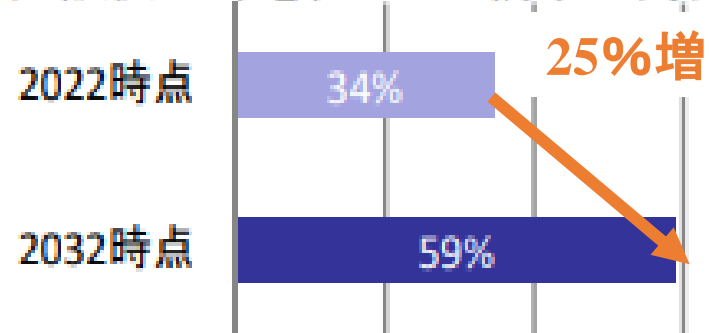


拡張現実表示を用いた インフラスマート点検 および技術者養成のための 支援システムの開発

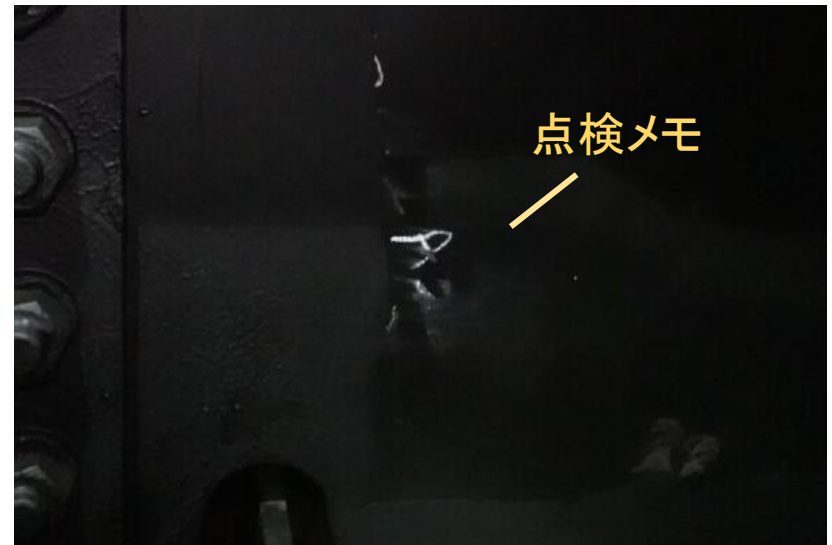
研究代表者

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



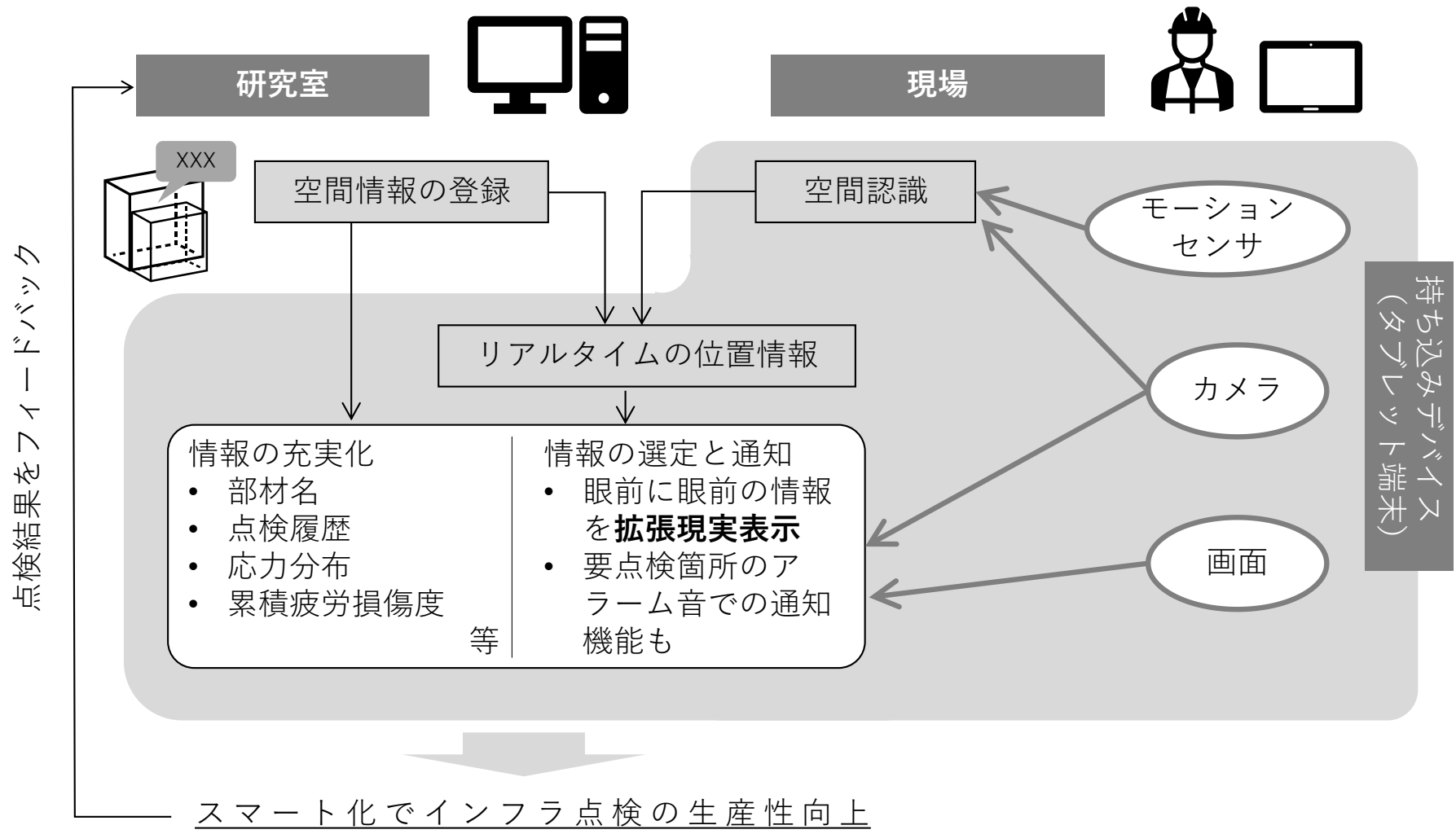
インフラ点検業務の支援システムを開発し、過酷な環境における点検業務のスマート化を図る。これにより時間短縮、作業ミスの削減、点検の高度化、イメージアップを成し遂げ、インフラ点検の新しいモデルケースを示すことを目指す。また、次世代の技術者の養成に役立てることも目指す。

