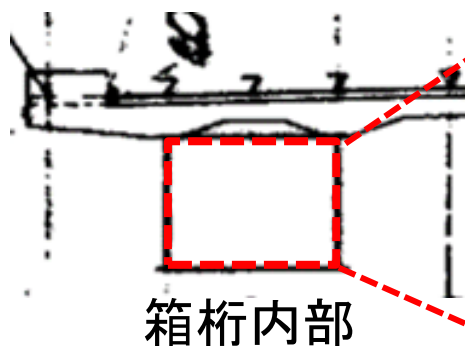
マーカ間の誤差を、平面検出機能により低減することを試みた

実証実験の概要

対象橋梁

目黒高架橋

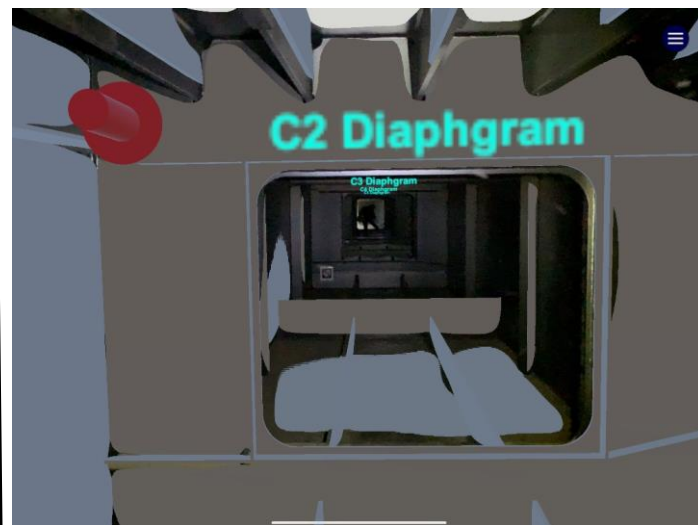
- ・ 神奈川県横浜市瀬谷区
- ・ 上り線47m区間の鋼箱桁



箱桁内部

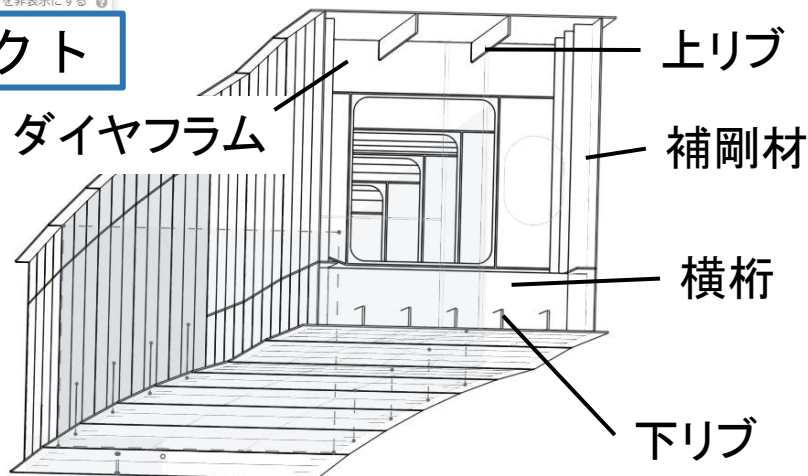