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。

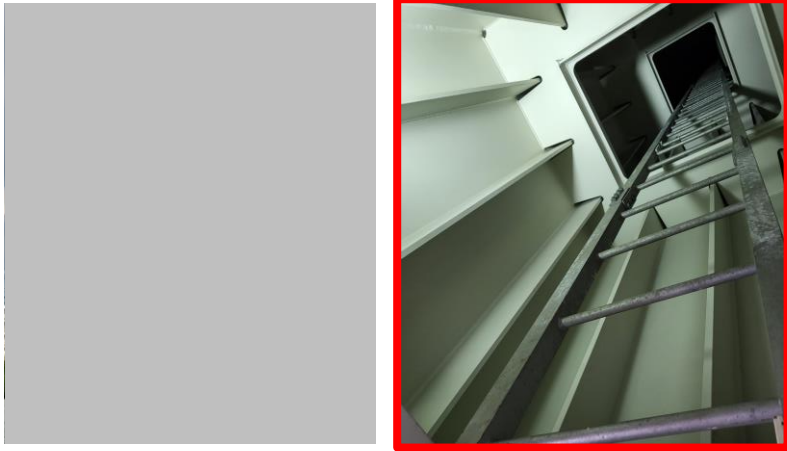
- ・対象構造物の3次元モデル化（数値解析を含む）
- ・持ち込みデバイスに実装する機能の開発
- ・対象構造物におけるシステムのキャリブレーション（対象構造物内部を数回踏査）

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）

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



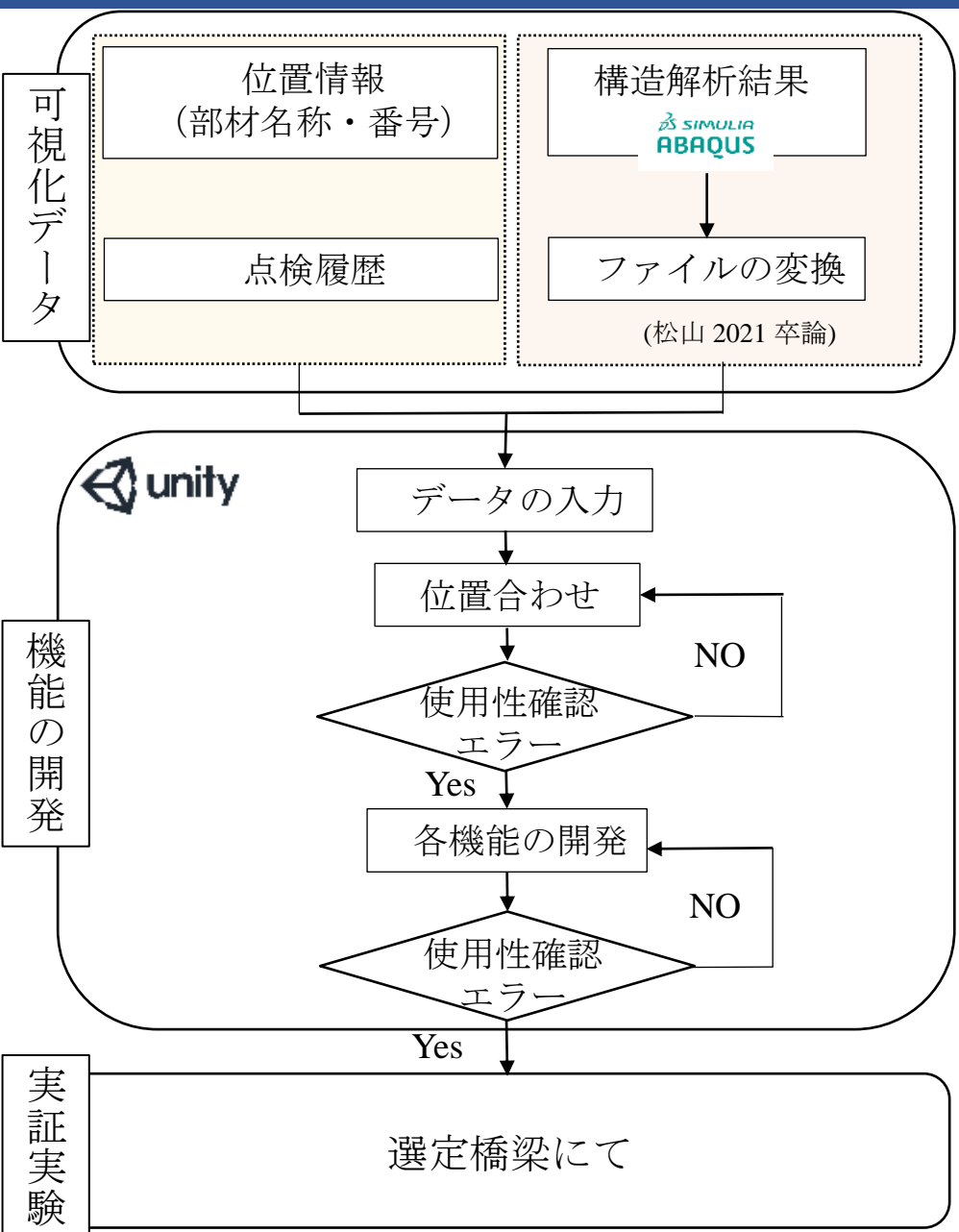
- 閉塞空間
- 誤差計測実験に適する
- 床版や橋台がコンクリート製



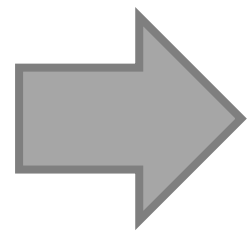
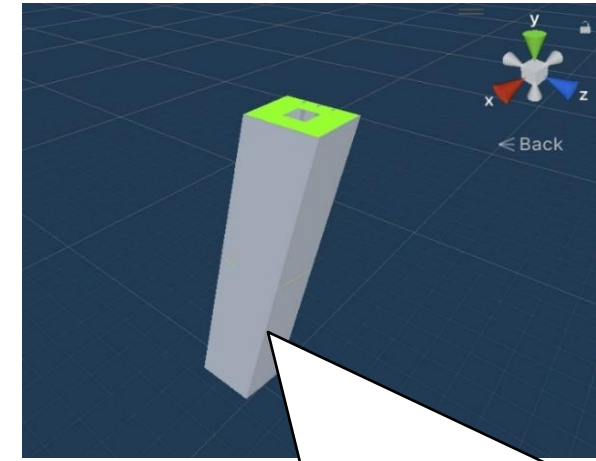
点検支援システムの構築

①斜張橋主塔

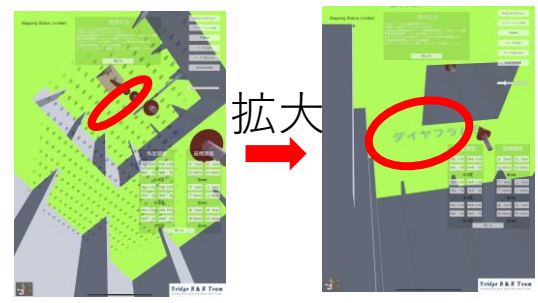
点検支援システムの開発フロー



高砂橋主塔の3次元モデルの全景



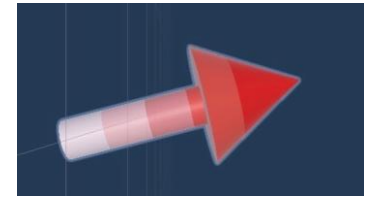
①AR可視化オブジェクトの拡大機能



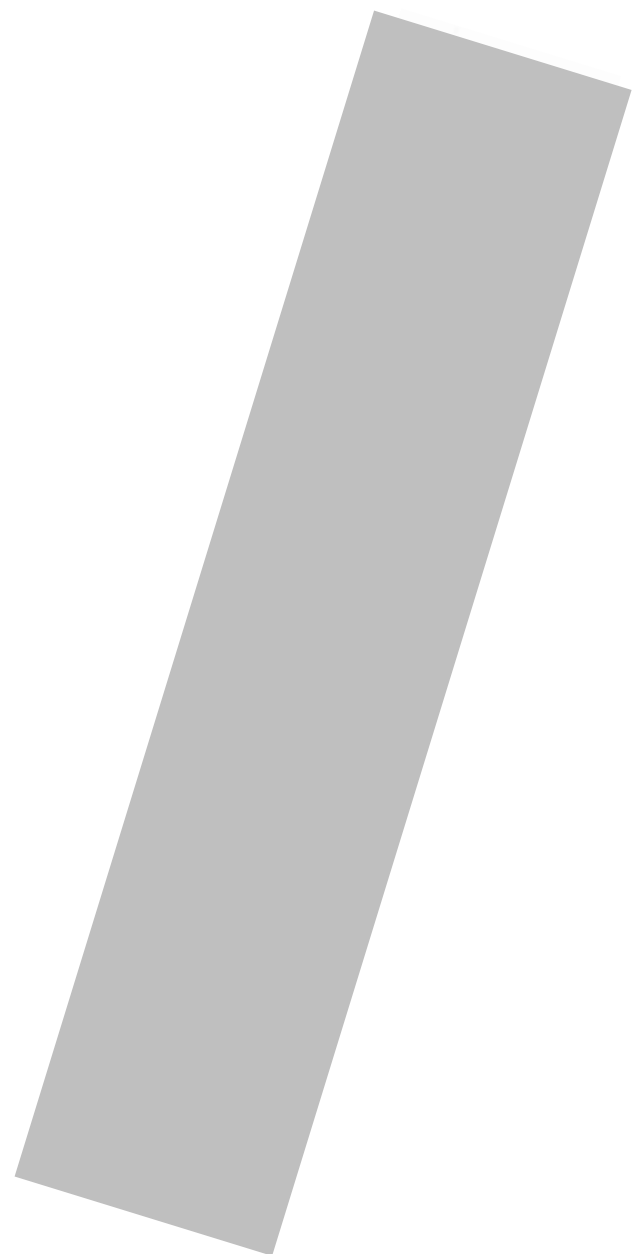
③付箋機能



④点検経路の表示



②平面検知面の追加



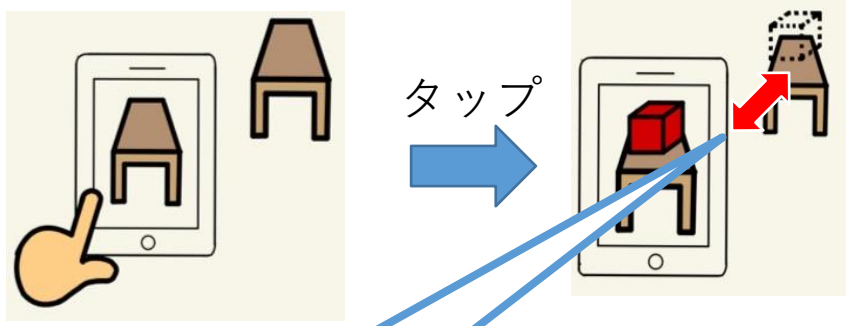
①AR可視化オブジェクトの拡大機能

- ・ 見たいオブジェクトを拡大できる機能.
- ・ 操作はディスプレイ上のスライダーによって行う.