重畳の様子



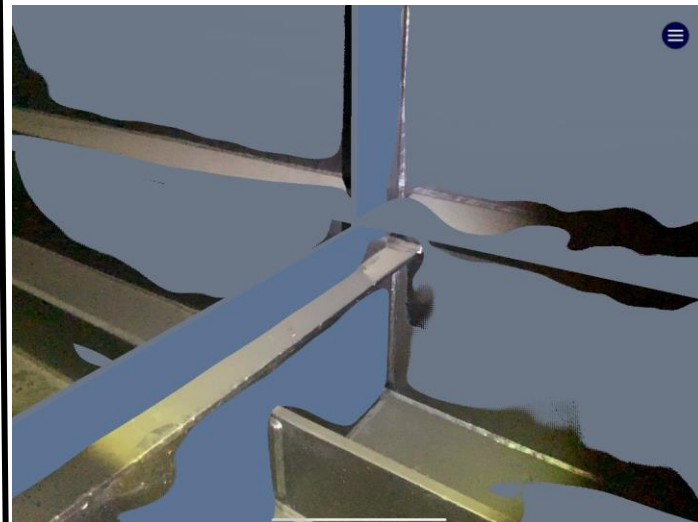
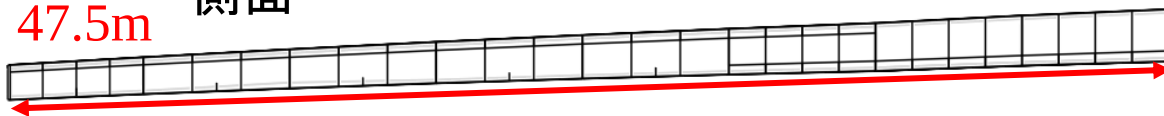
ARオブジェクト

図面をもとに
3DCADソフト
「OnShape」
で作成



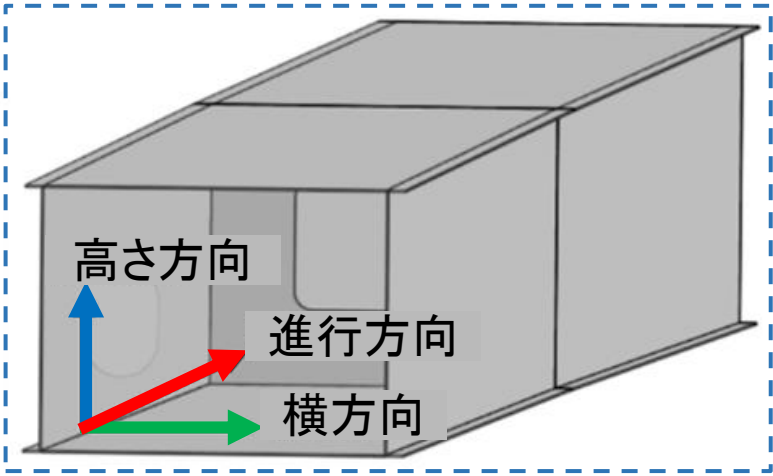
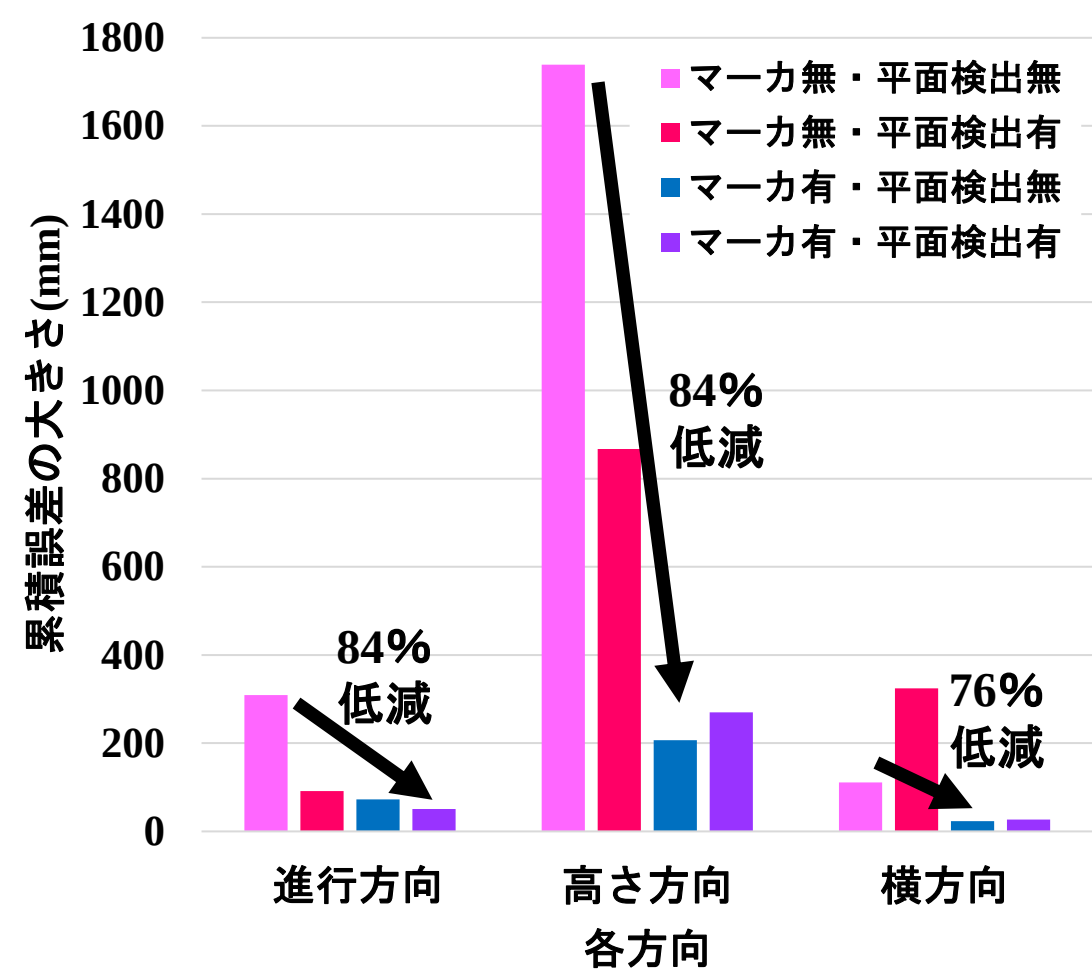
側面