スライダー操作

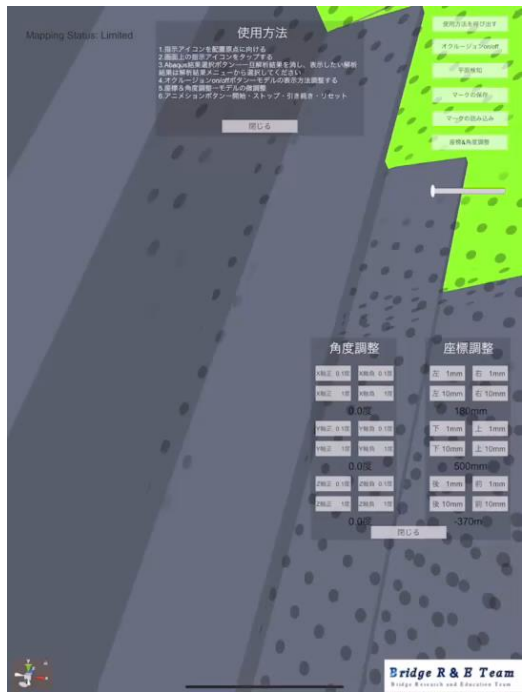
②付箋機能



デバイスとオブジェクトの位置関係を保存.



配置オブジェクト



③平面検知面の追加

平面検知… 2次元のデバイスが3次元空間上の平面を検知すること。

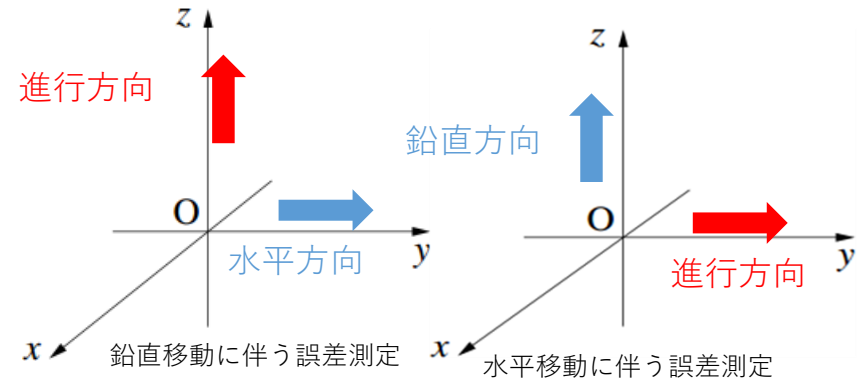
タブレット画面に映る主要な1面に対して平面検知を適用

平面検知
オフ

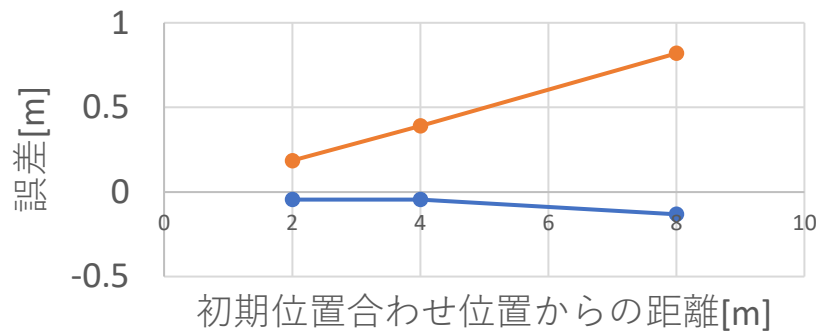


平面検知
オン

- 移動に伴って発生するAR可視化オブジェクトと実構造物との誤差を測定
- 進行方向と他1方向の誤差を測定

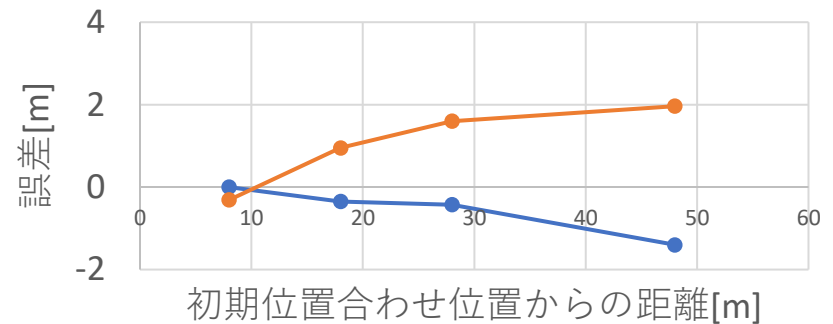


鉛直移動に伴って発生する誤差



● 進行方向 ● 水平方向

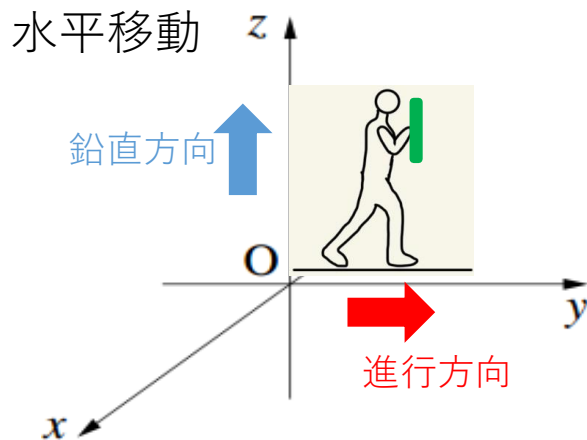