47.5m



マーカ型位置合わせ機能と平面検出機能
の併用が累積誤差に及ぼす影響

47.5m(長距離)での累積誤差の大きさ



＜進行方向＞
長距離移動でマーカにより精度向上
併用時
平面検出有で更なる精度向上を確認

＜高さ方向・横方向＞
長距離移動でマーカにより精度向上
併用時
平面検出有で精度向上は確認できず



令和6年度前半の成果



箱桁外での重畳
(対象領域拡張)



応力分布
の表示



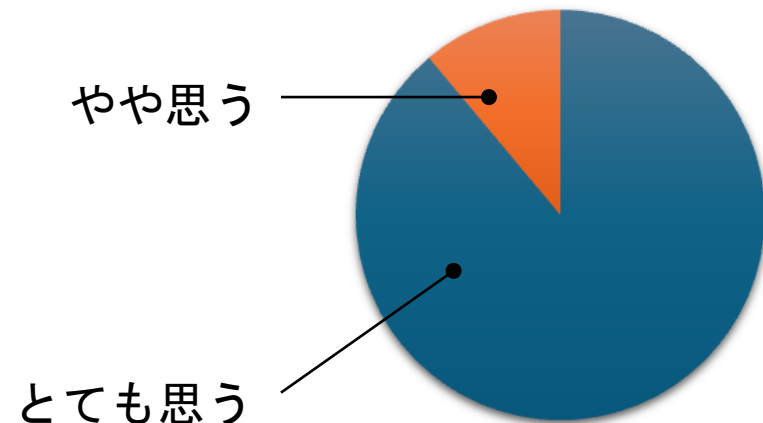
トレーニング
モード





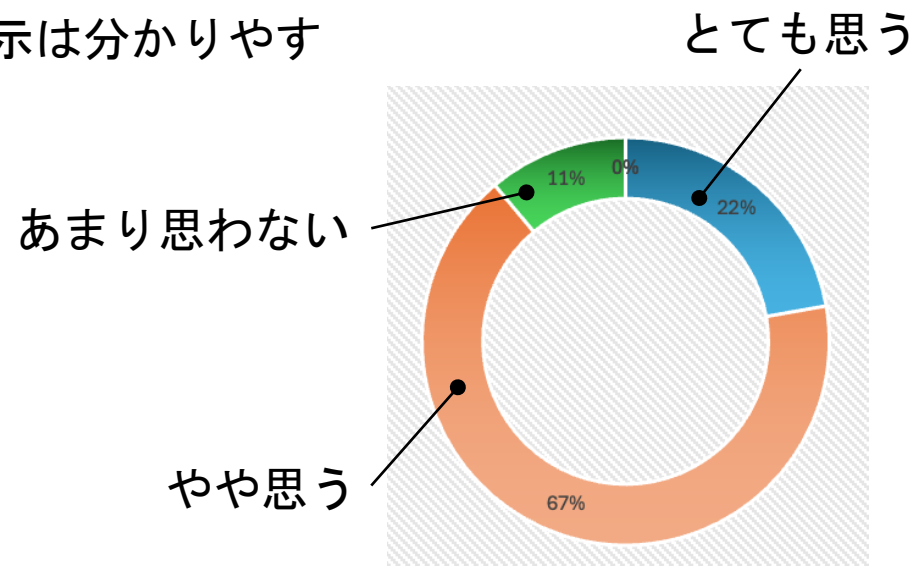
Q1. マーカを認識してARオブジェクトを表示するまでの手順は分かりやすかったですか。

- 1) とても思う
- 2) やや思う
- 3) あまり思わない
- 4) 全く思わない



Q2. ARオブジェクトによる重ね合わせ表示は分かりやすかったですか。

- 1) とても思う
- 2) やや思う
- 3) あまり思わない
- 4) 全く思わない

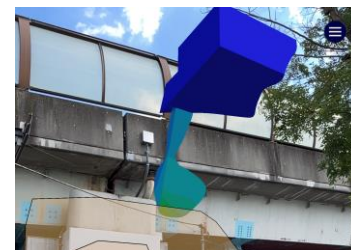
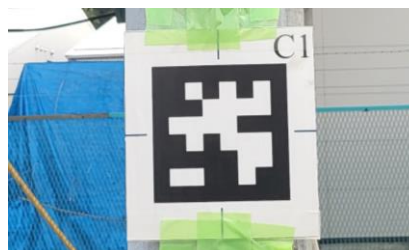