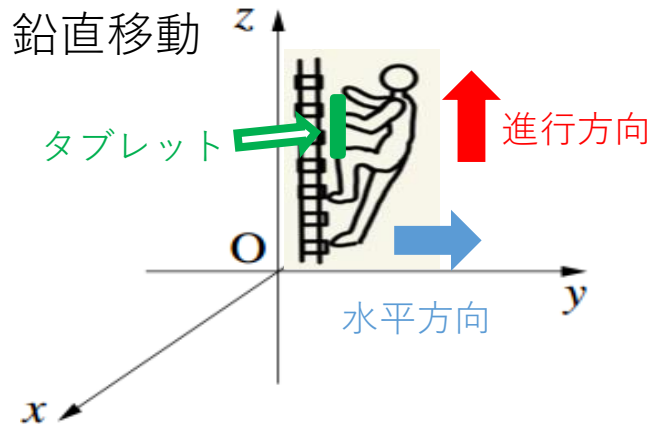
水平移動に伴って発生する誤差



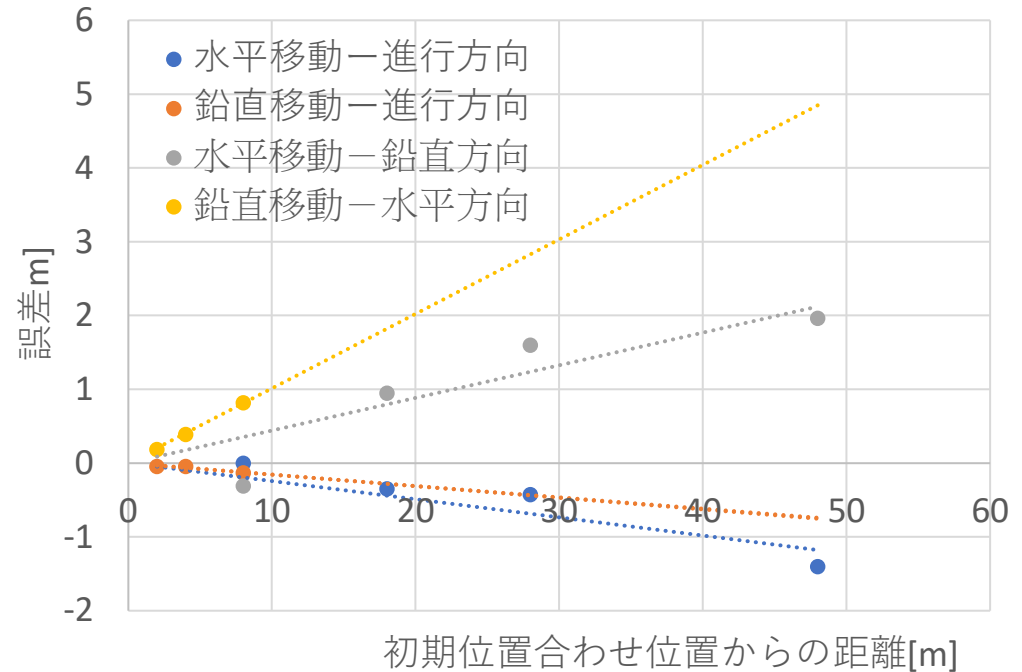
● 進行方向 ● 鉛直方向

結果

- 両移動において初期位置合わせ位置からの移動距離が増えるにつれて誤差が大きくなる。
- 鉛直移動では進行方向より水平方向の誤差のほうが大きい。



全移動と全方向の誤差の比較

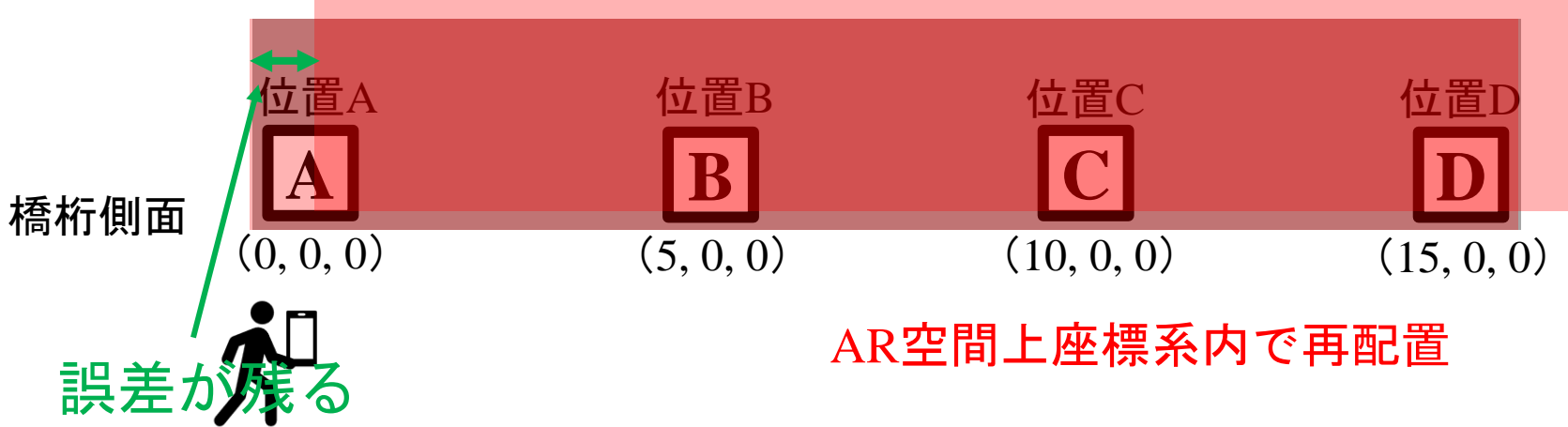


進行方向：**鉛直移動**の方が誤差小さい。
残りの2方向：**水平移動の鉛直方向**の
ほうが誤差小さい。
全体：鉛直方向の誤差が小さいが実際に
点検に用いるには誤差の累積が課題。

点検支援システムの構築

②鋼箱桁

マーカにAR空間上座標を組み込んで検討

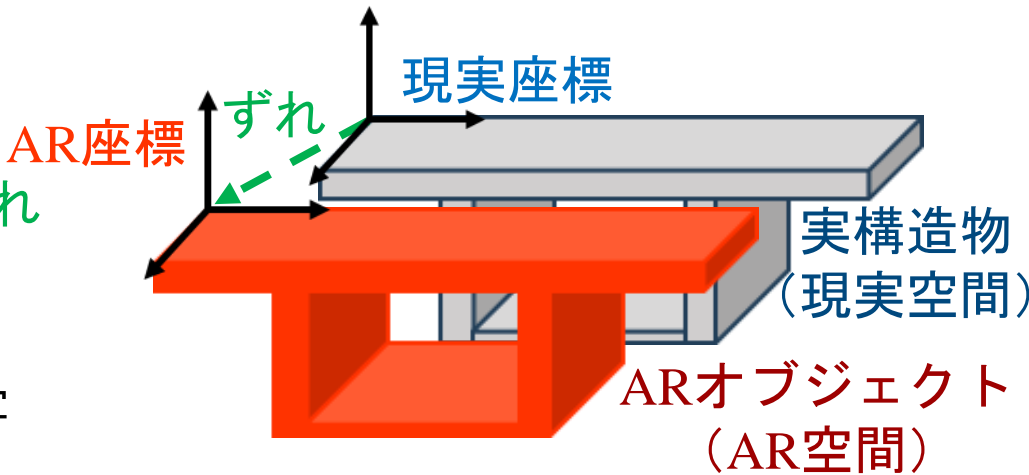


AR空間上座標系内で再配置

移動+誤差の累積を認識

誤差はAR空間上の座標系と
現実空間上の座標系の間
に生じるずれ

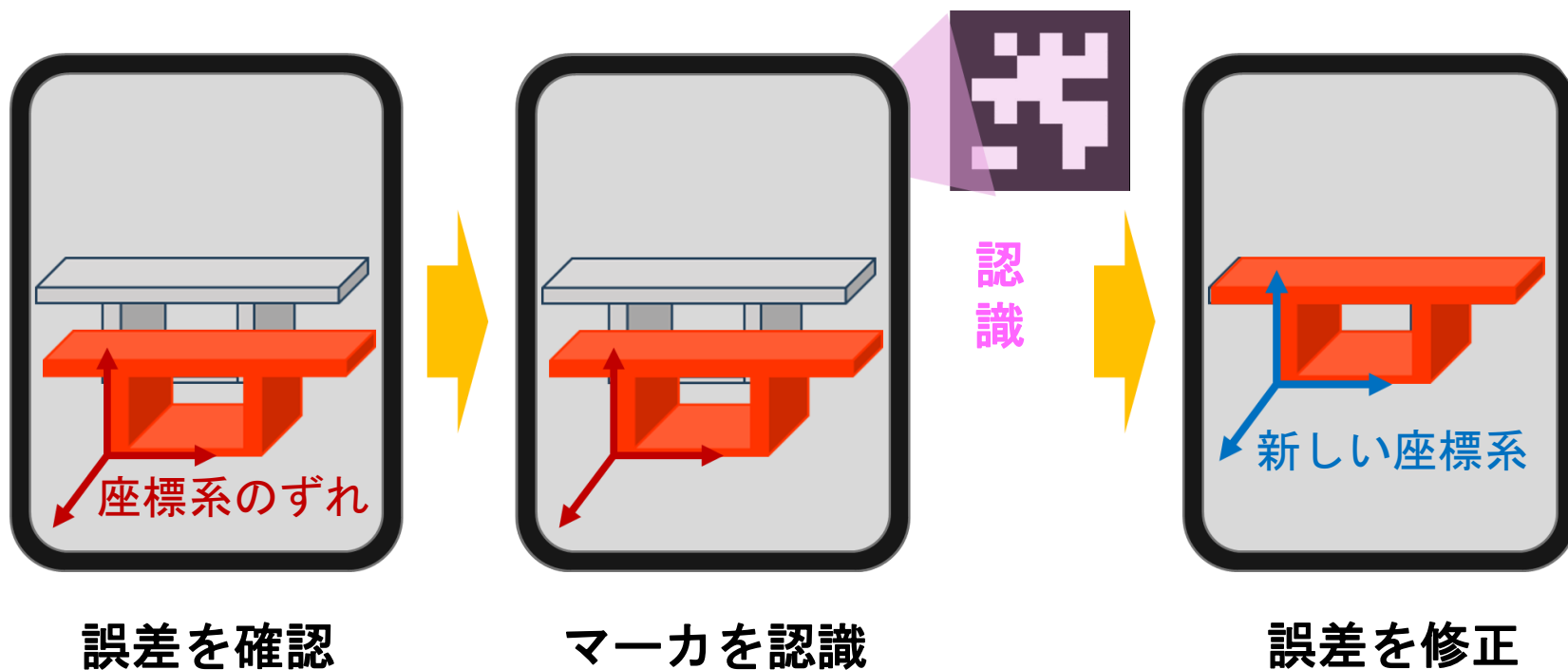
位置合わせとは
ARオブジェクトの
実構造物への重畳



AR空間上の座標系の位置を現実空間上の座標系の位置に修正

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

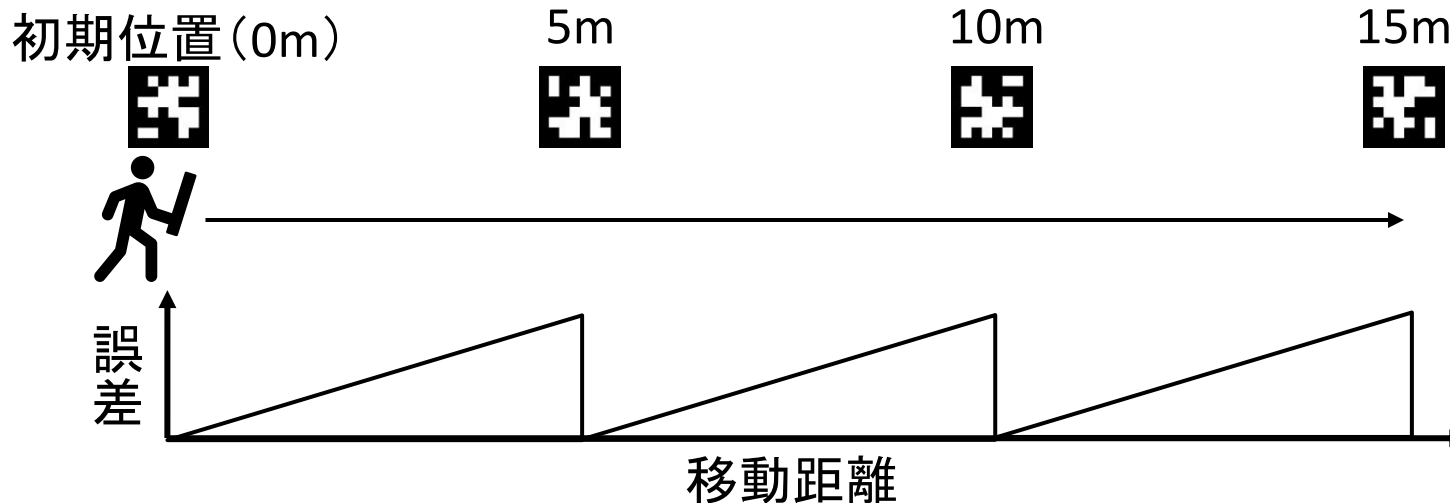
マーカAを原点に設定したARオブジェクト
マーカBを原点に設定したARオブジェクト