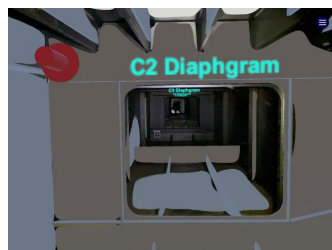
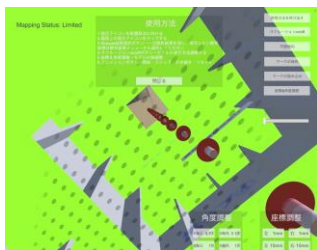


Q13. その他ご意見をご自由にお書きください。

- 人手不足が加速する中で、橋梁維持管理の技術の伝承、点検作業の効率化のための中核技術として、本取組みが社会実装されることを強く望みます
- 箱桁内は2色あり、どの部材なのか分かりやすかったです
- 前回、前々回の点検結果がアプリ画面上で確認出来ると良い
- 対象橋梁の点検調書、橋梁カルテが表示される機能があると良い
- マーカの維持管理をどのようにして行うのかが気になりました

<これまでの成果>

1. unityとworld trackingにより電波を用いないARシステムをiPad Proに構築
2. 箱桁内水平移動と主塔内鉛直移動を対象に誤差累積特性を把握
3. マーカ型位置合わせ機能を構築し，長距離の移動時の精度向上を実現
4. 応力分布の表示機能等の機能を実装



<今年度後半の取り組み>

- 荷重モードの充実化
- 第2回実証実験（構造工学研修での利活用）の実施

関東地方整備局の皆様には，橋梁の資料や実証フィールドのご提供，実証実験へのご参加をはじめとして大いにご支援いただきました。