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の誤差の累積



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

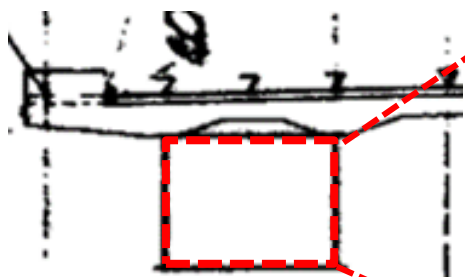
マーカ間の誤差を、**平面検出機能により低減することを試みた**

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

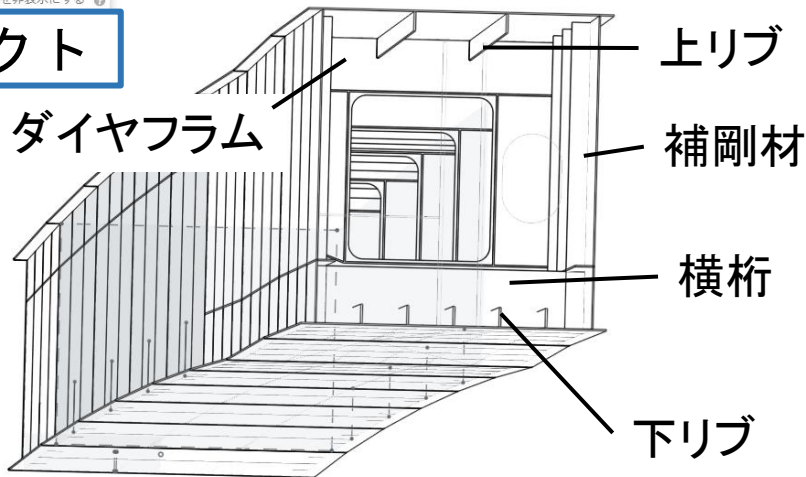


重畳の様子



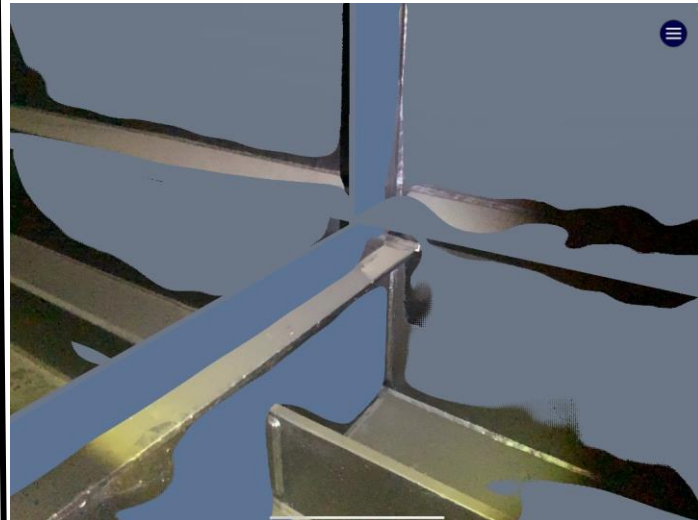
ARオブジェクト

図面をもとに
3DCADソフト
「OnShape」
で作成



側面

47.5m



実証実験の概要

マーカ型位置合わせ機能と平面検出機能が精度に及ぼす影響の実験

マーカAを原点に設定した
ARオブジェクト



誤差を計測

マーカ移動認識誤差の累積

各ダイヤフラム間で
平面検出有り無しそれぞれで行う

<得られるデータ>

- ・ 平面検出機能有り, 無し時の各マーカ間の誤差の累積値

<分かること>

- ・ 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

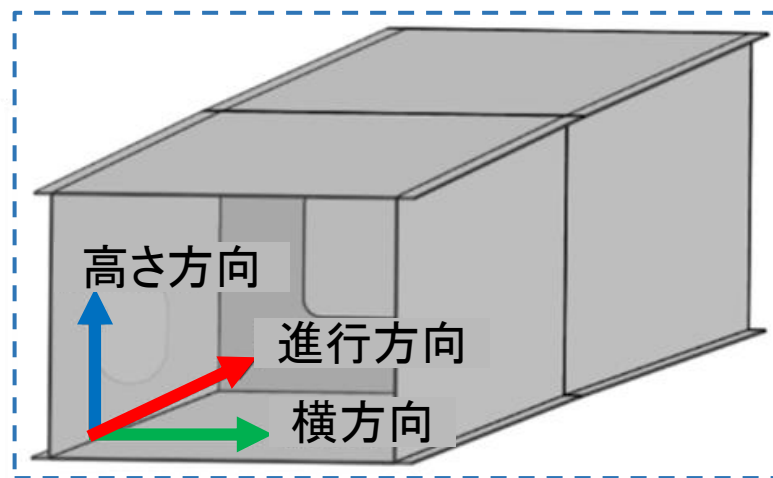
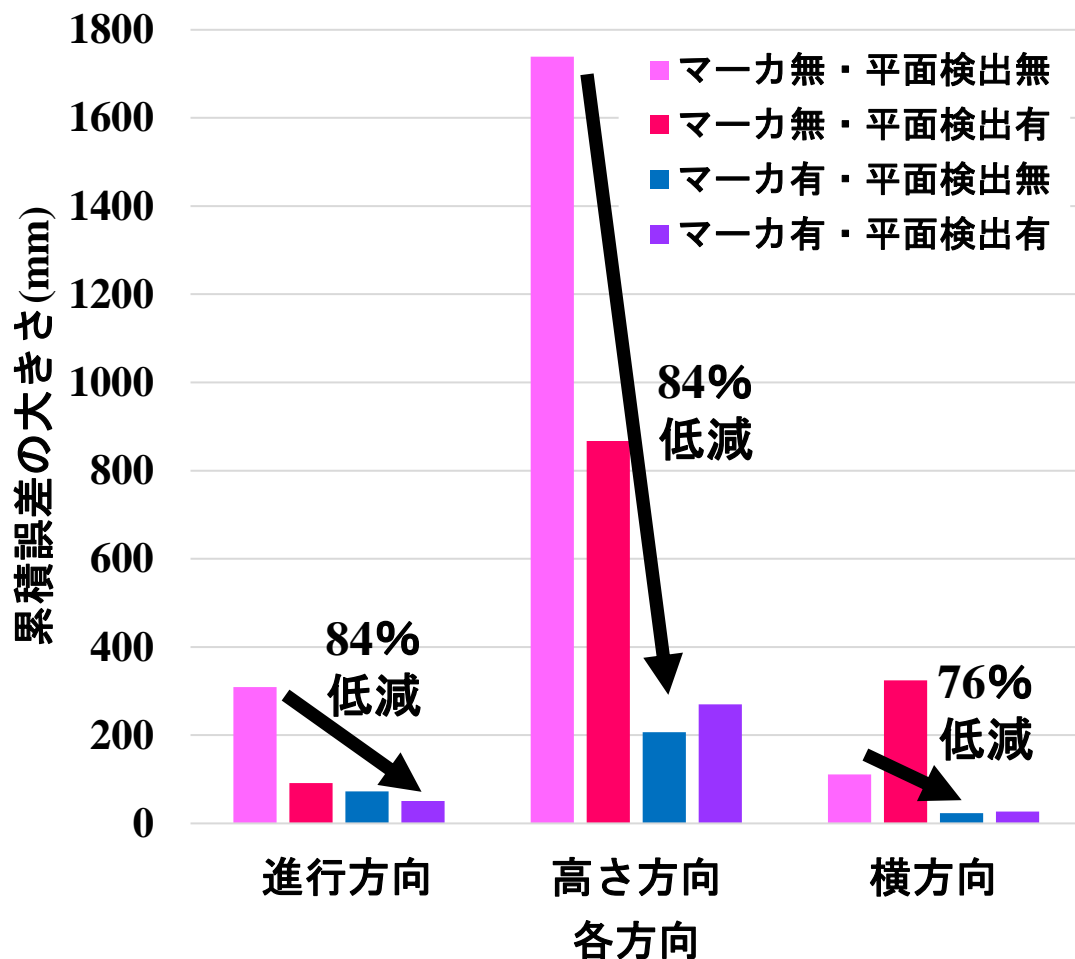


対象区間の最終地点 (47.5mの位置) での累積誤差の大きさを比較

実証実験の概要

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

<今年度の成果>

1. 本研究で検討した3Dマッピング機能では誤差の累積が大きくそのまま点検支援に適用することは困難である.
2. ユーザー移動により発生する誤差は, AR空間上の座標系と現実空間上の座標系の間を生じるずれであることを確認した.
3. 本研究で開発したマーカ型位置合わせ機能により, 長距離の移動において, 精度が向上することを確認した. また, 進行方向に関しては平面検出を組み合わせることで, より精度が向上する傾向を示した.

<次年度の予定>

- マーカ型位置合わせ機能と平面検出機能を併用し使用できる点検支援機能を充実させ, 点検ARデバイスとしての有効性を評価
- 開発したシステムを教育用に転用し, 教育VRデバイスとしての有効性を評価